

ESTUDIOS ECOLOGICOS
PARA EL
APROVECHAMIENTO DE LA TIERRA
EN NICARAGUA

(ECOLOGICAL LAND USE SURVEYS
IN NICARAGUA)

POR
(BY)

DR. B. W. TAYLOR
EXPERTO DE LA FAO EN ECOLOGIA VEGETAL
(FAO BOTANIST-ECOLOGIST)

1959

MINISTERIO DE ECONOMIA. INSTITUTO DE FOMENTO NACIONAL
Y
ORGANIZACION DE LAS NACIONES UNIDAS
PARA LA AGRICULTURA Y ALIMENTACION

ESTUDIOS ECOLOGICOS

VOLUMEN No. 1 --- 1959

REPUBLICA DE NICARAGUA, C. A.

ESTUDIOS ECOLOGICOS
PARA EL
APROVECHAMIENTO DE LA TIERRA
EN NICARAGUA

(ECOLOGICAL LAND USE SURVEYS
IN NICARAGUA)

POR
(BY)

DR. B. W. TAYLOR
EXPERTO DE LA FAO EN ECOLOGIA VEGETAL
(FAO BOTANIST-ECOLOGIST)

MINISTERIO DE ECONOMIA, INSTITUTO DE FOMENTO NACIONAL
Y
ORGANIZACION DE LAS NACIONES UNIDAS
PARA LA AGRICULTURA Y ALIMENTACION

RECONOCIMIENTOS

Después de una solicitud presentada por el Gobierno de Nicaragua a la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación, se dió principio a los estudios ecológicos para el aprovechamiento de la tierra, en Noviembre de 1956, como parte del programa cooperativo del Ministerio de Economía y del Instituto de Fomento Nacional (IFN). Los tres informes contenidos en este volumen son el resultado del trabajo llevado a cabo hasta Junio de 1958. Aún se están verificando estudios avanzados posteriores en otras zonas y se espera que serán publicados más adelante.

El autor desea expresar su gratitud al Ing. Luis A. Somoza, Presidente de la República de Nicaragua, por su cortesía e interés personal en estos estudios.

Gran número de altos funcionarios del Gobierno han ayudado considerablemente en el desarrollo de este trabajo. Se expresa particular aprecio, por su apoyo y asistencia, al Dr. Enrique Delgado, Ministro de Economía; Ing. Alfredo J. Sacasa, Gerente General del Instituto de Fomento Nacional; Dr. José M. Castillo, Secretario del Consejo Nacional de Economía, y al Dr. Luis A. Cantarero, Vice-Ministro de Economía; y por los servicios recibidos del Ministerio de Economía y del Instituto de Fomento Nacional, en particular por la ayuda del Dr. Gustavo Mercado, Ing. Horacio Lau M. y el Sr. Héctor Wilkinson.

Numerosas personas y organizaciones dieron asistencia de mucho valor en el trabajo técnico del estudio. El más alto aprecio, por su continua asistencia se le expresa al Sr. Juan B. Salas E., de la Sección de Recursos Naturales del Ministerio de Economía, quien ha tomado parte activa en todos los trabajos de campo de este estudio, y su labor ha sido de inapreciable valor tanto por su extraordinario conocimiento de la flora nicaragüense en el campo, como también por su contribución a las conclusiones sobre el aprovechamiento de la tierra, particularmente en los campos de la Dasonomía y la Agrostología.

También se le expresa el mayor aprecio al Ing. Rafael F. J. Valencia, Pedólogo de la FAO, por su valiosa colaboración en los estudios de Matagalpa-Estelí-Ocotol y Boaco-Santo Tomás; no sólo por haber sugerido la nomenclatura del suelo usada en ambos estudios, sino también por sus discusiones críticas sobre la fertilidad y descripción de los suelos, que han contribuído mucho a la preparación de estos informes. Asimismo, el autor desea expresar su reconocimiento al Dr. Luis Bramao, especialista de la FAO en estudios de suelos, Roma, por la nomenclatura adoptada en el estudio de Puerto Cabezas-Río Coco.

Se le expresa alto reconocimiento al Laboratorio de Suelos, Ministerio de Agricultura (anteriormente Servicio Técnico Agrícola de Nicaragua) por los análisis de todas las muestras de suelo colectadas.

El más alto agradecimiento se le expresa al Dr. Tito Laganá, Director del Servicio Geológico Nacional, Ministerio de Economía, lo mismo que a los doctores Luigi Zoppis Bracci, Daniele del Giudice, Roberto Solórzano Marín, y otros miembros del Servicio por proporcionar toda la información previa sobre la geología de las áreas estudiadas y por la identificación de todas las muestras de rocas colectadas.

Se agradece también a la Oficina de Geodesia de Nicaragua por las varias series de fotografías aéreas que proporcionó, las cuales fueron utilísimas para el estudio y las estimaciones de los tipos de tierra y vegetación actual.

Igualmente se estima mucho la valiosa cooperación dada por el Director, Dr. William C. Paddock, y el Personal de la Escuela Agrícola Panamericana de El Zamorano, Honduras, particularmente al encargado del herbario, Profesor-Técnico Sr. Antonio Molina R., por la identificación de los 2,000 especímenes botánicos colectados durante el estudio.

Asimismo se le expresa agradecimiento al Director y Personal de la Universidad Nacional de Agricultura, Ministerio de Agricultura y al Director, Personal y Consejero de la UNESCO del Proyecto Piloto de Educación Fundamental, por la ayuda y cooperación proporcionada.

Aparte de la generosa asistencia de la gente y de las organizaciones arriba indicadas, sin cuya ayuda estos informes no se hubieran podido completar, los trabajos de todos estos estudios han sido asistidos grandemente por innumerables agricultores, ganaderos y otros ciudadanos de Nicaragua.

ACKNOWLEDGEMENTS

Following a request to the United Nations Food and Agriculture Organization by the Government of Nicaragua, Ecological Land Use Studies were undertaken commencing November 1956 as part of the joint program of the Ministry of Economy and the Instituto de Fomento Nacional (IFN). The three surveys contained in this volume represent the results of this work up to June 1958. Further studies are in progress and are expected to be published at a later date.

The author wishes to express his gratitude to Ing. Luis A. Somoza, President of the Republic of Nicaragua, for his courtesy and personal interest in the survey.

Numerous Government officials have considerably assisted the work of this survey. Particular appreciation is expressed for the support and assistance of Dr. Enrique Delgado, Minister of Economy, Ing. Alfredo J. Sacasa, General Manager Instituto de Fomento Nacional, Dr. José M. Castillo, Secretary of the National Economy Council, Dr. Luis Cantarero, Vice-Minister of Economy, and for the freely given services of the Ministry of Economy and the Instituto de Fomento Nacional, in particular for the help of Dr. Gustavo Mercado, Ing. Horacio Lau and Sr. Héctor Wilkinson.

Numerous individuals and organizations gave valuable assistance in the technical work of the survey. The highest appreciation is expressed for the unfailing assistance of Sr. Juan B. Salas of the Natural Resources Section, Ministry of Economy, who has taken part in all the field work of the survey and was invaluable firstly because of his extraordinary field knowledge of the flora of Nicaragua, but also for his contribution to the conclusions on land use, particularly in the fields of forestry and pastures.

Appreciation is also expressed to Ing. Rafael F. J. Valencia, FAO Pedologist, for his valued collaboration in the Matagalpa-Estelí-Ocotol and Boaco-Santo Tomás Surveys. Not only has he suggested the soil nomenclature used in both these surveys, but by his critical discussions of soil fertility and soil description he has greatly aided the writing of these reports. Appreciation is also due to Dr. Luis Bramao, FAO Soil Survey Specialist, Rome, for the nomenclature adopted in the Puerto Cabezas-Río Coco Survey.

Greatful acknowledgment is made to the Soil Laboratory, Ministry of

Agriculture (previously Servicio Técnico Agrícola de Nicaragua) for undertaking the analysis of all soil samples collected.

Acknowledgment is gratefully made to Dr. Tito Laganá, Director of the National Geological Service, Ministry of Economy, Dr. Luigi Zoppis Bracci and Dr. Daniele del Giudice, Dr. Roberto Solórzano Marín and other members of the Service for freely making available all previous information on the geology of the areas studied and for the identification of all rock specimens collected.

An equally great debt is due to the Director, Dr. William C. Paddock, and staff of the Pan American School of Agriculture, Zamorano, Honduras, particularly to the Curator of their Herbarium, Sr. Antonio Molina, for the identification of the 2,000 plant specimens collected during the survey.

Deep acknowledgment is also due to the Inter-American Geodetic Survey Office in Managua for the several series of aerial photographs, which were of great value for the study and estimation of the land types and present vegetation.

Appreciation is also expressed to the Director and Staff of the National Agricultural College, Ministry of Agriculture; the Director, Staff and UNESCO Adviser of the Pilot Project of Fundamental Education for freely given aid.

Apart from the generous assistance of the people and organizations indicated above without whose help these reports could not have been completed, the survey has been greatly assisted by innumerable farmers, graziers and private citizens of Nicaragua.

CONTENIDO

	Página
PROLOGO	XIII
ESTUDIO DE LAS POSIBILIDADES AGRICOLAS Y FORESTALES DE LA ZONA PUERTO CABEZAS – RIO COCO	1–50
I—Recomendaciones	3
II—Introducción	4
III—Desarrollo Futuro	6
IV—Clima	7
V—Tipos de Tierras	8
VI—Geología y Geomorfología	19
VII—Suelos	21
VIII—Vegetación	28
IX—Posibilidades de Aprovechamiento de la Tierra	36–50
1. Industria del pino	36
2. Industria del pastoreo	44
3. Agricultura	45
4. Maderas de frondosas	48
5. Productos forestales secundarios	49
6. Recursos minerales	49
ESTUDIO DE LAS POSIBILIDADES AGRICOLAS Y FORESTALES DE LA ZO- NA MATAGALPA – ESTELI – OCOTAL	95–166
I—Resumen de las Recomendaciones	97

	Página
II—Introducción	98
III—Clima	100
IV—Tipos de Tierras	100
V—Geología y Geomorfología	120
VI—Suelos	122
VII—Vegetación	133
VIII—Aprovechamiento de la Tierra	141–166
Industria forestal	141
Industria del pastoreo	145
Café	153
Otros Cultivos	156
Nuevos Cultivos posibles	159
La Erosión del Suelo	163
ESTUDIOS DE LAS POSIBILIDADES AGRICOLAS Y FORESTALES DE LA ZONA BOACO – SANTO TOMAS	231–287
I—Resumen de las Recomendaciones	233
II—Introducción	234
III—Clima	236
Tipos de Tierra	238
IV—Geología y Geomorfología	253
V—Suelos	254
VI—Vegetación	265
VII—Industria Forestal	171
VIII—Industria del Pastoreo	275
IX—Cultivos	278
X—Erosión del Suelo	285

C O N T E N T S

	Page
PREFACE	XV
LAND POTENTIAL OF THE PUERTO CABEZAS — RIO COCO AREA	51—95
I—Recommendations	53
II—Introduction	54
III—Future Development	55
IV—Climate	56
V—Land Types	58
VI—Geology and Geomorphology	68
VII—Soils	70
VIII—Vegetation	75
IX—Land Use	82—95
The pine industry	82
Grazing industry	90
Agriculture	91
Hardwood timbers	93
Minor forest products	94
Mineral resources	94
LAND POTENTIAL OF THE MATA-GALPA — ESTELI — OCOTAL AREA	167—231
I—Summary of Recommendations	169
II—Introduction	170

	Page
III—Climate	171
IV—Land Types	173
V—Geology and Geomorphology	191
VI—Soils	193
VII—Vegetation	202
VII—Land Use	209–228
Forest industry	209
Grazing industry	213
Crops	220
IX—Soil Erosion	228
LAND POTENTIAL OF THE BOACO – SANTO TOMAS AREA	287–338
I—Summary of Recommendations	289
II—Introduction	290
III—Climate	292
IV—Land Types	293
V—Geology and Geomorphology	309
VI—Soils	310
VII—Vegetation	320
VIII—Forest Industry	326
IX—Grazing Industry	329
X—Crops	332
XI—Soil Erosion	338

PROLOGO

Este volumen contiene tres informes separados, cada uno de los cuales corresponde a un estudio de tierras de una región diferente de Nicaragua. Estos estudios se han llevado a cabo como resultado de una solicitud del Gobierno de Nicaragua a la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación para que un ecólogo hiciese en Nicaragua estudios de suelo y vegetación.

El principio adoptado en estos estudios ha sido el de ofrecer una información comprensiva de todos los factores del medio ambiente del terreno los cuales afectan el uso de las tierras. Esto ha implicado un estudio del clima, geología, geomorfología (o forma del terreno), suelos y vegetación. Todos estos factores tienen un efecto inter-relativo entre sí, y por lo tanto, en el uso de la tierra por el hombre.

Naturalmente, hay un gran número de posibles combinaciones de todos estos factores variables y normalmente es imposible delinear en un mapa de alta escala cualquier combinación particular, llamada una "unidad de tierra".

Sin embargo, se ha encontrado que estas unidades de tierra no ocurren al azar sino que en modelos que se repiten regularmente, a menudo distribuidos en una serie topográfica. Estas repeticiones de modelos se han denominado "tipos de tierra". Estos tipos de tierra se pueden delinear en un mapa y también se pueden describir en una forma tabular que muestre las varias unidades de tierra presente, y sus inter-relaciones afines. De este modo es posible hacer hincapié en aquellos aspectos que sean los más importantes para el uso de la tierra.

El propósito fundamental de estos estudios es dar una descripción del terreno y así proporcionar una base sana para un planeamiento racional del uso de tierras. Tales estudios pueden ser utilizados por todas las organizaciones interesadas en la preparación de planes económicos, incluyendo todos los aspectos del desarrollo agrícola y crédito rural. Al mismo tiempo, un entendimiento sobre la potencialidad de la tierra es esencial para extensión agrícola y trabajos de experimentación y permite una selección racional de nuevas cosechas, nuevas variedades y nuevas técnicas de manejo en agricultura, pasturas y bosques.

P R E F A C E

In this volume are three separate reports, each of a land survey of a different region of Nicaragua. These studies have been made as a result of a request by the Government of Nicaragua to the United Nations, Food and Agricultural Organization for an ecologist for a vegetation – soil survey of Nicaragua.

The principle adopted in these studies has been to give a comprehensive account of all the factors of the environment of the land which affect the use of the land. This has involved a study of the climate, geology, geomorphology (or land form), soils and vegetation. All these factors have an interrelated effect on each other and therefore on man's use of the land.

Naturally there are very numerous combinations possible of all these varying factors and it is normally impossible to map at a large scale any one particular combination, termed a "land unit".

However it is found that these land units do not occur at random but in regularly repeating patterns, often distributed in a topographical sequence. These repeating patterns have been termed "land types". These land types can be mapped and can be described in a tabular form which shows the various land units present, and their interrelationships. In this manner it is possible to emphasize those aspects which are most important for land use.

The underlying purpose of these studies is to give a description of the land and in so doing give a sound basis for a planned rational land use. As such they can be used by all organisations concerned with economic planning, including all aspects of agricultural development and rural credit. At the same time an understanding of the land potential is essential for agricultural extension and experimental works and permits a rational selection of new crops, new varieties and new management techniques in agriculture, pastures and forestry.

**ESTUDIO DE LAS POSIBILIDADES
AGRICOLAS Y FORESTALES DE LA
ZONA PUERTO CABEZAS-RIO GOCO**

JUNIO, 1957

I. RECOMENDACIONES

Recomendaciones principales

1. A la industria del pino de la zona le quedan sólo siete años de vida, a causa del agotamiento de las reservas. Sin embargo, el potencial de la zona es tal que se podría lograr que la industria tuviese un ingreso anual perpetuo de 23 millones de dólares E. U. A., por lo menos. Todo lo que se necesita es establecer un pequeño servicio forestal que se ocupe principalmente de combatir los incendios. Se recomienda emprender esta acción inmediatamente, debido a la urgencia de las necesidades de la industria del pino. Con el personal y el material existentes ya en Nicaragua se puede proteger con tiempo una zona de extensión moderada en la próxima estación seca que principia en enero de 1958, y en 1959 se podría comenzar un programa más amplio.

Al mismo tiempo que se lleva a cabo la lucha contra los incendios, un factor importante en la determinación de las posibilidades de es necesario efectuar investigaciones normales para fijar con más exactitud los rendimientos que pueden esperarse. Esto permitirá planear la expansión de las instalaciones de aserrado y constituirá producción de papel.

2. Como el cierre de los actuales aserraderos de madera ocasionaría un importante trastorno en la economía de la zona, será necesario que la industria del pino se dedique al aprovechamiento de frondosas hasta que las nuevas masas de pino alcancen la fase de producción. Para evitar el agotamiento de estos montes se deberán hacer investigaciones con objeto de determinar el modo de obtener el aprovechamiento máximo, al mismo tiempo que se crean las condiciones ecológicas necesarias para la regeneración de un monte de valor igual o superior en el porvenir. Sin estas investigaciones se perderá gran parte del valor de una inmensa zona de monte.
3. Como el establecimiento de una industria del pino ampliada originará una mayor demanda de alimentos producidos localmente, habrá que trazar planes para mejorar el aprovechamiento de la tierra ya en producción y para facilitar la habilitación de tierras vírgenes con arreglo a las directrices indicadas en este informe. Para facili-

tar el emplazamiento óptimo de las granjas, las carreteras, etc., se recomienda, sin embargo, que se efectúen estudios detallados en las zonas más fértiles; aparte de evitar los cuantiosos gastos inútiles que entraña el obrar por tanteo, estos estudios permitirán establecer planes para la extracción de madera en terrenos necesarios a la agricultura.

Recomendaciones secundarias

1. Deberán efectuarse estudios estadísticos de orden económico para determinar la posibilidad de establecer en la zona los nuevos cultivos que se proponen.
2. Deberá crearse un pequeño servicio para la lucha contra las enfermedades de las plantas.
3. Se hacen bastantes recomendaciones respecto a las prácticas de aprovechamiento de la tierra y los cultivos apropiados para cada tipo de tierra, por ejemplo:
 - (a) extensas zonas son adecuadas para la producción de cacao;
 - (b) el mejoramiento del valor de las tierras de pastoreo de la sabana es posible mediante siega o por quemas vigiladas;
 - (c) el mejoramiento del pastoreo en terrenos fértiles se puede conseguir por simples prácticas de ordenación y por la introducción de un barbecho herbáceo en lugar de un barbecho forestal en terrenos agrícolas.
4. Deberán hacerse investigaciones sobre los recursos de minerales arcillosos, que parecen adecuados para sostener una industria importante en la zona.

II. INTRODUCCION

Situación

La zona estudiada, que por conveniencia se designa zona de Puerto Cabezas-Río Coco, se halla comprendida entre los 14° y los 15° de latitud Norte y los 83° y los 85° de longitud Oeste en el ángulo nordeste de Nicaragua, que va desde Puerto Cabezas al río Coco. Su extensión es de unos 13.300 Km². (5.200 millas cuadradas). Está cruzada por dos ríos que proceden de fuera de ella, el Coco y el Huahua, y por muchos ríos menores que nacen en la misma.

Población

El censo de 1950 estima la población de esta zona en unos 18.000 habitantes (más de 3.500 en Puerto Cabezas, 800 en Waspán y la mayoría del resto diseminados a lo largo del Río Coco, y en los poblados de Leimus y Cabo Gracias a Dios). La población al sur del río Coco se encuentra principalmente cercana a la costa. En el interior, solamente existe un poblado de cierta importancia, Sisín; en el resto de la zona la población está muy esparcida.

Acceso

El acceso a la zona es hoy día muy bueno. El muelle de la "Standard Fruit and Steamship Company" en Puerto Cabezas, aunque se halla en una rada abierta, cuenta con medios apropiados para un considerable tráfico de barcos dedicados al comercio transoceánico. Sirve también para el comercio local con los puertos de Cabo Gracias a Dios, Waspán, Prinzapolca, Alamicamba, Bluefields y otros.

Puerto Cabezas está unido a Leimus y Waspán por una buena carretera de grava por la que se puede circular en todo tiempo, pero existe también una red de caminos forestales, algunos en muy buen estado; estos caminos cubren la mayor parte de la zona de la sabana al sur de Bismona. Además, otra carretera va desde Leimus, donde se cruza el Río Coco con barcazas, a Awasbilla. En el mapa anexo a este documento sólo se indican las carreteras principales y frecuentemente de un modo muy aproximado. Como la sabana se presta muy bien a la construcción de carreteras por su topografía suave y su abundancia de grava, pueden construirse con rapidez y de un modo relativamente económico carreteras aptas para el tránsito en todo tiempo. La zona situada al sur del río Huahua no cuenta con carreteras, pero podría ser accesible atravesando el río en barcazas. Las carreteras de otras partes de la zona son muy diferentes; los pantanos próximos a la desembocadura del río Coco son, desde luego, intransitables, mientras que el costo de construcción y sostenimiento de carreteras a través de la selva de la zona occidental es muy elevado. Por esta razón, se han abandonado y han desaparecido los pocos caminos forestales hechos en dicha selva.

El tráfico fluvial es muy importante, especialmente en el río Coco, que es navegable en barcazas hasta Awasbilla todo el año y por el que también circulan diversas embarcaciones de motor y canoas. El tráfico fluvial en el río Huahua es de importancia secundaria y se carece de él en los demás ríos de la zona.

Existen dos aeropuertos comerciales, el de Puerto Cabezas y el de Waspán, que cuentan con servicios regulares de Managua y otros puntos del país. Hay diversas pistas de aterrizaje y despegue de circunstancias y fácilmente podrían construirse otras.

El acceso a la zona y dentro de ella se estudia con detalle, puesto que la facilidad con que la sabana puede ser atravesada por carretera y la navegabilidad del río Coco desempeñarán ciertamente un papel importante en el desarrollo de la zona circundante.

Economía

Aunque solamente emplea una pequeña proporción de la población, la industria del pino constituye la fuente principal de ingresos para toda la zona. En la actualidad sólo existe una compañía en funcionamiento, la "Nicaraguan Long Leaf Pine Company", que cuenta con instalaciones en Puerto Cabezas y Leimus. Según informes verbales, esta compañía cifra su producción anual en 20.000.000 de pies tablares, principalmente de pino. La producción total de madera de Nicaragua en 1955, según el Banco Nacional, fue de 37.000.000 de pies tablares, valorados en 3.500.000 dólares E.U.A. Según esto, la producción anual de esta compañía es de 1.800.000 dólares poco más o menos. Parte de este dinero es pagado a los obreros locales y a través de ellos a los comerciantes

y agricultores de la zona que suministran alimentos a los obreros de las instalaciones de la compañía y a sus familias. La compañía proporciona prácticamente la totalidad de los ingresos en efectivo de los poblados de Puerto Cabezas y Leimus e indirectamente la mayor parte de las entradas del resto de la población de la zona. Las demás fuentes de ingresos son limitadas. La más importante es la recogida de chicle, que en la región del Río Coco se obtiene de la especie *Castilla fallax* O. F. Cook. TUNO, y que según el Sr. Kerr, único comerciante de este producto, supone 1.000.000 de córdobas al año (143.000 dólares E.U.A.). Las ventas de otros productos fuera de la zona son pequeñas y se refieren a carne y productos lácteos, que se envían por vía aérea a las minas de Siuna y Bonanza, y de arroz, bananos y cierta cantidad de frijoles que se exportan por barco. Aunque los ingresos obtenidos por la exportación de productos alimenticios son pequeños, la zona es casi autárquica en lo que a alimentos se refiere. La mayoría de los obreros no empleados por la compañía maderera se dedican a la agricultura de subsistencia, o trabajan en granjas de más importancia que suministran alimentos a los obreros madereros.

Educación

El Ministerio de Educación Pública está desarrollando vigorosamente un proyecto experimental de educación fundamental en la parte más densamente poblada de la zona, a lo largo del Río Coco. Este proyecto, con su ataque convergente a los problemas de educación en su sentido más amplio, tendrá gran importancia en la preparación del pueblo para que éste desempeñe un papel más activo en el futuro desarrollo de la zona.

III. DESARROLLO FUTURO

Cuando la explotación de los pinares termine dentro de siete años, la economía dependerá en gran manera de una satisfactoria adaptación a la explotación de especies frondosas. La extracción de estas especies podría muy bien resultar mucho menos provechosa que la del pino, tratándose de un largo período, y es muy posible que los aserraderos se vean obligados a cerrar dentro de 20 años. Aunque podría pensarse en reemplazar la industria de la madera por el fomento de la producción de petróleo, de la minería o de la agricultura, hay que reconocer que, a menos que se tomen desde ahora medidas oportunas, la economía se resentiría gravemente al ocurrir esto.

Aun cuando el costo de la lucha contra los incendios y de la ordenación de las masas para mantener la industria del pino indefinidamente en su ritmo de producción actual es solamente pequeño, tendrán que transcurrir 20 años para que esta protección produzca pinos comercializables; por lo tanto, las medidas oportunas deben tomarse lo más pronto posible. Si se hace así, la agricultura continuará progresando a su ritmo actual, constante, aunque algo lento.

Otra solución, que entraña gastos mucho más elevados y una cierta redistribución de la población, consistiría en transformar toda la sabana en pinar mediante protección contra los incendios. Esto, según un cálculo prudencial, proporcionaría una producción diez veces superior a la actual, si la explotación se efectuase de un modo permanente, y la industria del pino podría tener una producción anual bruta de por lo menos 20.000.000 de dólares E.U.A. Si se estableciese tal industria, daría origen a un mercado local de inestimable valor para

el fomento agrícola. Los terrenos fértiles de los tipos de tierras Coco y Huaspuc podrían proporcionar fácilmente casi todos los alimentos necesarios para el personal (y sus familiares) de una industria del pino ampliada. La importancia de este mercado atraería tanto al capital como a los medios técnicos y comerciales precisos tan fundamentales para que la producción local alcance la fase que le permita efectuar exportaciones de productos agrícolas en gran escala.

En otras palabras, debido a la facilidad con que se puede mejorar el rendimiento de la estéril sabana de pinos, ésta puede proporcionar la solución a la habilitación de las tierras fértiles circundantes y, con el tiempo, puede esperarse que el valor de la producción de estas tierras fértiles supere al de una industria del pino incluso totalmente desarrollada.

IV. CLIMA

Lluvia

Solamente se dispone de datos climatológicos de una estación de la zona, la de Puerto Cabezas. Sin embargo, se sabe que la "Standard Fruit and Steamship Co." ha recogido datos en Waspán, y el Observatorio Nacional de Cuba en Cabo Gracias a Dios. Se espera conseguir esta información, pero no se cree que produzca un cambio importante en el conocimiento del clima de la zona. Los datos de la estación de Puerto Cabezas pueden considerarse característicos, pues las variaciones topográficas son pequeñas para que influyan en las lluvias, y las cifras, en general, concuerdan con las de las estaciones de Siempre Viva, El Gallo y Bonanza, que se hallan todas a corta distancia de la zona estudiada.

Lluvia media mensual (en pulgadas*)

Meses	Siempre Viva (1939-52)	El Gallo (1927)	Bonanza (1939-52)	Puerto Cabezas (1927-50)
Enero	7,91	7,32	5,76	7,92
Febrero	4,43	2,74	3,69	3,37
Marzo	1,91	1,67	2,27	2,41
Abril	1,81	1,19	2,55	1,97
Mayo	10,13	6,85	11,03	8,04
Junio	15,62	16,98	19,86	18,03
Julio	17,25	20,93	16,57	17,42
Agosto	13,63	17,94	13,27	15,41
Septiembre	13,13	14,83	12,78	15,81
Octubre	10,07	14,52	11,69	14,73
Noviembre	9,20	8,08	8,62	13,53
Diciembre	10,28	10,17	9,04	11,09
	115,37	123,22	117,13	129,73

* Una pulgada = 25,4mm.

Se puede decir que la lluvia de toda la zona es, por término medio, de más de 3.048 mm. (120 pulgadas) al año, con sólo 3 meses que pueden considerarse secos y en los que las precipitaciones son inferiores a 102 mm. (4 pulgadas). De estos tres meses, únicamente uno tiene una lluvia inferior a 51 mm.

(2 pulgadas) y en él podría verse comprometido el desarrollo fisiológico de las plantas. Esta lluvia cae frecuentemente en forma de tormentas locales y varía de un año a otro. Sin embargo, puede admitirse que durante un período la lluvia de toda la zona es aproximadamente igual. Las cantidades máxima y mínima de lluvia registradas en Puerto Cabezas han sido de 2.388 y 4.674 mm. (94 y 184 pulgadas), pero esta variación no es mayor que la de otras zonas de clima análogo y expresada en tanto por ciento es muy inferior a la de las zonas más secas de Nicaragua.

Temperatura

La temperatura media de toda la zona es de unos 26,7°C (80° F), con poca variación a lo largo del año. Como ninguna parte de la zona estudiada tiene una altitud superior a 304 m. (1.000 pies), los cambios de temperatura debidos a ella son insignificantes.

Vientos

Una característica del clima es el huracán que se desencadena algunas veces. Aunque son raros en comparación con otras partes de la zona del Caribe, en ocasiones han producido graves daños en las propiedades y los cultivos y en las sabanas abiertas derriban también muchos pinos. Los árboles viejos atacados por los comejenes o termitas son especialmente sensibles.

Discusión

El clima de la zona puede considerarse tropical húmedo, con una estación seca marcada pero no severa. Este clima es casi óptimo para el desarrollo de las plantas, pero también para el de los hongos y las bacterias y para los procesos de putrefacción. La vegetación típica de dicho clima es un monte higrofitico sempervirente denso y alto, incluso en los suelos muy estériles. Aunque los suelos de tal clima tienen frecuentemente una gran profundidad, la lixiviación les ha desprovisto en gran parte de nutrientes de las plantas; a menos que la roca matriz sea rica en bases, es necesario el empleo de fertilizantes cuando la tierra se cultiva durante un cierto período. Las altas temperaturas y la abundante humedad proporcionan las condiciones ideales para la propagación de las enfermedades criptogámicas por lo que hay que tomar las medidas adecuadas para combatirlas. Además, aun cuando las condiciones son ideales para un desarrollo vegetal máximo, solamente un número limitado de cultivos de importancia en el comercio mundial se adaptan a este clima. Aparte de esto, los cultivos se enfrentan con una fuerte competencia por el rápido desarrollo de las malas hierbas nativas, que también encuentran condiciones óptimas para su crecimiento.

El factor clima es muy importante al estudiar el desarrollo futuro de la zona, pues ninguna producción en gran escala podrá dar buen resultado si no se toman las medidas oportunas para combatir las enfermedades y las malas hierbas y para cooperar a la formación de suelos.

V. TIPOS DE TIERRAS

Resumen de toda la información básica de este informe

Al clasificar los terrenos para su aprovechamiento agrícola y forestal, es costumbre clasificar y representar cartográficamente tanto el suelo como la vegetación, y a veces también la geología de la zona. Sin embargo, para decidir

sobre el aprovechamiento de la tierra, es necesario considerar estos aspectos juntamente con la topografía, el avenamiento y otros factores antes de tomar decisiones sobre el aprovechamiento óptimo de un terreno determinado. Con frecuencia existe una estrecha relación entre los diversos factores del medio ambiente que sólo puede verse con dificultad en mapas distintos y puede existir también una mezcla íntima de tipos de suelos y de vegetación asociados en un modelado topográfico particular, que no puede representarse cartográficamente por separado a escala conveniente. Por estas razones se ha adoptado el sistema de representación por tipos de tierras. Estos tipos de tierras coinciden normalmente con las principales unidades geológicas o geomorfológicas y tienen tipos de vegetación, suelos, geología etc., que se repiten y que pueden representarse en el mapa y describirse cómodamente. Por conveniencias de la descripción, los tipos de tierras se subdividen en unidades de tierras y las relaciones topográficas de estas unidades se representan esquemáticamente en un perfil. Se da una descripción de la topografía, los suelos, la vegetación, el avenamiento y el aprovechamiento de la tierra para cada unidad de tierra. La finalidad que se persigue es dar en una sola página una información detallada del medio ambiente de cada zona representada en el mapa. De este modo es posible presentar una información que de otra manera habría exigido tres mapas distintos y al mismo tiempo se subrayan las relaciones mutuas de los diversos factores del medio ambiente.

Consultando las secciones detalladas de este informe se puede obtener una información más amplia de la que se presenta en los cuadros de los tipos de tierras.

Cuadro 1. Tipo de tierra Lecus
(4.533 Km². = 1.750 millas cuadradas)

Situación y descripción general	La parte más elevada y más ondulada de la sabana situada tanto al norte como al sur del Río Coco.				
Geología y geomorfología	Parte de depósitos del pleistoceno y del plioceno, predominantemente de conglomerados de grava cuarzosa, pero que descansan sobre depósito ligeramente más viejos de arcilla bentonítica. La zona ha experimentado una moderada disecación marina y aérea.				
Unidad de tierra No.	1	2	3	4	5
Topografía	Cumbres de cerros planas y redondeadas y laderas.	Laderas inferiores de cerros y fondos de valle.	Fondos de valle bajos.	Laderas o cumbres de cerros.	Pequeñas llanuras a lo largo de los ríos principales.
Perfil de las unidades de tierra					
Superficie relativa	Muy grande	Grande	Muy pequeña	Muy pequeña	Pequeña
Suelos	"Suelos lateríticos rojo-amarillos" con superficie de grava y con una capa arable de suelo franco negro poco profunda; subsuelo de grava.	"Suelos lateríticos rojo-amarillos" con una capa arable de suelo franco negro de espesor moderado. Capa de grava enterrada por arrastre de suelo.	"Grumosoles" y suelos de gley húmicos con una capa arable orgánica profunda; subsuelo de arcilla gris frecuentemente veteado de rojo.	Como la unidad 1	Depósito profundo de "suelos lateríticos rojo-amarillos" con poca grava.
Vegetación	Sabana de pino. Pinos muy frecuentemente en la unidad 1; menos frecuentemente en la unidad 3. En la unidad 1 predomina el tapiz vegetal herbáceo con gran frecuencia; en la unidad 3 dominan más frecuentemente los juntos (Cyperáceas).			Pequeñas masas de frondosas; son frecuentemente comunes los mangos.	Monte de frondosas y monte abierto bajo; asociación de <i>Vochysia hondurensis</i> y <i>Xylopia frutescens</i> .
Avenamiento	Bueno	Regular	Malo	Bueno	Bueno o malo
Aprovechamiento de la tierra	Fácilmente aprovechable para pinares o pastizales o para ambas cosas.			Únicamente apropiada para el suministro local de leña.	

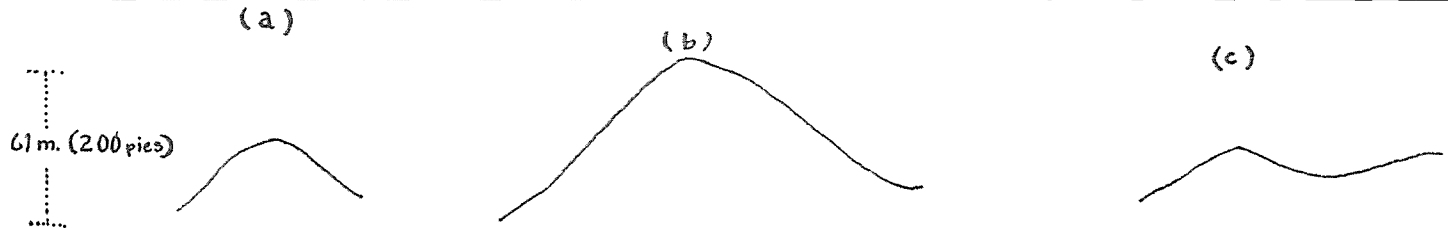
Cuadro 2. Tipo de tierra Sisin
(2.849 Km. = 1.100 millas cuadradas)

Situación y descripción general	Las secciones más bajas y más suavemente onduladas de las sabanas, frecuentes especialmente cerca de la costa y de los dos ríos principales.					
Geología y geomorfología	Predominantemente depósitos de sedimentos de arcilla bentonítica del plioceno cubiertos a veces por conglomerados de grava y con raros afloramientos de basalto (unidad 4).					
Unidad de tierra No.	1	2	3	4	5	6
Topografía	Laderas bajas y fondos de valles bajos.	Laderas más altas y pequeñas elevaciones.	Cumbres de pequeñas elevaciones y pequeños cerros.	Pequeños cerros.	Depresiones bajas.	Pequeñas llanuras a lo largo de los ríos principales.
Perfil de las unidades de tierra						
Superficie relativa	Grande	Grande	Media	Muy pequeña	Muy pequeña	Pequeña
Suelos	"Grumosoles" y suelos de gley húmicos; suelos francos orgánicos o turbosos profundo y negros sobre arcilla gris.	"Suelos lateríticos rojo-amarillos" con una capa arable orgánica profunda y un subsuelo de arcilla gris generalmente muy vetado.	"Suelos lateríticos rojo-amarillos"; capa arable orgánica; subsuelo muy vetado de rojo.	Suelos lateríticos pardos erosionados, de muy poca profundidad, mezclados con grava.	"Grumosoles" y suelos de gley húmicos; capa arable de arcilla parda; subsuelo de arcilla gris.	
Vegetación	Sabana de pino. Los pinos son muy comunes en las unidades 3 y 4; menos frecuentes en la unidad 2, y raros en la 1. Los juntos (Cyperáceas) abundan en el tapiz vegetal de la unidad 1 y son muy comunes en las unidades 2, 3 y 4. Las gramíneas son muy comunes en las unidades 3 y 4; comunes en la unidad 2 y raras en la unidad 1.				Monte de frondosas y monte abierto bajo y asociación de <i>Calophyllum brasiliense</i> y <i>Vochysia hondurensis</i> .	Monte de frondosas y monte abierto bajo y asociación de <i>Vochysia hondurensis</i> y <i>Xylopia frutescens</i> .
Avenamiento	Malo o muy malo	Regular o malo	Regular	Bueno	Malo	Malo
Aprovechamiento de la tierra	Fácilmente aprovechable para pastizales o pinares.				Utilizable solamente para la producción de leña destinada al consumo local.	

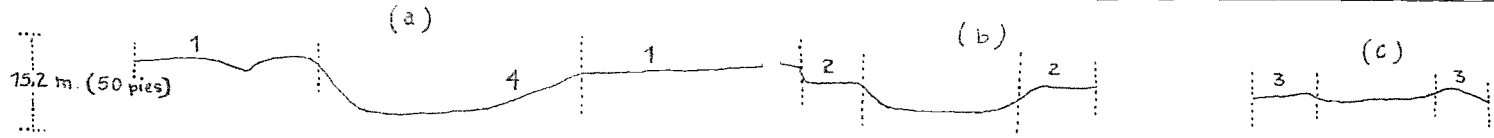
Cuadro 3. Tipo de tierra Miguelbegan
(155,4, Km². = 60 millas cuadradas)

Situación y descripción general	La zona de transición entre los tipos de tierra de sabana características y los montes del tipo de tierra Huaspuc. Forma una estrecha zona de 0 a 10 Km. de ancho que se extiende al sur del Río Coco.				
Geología y geomorfología	Predominantemente depósitos de grava y arcilla del pleistoceno y del plioceno, con pequeñas extensiones de basalto invadidas por la sabana (unidad de tierra 5). La topografía general varía desde llanuras a pendientes inclinadas.				
Unidad de tierra No.	1	2	3	4	5
Topografía	Suavemente o muy ondulada	Plana o muy ondulada.	Predominantemente en las pendientes más inclinadas.	Plana o suavemente ondulada.	Predominantemente muy ondulada.
Perfil de las unidades de tierra					
Superficie relativa	Muy grande	Media	Media	Grande	Media
Suelos	Suelos lateríticos de grava rojo-amarillos, generalmente con una capa arable profunda de suelo franco pardo.	Suelos análogos a los de las masas de frondosas de los tipos de tierra Lecus y Sisín pero con una capa arable por lo general profunda de suelo franco pardo, raramente negro.		"Suelos lateríticos rojo-amarillos" y "grumosoles" y suelos de gley húmicos, formados sobre arcilla bentonítica. Capa arable parda o negra de suelo franco, de arcillas o de turba.	Suelos lateríticos pardos erosionados. Capa arable de suelo franco pardo; frecuentemente con subsuelo de arcilla gris.
Vegetación	Sabana de pino. Pinos fuertes y densos. Tapiz vegetal frecuentemente de gramíneas altas y apetitosas, pero a veces también manchas de gramíneas bajas y de juncos.	Monte de frondosas bajo con asociaciones de <i>Colophyllum brasiliense</i> y <i>Vochysia hondurensis</i> y <i>Xylopia frutescens</i> .	Monte secundario, joven, alto. Son comunes el comenegro y el sonzapote.	Sabana de pino. Son frecuentes los pinos. El tapiz vegetal está formado muy frecuentemente por gramíneas altas, pero, a veces, por juncos o hierba baja.	Sabana de pino. Son frecuentes los pinos. El tapiz vegetal está formado a menudo por el helecho <i>Dicranopteris flexuosa</i> (Schrad.) Underw. y a veces por hierbas altas, hierbas bajas o muy raramente de juncos.
Avenamiento	Bueno o regular	Bueno o malo	Bueno o regular	Malo o regular	Bueno
Aprovechamiento de la tierra	Las unidades 1 y 4 producen pastizales y pinos de calidad superior a los de los tipos de tierra Lecus y Sisín, pero requieren una ordenación más cuidadosa. La unidad 5 necesita un fuerte tratamiento (por el fuego) para quitar las capas de helechos antes de aprovecharla para pastizales o pinares. Las unidades 2 y 5 son apropiadas nada más que para madera o leña y no se recomiendan ni siquiera para la agricultura de subsistencia.				

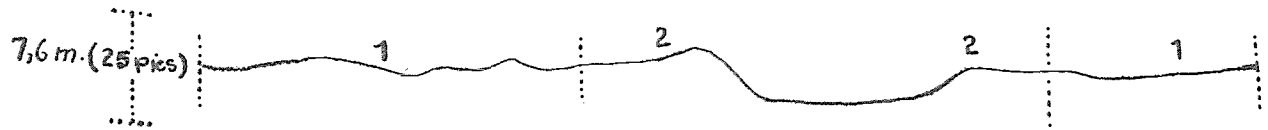
Cuadro 4. Tipo de tierra Huaspuc
(1.943 Km². = 750 millas cuadradas)

Situación y descripción general	Se presenta en el límite occidental de la zona estudiada. Sólo se encuentran pequeñas extensiones al norte del Río Coco. Este tipo probablemente se extiende bastante al este de la zona estudiada con pocas variaciones.
Geología y geomorfología	Cerros basálticos, generalmente de menos de 152 metros (500 pies) de altitud, que por otra parte es bastante uniforme. Probablemente se trata de una antigua llanura submarina. Después de su alzamiento, la zona ha experimentado una disección moderada o fuerte por los abundantes y pequeños cursos de agua.
Topografía	Son muy comunes las pendientes moderadas, pero hay grandes extensiones de tierras casi llanas, y también de cerros pendientes.
Perfil de las unidades de tierra	
Suelos	Suelos lateríticos pardos. La capa arable es predominantemente suelo franco arcilloso pardo, a veces arcilla, sobre roca en descomposición. Dicha capa tiene por lo general un espesor de 30,5 a 45,7 cm. (12-18 pulgadas), pero en las grandes extensiones alcanza los 61 cm. (2 pies) y en las pequeñas zonas erosionadas el espesor es inferior a 15,2 cm. (6 pulgadas). Además, hay una moderada extensión de suelos con una capa arable de suelo franco arcilloso o de arcilla parda, de 61 cm. de espesor, con un subsuelo de arcilla gris formado a partir de basalto meteorizado.
Vegetación	Una banda (de 5 a 10 Km. de ancho) de monte secundario y de rebrote joven se extiende a lo largo del límite oriental del tipo. Más allá de ella se encuentra el comienzo del monte higrofítico sempervirente maduro del centro de Nicaragua.
Avenamiento	Muy bueno o regular.
Aprovechamiento de la tierra	Es adecuada para la agricultura intensiva; aparte de los cultivos de subsistencia tales como maíz, frijoles, arroz y raíces de gran cultivo, la zona es apropiada para plantaciones de cacao, bananas, café y caucho. En el monte secundario crecen intensamente el tuno, el níspero y el hule. Los montes secundarios tienen una gran reserva de maderas de clase inferior y los montes maduros, al menos en sus puntos más inaccesibles, cuentan con una buena reserva de maderas para ebanistería.

Cuadro 5. Tipo de tierra Coco
(647,5 Km². = 250 millas cuadradas)

Situación y descripción general	Aluvión del Río Coco que se extiende por ambas orillas de dicho río en la mayor parte de su longitud hasta 20 Km. de ancho en la parte occidental de la zona y con un anchura de pocos metros en las cercanías del Cabo Gracias a Dios. La anchura media es de 5 a 8 Km.			
Geología y geomorfología	Aluvión reciente derivado principalmente de rocas ígneas básicas, pero con una parte que procede de rocas ígneas y metamórficas ácidas.			
Unidad de la tierra No.	1	2	3	4
Topografía	Casi plana con algunas pendientes suaves.			
Inundaciones	Grandes extensiones están prácticamente libres de inundaciones, y pequeñas extensiones se inundan durante cortos períodos en años excepcionales.	Pequeñas extensiones libres de inundaciones. Grandes zonas se inundan durante años excepcionales y pequeñas zonas se inundan regularmente.	Casi toda la zona se inunda regularmente en algunos lugares hasta 6 meses al año.	Las zonas más bajas se inundan todos los años. Otras zonas se inundan a veces por aguas de rápida corriente.
Perfil de las unidades de tierra	 Nivel del río en la estación seca (Dry season level)			
Distribución geográfica	Al oeste de Leimus	De Leimus a Bum	De Bum a Cabo Gracias a Dios	Esparcida a todo lo largo del río
Superficie relativa	Grande	Grande	Media	Pequeña
Suelos	Suelos aluviales pardos, hasta de 12,2 m. (40 pies) de profundidad. Textura más común de los suelos superficiales: unidad 1, suelo franco arenosa, suelo franco arcilloso, arcilla limosa; unidad 2, suelo franco arenoso, suelo franco limoso arenoso, suelo franco arcilloso; unidad 3, arcilla, suelo franco arcilloso, suelo franco arcilloso arenoso.			Grava de río cubierta por una capa creciente de suelo franco arcilloso o de arcilla de aluvión.
Vegetación	Principalmente tierras agrícolas y pastizales; rebrote y monte secundario con <i>Guadua amplexifolia</i> Presl. bambú; es común la especie <i>Ochroma Lagopus</i> . Pequeñas zonas de monte higrofitico maduro.			Abundan las comunidades seriales jóvenes.
Avenamiento	Bueno o regular			Bueno o malo
Aprovechamiento de la tierra	Las zonas libres de inundaciones son apropiadas para el pastoreo y para una amplia gama de cultivos, entre los que figuran; arroz, frijoles, maíz, bananas, cacao, café, cacahuete, caña de azúcar y raíces de gran cultivo. Grandes extensiones de la unidad 3 son principalmente adecuadas nada más que para pastoreo.			Adecuada únicamente para un rudo pastoreo.

Cuadro 6. Tipo de tierra Huahua
(647,5 Km². = 250 millas cuadradas)

Situación y descripción general	El aluvión reciente del curso inferior del Río Huahua. No fue posible visitar bastantes lugares para hacer una descripción más exacta.	
Unidad de tierra No.	1	2
Topografía	Plana, con algunos pocos álveos de ríos pequeños.	Plana
Perfil de las unidades de tierra	 Nivel del río en la estación seca (River level Dry season)	
Superficie relativa	Muy grande	Grande
Suelos	Poco profundos, de aluvión pardo, generalmente de arcilla.	Como el 1 pero son más frecuentes las capas arables de textura más ligera.
Vegetación	Monte secundario. Son comunes <i>Carapa guianensis</i> Aubl. y <i>Calophyllum brasiliense</i> . Bastante monte bajo y rebrote joven.	
Avenamiento	Regular o muy malo	Regular o malo
Aprovechamiento de la tierra	Moderadamente apropiada para una amplia gama de cultivos entre los que figuran: frijoles, bananas, raíces de gran cultivo, particularmente en las zonas de textura más ligera y mejor avenada de la unidad 2. Ambas unidades son apropiadas para la producción de arroz en gran escala, en especial si se complementa el cultivo con un riego de poca elevación.	

Cuadro 7. Tipo de tierra Bismona
(2.253 Km². = millas cuadradas)

Situación y descripción general	En este tipo de tierra se han agrupado todos los pantanos de agua dulce y de agua salobre. Se presentan muy principalmente a ambos lados de la faja aluvial que se extiende a lo largo del Río Coco inferior y a lo largo de otros cursos de agua que desembocan en el mar. En las fotografías aéreas se puede observar una grandísima diversidad de pantanos tanto permanentes como temporales, pero, aunque ecológicamente son muy interesantes, carecen de importancia económica y se dispuso de poco tiempo para estudiarlos.
Geología y geomorfología	Aluvión reciente derivado a veces de basalto, pero frecuentemente de depósitos ácidos del pleistoceno. Topografía uniformemente plana o con pendientes imperceptibles.
Perfil	
Suelos	Suelos pantanosos minerales y orgánicos. Los suelos minerales hallados solamente en pequeñas zonas cercanas a las márgenes del tipo son arcillas grises compactas a veces muy veteadas de rojo. Los suelos turbosos son con frecuencia muy fibrosos y pueden tener gran profundidad, sin duda de más de 2 metros, y tienen una superficie muy desigual.
Vegetación	La vegetación comprende desde tipos herbáceos a tipos forestales. En los mostes domina a menudo completamente <i>Erythrina glauca</i> , que puede presentarse en suelos turbosos o en suelos minerales. La especie <i>Annona glabra</i> L. ANONA DE PANTANO es un árbol común en los montes abiertos de los pantanos salobres.
Avenamiento	Muy malo en todo el tipo. Las condiciones de inundación varían mucho de unos lugares a otros.
Aprovechamiento de la tierra	Las perspectivas inmediatas son nulas. Si la densidad de población fuese alguna vez semejante a la del sudeste de Asia podría estudiarse el avenamiento de estos pantanos para dedicarlos a la producción de arroz.

Cuadro 8. Tipo de tierra Mangle
(103,6 Km². = 40 millas cuadradas)

Situación y descripción general	Los manglares que se extienden a lo largo de la costa desde Tuapi hasta el Cabo Gracias a Dios. Es probable que debido a la falta de tiempo no se hayan podido ver muchos tipos de manglares.		
Geología y geomorfología	Aluvión reciente, predominantemente de depósitos marinos. Topografía plana o con pendientes imperceptibles.		
Unidad de tierra No.	1	2	3
Perfil de las unidades de tierra			
Superficie relativa	Grande o media	Grande	Grande
Suelos	Suelos pantanosos salinos, de suelo franco arenoso negro.		
Vegetación	Asociación de <i>Avicennia nítida</i> Jacq. PALO DE SAL O MANGLE NEGRO.	Asociación de <i>Laguncularia racemosa</i> (L.) Geartn. MANGLE BLANCO.	Asociación de <i>Rhizophora mangle</i> L. MANGLE COLORADO.
Avenamiento	Malo	Malo	Muy malo
Aprovechamiento de la tierra	Únicamente apropiada para madera y leña. No existen extensiones suficientes para pensar en la extracción de taninos a no ser para los mercados locales.		

Cuadro 9. Tipo de tierra Cabo
(336,7 Km². = 130 millas cuadradas)

Situación y descripción general	El extensivo sistema de bajas dunas costeras que se extienden hacia el norte a lo largo de la costa desde Tuapi.			
Geología y geomorfología	Dunas de playa depositadas durante recientes avances de la tierra sobre el mar, cubiertas por aluvión fluvial en la unidad 1. Arena predominantemente silícea.			
Unidad de tierra No.	1	2	3	4
Topografía	Suaves elevaciones y depresiones junto al Río Coco.	Pequeñas elevaciones.	Pequeñas depresiones.	Playa costera.
Perfil de las unidades de tierra				
Superficie relativa	Grande	Muy grande	Grande	Moderada
Suelos	Suelo aluvial de arcilla parda hasta de 61 cm. (2 pies) de profundidad en las depresiones y de menos de 15,2 cm. (6 pulgadas) en las elevaciones, yacientes sobre suelos arenosos y regosoles de color naranja intenso.	Suelos arenosos y regosoles de color naranja oscuro o pardo con vetas de color naranja, a veces con una capa arable de arena margosa negra.	Capa arable de arena margosa orgánica negra sobre arena gris.	Arena de playa.
Vegetación	Mucha tierra agrícola y rebrote; pequeñas masas de monte. Es común <i>Erythrina glauca</i> .	Mucha tierra agrícola y rebrote. Pequeñas masas de monte abierto de playa. Asociación de <i>Coccoloba Uvifera</i> e <i>Hibiscus tiliaceus</i> .	Monte de pantano degenerado. Asociación de <i>Calophyllum brasiliense</i> .	Abundantes comunidades de playa seriales que llegan hasta monte abierto de playa; asociación de <i>Coccoloba Uvifera</i> y <i>Byrsonima crasifolia</i> .
Avenamiento	Regular o malo; permanece inundada por una capa de agua de río de bastante altura hasta 6 meses al año.	Muy bueno o regular	Malo o muy malo	Excesivo o regular.
Aprovechamiento de la tierra	Apropiada para una amplia gama de cultivos y para pastizales, pero solamente 6 meses al año. Posiblemente apropiada para el cultivo de "arroz flotante" y de yute.	Moderadamente adecuada para una amplia gama de cultivos, principalmente con fines de subsistencia.	Únicamente apropiada para el suministro local de leña.	Esparcimiento. Frutos silvestres (icaco)

VI. GEOLOGIA Y GEOMORFOLOGIA

Sólo es posible describir brevemente la geología y la geomorfología (fisiografía) subrayando nada más que aquellos aspectos que influyen en la formación de los tipos de tierras y que, por ello, son importantes en un estudio del aprovechamiento de la tierra. Hay que agradecer al Sr. W. West, geólogo de la "Gulf Oil Company", residente en Puerto Cabezas, su valiosa cooperación y particularmente los datos proporcionados sobre las posibilidades de los depósitos de bauxita y de bentonita.

Rocas ígneas básicas

Estas rocas constituyen el material matriz de todas las unidades del tipo de tierra Huaspuc; de la unidad 4 del tipo de tierra Sisin y de la unidad 5 del tipo de tierra Miguelbegan. Son también el material matriz de gran parte de los suelos aluviales de los tipos de tierras Coco, Huahua y Cabo. Debido a su elevada basicidad, la meteorización produce generalmente suelos muy fértiles, pero en las condiciones climáticas húmedas reinantes, una elevada proporción de los nutrimentos fundamentales se pierde por lixiviación o desaparece en la vegetación.

Estas rocas básicas se presentan principalmente en el borde occidental de la zona estudiada y forman parte de los terrenos volcánicos terciarios de Nicaragua que se extienden casi de un modo continuo hasta las zonas pobladas de la costa del Pacífico. El único tipo encontrado fue el basalto, pero muy bien puede que existan otras rocas básicas. La zona de éstas está constituida por una antigua penillanura, o llanura submarina, que ha experimentado una disección moderada desde su alzamiento. Además de esta antigua llanura, en la que las cumbres de todos los cerros tienen aproximadamente la misma elevación, hay algunas colinas destacadas hasta de 305 m. (1.000 pies) de altitud, justamente fuera de la zona estudiada.

Rocas sedimentarias

a) Caliza: No existe caliza, pero se indica la presencia de extensos depósitos de ella el oeste de Miguelbegan que pueden ser importantes en el porvenir como fuente de cal para la agricultura.

b) Sedimentos del pleistoceno y del plioceno. Estos sedimentos cubren la mayor parte de la zona estudiada, es decir los tipos de tierra Lecus, Sisin y Miguelbegan. En Sandy Bay, y según informes de un equipo de perforación petrolífera, estas formaciones tienen más de 1.829 m. (6.000 pies) de espesor, pero muchos cortes producidos por los ríos en su límite occidental muestran que el espesor de estos depósitos es a veces menor de 6,1 m. (20 pies).

En las secciones superficiales se observan los tipos principales. El superior está formado por conglomerados bastos poco consolidados, que consisten en su mayoría en grava silíceo con algunas concreciones de hierro. A veces, sin embargo, se hallan pequeños cantos de grava de rocas ígneas básicas desgastados por el agua. Estos lechos de grava es casi seguro que se depositaron debajo del mar, probablemente durante el pleistoceno y se componen de material arrastrado al mar por los ríos torrenciales que discurren por la parte nicaragüense de Nueva Segovia y por zonas semejantes de rocas graníticas del sur de Honduras. Una vez depositados en el mar, estos sedimentos probablemente experimentaron una clasificación y la mayor parte del material más fino desapa-

reció. Los sedimentos que quedaron, compuestos principalmente de sílice resistente, se consolidaron en un largo período de tiempo y, después del alzamiento de toda la región, han sufrido una ligera disección.

Los lechos de grava son relativamente poco espesos, en ninguna parte se han visto depósitos de más de 21,3 m. (70 pies) de espesor, y generalmente son inferiores a 6,1 m. (20 pies). Por debajo de la grava hay amplios y espesos depósitos de arcilla bentonítica, formados por depósitos marinos de cenizas volcánicas ácidas durante un período de gran actividad volcánica en el plioceno; grandes extensiones emergen a la superficie.

El Sr. West refiere que, por una inspección casual, ha podido ver que estas arcillas bentoníticas son bastante puras y pueden resultar muy valiosas como lodos para la perforación de pozos petrolíferos. Esta cuestión necesita ser investigada para determinar si la bentonita relativamente pura abunda hasta el punto de justificar la explotación comercial. El Sr. West refiere también que un grupo interesado, carente de conocimientos geológicos, envió una muestra a un laboratorio extranjero para su análisis; esta muestra era pobre en bentonita pero, en cambio, contenía un 25 por ciento de bauxita. Aunque esta pureza no alcanza la categoría comercial, es un porcentaje bastante elevado para una muestra cogida al azar e indica que un geólogo experimentado podría muy bien encontrar bauxita en cantidades comerciales.

Los depósitos de arcilla bentonítica tienen un espesor muy variable. En Bragmans Bluff, justamente al norte de Puerto Cabezas, tienen 24,4 m. (80 pies) de espesor y yacen sobre un depósito de arenisca. En las secciones que afloran a lo largo del Río Coco, donde puede que descansan sobre arenas y gravas aluviales o directamente sobre rocas basálticas, dichos depósitos tienen siempre un espesor menor de 12,2 m. (40 pies).

Tanto los conglomerados como las arcillas bentoníticas consisten en minerales muy ácidos ricos en sílice o en aluminio con poca reserva de bases. Como consecuencia, los suelos derivados de estos sedimentos son muy ácidos, muy pobres en bases y muy estériles.

Sedimentos recientes

a) Aluvión del Río Coco: El gran volumen de agua arrastrada por el Río Coco lleva también cantidades inmensas de suelo en suspensión y de grava por todo el lecho del mismo. Las aguas de las inundaciones han depositado muchas capas de materiales a lo largo de las orillas (tipo de tierra Coco); estas capas son de espesor y textura muy variables, según la importancia de las inundaciones. Cerca de la desembocadura del río, las inundaciones han dado origen a la deposición de aluvión sobre pequeñas dunas costeras (tipo de tierra Cabo, unidad 1).

El Río Coco corre por una zona muy extensa, que en su mayoría está formada por rocas ígneas básicas. Su aluvión, por lo tanto, contiene una elevada proporción de arcilla y limo ricos en bases y, por consiguiente, fértiles. Las arenas gruesas y la grava derivadas de las rocas ácidas de Nueva Segovia son arrastradas en su mayoría sobre el lecho del río y únicamente las arenas más finas se depositan en las inundaciones, sirviendo entonces para aligerar la textura de los suelos resultantes.

b) Aluvión del río Huahua: Como este río es mucho menor que el Río

Coco, no ha formado depósitos de aluvión tan espesos a lo largo de sus orillas (tipo de tierra Huahua).

c) Depósitos costeros: Toda la costa al norte de Tuapi avanza sobre el mar a causa de la deposición de sedimentos, predominantemente de arena, arrastrados al mismo por el Río Coco. Estos sedimentos se depositan generalmente formando un sistema de dunas arenosas que son pequeñas elevaciones paralelas separadas por depresiones arenosas mal avenadas. La parte meridional de este sistema de dunas ha cortado una serie de lagunas costeras o albuferras que van siendo lentamente rellenadas por el limo de las pequeñas corrientes que desaguan en ellas. Entre Tuapi y Puerto Cabezas el mar invade la tierra y ha formado un acantilado esculpido por las olas que tiene una altura de hasta 45,7 m. (150 pies). Al sur de Puerto Cabezas, el aluvión del río Huahua ocasiona ligeros avances de la tierra en el mar.

VII. SUELOS

Los suelos se han clasificado en siete grupos principales, habiendo considerables variaciones dentro de cada grupo. Los más importantes factores causantes de esta variación son los diferentes tipos de material matriz y el avenamiento del lugar de que se trate. Se han recogido unas veinte muestras de suelos de los tipos de mayor importancia para su análisis por el Servicio Técnico Agrícola de Nicaragua.

"Suelos lateríticos rojo-amarillos"

Presencia: Estos suelos cubren la mayor parte de todos los grupos de suelos y se encuentran en las unidades 1, 2, 4 y 5 del tipo de tierra Lecus, en las unidades 2 y 3 del Sisín; y en las 1, 2, 3 y 4 del Miguelbegan. Se denominan suelos lateríticos rojo-amarillos nada más que por conveniencia, pues no corresponden a ninguno de los grupos principales de suelos de los trópicos. Se forman sobre gravas de pleistoceno o sobre arcillas del plioceno y cubren toda la zona de estos depósitos cuyo avenamiento es moderado o bueno. No se hallan sobre ningún otro material matriz en la zona ni tampoco en lugares bajos y mal avenados.

Perfil: El perfil típico consta de cuatro capas:

Centímetros

0-10,2	(04 pulgadas).		suelo franco arenoso negro
10,2-22,9	(4-9 pulgadas).		suelo franco arcilloso pardo
22,9-45,7	(9-18 pulgadas).		arcilla amarilla
45,7-101,6	(18-40 pulgadas).		arcilla roja con venas grises

El perfil del suelo es muy variable. La capa arable negra puede faltar o puede tener hasta 30,5 cm. (12 pulgadas) de espesor y su textura varía desde suelo franco turboso a suelo franco arcilloso. La capa parda puede no existir o tener un espesor hasta de 61 cm. (2 pies). El color varía desde pardo gris a pardo y la textura desde suelo franco a arcilla. La capa de color naranja no falta casi nunca y a lo largo de los lechos de los ríos puede ser hasta de 152,4 cm. (5 pies) de espesor (unidad 5 del tipo de tierra Lecus). El subsuelo es extremadamente variable según el material matriz y el avenamiento. En grandes extensiones está constituido por grava roja con venas grises; otros tipos comunes son

la arcilla gris, con o sin venas rojas o concreciones, y a veces la arcilla roja sin venas.

La cantidad de grava es muy variable en todo el perfil, de conformidad con el material matriz y el arrastre de suelo. Frecuentemente, existe una capa de grava blanca en la superficie que es una especie de suelo árido que cubre el terreno entre manchas de hierba. En las laderas inferiores esta capa está a veces enterrada hasta una profundidad de 15,2 cm. (6 pulgadas) o más por otra capa de suelo franco orgánico negro depositado por el arrastre de suelo. La grava falta generalmente o tiene poca importancia en la capa arable negra, pero en los perfiles derivados de gravas del pleistoceno domina a todas las demás capas. Esta grava consiste principalmente en sílice, pero hay también una pequeña proporción de concreciones de hierro y a veces algunas rocas ígneas básicas. Aunque estos suelos están predominantemente cubiertos de sabanas, se presentan también en los montes de frondosas. En los montes, el único cambio que se produce en el perfil es que la capa arable es por lo general parda, no negra, pero sigue siendo rica en materia orgánica.

El carácter más importante de estos suelos es la elevada acidez de todo el perfil, debida principalmente a la mala calidad de material matriz. Aunque el suelo superficial tiene un elevado contenido de materia orgánica, está en su mayor parte desprovisto de nutrimentos. La acidez y el clima húmedo y cálido producen una elevada solubilidad de los compuestos de hierro y aluminio que se infiltran en el perfil del suelo. Las coloraciones naranja y roja se deben al hierro férrico depositado en condiciones de buen avenamiento, mientras que el color gris se debe al hierro ferroso formado en condiciones de anegamiento. El frecuente veteado constituye una indicación de la fluctuación de la capa freática del subsuelo.

Fertilidad: Estos suelos son casi con seguridad deficientes en todos los nutrimentos minerales importantes y deben clasificarse como muy estériles. Sin embargo, tienen un alto contenido de materias orgánicas y probablemente una cantidad total de nitrógeno alta, que, no obstante, no sería asimilable en su mayoría debido a la elevada relación de carbono a nitrógeno. Sin fertilización, estos suelos son apropiados nada más que para cultivos que toleren los ácidos como los Citrus. No se cree que la aplicación de fertilizantes minerales sirva de mucho puesto que, debido a su elevada acidez, estos nutrimentos adquirirían rápidamente una forma no asimilable. Antes de añadir algún nutrimento, será necesario reducir la acidez por encalado. Este habría de ser del orden de 1.814 Kg. (4.000 libras) por manzana, lo que representa una dosis excesiva que no es probable que resulte económica en un porvenir inmediato. Sin embargo, estos suelos producen hierba apetitosa y buena madera. Debido a la pobreza de nutrimentos del suelo, el valor nutritivo de la hierba será también probablemente bajo, pero esta hierba no es tan basta como las hierbas no cuidadas de terrenos más fértiles.

"Grumosoles" y suelos de gley húmicos

Presencia: Estos suelos se encuentran en la unidad 3 del tipo de tierra Lecus; en las unidades 1,5 y 6 del tipo Sisín; y en las unidades 2 y 3 del Miguelbegan y ocupan el segundo lugar en extensión en la zona estudiada. Son muy comunes en los trópicos húmedos del Viejo y del Nuevo Continente y se forman en condiciones semipantanosas en los climas húmedos y cálidos. Estos suelos se presentan únicamente sobre sedimentos del pleistoceno y del plioceno, en los

que cubren todos los lugares mal avenados. En los puntos muy pantanosos se mezclan con otros suelos hidromórficos y cuando el avenamiento es mejor pueden estar mezclados con suelos lateríticos.

Perfil: El perfil típico consta de dos capas solamente:

Centímetros

0	-30,5	(0-12 pulgadas)		arcilla turbosa negra
30,5-91,4	(12-36 pulgadas)			arcilla gris

Las variaciones en la capa arable tienen relación principalmente con el grado de impedimento del avenamiento y la consiguiente formación de materia orgánica. En amplias extensiones la cantidad de materia orgánica es tan grande que el suelo puede clasificarse como turba amorfa negra, que, según se dice, es apropiada para la combustión una vez seca. Otras capas arables están formadas por suelos francos turbosos u orgánicos, suelos francos arcillosos y suelos francos arenosos finos, desprovistos de grava por lo general y con un espesor de 7,6 cm. (3 pulgadas) a más de 61 cm. (2 pies).

La gran mayoría de los subsuelos son arcillas grises, pero donde la capa arable es poco espesa existe un elevado tanto por ciento de vetas de color naranja o rojo que indican la producción de períodos secos ocasionales en el subsuelo. Los subsuelos de grava no son corrientes, porque los depósitos de la misma se hallan comúnmente algo más elevados y están bien avenados. Sin embargo, se encontró un lugar con subsuelo de grava en el que la capa arable estaba formada por una capa espesa de turba negra y el subsuelo consistía enteramente en partículas de sílice blancas de un tamaño aproximadamente uniforme. En algunas pequeñas zonas bajas, la erosión ha originado una sucesión de suelos enterrados.

Los "grumosoles" y los suelos de gley húmicos pueden tener vegetación de sabana en la que generalmente dominan los juncos (Cyperáceas). Algunas zonas, sin embargo, sostienen una vegetación de especies frondosas; en tales lugares, los perfiles son análogos, si bien la capa arable está constituida corrientemente por un suelo franco orgánico pardo o pardo oscuro y es rara la turba. En las zonas de sabana hay pocas corrientes pequeñas bien definidas, extendiéndose el agua de avenamiento por una amplia superficie y ocasionando una acumulación más rápida de sustancias orgánicas. En las zonas de monte las corrientes discurren por lo general por su cauce y el ritmo de formación de turba es más lento.

Algunos caracteres importantes de estos suelos son la elevada acidez, el altísimo contenido de materia orgánica y el mal avenamiento.

Fertilidad: Estos suelos tienen una alta acidez análoga a la de los "suelos lateríticos rojo-amarillos" y, por ello, se consideran también muy estériles. Además, tienen un avenamiento demasiado malo para la mayoría de los cultivos. Podría ser que por su alto contenido de materia orgánica pudieran aprovecharse para el cultivo de hortalizas de un modo semejante a los suelos de barro turboso de Florida. Esto entrañaría la realización de obras de avenamiento y la aplicación de fertilizantes casi en la medida que precisan los suelos hidromórficos; parece ser que no existe justificación para efectuar esta inversión, al menos durante bastante tiempo todavía.

En su estado actual, estos suelos son apropiados solamente para pastiza-

les o para pinares. A causa de la elevada proporción de juntos (Cyperáceas) existentes en los pastizales, no son tan adecuados para la producción de pastos como los "suelos lateríticos rojo-amarillos". La lenta regeneración y el ritmo de desarrollo anual de los pinos hacen que estos suelos sean menos favorables que los "lateríticos rojo-amarillos".

Suelos hidromórficos

Presencia: Todos los suelos de los pantanos de agua dulce se incluyen en este grupo. Figuran en él todos los suelos del tipo de tierra Bismona y la unidad 3 del tipo de tierra Cabo.

Perfil: Los perfiles son bastante diversos, pero no se han estudiado muy detenidamente debido a su poco valor económico. Probablemente muchos tipos no se han visto. Los dos grupos principales son los suelos de gley húmicos bajos y los suelos turbosos. Los suelos de gley húmicos bajos pueden subdividirse en arcillas y arenas. Las arcillas son frecuentemente depósitos espesos de arcilla gris con poca diferenciación en el perfil, excepción hecha de ciertas vetas de color naranja cercanas a la superficie. Los suelos arenosos, de la unidad 3 del tipo de tierra Cabo, son arenas margosas negras en la superficie con arena gris debajo.

Los suelos turbosos constan de turba fibrosa y de barro turboso, que a menudo se encuentran uno junto a otro, la turba fibrosa en pequeños montículos alrededor de la base de los árboles en los montes pantanosos y el barro turboso entre los árboles. Estas turbas son muy espesas y su espesor es solamente inferior a 1,8 m. (6 pies) en las márgenes de los pantanos.

Parece que la causa determinante de la presencia de suelos turbosos o de suelos de gley húmicos bajos es el tiempo mayor o menor que la zona haya estado inundada. Los pantanos temporales tienen suelos de gley húmicos bajos, mientras que los pantanos más o menos permanentes producen suelos turbosos. Existe, por supuesto, una zona de transición entre estos dos grupos, en la que hay una capa de turba de un espesor de 0 a 1,8 m. (0 o 6 pies) sobre un subsuelo de arcilla. Los suelos de esta zona se denominan generalmente suelos semi-turbosos.

Fertilidad: Por ahora no hay que pensar en el aprovechamiento económico de estos suelos. Sin embargo, en las zonas tropicales de Asia densamente pobladas se han avenado suelos análogos a los turbosos fibrosos; una vez enterada la turba se han convertido en arrozales muy productivos.

Suelos lateríticos pardos

Presencia: Estos suelos se limitan prácticamente al tipo de tierra Huaspuc, pero hay pequeñas zonas en la unidad 5 del tipo de tierra Miguelbegan.

Se forman sobre materiales volcánicos y probablemente constituyen una fase primitiva del desarrollo de los "suelos lateríticos rojos". Se forman nada más que sobre terrenos volcánicos terciarios donde, excepción hecha de algunos raros lugares pantanosos, cubren la totalidad de la zona.

Perfil: El perfil típico consta de dos capas solamente:

Centímetros

0-45,7 (0-18 pulgadas) suelo franco arcilloso pardo oscuro.

45,7-91,4 (18-36 pulgadas) material matriz en descomposición, formado principalmente de bloques de basalto descompuesto con algo de suelo franco arcilloso pardo.

Las variaciones en la capa arable son pequeñas si bien grandes extensiones tienen una textura arcillosa y el color varía desde pardo oscuro o pardo a pardo gris. Frecuentemente, la capa arable es algo más ligera y adquiere un color gris con la profundidad, con la cual también se produce un cierto aligeramiento de la textura. El espesor de la capa arable varía desde 30,5 cm. (12 pulgadas) a más de 61 cm. (2 pies), pero en los lugares erosionados puede que sea menor de 7,6 cm. (3 pulgadas).

Un importante subgrupo de estos suelos tiene los perfiles siguientes:

Centímetros

0-61	(0-24 pulgadas)	suelo franco arcilloso pardo oscuro.
61-91,4	(24-36 pulgadas)	arcilla gris parduzca clara con vetas de color naranja y pardas y algo de basalto en descomposición.
91,4-106,7	(36-42 pulgadas)	arcilla gris compacta con vetas de color naranja y mucho basalto en descomposición.

En este subgrupo, la capa arable tiene variaciones semejantes a las del subgrupo anterior, pero por lo común es más profunda. Prácticamente todo este grupo de suelos está cubierto por monte higrofito sempervirente alto o por varias fases de "rebrote de huerto". En los bordes de las áreas de distribución de estos suelos, hay pequeñas zonas cubiertas por sabanas; los suelos son en estos casos de muy poca profundidad a causa de la erosión.

Fertilidad: Se cree que la fertilidad puede considerarse elevada para esta región climática. Estos suelos se forman a partir de rocas de alto contenido de nutrimentos, pero, debido a las condiciones climáticas, un elevado porcentaje de estos nutrimentos se pierde por lixiviación o desaparece con la vegetación. Como esto es normal en los suelos de los trópicos húmedos, estos suelos tienen una fertilidad únicamente superada por los suelos aluviales jóvenes o por los suelos volcánicos recientes donde los procesos de formación del suelo han tenido menos tiempo para hacer desaparecer los nutrimentos. El sistema de agricultura migratoria practicado por los campesinos dedicados a la agricultura de subsistencia conduce a una renovación de la fertilidad en cada ciclo de cultivo. Estos suelos probablemente responderían con una fertilidad renovada a las aplicaciones de fertilizantes y particularmente al empleo de abonos verdes o, cuando fuese posible, a las rotaciones de cultivos bien organizadas. Sin embargo, tales suelos pueden dar buenas cosechas sin el empleo de fertilizantes varios años, durante los cuales y mediante aplicaciones experimentales se podría determinar cuál es la dosis mejor para cada lugar determinado. Estos suelos son muy apropiados para muchos cultivos, pero se debe dar preferencia a las zonas donde la capa arable tiene más de 45,7 cm. (18 pulgadas) de espesor y también a las capas arables de textura más ligera. Probablemente el cultivo más adecuado para la zona es el cacao, que podría darse bajo la sombra de especies nativas

de Inga (guava). Otros cultivos posibles son las bananas, el café, el caucho, los frijoles, el maíz el arroz y varias raíces.

Suelos aluviales

Existen dos grupos principales de suelos aluviales, los del Río Coco y los del río Huahua, limitados a los tipos de tierras Coco y Huahua respectivamente.

Aluvi3n del Río Coco

Este aluvi3n ha sido depositado por las aguas de las inundaciones del Río Coco, que siempre lleva cantidades gigantescas de materiales constituyentes del suelo, en particular justamente antes de las inundaciones. Al producirse éstas, el poder de arrastre del agua se reduce bruscamente y el río se extiende sobre una gran zona y por consiguiente pierde velocidad. De este modo se deposita una capa de suelo. Con el transcurso del tiempo las inundaciones han formado dep3sitos aluviales profundas que consisten en numerosas capas superpuestas, frecuentemente de texturas muy distintas.

La altura de estos dep3sitos sobre el nivel del río en el estiaje varía desde 10,7 m. (35 pies) en el oeste a menos de 0,91 m. (3 pies) cerca del Cabo Gracias a Dios. Las texturas de estas capas son muy variables, siendo los tipos más comunes suelo franco, suelo franco arcilloso, arcilla, suelo franco arcilloso arenoso y suelo franco arenoso. Otras texturas son arcilla limosa, suelo franco limoso y arena margosa. La textura de las capas superficiales es asimismo variable. El color de estos suelos es generalmente pardo o pardo oscuro, y a veces pardo gris o pardo naranja. Son comunes las pequeñas manchas de color pardo oscuro o de color naranja; las concreciones de hierro son raras y a veces se observan partículas de mica brillante. En las zonas sometidas a una prolongada inundación todos los años, los suelos son por lo general de arcilla parda gris con frecuentes vetas de color naranja.

Estos suelos aluviales profundas se presentan sobre una amplia variedad de subsuelos, entre los que figuran gravas del pleistoceno, arcillas del plioceno, basalto y gravas fluviales.

Estos suelos pueden clasificarse como muy fértiles para las condiciones tropicales húmedas. Proceden principalmente de rocas ígneas básicas ricas en nutrimentos, mientras que la proporción de arena derivada de rocas ígneas ácidas es generalmente causa de un mejoramiento de la textura del suelo, que, sin embargo, no reduce gravemente la proporción de nutrimentos. Estos suelos son más fértiles que los del tipo de tierra Huaspuc, pero necesitarían un tratamiento análogo para evitar el arrastre de los nutrimentos por lixiviación.

El principal inconveniente para el cultivo es el riesgo de inundaciones, que varía de unos lugares a otros. Las zonas virtualmente libres de inundaciones son apropiadas para una amplia variedad de cultivos,, especialmente cacao, arroz, caña de azúcar, frijoles, maíz y bananas y también para pastizales de buena calidad. Otros cultivos adecuados son el cacahuete, el café y las raíces. Los suelos más ligeros son probablemente más apropiados para todos estos cultivos. En las zonas bajas sometidas a frecuentes inundaciones los suelos son aptos para pastizales y podrían dar también cosechas de "arroz de regadío", yute y abacá.

Aluvi3n del río Huahua

Los suelos que se extienden a lo largo del río Huahua son análogos a los

del Río Coco, pero difieren de éstos por su profundidad mucho menor, por su textura generalmente más compacta y porque por lo común yacen sobre arcilla gris impermeable derivada de sedimentos del plioceno. Estas diferencias se deben principalmente a que la longitud y el caudal del río Huahua son muy inferiores a los del Río Coco y también a que aquél discurre solamente por zonas de rocas de grano fino.

Aunque probablemente son sólo un poco menos fértiles que el aluvión del Río Coco, estos suelos son menos productivos por su peor avenamiento debido a la textura más compacta del suelo y a la presencia de capas de arcilla impermeable a poca profundidad, a veces inferior a 61 cm. (2 pies). Los cultivos posibles son semejantes a los del aluvión del Río Coco figurando entre ellos el arroz, el maíz, los frijoles, las bananas y las raíces.

Suelos arenosos y regosoles

Presencia: Estos suelos se limitan a las unidades 1, 2 y 4 del tipo de tierra Cabo y se extienden a lo largo de la costa al norte de Tuapi. Se presentan en las partes mejor avenadas de las dunas costeras. Los suelos semejantes a éstos son comunes en las costas de los trópicos húmedos, en particular en las zonas cercanas a las desembocaduras de los ríos grandes donde la tierra avanza en el mar. En este grupo de suelos se han incluido las zonas de arena cubiertas por capas de aluvión del Río Coco de espesores variables.

Perfil: El perfil típico consta de tres o más capas poco diferenciadas:

Centímetros

0-5,1	(0-2 pulgadas)		arena margosa parda muy oscura.
5,1-30,5	(2-12 pulgadas)		arena pardo oscura.
30,5-91,4	(12-36 pulgadas)		arena parda con manchas de arena blanquecina.

Estas arenas tienen un espesor de 1,8 m. (6 pies) por lo menos; su color es bastante variable pero la textura lo es poco, siendo predominantemente de arena, y sólo en raras ocasiones presentan en la superficie arena margosa. Los colores varían desde el blanco o pardo claro de las arenas de las playas al naranja bastante brillante, así como también al pardo y al pardo gris.

Fertilidad: La proporción de sílico en estas arenas es extremadamente elevada, con una baja proporción de arena derivada de otras rocas. Por ello, su fertilidad es bastante baja, y los nutrimentos del suelo son retenidos principalmente en éste por la materia orgánica. En los trópicos secos o en las regiones templadas estos suelos no se utilizarían por su poca fertilidad y su mala capacidad de retención de agua, pero en los trópicos húmedos se usan con bastante frecuencia para la agricultura de subsistencia. En la zona estudiada estos suelos se aprovechan ya con bastante intensidad para la agricultura de subsistencia y también en cierta medida para el pastoreo. Pueden mejorarse mediante el empleo de abonos verdes de leguminosas, pero no son especialmente apropiados para la producción intensiva de ningún cultivo con la posible excepción del coco; éste debería cultivarse además con una cobertera de leguminosas. Las arenas cubiertas por el aluvión de la unidad 4 son mucho más fértiles, pero su aprovechamiento es muy limitado porque durante 6 meses del año están cubiertas por una capa de agua hasta de 1,5 m. (5 pies) de altura.

Suelos salinos

Presencia: Este grupo de suelos se limita a los manglares del tipo de tierra Mangle.

Perfil: Estos suelos presentan una pequeñísima diferenciación en el perfil y constan principalmente de arenas margosas grises o negras a menudo de gran espesor. Frecuentemente tienen un alto contenido de materia orgánica debido a la lenta velocidad de descomposición y a su concentración de sales ligeramente superior a la del agua del mar.

Fertilidad: La salinidad de estos suelos y la inundación diaria a que están sometidos por las mareas los hacen inútiles para fines agrícolas.

Suelos salinos

Presencia: Este grupo de suelos se limita a los manglares del tipo de tierra Mangle.

Perfil: Estos suelos presentan una pequeñísima diferenciación en el perfil y constan principalmente de arenas margosas grises o negras a menudo de gran espesor. Frecuentemente tienen un alto contenido de materia orgánica debido a la lenta velocidad de descomposición y a su concentración de sales ligeramente superior a la del agua del mar.

Fertilidad: La salinidad de estos suelos y la inundación diaria a que están sometidos por las mareas los hacen inútiles para fines agrícolas.

VIII. VEGETACION

Como la zona de Puerto Cabezas-Río Coco fue la primera en la que se estudió la vegetación de la Costa Atlántica, la mayor parte de las especies encontradas eran desconocidas. Muchas de estas especies desconocidas pudieron identificarse en el campo y se recogieron unas 400 para su identificación posterior. Estas colecciones, Taylor-Salas, Nos. 2512 a 2883, se han hecho por sextuplicado y se enviarán para su identificación a los jardines botánicos de Zamorano, Honduras; Kew, Inglaterra; Chicago, Washington y Nueva York, E. U. A. Esto es necesario puesto que no existe ningún jardín botánico en Nicaragua. Los nombres vulgares que se obtuvieron en el campo de algunas de las especies, van escritos en mayúsculas. A pesar del número de las ya recogidas, quedan aún muchas especies por recoger; se estima que hay por lo menos 3.000 especies en la zona estudiada, de las cuales aproximadamente 1.500 son árboles o arbustos.

Se espera también que, luego que se realicen más reconocimientos de la Costa Atlántica, se comprenderán mejor las relaciones ecológicas de la vegetación, y será posible aprovechar los datos ya recogidos para subdividir el medio ambiente con arreglo a las diferencias entre las comunidades vegetales que reflejen diferencias del medio ambiente. Esto se aplica particularmente a los montes higrofiticos sempervirentes tropicales que están considerados como las comunidades vegetales más complejas del mundo. Sin embargo, los grupos y subgrupos principales están bastante claros. La vegetación se ha subdividido en las comunidades siguientes: sabana, monte higrofitico tropical, monte de playa, manglar, pantanos salobres y pantanos de agua dulce. Además, hay muchas

comunidades en rápida evolución (comunidades seriales e incluso series secundarias) en huertas abandonadas, playas y zonas inundadas.

Algunos aspectos de los pastizales y los montes se estudian con más detalle en la sección que trata del aprovechamiento de la tierra.

Sabanas

Presencia: Las sabanas se presentan en los tipos de tierras siguientes: Lecus, unidades 1, 2 y 3; Sisín, unidades 1, 2 y 3; y Miguelbegan, unidades 1, 4 y 5. Por lo tanto, cubren extensiones inmensas de aproximadamente 6.216 Km². (2.400 millas cuadradas), interrumpidas solamente por masas de frondosas a lo largo de los ríos principales y a veces por pequeños islotes de tales árboles.

Descripción: Las sabanas típicas consisten en una comunidad abierta de pinos sobre un tapiz vegetal o piso continuo cubierto de gramíneas o de juncos. En muchas zonas existe un piso de pequeños arbustos o un piso de frondosas pequeñas. A pesar de las semejanzas fundamentales de todas las comunidades de sabana, hay una cierta variación en los cuatro pisos.

a) Piso de pinos: Tiene de 21,3 a más de 30,5 m. (70 a más de 100 pies) de altura y consta de una sola especie: **Pinus caribaea** Mor. En algunas zonas, especialmente en las partes bajas del tipo de tierra Sisín, puede que sea raro o que falte en grandes extensiones, pero normalmente está formado por árboles diseminados con intervalos de 9,1 a 36,6 m. (10 a 40 yardas). En general, los pinos son mucho más densos al norte del Río Coco, probablemente porque allí no existe la explotación que se efectúa al sur del río. Los pinos muestran además tendencia a ser más densos en los sitios mejor avenados (en los que el ritmo de desarrollo es también mejor que en las zonas mal avenadas), y en los bordes de la sabana.

Una característica notable es el bajo porcentaje de árboles pequeños y de tamaño medio, a pesar de la densa regeneración de brinzales cada año. Un examen del desarrollo de los pinos altos muestra que la mayoría de estos pinos tienen más de 80 años, un diámetro a la altura del pecho de 45,7 a 61 cm. (18 a 24 pulgadas), y que han pasado ya el período de máximo ritmo de crecimiento. Estos árboles viejos aumentan muy poco de diámetro y pocos alcanzan los 125 años.

b) Árboles pequeños: En grandes zonas, los árboles pequeños faltan por completo o son muy raros, pero en algunos lugares existen en manchas de densidad moderada bajo el piso de pinos. Este piso de árboles pequeños consta casi por completo de dos especies: **Byrsonima crassifolia** (L.) D.C. NANCITE, y **Curatella americana** L. CHAPARRO, HOJA CHIGUE. Estas especies son también comunes en las partes secas de Nicaragua, especialmente en los suelos erosionados de las zonas de lluvia mínima, inferior a 1.270 mm. (50 pulgadas). Las otras especies comunes son: **Clethra hondurensis** Britt. NANCITE MACHO, **Quercus oleoides** Cham. & Schlecht. ROBLE y **Acoelorrhaphe Wrightii** (Griseb.) Wendl. PALMETTO. Este último se presenta a menudo en masas pequeñas, en las que constituye la última fase de la degeneración de una masa de frondosas.

c) Arbustos: Los arbustos pequeños, generalmente diseminados, son comunes en la mayor parte de la sabana y su altura varía de 30,5 a 121,9 cm. (1 a 4 pies).

En algunas zonas que se estudian más adelante estos arbustos son den-

sos y representan una fase primitiva de la sucesión directa, o serie, a un monte de frondosas. Aun cuando pueden existir muchas especies de brinzales de árboles jóvenes, las especies comunes son relativamente pocas. Entre ellas figura un grupo completo de especies de Melastomáceas, predominando **Miconia albicans** (Sw.) Tr., la más común, y **Henriettella Seemannii** Naud. Otras especies de arbustos comunes son **Quercus oleoides**, **Calliandra Houstoniana** (Mill.) Standl., tres especies de Myrtáceas: **Psidium Oerstedianum** (Berg) Ndz., **Psidium guineense** Swartz., **Psidium rotundifolium** Standl., más varias especies de Compuestas. Existe un helecho arborescente **Alsophylla myosuroides** Liebm., pero es más bien raro.

d) Tapiz vegetal: Aunque es muy variable, hay dos tipos principales, uno dominado por Cyperáceas, de 30,5 y 45,7 cm. (12 a 18 pulgadas) de alto, y el otro por gramíneas, de 45,7 a 76,2 cm. (18 a 30 pulgadas). Existen, naturalmente, amplias extensiones en las que dominan por igual las gramíneas y las Cyperáceas. Es muy frecuente que los tipos de Cyperáceas dominen en las zonas mal avenadas, pero son también comunes en las estaciones bien avenadas donde su presencia se debe a quemaduras excesivas. Asimismo, los tipos de gramíneas dominan a veces en zonas mal avenadas que se han quemado solo de un modo ligero.

En general, la mayoría de las especies de gramíneas, que incluyen muchas especies llamadas gramas, son muy apetecibles, otras lo son moderadamente y un pequeño número lo son poco. Estas especies raramente se presentan como únicas dominantes, sino que por lo general son dos o tres las que abundan en una zona. Las más frecuentes son: **Thrasya campylostachya** (Hack.) Chase, **Axonopus Blakei** Hitchc., **Paspalum pulchellum** Kunth, **Paspalum Humboldtianum** Fluegge, pero otras muchas son también comunes, por ejemplo, **Panicum arenicoloides** Ashe., **Andropogon leucostachyus** HBK., **Panicum strigosum** Muhl., **Paspalum minus** Fourn., **Trachypogon angustifolius** (HBK.).

Son especies menos corrientes las siguientes: **Leptocoryphium lanatum** (HBK.) Nees., **Panicum olivaceum** H. & C.

Las especies de Cyperáceas son menos comunes; una de ellas **Rhynchospora mexicana** Steud., domina en grandes extensiones. La especie **Bulbostylis spadicea** (HBK.) Kuekenh., llamada NEGRO-HEAD o CABEZA DE NEGRO, que es una planta empenachada que recuerda una brocha de afeitar, abunda mucho en las comunidades dominadas por Cyperáceas en los lugares bien avenados. También son comunes **Rhynchospora cephalotes** (L.) Vahl., **Scleria Lindleyana** Clarke., **Cyperus polystachyus** Rottb. y el más conocido **Dichromena radicans** S. & C.

Aunque las gramíneas y las cyperáceas constituyen la mayor parte del tapiz vegetal, existen otras especies herbáceas, algunas bastante fáciles de descubrir debido a sus flores coloreadas. Entre éstas especies figuran muchas leguminosas, tales como **Phaseolus linearis** HBK. y **Mimosa pudica** L. A pesar del número de especies, las leguminosas tienen poca importancia en los pastizales. Otras especies herbáceas visibles son **Polygala bryzoides** St. Hil., **Polygala higrphila** HBK., un lirio pequeño **Hypoxis decumbens** L., **Zornia diphylla** (L.) Pers., **Goodyera striata** Reichb. f., **Piriqueta cistoides** (L.) Mey., **Declieuxia fruticosa** var. **mexicana** (D.C.) Standl. La mayoría de estas hierbas se extienden por toda la sabana, pero generalmente son más frecuentes en las partes mejor avenadas.

e) Tipos de transición: Existen muchas diferencias en las comunidades de sabana cercanas a los límites de ésta con los montes extensivos, en las unida-

des 1, 4 y 5 del tipo de tierra Miguelbegan. Los pinos en estas zonas limítrofes son por lo general más densos y pueden tener hasta 91,4 cm. (36 pulgadas) de diámetro. Los árboles pequeños y los arbustos son los mismos de la sabana típica, si bien algo más frecuentes, especialmente **Clethra hondurensis**.

La mayor diferencia entre estas comunidades y la sabana típica está en el tapiz vegetal. Aunque las comunidades de gramíneas de las sabanas típicas son corrientes, existe todo un grupo de comunidades nuevas. En las zonas con "suelos lateríticos rojo-amarillos" dominan simultáneamente con frecuencia las especies siguientes: un helecho, **Pteridium aquilinum var. caudatum** (L.) Saveb., una gramínea alta, parecida al maíz, de 3,66 m. (12 pies) de altura, muy apetecible, **Tripsacum fasciculatum** Trin. TEOCINTE y una gramínea ordinaria no identificada por encontrarse en estado estéril. Otras especies de gramíneas comunes son: **Trachypogon angustifolius**, **Setaria geniculata** (Lam.) Beauv. y **Paspalum virgatum** L., este último es muy común en la región central del país donde se le conoce con el nombre de ZACATON.

Las dominantes en los "grumosoles" y los suelos de gley húmicos son TEOSINTE y una gramínea de 1,22 m. (4 pies) de altura, **Ischaemum latifolium** (Spreng.) Kunth. Las dominantes en los suelos forestales pardos erosionados son un helecho **Dicranopteris flexuosa** (Schrad.) Underw. y menos común **Tripsacum fasciculatum**. y **Licopodium cernuum** L.

f) Las quemas en las sabanas: Toda la sabana de pino, con muy pocas excepciones, se quema todos los años en la estación seca, principalmente para quitar las gramíneas ordinarias y fomentar el crecimiento de otras apetitosas. Unos fuegos se producen por accidente y otros, probablemente, nada más que por diversión. Estas quemas regulares, según la experiencia adquirida en otras partes del mundo, constituyen un potentísimo factor ecológico que en el presente caso es con toda certeza el principal causante de la forma actual de las comunidades.

Comunidades seriales: Existen dos grupos principales de comunidades seriales (es decir, comunidades que experimentan un cambio rápido), ambas resultado de una cierta variación en la regularidad de las quemas. La primera serie es una sucesión en la que una masa de pino se desarrolla hasta formar un monte denso que probablemente se transforma en monte de especies frondosas. En la segunda sucesión, las especies de frondosas invaden la sabana directamente y comienza la formación de un monte de frondosas.

El primer tipo se encuentra allí donde ha habido una completa protección contra las quemas durante varios años; el mejor ejemplo lo constituye la zona de monte de pino que rodea el Hospital Moravo de Bilwaskarma, donde algunas masas no han sufrido quema desde hace más de 23 años. Otros ejemplos se pueden ver a lo largo de la mayoría de los caminos forestales y del antiguo ferrocarril de la "Standard Fruit Company". En estos últimos lugares, la protección se debe a que la carretera o la vía férrea actúan de cortafuegos interrumpiendo el curso normal de los incendios. De este modo, se proporciona a veces protección durante un período suficiente y se forma una masa joven de pinos. Es probable que el período de protección tenga que ser de 3 años como mínimo y 5 años como máximo, pues la mayor parte de los pinos de 5 años son resistentes al fuego.

El caso de Bilwaskarma es particularmente interesante. En esta zona la superficie ocupada por los pinos aumenta lentamente cada año por las activida-

des de lucha contra los incendios del personal del hospital. Las masas más antiguas han sido con frecuencia lo bastante densas para suprimir totalmente el piso de hierba; aunque la zona no se ha sometido jamás a labores de aclareos, muchos árboles han alcanzado un diámetro de más de 30,5 cm. (12 pulgadas) y se consideran comercializables. Estos árboles, sin embargo, están demasiado próximos entre sí para alcanzar el desarrollo máximo. Aunque Bilwaskarmā constituye el mejor ejemplo de zona protegida contra el fuego, es utilizada como zona de recreo por la gente del lugar y no indica completamente el curso de la sucesión de una zona protegida contra el fuego y contra otras actividades del hombre. Sin embargo, se observó que en las masas de pino más antiguas las únicas especies que se regeneraron en el piso inferior fueron las frondosas; no se vió un solo brinjal de pino. Esto indica que el *Pinus caribaea* no se regenera en su propia sombra y que, por ello, el monte de pino no se perpetúa por sí solo. No obstante, si en un monte de pino maduro se hiciese una labor de aclareo para obtener madera y después se efectuase en el mismo una quema, el ciclo de dicho monte de pino podría repetirse fácilmente, aplazando así de modo indefinido la sucesión a monte de frondosas.

El otro grupo de sucesiones en la sabana se encuentra frecuentemente cerca de los poblados y también a veces donde las masas de frondosas sirven de corta-fuegos. Las fases más avanzadas consisten en pinos de, en ocasiones, hasta 30,5 m. (100 pies) de alto sobre un piso continuo de especies frondosas de 12,19 a 18,29 m. (40 a 60 pies) de altura que, evidentemente, se hallan en desarrollo. Como los pinos no se pueden regenerar bajo la densa sombra de las frondosas, los pinos altos deben ser restos de la sabana invadida por las frondosas. Se han observado bastantes fases más jóvenes de esta sucesión, e incluso algunas donde los matorrales de frondosas, de 1,22 m. (4 pies) de altura, cubren más del 50 por ciento del terreno situado entre los pinos altos. Esta sucesión tiene su origen en una protección intermitente, por haberse reanudado las quemas después de dos o tres años y haber muerto todos los brinzales de pino jóvenes. Esto favorece a los matorrales de frondosas menos prolíficos, que posteriormente son invadidos por especies frondosas tolerantes de la sombra. Las comunidades resultantes tienen un alto porcentaje de *Byrsonima crassifolia* y *Curatella americana*, pero, por lo demás, son semejantes a las masas de frondosas existentes a lo largo de los ríos en la zona de sabana.

El problema del origen de las sabanas: Ha sido objeto de discusión si las sabanas de otras zonas de la América tropical, particularmente de Venezuela, son comunidades naturales o comunidades creadas por el hombre. Se ha afirmado que estas otras sabanas se han formado a causa del clima (mal avenamiento) o que han sido formadas por el hombre mediante quemas. Aunque las sabanas de la Costa de los Mosquitos de Nicaragua y Honduras son en su mayor parte desconocidas, los pocos observadores que las han visitado sostienen análogas opiniones contradictorias. Sin embargo, puede decirse que las sabanas de la Costa de los Mosquitos, al menos en la zona estudiada, no son comunidades naturales, sino que son comunidades mantenidas por las quemas anuales.

Las razones en que se basa esta afirmación son múltiples y, según se cree, bastante convincentes. En primer lugar, la lluvia es de 3.048 mm. (120 pulgadas) al año y la estación "seca" no es ni larga ni muy seca. Aunque algunos investigadores han sugerido que en tales climas existen sabanas naturales, hasta ahora no se ha comprobado ningún ejemplo. Más aún, la vegetación climática en tal clima se considera que es un bosque higrofítico sempervirente, incluso en los suelos más estériles. Además, aun cuando las secciones de la sabana con "gru-

mosoles" y suelos de gley húmicos tienen muy mal avenamiento, no están tan mal avenadas como los suelos de la zona que sostiene montes pantanosos. Estos "grumosoles" y suelos de gley húmicos tampoco están sujetos a una desecación muy severa. Aparte de esto, tal explicación no sería aplicable a las secciones mejor avenadas de las sabanas que probablemente jamás han estado anegadas.

Otra explicación de la formación de las sabanas de la Costa de los Mosquitos es que son consecuencia de la esterilidad de los suelos. Sin embargo, no es probable que estos suelos sean menos fértiles que los de la Guayana Británica, que consisten casi enteramente en arena silíceas y, sin embargo, sostienen un monte higrofitico sempervirente, que difiere bastante, por las especies que lo componen, de los montes de los suelos fértiles vecinos. No es probable tampoco que una diferencia de suelo pueda explicar un cambio tan notable como el que existe entre una sabana abierta y un monte higrofitico alto y denso, pues hay muchas fases intermedias que la vegetación podría adoptar. Si se investiga más a fondo, el testimonio de los suelos apoya firmemente la teoría del origen artificial de las sabanas, pues pequeñas extensiones que soportan montes higrofiticos altos en el tipo de tierra Miguelbegan tienen suelos típicos de las sabanas. Además, estas mismas zonas son, bajo todos los demás aspectos, características de las sabanas grandes.

Las pruebas anteriores bastan por sí solas para justificar la afirmación de que las sabanas no son naturales, pero es todavía más concluyente la prueba de que, cuando las sabanas se protegen contra el fuego, se convierten de nuevo, directa o indirectamente, en monte sempervirente alto.

El método real por el cual se ha formado la sabana no está, sin embargo, claro. Las sabanas parecen que son muy viejas, porque las zonas de monte existentes a lo largo de los ríos son muy pequeñas comparadas con las zonas de sabana de cualquier otra parte de los trópicos, donde el proceso de formación se sigue verificando actualmente. Es posible que las sabanas fueran sometidas originariamente a desmonte para destinarlas a huertas, puesto que pequeñas extensiones de suelos de sabana que en la actualidad sostienen montes muestran pruebas de haber sido huertas 50 años atrás. Si es así, el uso del fuego por los primitivos agricultores puede explicar el origen de las sabanas; sea como fuere, es probable que las sabanas se formasen bajo un sistema agrícola que desapareció de la zona hace ya largo tiempo, posiblemente hace miles de años.

A pesar de las dudas sobre su modo de formación, los hechos que tienen importancia para el aprovechamiento de la tierra, o sea, que las sabanas se mantienen en su estado actual solamente por la acción del fuego y que, si se impide éste, la zona puede ordenarse para que sostenga un monte de pinos denso, están bastante claros.

Monte higrofitico sempervirente tropical

Dentro de las zonas estudiadas, existen tres grupos principales de montes higrofiticos, con muchos subgrupos. La mayor parte de ellos son comunidades degradadas y únicamente en la parte occidental extrema hay alguna extensión de monte maduro. La degeneración se debe primordialmente a la roturación de la tierra para destinarla a la agricultura y a la reversión a monte que sigue al abandono de dicha tierra. Otras causas son la extracción de leña y de maderas más preciadas.

Las subdivisiones principales de los montes higrofiticos señalan las subdivisiones principales del medio ambiente.

Montes de los sedimentos del pleistoceno y del plioceno

a) Asociación de **Calophyllum brasiliense** Camb. var. **Rekoi** Standl. MARIA o SANTAMARIA y **Vochysia hondurensis** Sprague PALO DE AGUA, BARBA CHELE o PALO DE CHANCHO: Esta comunidad se encuentra en los "grumosoles" y los suelos de gley húmicos peor avenados de los tipos de tierra Sisin y Miguelbegan: se trata de un monte degenerado de poco valor económico. Los árboles raramente tienen más de 24,4 m. (80 pies) de altura. Aparte de las dominantes **Calophyllum brasiliense** y **Vochysia hondurensis**, las especies comunes de árboles altos son **Xylopia aromatica** (Lam.) Mart. MANGA LARGA, **Xylopia frutescens** Aubl. MANGA LARGA, **Didymopanax Morototoni** (Aubl.) Dcne. & Pl. MANO DE LEON. Especies comunes de árboles menores son numerosas, especies de Melastomáceas y Rubiáceas, una palmera, **Acoelorrhapha Wrightii** PALMETTO y **Byrsonima crassifolia**. Esta última especie es corriente en el límite de la comunidad con la sabana.

b) Asociación de **Xylopia frutescens** y **Xylopia aromatica**: Esta comunidad se encuentra en los suelos lateríticos rojo-amarillos y en los "grumosoles" y los suelos de gley húmicos mejor avenados de los tipos de tierra Lecus, Sisin y Miguelbegan. Es también un monte degenerado cuyos árboles rara vez exceden de 21,3 m. (70 pies) de altura. Los árboles altos son más numerosos que en la asociación anterior. Las especies más comunes son las dos especies de **Xylopia**, **Quercus oleoides**, **Hirtella americana** L. PASA, **Cespedezia macrophylla** Seem. TABACON. Entre las especies comunes de árboles pequeños figuran numerosas Melastomáceas y Rubiáceas, a más de otras especies diversas.

c) Asociación de **Dialium guianense** (Aubl.) Steud. COMENEGRO o TAMARINDO MONTERO y **Licania platypus** (Hemsl.) Fritsch. SONZAPOTE: Es ésta una comunidad de monte maduro, cuyas especies alcanzan más de 30,5 m. (100 pies), que se encuentra en los "suelos lateríticos rojo-amarillos" del tipo de tierra Miguelbegan. Este monte es algo semejante al que se encuentra en las zonas volcánicas vecinas y solamente difiere algo en su composición floral. Las especies comunes son: **Dialium guianense**, **Licania platypus**, **Vochysia hondurensis**, **Belotia panamensis** Pitt. CAPULIN DE MONTANA, así como muchas especies comunes en las dos asociaciones precedentes. Esta comunidad representa una fase avanzada de la evolución hacia monte maduro y probablemente es semejante al monte que cubría primitivamente la zona de la sabana de pinos.

Monte higrofitico mixto del tipo de tierra Huaspuc: Este monte es muy complejo y probablemente se extiende bastante hacia el centro de Nicaragua. Aunque hay zonas muy extensas de monte maduro de este tipo, existe una banda de unos 10 km. de anchura en el límite con las sabanas donde los montes son principalmente secundarios. Debido a la escasez de tiempo, las investigaciones se redujeron a esta zona. Hay muchas especies dominantes en las pocas masas de monte maduro vistas. Entre dichas especies se hallan: **Luehea Seemannii** Tr. & Pl. GUACIMO COLORADO, **Swietenia macrophylla** King. CAOBA, **Licania platypus**, **Dialium guianense**, varias especies de **Ficus** llamadas comúnmente CHILAMATES, y **Croton glabellus** L., que es un árbol grande y corpulento que alcanza hasta 120 pies de altura. Entre las especies comunes en las comunidades más jóvenes están **Cecropia peltata** L. GUARUMO, **Xylopia frutescens**, **Ochroma Lagopus** Sw. BALSA, TAMBOR o GATILLO, especies de **Inga** llamadas GUAVA.

Montes higrofiticos sobre aluvión: Como los suelos aluviales se vienen utilizando para fines agrícolas desde hace siglos, han quedado pocos montes maduros, pero en cambio existen bastantes montes secundarios altos y fases de rebrote más jóvenes. Los montes presentan variaciones bastante amplias. Cuan-

do se conozcan con más detalle las comunidades de la Costa Atlántica, será posible subdividir las. La principal distinción que se puede reconocer en la actualidad es entre el monte del Río Coco y del Río Huahua.

En el monte mixto del aluvión del Río Coco hay numerosas especies de árboles altos, muchas de las cuales existen también en otros montes mixtos, pero la combinación de las especies comunes es característica. Los árboles altos comunes son una **Sapotacea** llamada CHILILLON, **Ceiba pentandra** (L.) Gaertn. CEIBA, **Croton glabellus**, **Dialium guianense**, **Nectandra globosa** (Aubl.) Mez. AGUACATE MONTERO, **Terminalia amazonia** (Gmel.) Exell GUAYABO DE MONTE, **Luehea Seemannii**, y en las zonas regularmente inundadas, **Erythrina glauca** Willd. BUCA-RO o GALLITO. Entre las especies comunes en el rebrote joven figuran **Cecropia peltata**, un bambú muy alto **Guadua amplexifolia** Presl., **Ochroma Lagopus**, especies de **Ficus**, y **Zanthoxylum** sp. llamado LAGARTO.

Los montes del aluvión del Río Huahua tienen muchas especies en común con el monte del Río Coco, pero aquí las más frecuentes son **Carapa guianensis** Aubl SABA o CEDRO MACHO y **Terminalia** sp., ROBLE GUAYABO.

Montes de playa

El monte primitivo que en otro tiempo cubría el tipo de tierra Cabo ha sido destruido en su mayor parte por la práctica de la agricultura de subsistencia durante cientos de años. Sin embargo, el monte secundario y el rebrote existentes en la actualidad tienen una composición característica. Las especies más abundantes son: **Coccoloba uvifera** (L.) Jacq. UVA, **Hibiscus tiliaceus** L. MAJAGUA, **Chrysobalanus icaco** L. ICACO, una leguminosa **Lonchocarpus guatemalensis** Benth., **Tabernaemontana chrysocarpa** Blake, **Terminalia bucidoides** Standl. & L. Wms., muchas especies limitadas a las comunidades de playa, así como especies comunes en todos los tipos de rebrote, por ejemplo, **Ochroma Lagopus**, y **Cecropia peltata**.

Hay una bien desarrollada sucesión en las playas, que comienza con una comunidad primitiva de **Ipomoea Pes-caprae** (L.) Roth., gramíneas y hierbas rastreras. Una fase intermedia está dominada por arbustos de **Chrysobalanus icaco**, y la fase final por un monte abierto formado por el viento, dominado por **Coccoloba uvifera**, en el que a veces domina simultáneamente **Byrsonima crassifolia**.

Manglares

Solamente se observaron tres comunidades principales de manglar: las unidades 1, 2 y 3, respectivamente, del tipo de tierra Mangle. Es probable que haya otras comunidades. Cada una consta de una masa prácticamente pura de la especie dominante, aunque hay una cierta mezcla de especies en las zonas de transición. Estos montes consisten en su mayoría en un único piso de árboles de 30,5 m. (100 pies) de altura. Faltan generalmente los pisos inferiores, aunque por excepción se encuentran algunos grupos de individuos jóvenes de la especie dominante o árboles pequeños de **Hibiscus tiliaceus**. El tapiz vegetal es también ralo y se compone de brinzales (arbolitos) de las especies dominantes o de grupos aislados de un helecho, **Acrostichum aureum** L. HELECHO DE PANTANO.

Comunidades de pantano

Se pueden observar bastantes tipos de pantanos en las fotografías aéreas. Sin embargo, debido a la extrema dificultad que presenta la penetración en ellos,

no hubo tiempo más que para observar algunos de los tipos de monte y de monte abierto. Estos tipos comprenden montes de pantano permanente y montes de pantano semiestacional, ambos muy dominados por *Erythrina glauca*, y montes abiertos de pantano permanente dominados por *Erythrina glauca* y *Pachira aquatica* Aubl. POPONJOCHÉ. Hay también pantanos herbáceos especialmente al sur del Río Coco, pero no fue posible penetrar en ellos. Existen pantanos salobres en pequeñas zonas cercanas a la costa, principalmente monte abierto o matorrales dominados por *Annona glabra* L. ACONENE, ANONA DE RIO o ANONA DE PANTANO.

IX. POSIBILIDADES DE APROVECHAMIENTO DE LA TIERRA

1. Industria del pino

En la parte destinada al estudio de la vegetación se ha dicho que las sabanas de pinos pueden convertirse en monte denso y mantenerse en este estado indefinidamente. Se cree que este producirá amplios beneficios para una inversión relativamente pequeña. Solamente en la zona estudiada los tipos de tierra Lecus y Miguelbegan cubren una superficie de 4.662 Km². (1.800 millas cuadradas), de los cuales 4.144 Kms². (1.600 millas cuadradas) son de sabana de pinos. Debido a la buena regeneración y al rápido crecimiento, esta tierra puede considerarse como una tierra de primera clase para pinares. Además, hay 2.849 Km². (1.100 millas cuadradas) en el tipo de tierra Sisín, que comprenden unos 2.072 Km². (800 millas cuadradas) de tierra de segunda clase para pinares, lo cual da un total de 6.216 Km². (2.400 millas cuadradas) de tierra para pinares.

No se dispone de datos seguros respecto a los rendimientos de esta zona de pinos. La Misión que envió la FAO para estudiar las posibilidades de fabricación de pasta para papel estima que el rendimiento mínimo de madera es de 3 m³. por hectárea y año. De las observaciones hechas en las pocas masas de rebrote, parece probable que esta cifra mínima pueda superarse en muchas zonas. Sin embargo, incluso la cifra mínima indica una producción potencial de 41.700 pies tablares por kilómetro cuadrado (108.000 pies tablares por milla cuadrada) por año, o sea, una producción total de 260 millones de pies tablares por año sólo en la zona estudiada. Esto podría sostener una industria con un beneficio bruto anual de unos 23 millones de dólares E.U.A.

La producción anual actual de la zona es de solamente 20 millones de pies tablares, pero incluso a este bajo ritmo de producción las reservas existentes se agotarán en sólo 7 años, debido totalmente a la falta de vigilancia sobre las quemadas.

Al considerar estas cifras, debe tenerse presente que la de 260 millones de pies tablares es una cifra mínima. La cifra real seguramente será varias veces más elevada, pues existen extensas zonas de sabanas de pino fuera de la zona estudiada y las zonas de sabanas de pino de los diversos tipos de tierra se han estimado de un modo prudencial. Sin embargo, la cifra más importante, que se espera sea muy inferior al promedio, es la cifra mínima de 3 m³. por Ha. Esta cifra debe comprobarse para cada unidad de tierra tan pronto como se establezca un servicio forestal. Más adelante se indican métodos para hacer esto.

Extinción de los incendios

No se puede preparar un programa detallado para el servicio de lucha

contra los incendios hasta tanto no se sepa con qué fondos se contará para ello. Sin embargo, a modo de orientación, se esbozan planes para la protección de una superficie de 2.590 Km². (1.000 millas cuadradas). Esta zona podría situarse predominantemente en tierra de primera calidad para pinares entre Puerto Cabezas y el Río Coco, a la que el acceso es particularmente bueno. Se cree que, utilizando material y personal existentes ya en Nicaragua, se podrá comenzar a proteger parte de esta zona, por ejemplo, 518 Km². (200 millas cuadradas), en la estación seca de 1958, como preparativo para un mayor esfuerzo en 1959. Este programa de ensayo sería conveniente por muchas razones. Primera, adelantaría en un año la época en que podría reanudarse la producción, lo cual es importante a causa de la posibilidad de cierre de los aserraderos actuales. Segunda, proporcionaría datos importantes sobre los tipos de quemas de hierba de la zona y las medidas mínimas necesarias para obtener una protección segura. De este modo, sería posible determinar con anticipación la superficie máxima que podría protegerse con los fondos disponibles en 1959, lo que permitiría trazar los planes oportunos. Tercera, proporcionaría un núcleo de personal adiestrado para el programa ampliado.

Existe la creencia de que las quemas de hierba, que actualmente matan casi todos los abundantes brinzales (arbolitos de pino), se pueden combatir fácilmente y con relativa baratura. Incluso hoy día muchos fuegos se detienen al llegar a un camino forestal, sin ayuda alguna de un servicio forestal.

Las medidas que deben tomarse se estudian bajo los epígrafes siguientes: Educación, Legislación, Preparación, Extinción de incendios y Ordenación de masas e investigaciones. Estas actividades, desde luego, variarán a medida que avancen los trabajos y pueden dividirse en los siguientes períodos: (1) Período de ensayo en 1958, (2) Protección inicial total en 1959 a 1963, (3) Ampliación de la zona protegida y ordenación de las masas, (4) Período de producción.

Educación

En la actualidad casi todos los incendios son ocasionados por el hombre. Un activo programa educativo podría impedir por sí solo muchos fuegos y, al mismo tiempo, aseguraría la cooperación en la denuncia y extinción de incendios. Esta educación tendería a convencer a la gente de que su prosperidad futura depende en gran medida del éxito de la prevención de los incendios y que este es válido para todos los habitantes de la zona y no solamente para los que trabajan para las compañías madereras. Dicho programa se podría extender rápidamente por las escuelas después de dar un breve cursillo a los maestros. De todos modos, será necesario un programa para la educación de los adultos, que se presentaría en forma entretenida. El medio más apropiado consiste en organizar una sesión cinematográfica nocturna y gratuita en la que se proyectarían, además de una película comercial, varios documentales relativos a diversos aspectos de los montes. Al mismo tiempo, un funcionario forestal pronunciaría una breve charla sobre la finalidad del servicio forestal y su importancia para la comunidad. Convendría esforzarse en que asistiese a estas reuniones toda persona que pudiese encontrarse en la zona de peligro y además deberían repetirse con la mayor frecuencia posible. Estos probablemente serán los métodos educativos más eficaces, pero deberán intentarse todos los demás métodos de contacto, como son carteles, demostraciones, circulares, reuniones en las factorías, etc., con la finalidad de mostrar que estos trabajos interesan y afectan a todos en gran manera.

Aunque los resultados de tal programa educativo puede que no se aprecien fácilmente al principio, comenzarán a tener valor cuando la gente pueda ver los primeros resultados de la prevención de incendios.

Legislación

(a) Designación de zonas forestales nacionales. Las zonas elegidas para la protección contra los incendios, preferiblemente con una zona "amortiguadora", deberán declararse montes nacionales. Dentro de tales zonas se prohibirá encender fuego, excepto a los funcionarios forestales que realizan quemas vigiladas o a otras personas con permiso escrito. Esta legislación trastornará el modo de vida de mucha gente que habita en la zona y que actualmente practica la quema para mejorar el pastoreo. Para asegurar su cooperación, habrá que emplear a esta gente en el servicio forestal o habrá que trasladarla a una zona señalada. Las necesidades de tierras de la industria del pastoreo desplazada sólo tendrán que ser del orden de una fracción de las actuales si se adoptan sistemas correctos de ordenación de los pastizales. Más adelante se estudian los modos de conseguir esto.

(b) La prohibición de encender fuego deberá ir acompañada de sanciones, variando éstas según el acto sea casual o deliberado.

(c) Todos los ciudadanos deberán estar obligados a denunciar los incendios. Se prestará consideración al alistamiento obligatorio de los ciudadanos en un servicio de extinción de incendios para casos excepcionales. Así se crearía fácilmente una reserva y al mismo tiempo la participación en tales trabajos subyugaría la necesidad de cuidar la prevención de incendios desde un principio.

(d) Facultades de los funcionarios forestales: Los funcionarios forestales y el servicio forestal deberán ser autorizados a (1) detener a las personas descubiertas encendiendo un fuego no autorizado, (2) promulgar reglamentos sobre lo que constituye peligro de incendio y ordenar las medidas pertinentes para eliminar tales peligros, (3) efectuar las inspecciones necesarias para asegurar el cumplimiento de la legislación forestal, (4) investigar las causas de los incendios, (5) hacer citaciones por la infracción de la legislación forestal, (6) designar ciertas zonas para las actividades turísticas, si ello es necesario, (7) conceder derechos de pastoreo en las zonas forestales, si esto se juzga beneficioso para la zona forestal en cualquier momento, y (8) redactar los reglamentos u ordenanzas que puedan ser necesarios.

Sin tales medidas legislativas y los necesarios poderes puestos directamente en manos del servicio de lucha contra los incendios, las dificultades de la labor aumentarán enormemente.

Preparación

Cada año sólo existe peligro de incendio en los meses de febrero, marzo y abril, si bien tal peligro puede extenderse durante una o dos semanas en mayo hasta las primeras lluvias importantes. El éxito de las actividades de lucha contra los incendios depende principalmente, sin embargo, de las medidas preparatorias tomadas para hacer frente al peligro. Incluso para el período de ensayo estas medidas exigirán un mínimo de 3 meses y preferiblemente más. Son necesarias las medidas siguientes:

(a) Un cuartel general bien comunicado donde la mayor parte del ma-

terial y el personal de lucha contra los incendios pueda permanecer listo para toda acción. Este cuartel general tendrá un buen sistema de comunicaciones con todas las unidades de lucha contra los incendios, con todos los puestos de vigilancia, y con todas las fuerzas con que en casos excepcionales pueda contarse, tales como una unidad de emergencia formada por ciudadanos, la Guardia Nacional y las Fuerzas Aéreas. Con la ampliación de la zona hasta 2.590 Km². (1.000 millas cuadradas), se necesitarán dos o tres subestaciones con un reducido personal que, por supuesto, estaría en estrecha comunicación con el cuartel general.

(b) Red de carreteras para "jeeps". Durante los 2 primeros años de protección, estas carreteras no necesitarán ser muy abundantes, pues la mayor parte de las sabanas pueden cruzarse en "jeep", si bien a poca velocidad. Sin embargo, con el rebrote de pinos subsiguiente, estas carreteras tendrán que ampliarse porque la rápida llegada de material motorizado a los lugares incendiados simplifica las operaciones. Debe recalcarse que tales carreteras pueden construirse rápida y económicamente en las sabanas; que servirán también de eficaces cortafuegos y que cuando comience la producción serán necesarias para la extracción de la madera.

(c) Provisión de cortafuegos: Un sistema estudiado de cortafuegos principales y secundarios ayudará mucho a combatir todo foco de incendio. Este sistema deberá comprender todas las carreteras de la zona, así como también los cortafuegos naturales de las masas de frondosas esparcidas por las sabanas. Los cortafuegos principales deberán tener por lo menos 9,14 m. (10 yardas) de anchura, en tanto que los secundarios pueden formarse por arada, preferiblemente con uno de los varios tipos especiales de arado existentes. Estos cortafuegos pueden mejorarse vigilando las quemas al principio de la estación seca; servirán para cercar todo fuego que escape a las medidas de lucha y limitar así el daño a una zona pequeña. La regeneración de la hierba en los cortafuegos es lenta y muchos sirven para más de un año.

(d) Torres de observación: Como la rápida llegada del material de lucha contra los incendios constituye la clave de la extinción económica de los mismos, es fundamental la existencia de un adecuado sistema de observación y transmisión. Las características y la altura de las torres necesarias variarán según las zonas de que se trate. Estas torres estarán separadas de tal modo que la totalidad de la zona protegida y la mayor parte posible de terreno circundante queden dentro de la zona de observación de dos puntos por lo menos y preferiblemente de tres. Cada torre estará dotada de un buen servicio de transmisiones, contando con teléfono y un emisor-receptor de radio portátil, un par de potentes binóculos fijos y una plancheta con visor para fijar exactamente la posición de los fuegos. La altura de las torres variará con la del lugar y con la extensión de su zona de observación, pero debe recordarse que estas torres seguirán siendo necesarias cuando toda la zona esté cubierta de pinos, que probablemente tendrán más de 30,5 m. (100 pies) de altura.

Además de las torres de observación, habrá teléfonos de campaña en puntos adecuados para que cualquiera pueda denunciar un incendio. Asimismo, durante los períodos de mucho peligro, debería poder contarse con una patrulla aérea. Las patrullas de tierra para el descubrimiento de incendios deberán estar equipadas con medios para una acción inmediata y servirán también para extinguir todo foco de incendio deliberado. Sin embargo, debido a la naturaleza del país, es de esperar que las torres de observación sean más eficaces para denunciar los fuegos, por lo que tales torres deberán mantenerse a toda costa.

(e) Se prepararán, tan pronto como sea posible, mapas detallados que indiquen la posición de los cuarteles generales y de otros puntos de observación, de manera que se pueda determinar con exactitud el lugar de un incendio desde las torres de observación. En estos mapas se indicarán también todas las carreteras y cortafuegos naturales y artificiales, de modo que se pueda preparar rápidamente un plan de campaña para combatir cada fuego. Estos mapas indicarán, asimismo, todos los lugares donde pueden llenarse los tanques de agua de los vehículos contra incendios. Dichos mapas servirán posteriormente de base para un aprovechamiento planeado.

(f) El personal deberá estar adecuadamente adiestrado en el manejo del material y recibirá instrucción sobre los diversos métodos de lucha contra los incendios.

La pronta extinción de los incendios es, ante todo, cuestión de buena organización. Si la labor de preparación es completa, los cuarteles generales recibirán inmediata noticia de todo incendio y podrán rápidamente tomar las medidas apropiadas para combatirlos. Los métodos utilizados para cada incendio varían mucho según las condiciones. Para esta zona lo más útil es la proyección de chorros de agua con mangas. Debe confiarse poco en el desparramamiento de tierra sobre los incendios debido al elevado contenido de materia orgánica de la mayoría de los suelos. Las mangas para la proyección de agua pueden montarse en "jeeps" o, si la zona no es fácilmente asequible a los medios de transporte motorizados, pueden montarse en mochilas. Los encargados de la extinción de incendios deberán poder trasladarse lo más rápidamente posible por carretera al lugar del fuego. Además de este ataque directo, deberá contarse con un equipo para la remoción de tierra, transportable en camiones, por si resulta necesario contener el fuego; en los cortafuegos, cada barrera puede servir de línea de defensa. Estos cortafuegos pueden complementarse cuando sea necesario mediante quemas vigiladas, bien sean fuegos transversales o bien fuegos traseros, según las condiciones. Para asegurar la eficacia deberá disponerse de un número suficiente de mangas de mochila, mazas, palas, etc. para todo el personal extraordinario con que pueda contarse.

La cantidad de medios de extinción y de personal necesarios depende no solamente de las condiciones del tiempo sino también, y en gran manera, de la rapidez con que se denuncie el fuego y con la que los que le combaten lleguen al lugar del mismo, pues prácticamente todos los incendios pueden dominarse mediante un simple extinguidor de mochila si se llega a tiempo.

En esta zona, es innecesario el empleo de bomberos paracaidistas debido a la rapidez con que la zona puede ser atravesada por carretera. Asimismo, las bombas de agua no son muy necesarias, pero podrían ser llevadas por una patrulla aérea.

El material necesario para la extinción de incendios se describe más adelante en el subtítulo Realización del Programa.

Ordenación de las masas e investigaciones

Una vez establecidas las masas de pinos jóvenes será necesario ordenarlas con cuidado para obtener la producción máxima. La primera labor de aclareo deberá efectuarse cuando la masa tenga de tres o cinco años. A esta edad, se puede quitar de un simple machetazo la mayor parte del rebrote de pinos innecesario o las especies indeseables. Será preciso determinar la edad a la

cual los primeros árboles alcanzan un tamaño comercial en cada unidad de tierra y también determinar la densidad de árboles justamente suficiente para impedir la superpoblación a dicha edad. Es de suponer que esto varíe de un lugar a otro, pero las cifras de la edad y la densidad serán aproximadamente de 20 años y 500 árboles por manzana, respectivamente. Después del aclareo inicial, habrá que efectuar investigaciones sobre la densidad de árboles precisa para impedir la superpoblación cuando se necesite una segunda producción y la zona se corte de conformidad con ello. Este proceso podría repetirse hasta 80 años como máximo.

Estas investigaciones pueden hacerse examinando la separación de los árboles en comparación con la distancia que los separa prescindiendo de los anillos anuales. La edad en que se produce una notable reducción en el incremento de desarrollo anual indica la edad a la que se produce la superpoblación. Estos estudios pueden hacerse en Bilwaskarma, que se encuentra en el tipo de tierra Sisin sobre "suelos lateríticos rojo- amarillos" derivados de arcillas bentónicas y deberían hacerse observaciones estadísticas en un gran número de árboles separados por distancias diferentes, utilizando un perforador de árboles y haciendo mediciones cuidadosas. La aplicabilidad de estos estudios a otras unidades de tierra se puede comprobar mediante estudios de las pequeñas masas de pinos jóvenes densos que se encuentran a veces en distintas partes de las sabanas.

Análogamente se podrá determinar la edad a la que es posible la producción comercial. El examen preliminar de los ritmos de desarrollo en Bilwaskarma indica que los árboles alcanzan el diámetro requerido de 30,5 cm. (12 pulgadas) en 20 años o menos. Asimismo será posible, mediante nuevas observaciones del incremento de la altura, determinar el volumen total de madera que podrá producir una zona determinada en este período.

Estas observaciones pueden hacerse en las masas ya existentes por una serie de mediciones corrientes; proporcionarán la base para la ordenación de las masas y también los datos necesarios para proyectar la magnitud de los aserradores. Igualmente se obtendrán datos suficientes para determinar la posibilidad de establecer una fábrica de pasta de papel o, en otro caso, para indicar el incremento necesario en la magnitud de la zona protegida para hacer esto posible.

Serán necesarias más investigaciones para predecir el peligro de incendio durante un período determinado. Esto exigirá estudios estadísticos del viento, la temperatura y la lluvia en relación con la humedad del material combustible, expresándose los resultados en un cuadro numérico; también permitirá una movilización más económica de los servicios contra incendios en los períodos en que no son necesarios. Por supuesto, se deberán realizar investigaciones estadísticas sobre las varias clases de fuegos y los resultados de los diversos métodos de lucha para cada tipo. Además, se comenzarán estudios relativos al costo de plantación de árboles frondosos resistentes al fuego en amplias bandas que sirvan de cortafuegos permanentes; estas bandas pueden resultar muy bien un método económico de lucha contra los incendios.

Estos son los aspectos principales que debe abarcar la investigación en los primeros cinco años. Pasado este período, es de esperar que las masas de pino sean bastante densas, pero esto puede que entrañe mayores riesgos de incendios. Serán necesarias investigaciones de quemas experimentales para quitar la hojarasca con objeto de determinar la conveniencia de estos métodos de lucha para toda la zona.

En todo momento será necesario mantener una estrecha vigilancia en las masas en desarrollo y se harán constantemente perforaciones en los árboles para ver el ritmo de crecimiento a fin de asegurarse que el incremento de diámetro anual no es inferior a la cifra prevista por causa de la superpoblación. Este incremento será probablemente superior a 1,27 cm. (0,5 pulgadas) por año.

Un hecho muy importante que no hay que olvidar es que la vegetación climax es un monte de frondosas y que, si las masas se ordenan malamente, este monte puede transformarse rápidamente en un monte de este tipo que es de poco valor y en el que el desmonte resulta caro. Particularmente en las zonas que pueden sufrir daños por causa de los incendios durante las primeras épocas, es necesario vigilar el porcentaje de pinos y arbustos que quedan y arrancar todo exceso de arbustos mediante cortas, si resulta práctico, o, en casos más extremos, suprimiendo todos los arbustos y los pinos jóvenes mediante quemas vigiladas. En este último caso, es necesario devolver a la zona su estado primitivo y comenzar de nuevo el programa de protección. Análogamente, toda explotación se limitará de manera que se suprima el desarrollo de las especies frondosas; si éstas llegasen alguna vez a ser dominantes, sería necesario nuevamente transformar la sección del monte en que este ocurra en sabana y comenzar el proceso otra vez.

Realización del programa

El programa de desarrollo sugerido es simplemente un esbozo para indicar las posibilidades. Un programa en firme con detalle de los costos no puede elaborarse hasta que se sepa con qué medios se va a contar en un período y se conozca la magnitud del proyecto de desarrollo deseado.

Anteriormente se ha indicado que conviene que los trabajos comiencen inmediatamente en escala moderada, con el fin de adiestrar al personal y de proteger una zona de 518 km². (200 millas cuadradas) durante la estación seca de 1958. El personal necesario será, al principio, un jefe forestal, encargado de la continuación del programa. Se necesitarán por lo menos tres forestales. Para el programa del primer año este número puede que sea excesivo, pero la experiencia que adquirirían estos hombres sería inapreciable para el programa ampliado. Además, se necesitarán seis o más guardas forestales que actúen de vigías, conductores y jefes de equipo. Se precisarán también un conductor de empujadora, un conductor de tractor, un mecánico y un número muy variable de peones, algunos de los cuales serán necesarios permanentemente, en tanto que otros solamente lo serán en períodos de peligro. Aparte de esto, se requerirían los servicios de un topógrafo, preferiblemente en los primeros tiempos.

El material necesario es una empujadora, de preferencia un tractor pequeño con arado, un camión grande capaz de transportar el material preciso para el movimiento de la tierra, otro camión provisto de grandes tanques de agua, bombas y mangas, cuatro "jeeps", análogamente equipados, un equipo de transmisiones, un número suficiente de extinguidores de mochila para todo el personal posible y suficientes herramientas de mano, mazas, etc. Además, serán necesarios bastantes trabajos de construcción, entre ellos el de un cuartel general central que sirva de puestos de observación y, por lo menos, otra torre de observación. Estos puestos de observación deben escogerse principalmente con la idea de que sirvan para el programa ampliado.

Aparte de esto, sería conveniente disponer de un vehículo apropiado y del equipo necesario para comenzar un programa educativo, especialmente de

un aparato proyector de cine, de un sistema de altavoces y de abundantes carteles.

El Gobierno deberá aprobar las necesarias disposiciones legislativas antes del comienzo de la estación seca.

Todo esto, desde luego, se traduce en considerables gastos, pero estos gastos serían pequeños comparados con los beneficios que producirían al país. Posiblemente se podría destinar a estas labores personal y material de los departamentos ministeriales interesados. Se podría también solicitar el concurso de las compañías madereras. La cooperación de la Guardia en esta zona sería inestimable. Simultáneamente a la labor de preparación de la lucha contra los incendios se podrían efectuar investigaciones sobre los hechos fundamentales que serían útiles para planear el programa ampliado y también podrían prepararse mapas.

En la segunda fase del desarrollo, que comienza en 1959, se pretende proteger una zona de 2.590 Km². (1.000 millas cuadradas). Para esta fase se necesitarían como mínimo dos o tres empujadoras y un número igual de arados especiales y habría que duplicar, por lo menos, el personal y el material. Sin embargo, las necesidades definitivas se determinarán mejor por la experiencia real adquirida en los fuegos que se produzcan en la estación seca de 1958. Al final de este período, probablemente será necesario aclarar los pinos para obtener el máximo crecimiento. Esta segunda fase continuará durante cinco años. Pasado este período, se podrá determinar con facilidad el tipo de monte que se producirá finalmente y de conformidad con ello se tomarán las medidas futuras.

Es posible que el monte sea semejante a las masas más densas de pino actualmente existentes en la zona. En este caso los pinos sobrevivirán a los incendios y, si se desea, podrán dejarse madurar sin protección alguna. Sin embargo, será necesario efectuar investigaciones para determinar si la pérdida de desarrollo debida a las quemaduras de hierba es lo bastante grande para justificar un cierto grado de protección. Si ésta no es necesaria, la organización para la lucha contra los incendios podrá ampliar su zona de acción.

De todos modos, se espera que los montes de pino sean considerablemente más densos que cualquiera de los existentes en la actualidad en esta zona y ello puede que haga mayor el peligro de incendio. El tipo de incendios que actualmente hay que vigilar son las quemaduras de hierbas, pero el peligro para el monte más antiguo viene de los fuegos de copas. El ritmo de acumulación de la hojarasca constituye el factor más importante a este respecto. Es posible que la rápida descomposición de esta hojarasca haga que la cantidad de la misma sea pequeña. En Bilwaskarma hay poca hojarasca, pero este lugar puede que no sea característico de la zona debido a la recogida de leña.

Si la densidad de crecimiento de los pinos es suficiente para hacer necesaria la continuación de la vigilancia en la lucha contra los incendios, será una suerte, pues ello significará al mismo tiempo que la producción de los montes será muy superior a la estimación mínima y merecerá un aumento de los gastos. Una vez que se reconozca la necesidad de combatir los fuegos de copas, se podrán establecer planes para una ampliación gradual del material y el personal de lucha contra esta amenaza.

El período de producción se espera que se extienda de 20 a 80 años, durante cuyo tiempo se podrá efectuar una extracción continua y, si necesario, se convertirán nuevas zonas en montes nacionales. Cuando se alcance esta fase,

el servicio forestal tendrá experiencia suficiente en la lucha contra los incendios y dispondrá de datos bastantes para regular la corta con el fin de obtener una producción máxima con un mínimo de riesgo de incendios. Se habrá creado una amplia reserva para una industria del pino muy ampliada, que podrá contar así con suministros perpetuos seguros.

Aprovechamiento inmediato de las reservas de pino

Al considerar el aprovechamiento futuro de las actuales reservas de madera, hay que considerar los hechos siguientes:

(1) Una elevada proporción de los pinos que actualmente se cortan tienen una edad excesiva y su crecimiento es muy pequeño.

(2) Estos pinos viejos tienen una vida limitada y morirán por causas diversas en los próximos 40 a 50 años.

(3) En ninguna parte de las sabanas hay pruebas de que las explotaciones hechas en otro tiempo hayan ocasionado un descenso de la regeneración natural por bajo del punto necesario para la repoblación completa de la zona. Esto se debe a que los pinos se multiplican profusamente antes de alcanzar el tamaño comercial.

Por lo tanto, parece ser que no hay razón ninguna para no permitir la explotación vigilada de las reservas que quedan. Esta extracción impedirá las mermas debidas a la muerte de los árboles viejos y, al mismo tiempo, proporcionará ingresos que neutralicen el costo del servicio forestal propuesto. Sin embargo, será obligación del servicio forestal comprobar que los métodos de extracción son todo lo eficaces posible y que tales métodos son compatibles con el futuro desarrollo de los recursos de la tierra.

2. Industria del pastoreo

a) Zonas de sabana: Tipos de tierra Lecus, Sisin y Miguelbegan.

Es fundamental una mejor ordenación, con una intensiva rotación de pastoreo en pequeñas zonas cercadas para impedir que la hierba se vuelva basta durante la estación húmeda, o segar durante esta estación para fomentar el crecimiento de hierba joven. De modo experimental, se recomienda el empleo de un tractor y una segadora para probar que la siega es económica. Si es así, se eliminará la necesidad de efectuar las quemas anuales que en el pasado ocasionaban la destrucción de la mayor parte de los brinzales de pino. Deberán suministrarse complementos minerales de modo experimental a los animales para compensar la deficiencia de minerales del suelo. El mejoramiento a largo plazo depende principalmente de un suministro barato de caliza. Si se dispone de ésta, podrían hacerse experimentos de fertilización, particularmente con caliza, superfosfato, fertilizantes potásicos y fertilizantes nitrogenados, pero es de suponer que el costo de los nutrimentos principales será excesivo. En un proyecto a largo plazo, se debería intentar introducir leguminosas en los pastizales, en sistemas de ordenación que comprendiesen las quemas anuales, el pastoreo vigilado, o la siega, pero esto probablemente resultaría muy difícil. Incluso con la actual ordenación, la calidad de los pastos podría mejorarse vigilando mejor las quemas. Las sabanas bien avenadas soportan diversos tipos de pastizales, los mejores de ellos dominados por dos especies de juncos (Cyperáceas), que son idénticas a las dos especies que predominan en las sabanas mal avenadas. En

los lugares con buen avenamiento los pastizales podrían mejorarse suspendiendo la quema durante uno o dos años para permitir que las hierbas más altas cubriesen con su sombra a los juncos. Como la protección continuada contra el fuego fomentará la formación de una cubierta completa de pinos y la supresión de todo desarrollo de pastizales, sería preciso reanudar las quemas al tercer año si la zona se necesitase para pastizales. Si este programa no eliminase por completo los juncos habría que repetir el proceso de protección contra el fuego.

b) Zonas aluviales: Tipos de tierras Coco y Huahua.

La introducción regular de un barbecho de pastizales de 4 a 6 años en las rotaciones en las tierras agrícolas debe seguir a un cultivo de uno o dos años, con preferencia al barbecho arbustivo que se usa en la actualidad. Deben comenzar inmediatamente los ensayos con especies de leguminosas tales como **Centrosema** y kudzú para introducirlas en los pastizales existentes y también de las hierbas Pará, Imperial y de caña. Las cercas que rodean actualmente los terrenos de cultivo deben mantenerse durante el barbecho de pastizales para facilitar el pastoreo en rotación del ganado. En estas zonas se debe practicar el pastoreo intensivo durante una semana, seguida de 4 a 6 semanas de descanso. De este modo se mejoraría mucho la calidad del pasto, se combatirían las malas hierbas y se aumentaría notablemente la producción. La duración exacta de las rotaciones se obtendrá por experiencia. Deben realizarse aplicaciones experimentales de fertilizantes con objeto de determinar qué proporción de los mismos es económicamente factible en las actuales circunstancias. Es probable que se obtenga una buena respuesta a los abonos fosfatados. Las recomendaciones más detalladas deben basarse en los resultados de los análisis de los suelos.

3. Agricultura

El problema más importante por resolver antes de la ampliación de la producción de todo cultivo comercial en esta región es el hallar un mercado adecuado. Pueden producirse muchos cultivos, pero, debido en parte al costo del transporte, los precios que perciben los agricultores son bajos. Un mercado local lo bastante grande para atraer al capital incrementaría en gran manera la eficacia de los agricultores del país. Este mercado local podría establecerse posiblemente después de la rápida expansión de la industria del pino que se prevé como resultado del programa de lucha contra los incendios. Dicho gran mercado local fomentaría la competencia y tendería a reducir los elevados costos de los revendedores.

El Ministerio de Economía deberá investigar la posibilidad económica de crear mercados fuera de la zona, en especial para los productos siguientes: arroz, carne, leche, azúcar, queso, frutas cítricas, cacahuete, frijoles y cacao. El Ministerio deberá investigar asimismo la posibilidad de conceder un tratamiento favorable para la exportación de productos cárnicos a otros países porque la zona tiene un potencial de productos animales muy superior al que puede ser absorbido localmente y porque el envío de carne a la costa del Pacífico es limitado por la carestía del transporte aéreo.

Lucha contra las enfermedades: A causa de las abundantes lluvias, las enfermedades de las plantas y las plagas de insectos constituyen un grave problema para casi todos los cultivos. Además, como las operaciones se hacen en pequeña escala, no es fácil el asesoramiento técnico especializado, ni tampoco el suministro de fungicidas e insecticidas. Como esto limita la expansión de la pro-

ducción agrícola, el Ministerio de Agricultura deberá considerar la posibilidad de destinar un técnico más a Waspán debidamente capacitado y con medios de transporte adecuados para visitar las granjas alejadas.

Cultivos posibles.

Arroz: La mayoría de los suelos aluviales de los tipos de tierras Coco y Huahua son apropiados para la producción de arroz, pero el desarrollo futuro depende de la accesibilidad de los mercados; si se cuenta con ellos, pueden considerarse las siguientes recomendaciones:

- (a) mecanización de la producción en gran escala;
- (b) empleo del riego de poca elevación que podría cubrir inmensas zonas con poco costo;
- (c) introducción de nuevas variedades, especialmente el "arroz flotante" de Indochina, para uso en las extensas zonas de aluvión del Río Coco inferior sujetas a inundaciones; y
- (d) el empleo de abonos verdes y de fertilizantes.

Maíz: Probablemente será difícil llegar a la exportación de maíz, pero la zona debe continuar bastándose a sí misma. La producción podría aumentarse mediante la mecanización; incluso por el actual sistema de cultivo a brazo, se podrían incrementar los rendimientos por la introducción de nuevas variedades, preferiblemente por el Servicio Técnico Agrícola de Nicaragua (STAN) o alentando a los agricultores a que utilicen solamente para la resiembra las tusas de máximo rendimiento.

Frijoles: La situación es análoga a la del maíz, siendo las lluvias algo elevadas para una producción óptima y para el desarrollo de un comercio de exportación, pero la zona debe seguir siendo autárquica en este aspecto. Sin embargo, debido a sus importantes propiedades de formación de suelo, este cultivo debe figurar en casi todas las rotaciones.

Bananas: Se ha interrumpido la producción en gran escala de bananas por causa de las enfermedades y existen pocas posibilidades, al parecer, de una gran expansión de la producción. Las tierras apropiadas para el cultivo de las bananas se extienden por amplias zonas de los tipos de tierra Huaspuc, Huahua, Cabo y Coco.

Cacahuete: La lluvia es un poco abundante para la producción óptima, pero, debido al precio relativamente alto por libra, los costos de transporte no son tan limitativos, por lo que el cacahuete podrá probablemente contribuir mucho a un desarrollo inmediato. Las zonas más apropiadas para su cultivo son las partes del tipo de tierra Coco de suelos más ligeros, preferiblemente suelos franco-arenosos, pero las zonas que se elijan deben estar a salvo de las inundaciones que destruirían este cultivo.

Frutas cítricas: Las zonas bien avenadas de los tipos de tierra Lecus, Sisin y especialmente Miguelbegan, con sus suelos fuertemente ácidos, pueden producir grandes cantidades de agrios. Sin embargo, antes de fomentar el incremento de la producción por encima de las necesidades locales, sería necesario efectuar investigaciones sobre la posibilidad económica de establecer una instalación de transformación para la producción de zumos de frutas o de otros productos de exportación. Este proyecto parece efectivamente factible.

Caña de azúcar: La mayoría de los suelos aluviales de la parte superior del tipo de tierra Coco son apropiados para la producción de caña de azúcar, pero esta producción es limitada en la actualidad debido a las dificultades de comercialización. Si se asegurasen mercados adecuados se podría fomentar la producción en gran escala. Esta producción debería incorporar en la rotación un abono verde de leguminosas y los rendimientos podrían probablemente incrementarse mediante la aplicación de fertilizantes nitrogenados.

Cultivos oleaginosos: La producción de copra y de aceite de coco ofrece posibilidades de aumentar los ingresos de los campesinos que se dedican a la agricultura de subsistencia en toda la zona, incluso en las partes bien avenadas de los tipos de tierra de sabana. Aquí también sería necesario disponer de medios apropiados para elaborar toda la copra seca producida a partir de los cocoteros existentes y, al mismo tiempo, se debía fomentar la plantación de pequeños cocotales alrededor de cada vivienda.

Grandes zonas del tipo de tierra Coco son apropiadas para las plantaciones de palmera de aceite, pero estas plantaciones solamente serán realidad si se dispone de capital para establecerlas en gran escala.

Cacao: Este cultivo ofrece grandes posibilidades como principal sostén de la economía de la región, especialmente en grandes zonas de los tipos de tierras Coco y Huaspuc. En el tipo de tierra Coco son apropiados casi todos los suelos, pero los más ligeros, los suelos francos y los suelos franco-arenosos son preferibles a los suelos franco-arcillosos y a las arcillas. Es importante plantar este árbol en sitios a los que únicamente lleguen las inundaciones más excepcionales y en los que la tierra no quede cubierta por el agua durante más de dos semanas; esto, desde luego, que tampoco ocurra todos los años. En los lugares donde exista una remota posibilidad de inundación, deberán prepararse diques que faciliten un rápido avenamiento. En los terrenos suavemente ondulados del tipo de tierra Huaspuc, el cacao puede cultivarse en casi todas partes, pero preferiblemente en los suelos con texturas de suelo franco-arcilloso o más ligeras. Deberán evitarse las zonas de suelos poco profundos de un espesor inferior a 45,7 cm. (18 pulgadas) y se dará preferencia a los suelos que tienen un espesor superior a 61 cm. (2 pies).

El establecimiento de plantaciones sería probablemente un fracaso económico en la actualidad, porque los agricultores no tienen experiencia de este cultivo y necesitan asesoramiento técnico especializado en muchos aspectos del mismo, particularmente en la lucha contra las enfermedades, la elección de árboles de sombra, la poda, el empleo de abonos verdes y de fertilizantes comerciales y la preparación del producto para la comercialización.

Café: Las zonas apropiadas para el cacao podrían plantarse también de café, pero éste exigiría todavía mayores seguridades contra las inundaciones. Tendrían que vencerse problemas de ordenación análogos a los que se presentan en la producción de cacao, pero los factores climáticos limitan la producción de café a un producto de mala calidad; las variedades Robusta y Liberia y el cacao ofrecen mayores posibilidades. La zona, sin embargo, debe bastarse a sí misma en cuanto a café, pero el cultivo de éste solamente se fomentará cuando se cuente con asesoramiento especializado, particularmente en lo que se refiere a la lucha contra las enfermedades.

Cultivos de fibras: Grandes extensiones de la parte oriental del tipo de tierra Coco que permanecen regularmente inundadas durante meses todos los

años pueden resultar apropiadas para el cultivo del yute, pero la producción económica puede que no sea posible por diversas razones. Ante todo, sería necesario efectuar una investigación de los costos relativos de la mano de obra. El monopolio mundial de la producción de yute lo ejerce Bengala, debido a la baratura extrema de su mano de obra y a otros varios factores favorables. Aunque el costo de la mano de obra fuese favorable, habría que examinar los suministros de agua para ver si ésta es apropiada para el enriado de la fibra, antes de pensar en establecer plantaciones experimentales.

Aun cuando amplias zonas son adecuadas para el cultivo del abacá, la producción económica puede que no sea posible a causa de lo elevado de los costos de la mano de obra; este extremo debería comprobarse. Los árboles ceiba y balsa, que son las especies más importantes productoras de kapok, son comunes, especialmente en el tipo de tierra Coco. Estas especies podrían servir para complementar los ingresos de los campesinos dedicados a la agricultura de subsistencia si se dispusiese de medios de comercialización.

Los indios que viven en los bosques producen pequeñas cantidades de un tejido que sacan de la corteza de ciertos árboles. Si estos productos pudiesen estamparse con algún dibujo primitivo encontrarían un pequeño mercado como curiosidad turística en Managua. Este tejido se produce batiendo la corteza de diversas especies de *Ficus*, pero la abundante mano de obra que precisa limita su producción a estos indios habitantes de los bosques que apenas disponen de otra fuente de ingresos.

Caucho: Los suelos más profundos del tipo de tierra Huaspuc son muy apropiados para la producción de caucho. No debe intentarse ninguna plantación hasta que los trabajos del Servicio Técnico Agrícola de Nicaragua (STAN) demuestren que la producción de caucho es económicamente factible en Nicaragua, en cuyo caso se podrían plantar especies cauchíferas en terrenos semejantes a los recomendados para el cacao en el tipo de tierra Huaspuc.

Raíces de gran cultivo: Las raíces de gran cultivo, especialmente mandioca, boniato, taro y ñame se dan actualmente en los tipos de tierras Coco, Huaspuc, Huahua y Cabo. Existen pocas perspectivas de desarrollo de un comercio de exportación debido a lo elevado de los transportes, pero las extensas zonas de tierras apropiadas podrían aprovecharse para satisfacer las necesidades de un mercado local mucho más importante. Si el mercado local justifica la expansión, el boniato ofrece posibilidades de una producción barata por medio de la mecanización.

4. Maderas de frondosas

La zona estudiada contenía originalmente grandes cantidades de especies arbóreas que dan madera apropiada para ebanistería pero, debido a su accesibilidad, solamente quedan pequeños recursos. Todos los suministros de madera para ebanistería destinada a los aserraderos proceden de montes de acceso difícil situados al oeste del país. Puede que convenga vigilar estrechamente la explotación de estas reservas de madera, dando al uso de un número muy superior de especies más importancia que al de las pocas especies que dan madera de ebanistería de alto precio. Además, seguramente será prudente equiparar la explotación maderera al desarrollo agrícola. El de aquellas zonas que aún cuentan con buenos suministros de madera es limitado por la dificultad del acceso. Existe la posibilidad de utilizar los ingresos obtenidos de la explotación de la madera para hacer frente a los gastos de la construcción de carreteras per-

manentes. Si se piensa en un plan de fomento agrícola en gran escala, deberá aprovecharse primeramente la madera en pie y los ingresos que esto produzca deberán utilizarse para sufragar los gastos de dicho programa. Habida cuenta de la urgencia de estos planes para la supervivencia de los actuales aserraderos, estas cuestiones deberán investigarse inmediatamente.

Son comunes a lo largo de la costa las masas de mangle de magnitud moderada. Las visitadas eran densas y sus árboles alcanzaban muy bien más de 30,5 m. (100 pies) de alto, pero el diámetro de la mayor parte de ellos era inferior a 30.5 cms. (12 pulgadas) debido a la superpoblación. Estas masas constituyen una valiosa reserva de madera de construcción de buena calidad. Por lo menos las pocas masas examinadas se beneficiarían de una juiciosa explotación con aclareos cuidadosos, pero deberá evitarse la explotación en gran escala, tanto de la madera como de la leña. Estas masas son también valiosas para la producción de taninos en pequeña escala para los mercados locales.

Se están efectuando encuestas con el fin de encontrar las especies más apropiadas de *Eucalyptus* para efectuar plantaciones experimentales en la sabana, con objeto de disponer de una fuente de madera de construcción dura y de crecimiento rápido.

5. Productos forestales secundarios

El único producto importante lo da la extracción de chicle para la fabricación de goma de mascar y para la producción de caucho. El chicle se extrae de los árboles *Castilla fallax* O. F. Cook. TUNO y *Achras* sp. NISPERO. Actualmente, sólo se extrae de árboles silvestres y parece que hay pocos incentivos para la plantación. El denominado tuno alcanza hasta 21,3 m. (70 pies) de altura y se encuentra en los pisos inferiores de los montes de rebrote alto. Posiblemente podría fomentarse su cultivo desmontando otros árboles y matorrales de este piso inferior cerca de una fuente de simiente de tuno.

6. Recursos minerales

En los tipos de tierras Sisin y Lecus, existen extensos y profundos depósitos de arcilla, en muchos casos de más de 12, 2 m. (40 pies) de espesor. Se ha visto que algunas muestras de estos depósitos contienen un 25 por ciento de bauxita y otras tienen un elevado contenido de bentonita. Estos dos minerales arcillosos ofrecen posibilidades de desarrollo comercial si su pureza y abundancia son suficientes. Esta cuestión necesita ser investigada por un geólogo del Departamento de Minas del Ministerio de Economía.

**LAND POTENTIAL
OF THE
PUERTO CABEZAS-RIO COCO AREA**

JUNE 1957

I. RECOMMENDATIONS

Major Recommendations

- (1) The pine industry in the area has a life of only a further seven years due to the exhaustion of reserves. However, the potential of the area is such that the industry could be built up to have a perpetual annual income of at least US\$ 23,000,000. All that is necessary is the establishment of a small forest service concentrating on fire control. It is recommended that this action be taken immediately, due to the urgency of the pine industry requirements. With the personnel and equipment already in Nicaragua, an area of moderate size can be protected in time for the next dry season, commencing January 1958, and a more extensive program can begin in 1959. While the fire control is being carried out, routine investigations will be needed to determine the expected yields more accurately. This will permit planning for the expansion of milling facilities and will be a major factor in determining the possibilities of paper production.
- (2) As the closure of the present lumber mills will cause a major recession in the cash economy of the area, it will be necessary for the pine industry to change over to hardwoods until the new pine stands come into production. To avoid the depletion of these forests, investigations should be made to determine how maximum utilisation can be obtained, while at the same time creating the ecological condition necessary for the regeneration of a forest of equal or greater value in the future. Without these investigations, much of the value of an immense area of forest will be lost.
- (3) As the establishment of an expanded pine industry will create a greater demand for locally produced foodstuffs, plans should be made to improve the utilisation of land already in production and to facilitate the development of virgin land on the lines indicated in this report. To facilitate the optimum placement of farms, roads, etc. it is, however, recommended that detailed surveys be made in the most fertile areas; apart from avoiding considerable waste by trial and error, these surveys will also make it possible to plan the extraction of timber on land required for agriculture.

Minor Recommendations

- (1) Studies in economic statistics should be made to determine the possibility of new crops suggested for the area.

- (2) A small service for plant disease control should be established.
- (3) Numerous recommendations are given regarding suitable land use practices and crops for each land type, for example:
 - (a) large areas are suitable for cacao production;
 - (b) improvement in the grazing value of the savannah is possible by mowing or controlled burning;
 - (c) improvement of grazing on fertile land may be achieved by simple management practices and the introduction of a grass fallow instead of a forest fallow on agricultural land.
- (4) Investigations should be made on the resources of clay minerals, which appear adequate to support a major industry in the area.

II. INTRODUCTION

The area surveyed, designated for convenience the Puerto Cabezas-Río Coco area, lies between latitude 14° and 15° N and longitude 83° and 85° W in the north-east corner of Nicaragua, running from Puerto Cabezas to the Río Coco. In area it is approximately 5,200 sq. miles (13,300 sq. kilometres). The area is served by two rivers originating outside the region, the Río Coco and the Río Huahua, and by many smaller rivers which arise within it.

People

It is estimated from the 1950 census that the population is about 18,000 (over 3,500 in Puerto Cabezas, 800 in Waspan and the majority of the remainder scattered along the Río Coco, including the towns of Lemus and Cabo Gracias a Dios). The population to the south of the Río Coco is mainly near the coast. Inland, there is only one town of moderate size, Sisín; the rest of the area is very sparsely settled.

Access

The present access to the area is very good. The Standard Fruit and Steamship Company's pier at Puerto Cabezas, although in an open roadstead, provides suitable facilities for a considerable traffic in ocean-going ships. It also serves local craft trading to Cabo Gracias a Dios, Waspan, Prinzapolca, Alamicamba, Bluefields and other ports.

Puerto Cabezas is linked to Lemus and Waspan by a good all-weather gravel highway, but there is also a network of logging roads, some in first-class condition; these roads cover most of the area of the savannah south of Bismona, and in addition another road runs from Lemus where the Río Coco is crossed by barge, to Ahuasvilla. Only major roads are shown in the accompanying map and their position is often very approximate. As the savannahs are very suitable for road making, having a gentle topography and ample gravel, all-weather roads can be made quickly and relatively cheaply. The area on the south side of the Río Huahua is not now served by roads, but if occasion demanded the Río Huahua could be crossed by barge and this area would then be accessible. The roads in other parts of the area are very different; the swamps near the mouth of the Río Coco are, of course, impassable, while the cost of construction

and maintenance of roads through the forest in the west is very high. For this reason, the few logging roads made through the forests have been abandoned and have disappeared.

River traffic is most important, particularly on the Río Coco, which is navigable by barge up to Ahuasvilla throughout the year, and is also used by a variety of small-powered boats and canoes. River traffic is only of minor importance on the Río Huahua, and of no importance on other streams.

There are two commercial airports, Puerto Cabezas and Waspan, which have regular services to Managua and other parts of the country. Several emergency air strips exist and others could easily be made.

Access to and within the area has been discussed at length, since the ease with which the savannah can be crossed by road and the navigability of the Río Coco will certainly play an important role in developing the surrounding country.

Economy

Although employing only a small proportion of the people, the pine industry is the outstanding source of income for the whole area. Only one Company, the Nicaraguan Long Leaf Pine Company is at present operating, with mills at Puerto Cabezas and Lemus. This company reported its annual production verbally as 20,000,000 board feet, predominantly pine. Total Nicaraguan production of timber for 1955, as reported by the National Bank, was 37,000,000 board feet, valued at US\$ 3,500,000. Accordingly the annual output on this one company must approach \$ 1,800,000. A proportion of this money is paid to local workers and through them to shopkeepers and farmers in the area who supply food to the mill workers and their families. The company provides practically the whole cash income of the towns of Puerto Cabezas and Lemus, and indirectly most of the cash income of the remainder of the people in the area.

Other sources of income are limited; the largest source is from the collection of gum for Chiclets, from *Castilla fallax* O. F. Cook and *Achras* sp., reported by Mr. Kerr, the only trader, as being worth C\$ 1,000,000 annually (US\$ 143,000). Sales of other products outside the area are slight and include meat and milk products, air freighted to the mines at Siuna and Bonanza, and rice, bananas and some beans which are exported by ship. Although the income from exported food products is small, the area is almost self-sufficient in food. The majority of workers not employed by the timber company are engaged in subsistence agriculture, or work on the larger farms which supply the timber workers with food.

Education

The Ministry of Education is vigorously developing a Pilot Project on Fundamental Education in the most densely settled part of the area, along the Río Coco. This project with its many-sided attack on the problems of education in their broadest sense will play an important part in fitting the people to play an active part in future development of the area.

III. FUTURE DEVELOPMENT

When pine exploitation ends in seven years time, the economy will de-

pend largely on a successful change-over to hardwood exploitation. Extraction of this hardwood could well prove to be far less profitable over a long period than that of pine, and there is a strong possibility that the mills will be forced to close in 20 years time. Although the lumber industry could conceivably be replaced by oil, mineral or agricultural development, it must be recognised that, unless action is taken now, the economy will be seriously disrupted when this occurs.

Although the cost of the fire control and stand management to maintain the pine industry indefinitely at its present rate of production is only small, it will take 20 years for this protection to produce merchantable pine; action should therefore begin as soon as possible. If this is done, the agricultural development will proceed at its present steady, if somewhat slow, pace.

An alternative, which involves considerably more expenditure and some reallocation of population would be to convert the whole savannah to pine forest through fire protection. This would provide, at a conservative estimate, ten times the present production, if extracted on a permanent basis, and the pine industry could have a gross annual production of at least US\$ 20,000,000. If such an industry were established, it would create a local market of inestimable value for agricultural development. The fertile lands of the Coco and Huaspuc Land Types could easily supply almost all the food supplies of an expanded pine industry. The size of this market would attract both capital and the necessary technical and commercial facilities so essential to build up local production to the point where the large-scale export of agricultural products is feasible.

In other words, because of the ease with which the infertile pine savannah can be developed, it can provide the key to the development of the surrounding fertile lands and in time it may be expected that the value of production from these fertile lands will exceed that from even a fully expanded pine industry.

IV. CLIMATE

Rainfall

Climatic records are available from only one station in the area, Puerto Cabezas. However, records are known to have been kept for Waspan by the Standard Fruit and Steamship Co. and for Cabo Gracias a Dios by the National Observatory, Cuba. It is hoped to obtain these figures, but it is not expected that they will make any major change in the knowledge of the climate. The figures for Puerto Cabezas can be taken as typical, as there is little topographic change to influence rainfall, and the figures in general agree with those from Siempre Viva, El Gallo and Bonanza, all a short distance from the surveyed area.

TABLE I: **AVERAGE MONTHLY RAINFALL** (in inches)

Months	Siempre Viva (1939-52)	El Gallo (1927)	Benanza (1939-52)	Puerto Cabezas (1927-50)
January	7.91	7.32	5.76	7.92
February	4.43	2.74	3.69	3.37
March	1.91	1.67	2.27	2.41
April	1.81	1.19	2.55	1.97
May	10.13	6.85	11.03	8.04
June	15.62	16.98	19.86	18.03
July	17.25	20.93	16.57	17.42
August	13.63	17.94	13.27	15.41
September	13.13	14.83	12.78	15.81
October	10.07	14.52	11.69	14.73
November	9.20	8.08	8.62	13.53
December	10.28	10.17	9.04	11.09
	115.37	123.22	117.13	129.73

It can be assumed that the rainfall of the whole area averages over 120 inches year with only 3 months that can be classed as dry, having less than 4 inches of rainfall. Of these 3 months, only one has less than 2 inches, when physiological stress on plant growth could be expected. This rainfall is often highly localised in thunderstorms and is variable from year to year. However, it is expected that over a period the rainfall throughout the area is approximately equal. The extremes of the Puerto Cabezas record are 94 and 184 inches, but this variation is not greater than in other areas with a similar climate and on a percentage basis is much less than the variation in the drier areas of Nicaragua.

Temperature

The average temperature of the whole area is approximately 80° F with little variation throughout the year. As no part of the surveyed area is higher than 1000 feet elevation, changes in temperature due to elevation are negligible.

Wind

A feature of the climate is the occasional hurricane. Although rare compared with other parts of the Caribbean, they have on occasion caused considerable damage to property and crops. Hurricanes are also responsible for the wind-throw of many pines in the open savannahs. Aged trees attacked by termites are particularly susceptible.

Discussion

The climate can be classed as humid tropical, with a marked, but not severe dry season. Such a climate is almost optimal for plant growth, but also for fungal and bacterial growth, and for soil processes. Typically the vegetation in such a climate is a tall dense evergreen rainforest, even on very infertile soils. Although the soils in such a climate are often of great depth, they are heavily leached of nutrients; unless the parent rock is rich in bases, fertilizers are necessary when the land is cropped for any period. The combination of high tempera-

tures and moisture provides ideal conditions for fungus diseases and adequate control measures are essential. Moreover, while conditions are ideal for maximum plant growth, only a limited number of crops of world commerce are adapted. In addition, crops have to face strong competition from the rapid growth of native weeds, which also find conditions optimal for growth.

The climatic influences are most important when considering future development, for no large-scale production can be successful without adequate measures for controlling diseases and weeds and for the building up of soils.

V. LAND TYPES

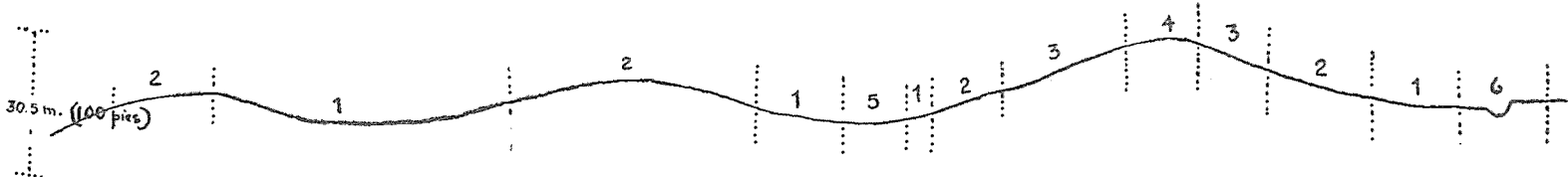
In classifying land for agricultural and forestry use, it is usual to classify and map both the soil and vegetation and often also the geology of the area. In deciding on land use, however, it is necessary to consider these aspects together with the topography, drainage and other factors before making any decisions on the optimal use of any particular site. There is frequently a close relationship between the various factors of the environment, which can be seen only with difficulty on separate maps, and there may also be an intimate mixture of soil and vegetation types associated in a topographic pattern, which cannot be mapped separately on a practical scale. For these reasons, the system of mapping by Land Types has been adopted. These land types normally coincide with major geological or geomorphological units, and have recurring patterns of vegetation, soils, geology, etc., which can be conveniently mapped and described. For convenience in description, the land types are subdivided into Land Units and the topographical relationships of these units are shown on a diagram in cross section. A description is given of the topography, soils, vegetation, drainage and land use, for each Land Unit. The objective is to put on one page detailed information of the environment for each area mapped. In this way it is possible to give information which would otherwise need three separate maps, and at the same time to stress the inter-relationships of the various factors of the environment.

More detailed information than that given in the Land Type tables may be obtained by reference to the detailed sections of the report.

No. 1. LECUS LAND TYPE (1,750 sq. miles)

Location and General Description	The higher and more strongly rolling section of the savannah lands both north and south of the Rio Coco.				
Geology and Geomorphology	Part of the Pleistocene and Pleiocene deposits, predominantly of quartz gravel conglomerates, but underlain by slightly older deposits of bentonite clay. The area has undergone moderate dissection, both marine and aerial.				
Land Unit No.	1	2	3	4	5
Topography	Flat and rounded ridge tops and slopes.	Lower ridge slopes and valley bottoms.	Low lying valley bottoms.	Ridge slopes or tops.	Small flats along major streams.
Cross Section of Land Units					
Relative Area	Very Large	Large	Very small	Very small	Small
Soils	Gravel surfaced "Red-Yellow Latosols" with a shallow black loam topsoil, gravel sub-soil.	"Red-Yellow Latosols" with a moderately deep black loam topsoil. Gravel layer buried by soil creep.	Grumosols and Humic Gleys with a deep organic topsoil, grey clay subsoil often mottled red.	As Land Unit 1.	Deep deposit of "Red-Yellow Latosols" with little gravel.
Vegetation	Pine savannah. Pine trees most frequent in Unit 1, least frequent in Unit 3. Ground layer most frequently with grass, dominant in Unit 1, sedges most frequently dominant in Unit 3.			Small stands of hardwood, mangoes frequently common.	Low hardwood forest and woodland <i>Vochysia hondurensis</i> - <i>Xylopia frutescens</i> association.
Drainage	Good	Fair	Bad	Good	Good to Bad
Land Use	Readily developed for pine or pasture production or both.			Only suitable for local firewood supplies.	

No. 2. SISIN LAND TYPE (1,100 sq. miles)

Location and General Description	The lower lying and more gently rolling sections of the savannahs, particularly frequent near the coast and the two major rivers.					
Geology and Geomorphology	Predominantly deposits of Pleiocene bentonite clay sediments, occasionally overlain with gravel conglomerate and with rare basalt outcrops (Unit 4).					
Land Unit No.	1	2	3	4	5	6
Topography	Low slopes and floors of low valleys.	Higher slopes and small rises.	Tops of small rises and small hills.	Small hills	Low lying depressions.	Small flats along major streams.
Cross Section of Land Units						
Relative Area	Large	Large	Medium	Very small	Very small	Small
Soils	Grumosols and Humic Gleys; deep black, organic or peaty loams over grey clay.	"Red-Yellow Latosols" with a deep organic topsoil and a grey clay subsoil, generally strongly mottled.	"Red-Yellow Latosols", organic topsoil, strongly red mottled subsoil.	Very shallow, eroded Brown Latosols, mixed with gravel.	Grumosols and Humic Gleys. Brown clay topsoil, grey clay subsoil.	
Vegetation	Pine savannah. Pine trees most common in Units 3, 4. A little less frequent in Unit 2 but infrequent in Unit 1. Sedges abundant in ground layer of Unit 1 and very common in Units 2, 3, 4. Grasses very common in Units 3, 4, common in Unit 2, rare in Unit 1.				Low hardwood forest and woodland, <i>Calophyllum brasiliense</i> - <i>Vochysia hondurensis</i> association.	Low hardwood forest and woodland, <i>Vochysia hondurensis</i> - <i>Xylopia frutescens</i> association.
Drainage	Bad to very bad	Fair to Bad	Fair	Good	Bad	Bad
Land Use	Readily developed for pasture or pine production.				Suitable only for local firewood production.	

No. 3. MIGUELBEAN LAND TYPE (60 sq. miles)

Location and General Description	The transition zone between the typical savannah land types and the forests of the Huaspuc Land Type. Forms a narrow zone 0-10 kms. in width, running south from Río Coco.				
Geology and Geomorphology	Predominantly Pleistocene and Pleiocene gravel and clay deposits, with those small areas of basalt invaded by savannah (Land Unit 5). General topography ranging from flat to steeply sloping.				
Land Unit No.	1	2	3	4	5
Topography	Gently to strongly rolling.	Flat to strongly rolling.	Predominantly on steeper slopes.	Flat to gently rolling.	Predominantly strongly rolling.
Cross Section of Land Units					
Relative Area	Very Large	Medium	Medium	Large	Medium
Soils	Gravel "Red-Yellow Latosols", usually with a deep brown loam topsoil.	Similar soils to hardwood stands of the Lecus and Sisin land types but topsoil usually deep brown loams, rarely black.		"Red-Yellow Latosols" and Grumosols and Humic Gleys formed on bentonite clay. Topsoil brown or black loams, clays or peat.	Eroded Brown Latosols. Topsoil brown loam, grey clay subsoil often present.
Vegetation	Pine savannah. Pines vigorous and dense. Ground layer often of tall palatable grasses, but also patches of short grasses and sedges.	Low hardwood forest. <i>Calophyllum brasiliense</i> , <i>Vochysia hondurensis</i> and <i>Vochysia frutescens</i> associations.	Tall young secondary forest. <i>Dialium guianense</i> COMENEGRO and <i>Licania platypus</i> ZON-SAPOTE common.	Pine savannah. Pines frequent. Ground layer very frequently tall grasses but sometimes with sedges or short grass.	Pine savannah. Pines frequent. Ground layer often of <i>Dicranopteris flexuosa</i> fern, sometimes tall grass, short grass or very rarely sedges.
Drainage	Good to fair	Good to bad	Good to fair	Bad to fair	Good
Land Use	Units 1 and 4 produce higher quality pastures and pines than either the Lecus or Sisin Land Types but require more careful management. Unit 5 requires vigorous treatment (by fire) to remove fern layer before utilizing for pastures or pine. Units 2 and 5 suitable only for lumber or firewood, not recommended even for subsistence agriculture.				

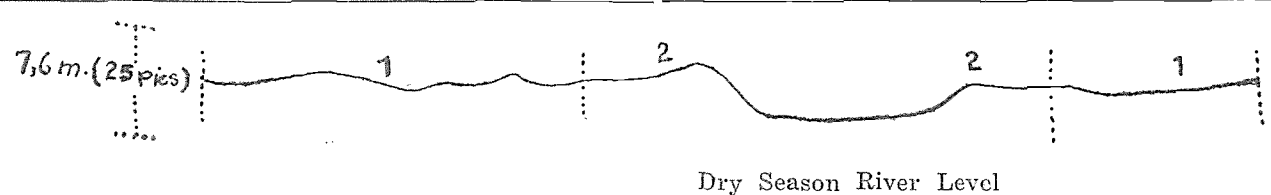
No. 4. HUASPUC LAND TYPE (750 sq. miles)

Location and General Description	Occurs on the western boundary of the surveyed area, only small extensions found to the north of the Rio Coco. This type probably extends with little change for a great distance to the west of the surveyed area.
Geology and Geomorphology	Basalt hills, mostly below 500' elevation of roughly uniform elevation; probably an old submarine plain. Following uplift, the area has undergone moderate to strong dissection by numerous small streams.
Topography	Moderate slopes very common, but there are large areas of nearly flat land, and also large areas of steep ridges.
Cross Section of Land Units	
Soils	Brown Latosols. Topsoil predominantly brown clay loam, sometimes clay, over decomposing rock. Topsoil most commonly 12-18" deep, but in large areas they are 2' in depth and in small eroded areas they are less than 6" in depth. In addition there is a moderate extent of soils with a brown clay loam or clay topsoil, 2' in depth, with a grey clay subsoil formed from weathered basalt.
Vegetation	A band (5-10 km. in width) of secondary forest and young regrowth extends along the eastern boundary of the type. Beyond this is the commencement of the mature evergreen rainforest of central Nicaragua.
Drainage	Very good to fair.
Land Use	Suitable for intensive agriculture; besides subsistence crops of maize, beans, rice and root crops, the area is suitable for plantations of cacao, bananas, coffee and rubber. Tuna, nispero and hule grow intensively in the secondary forest. The secondary forests have a large reserve of lower grade timbers and the mature forests, at least in their more inaccessible sites, have a good reserve of cabinet timbers.

No. 5. COCO LAND TYPE (250 sq. miles)

Location and General Description	Rio Coco alluvium extending on both banks of the Rio Coco for most of its length, up to 20 kms. wide in the west of the area, and as narrow as a few yards near Cabo Gracias a Dios; average width 5-8 kms.			
Geology and Geomorphology	Recent alluvium derived largely from basic igneous rocks but with a proportion derived from acid igneous and metamorphic rocks.			
Land Unit No.	1	2	3	4
Topography	Almost flat with occasional gentle slopes.			
Flooding	Large areas practically flood free, small areas flooded for short periods in exceptional years.	Small areas flood free. Large areas flooded during exceptional years, small areas regularly flooded.	Almost all of the area regularly flooded in some places up to 6 months each year.	Lower lying areas flooded each year. Other areas occasionally flooded by fast flowing water.
Cross Section of Land Units	River Level Dry Season			
Geographic Distribution	West of Lemus	Lemus to Kum	Kum to Cabo Gracias a Dios	Scattered throughout length of river.
Relative Area	Large	Large	Medium	Small
Soils	Brown alluvial soils, up to 40' in depth. Most common texture of surface soils: Unit 1, sandy loam, clay loam, silty clay; Unit 2, sandy loam, sandy silty loam, clay loam; Unit 3, clay, clay loam, sandy clay loam.			River gravel covered by an increasing depth of alluvial clay loam or clay.
Vegetation	Largely crop and pasture land, regrowth and secondary forest with <i>Guadua amplexifolia</i> (bamboo), <i>Ochroma</i> <i>Lagopus</i> common. Small areas of mature rainforest.			Numerous young seral communities.
Drainage	Good to fair			Good to bad
Land Use	Areas free from flooding suitable for grazing and wide range of crops, incl. rice, beans, maize, bananas, cacao, coffee, peanuts, sugar cane and root crops. Large areas in Unit 3 largely suitable only for grazing.			Suitable only for rough grazing.

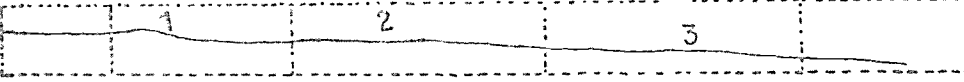
No. 6. HUAHUA LAND TYPE (250 sq. miles)

Location and General Description	The recent alluvium of the lower course of the Rio Huahua. It was not possible to visit enough sites to obtain a more accurate description.	
Land Unit No.	1	2
Topography	Flat with a few small creek channels.	Flat.
Cross Section of Land Units	 Dry Season River Level	
Relative Area	Very large	Large
Soils	Shallow, brown alluvial soils, generally clay.	As 1, but lighter textured topsoils more frequent.
Vegetation	Secondary Forest. <i>Carapa guianensis</i> and <i>Calophyllum brasiliense</i> common. Much low forest and young regrowth.	
Drainage	Fair to Very Bad	Fair to Bad
Land Use	Moderately suited for a wide range of crops, including beans, bananas, root crops, particularly on lighter textured and better drained areas of Unit 2. Both units suitable for large scale rice production, particularly if supplemented by low-lift irrigation.	

No. 7. BISMONA LAND TYPE (870 sq. miles)

Location and General Description	In this land type have been grouped all freshwater and brackish swamps. They occur most predominantly on either side of the alluvial strip along the lower Rio Coco, and along other streams entering the sea. A very great diversity of both permanent and seasonal swamp patterns can be observed in aerial photographs, but although ecologically very interesting these are economically unimportant and little time was available to study them.
Geology and Geomorphology	Recent alluvium sometimes derived from basalt but often from acidic Pleistocene deposits. Topography uniformly flat or with imperceptible slopes.
Cross Section Diagram	
Soils	Both mineral and organic swamp soils. The mineral soils found only on small areas near the margins of the type are heavy grey clays sometimes strongly mottled red. The peat soils are often extremely fibrous and may be of great depth, certainly over 2 metres, and have a very uneven surface.
Vegetation	Vegetation ranges from herbaceous to forest types. In forests <i>Erythrina glauca</i> is often completely dominant, and may occur on peat or mineral soil. <i>Annona glabra</i> is a common tree in woodlands on brackish swamps.
Drainage	Very bad throughout, flooding conditions very variable from site to site.
Land Use	Immediate prospects nil. If land pressure ever approaches that of South East Asia then the draining of these swamps for rice production might be considered.

No. 8. MANGLE LAND TYPE (40 sq. Miles)

Location and General Description	The mangrove swamps along the coast from Tuapi to the north of Cabo Gracias a Dios. It is probable that due to time limitation many mangrove types have not been seen.		
Geology and Geomorphology	Recent alluvium, predominantly marine deposits. Topography flat or imperceptible slopes.		
Land Unit No.	1	2	3
Cross Section of Land Units	High Tide Level 		
	Low Tide Level 		
Relative Area	Large or Medium	Large	Open sea Tidal Stream Large
Soils	Saline swamp soils, black sandy loam.		
Vegetation	Avicennia nitida Jacq. association PALO DE SAL, MANGLE NEGRO.	Laguncularia racemosa (L.) Gaertn. association "MANGLE BLANCO".	Rhizophora mangle L. association MANGLE COLORADO.
Drainage	Bad	Bad	Very bad
Land Use	Solely suitable for lumber and firewood. Not sufficient areas to contemplate tannin extraction except for local markets.		

No. 9. CABO LAND TYPE (130 sq. miles)

Location and General Description	The extensive system of low coastal sandhills extending north along the coast from Tuapi.			
Geology and Geomorphology	Beach sandhills deposited during recent advances of land over sea, overlain by river alluvium in Unit 1. Sand predominantly silica.			
Land Unit No.	1	2	3	4
Topography	Gentle rises and hollows adjacent to the Rio Coco.	Small rises.	Small hollows.	Coastal beach.
Cross Section of Land Units				
Relative Area	Large	Very Large	Large	Moderate
Soils	Brown clay alluvial soil up to 2' deep in hollows and less than 6" deep on rises, overlying deep orange Sandy Soils and Regosols.	Deep orange or brown with orange mottlings Sandy Soils and Regosols. Sometimes with a black loamy sand topsoil.	Black organic loamy sand topsoil over grey sand.	Beach sand.
Vegetation	Much crop land and regrowth, small stands of forest. <i>Erythrina glauca</i> common.	Much crop land and regrowth. Small stands of beach woodland. <i>Coccoloba</i> <i>Uviger</i> a- <i>Hibiscus tiliaceus</i> association.	Degenerate swamp forest. <i>Calophyllum brasiliense</i> association.	Numerous seral beach communities leading up to beach woodland <i>Coccoloba</i> <i>Uvifera</i> - <i>Byrsonima crasifolia</i> association.
Drainage	Fair to bad but inundated by several feet of riverwater for up to 6 months yearly.	Very good to fair.	Bad to very bad.	Excessive to fair.
Land Use	Suitable for a wide range of crops and pasture but for 6 months yearly only. Possible for "floating rice" and jute.	Moderately suited for a wide range of crops largely at subsistence level.	Only suited for local firewood supplies.	Recreation. Wild fruits (<i>Icaco</i>).

VI. GEOLOGY AND GEOMORPHOLOGY

It is possible to describe only briefly the geology and geomorphology (physiography) giving emphasis only to those aspects which affect the formation of the land types and are therefore important in a consideration of land use. Acknowledgement must be made to Mr. W. West, Geologist of the Gulf Oil Company and resident of Puerto Cabezas, for helpful discussions and particularly for information on the potentialities of the bauxite and bentonite deposits.

Basic igneous rocks

These rocks are the parent material for all units of the Huaspuc Land Type; Unit 4, Sisin Land Type and Unit 5, Miguelbegan Land Type. They are also the parent material of much of the alluvial soils of the Coco, Huahua and Cabo Land Types. Because of their high base status, weathering usually produces very fertile soils, but under the prevailing humid climatic conditions a high percentage of the base nutrients is lost by leaching, or locked up in the vegetation.

The basic rocks occur largely on the western edge of the area surveyed, and are part of the tertiary volcanics of Nicaragua which extend almost continuously to the settled areas of the Pacific Coast. The only type encountered was basalt, but other basic rocks may well occur. The area of basic rocks consists of an old peneplain, or submarine plain, which has undergone moderate dissection since being uplifted. In addition to this old plain, where all ridge tops are of roughly the same height, there are a few outstanding hills up to 1,000 feet in elevation just outside the surveyed area.

Sedimentary rocks

a) Limestone: No limestone occurs within the surveyed area, but extensive limestone deposits reported well to the west of Miguelbegan may prove to be important in the future as a source of agricultural lime.

b) Pleistocene and Pleiocene sediments: These cover most of the surveyed area, Land Types Lecus, Sisin, and Miguelbegan. At Sandy Bay they are reported by an oil drilling team to be over 6,000 feet deep, but many river cross-sections on their western boundary show that these deposits are here sometimes less than 20 feet deep.

Two main types are visible in the surface sections. The uppermost consists of coarse poorly consolidated conglomerates, consisting largely of silica gravels with some iron concretions. Occasionally, however, small water-worn gravel pieces of basic igneous rocks are found. These gravel beds are almost certainly laid down under the sea, probably during the Pleistocene age, and consist of material brought down to the sea by torrential rivers draining the Nueva Segovia section of Nicaragua and the similar areas of granitic rocks in southern Honduras. Following their deposition in the sea, these sediments, probably underwent sorting and much of the finer material was removed. The remaining sediments, consisting largely of resistant silica, were consolidated over a long period of time and, following uplift of the whole region, have since undergone slight dissection.

The gravel beds are relatively thin; nowhere have deposits of more than 70 feet depth been seen, generally less than 20 feet. Underlying the gravels are extensive and deep deposits of bentonite clay, which have been formed by

marine deposits of acidic volcanic ash during a period of great volcanic activity in the Pleiocene age; large areas are exposed on the surface.

Mr. West reports that, on casual inspection, these bentonite clays appear fairly pure and may prove extremely valuable as mud for oil drills. This matter needs investigation to prove whether there is enough relatively pure bentonite to warrant commercial exploitation. Mr. West also reports that an interested party, untrained in geology, had forwarded a sample to an overseas laboratory for analysis; this was low in bentonite but did contain 25 per cent bauxite. Although this is not commercial purity, it is a very high figure for a random sample and indicates that a qualified geologist may well find bauxite in commercial quantities.

The bentonite clay deposits vary greatly in depth. At Bragmans Bluff, just north of Puerto Cabezas they are 80 feet deep, and are here underlain by a sandstone deposit. On exposed sections along the Rio Coco, where they may rest on alluvial sands or gravels, or directly on basaltic rock, the deposits are always less than 40 feet in depth.

Both the conglomerate and the bentonite clays consist of very acidic minerals high in silica or aluminium with little reserve of bases. As a result, soils derived from these sediments are very acidic and very poor in bases and are consequently most infertile.

Recent sediments

a) Alluvium of the Rio Coco: The great volume of water carried down by the Rio Coco also carried immense quantities of soil in suspension, and of gravel along its bed. Flood waters have deposited numerous layers of material along the banks, Land Type 5, Coco; these vary greatly in depth and texture depending on the severity of the floods. Near the mouth of the river, floods have resulted in a deposition of alluvium over small coastal dunes. Cabo Land Type, Unit 1.

The Rio Coco drains a very large area, most of which consists of basic igneous rocks. Its alluvium therefore contains a high proportion of clay and silt rich in bases and is therefore fertile. The coarse sands and gravel derived from the acidic rocks of Nueva Segovia are mostly carried along on the stream bed and only the finer sands are deposited in floods, when they serve to lighten the texture of the resulting soils.

b) Huahua alluvium: Being a much smaller stream than the Rio Coco, the Rio Huahua has not built up such deep deposits of alluvium along its banks, Huahua Land Type.

c) Coastal deposits: The whole of the coastline north of Tuapi is advancing due to the deposition of sediments, predominantly sand, brought into the sea by the Rio Coco. These are usually laid down in a system of sand dunes which are small, parallel rises separate by poorly drained sandy depressions. The southward extension of this system of sandhills has cut off a series of coastal lagoons, which are slowly filled up by silting from the small streams draining into them. Between Tuapi and Puerto Cabezas the sea is advancing on the land and has formed a wave-cut cliff up to 150 ft. in height. South of Puerto Cabezas, alluvium from the Rio Huahua is causing slight advances of land over sea.

VII. SOILS

The soils have been classified into seven main groups, with considerable variation within each group. The main factors responsible for this variation are the different types of parent material, and the drainage of the site. Some twenty soil samples have been collected from the most important types with analysis by the Servicio Técnico Agrícola de Nicaragua.

"Red-Yellow Latosols"

Ocurrence: These soils cover the greatest extent of any soil group in the area and occur in Lecus Land Type, Units 1, 2, 4 and 5; Sisin, 2 and 3; Miguel-began, 1, 2, 3 and 4. They are called "Red-Yellow Latosols" only for convenience, for they do not correspond to any of the main groups of tropical soils. They are formed on either the Pleistocene gravels or Pleiocene clays and cover the whole area of these deposits which are moderately to well drained. They are not found on any other parent material in the area or in low lying badly drained sites.

Profile: The typical profile consists of four layers:

Inches	
0-4	 black sandy loam
4-9	 brown clay loam
9-18	 yellow clay
18-40	 red clay with grey mottling

The soil profile is very variable. The black topsoil may be absent or up to 12 inches deep and varies in texture from peaty loam to clay loam. The brown layer may be absent or up to 2 feet in depth. The colour varies from grey brown to brown and texture from loam to clay. The orange layer is usually present and along stream beds may be up to 5ft. thick (Unit 5, Lecus Land Type). The subsoil is extremely variable depending on the parent material and drainage. Over large areas it is red gravel with grey mottlings; other common types are grey clay, with or without red mottling or concretions, and some times red clay without mottling.

The amount of gravel is very variable throughout the whole profile depending on the parent material and soil creep. Frequently there is a layer of white gravel on the surface which is rather like a desert pavement and covers the ground between the tufted grasses. On lower slopes this layer is sometimes buried to a depth of 6 inches or more by a layer of black organic loam deposited by soil creep. Gravel is generally absent or of minor importance in the black topsoil, but in profiles derived from Pleistocene gravels it dominates all other layers. This gravel consists largely of silica, but there is a small proportion of iron concretions and occasionally some basic igneous rocks. Although these soils are predominantly covered by savannahs, they also occur under hardwood forests. Under forest the only change in the profile is that the topsoil is usually brown, not black, but it is also high in organic matter.

The most important character of these soils is the high acidity of the whole profile, due largely to the poor parent material. Although the surface soil has a high organic content, it is largely devoid of nutrients. The acidity and the hot humid climate cause a high solubility of iron and aluminium compounds which migrate down the soil profile. The orange and red colorations are due to ferric

iron deposited under well-drained conditions, while the grey colour is due to ferrous iron formed under waterlogged conditions. The frequent mottling is an indication of the fluctuating water table in the subsoil.

Fertility: These soils are almost certainly deficient in all important mineral nutrients, and must be classed as most infertile. They have, however, a high organic content and probably a high total amount of nitrogen, much of which, however, would be unavailable due to the high carbon-nitrogen ratio. Without fertilization, the soils are suitable only for acid-tolerant crops such as citrus. The application of mineral fertilizers is not likely to afford much improvement, since, because of the high acidity, these nutrients would be rapidly converted to an unavailable form. Before any nutrients can be added it will be necessary to reduce the acidity by liming, of the order of 4,000 lb. per manzana, an excessive rate which is not likely to be economic in the near future. However, these soils produce both palatable grass and fine timber. Because of the low nutrient status of the soil, the nutrient value of the grass is also probably low, but they are not as coarse as untended grasses on more fertile areas.

Grumosols and Humic Gleys

Occurrence: These soils are found in Lecus Land Type, Unit 3; Sisin, Units 1, 5 and 6; Miguelbegan, Units 2 and 3, and are the second most extensive soils in the surveyed area. They are very common in the humid tropics of both the Old and the New World and are formed in semi-swamp conditions in a hot humid climate. These soils occur only on the Pleistocene and Pleiocene sediments, where they cover all the poorly drained sites. Under very swampy conditions they merge with other hydromorphic soils, and under better drainage they may integrate with the Latosols.

Profile:

Inches

0-13		black peaty clay
12-36		grey clay

Variations in the topsoil are largely associated with the degree of drainage impediment and the subsequent build-up of organic matter. Over large areas the amount of organic matter is so high that the soil can be classed as a black amorphous peat, reported to be suitable for burning when dry. Other topsoils include peaty or organic loams, clay loams, and fine sandy loams, usually devoid of gravel and from 3 inches to over 2 feet in depth.

The great majority of subsoils are grey clays, but where the topsoil is shallow there is a high percentage of orange or red mottlings indicating occasional dry periods in the subsoil. Gravel subsoils are not common, because the gravel deposits are usually at a little higher elevation and are well drained. However, one site with a gravel subsoil was found where the topsoil was deep black peat and the subsoil consisted entirely of white silica particles of approximately uniform size. In some small lowlying areas, erosion has resulted in a succession of buried soils.

Grumosols and Humic Gleys may have savannah vegetation, usually with sedges dominant. Some areas, however, carry hardwood vegetation; on such sites, the profiles are similar, although the topsoil is usually a brown or dark brown organic loam and peat is rare. In the savannah areas there are a few well defined small streams, the drainage water spreading over a wide area

and causing more rapid organic accumulation. In the forest areas the streams are usually confined to their beds and the rate of peat formation is slowed up.

Some important characteristics of these soils are high acidity, very high organic content and poor drainage.

Fertility: These soils have a similar high acidity to that of the "Red-Yellow Latosols" and accordingly are also classed as most infertile. In addition, the soils are too badly drained for most crops. There is the possibility that, because of the high organic content, they could be developed for truck cropping in a similar manner to the "Muck" soils of Florida. This would involve drainage and the application of fertilizers almost to the point of hydroponics; there would appear to be no justification for such investment, at least for a long time to come.

In their present state, these soils are suitable only for pasture or pine production. Because of the higher percentages of sedges in the pasture, they are not as suitable for pasture production as the "Red-Yellow Latosols". The slow regeneration and annual growth rate of pines makes them less favorable than the "Red-Yellow Latosols".

Hydromorphic Soils

Occurrence: All the soils of the fresh water swamps have been placed in this group. They include all soils in the Bismona Land Type, and Unit 3, Cabo Land Type.

Profile: These soils are quite diverse, but they have not been closely studied because of their slight economic value. Probably many types have not been seen. The two main groups are Low Humic Gleys and Bog soils. The Low Humic Gleys can be further sub-divided into clays and sands. The clays are often deep deposits of grey clay with little profile differentiation except for occasional orange mottlings near the surface. The sandy soils, Cabo Land Type, Unit 3, are black loamy sands at the surface with grey sand below.

The Bog soils consist of both fibrous and "Muck" peats, often occurring side by side, the fibrous peat on small hillocks around the bases of trees in the swamp forests, the "Muck" peats between the trees. These peats are very deep, and are less than 6 feet deep only at the margins of the swamp.

It seems that the factor responsible for determining the occurrence of Bog soils or Low Humic Gleys is the length of time the area is inundated. Seasonal swamps have Low Humic Gleys, while more or less permanent swamps produce Bog soils. There is, of course, a transition zone between these two groups, where there is a peat layer from 0 to 6 feet in depth over a clay subsoil. These are usually referred to as Half Bog Soils.

Fertility: The economic use of these soils is at present out of the question. However, in densely settled areas in tropical Asia, soils similar to the fibrous peats have been drained; after subsidence of the peat, they have become highly productive rice lands.

Brown Latosols

Occurrence: These soils are practically confined to the Huaspuc Land Type, but small areas occur in Miguelbegan Land Type, Unit 5.

They are formed on volcanic materials and probably are an early stage

in the development of Red Latosols. They are formed only on the tertiary volcanics where, except for rare swampy sites, they cover the whole area.

Profile: The typical profile consists of only two layers:

Inches

0-18 dark brown clay loam.

18-36 decomposing parent material, largely
consisting of slight decomposed basalt
blocks with some brown clay loam.

Variations in the topsoil are slight although large areas have a clay texture, and the colour ranges from dark brown to brown to grey brown. Often the topsoil becomes somewhat lighter and grey in colour with depth, and there is also a slight lightening of the texture with depth.

The depth of topsoil varies from 12 inches to over 2 feet, but on eroded sites it may be less than 3 inches.

A major sub-group of these soils has the following typical profile:

Inches

0-24 dark brown clay loam.

24-36 light brownish grey clay with orange
and brown mottlings and some decom-
posing basalt.

36-42 heavy grey clay with orange mottlings
and much decomposing basalt.

In this sub-group, the topsoil has similar variations to the preceding sub-group, but is usually deeper. Practically all this soil group is covered by tall evergreen rainforest or various stages of garden regrowth. On the edges of distribution of these soils, small areas are covered by savannahs; the soils are then usually very shallow, due to erosion.

Fertility: The fertility can be classed as high for this climatic region. These soils are formed from rocks with a high nutrient content, but due to climatic conditions a high percentage of these nutrients has either been lost through leaching or locked up in the vegetation. As this is usual in soils of the humid tropics, these soils are exceeded in fertility only by young alluvial or younger volcanic soils where soil-forming processes have had less time to remove nutrients. The system of shifting agriculture practised by subsistence farmers results in a renewal of fertility for each crop cycle. It would probably pay to renew fertility by applications of fertilizers, and particularly the use of green manures or, where practicable, well designed crop rotations. These soils can, however, produce good crops without fertilizing for several years, during which time trial applications could determine the best rate for each particular site. These soils are well suited for many crops, but preference should be given to areas where the topsoil is over 18 inches in depth and also to the lighter textured topsoils. Probably the most suitable crop for the area is cacao, which could be grown under a shade of native species of *Inga* (Guava). Other possible crops are bananas, coffee, rubber, beans, maize, rice and various roots.

Alluvial Soils

There are two main groups of alluvial soils, those of the Rio Coco and of the Rio Huahua confined to the Coco and Huahua Land Types respectively.

a) RIO COCO ALLUVIUM:

This has been deposited by flood waters of the Rio Coco, which always carries huge quantities of soil material, particularly just before floods. On flooding, the carrying power of the water is suddenly reduced when the river spreads over a great area and consequently loses velocity. A layer of soil is thus deposited; over a long period of time the floods have built up deep alluvial deposits consisting of numerous superimposed layers, often with very different textures.

The height of these deposits over the dry-season river level varies from up to 30 feet in the west to less than 3 feet near Cabo Gracias a Dios. The textures of these layers are very variable, the most common types being loam, clay loam, clay, sandy clay loam and sandy loam. Other textural types include silty clay, silty loam and loamy sand. The texture of the surface layers is also variable. The colour of these soils is usually brown or dark brown, sometimes grey-brown or orange-brown. Small dark brown or orange stains are common, iron concretions are rare, and shiny mica particles are occasionally visible. In areas subject to prolonged flooding each year, the soils are generally grey-brown clay with orange mottling frequent.

These deep alluvial soils occur over a wide variety of subsoils, including Pleistocene gravels, Pleistocene clays, basalt and river gravels.

They can be classed as highly fertile for humid tropical conditions. They are derived largely from basic igneous rocks high in nutrients, while the proportion of sand derived from acid igneous rocks is usually responsible for an improvement in soil texture, without seriously reducing nutrient supply. These soils are more fertile than those of the Huaspuc Land Type, but would need similar treatment to keep the nutrient supply from leaching.

The main drawback to cropping is the danger from floods, which is variable from place to place. The areas virtually free from floods are suitable for a wide variety of crops, particularly cacao, rice, sugarcane, beans, maize and bananas, and also for good quality pastures. Other suitable crops are peanuts, coffee and roots. The lighter soils are probably better suited for all these crops. In lower lying areas subject to frequent flooding, the soils are suitable for pasture and could also grow crops of "flooded rice", jute and manilla hemp.

b) RIO HUAHUA ALLUVIUM:

The soils along the Rio Huahua are similar to those of the Rio Coco, but different in that they are much shallower, of generally heavier texture, and are usually underlain by impermeable grey clay derived from the Pleistocene sediments. These differences are due largely to the far smaller size of the Rio Huahua and also to the fact that it drains only areas of fine grained rocks.

Although probably only a little less fertile than the Rio Coco Alluvium, these soils are less productive due to the poorer drainage caused by the heavier texture of the soil and the presence at shallow depths, often less than 2 feet, of an impermeable clay layer. Possible crops are similar to those of the Coco Alluvium and include rice, maize, beans, bananas and roots.

Sandy Soils and Regosols

Occurrence: These soils are restricted to the Cabo Land Type, Units 1, 2

and 4 and extend along the coast north of Tuapi. They occur on the better drained parts of the coastal sandhills. Similar soils are common on the coast throughout the humid tropics, particularly in areas near the mouths of large rivers where the land is advancing on the sea. In this group of soils have been placed those areas of sands which have been covered by alluvium of the Rio Coco to depths of a few inches to several feet.

Profile: The typical profile consists of three or more indistinct layers:

Inches

0- 2 very dark brown loamy sand.

2-12 dark brown sand.

12-36 brown sand with patches of whitish sand.

These sands are at least 6 feet deep, are quite variable in colour but vary little in texture, being predominantly sand, with loamy sand only occasionally on the surface. The colours range from the white sands or light brown sands of the beaches to quite bright orange, as well as brown and grey brown.

Fertility: The proportion of silica in these sands is extremely high, with a low proportion of sand derived from other rock minerals. Accordingly, their fertility is quite low, the soil nutrients being held mainly by organic matter in the soil. In the dry tropics or in temperate regions, such soils would not be utilized because of their low fertility and poor water-holding capacity, but in the humid tropics they are quite often used for subsistence agriculture. In the area surveyed, these soils are already utilized fairly intensively for subsistence agriculture and also to some extent for grazing. They can be improved by the use of leguminous green manures, but are not particularly suited for the intensive production of any crop with the possible exception of coconuts; these should also be grown with a leguminous ground cover. The sands covered by alluvium, Cabo Land Type, Unit 4, are considerably more fertile but their utilization is severely restricted because they are covered by up to 5 feet of water for 6 months of the year.

Saline Soils

Occurrence: This group of soils is restricted to the mangrove swamps of the Mangle Land Type.

Profile: These soils show very little profile differentiation and consist largely of black or grey loamy sands often very deep. They frequently have a high content of organic matter due to the slow rate of decomposition and a salt concentration just slightly higher than sea water.

Fertility: The salinity of these soils and the daily inundation by tidal water to which they are subject make them useless for agricultural purposes.

VIII. VEGETATION

As the Puerto Cabezas-Rio Coco area was the first part of the Atlantic Coast to be surveyed, the great majority of species encountered were not known. It was possible to identify many of these unknown species in the field and nearly 400 have been collected for subsequent identification. These collections, Taylor-Salas Nos. 2512 to 2883 have been made with up to six duplicates, and these

will be sent for identification to herbaria at Zamorano, Honduras; Kew, England; Chicago, Washington and New York, USA. This is necessary as there is no herbarium in Nicaragua. Common names are written in block letters. Despite the number already collected, there are still many species which have not been collected; it is estimated that there are at least 3,000 species in the surveyed area, of which approximately 1,500 are trees or shrubs.

It is also expected that, following subsequent surveys on the Atlantic Coast, more of the ecological relationships of the vegetation will be understood, and it will be possible to use the data already collected to subdivide the environment further on the basis of those differences in the plant communities which reflect environmental differences. This is particularly so with the Tropical Evergreen Rainforests which are recognized as the most complex plant communities in the world. However, the major groups and sub-groups are quite clear. The vegetation has been subdivided into the following groups: Savannah, Tropical Rainforest, Beachforest, Mangrove Forest, Brackish-water Swamps and Freshwater Swamp Communities. In addition, there are many communities undergoing rapid development (seral communities, including secondary seres) on abandoned garden land, beaches and flooded areas.

Certain aspects of pastures and forests are discussed more fully in the Land Use Section.

Savannahs

Occurrence: Savannahs occur in Land Types: Lecus, Units 1, 2 and 3; Sisin, Units 1, 2 and 3; and Miguelbegan, Units 1, 4 and 5. They thus cover immense areas, approximately 2,400 square miles, interrupted only by stands of hardwood forest along the major streams and by occasional small hardwood "islands".

Description: The typical savannahs consist of an open community of pines over a continuous ground layer of grasses or sedges. In many areas, there is a layer of small bushes or a layer of small hardwood trees. Despite the basic similarities in all the savannah communities, there is a certain amount of variation in all four layers.

a) **Pine Layer:** This ranges from 10 to over 100 feet in height and consists of a single species, *Pinus caribaea* Mor. In some areas, particularly in low-lying parts of the Sisin Land Type, it may be rare or absent over a wide area, but it normally consists of trees scattered at 10-to 40-yard intervals. In general, the pines are much denser north of the Rio Coco, probably because of the logging carried out south of the river. The pines also show a strong tendency to be denser on better drained sites (where the growth rate is also better than in poorly drained areas), and on the margins of the savannah.

A noticeable feature is the low percentage of small and medium sized trees, despite the dense regeneration of seedlings each year. An examination of the growth of the tall pines shows that the majority of these pines are over 80 years old, 18 to 24 inches in diameter at breast height, and have passed the period of highest growth rate. These over-age trees are increasing only very slowly in diameter, and few survive to an age of 125 years.

b) **Small Trees:** Over large areas, small trees are completely absent or very rare, but elsewhere they occur in patches of moderate density under the

pine layer. This layer of small trees consists almost entirely of two species: **Byrsionima crassifolia** (L.) DC. NANCITE, y **Curatella americana** L. CHAPARRO, HOJA CHIGUE. These species are also common in the dry parts of Nicaragua, especially on eroded soils in the lowest rainfall areas, less than 50 inches. The other common species are **Clethra hondurensis** Britt. NANCITE MACHO, **Quercus oleoides** Cham. & Schlecht. ROBLE and **Acoelorrhaphe Wrightii** (Griseb.) Wendl. PALMETO; this often occurs in small stands, where it represents the last stage in degeneration of a hardwoods stand.

c) Bushes: Small bushes, generally scattered, are common over most of the savannah, and range in height from 1 to 4 feet. In some areas discussed later, these bushes become dense and represent an early stage of the direct succession, or sere, to a hardwood forest. Although many species of young tree seedlings may occur, common species are relatively few. These include a whole group of species of Melastomaceae, predominantly **Miconia albicans** (Sw.) Tr. (most common) and **Henriettella Seemannii** Naud. Other common bush species are **Quercus oleoides**, **Calliandra Houstoniana** (Mill.) Standl., three species of Myrtaceae: **Psidium Oerstedianum** (Berg) Ndzu., **Psidium guineense** Swartz., **Psidium rotundifolium** Standl., plus several species of Compositae. A tree fern **Alsophylla myosuroides** Liebm., is conspicuous but rather rare.

d) Ground Layer: Although extremely variable, there are two main types, one dominated by sedges, 12 to 18 inches high and the other by grasses, 18 to 30 inches. There are, of course, considerable areas where grasses and sedges are equally dominant. There is a strong tendency for the sedge types to dominate the badly drained areas, but sedges are also common on well drained sites where their presence is due to excessive burning. Also grass types occasionally dominate badly drained areas which have been only lightly burned.

In general, most grass species including many Gramina grasses are of good palatability, others are moderately palatable and a few are of low palatability. These species rarely occur as single dominants but usually two or three species are abundant over any area. The most abundant are: **Thrasya campylostachya** (Hack.) Chase, **Axonopus Blakei** Hitchc., **Paspalum pulchellum** Kunth, **Paspalum Humboldtianum** Fluegge, but very many other species are common, **Panicum arenicoloides** Ashe., **Andropogon leucostachyus** HBK, **Panicum strigosum** Muhl., **Paspalum minus** Fourn, **Trachypogon angustifolius** (HBK.) Nees. Less common are: **Leptocoryphium lanatum** (HBK.) Nees., **Panicum olivaceum** H. & C.

The species of sedges (Cyperaceae) are less common. One species **Rhynchospora mexicana** Steud., is dominant over large areas. A niggerhead sedge, **Bulbostylis spadicæa** (HBK) Kuekenh. CABEZA DE NEGRO, a small tufted plant rather like a shaving brush, is often abundant in communities dominated by sedges on well drained sites. Other common sedges are **Rhynchospora cephalotes** (L.) Vahl., **Scleria Lindleyana** Clarke., **Cyperus polystachyus** Rottb., and a conspicuous sedge, **Dichromena radicans** S. & C.

Although grasses and sedges comprise the bulk of the ground layer, many other herbaceous species occur, some quite conspicuous due to their coloured flowers. These include many species of legumes, including **Phaseolus linearis** HBK and **Mimosa pudica** L. Despite the number of species, legumes play a small role in the pastures. Other conspicuous herbaceous species include a small lily **Hypoxis decumbens** L., **Polygala bryzoides** St. Hil., **Polygala higrrophila** HBK., **Phyllanthus diffusus** Kl., **Euphorbia brasiliensis** Lam., **Erigeon jamaicensis** L., **Zornia diphylla** (L.) Pers., **Goodyera striata** Reichb. f., **Piriqueta cistoides** (L.)

Mey., *Declieuxia fruticosa* var. *mexicana* (DC.) Stand. The majority of these herbs are widespread in the savannah, but are usually more frequent in the better drained sections.

TRANSITIONAL TYPES: There are many differences in the savannah communities near their boundary with the extensive forests, Miguelbegan Type, Units 1, 4 and 5. The pines in these border areas are usually denser and may be up to 36 inches in diameter. The small trees and bushes are the same as in the typical savannah, although slightly more frequent, particularly *Clethra hondurensis*.

The greatest distinction between these communities and the typical savannah is in the ground layers. Although the grass communities of the typical savannahs are common, there is a whole group of new communities. On areas with "Red-Yellow Latosols" the following species are often dominant or co-dominant: a bracken fern *Pteridium aquilinum* var. *caudatum* (L.) Savab., a tall, 12 foot high corn-like grass of high palatability, *Tripsacum fasciculatum* Trin. TEOSINTE, and a coarse unidentified grass. Other additional grass species which are common include *Trachypogon angustifolius*, *Setaria geniculata* (Lam.) Beauv. and *Paspalum virgatum* L., ZACATON.

The dominants on Grumosols and Humic Gleys include TEOSINTE and a 4 foot grass, *Ischaemum latifolium* (Spreng.) Kunth. Dominants on eroded brown forest soils include a fern of *Dicranopteris flexuosa* (Schrad.) Underw., and less commonly *Tripsacum fasciculatum* and *Lycopodium cernuum* L.

FIRE IN THE SAVANNAHS: The whole of the pine savannah is, with only accidental exceptions, burnt every year during the dry season, largely to remove the coarse grass and promote new palatable growth. Other fires are lit accidentally and probably others purely for amusement. Such regular burning is known from other parts of the world to be a very potent ecological factor, and in this case is certainly largely responsible for the present form of the communities.

SERAL COMMUNITIES

There are two groups of seral communities (communities undergoing rapid change), both the result of some variation in the regularity of burning. The first sere is a succession in which a stand of pine develops to form a dense forest. This appears likely to be converted into a hardwood forest. In the second succession, hardwood species invade the savannah directly and commence the formation of a hardwood forest.

The first type is found where there has been complete protection from fire for a number of years; by far the best example is the area of pine forest around the Moravian Hospital at Bilwaskarma, where some stands have been free of fire for over 23 years. Other examples can be seen along most of the logging roads and the old railway of the Standard Fruit Company. In these latter sites, protection is given because the roads or railway act as a firebreak and interrupt the normal course of the fires. In this way, protection for a sufficient period is occasionally provided and a young stand of pine is formed. It is probable that the period of protection must be at least 3 years and less than 5, for most 5 year old pines are resistant to the fires.

The case of Bilwaskarma is particularly interesting. Here the established area of pine is slowly increased each year by the fire-fighting activities of the

hospital staff. The older stands have often been dense enough to cause a complete suppression of the grass layer; although the area has never been thinned, many trees have reached a diameter of over 12 inches and are considered merchantable. These trees are, however, too close for maximum growth. Although Bilwaskarma is the best example of a fire-protected area, it is used as a recreation area by the local people and does not fully indicate the course of succession of an area protected from fire and other activities of men. However, it was observed that in the older stands of pine the only species regenerating in the understory were hardwoods; not a single pine seedling was observed. This indicates that *Pinus caribaea* will not regenerate in its own shade and the pine forest is therefore not self-perpetuating. However, if a mature pine forest were cleared for lumber and then burnt, the cycle of pine forest could easily be repeated and the succession to a hardwood forest thus delayed indefinitely.

The other group of successions in the savannah is found often near towns and also occasionally where hardwood stands act as a firebreak. The most advanced stages consist of occasional 100-foot high pines above a continuous layer of hardwood species 40 to 60 feet in height which are obviously still growing. As pines cannot regenerate under the dense shade of hardwoods, the tall pines must represent relics of the savannah which has been invaded by hardwoods. Numerous younger stages of this succession have been observed, including some, where hardwood bushes, 4 feet in height, cover over 50 per cent of the ground between tall pines. This succession arises from intermittent protection, fires having been resumed after 2 or 3 years and all the young pine seedlings killed. This favours the less prolific hardwood bushes, which are later invaded by shade-tolerant hardwood species. The resulting communities have a high percentage of *Byrsonima crassifolia* and *Curatella americana*, but are otherwise similar to the hardwood stands along rivers in the savannah area.

STATUS OF THE SAVANNAHS

There has been some discussion whether the savannahs of other areas of tropical America, particularly in Venezuela, are natural or man-made communities. It has been stated that these other savannahs have been formed due to the climate or poor drainage, or by man through the use of fires. Although the savannahs of the Mosquito Coast in Nicaragua and Honduras are largely unknown, casual observers have presented similar conflicting opinions. It can, however, be stated that the Mosquito Coast savannahs, at least in the surveyed area, are not natural communities but are maintained by annual burning.

The reasons for these statements are many and, it is felt, quite adequate. Firstly, the rainfall is 120 inches a year and the "dry" season is neither long nor very dry. Although a few workers have suggested that natural savannahs do occur in such climates, no example has so far been substantiated. Rather the climax vegetation in such a climate is considered to be evergreen rainforest, even on the most infertile soils. Further, although the sections of the savannah with Grumosols and Humic Gleys are badly drained, they are not as badly drained as the soils in the area supporting swamp forest. Nor are these Grumosols and Humic Gleys subject to very severe desiccation. Further, such an explanation would not be applicable to the better drained sections of the savannahs which are probably never water-logged.

A further explanation for the savannahs of the Mosquito Coast is that they are formed as a result of the infertility of the soils. However, these soils

are not likely to be any less fertile than soils in British Guiana, which consist almost entirely of silica sand, yet they support an evergreen rainforest, differing mainly in its species composition from the forest on nearby fertile soils. It is also unlikely that a difference in soil could account for such a major change as there is between an open savannah and a dense tall rainforest, for there are many intermediate stages which the vegetation could assume. On further investigation, the evidence of the soils strongly supports the man-made origin of the savannahs, for small areas supporting tall rainforests in the Miguelbegan Land Type have soils which are typical of the savannahs. Moreover, these same sites are in all other ways typical of large areas of the savannah.

The foregoing evidence alone is sufficient to justify the statement that the savannahs are not natural, but even more conclusive is the evidence that, when the savannahs are protected from fire, they revert directly or indirectly to a tall evergreen forest.

The actual way the savannah originated is, however, not clear. They appear to be very old, because the areas of forests along streams are so small compared to savannah areas elsewhere in the tropics, where the process of formation is still proceeding. It is possible that the savannahs were originally cleared for gardens, as small areas of savannah soils now supporting forest show evidence of having been gardens in the last 50 years. If this is so, then the use of fire by primitive agriculturists can explain the origin of the savannahs; in any case it is probable that savannahs were formed under an agricultural system long vanished from the area, possibly of the order of thousands of years ago.

Despite the doubts on their way of origin, the important facts for land use are quite clear, namely, that the savannahs are maintained in their present state solely by fire and that if fire is prevented then the area can be managed so as to maintain dense pine forest.

Tropical Evergreen Rainforest

Within the surveyed areas, there are three main groups of rainforests, with many sub-groups. Most are degraded communities, and only in the extreme west is there any extent of mature forest. The degeneration is mainly due to the clearing of land for agriculture and its reversion to forest following abandonment. Other causes are the extraction of firewood and the more precious timbers.

The main subdivisions of the rainforests indicate the main subdivisions of the environment.

FORESTS OF THE PLEISTOCENE AND PLEIOCENE SEDIMENTS

a) ***Calophyllum brasiliense*** Camb. var. ***Rekoi*** Standl. MARIA or SANTA-MARIA and ***Vochysia hondurensis*** Sprague PALO DE AGUA, BARBA CHELE o PALO DE CHANCHO: This community is found on the poorer drained Grumosols and Humic Gleys of the Sisín and Miguelbegan Land Types. It is a degenerate forest of low economic value. The trees rarely exceed 80 feet in height. Apart from the dominants, ***Calophyllum brasiliense*** and ***Vochysia hondurensis***, the common species of tall trees are ***Xylopia aromatica*** (Lam.) Mart. MANGA LARGA, ***Xylopia frutescens*** Aubl. MANGA LARGA, ***Didymopanax Morototoni*** (Aubl.) Dcne. & Pl. MANO DE LEON. Common species of smaller trees are numerous species

of **Melastomaceae** and **Rubiaceae**, a palm **Acoelorrhaphe Wrightii** PALMETTO and **Byrsonima crassifolia**. This last species is common where the community borders on the savannah.

b) **Xylopia frutescens-Xylopia aromatica** association: This community is found on the "Red-Yellow Latosols" and better drained Grumosols and Humic Gleys in Land Types Lecus, Sisin and Miguelbegan; it is also a degenerate forest rarely exceeding 70 feet in height. Tall trees are more numerous than in the preceding association; the most common species are the two species of **Xylopia**, **Quercus oleoides**, **Hirtella americana** L. PASA, **Cespedezia macrophylla** Seem. TABACON; common species of small trees include numerous **Melastomaceae** and **Rubiaceae**, plus a variety of other species.

c) **Dialium guianense** (Aubl.) Steud. COMENEGRO or TAMARINDO MONTERO-**Licania platypus** (Hemsl.) Fritsch. SONZAPOTE Association: This is a mature forest community over 100 feet high found on "Red-Yellow Latosols" in the Miguelbegan Land Type. This forest is somewhat similar to that on the near-by volcanic areas and differs somewhat only in its floristic composition. The common species are **Dialium guianense**, **Licania platypus**, **Vochysia hondurensis**, **Belotia panamensis** Pitt. CAPULIN DE MONTAÑA, as well as many species common to the two preceding associations. This community represents an advanced stage in the development towards a mature forest and is probably similar to the forest which originally covered the area of pine savannahs.

MIXED RAINFOREST OF THE HUASPUC LAND TYPE

This forest is extremely complex and probably extends for great distances towards the centre of Nicaragua. Although there are very extensive areas of mature forest of this type, there is a band of approximately 10 km. width on the boundary with the savannahs where the forests are mainly secondary; due to limitations of time, investigations were confined to this area. There are many species dominant in the few mature forest stands seen, including: **Luechea Seemannii** Tr. & Pl. GUACIMO COLORADO, **Swietenia macrophylla** King. CAOBA, **Licania platypus**, **Dialium guianense**, several species of **Ficus** CHILAMATES and **Croton glabellus** L. Species common in younger communities include **Cecropia peltata** L. GUARUMO, **Xylopia frutescens**, **Ochroma Lagopus** Sw. BALSA, TAM-BOR or GATILLO and several species of **Inga** GUAVA.

RAINFORESTS ON ALLUVIUM

As alluvial soils have been utilized for agriculture for centuries, there is little mature forest left, but a good deal of tall secondary forest and younger stages of regrowth. The forests show a fair degree of variation; with more detailed knowledge of the communities of the Atlantic Coast it will be possible to sub-divide the communities further; the main distinction which can be recognized at present is between the forest of the Rio Coco and the Rio Huahua.

In the mixed forest of the Rio Coco Alluvium are numerous species of tall trees, most of which also occur in other mixed forests, but the combination of the common species is distinctive. The common tall trees are a **Sapotaceae** CHILILLON, **Ceiba pentandra** (L.) Gaertn. CEIBA, **Croton glabellus**, **Dialium guianense**, **Nectandra globosa** (Aubl) Mez AGUACATE MONTERO, **Terminalia amazonia** (Gmel.) Exell. GUAYABO DE MONTE, **Luechea Seemannii**, and in regularly inundated areas **Erythrina glauca** Willd. BUCARO or GALLITO. Common species

in young regrowth include **Cecropia peltata**, a very tall bamboo **Guadua amplexifolia** Presl., **Ochroma Lagopus**, **Ficus** sp. and **Zanthoxylum** sp. LAGARTO.

The forests of the Rio Huahua alluvium have many species in common with the Rio Coco forest, but here the most frequent are **Carapa guianensis** Aubl. SABA or CEDRO MACHO and **Terminalia** sp., ROBLE GUAYABO.

Beach Forest

The original forest which once covered the Cabo Land Type has been largely destroyed by hundreds of years of subsistence agriculture. However, the secondary forest and regrowth now present has a distinctive composition. The most abundant species include **Coccoloba uvifera** (L.) Jacq. UVA, **Hibiscus tiliaceus** L. MAJAGUA, **Chrysobalanus icaco** L. ICACO, **Lonchocarpus guatemalensis** Benth., **Tabernaemontana chrysocarpa** Blake, **Terminalia bucidoides** Standl. & L. Wms., many species restricted to beach communities, as well as species common in all types of regrowth, e.g. **Ochroma Lagopus** and **Cecropia peltata**.

There is a well-developed succession on the beaches, commencing with a pioneer community of **Ipomoea Pes-caprae** (L.) Roth. and trailing grasses and herbs. An intermediate stage is dominated by bushes of **Chrysobalannus icaco** and the final stage by a wind-shaped woodland dominated by **Coccoloba uvifera**, with **Byrsonima crassifolia** sometimes co-dominant.

Mangrove Forest

Only three main communities of mangrove forest were observed, units 1, 2 and 3 respectively of Mangle Land Type. It is probable that other communities exist. Each community consists of practically a pure stand of the dominant species, although there is some intermingling of the species in transitional areas. These forests consist largely of a single layer of trees 100 feet high. Lower layers are generally absent, except for occasional clumps of young individuals of the dominant species or small trees of **Hibiscus tiliaceus**. The ground layer is also sparse, and consists of seedlings of the dominants or occasional clumps of a fern, **Acrostichum aureum** L. HELECHO DE PANTANO.

Swamp Communities

Numerous types of swamp can be observed on the aerial photographs; however, due to the extreme difficulty of penetration through them, there was sufficient time to observe only some of the forest and woodland types. These include permanent swamp forests and semi-seasonal swamp forest, both largely dominated by **Erythrina glauca**, and permanent swamp woodland dominated by **Erythrina glauca** and **Pachira aquatica** Aubl. POJONCHE. Herbaceous swamps also occur, largely to the south of the Rio Coco, but it was not possible to penetrate to these. Brackish swamps exist in small areas near the coast, largely woodland or scrub dominated by **Annona glabra** L. ACONENE, ANONA DE RIO or ANONA DE PANTANO.

IX. LAND USE

THE PINE INDUSTRY

In the section on vegetation it has been stated that the pine savannahs can be converted into a dense forest and maintained in this stage indefinitely.

It is believed that this will produce a vast return for a relatively small investment. In the area surveyed alone, the Lecus and Miguefbegan Land Types cover an area of 1,800 square miles, of which over 1,600 square miles are pine savannah. Because of the good regeneration and rapid growth this land can be regarded as first-class pine land. In addition, there are 1,100 square miles in the Sisin Land Type, including approximately 800 square miles of second-class pine land, thus giving a total of 2,400 square miles of pine land.

No reliable data are available on the yields of this pine area. The FAO Mission on Paper Pulp estimates that the minimum yield of timber is 3 cubic meters per hectare per annum. From observations on the few regrowth stands, it seems likely that this minimum figure may be exceeded in many areas. However, even the minimum figure indicates potential production of 108,000 board feet per square mile per year, or a total production of 260 million board feet per annum from the surveyed area alone. This could support an industry with an annual gross income of approximately US\$ 23,000,000.

The present annual production from the area is only 20 million board feet, but even at this low rate the present reserves are sufficient for only 7 years, due entirely to the lack of any fire control.

When considering the figures, it must be borne in mind that the figure of 260 million board feet is a minimum. The actual figure will certainly be many times higher, as there are extensive areas of pine savannahs outside the area surveyed, and the areas of the pine savannahs in the various land types have been conservatively estimated. However the most important figure, which it is expected is far lower than the true average, is the minimum figure of 3 cubic meters per hectare. This figure could be checked for each land unit as soon as a forest service is established; methods for doing this are suggested below.

A detailed program cannot be worked out for the fire control service until it is known what funds will be available for this project. However, as a guide, outline plans are given for the protection of an area of 1,000 square miles. Such an area could be situated predominantly on first-class pine land between Puerto Cabezas and the Rio Coco, where the access is particularly good. It is believed that, by using equipment and personnel already in Nicaragua, a start can be made on protecting part of this area, say 200 square miles in the 1958 dry season, in preparation for a major effort in 1959. Such a trial program would be well worthwhile for many reasons. First, it would advance by one year the time when production could be resumed, and this is important due to the possibility of closure of the present mills. Second, it would provide important information on the types of grass fires in the area, and the safe minimum of control necessary. Thus the maximum area that can be protected with funds available for 1959 can be determined in advance and plans made accordingly. Third, it would provide a nucleus of trained men for the expanded program.

It is believed that the grass fires, which at present kill almost all the abundant pine seedlings, can be controlled easily and relatively cheaply. Even at present, most fires are stopped on reaching a logging road, without any aid from a forest service.

The action to be taken is considered under the following heads: Education, Legislation, Preparation, Extinction of Fires and, Stand Management and Investigations. These activities will, of course, change as the work proceeds, and can be divided into the following periods: (1) Trial period 1958, (2) Full-

scale initial protection, 1959-1963, (3) Expansion of protected area and stand management, (4) Productive period.

EDUCATION

At present almost all fires are caused by human activity. An active educational program could alone prevent most fires and at the same time would insure cooperation in the reporting and extinction of fires. The form of this education would be to convince the people that their future prosperity depends in a large measure on the success of fire prevention, and that this applies to all people in the area, not merely those working for the pine companies. Such a program could be spread rapidly through the schools after a short course has been given to the teachers. An adult education program will, however, be necessary, which should take the form of entertainment. The most suitable medium is through a free film evening, when a commercial film is shown together with short films on various aspects of forests. At the same time, a short talk on the aim of the forest service and its importance to the community would be given by a forest officer. Such meetings should endeavour to reach every person who may enter the danger area and should be repeated as often as practicable. These are likely to be the most effective methods of education, but all other methods of contact should be tried, such as posters, demonstrations, circulars, factory meetings, etc., the aim being to show everyone that they have a strong personal stake in the work being done.

Although results from such an educational program may not be readily visible at first, it should begin to be of value when the people can see the first results of fire prevention.

LEGISLATION

(a) Proclamation of national forest areas. Areas selected for fire protection, preferably with a buffer zone, should be declared national forests. Within such areas, the lighting of fires, except by forest officers for controlled burning or by others with written permission, will be prohibited. This legislation will disrupt the way of life of most people living in the area, who now practise burning to improve the grazing. To ensure their cooperation, these people will need to be employed in the forest service or moved to a selected area. The land requirements of the displaced grazing industry need be only a fraction of present requirements if correct pasture management is adopted. Ways in which these can be achieved are discussed below.

(b) The prohibition of fires will need to be accompanied by penalties, these varying according to whether the act is accidental or deliberate.

(c) It should be made obligatory for all citizens to report fires. Consideration should be given to the compulsory enrolment of citizens in an emergency fire-fighting service. This would create a ready reserve, and at the same time participation in such work would emphasize the need for care in preventing fires from starting.

(d) Powers of Forest Officers: Forest officers and the forest service should be given right to (1) detain persons discovered in the act of starting an illegal fire, (2) promulgate by-laws on what constitutes a fire danger and to order steps to be taken to eliminate such dangers, (3) make the inspections necessary to ensure compliance with forest laws, (4) investigate causes of fires (5) issue summons for infraction of forest laws, (6) assign certain areas for tourist

activities if this becomes necessary, (7) assign grazing rights to forest areas if this is judged beneficial to the forest area at any time, and (8) make such by-laws or regulations as may prove necessary.

Without such laws and the necessary powers placed directly in the hands of the fire control service, the difficulties of the work will be increased tremendously.

PREPARATION

The danger period for fires is only 3 months each year, February, March and April, although this may be extended for one or two weeks in May until the first substantial rains. The success of fire control activities largely depends, however, on the preparatory steps taken to meet the danger. Even for the trial period, these preparations will need a minimum of 3 months, and preferably longer. The following steps are needed:

(a) A headquarters adequately served by roads where the major bulk of the firefighting equipment and staff can be maintained ready for any action. This should have a good system of communication with all firefighting units, lookout posts, and any emergency force that may be available such as a Citizens Emergency Unit, the National Guard and the Airforce. With the extension of the area to 1,000 square miles, two or three sub-stations with small crews will be necessary, and should, of course, be in close communication with headquarters.

(b) Network of roads for jeeps. During the first 2 years of protection, these roads need not necessarily be very frequent as most of the savannahs can be crossed by jeeps, although at a slow rate. With the subsequent regrowth of pines, however, these roads will need to be extended because the rapid arrival of motorised equipment at the origin of fire simplifies operations. It should be stressed that such roads can be made rapidly and cheaply in the savannahs; they will serve also as effective firebreaks, and when production starts they will be necessary for the removal of timber.

(c) Provision of firebreaks: A prepared system of major and minor firebreaks will greatly assist in controlling any outbreaks. These should incorporate all roads in the area, as well as the natural firebreaks of the hardwood-stands scattered throughout the savannahs. The major firebreaks should be at least 10 yards in width, while minor firebreaks can be formed by ploughing, preferably with one of several special types of plough. These firebreaks can be improved by controlled burning early in the dry season; they will help to confine any fire which may escape the control measures, and thus limit the damage to a small area. The regeneration of grass on firebreaks is slow, and many will serve for more than one year.

(d) Lookouts: As the rapid arrival of firefighting equipment is the key to the cheap extinction of fires, an adequate reporting system is essential. Its design and the height of tower necessary will vary with the areas selected. They should be so spaced that the whole protected area with as much surrounding country as possible should be under observation from at least two and preferably three points. Each tower should be equipped with a good communication service, both telephone and walkie-talkie radios, a powerful pair of mounted binoculars and a mounted sighting board for pin-pointing the position of fires. The height of the towers will vary with the height of the site and the area to be covered, but it must be remembered that these towers will still be needed

when the whole area is covered with pines, probably well over 100 feet in height.

In addition to the lookouts, field telephones should be available at suitable points to encourage citizens to report outbreaks. Also during periods of high risks, arrangements could possibly be made for an aerial patrol. Ground patrols for fire detection should be equipped for immediate action and would also serve to discourage any deliberate firelighting. However, due to the nature of the country it is expected that the lookouts will be most effective in reporting fires and these should be rigorously maintained.

(e) Accurate maps should be prepared as soon as possible to show the position of headquarters and other lookout points so that sites of fires may be pinpointed by bearings from the lookouts. The maps should also show all roads and natural and artificial firebreaks, so that a plan of campaign for each fire can be rapidly worked out. They should also show all places where the water tanks on the firefighting vehicles can be replenished. Such maps will later serve as a basis for planned utilization.

(f) Personnel should have adequate training with their equipment and be given instruction on the various methods of fighting fires.

EXTINCTION OF FIRES

The early extinction of fires is mainly a matter of good organization. If preparations are complete, then the headquarters will receive early notice of any fire and can rapidly direct the appropriate steps to control fires. The methods used for each particular fire will vary greatly with conditions. For this area water sprays are the most useful. Little reliance can be placed on the spreading of soil on the fires due to the high organic matter of most soils. The water sprays can either be mounted on jeeps or, if the area cannot be reached quickly by motorized transport, then applied by knapsack sprays. The firefighters will need to be moved as rapidly as possible by road to the seat of the fire. In addition to this direct attack, earth-moving equipment transported by truck should be available if it becomes necessary to contain the fire; with fire breaks, each break can serve as a line of defence. These firebreaks can be supplemented where necessary by controlled burning, either cross-fires or back-fires, depending on conditions. To ensure efficiency, sufficient knapsack sprays, beaters, shovels, etc., should be ready for the use of any emergency helpers who may become available.

The degree to which firefighting equipment and personnel are needed will depend not only on weather conditions, but also very largely on the rapidity with which the fire is reported and the firefighters reach the scene, for practically all fires can be brought under control by a single knapsack spray if reached early enough.

In this area the use of "smoke jumpers" is unnecessary because of the rapidity with which the area can be crossed by road. Water bombs are also not very necessary, but they could be carried by an aerial patrol.

Following extinction of the fire, care should be taken to extinguish any embers in case changing weather conditions should cause a renewal. This should be a routine after any action.

The equipment necessary for firefighting is described under the Development of the Program.

STAND MANAGEMENT AND INVESTIGATIONS

After the establishment of the young pine stands it will be necessary to manage the stand with care to obtain maximum production. The first thinning should be made when the stand is between 3 and 5 years old. At this age most of the unwanted regrowth of pines or undesirable species can be removed by a single cut with a machete. It will be necessary to determine the age at which the first trees will reach commercial size in each land unit, and also to determine the density of trees which will just be sufficient to prevent overcrowding at this age. It is expected that this will vary in the different sites, but will approximate 20 years and 500 per manzana respectively. After the initial thinning, investigations will be necessary on the density of trees which will just prevent overcrowding when a second crop is required and the area harvested accordingly. This process could be repeated up to a maximum of 80 years.

The investigations can be made by examining the spacing of the trees in comparison with the distance apart of the annual rings. The age at which there is a marked reduction in the annual growth increment indicates the age at which overcrowding has occurred. These studies can be made at Bilwaskarma, which is in the Sisin Land Type on "Red-Yellow Latosols" derived from bentonite clay and statistical observations should be made on a large number of trees at different spacings, using a tree borer and careful measurements. The applicability of these studies to other land units can be checked by studies of the small stands of dense young pines which are occasionally found elsewhere in the savannahs.

Similarly it will be possible to determine the age at which commercial production will be possible. Preliminary examination of growth rates at Bilwaskarma indicate that the trees will reach the required 12-inch diameter in 20 years or less. It will also be possible by further observations on height increase to determine the total volume of timber which can be produced on any area in this period.

These observations can be made from existing stands by a series of routine measurements; they will provide the basis for stand management, and also the information needed for planning the size of the mills. Sufficient information will also be obtained to determine the feasibility of a paper pulp mill or alternatively to indicate the increase in size of the protected area which will be needed to make this practical.

Further investigation will be needed to predict fire danger for any particular period. This will require statistical studies of wind, temperature and rainfall in relation to the moisture content of the combustible material, the results to be expressed in a numerical table. This will permit more economic mobilisation of fire fighting services in the periods when they are most needed. Statistical investigations should, of course, be made on the various classes of fires and the success of the various methods of control for each type. In addition, studies should begin on the cost of planting fire-resistant broadleaf trees in wide bands to serve as permanent firebreaks; these may well prove to be an economic method of control.

These are the main lines of investigation for the first 5 years. After this period it is hoped that the pine stands will be quite dense, but this may involve higher fire risks. Investigations on trial burnings to remove litter will be necessary to determine the advisability of these control methods over the whole area.

At all times a close watch will need to be kept on the developing stands

and tree borings constantly made to check the growth rates to ensure that the annual diameter increase does not, because of overcrowding, fall below the predicted figure; this will probably be more than a half-inch a year.

A most important fact to be kept in mind is that the climax vegetation is a hardwood forest and that, if the stand is badly managed, it can rapidly progress to a forest of this type which is of little value, and to expensive clearing. Particularly in areas which may suffer fire damage during the early stages, it is necessary to watch the percentage of pines and bushes remaining, and to remove any excess of bushes, by cutting if practical, or in more extreme cases, by removing all bushes and young pines by controlled burning. In the latter case, it is necessary to reconvert the area to its original state and recommence the protection program. Similarly, all exploitation should be limited so that the growth of hardwood species is suppressed; if these ever become dominant, it will again be necessary to reconvert that section of the forest to savannah and begin the process again.

Development of the program

The suggested program of development is merely an outline to indicate possibilities. A firm program with detailed costs cannot be worked out until it is known what can be made available over what period, and the size of the development project desired.

It is suggested above that work commence immediately on a moderate scale, with the aim of training personnel and of protecting an area of 200 square miles during the 1958 dry season. The personnel required will be, firstly, a Forest Chief, who will be responsible for the continuation of the program. At least three men should be selected as Foresters. This number may not be necessary for the first years program, but the experience they would gain would be invaluable for the expanded program. In addition, six or more forest rangers will be needed to act as lookouts, drivers and team-leaders. One bulldozer operator, one tractor operator, one mechanic and a highly variable number of labourers, some of which will be needed permanently, others only in danger periods. In addition, the services of a surveyor would be required, preferably in the early period.

The equipment necessary is one bulldozer preferably, or one small tractor and plough, one large truck capable of transporting the earth-moving equipment, a second truck fitted with large water tanks, pumps and sprays, four jeeps similarly fitted, a supply of communication equipment, a sufficient number of knapsack sprays for all possible personnel, and a supply of hand tools, beaters, etc. In addition, much construction will be necessary, including a central headquarters which can serve as a lookout point, and at least one other observation tower. These lookout points should be selected mainly with the idea of serving the expanded program.

Further, it would be advisable to have a suitable vehicle and the necessary equipment to begin the education program, particularly movie projecting apparatus, a loudspeaker system, and a supply of posters.

The government would need to pass necessary legislation before the commencement of the dry season.

All this, of course, may mean a considerable expenditure, but this would be small compared to the returns to the country. Personnel and equipment could

possibly be diverted from interested Ministries of the Government; lumber companies could also be approached for aid, and the cooperation of the Guardia in the area would be invaluable. Simultaneous with the fire control preparations, investigations on basic facts helpful in planning the expanded program could be made, and maps prepared.

In the second stage of development, commencing in 1959, a protected area of 1,000 square miles is envisaged; then at least two or three bulldozers and a similar number of special ploughs would be needed and the staff and other equipment at least doubled. However, the final needs will be better determined after actual experience of the type of fires encountered in the 1958 dry season. Towards the end of this period the pines will probably need to be thinned to produce maximum growth. This second stage will continue for five years. After this period the type of forest that will finally be produced can be determined easily and the future action directed accordingly.

It is possible that the forest will be similar to the densest stands of pine now established in the area. In this case the pines will survive fires and if desired, could be left to mature unprotected. However, investigations will be needed to determine whether the loss of growth due to the grass fires is high enough to justify protection to some degree. If this is not necessary, then the fire control organization can extend its area of activities.

It is, however, expected that the pine forests will be considerably denser than any at present in the area and that this may cause added fire danger. The type of fires that at present need to be controlled are grass fires, but the danger to older forest is from crown fires. The rate of accumulation of the litter is the most important factor in this regard. It is possible that the rapid decomposition rate may keep the amount of litter small. At Bilwaskarma, there is little litter but this may not be typical of the area due to the collection of firewood and kindling.

If the density of growth of the pines is sufficient to cause the need for continued vigilance in fire control, this should be considered fortunate, for it will mean at the same time that the production from the forests will be much greater than the minimum estimate and well worth extra expense.

Once the need for control of crown fires is recognized, plans can be made for an expansion of equipment and personnel gradually to combat this menace.

The production stage is expected to extend from 20 to 80 years, during which time continuous extraction can be carried out, and if necessary further areas brought into the National Forests. When this stage is reached, the forest service should have gained sufficient experience in fire control and have sufficient data to regulate the cut to obtain maximum production with a minimum of fire risk. A vast reserve will have been created for a greatly expanded pine industry, which can be given the assurance of perpetual supplies.

Immediate use of pine reserves

When considering future use of the present reserves of timber, the following facts should be considered:

(1) A high proportion of the pine trees now being felled are over-aged and are making very limited growth.

(2) These over-age trees have a limited life and will die from various causes in the next 40 to 50 years.

(3) In no area of the savannahs is there any evidence that past logging has caused a drop in the natural regeneration below the point necessary to restock the area fully. This is so because the pines seed profusely before reaching commercial size.

Therefore, there appears to be no reason why controlled exploitation of the remaining reserves should not be permitted. This extraction will prevent waste due to death of over-age trees and at the same time provide royalties to offset the cost of the suggested forest service. It should, however, be made a duty of the Forest Service to check that the extraction methods are as efficient as possible and are compatible with the future development of the land resources.

GRAZING INDUSTRY

SAVANNAH AREAS

Lecus, Sisin and Miguelbegan Land Types: Better management is essential, with either an intensive grazing rotation in small fenced areas to prevent the grass from becoming coarse during the wet season, or mowing during the wet season to promote the growth of young grass. One tractor and mower are recommended on a trial basis to prove that mowing is economical; if so, this will eliminate the need for the annual burning which has in the past caused the destruction of the great majority of pine seedlings. Mineral supplements should be supplied experimentally to the animals to overcome the mineral deficiencies in the soil. Longterm improvement is largely dependent on a cheap supply of limestone. If this is available, experiments on fertilizing, particularly of limestone, superphosphate, potassium, nitrogen could be made, but the costs of the major nutrients are expected to be excessive. On a longterm basis, an attempt should be made to introduce legumes into the pastures, in systems of management incorporating annual burning, controlled grazing or mowing, but this will probably prove very difficult. Even under present management, the quality of the pasture could be improved by better control of burning. The well-drained savannahs support a variety of pasture types, the better ones being dominated by two sedges, which are identical with the two species prevalent on the poorly drained savannahs. In well-drained sites the pastures could be improved by stopping burning for one or two years to permit the taller grasses to shade out the sedges. As continued protection from fire will promote a complete cover of pines and the suppression of all pasture growth, fire would need to be resumed in the third year if the area is required for pastures. If this program does not completely suppress the sedges the process of protecting from fire could be repeated.

ALLUVIAL AREAS

Coco and Huahua Land Types: The regular introduction of a four to six years pasture fallow into rotations on crop land should follow one to two years cropping, rather than the bush fallow now used. Trials should commence at once of leguminous species such as cowpeas, *Centrosema* and Kudzu for introduction into existing pastures and also of Para, Imperial and Cana grass (*Saccharum* spp.). The fences around the present crop lands should be maintained during the pas-

ture fallow to facilitate rotational grazing of cattle. These areas should be given one week intensive grazing, followed by 4 to 6 weeks rest. This will greatly improve the quality of the herbage, control weeds and increase production considerably. The exact rotations will be obtained by experience. Trial applications of fertilizers should be undertaken to determine what rate, if any, is economically feasible under present circumstances. It is probable that a good response will be obtained to phosphate. More detailed recommendations must be based on the results of soil analyses.

AGRICULTURE

The most important problem to be solved before expanding the production of any cash crop in this region is the finding of a suitable market. Many crops can be produced, but, partly because of the cost of transportation, the prices received by the growers are low. A local market big enough to attract capital would greatly increase the efficiency of the local farms. This local market could possibly be built up following the rapid expansion of the pine industry which is envisaged as a result of the fire control program. This larger local market would promote competition and tend to reduce the high middleman's costs.

The Ministry of Economy should investigate the economic feasibility of developing markets outside the area, particularly for the following products: rice, meat, milk, cheese, sugar, citrus products, peanuts, beans and cacao. The Ministry should also investigate the possibility of giving favorable treatment for the export of meat products to other countries because the area has a far higher potential in animal products than could possibly be absorbed locally, and because the consignment of meat to the Pacific Coast is restricted by the high cost of aerial transport.

Disease Control: Because of the high rainfall, plant diseases and insect pests are a serious problem for almost all crops. Moreover, because of the small scale of operations, no specialized technical advice is readily available, nor are supplies of fungicides and insecticides. As this limits the expansion of agricultural production, the Ministry of Agriculture should consider stationing an additional technician in Waspan with specialized training and adequate transportation to visit the scattered farms.

Individual Crops

RICE: Most of the alluvial soils in the Coco and Huahua Land Types are suitable for rice production, but future development is dependent on accessibility of markets; if these are available, the following recommendations may be considered:

- (a) mechanization of production on a large scale;
- (b) use of low-lift irrigation which could cover immense areas at low cost;
- (c) introduction of new varieties, particularly the "floating rice" of Indo-China, for use in the extensive areas of the lower Rio Coco alluvium, subject to inundation;
- (d) use of green manures and fertilizers.

MAIZE: It will probably be difficult to develop an export of corn, but the

area should continue to be self-sufficient. Production could be increased by mechanization; even under the present system of hand cultivation, yields would be increased by the introduction of new varieties, preferably by STAN, or by encouraging farmers to use only the highest yielding cobs for reseedling.

BEANS: The position is similar to maize, the rainfall being somewhat high for optimal production and the development of an export trade, but the area should continue to be self-sufficient. However, because of its important soil-building properties this crop should be incorporated in practically all crop rotations.

BANANAS: Large-scale production of bananas has been discontinued because of the disease problem and there appears to be little likelihood of any large expansion of production. The land suitable for bananas includes extensive areas in the Huaspuc, Huahua, Cabo and Coco Land Types.

GROUNDNUTS: The rainfall is somewhat high for optimal production, but because of the relatively high price per pound transport costs are not so limiting and groundnuts can probably contribute much to an immediate development. The most suitable areas for this crop are those sections of the Coco Land Type with lighter soils, preferably sandy loams, but the areas selected should be out of reach of the floods which would destroy the crop.

CITRUS: The well-drained areas of the Lecus, Sisin and particularly the Miguelbegan Land Types, with their strongly acid soils, can produce large quantities of citrus fruits. However, before any encouragement could be given for increasing production above local needs, investigations would be necessary on the economic feasibility of a processing plant for the production of fruit juice or other export products. Such a project does appear feasible.

SUGAR CANE: Most of the alluvial soils in the upper part of the Coco Land Type are suitable for sugar cane production, but this is at present limited due to marketing difficulties. If suitable markets are assured then large scale production can be developed. This should incorporate a leguminous green manure crop in the rotation and yields could probably be increased by the application of nitrogenous fertilizers.

OIL CROPS: The production of copra and coconut oil offers possibilities for increasing the cash income of subsistence farmers throughout the area, including the well-drained parts of the savannah land types. Again, facilities would need to be developed to process any dried copra produced from the existing palms, and simultaneously encouragement should be given to the planting of small groves of palms around every dwelling.

Large areas of the Coco Land Type are suitable for oil palm plantations, but development can take place only if capital is available for large-scale plantings.

CACAO: This crop offers great promise as a future mainstay of the economy of the region, particularly in large areas of the Coco and Huaspuc Land Type. In the Coco Land Type most soils are suitable, but the lighter soils, loams and sandy loams are preferable to the clay loams and clays. It is important to plant this crop in sites reached by only the most exceptional floods on land not covered by water for more than 2 weeks, and this not as an annual event. In sites where flooding is remotely possible, ditches should be prepared to facilitate rapid drainage. In the gently rolling country of the Huaspuc Land Type, ca-

cao can be grown almost everywhere but preferably on soils with clay loam or lighter textures. Areas of shallow soils less than 18 inches in depth should be avoided and preference given to soils which are over 2 feet in depth.

The establishment of plantations would probably be an economic failure at present, because the farmers have no experience with the crop and need specialized technical advice on many aspects, particularly disease control, the selection of shade trees, pruning, green manure, commercial fertilizers, and the preparation of the crop for marketing.

COFFEE: The areas suitable for cacao could also be planted with coffee, but this crop would need even more security from flooding. Problems of management similar to those facing cacao production have to be overcome, but climatic factors limit coffee production to a poorer grade crop of Robusta and Liberia varieties; and cacao offers greater promise. The area should, however, become self-sufficient in coffee, but this should be encouraged only when specialized advice is available, particularly with regard to disease control.

FIBRE CROPS: Large areas of the eastern portion of the Coco Land Type which are regularly flooded for months each year may prove suitable for jute, but economic production may not be possible for various reasons. Primarily there would need to be an investigation on relative labour costs. The world monopoly of jute production is held by Bengal because of its very cheap labour supply combined with other favorable factors. Even if labour costs may be favorable, the water supplies available should be tested for suitability for retting the fibre before even trial plantings are contemplated.

Although large areas are suitable for Manilla hemp, economic production may not be possible because of high labour costs; this should be checked. Trees of the most important kapok-producing species, Ceiba and Balsa, are common, particularly in the Coco Land Type. These could be used to supplement the cash income of subsistence farmers if marketing facilities were available.

Small quantities of bark cloth are produced by forest-dwelling Indians. If these products could be printed with some primitive design they would find a small market as a tourist curiosity in Managua. This cloth is produced by beating the bark of various species of *Ficus*, but the great amount of labour involved restricts its production to these forest-dwelling Indians with little other cash income.

RUBBER: The deeper soils of the Huaspuc Land Type are well suited for rubber production. No planting should be attempted until the work of STAN proves that rubber production is economically feasible in Nicaragua, and in this case rubber could be planted on land similar to that recommended for cacao in the Huaspuc Land Type.

ROOT CROPS: Root crops, predominantly cassava, sweet potatoes, taro and yams, are now grown in the Coco, Huaspuc, Huahua and Cabo Land Types. There is little prospect of developing an export trade because of high transport costs, but the large areas of suitable land could be used to meet the needs of a far greater local market. If the local market warrants expansion, sweet potatoes would offer possibilities of cheap production by mechanization.

HARDWOOD TIMBRES

The area surveyed originally contained large quantities of cabinet woods,

but due to their accessibility only small resources now remain. Any supplies of cabinet timber for the saw mills must come from forests to the west, in country difficult of access. It may prove advisable that the exploitation of these timber reserves be strictly controlled, with concentration on the use of a far greater number of species rather than on the few highly-prized cabinet woods. Further, it may prove a sounder policy to bring timber exploitation into line with agricultural development. The agricultural development of those areas which still retain good supplies of timber is restricted due to lack of access. There is a possibility of using royalties obtained from timber exploitation to meet the cost of permanent access roads. If any large-scale agricultural development is contemplated, the standing timber should be utilized first and the royalties used to defray costs of development. Because of their urgency for the survival of the present mills these matters should be investigated immediately.

Stands of mangrove of moderate extent are common along the coast. Those visited were dense and well over 100 feet tall, but the diameter of most trees was less than 12 inches, due to overcrowding. These stands constitute a valuable reserve of good-quality construction timber. At least the few stands examined would profit by judicious exploitation with careful thinning, but wholesale exploitation either for lumber or firewood should be prevented. These stands are also valuable for small-scale production of tannin for local markets.

Inquiries are being made to find the most suitable species of **Eucalyptus** for trial plantings in the savannah, to provide a fast-growing source of hardwood construction timber.

MINOR FOREST PRODUCTS

The only significant product is the extraction of gum for the manufacture of chewing gum, and for the production of rubber. The chewing gum is extracted from **Castilla fallax** O. F. Cook TUNO and **Achras sp.** NISPERO, at present only from wild trees, and there seems little incentive for planting. The Tuna tree grows up to 70 feet in height and is found in the lower layers of tall regrowth forests. It could possibly be encouraged by clearing other trees and shrubs in this lower layer near a source of Tuna seed.

MINERAL RESOURCES

In the Sisin and Lecus Land Types, there are extensive and deep deposits of clay, in many cases over 40 feet in depth. Some samples of these deposits were found to consist of 25 per cent bauxite, and others have a high content of bentonite. Both these clay minerals offer possibilities for commercial development if of sufficient purity and extent. This matter needs investigation by a geologist of the Department of Mines of the Ministry of Economy.

**ESTUDIO DE LAS POSIBILIDADES
AGRICOLAS Y FORESTALES DE LA ZONA
MATAGALPA-ESTELI-OCOTAL**

DICIEMBRE 1957

I. RESUMEN DE LAS RECOMENDACIONES

Industria forestal (páginas 141/145). Se recomienda que se declaren reservas forestales y reservas madereras en zonas de montes de frondosas y de coníferas y se señalan zonas específicas (páginas 143/144). Se recomienda también que, una vez reconstituído, el Servicio Forestal instituya un sistema apropiado de estudio y ordenación de estas reservas. Se esboza en términos generales un plan para efectuar simultáneamente la explotación de los montes y el programa general de construcción de carreteras y de desarrollo agrícola de la zona con objeto de sufragar los gastos (páginas 143). Para otras zonas se recomienda la repoblación en forma de bosquetes agrícolas, en parte para combatir la erosión del suelo y en parte también para disponer de leña y de algo de madera cerca de los centros de población (páginas 143/144). Se sugiere el establecimiento de una instalación experimental para el secado en horno y la preservación de la madera (página 145).

Industria del pastoreo (páginas 145/153). Se recomienda firmemente el nombramiento de un oficial especialista en pastizales. Este oficial trabajará en la elaboración de un programa de pastoreo de rotación y de conservación de piensos en Estelí, pero posteriormente los trabajos se extenderán a otras regiones. Se hacen recomendaciones sobre la forma que debe adoptar este programa (páginas 146 y 150).

Igualmente se recomienda el nombramiento de un oficial de introducción de plantas que habrá de trabajar inicialmente en la introducción de nuevas especies para pastizales pero que también efectuará trabajos de carácter general sobre la introducción de plantas en Nicaragua. Se esboza asimismo un programa inicial para este oficial (páginas 149/150).

Café. Se apoya con energía el plan para el fomento ya existente de la industria del café. Se señalan dos zonas prometedoras donde este plan podría llevarse a cabo del modo más eficaz (página 156) y se recomienda también que, tan pronto como sea posible, estas dos zonas sean cruzadas por carreteras que permitan el tráfico en todo tiempo.

Otros cultivos (páginas 156/159). Se hacen recomendaciones generales sobre los principales cultivos que se producen ya en la zona. Entre dichas recomendaciones figura particularmente el que las aplicaciones de fertilizantes se basen en análisis normales de los suelos teniendo en cuenta las particularidades del suelo de que se trate y las exigencias del cultivo. Se hacen igualmente re-

comendaciones de carácter general sobre la fertilización (páginas 122/133). Se subrayan las ventajas de las rotaciones de cultivos y de la introducción de variedades. Se indican las zonas apropiadas para lograr un gran incremento en la producción de arroz (página 138).

Nuevos cultivos posibles. Se discute detalladamente la posibilidad del cultivo del **trigo** en Nicaragua debido al gran interés que presenta para el país, pues las importaciones de trigo producen una considerable sangría en las reservas de divisas. Se señala que ninguna región de Nicaragua es climáticamente apropiada para la producción de trigo en condiciones económicamente interesantes por lo que dicha producción necesitaría ayuda financiera. Se detallan las zonas más aptas para la producción de trigo (página 160).

Se pone de manifiesto la existencia de grandes extensiones de terreno idealmente apropiado para la producción de **té** (página 134). Se recomienda que se haga un estudio de los costos probables de producción y de las posibilidades mercantiles y asimismo se recomienda, firmemente, que si los resultados de este estudio son alentadores se proceda al establecimiento de una industria del té en Nicaragua.

Se recomienda la creación de una industria secundaria de **especies** (cardamomo, clavo, pimienta y jengibre) y se indican las zonas más adecuadas (páginas 162). También se hacen recomendaciones sobre el establecimiento de cultivos de **soja, frutas y ricino** (páginas 162/163).

Erosión del suelo. Se subraya la gravedad de la erosión del suelo en miles de kilómetros cuadrados de la zona estudiada. Se recomienda que, como medida inicial, se instituya una campaña educativa sobre la erosión del suelo. Se hacen recomendaciones respecto a los métodos de lucha contra la erosión, posibles desde el punto de vista económico, para la región en general y en particular para las zonas de captación de aguas de los grandes embalses cuya construcción se ha propuesto en dicha zona y donde será necesario tomar enérgicas medidas.

Ordenación del suelo. En Nicaragua existen extensísimas zonas fácilmente accesibles cubiertas por suelos arcillosos negros de los trópicos (sonsocuite). Estas zonas tienen buenas posibilidades potenciales como tierras arables, pero en la actualidad se aprovechan poco. Se recomienda la institución de un programa para determinar los métodos más apropiados de ordenación de la tierra y de avenamiento basado en un detallado estudio del suelo y en estudios del contenido de humedad de éste (página 125).

II. INTRODUCCION

Geografía General: La zona Matagalpa—Estelí—Ocotal se encuentra en el nordeste de Nicaragua y comprende una parte muy extensa de la región montañosa del país. La zona estudiada tiene una superficie de casi 18.130 km² y está comprendida, aproximadamente, entre los 12° 40' N. y los 14° 05' N. y los 87° 10' O y los 85° 55' O. Forman parte de ella los Departamentos de Madriz y Estelí, la casi totalidad de los Departamentos de Matagalpa y Nueva Segovia, gran parte (incluidas todas las zonas colonizadas) del Departamento de Jinotega y una porción muy pequeña del Departamento de Boaco. Su altitud oscila entre 366 y 1.980 metros y la atraviesan muchas cadenas montañosas. Las más importantes

van de oeste a este. Son los Montes de Dipilto y los Montes de Jalapa, que se extienden por el confín septentrional de la zona estudiada; la Cordillera Isabelia que va hacia el este desde Yalí a Peñas Blancas y después se orienta hacia el nordeste; y la Cordillera Dariense que se dirige al este desde Matagalpa. Algunas cadenas menores se extienden de norte a sur, figurando entre ellas una que desde El Espino llega hasta Santa Rosa en la parte occidental de la zona y otra pequeña que se alza al sur de Matagalpa.

La zona es atravesada por muchos ríos, la mayoría de los cuales corren de oeste a este. Casi todos desaguan finalmente en el Océano Atlántico y solamente una pequeña zona cercana a San Juan de Limay, en la cuenca del Río Negro, vierte en el Océano Pacífico. Los principales ríos que afluyen al Atlántico son el Río Coco con sus afluentes Estelí, Jícaro y Patuca; el Río Tuma, el Río Grande de Matagalpa y el Río Viejo.

Población: La zona tiene una larga historia de aprovechamiento de la tierra. Incluso antes de la colonización española en la primera parte del siglo XVI existían muchos grandes poblados de indios nativos que eran primordialmente un pueblo agricultor dedicado al cultivo del maíz. Frecuentemente se encuentran restos de estos antiguos poblados, cubiertos a menudo por espesas capas de suelo. La colonización española en esta zona fue relativamente rápida debido, principalmente, a la presencia de depósitos de oro. Desde entonces la historia de los habitantes de esta zona es análoga a la de los de las otras zonas colonizadas de Nicaragua, aunque la que aquí es objeto de estudio está muy aislada por la distancia. No se dispone de cifras sobre los cambios de población verificados a lo largo de los siglos, pero se ha producido un grandísimo incremento en el siglo actual, con el correspondiente aumento en el aprovechamiento de la tierra, y en la destrucción de montes de frondosas y de coníferas para establecer nuevas tierras agrícolas y de pastoreo. Este proceso se ha acelerado enormemente en los últimos quince años debido al programa intensivo de construcción de carreteras. En el censo de 1950, la población de la zona estudiada superaba algo la cifra de 250.000 habitantes, estando la mitad de ellos en el Departamento de Matagalpa. Desde dicha fecha indudablemente se ha producido un nuevo y grandísimo incremento en la población, correspondiendo probablemente las cifras más altas a los Departamentos de Jinotega y Nueva Segovia.

Acceso: Hace quince años el acceso a la zona y los movimientos dentro de ella eran difíciles. El principal medio de transporte para las mercancías lo constituían las carretas de bueyes que, con su consiguiente costo elevado por kilómetro, eran un importante factor limitativo del desarrollo de la zona. De entonces acá se han construido muchas carreteras de primer orden, entre ellas la Panamericana, la de Jinotega y la de Tuma, terminada en parte. Esta red principal está completada por un sistema de ramales por los que se puede transitar en todo tiempo. Utilizando un vehículo de motor de doble transmisión fue posible recorrer más de mil kilómetros de carretera en esta zona durante la estación de lluvias de 1957. Estas carreteras por las que se puede transitar en épocas de lluvia se representan en el mapa de tipos de tierras. En esta cifra no se incluyen las muchas carreteras transitables por vehículos de motor en la estación seca, ni el incontable número de caminos carreteros y de senderos para caballerías. El programa de construcción de carreteras se ha limitado principalmente a la mitad occidental de la zona estudiada, pero también se están construyendo otras que avanzan gradualmente hacia el este.

Nunca se insistirá bastante en la importancia del programa aludido para

el desarrollo de la zona. La construcción de una carretera, aunque solo sirva en la estación seca va seguida automáticamente del incremento de la actividad agrícola y de un gran aumento en el valor de la tierra. La construcción de carreteras y su localización en zonas agrícolas adecuadas es, pues, una potente arma en manos del Gobierno de Nicaragua para dirigir el desarrollo del país.

Economía: La economía actual de la zona depende en gran medida de la producción de café y de los pastos, pero, debido principalmente a la falta de capital, ninguna de estas actividades explota más que una parte de las posibilidades de la tierra. El Gobierno de Nicaragua ha iniciado ya un programa para mejorar la producción de café y en este informe se traza un plan para el mejoramiento de la producción de los pastizales. Otras industrias agrícolas son de menor importancia, aunque a veces la tienen localmente. Entre ellas se cuentan cultivos tales como patatas, maíz, frijoles, arroz, azúcar, algodón, sésamo, así como también madera, principalmente de coníferas. La minería desempeña asimismo un papel secundario, pero esta es en la actualidad objeto de investigación por parte del Servicio Geológico Nacional.

III. CLIMA

Dentro de la zona estudiada, el clima y particularmente la lluvia, varían mucho, siendo ésta la causa de las principales diferencias en el aprovechamiento de la tierra.

Existen muchos datos sobre las lluvias, tomados en varias estaciones de la zona. Entre ellas hay algunos recogidos por agricultores durante treinta años y por diversas estaciones del gobierno. Estas estaciones gubernamentales disponen de datos de solo cinco años atrás, lo cual no basta para dar una idea completa de las lluvias. Los datos privados se han tomado generalmente con aparatos rudimentarios y a veces expresan resultados bastante diferentes de los que indican las estaciones gubernamentales de la misma localidad.

Valiéndose de las estaciones existentes como término de comparación, se ha podido utilizar la distribución de la vegetación y de los suelos para preparar un mapa de las precipitaciones anuales. No hay que esperar que este mapa sea muy exacto, pero se cree que las diferentes zonas delineadas corresponden verdaderamente a zonas de análoga precipitación efectiva.

En el cuadro I se presentan algunas de las cifras sobre las lluvias más fidedignas:

CUADRO I

DATOS RECOGIDOS EN LAS ESTACIONES PLUVIOMETRICAS QUE SE CITAN

En pulgadas

Estación y número de años registrados	Enero	Feb.	Mar.	Abril	May.	Jun.	Julio	Agt.	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.	Total
SEBACO (5 años)	0.11	0.07	0.00	0.01	6.34	8.14	8.14	3.23	9.33	10.29	1.34	0.15	47.15
MATAGALPA (5 años)	1.26	0.70	0.56	0.51	5.33	10.33	8.55	5.50	11.57	9.02	1.41	1.11	55.85
FINCA CORINTO (Venecia, 5 años)	2.42	1.35	0.66	1.06	7.00	13.55	10.89	9.12	9.85	10.32	3.90	3.44	73.56
Proximidades de LAS SABANAS (4,000', 25 años)	2.08	1.23	0.89	1.28	8.69	13.32	7.83	7.66	12.10	13.44	3.58	2.60	74.70
TUMA (5 años)	2.77	2.07	2.07	2.61	5.35	15.14	15.37	9.23	10.92	10.40	6.18	7.79	89.90

Estas cifras muestran la distribución característica de las lluvias. Hay una marcada estación seca, que dura seis meses en las zonas más secas, y solo dos en las más húmedas, con dos máximos de pluviosidad, uno en Junio y el otro en Septiembre y Octubre. Casi todos los años, Julio o Agosto son, por lo general, bastante secos.

Existe una fuerte tendencia en la zona a que la duración y la severidad de la estación seca sean inversamente proporcionales a la lluvia anual. Esta estación seca constituye el aspecto más importante de las precipitaciones para el aprovechamiento de la tierra y es la causa de algunos de los mayores problemas con que tropieza la industria del pastoreo y determina en gran modo las cosechas que deben cultivarse y la época de la siembra. Sin embargo, debido a su relación con la cantidad de lluvia total, basta, al estudiar el aprovechamiento de la tierra en esta zona, aludir a la lluvia total, puesto que una precipitación anual baja entraña una estación seca muy marcada y una precipitación anual elevada significa una estación seca breve y no severa.

En el mapa pluviométrico las zonas de lluvia moderada se indican como zonas de lluvia inferior a 50 pulgadas (1.270 mm.). Es posible que haya algunos sectores con precipitaciones de menos de 40 pulgadas (1.016 mm.), pero no se dispone de datos y, en todo caso, si tales zonas existen, son muy pequeñas. Es difícil con lo que se sabe actualmente de la zona, evaluar en más de 90 pulgadas (2.286 mm.) anuales las precipitaciones a base de los suelos y la vegetación. Según esto, esta zona es probablemente muy inexacta y cabe también que existan otras de precipitaciones mucho mayores. Afortunadamente, como la lluvia en estas elevadas montañas raras veces es limitativa para un cultivo, la distinción exacta de las zonas de lluvia es menos importante.

Al igual que sucede con la lluvia, las variaciones de la temperatura en la zona son importantes y guardan una estrecha relación con la altitud. La temperatura media de Jinotega (altitud 1.000 m.) es de 20,3° C. Solamente se dispone de pocos más datos sobre las temperaturas. Estas disminuyen con la altura a razón de unos 7° C por cada 1.000 metros de altitud. Las alturas oscilan entre 366 metros con una temperatura media que se acerca a los 27° C, y 1.829 metros con una temperatura media de unos 13° C. Esta variación de la temperatura es considerable y es muy importante para el aprovechamiento de la tierra. Las altitudes elevadas con su correspondiente temperatura media baja tienen siempre, sin embargo, una elevada precipitación pues no hay ninguna tierra en la zona de más de 914 metros de altitud con menos de 60 pulgadas (1.524 mm.) de lluvia. Análogamente todas las zonas superiores a 1.219 metros tienen lluvias de 70 pulgadas (1.778 mm.) y más. Esta falta de una zona de elevada altitud con precipitaciones bajas impide la producción económica de diversos cultivos exigentes en lo que a temperatura se refiere y en particular del trigo.

Lo mismo que sucede en otras regiones tropicales, la oscilación de las temperaturas medias mensuales es baja, de menos de 5.5° C en todas las estaciones, y es menor que la oscilación diurna media.

IV. TIPOS DE TIERRAS

Al clasificar las tierras para su aprovechamiento agrícola y forestal es corriente clasificar y representar en el mapa tanto el suelo como la vegetación y a veces la geología de la región. Sin embargo, para decidir sobre el aprove-

chamiento de la tierra es necesario considerar todos estos diferentes aspectos junto con el clima, la topografía, el avenamiento y otros factores antes de tomar decisiones sobre el aprovechamiento de un lugar determinado. Aparte de esto, existe frecuentemente una estrecha relación entre los diversos factores del medio que, solo con gran dificultad se puede ver en mapas distintos. Además, a menudo se tropieza con una mezcla íntima de tipos de suelos y de vegetación asociados en una forma topográfica que no se pueden representar separadamente en un mapa a escala conveniente. Por estas razones se ha adoptado el sistema de representación cartográfica por tipos de tierras. Estos tipos coinciden normalmente con las unidades geológicas o geomorfológicas principales y tienen formas de vegetación, de suelos, geológicas, etc., que se repiten y que pueden representarse cartográficamente y describirse de manera adecuada. Por conveniencia de la descripción, estos tipos de tierras se subdividen en unidades de tierras y las relaciones topográficas de estas unidades se presentan en un perfil. Se hace una descripción de la topografía, los suelos, la vegetación, el avenamiento y el aprovechamiento de la tierra para cada unidad de tierras. La finalidad de este procedimiento es dar en una página una detallada información del medio ambiente de cada zona representada en el mapa. De este modo se pueden dar datos que de otra manera exigirían tres mapas distintos y, al mismo tiempo, se subrayan las relaciones mutuas de los diversos factores del medio.

Cuando se desee una información más completa que la proporcionada en los cuadros de los tipos de tierras, deberán consultarse las secciones detalladas de este informe que se presentan más adelante.

El mapa de los tipos de tierras se basa para la mitad de la zona en los mapas de Estelí, Ocotal y Sébaco del Servicio Geodésico de Nicaragua. El resto del mapa se ha trazado basándose en fotografías aéreas no comprobadas, con excepción de una pequeña zona de los alrededores de Jalapa donde la situación de los límites y las carreteras es muy aproximada.

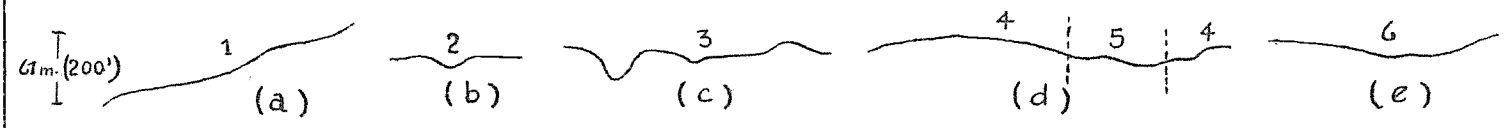
Cuadro 1. Tipo de tierra Dipilto
(Extensión 1.036 km². = 400 millas cuadradas)

Situación y descripción general	Los cerros graníticos de gran pendiente de la cadena fronteriza y los cerros graníticos bajos, ondulados, localizados cubren Jícaro y Santa Clara, además de un cerro de granito al este de Telpaneca, Altitud, 549 a 1.524 m. (1.800-5.000').				
Lluvia	En su mayoría, 1.524 a 2.296 mm. (60-90 pulgadas) probablemente pequeñas zonas con menos de 1.524 mm. (60 pulgadas); los cerros más elevados al este reciben quizás más de 2.286 mm. (90 pulgadas).				
Geología y geomorfología	Nada más que granito, probablemente de gran edad geológica.				
Unidad de tierra No.	1	2	3	4	5
Altitud y topografía	Laderas de gran pendiente a todas las altitudes.	Pequeñas llanuras a todas las altitudes.	Laderas de gran pendiente y pequeñas llanuras a grandes altitudes (más de 1.067 m.) (3.500').	Laderas de pendiente moderada a poca altitud, menos de 762 m. (2.500').	Cerros suavemente ondulados, 610 a 762 m. (2.000-2.500').
Perfil					
Extensión relativa	Muy grande	Muy pequeña	Media	Pequeña	Media
Suelos	Regosoles amarillos, pardos y negros, según la lluvia. Todos los suelos son muy ácidos y muy deficientes en sustancias nutritivas para las plantas. Erosión amplia, severa y antigua.				
Vegetación	Montes muy densos y altos de <i>Pinus oocarpa</i> , algunas pequeñas masas de <i>Pinus caribaea</i> y <i>Pinus pseudostrobus</i> co-dominantes.	Algunas masas de monte montano sempervirente. Zonas de monte claro secundario, cafetales y pastizales de grama.	Matorral y monte claro caducifolios secundarios.	Monte de pino abierto raramente denso. Pequeñas extensiones de pastizales roturados.	
Avenamiento	Bueno o excesivo	Bueno	Bueno	Bueno o excesivo	Bueno
Aprovechamiento de la tierra	Recomendadas para reserva de montes nacionales.	Cafetales malos. Pastizales regulares. Los montes vírgenes son una importante reserva de madera.	Pastizales malos y leña. Más apropiada para plantar pinos.	Como la Unidad I.	

Cuadro 2. Tipo de tierra Cosmapa
(Extensión 725 km². = 280 millas cuadradas)

Situación y descripción general	Pequeñas extensiones de monte de pinos diseminadas por toda la región. Altitud, 610 a 1.524 m. (2.000-5.000').					
Lluvia	En su mayor parte 1.524 a 2.159 mm. (60-85").					
Unidad de tierra No.	1	2	3	4	5	6
Geología	Rocas metamórficas, predominantemente esquistos.		Rocas volcánicas terciarias básicas.	Lavas terciarias.	Sedimentos no consolidados.	Rocas volcánicas terciarias ácidas.
Topografía y altitud	Cumbres de cerros 610 a 1.524 metros (2.000-5.000').	Valles 610 a 701 m. (2.000-2.300').	Cumbres de cerros y llanuras 610 a 1.219 metros (2.000-4.000').	Llana o suavemente ondulada, 914 a 1.372 m. (3.000-4.500').	Llana o suavemente ondulada, 610 a 914 metros (2.000-3.000').	Cumbres de cerros 610 a 1.524 metros (2.000-5.000').
Perfil						
Extensión relativa	Grande	Muy pequeña	Media	Media	Pequeña	Grande
Suelos	Regosoles amarillos, pardos y negros. Erosión severa.		En su mayoría suelos esqueléticos negros. Erosión severa.	Suelos negros de los trópicos, principalmente arcilla y algo de suelo franco arcilloso.	Regosoles negros.	Suelos esqueléticos negros, capa arable poco espesa, suelo franco.
Vegetación	Montes de pinos, que varían de moderadamente densos a moderadamente abiertos; pequeñas extensiones de pastizales y pequeñas extensiones de montes de roble.					
Avenamiento	Bueno o excesivo	Regular o bueno	Bueno o excesivo	Regular	Regular o bueno	Bueno o excesivo
Aprovechamiento de la tierra	Muy apropiada para la producción de pinos; cierto valor para pastizales; extensiones muy pequeñas de suelo sin erosionar medianamente adecuado para cafetales.		Buena para producción de pinos; moderada para pastizales. Pequeñas zonas medianamente apropiadas para cafetales.	Producción de pinos y pastizales.	Pinos y pastizales. Pequeñas extensiones medianamente apropiadas para cafetales.	Pinos y pastizales.

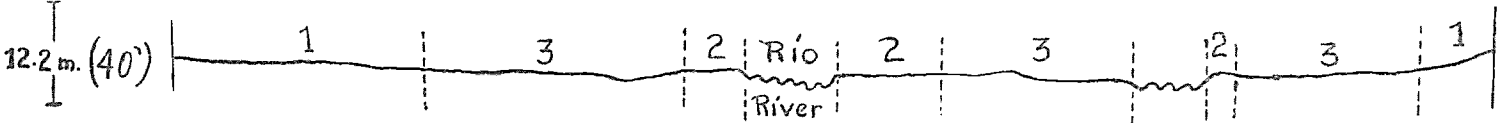
Cuadro 3. Tipo de tierra Ocotál
(Extensión 285 km². = 110 millas cuadradas)

Descripción general	Material transportado derivado de rocas graníticas de las montañas de la frontera. Altitud, 579 a 640 m. (1.900-2.100'). La Unidad 6 procede de esquistos.					
Unidad de tierra No.	1	2	3	4	5	6
Situación	S. O. de Macuelizo.	Ocotal.	Mosonte a Santa Clara.	Jalapa a Santa Clara.	Jalapa a Santa Clara.	Norte de Jalapa.
Lluvia	1.016-1.270 mm. (40"-50")	1.016-1.270 mm. (40"-50")	1.270-1.651 mm. (50"-65")	1.651-1.905 mm. (65"-75")		1.905-2.286 mm. 75"-90"
Geología y geomorfología	Material recientemente transportado de los cerros graníticos circundantes. Pendiente moderada.	Depósitos dejados por un antiguo río que en otro tiempo corría de Totecacinte a Ocotal, perpendiculares al avenamiento actual. Llanas o suavemente onduladas.				
Perfil						
Extensión relativa	Media	Media	Grande	Grande	Pequeña	Media
Suelos	Regosoles amarillos.	Regosoles pardos.		Regosoles negros.	Suelos aluviales jóvenes derivados principalmente de esquistos yacientes sobre aluvión terciario.	Regosoles negros y pequeñas extensiones de suelos hidromórficos y suelos aluviales jóvenes derivados de esquistos.
Vegetación	Monte claro caducifolio bajo y pastizales de pasto Jaragua.	Monte claro caducifolio. Pasto Jaragua y algún cultivo.	Pasto Jaragua y Guinea. A veces con pinos diseminados.	Pastizales principalmente.	Tierra de cultivo principalmente. Pequeñas masas de monte sempervirente secundario. Común <i>Erythrina glauca</i> .	Pastizales y algunos fangales.
Avenamiento	Bueno	Bueno	Regular o bueno	Regular o bueno	Bueno o malo	Regular o muy malo
Aprovechamiento de la tierra	Pastizales malos.	Pequeñas extensiones apropiadas para algodón, ricino, frijoles, maíz, etc. Pastizales medianos.	Pastizales medianos o buenos. Buena producción de pinos.	Buenos pastizales. Adecuada para una buena producción de pinos.	Con una fertilización apropiada, muy adecuada para una amplia gama de cultivos; café, maíz, tabaco, hortalizas.	Las zonas mejor avenadas son apropiadas para cafetales y para ciertos cultivos. Las zonas peor avenadas valen para pastizales re-

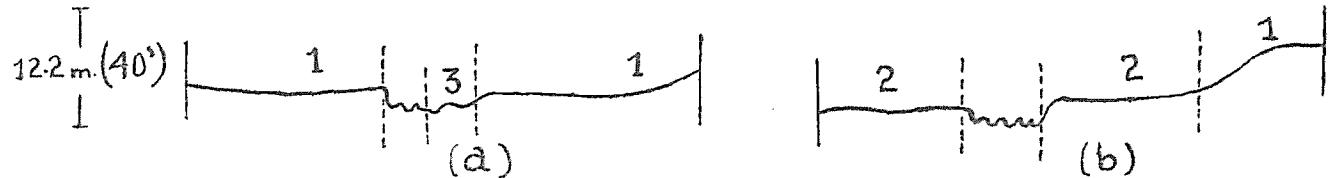
Cuadro 4. Tipo de tierra Venecia
(Extensión 65 km². = 25 millas cuadradas)

Situación y descripción general	Zonas de sedimentos no consolidados, suavemente onduladas. Solamente se presentan en dos áreas: Una cercana a Venecia, a 1.006 (3.300') y con una lluvia de 1.524 a 1.905 mm. (60"-75"), y otra pequeña, cerca de San Rafael del Norte, a 1.067 m. (3.500') con una lluvia de 1.397 a 1.524 mm. (55"-60").		
Geología y geomorfología	Sedimentos terciarios no consolidados, que consisten principalmente en arena y grava derivadas de rocas volcánicas terciarias básicas, con pequeños depósitos de tierra de diatomeas y feldespatos.		
Unidad de tierra No.	1	2	3
Topografía	Pequeñas llanuras o cerros ondulados.		Depresiones poco profundas.
Perfil			
Extensión relativa	Grande	Media	Grande
Suelos	Regosoles negros.	Regosoles negros muy poco espesos.	Suelo negro de los trópicos. Son comunes la arcilla y el suelo franco arcilloso.
Vegetación	Predominantemente buenos pastizales, algo de tierra cultivada y de monte claro caducifolio secundario.	Buenos pastizales con pinos diseminados.	Predominantemente pastizales de grama.
Avenamiento	Regular o bueno	Bueno	Regular o malo
Aprovechamiento de la tierra	Los suelos más profundos son apropiados para la agricultura, maíz y frijoles. Buenos pastizales.	Buenos pastizales, o buena producción de pinos. Zonas muy pequeñas apropiadas para cultivo, después de fertilizadas.	Pastizales buenos o regulares.

Cuadro 5. Tipo de tierra Estelí
(Extensión 544 km². = 210 millas cuadradas)

Situación y descripción general	Extensas llanuras casi planas de aluvión reciente. Altitud, 457 a 914 m. (1.500-3.000'). Se presentan en distintas zonas, siendo las más importantes las cercanas a las poblaciones de Estelí, Sébaco y Jinotega.		
Lluvia	1.016 a 1.778 mm. (40"-70").		
Unidad de tierra No.	1	2	3
Topografía	Pendientes muy suaves en los bordes de la llanura.	Terrazas casi planas cerca de los ríos principales.	Amplias zonas casi planas en el centro de la llanura.
Perfil			
Extensión relativa	Grande	Media	Muy grande
Suelos	En su mayoría suelos francos arcillosos negros de los trópicos y algunos suelos aluviales más jóvenes.	Suelos aluviales jóvenes friables, profundos.	Arcillas negras pesadas de los trópicos.
Vegetación	Las unidades 1 y 2 están en su mayoría cultivadas o dedicadas a pastizales, con sólo pequeñas masas de monte claro caducifolio. La unidad 3 es casi toda ella de monte claro caducifolio en las zonas más secas y de pastizal en las más húmedas. El monte claro caducifolio varía con la lluvia.		
Avenamiento	Regular o bueno	Regular o bueno	Malo o regular
Aprovechamiento de la tierra	Buena tierra agrícola de gran fertilidad; tipo de producción determinado por la lluvia; maíz, frijoles, ricino, algodón y sésamo (ajonjolí) en las zonas más secas; hortalizas, maíz, y frijoles en las zonas más húmedas y altas; tabaco, hortalizas y arroz en zonas de regadío.		Actualmente se limita en su mayoría a pastizales y leña. Sin embargo, la fertilidad es elevada; tiene grandes posibilidades para arroz de regadío y en las zonas de mayor pluviosidad, para arroz de secano.

Cuadro 6. Tipo de tierra Buenos Aires
(Extensión 130 km². = 50 millas cuadradas)

Situación y descripción general	El aluvión joven de las corrientes que discurren por rocas volcánicas terciarias en las zonas de precipitación más baja. Ampliamente distribuido en pequeñas fajas desde Yalaguina a Matagalpa. Altitud 457 a 914 m. (1.500-3.000').		
Lluvia	1.143 a 1.651 mm. (45"-65").		
Unidad de tierra No.	1	2	3
Topografía	Llanuras aluviales estables de los ríos.	Aluvión más joven muy frecuentemente a lo largo de los ríos mayores.	Lechos de grava.
Perfil			
Extensión relativa	Muy grande	Media	Pequeña
Suelos	Suelos francos arcillosos negros de los trópicos y pequeñas zonas de arcilla negra de los trópicos.	Suelos aluviales más jóvenes, a veces de gran espesor.	Grava
Vegetación	Toda la tierra roturada en su mayoría para cultivos, parte dedicada a pastizales y una pequeña zona en barbecho arbustivo.		Comunidades sucesivas de lecho de las corrientes.
Avenamiento	Regular o bueno	Bueno	Bueno o malo
Aprovechamiento de la tierra	En su mayoría tierra arable muy buena, variando el tipo de cultivo con la zona de lluvia y la altitud. Se cultiva maíz, frijoles, bananos, ajonjolí, algodón, ricino, así como también tabaco, hortalizas y caña de azúcar.		Escaso valor para pastoreo.

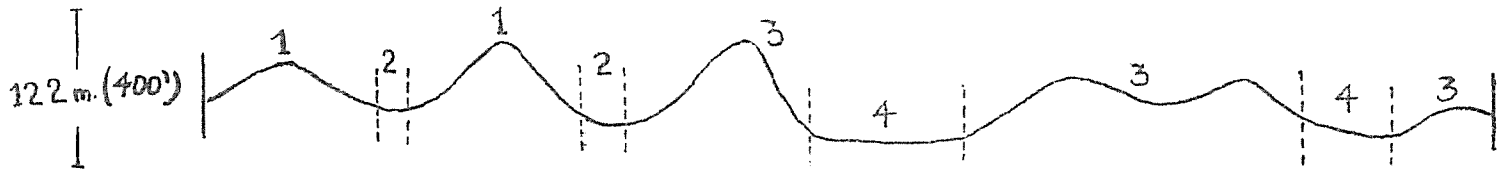
Cuadro 7. Tipo de tierra Limay
(Extensión, 52 km². = 20 millas cuadradas)

Situación y descripción general	Aluvión joven derivado de los terrenos volcánicos terciarios muy pendientes de las laderas occidentales. Altitud aproximada, 274 m. (900'). Se presenta solamente en dos áreas, la mayor alrededor de San Juan de Limay.		
Lluvia	1.270 a 1.524 mm. (50''-60'') con casi nada de lluvia durante seis meses del año.		
Unidad de tierra No.	1	2	3
Topografía	Terrazas fluviales planas.	Terrazas fluviales planas.	Terrazas planas muy frecuentemente cerca de la cabecera del valle.
Perfil	(a) (b)		
Extensión relativa	Grande	Grande	Grande
Suelos	Suelos aluviales jóvenes, muy fértiles, profundos y friables. Grava desgastada por el agua y pequeños guijarros, abundantes en la unidad 3, bastante comunes en la unidad 2 y raros en la unidad 1.		
Vegetación	Toda la tierra roturada, generalmente en cultivo. A veces dedicada a pastizales.		Pastizales y matorral secundario caducifolio bajo. Pastizales malos por lo general. Es muy frecuente el pasto Jaragua.
Avenamiento	Bueno	Regular o bueno	Regular o bueno
Aprovechamiento de la tierra	Las unidades 1 y 2 son de tierra arable muy fértil. El aprovechamiento de la tierra en la unidad 2 es más difícil por la abundancia de guijarros. Cultivos principales: maíz, ajonjolí, frijoles y algodón.		Útil para pastizales solamente, debido a la presencia de rocas. De valor limitado actualmente por la intensidad de la estación seca. Respondería bien al riego, pues los suelos son fértiles.

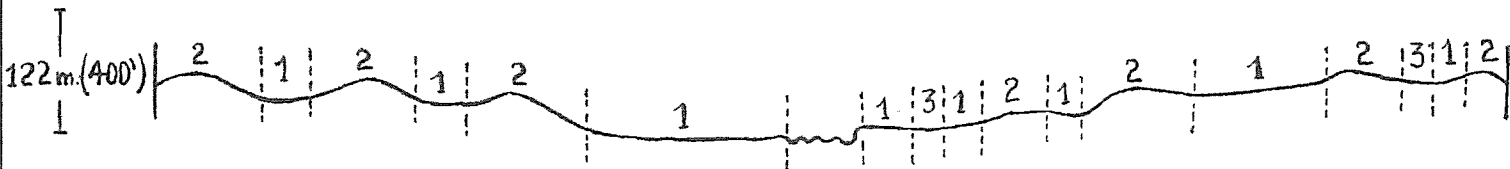
Cuadro 8. Tipo de tierra Somoto
(Extensión 311 km². = 120 millas cuadradas)

Situación y descripción general	Rocas volcánicas básicas suavemente onduladas o muy onduladas, cerca de Somoto, al Sur de Estelí y pequeñas zonas en otros puntos. Altitud, 549 a 914 m. (1.800-3.000').			
Geología y Geomorfología	Topografía madura en terrenos volcánicos terciarios, generalmente básicos y a menudo muy meteorizados.			
Unidad de tierra No.	1	2	3	4
Topografía	Pequeñas colinas.	Valles de pendiente suave.	Pequeñas colinas.	Valles de pendiente suave.
Perfil	The profile diagram illustrates the terrain across four units. Unit 1 consists of small hills, Unit 2 of gentle slopes, Unit 3 of small hills, and Unit 4 of gentle slopes. The profile is divided into two parts, (a) and (b), with a vertical scale of 122m (400') on the left.			
Extensión relativa	Media		Media	
Lluvia	1.143 a 1.397 mm. (45" - 55")		1.397 a 1.905 mm. (55" - 75")	
Suelos	Suelos esqueléticos pardogrises y algunas zonas de regosoles pardos.	En su mayoría suelos francos arcillosos negros de los trópicos y algunas arcillas claras.	Suelos esqueléticos negros y algunos suelos esqueléticos pardo-grises.	Suelos francos arcillosos negros de los trópicos y arcillas.
Vegetación	Principalmente monte claro caducifolio y algunos pastizales.	En su mayoría cultivadas. Algunas zonas de pastizales y pequeñas zonas de matorral caducifolio.	En su mayor parte, pastizales y algunas zonas cultivadas.	En su mayor parte tierra cultivada. Algunos pastos.
Avenamiento	Bueno	Bueno o regular	Bueno	Bueno o regular
Aprovechamiento de la tierra	Pastizales regulares o malos. Leña y madera.	En su mayoría tierra arable buena. Algodón, ricino, maíz, frijoles y ajonjolí.	Buenos pastizales.	Dedicada en su mayoría al cultivo del maíz y los frijoles y pequeñas zonas a pastizales.

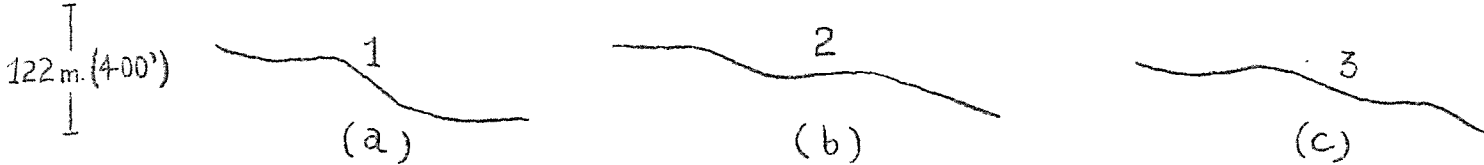
Cuadro 9. Tipo de tierra Pueblo Nuevo
(Extensión 479 km². = 185 millas cuadradas)

Situación y descripción general	Zona de terreno muy ondulado o montañoso con rocas muy meteorizadas, frecuentemente ácidas y ricas en hierro, que se extiende desde Totogalpa al sur de Condega. Altitud, 549 a 701 m. (1.800-2.300').			
Geología y Geomorfología	Principalmente rocas volcánicas terciarias con muchas venas de cuarzo, una zona de conglomerado terciario y arenisa cerca de Totogalpa. Todas las rocas están muy teñidas de rojo por el hierro.			
Lluvia	1.270 a 1.651 mm. (50"-65").			
Unidad de tierra No.	1	2	3	4
Topografía	Colinas pendientes.	Llanuras de valles.	Colinas pendientes.	Llanuras de valle a menudo muy extensas.
Perfil				
Extensión relativa	Grande	Pequeña	Muy grande	Media
Suelos	Suelos esqueléticos rojos derivados de conglomerados de muy poco espesor. Erosión severa.	Suelo franco arcilloso negro de los trópicos; raramente arcilla; a menudo con ligero tinte rojizo.	Suelos esqueléticos pardogrisos y suelos esqueléticos rojos.	Suelos franco-arcillosos negros de los trópicos.
Vegetación	Principalmente pastizales, a menudo con pinos diseminados. Regulares extensiones de monte claro caducifolio.	Generalmente cultivada; algunos pastizales.	Pastizales y matorral y monte claro caducifolios. Pequeñas extensiones cultivadas.	Generalmente cultivada. Regulares extensiones de pastizales.
Avenamiento	Bueno o excesivo	Bueno	Bueno o excesivo	Bueno
Aprovechamiento de la tierra	Pastizales malos o regulares. Buena madera. Apropiaada para plantación de pinos. En general inadecuada para el cultivo del maíz.	Tierra agrícola buena o regular. Maiz, frijoles, ajonjolí, ricino. A menudo es necesario construir terrazas.	Importantes reservas de leña. Poco apropiada para el cultivo del maíz.	Tierra arable buena o muy buena. Los mismos cultivos que la unidad 2.

Cuadro 10. Tipo de tierra Muy Muy
(Extensión 570 km². = 220 millas cuadradas)

Situación y descripción general	Llanura suavemente ondulada o plana de rocas sedimentarias terciarias, cerca de Muy Muy y de Matiguás. Altitud, 457 a 610 m. (1.500-2.000').		
Lluvia	1.270 a 1.778 mm. (50-70").		
Unidad de tierra No.	1	2	3
Topografía	Casi llana.	Colinas suavemente onduladas.	Casi llana o suavemente ondulada.
Perfil			
Extensión relativa	Muy grande	Grande	Muy pequeña
Suelos	Arcilla pesada negra de los trópicos.	Arcilla pesada negra de los trópicos de poco espesor y suelos esqueléticos negros.	Suelo franco arcilloso negro de los trópicos, y algunos suelos aluviales jóvenes grises y pardos.
Vegetación	Matorral y monte claro caducifolios, muchos pastizales y algo de cultivo.	Principalmente monte claro y monte caducifolios y pequeñas zonas de cultivo.	Algunos pastizales.
Avenamiento	Bueno o regular	Malo o regular	Regular o malo
Aprovechamiento de la tierra	Pastizales regulares. Tierra arable regular o mala: maíz, frijoles, etc.	Pastizales buenos o malos. Fertilidad nada más que regular o mala. Cultivo difícil por la pegajosidad del suelo arcilloso.	Tierra buena o regular para el cultivo. Frijoles, arroz, ricino.

Cuadro 11. Tipo de tierra Lava
(Extensión 635 km². = 245 millas cuadradas)

Situación y descripción general	Corrientes de lava diseminadas a altitudes diversas que se extienden desde Jinotega y Darío a la frontera de Honduras cerca de Las Sabanas. Altitud, 457 a 1,372 m. (1.500-4.500').		
Geología y Geomorfología	Terrazas de lava planas o de pendiente suave, principalmente de rocas básicas. La lava es probablemente en su mayoría de la era terciaria, aunque alguna parece más reciente.		
Unidad de tierra No.	1	2	3
Perfil			
Extensión relativa	Grande	Grande	Grande
Altitud	1.067 a 1.372 m. (3.500-4.500').	610 a 1.067 m. (2.000-3.500').	488 a 610 m. (1.600-2.000').
Lluvia	1.524 a 1.905 mm. (60-75").	1.270 a 1.651 mm. (50-65").	1.016 a 1.270 mm. (40-50").
Situación de las unidades de tierra	Cerca de Las Sabanas y N.E. de Estelí.	Cerca de Jinotega, La Trinidad y Estelí y al oeste de Darío.	Cerca de Darío y Sébaco.
Suelos	Predominantemente arcilla negra de los trópicos de 30.5 a 60 cm. de espesor, a veces con una delgada capa de suelo franco pardo en la superficie. Rocas generalmente abundantes que dificultan el cultivo. Pequeñas extensiones diseminadas de suelo franco arcilloso negro apropiado para el cultivo y pequeñas extensiones de suelos francos pardos de muy poco espesor.		
Vegetación	Principalmente pastizales. Manchas de pinos, robles y monte claro caducifolio secundario. Manchas raras de monte submontano.	Principalmente pasto Jaragua. Pequeñas extensiones de monte claro caducifolio. Extensiones muy pequeñas de pinos diseminados.	Monte claro caducifolio principalmente y algunos pastizales.
Avenamiento	Bueno o malo	Bueno o malo	Bueno o malo
Aprovechamiento de la tierra	Algunas pequeñas extensiones de cafetales regulares. En su mayoría pastizales buenos y pequeñas extensiones apropiadas para el cultivo del maíz.	Pastizales moderados, pero frecuentemente con escasez de agua potable para el ganado. Zonas de extensión moderada apropiadas para el cultivo del maíz y de los frijoles.	Pastizales malos, leña y madera regulares y zonas muy pequeñas de tierra arable regular.

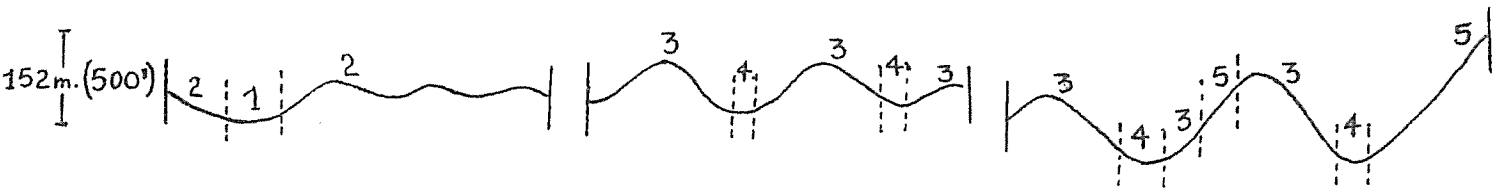
Cuadro 12. Tipo de tierra Concordia
(Extensión 3.367 km². = 1.300 millas cuadradas)

Situación y descripción general	Terrenos volcánicos terciarios montañosos en zonas de poca lluvia y altitud moderada (428-914 m.) 1.400-3.000'. Se encuentran en toda la parte occidental de la zona, desde Muy Muy a la frontera de Honduras.			
Lluvia	1.143 a 1.524 mm. (45-60") anualmente con una estación seca muy marcada.			
Geología y Geomorfología	Amplia gama de terrenos volcánicos terciarios, en su mayoría muy cortados. El material matriz de la unidad 2, rico en hierro oxidado.			
Unidad de tierra No.	1	2	3	4
Topografía	Pendientes moderadas o muy inclinadas.	Pendientes moderadas o muy inclinadas.	Pendientes suaves y llanuras colgadas.	Pequeños fondos de valle.
Perfil				
Extensión relativa	Muy grande	Moderada	Pequeña	Muy pequeña
Suelos	Suelos esqueléticos, negros en las zonas más húmedas y pardo-grises en las zonas más secas. Generalmente erosionados.	Suelos esqueléticos rojos, generalmente erosionados.	Suelos francos arcillosos negros de los trópicos y arcilla negra de los trópicos.	Generalmente arcilla negra de los trópicos, pequeñas zonas de suelos aluviales jóvenes.
Vegetación	Pastizales, pasto Jaraguá y monte claro caducifolio secundario. Algo de monte claro caducifolio primario. Zonas muy pequeñas en las altitudes mayores con pinos diseminados a veces. Algo de cultivo.		Generalmente cultivadas por métodos primitivos.	
Avenamiento	Excesivo o bueno	Excesivo o bueno	Bueno o malo	Bueno o malo
Aprovechamiento de la tierra	Las pendientes de mayor inclinación recomendadas para monte solamente. Las pendientes moderadas, nada más que para pastoreo.		Adecuadas para el cultivo en pequeña escala, pero en la unidad 3 hay que combatir la erosión.	

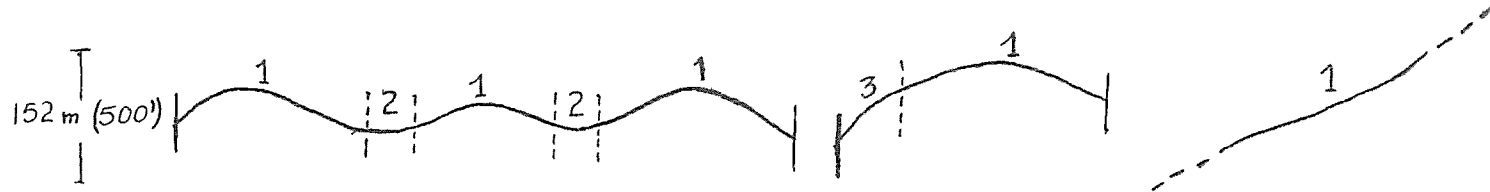
Cuadro 13. Tipo de tierra La India
(Extensión 1.114 km². = 430 millas cuadradas)

Situación y descripción general	Zonas de terreno volcánico terciario con pendientes, generalmente de altitud moderada, sometidas a una estación seca muy severa. Se presentan a lo largo de las laderas occidentales desde Darío a San Juan de Limay. Altitud, 457 a 914 m. (1.500-3.000').			
Geología y Geomorfología	Cerros de pendiente generalmente acentuada o muy acentuada y a veces suave. Entre las rocas figuran muchos tipos de rocas volcánicas terciarias tanto ácidas como básicas.			
Unidad de tierra No.	1	2	3	4
Topografía	De pendiente muy acentuada o moderada.	Plana o pendientes suaves de pequeños valles.	Pendiente muy inclinada o moderada.	Pendientes suaves y fondos de valle.
Perfil				
Extensión relativa	Muy grande	Muy pequeña	Muy grande	Muy pequeña
Lluvia	1.397 a 1.651 mm. (55"-65")	1.270 a 1.651 mm. (50"-65")	1.016 a 1.397 mm. (40"-55")	1.016 a 1.397 mm. (40"-55")
Suelos	Suelos esqueléticos negros y pardo-grises de muy poco espesor.	Suelos francos arcillosos negros de los trópicos y arcilla.	Suelos esqueléticos pardo-grises.	Suelos franco-arcillosos negros de los trópicos y arcilla.
Vegetación	Monte y monte claro caducifolio alto. Algunas zonas de pastizal. Pequeñas zonas de cultivo.	Generalmente cultivada.	En su mayoría pastizales; algo de monte claro caducifolio y pequeñas zonas cultivadas.	Generalmente cultivada. Algo de pastizal.
Avenamiento	Excesivo	Bueno	Excesivo	Bueno
Aprovechamiento de la tierra	Peligro de grave erosión a causa de los cultivos en casi todos los lugares.	Regular o muy buena para frijoles, maíz, azúcar y sorgo.	Gravísimo peligro de erosión a causa de los cultivos. Moderado peligro de erosión a causa de los pastizales. Las pendientes fuertes deben reservarse para monte.	En su mayoría apropiada para maíz, frijoles y sorgo. Pastizales regulares o malos.

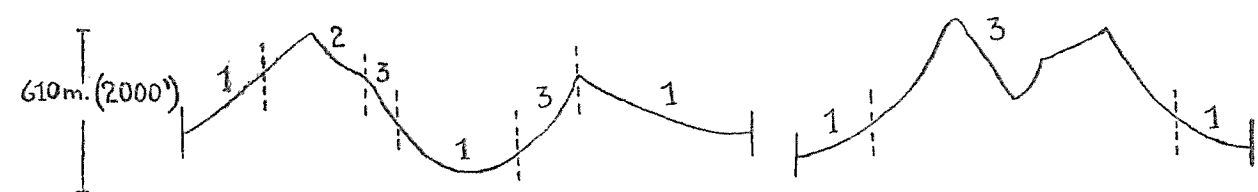
Cuadro 14. Tipo de tierra Quilali
(Extensión 2.979 km². = 1.150 millas cuadradas)

Situación y descripción general	La zona de rocas metamórficas muy ondulada o montañosa cercana del límite septentrional de la zona estudiada, y que se extiende desde Macuelizo hasta el este de Murra. Altitud, 549 a 1.524 m. (1.800-5.000'), generalmente inferior a 762 m. (2.500').				
Geología y Geomorfología	Rocas metamórficas, casi siempre esquistos con abundantes intrusiones de cuarzo. Manchas ocasionales de mármol cerca del límite septentrional. Pequeñas zonas de arenisca metamórfica. Las cumbres de los montes tienen una altura casi igual en cada zona. Se observa a veces la presencia de rocas volcánicas básicas, especialmente cerca del límite meridional del tipo. La unidad 5 se extiende a lo largo del límite oriental del tipo de tierra.				
Unidad de tierra No.	1	2	3	4	5
Topografía	Pequeñas llanuras de valles.	Colinas con pendientes moderadas o muy onduladas.	Colinas con pendientes moderadas o muy acen tuadas.	Pequeños valles.	Terreno montañoso.
Perfil					
Extensión relativa	Muy pequeña	Grande	Muy grande	Pequeña	Grande
Lluvia	1.016 a 1.524 mm. (40-60")	1.016 a 1.524 mm. (40-60")	1.524 a 2.286 mm. (60-90")	1.524 a 2.286 mm. (60-90")	2.032 a 2.413 mm. (80-95")
Suelos	Suelos aluviales jóvenes y estériles, a menudo arenosos.	Generalmente regosoles amarillos. Algunos regosoles pardos.	Regosoles pardos y negros.	Como la unidad 1.	Regosoles negros espesos.
Vegetación	Generalmente cultivada y pasto Jaragua.	Matorral caducifolio y pasto Jaragua.	Generalmente pastizales de pasto Jaragua y Guinea y pastizales naturales. Algo de matorral caducifolio secundario. Pequeñas zonas cultivadas. Pinos diseminados a veces en los pastizales.	Generalmente pastizales.	Monte higrofitico sempervirente, a menudo muy alto.
Avenamiento	Bueno o regular	Bueno o excesivo	Bueno o excesivo	Bueno o regular	Bueno o regular
Aprovechamiento de la tierra	Tierra arable buena: maíz, frijoles, ricino.	Pastizales malos o regulares. Tierra de cultivo mala: frijoles y maíz. Pequeñas zonas sometidas a erosión.	Pastizales regulares. Tierra de cultivo mala: maíz y frijoles principalmente, grandes extensiones sometidas a erosión. Cafetales regulares o malos en los suelos de mayor espesor.	Buenos pastizales.	Recomendada para reservas forestales. Algunas zonas adecuadas para el cultivo del té. Cafetales regulares o malos.

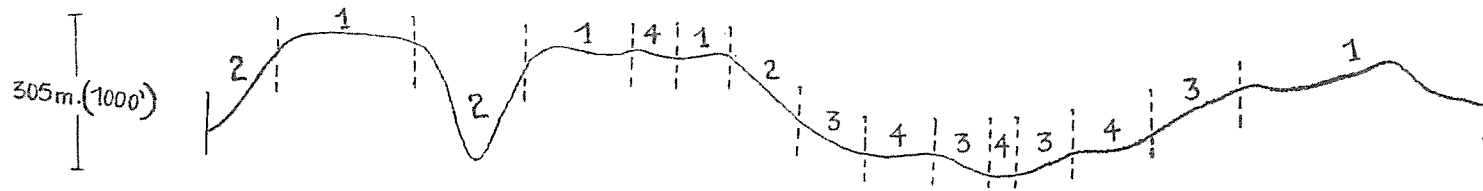
Cuadro 15. Tipo de tierra Pantoasma
(Extensión 2.202 km². = 850 millas cuadradas)

Situación y descripción general	Zonas de terreno volcánico terciario de clima frío y moderadamente húmedo. Una gran zona de terreno montañoso al oeste de Yalí y muchas zonas pequeñas de terreno montañoso movido desde Esquipulas a la frontera de Honduras.		
Lluvia y altitud	1.651 a 2.032 mm. (65-80") 914 a 1.372 m. (3.000-4.500').		
Geología y Geomorfología	Amplia gama de rocas volcánicas terciarias generalmente básicas. Una extensa zona de cerros ondulados y abundantes terrenos montañosos más movidos.		
Unidad de tierra No.	1	2	3
Topografía	Pendientes inclinadas o moderadas.	Pendientes suaves y llanuras.	Pendientes muy inclinadas.
Perfil			
Extensión relativa	Muy grande	Media	Media
Suelos	Suelos negros de los trópicos de transición con capas arables de suelo franco arcilloso generalmente espesas y subsuelos de arcilla parda.	Suelos negros de los trópicos, espesos, generalmente de arcilla con algo de suelo franco arcilloso.	Suelos negros de los trópicos, de transición, poco espesos.
Vegetación	Grandes zonas roturadas para pastizales o de cafetales. Pequeñas zonas cultivadas. Extensiones moderadas de monte claro caducifolio secundario. Algunas comunidades sempervirentes secundarias, monte claro y monte higrofítico.	Generalmente roturada para pastizales. Extensiones regulares cultivadas. Pequeñas extensiones de comunidades caducifolias secundarias.	En su mayoría comunidades caducifolias secundarias y pastizales.
Avenamiento	Muy bueno o regular	Regular o muy malo	Bueno
Aprovechamiento de la tierra	Extensiones moderadas de suelos más espesos muy apropiadas para cafetales. El resto, pastizales buenos o muy buenos. Pequeñas zonas adecuadas para maíz, pero es grande el peligro de erosión.	Pastizales buenos o muy buenos. Regularmente adecuada para el cultivo del maíz.	Recomendada para monte solamente, debido al gran peligro de erosión.

Cuadro 16. Tipo de tierra Fundadora
(Extensión 777 km². = 300 millas cuadradas)

Situación y descripción general	Zonas de terreno volcánico terciario de gran altitud, 914 a 1.830 m. (3.000-6.000') de clima muy húmedo. Zonas diseminadas al norte y al este de Matagalpa.		
Lluvia	Más de 1.905 mm. (75"). Estación seca, corta y suave.		
Geología y Geomorfología	Amplia gama de terrenos volcánicos terciarios básicos y ácidos, frecuentemente montañosos con abundantes laderas pendientes y algunos acantilados.		
Unidad de tierra No.	1	2	3
Topografía	Laderas moderadas de 914 a 1.524 m. (3.000-5.000') de altitud.	Laderas moderadas de más de 1.524 m. (5.000') de altitud.	Laderas pendientes.
Perfil			
Extensión relativa	Grande	Moderada	Grande
Suelos	Generalmente suelos lateríticos oscuros, pero también grandes extensiones de suelos lateríticos amarillos, especialmente en la zona de 1.905 a 2.032 mm. (75-80") de lluvia, y extensiones moderadas de suelos lateríticos pardos. Las capas arables son espesas por lo general, incluso en las laderas inclinadas.		
Vegetación	En su mayoría roturada para pastizales o cafetales. Extensiones moderadas de monte higrofítico sempervirente y otras cultivadas.	En su mayoría, monte higrofítico sempervirente. Extensiones moderadas de tierra de cultivo y pastizales. Una pequeña zona de cafetales.	Grandes extensiones de monte submontano sempervirente. Extensiones moderadas roturadas para pastizales. Pequeñas extensiones de cafetales.
Avenamiento	Bueno o muy bueno	Bueno o muy bueno	Bueno o excesivo
Aprovechamiento de la tierra	Muy adecuada para café. Buena tierra para pastizales. Moderadamente adecuada para maíz. Las zonas más secas para patatas.	No muy adecuada para café, pero sí buenos pastizales. Regularmente apropiada para maíz y algunas extensiones para patatas.	Preferiblemente reservada para montes.

Cuadro 17. Tipo de tierra Tuma
(Extensión 2.357 km². = 910 millas cuadradas)

Situación y descripción general	Zona de terreno volcánico terciario a las altitudes más bajas, inferiores a 1.058 m. (3.300') de clima húmedo. Una zona muy extensa se halla al este de Matagalpa y Jinotega.			
Lluvia	Más de 1.905 mm. (75").			
Geología y Geomorfología	Amplia gama de terrenos volcánicos terciarios con abundantes cerros de cumbre plana separados por valles estrechos y hondos. Pequeñas extensiones de aluvión.			
Unidad de tierra No.	1	2	3	4
Topografía	Cerros de cumbre suavemente ondulada de elevada altitud (762 a 1.058 m.) (2.500'-3.300').	Laderas pendientes y muy pendientes.	Laderas de inclinación moderada.	Pendientes suave y llanuras.
Perfil				
Extensión relativa	Grande	Moderada	Moderada	Pequeña
Suelos	Suelos lateríticos pardos. Capas arables de arcilla y a veces de suelo franco arcilloso. Capa arable espesa en las llanuras y en las pendientes de inclinación moderada.			Arcilla negra de los trópicos. Subsuelo de arcilla gris.
Vegetación	En su mayoría pastizales y cafetales malamente desarrollados. Extensiones moderadas de monte sempervirente secundario. Pequeñas zonas cultivadas.	En su mayoría pastizales y monte higrofítico sempervirente secundario.	Como la unidad 1.	En su mayoría pastizales.
Avenamiento	Muy bueno o regular	Bueno o excesivo	Bueno o muy bueno	Malo o muy malo
Aprovechamiento de la tierra	Muy adecuada para café y pastizales.	Se debe limitar a montes.	Muy adecuada para café y pastizales.	Pastizales buenos o malos.

V. GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA

En este informe solamente se han podido tratar aquellos aspectos de la geología y la geomorfología que se consideran más importantes para un estudio del aprovechamiento de la tierra. No se ha intentado investigar los recursos minerales, tema que es objeto de estudio por el Servicio Geológico Nacional del Ministerio de Economía.

Se dan las más expresivas gracias a los doctores Tito Laganá, Director del Servicio, Luigi Zoppis Bracci y Daniele del Giudice, Roberto Solórzano Marín y a otros muchos miembros del Servicio por la ayuda prestada para identificar las rocas recogidas y por sus valiosas observaciones sobre la geología de la zona. Se ha utilizado también el informe acerca de los trabajos llevados a cabo en 1955/56 por el entonces Departamento de Minas e Hidrocarburos.

A. Rocas Igneas

1. **Granito:** Un granito muy tosco y muy ácido es la roca fundamental de la amplia zona del tipo de tierra Dipilto que se extiende a lo largo del límite septentrional de la región estudiada. Es también el material matriz de la mayoría de los depósitos aluviales del tipo de tierra Ocotal. La mayor parte de este granito se presenta en elevados cerros de gran pendiente, de levantamiento reciente probablemente, pero hay una pequeña zona de granito suavemente ondulada y muy meteorizada entre Santa Clara y El Jícaro. Debido al elevado contenido de sílice y a la poca basicidad, estas rocas producen suelos generalmente ácidos, pobres en sustancias nutritivas de las plantas y que requieren una amplia fertilización.

2. **Rocas Volcánicas Terciarias:** Estas rocas son las que más abundan en la zona estudiada y abarcan todos los tipos de tierras de la India, Concordia, Pantasma, Tuma, Fundadora, Lava, Somoto, Pueblo Nuevo y las unidades 3, 4 y 6 del tipo de tierra Cosmapa. Estas rocas se formaron durante un período de intenso volcanismo que hubo en lo que hoy es Nicaragua, en la Edad Terciaria. En su mayor parte, la meteorización de estas rocas volcánicas está tan avanzada que no se pueden reconocer los lugares en que se encontraban los cráteres, pero en ciertos sitios se distinguen fácilmente algunos, especialmente uno muy grande situado ligeramente al sudeste de Muy Muy. Sin embargo, es posible que estos cráteres reconocibles sean de la edad cuaternaria. No obstante, se pueden reconocer con facilidad muchas corrientes de lava y existen depósitos bastante amplios de cenizas volcánicas consolidadas, incluso puzzolana y toba volcánica. Cerca de los bordes de las corrientes de lava o de los depósitos de cenizas se pueden ver, a veces, perfiles de suelo enterrados, frecuentemente de color rojo calcinado. Las rocas volcánicas terciarias comprenden una amplia variedad de tipos, la andesita y la porfirita son las más abundantes y el basalto es bastante común. Los otros tipos de rocas existentes son variedades de cuarzo y de ópalo; rocas ácidas: jaspe, ágata y riolita; pequeñas zonas de diabasa y traquita. Además, no es rara la presencia de brechas volcánicas.

Aparte de las masas de lava, la gran mayoría de los terrenos volcánicos terciarios están constituidos por montañas con pendientes. Sin embargo, existen señales de formación de penillanura seguida de regeneración en el valle del Tuma y hay zonas de topografía madura, como son los tipos de tierras Pueblo Nuevo y Somoto, donde pequeñas colinas están separadas por suaves pendientes y, a veces, por extensas llanuras aluviales. En estos dos últimos tipos de tierras las

rocas volcánicas están generalmente muy meteorizadas y constituyen el material matriz de los suelos actuales. En las pendientes más acentuadas las rocas volcánicas terciarias están, por lo común meteorizadas poco.

En general, el tipo de suelo producido a partir de los diversos tipos de roca depende mucho del clima y de la topografía. Sin embargo, existen considerables diferencias locales en los suelos debidas al tipo de la roca volcánica y, en particular, a la cantidad de cuarzo o de otra roca silícea de la zona. Un alto contenido de sílice en las rocas matrices es causa de la presencia ocasional de suelos arenosos, particularmente frecuentes en el tipo de tierra Cosmapa. El basalto, la diabasa, la andesita y la porfirita, tienen una basicidad bastante elevada y producen suelos de fertilidad moderada o alta; la diferencia en la basicidad de la roca matriz conduce a notables diferencias en la fertilidad de los suelos resultantes, siendo los basálticos y diabásicos, generalmente, los más fértiles de una zona determinada.

B. Rocas metamórficas

En el norte de la zona estudiada hay una gran extensión de rocas metamórficas, en el tipo de tierra Quilalí y en las unidades 1 y 2 del tipo de tierra Cosmapa. Algunas zonas muy pequeñas de rocas metamórficas se presentan en el sur muy esparcidas, en la zona de las rocas volcánicas terciarias. Las rocas metamórficas son principalmente un esquisto generalmente verde y con abundantes venas de cuarzo, figurando entre los otros tipos que se encuentran el mármol (caliza metamórfica), el grafito, la arenisca metamórfica y el gneis (granito metamórfico). Aparte del esquisto, el único tipo que abunda algo es el mármol.

La zona de esquistos muestra algunas pruebas de formación de penillanura, pues muchas cumbres de los cerros tienden a tener la misma altura. Esta formación de penillanura se produjo probablemente a fines de la era terciaria o a principios del plioceno y es, probablemente, contemporánea de la deposición de los sedimentos que se extienden desde Totecacinte a Ocotál. Sin embargo, la zona está en la actualidad completamente rejuvenecida con valles en forma de V y de algunas pequeñas planicies. La trayectoria general de las corrientes atraviesa ahora los antiguos sedimentos perpendicularmente, lo que indica un marcado rejuvenecimiento de toda la zona.

Los esquistos producen suelos de fertilidad mala o moderada que, por lo común, son claramente ácidos. Los únicos suelos que se ha visto que proceden del mármol estaban muy erosionados y tenían muy poco espesor. Otros tipos de rocas no cubren una extensión suficiente para producir un suelo definido y simplemente alteran de un modo ligero la composición de los suelos formados a partir del esquisto circundante.

C. Rocas sedimentarias consolidadas

Solamente se vieron dos zonas de sedimentos consolidados. La primera corresponde a la zona del tipo de tierra Muy Muy, donde las únicas rocas vistas eran areniscas bastante uniformes en una extensión muy grande. Alrededor de Muy Muy las areniscas son blancas y en los alrededores de Tierra Azul, presentan diversos tonos de verde. Estas areniscas son probablemente de la era terciaria. La zona no se ha rejuvenecido y está formada principalmente por pequeñas colinas suavemente onduladas con algunas llanuras muy extensas. Estas areniscas son, al parecer, de una basicidad relativamente buena y producen suelos de fertilidad mala o moderada.

Otra zona de rocas sedimentarias consolidadas se encuentra en los alrededores de Totogalpa en la parte septentrional del tipo de tierra Pueblo Nuevo. Consiste en su mayor parte en conglomerados rojos con pequeñas zonas de arenisca roja. El conglomerado es de color rojo brillante y se compone principalmente de partículas de arena de grano fino con muchas inclusiones de cuarzo redondeado y a veces de rocas de otro tipo. Estas inclusiones tienen por lo general menos de 5,08 cm. de diámetro y tienden a disponerse en capas. Los suelos producidos a partir de estos conglomerados y areniscas rojos son, por lo común, ácidos arenosos y nunca de buena fertilidad.

D. Sedimentos no consolidados

1. Estos sedimentos proceden predominantemente de granito y de esquistos. Los espesos depósitos de grava y arcilla del tipo de tierra Ocotál proceden de granito y esquistos, respectivamente. Estos sedimentos son probablemente del plioceno y fueron depositados por un antiguo río que corría de Totecacinte a Ocotál. Los sedimentos de grava consisten en muchas capas horizontales cuyas cantidades relativas de arena y grava difieren muy poco. Los depósitos son en su gran mayoría planos y tienen hasta 30.5 m. de espesor. Los depósitos de arcilla cubren una pequeña zona al norte de Jalapa en línea con los depósitos de grava. La fertilidad de estos dos sedimentos es pequeña debido a la poca fertilidad de la roca matriz.

2. Sedimentos derivados de rocas volcánicas terciarias. Estos sedimentos cubren el tipo de tierra Venecia y la unidad 5 del tipo de tierra Cosmapa y se encuentran cerca de Venecia y de San Rafael del Norte. Algunas zonas muy pequeñas de este tipo existen en otros lugares, pero son demasiado reducidas para representarlas en el mapa. Los sedimentos varían mucho y consisten principalmente en cantos rodados pequeños, grava y arena. Hay también delgadas capas de tierra de diatomas y de feldespatos. Estos sedimentos se depositaron probablemente en un pequeño lago durante la era terciaria o a principios del cuaternario. Este lago probablemente fue cegado por sedimentos volcánicos. La fertilidad de los suelos formados a partir de estos sedimentos varía entre mala y moderadamente buena.

E. Aluvión reciente

Aunque el aluvión de todos los tipos de rocas de la zona se encuentra todavía en fase de deposición, las únicas zonas extensas están formadas casi enteramente por rocas volcánicas terciarias, de los tipos de tierras Buenos Aires, Estelí y Limay. Estos sedimentos presentan texturas muy variadas, desde pequeños cantos rodados a arcilla fina con algunos depósitos de caolín y feldespato. La fertilidad de los suelos derivados del aluvión reciente va de regular a muy buena, variando algo según la naturaleza de la roca matriz.

VI. SUELOS

Los suelos de la zona estudiada se han clasificado en ocho grupos principales. Varios de estos grupos se han subdividido a su vez. Los principales factores causantes de la variación en los suelos son el clima, la diversidad de los materiales matrices, el avenamiento y el grado de inclinación.

Se recogieron unas muestras de suelo que se analizaron con algún deta-

lle en el Servicio Técnico Agrícola de Nicaragua. Además, se han estudiado los análisis hechos por el Servicio mencionado. Los datos de los análisis se han utilizado para confirmar las observaciones sobre la fertilidad de todos los grupos de suelos.

Hasta ahora no se han recogido muestras para un estudio detallado de la clasificación o el origen de los suelos. Se tiene el propósito de encomendar tal tarea más adelante al Ing. Rafael F. J. Valencia como parte de un informe general sobre los suelos de Nicaragua. El presente informe sobre los suelos tiene como mira principal el aprovechamiento de la tierra y ha sido redactado con la colaboración del Ing. Rafael F. J. Valencia.

A. SUELOS NEGROS DE LOS TROPICOS

Estos suelos, llamados a veces suelos oscuros de los trópicos y de los sub-trópicos, están muy repartidos por todo el mundo, generalmente en zonas de pluviosidad moderadamente alta o baja, pero con una marcada estación seca. Los suelos característicos son arcillas montmorilloníticas negras, que se agrietan profundamente cuando se secan. Por lo general, son de reacción neutra o ligeramente alcalina; a menudo tienen nódulos calcáreos, un contenido de materia orgánica moderadamente bajo y se forman a partir de materiales matrices ricos en bases. Estos suelos existen en la India, en Ceilán, en las zonas tropicales y sub-tropicales de Australia y Africa y se encuentran también ampliamente distribuidos, aunque son poco conocidos, en América. Existen muchos subgrupos de suelos negros de los trópicos, la mayoría de distribución geográfica limitada. Sin embargo, como en la actualidad se carece de datos sobre la composición de los minerales arcillosos de los suelos de Nicaragua, no es posible situarlos todavía en ninguno de los subgrupos descritos hasta ahora ni crear tampoco un subgrupo nuevo.

Bajo este epígrafe se han agrupado muchos suelos diferentes, todos los cuales se cree que se formaron por procesos semejantes. Entre ellos figuran algunos que tienen texturas de suelo franco o de arcilla y que no se agrietan al secarse. Los suelos arcillosos de la zona estudiada son algo distintos de otros suelos negros de los trópicos porque frecuentemente son de reacción ligeramente ácida, no se observan en ellos nódulos calcáreos y a veces se forman sobre rocas de contenido de bases moderadamente bajo. Debe decirse, sin embargo, que en algunos lugares de Nicaragua los suelos negros de los trópicos presentan nódulos calcáreos.

En general, los suelos negros de los trópicos cubren todas las zonas de topografía plana y moderadamente ondulada de aquella parte de la zona estudiada con pluviosidad inferior a 1.651 mm. (65") con excepción de las zonas cubiertas por suelos que proceden principalmente de granito o de aluvión muy reciente. Los suelos negros de los trópicos se encuentran frecuentemente enterrados a cierta profundidad debajo de suelos aluviales recientes. Es probable que si no se depositasen materiales nuevos, se formarían lentamente suelos negros de los trópicos sobre depósitos aluviales recientes. Existen, además, semejanzas entre los suelos negros de los trópicos de las pendientes suaves y los suelos esqueléticos y los regosoles pardo-grises o negros de las pendientes inclinadas cercanas, porque la capa superior es una arcilla negra análoga. Es evidente, pues, que intervienen procesos de formación de suelo algo semejantes. Se han

observado más suelos negros de los trópicos en zonas bajas mal avenadas y hasta una pluviosidad de 2.286 mm. (90").

La presencia de este grupo se debe principalmente a las alternativas de humectación y secado del suelo debidas, en las zonas más secas, a la distribución estacional de las lluvias, y en las zonas más húmedas, a inundaciones temporales.

Se admiten dos divisiones principales de los suelos negros de los trópicos: los suelos formados "in situ", que son principalmente arcillosos; y los suelos transportados, que en su mayor parte están constituidos por arcilla, suelo franco arcilloso y suelo franco. Se admite una tercera división para poder incluir los suelos de transición entre los suelos negros de los trópicos y los suelos de regiones más húmedas.

(a) Suelos negros de los trópicos formados "in situ":

1. **Presencia:** Este grupo abarca amplias zonas de los tipos de suelos. Lava, unidades 1, 2 y 3, y Muy Muy, unidades 1 y 2, y cubre pequeñas zonas en los tipos de suelos Somoto, Pueblo Nuevo y Cosmapa.

Está formado por una gran variedad de rocas entre las que figuran muchas volcánicas terciarias, así como también areniscas terciarias y se halla en zonas de una precipitación de 1.270 a 1.778 mm. (50-70").

2. **Descripción del perfil:** El perfil típico está muy poco diferenciado:

De 0 a 61 cm: arcilla adherente, negra, pesada, masiva cuando está húmeda y con profundas grietas y estructura de bloque cuando está seca.

De 61 cm. en adelante: lava muy poco descompuesta.

En la parte superior de este suelo hay una capa, de 2,5 cm. de espesor, de arcilla negra que al secarse adquiere una estructura de grano grande. Las variaciones del perfil no son grandes, siendo la principal la del espesor de la capa de arcilla que puede tener desde algunos centímetros hasta más de 1,22 metros, pero por lo general es de unos 61 cm. Otra variación bastante importante para el aprovechamiento de la tierra es la cantidad de rocas presentes en la arcilla, que en los suelos formados sobre lava es a menudo tan grande que impide el cultivo mecánico. La presencia de estas rocas en la superficie puede hacer impracticable la siega de los pastos. El subsuelo varía según el material matriz, pero éste generalmente está poco descompuesto y presenta una brusca transición a la capa de arcilla. Una variación que se observa principalmente cuando el suelo se halla arbolado, es una capa de suelo franco orgánico pardo que, por lo general, sólo tiene un espesor de 2,5 cm. La textura del suelo varía muy poco y es corrientemente arcilla densa, pero a altitudes elevadas con lluvia abundante la textura es a veces de arcilla ligera.

3. **Fertilidad:** La fertilidad de los diversos suelos guarda estrecha relación con el tipo de material matriz. Los suelos del tipo Muy Muy formados sobre areniscas terciarias son por lo general poco fértiles y necesitan aplicaciones de fertilizantes equilibrados para el buen desarrollo del cultivo. Los formados sobre rocas volcánicas básicas tienen una fertilidad entre baja y regularmente alta, mientras que algunos necesitan cantidades moderadas de potasio. Los formados sobre lavas ácidas tienen también una fertilidad moderadamente baja.

Aunque la fertilidad de estos suelos es por lo general baja o moderada, su principal inconveniente para la agricultura es que la coherencia de la arcilla hace extremadamente difícil el arado y las demás labores. Si se desarrollasen técnicas apropiadas para trabajar los prometedores suelos arcillosos negros formados sobre material transportado, se podrían aplicar a este tipo y con una abundante dosis de fertilizantes gran parte de él daría buenos rendimientos como tierra arable. En la actualidad, estos suelos se utilizan principalmente para pastizales y algunos para agricultura de subsistencia.

(b) Suelos negros de los trópicos formados sobre material transportado:

1. **Presencia:** Estos suelos ocupan grandes extensiones en los tipos de tierras Buenos Aires, unidad 1; Estelí, unidades 1 y 3; Somoto, unidades 2 y 4 y Pueblo Nuevo, unidades 2 y 4, y cubren extensiones menores en los tipos de la Concordia, Quilalí, La India, Venecia y Tuma. Comprenden suelos formados a partir de aluvión fluvial y lacustre, así como suelos transportados por resbalamiento de la tierra. El material matriz procede de diversas rocas, principalmente volcánicas terciarias básicas, pero también volcánicas ácidas y de esquistos. Este suelo se forma en zonas con 1.016 a 2.286 mm. (40–90") de precipitación anual, pero abarca extensiones mucho mayores en las regiones más secas. La topografía varía desde pendientes suaves a llanuras muy extensas.

2. **Descripción del perfil:** El perfil típico tiene tres capas:

De 0 a 76 cm.: arcilla adherente, negra, densa, masiva cuando está húmeda y con profundas grietas y estructura en bloque cuando está seca.

De 76 a 102 cm.: arcilla gris, densa, masiva.

De 102 cm. en adelante: grava redondeada con algo de arcilla gris.

Este perfil varía mucho. La variación más importante se presenta en la textura de la capa arable, que, en extensas zonas, particularmente en los tipos de tierras Estelí y Buenos Aires, es suelo franco arcilloso y a veces suelo franco. El espesor del perfil varía también grandemente y puede alcanzar desde 30,5 cm. a 182,8 cm., aunque generalmente tiene de 61 a 123 cm. En las zonas más húmedas se encuentra a veces en la superficie una capa muy delgada de suelo franco arcilloso pardo o de arcilla parda.

Las variaciones del subsuelo son igualmente muy grandes, pero tienen menos importancia para el aprovechamiento de la tierra. Estas variaciones reflejan la historia de los suelos. Los formados por resbalamiento consisten en la roca matriz de la zona. Esta comprende rocas volcánicas básicas y ácidas y esquistos. En los suelos aluviales pueden ser arenas, limo, arcillas, gravas, caolín o feldespatos.

3. **Fertilidad:** La fertilidad de estos suelos varía con el tipo de material matriz. Los suelos derivados de rocas volcánicas básicas tienen generalmente una fertilidad media o elevada, pero corrientemente acusan falta de nitrógeno y de fosfatos. Los derivados de rocas volcánicas ácidas y esquistos son, en general, de fertilidad media o baja y requieren fuertes aplicaciones de fertilizantes.

Sin embargo, la diferencia principal en el uso de la tierra guarda relación con la textura de la capa arable. Los suelos francos arcillosos y los suelos francos son tierras arables extremadamente buenas, que en su mayoría se dedican

al cultivo. El tipo de cultivo apropiado para estos suelos depende del clima local. La recomendación del fertilizante que conviene emplear deberá hacerse para cada cultivo y cada lugar, y estas recomendaciones se basarán preferiblemente en ensayos de fertilizantes completados por un análisis corriente del suelo.

Los suelos arcillosos, por otra parte, son extremadamente difíciles de trabajar a causa de su pegajosidad y retienen fuertemente el agua durante la estación seca, lo que acentúa la sequedad. Estos suelos, sin embargo, son casi tan fértiles como los suelos francos arcillosos y, si se dispusiera de métodos adecuados, aumentarían grandemente la extensión de tierra arable de Nicaragua. Se sugiere que muchos de estos suelos arcillosos del tipo de tierra Estelí se podrían aprovechar para el cultivo del arroz de regadío y la zona situada al norte de Jinotega, para el arroz de secano. Para otros cultivos, sería necesario efectuar investigaciones para determinar la época adecuada de las labores en relación con el contenido de agua, con el fin de producir un buen asiento para la siembra. Asimismo, serían necesarias investigaciones para determinar el método más económico para mejorar el avenamiento. Debido a la gran extensión de estos suelos en Nicaragua y a sus buenas posibilidades para el cultivo, se recomienda firmemente que tales investigaciones se incluyan en el programa experimental general del Servicio de Extensión Agrícola de Nicaragua. Dicho programa debería ir precedido, naturalmente, de un detallado estudio del suelo de la zona experimental.

(c) Suelos negros de los trópicos de transición:

1. **Presencia:** Esta división se limita al tipo de tierras Pantasma. Comprende suelos de carácter intermedio entre los verdaderos suelos negros de los trópicos y los suelos lateríticos pardos, oscuros y amarillos. Este tipo se formó únicamente sobre rocas volcánicas terciarias, por lo general sobre rocas "in situ" y en zonas de pluviosidad de 1.524 a 1.905 mm. (60-75") de lluvia.

2. **Descripción del perfil:** El perfil típico tiene tres capas:

De 0 a 30,5 cm.: suelo franco arcilloso negro de estructura granular media.

De 30,5 a 46 cm.: arcilla cascajosa pardo-oscuro, masiva.

De 46 a 102 cm.: arcilla cascajosa, pardo-rojiza clara, cuyo porcentaje de grava aumenta con la profundidad.

De 102 cm. en adelante: material matriz en descomposición.

Las variaciones en este perfil están relacionadas principalmente con el espesor de la capa arable, que oscila entre 15,2 cm. y más de 61 cm. La textura es generalmente de suelo franco arcilloso, raramente arcilla o suelo franco, y el color puede ser negro o pardo muy oscuro. La capa de la arcilla parda oscura no falta, por lo general, pero nunca es muy profunda. El color del subsuelo es algo variable siendo a menudo pardo o pardo amarillento.

3. **Fertilidad:** La fertilidad de estos suelos es por lo común media o elevada, y los suelos más profundos y bien avenados se dedican en su mayor parte a cafetales, y el resto a pastizales, y un poco a maizales. Son muy apropiados para café, pero responderían bien a la aplicación de fertilizantes y de abonos verdes. Por lo general, la disponibilidad de fosfatos es comúnmente regular, la de potasio buena y la de nitrógeno algo baja, si bien las cantidades de

fertilizantes requeridas difieren mucho de unos lugares a otros, según el uso a que se haya destinado anteriormente la tierra. Cuando se siembren de maíz, estos suelos deberán protegerse contra la erosión, que constituye una grave amenaza.

B. SUELOS ESQUELETICOS

Los suelos esqueléticos son suelos pedregosos, delgados, que yacen sobre un lecho de roca descompuesta y que no tienen un horizonte genético bien definido debido a su relativa juventud. Estos suelos son corrientes en todos los países montañosos del mundo. A causa de su poco espesor, son de poco valor agrícola y generalmente se destinan a pastizales o a montes.

Los suelos esqueléticos se presentan en pendientes inclinadas en las partes más secas de la zona estudiada, menos de 1.778 mm. (70"), siempre que el lecho rocoso es resistente a la meteorización. Por lo general, se limitan a las rocas volcánicas terciarias. Se admiten tres divisiones principales de los suelos esqueléticos: negros, pardo-grises y rojos. Los suelos esqueléticos rojos se presentan donde el material matriz del suelo se compone de rocas ligeramente meteorizadas ricas en hierro, que comunica un color rojo a todo el perfil. Los suelos esqueléticos negros se presentan sobre todas las otras rocas volcánicas terciarias de la zona más húmeda, de 1.524 a 1.778 mm. (60-70") en tanto que los suelos esqueléticos pardo-grises se presentan en zonas de 1.016 a 1.524 mm. (40-60") de lluvia.

En general, los suelos esqueléticos se encuentran en zonas pobladas de antiguo y donde el continuado uso de la tierra, unido al predominio de las pendientes inclinadas y a lo marcado de la estación seca, ha conducido a una erosión muy severa. Esta erosión es más acusada en la zona de los suelos esqueléticos pardo-grises, donde la capa arable ha sido denudada o enterrada por productos de la erosión en casi toda la zona. En las zonas más húmedas, con suelos esqueléticos negros, la erosión es todavía severa, pero hay amplias zonas en las que aún subsiste la capa arable.

(a) Suelos esqueléticos negros:

1. **Presencia:** Este tipo de suelo abarca grandes extensiones en el tipo de tierra Concordia y extensiones pequeñas o moderadas en los tipos de tierras Somoto y Cosmapa. Existen también pequeñas extensiones en zonas de mármol en el tipo de tierra Quilalí. Por lo general se limita a las pendientes inclinadas con una precipitación superior a 1.524 mm. (60"). Donde la lluvia es inferior a esta cifra se mezclan con suelos esqueléticos pardo-grises.

2. **Descripción del perfil:** El perfil típico tiene tres capas bien marcadas:

De 0 a 10,2 cm.: arcilla negra, de estructura granular, pequeña a muy grande cuando está seca y con muchas raíces de plantas.

De 10,2 a 30,5 cm.: arcilla casajosa pardo-oscuro, masiva.

De 30,5 a 51 cm.: arcilla muy casajosa de color pardo claro, con muchas rocas dispersas, mezclada con material matriz sin descomponer.

En todo el perfil es corriente la presencia de fragmentos de rocas angulares. Este tipo de suelo se mezcla con los suelos negros de los trópicos degradados, donde la precipitación es mayor y con suelos esqueléticos pardo-grises donde la precipitación es menor. Su espesor es inferior en las pendientes más inclinadas y se mezcla con arcilla negra de los trópicos en las pendientes suaves. Las variaciones del perfil reflejan todas estas transiciones, siendo el espesor de la capa arable de 0 a 30,5 cm.

3. **Fertilidad:** Estos suelos tienen una fertilidad moderada, pero, por su poco espesor, son solo realmente apropiados para pastizales y para montes, aunque frecuentemente se planta en ellos maíz, por métodos primitivos. Tanto para el maíz como para los pastizales se obtendrían buenas respuestas por un abonado en cobertera con fertilizantes de fosfato, pero esto probablemente no es económico en las actuales condiciones. El suelo erosionado tiene poca fertilidad y es de poco valor para pastizales o para maíz, pero en muchos casos, la tierra se vuelve a sembrar todavía de maíz, con el consiguiente rendimiento bajísimo.

(b) **Suelos esqueléticos pardo-grises:**

1. **Presencia:** Este tipo de suelo abarca zonas muy amplias en los tipos de tierras La India y Concordia y superficies menores en los tipos de tierras Pueblo Nuevo y Somoto. Es el suelo que predomina sobre las rocas volcánicas terciarias en las pendientes inclinadas de la zona de 1.016 a 1.524 mm. (40–60") de lluvia.

2. **Descripción del perfil:** El perfil típico tiene dos capas bien definidas:

De 0 a 10,2 cm.: arcilla de color pardo-grisáceo de estructura granular pequeña o muy grande cuando está seca, y muchas raíces de plantas.

De 10,2 a 61 cm.: arcillas cascajosa parda, mezclada con material matriz poco descompuesto.

En todo el perfil es común la presencia de fragmentos rocosos angulares. La capa arable tiene un color que varía de gris o pardo-gris a pardo muy oscuro y está mezclada en las zonas de mayor precipitación acuosa con suelos esqueléticos negros. Su espesor puede ser menor de 2,54 cm. en las pendientes más inclinadas, y en las más suaves se mezcla con suelos negros de los trópicos. Pequeñas zonas presentan una transición a suelos esqueléticos rojos, siendo común en el subsuelo el color rojizo.

3. **Fertilidad:** Estos suelos tienen muy poco espesor, pero, a veces, se cultiva en ellos el maíz por métodos primitivos. Su fertilidad es moderada, pero los pastizales responderían a la aplicación de fertilizantes. Estos suelos sirven únicamente para pastizales o para montes e incluso dedicados a pastizales necesitan grandes cuidados para evitar la erosión. En la actualidad, ésta es muy severa, siendo poquísimas las zonas que no la han sufrido.

(c) **Suelos esqueléticos rojos:**

1. **Presencia:** Este tipo de los suelos cubre zonas muy amplias en el tipo de tierra Pueblo Nuevo y se presenta también en zonas dispersas en los tipos de tierras Cosmapa y Concordia. Se encuentra en pendientes inclinadas donde el material matriz consiste en rocas ligeramente meteorizadas, en su ma-

yoría volcánicas, pero con pequeñas extensiones de conglomerado terciario y arenisca, de color rojo claro o vivo o de color rosa debido al alto contenido de hierro meteorizado. Esta roca parcialmente meteorizada es el material matriz actual de estos suelos jóvenes.

2. Descripción del perfil:

De 0 a 7,6 cm.: suelo franco pardo-rojizo oscuro, de estructura granular pequeña o moderada cuando está seca.

De 7,6 a 51 cm.: arcilla cascajosa roja mezclada con material matriz poco descompuesto.

En todo el perfil es común la presencia de fragmentos de roca, frecuentemente de cuarzo ligeramente angular. Existe considerable variación en la textura de la capa arable, la cual depende principalmente de la cantidad de sílice del material matriz. Sobre rocas más básicas, la capa arable es suelo franco arcilloso pardo, o a veces arcilla. Este tipo se mezcla con suelos esqueléticos pardo-grisáceos y en las pendientes menores con suelos negros de los trópicos. La erosión está muy extendida y la capa arable falta frecuentemente o está enterrada.

3. Fertilidad: La fertilidad de estos suelos varía entre baja y media. Principalmente se aprovechan para pastizales, aún cuando moderadas extensiones sostienen pinares regulares. La textura más ligera de la capa arable significa que el agua retenida es más fácilmente asequible, pero el poco espesor de dichas capa hace que los pastizales se sequen con bastante rapidez en la estación seca.

C. REGOSOLES

Los regosoles son suelos no consolidados, análogos a los esqueléticos pero formados sobre rocas blandas o sobre depósitos descompuestos rápidamente. Al igual que los suelos esqueléticos, están muy extendidos por todo el mundo. Los regosoles muestran variaciones asociadas con las condiciones ambientales particulares de la zona.

Se presentan en regiones llanas y en regiones montañosas sobre granito, esquistos y depósitos de aluvión terciario. Se admiten tres subdivisiones de los regosoles: amarillos, pardos y negros, cuya distribución corresponde principalmente a las condiciones climáticas.

(a) Regosoles amarillos:

1. Presencia: Se encuentran estos suelos principalmente en zonas del tipo de tierra Ocotil, con una lluvia inferior a 1.270 mm. (50") y en zonas menores de precipitación análoga en los tipos de tierras Dipilito, Cosmapa y Quilalí. Estos suelos están mejor desarrollados sobre aluvión terciario no consolidado, derivado principalmente de granito, pero también existen sobre granito y esquistos "in situ".

2. Descripción del perfil: El perfil típico tiene dos capas distintas:
De 0 a 15'2 cm: suelo franco, arenoso, gris y encima depósitos terciarios de grava amarilla.

De 15'2 cm. en adelante: aluvión que se extiende a gran profundidad.

Las principales variaciones se relacionan con los tipos de material matriz. Sobre aluvión terciario relativamente llano, la capa arable tiene de 10,2 a 30,5 cm. de espesor y el subsuelo está formado por capas de grava, arena y suelo franco arenoso. Estos sedimentos pueden tener 30,5 m. (100') de espesor sin acusar apenas cambio alguno con la profundidad. Sobre el granito de las pendientes inclinadas, el material matriz se descompone generalmente a más de 6,1 m. (20') de profundidad, pero todavía puede reconocerse la estructura original del granito. En los esquistos, el material matriz no se meteoriza tan profundamente y en el subsuelo hay mucho esquisto parcialmente descompuesto y algunos suelos formados sobre esquisto presentan un carácter intermedio entre el de un suelo esquelético y el de un regosol típico. En las pendientes inclinadas en que predomina el granito o el esquisto, la capa arable rara vez tiene un espesor superior a 7'6 cm. y a menudo, es completamente arrancada por la erosión. Estos regosoles son muy semejantes a los suelos del este de África formados en condiciones climáticas análogas sobre depósitos ácidos similares y donde han recibido el nombre local de "plateau soils".

3. **Fertilidad:** Los únicos suelos bastante llanos y con suficiente capa arable para la agricultura son ciertos regosoles amarillos sobre aluvión terciario. Una pequeña zona de suelos de este tipo se cultiva alrededor de Ocotil pero aunque tienen una textura favorable, estos suelos son muy poco fértiles debido a su naturaleza ácida y a la poca basicidad del material matriz. Requieren fuertes adiciones de cal para corregir la acidez y grandes cantidades de todas las sustancias nutritivas de las plantas.

(b) **Regosoles pardos:**

1. **Presencia:** Estos suelos se encuentran en zonas de los tipos de tierras Quilalí, Cosmapa y Dipilto con precipitaciones de 1.270 a 1.778 mm. (50–60"). Yacen sobre granito, esquistos y aluvión terciario.

2. **Descripción del perfil:** El perfil típico tiene dos horizontes distintos: De 0 a 20'3 cm.: suelo franco, pardo oscuro.

De 20'3 cm. en adelante: depósitos cascajosos de color pardo claro de aluvión terciario.

Las variaciones en el perfil dependen principalmente del espesor de la capa arable que varía según la pendiente y el material matriz; a veces, el material matriz descompuesto tiene tonos rojizos.

3. **Fertilidad:** En general, estos suelos se usan poco para el cultivo mecánico y solamente pequeñas zonas se dedican al cultivo del maíz por métodos primitivos. Sin embargo, zonas de moderada extensión están ocupadas por cafetales. La fertilidad de estos suelos es escasa aún cuando algunas zonas que yacen sobre esquistos den rendimientos de café no malos. Los suelos derivados de granito y de aluvión terciario son muy ácidos y muy pobres en sustancias nutritivas y necesitan grandes cantidades de cal y de todas las sustancias nutritivas de las plantas. Los suelos derivados de esquistos son también ácidos, pero, si se les añadiese cal, tendrían un contenido moderado de sustancias nutritivas. Sin embargo, incluso a estos suelos les convendría unas abundantes aplicaciones de fertilizantes.

(c) **Regosoles negros:**

1. **Presencia:** Estos suelos son muy semejantes a los regosoles pardos. Se encuentran en las zonas de los tipos de tierras Quilalí y Dipilto de pluviosidad superior a 1.778 mm. (70"), en el tipo de tierra Ocotál con más de 1.524 mm. (60") de lluvia y en el tipo de tierra Venecia. Están formados por los mismos materiales que los regosoles pardos, pero la zona del tipo de tierra Venecia está constituida por aluvión terciario de moderada basicidad.

2. **Descripción del perfil:** Los perfiles son análogos a los de los regosoles pardos, con la diferencia de que la capa arable es negra y generalmente más profunda.

3. **Fertilidad:** La fertilidad de estos suelos es semejante a la de los regosoles pardos, pero los regosoles negros del tipo de tierra Venecia tienen una fertilidad moderada y necesitan menos aplicaciones de cal y de fertilizantes.

D. SUELOS LATERITICOS PARDOS

Este gran grupo de suelos es frecuente en los trópicos húmedos. Se caracteriza por una profunda capa arable parda, friable, de textura de arcilla o de suelo franco arcilloso, con un moderado desarrollo de un subsuelo ligeramente más pesado a menudo de color pardo o gris. En la zona estudiada no se ha hecho ninguna subdivisión de este grupo.

1. **Presencia:** Los suelos lateríticos pardos cubren la mayor parte del tipo de tierra Tuma y existen también en el tipo de tierra Fundadora. Se encuentran en todos los tipos de rocas volcánicas terciarias, en pendientes inclinadas y suaves, en zonas de una precipitación superior a 1.905 mm. (75").

2. **Descripción del perfil:** El perfil típico tiene dos horizontes, a veces no diferenciados.

De 0 a 46 cm.: arcilla de color pardo oscuro y estructura granular media.

De 46 a 76,2 cm.: arcilla de color pardo gris oscuro de estructura a menudo masiva y mezclada toscamente con material matriz descompuesto.

En los lugares arbolados existe generalmente una delgada capa superficial de hojarasca descompuesta. Las variaciones del perfil guardan relación principalmente con el grado de la pendiente, siendo por lo general la capa arable más profunda y más pesada en las pendientes menores y más parda y más ligera en las pendientes más pronunciadas. El perfil tiene a veces fragmentos de rocas angulares, pero esto no es corriente. Este grupo de suelos se mezcla gradualmente con arcillas negras de los trópicos en los lugares de mal avenamiento.

3. **Fertilidad:** Estos suelos son en su mayoría de fertilidad bastante buena y se usan principalmente para cafetales y pastizales. A pesar de su fertilidad natural, las aplicaciones de fertilizantes constituyen justamente parte fundamental del programa intensivo de mejoramiento de los cafetales que actualmente lleva a cabo el Gobierno de Nicaragua.

E. SUELOS LATERITICOS OSCUROS

Estos suelos cubren solamente pequeñas zonas que se encuentran nada más que en el tipo de tierra Fundadora, por lo general en zonas de lluvias superiores a 2.032 mm. (80"). Se presentan sobre rocas volcánicas básicas, particularmente sobre basaltos. Este grupo tiene capas arables friables de color pardo-rojo, de un espesor superior, por lo general, a 30,5 cm., mezcladas con un subsuelo de arcilla roja, con un ligero moteado reticulado de arcilla blanquecina. Estos suelos tienen corrientemente una fertilidad moderadamente elevada y se destinan principalmente a cafetales, pero algunas zonas están plantadas de patatas, maíz y otros cultivos, y los suelos menos profundos de las laderas pendientes se usan para pastizales.

Su necesidad de fertilizantes es semejante a la de los suelos lateríticos pardos. Las cantidades de las diversas sustancias nutritivas deberán equilibrarse de acuerdo con las exigencias del cultivo. Para los cafetales los abonos solamente están justificados si se instituye un programa de buena ordenación general. Incluso en estos suelos ricos la fertilización es esencial para una buena producción, pero un simple programa de fertilización que no fuese acompañado simultáneamente de la corrección de las malas prácticas de ordenación corrientes, daría origen a que gran parte del valor del fertilizante se aprovechara para un crecimiento excesivo de las malas hierbas y de los árboles de sombra.

F. SUELOS LATERITICOS AMARILLOS

Estos suelos son semejantes a los suelos lateríticos oscuros, pero se presentan sobre la mayoría de los tipos de rocas volcánicas terciarias y también en zonas de sólo 1.905 mm. (75") de lluvia anual. La capa arable es una arcilla friable parda, frecuentemente con tonos amarillentos y de una profundidad de 30,5 a 61 cm. Los subsuelos son generalmente arcillas de gran espesor de color amarillo o naranja moteadas.

Estos suelos son un poco menos fértiles que los lateríticos oscuros pero el aprovechamiento de la tierra y las necesidades de fertilizantes son análogas.

G. SUELOS HIDROMORFICOS

Estos suelos existen solamente en una pequeña zona del tipo de tierra Ocotal. En este lugar cubren una llanura bastante extensa y de mal avenamiento en una región de lluvias abundantes. El material matriz es aluvión terciario estéril. El perfil tiene una capa arable de 30,5 a 61 cm. de suelo franco turboso u orgánico negro y los subsuelos están formados por arcilla gris, limo y grava. Estos suelos son muy estériles y sufren mucho de anegamiento. Actualmente sólo son útiles para pastizales de mala calidad. Con amplias labores de avenamiento y extensas aplicaciones de cal y de fertilizantes podrían convertirse en tierra productiva para una pequeña serie de cultivos hortícolas, pero tal programa no es realizable por ahora.

H. SUELOS ALUVIALES JOVENES

Grandes extensiones de aluvión están cubiertas por suelos que poseen los caracteres de los suelos negros de los trópicos descritos en líneas anteriores.

Otros suelos yacentes sobre aluvión terciario se han descrito al hablar de los regosoles. Los restantes suelos aluviales son de origen muy reciente, por lo que no han tenido tiempo suficiente para desarrollar un perfil. Las variaciones en estos suelos aluviales recientes y los cambios en sus perfiles se deben a los caracteres de las diversas capas de aluvión.

1. **Presencia:** Los suelos aluviales jóvenes cubren toda la zona del tipo de tierra Limay y grandes zonas de los tipos de tierras Buenos Aires y Estelí. Pequeñas zonas de suelos aluviales más jóvenes y menos fértiles existen en los tipos de tierras Quilalí y Ocotal.

2. **Descripción del perfil:** Estos suelos tienen un espesor que llega hasta 9,14 m. (30'). Consisten en muchas capas de texturas diversas, comúnmente suelo franco arcilloso y suelo franco; pero también existen texturas de arcilla, de suelo franco arenoso, de arcilla arenosa, de arena y de lodo. A veces se presenta en el perfil pequeñas bandas de grava o de guijarros. El color varía muy poco, siendo principalmente pardo oscuro, pardo, pardo-gris y gris. En algunas secciones del tipo de tierra Estelí se encuentran depósitos de suelos aluviales recientes superpuestos sobre un perfil enterrado de arcilla negra de los trópicos. Otra variación, que es importante para el aprovechamiento de la tierra, es que algunos suelos, particularmente en el tipo de tierra Limay, tienen una elevada proporción de grava y piedras redondeadas. En zonas bastante extensas esta proporción es lo bastante elevada para impedir la agricultura mecanizada y, en otras zonas, hace más difícil la producción.

3. **Fertilidad:** En general, estos suelos son los más fértiles de la zona estudiada. Con excepción de los suelos pedregosos, todos ellos se encuentran actualmente en cultivo. Estos suelos son muy apropiados para una amplia gama de cultivos según el clima local. Los fertilizantes no son de uso general pero en muchos casos serían valiosos. Como la fertilidad varía mucho, según el uso a que se ha destinado la tierra en el pasado, no se podrían hacer recomendaciones sin un análisis normal y habría que tener en cuenta además las necesidades particulares del cultivo que se desee. Probablemente, sin embargo, todos los suelos mejorarían si se hiciese mayor el empleo de las rotaciones, especialmente del cultivo de leguminosas para mejorar el contenido de nitrógeno asimilable del suelo.

Los suelos aluviales derivados de esquistos tienen, sin embargo, una fertilidad nada más que moderada, por lo que necesitan abundantes aplicaciones de cal y la adición de fertilizantes.

VEGETACION

La vegetación de la zona muestra de una manera muy señalada la acción del hombre. Incluso antes de la llegada de los españoles a principios del siglo 16, existía una gran población india cuyo cultivo del maíz había destruido ya entonces gran parte de la vegetación climax. Desde dicha época, la introducción del pastoreo y el aumento de la población condujeron a una nueva roturación extensiva y este proceso se ha acelerado mucho en los últimos años debido a la apertura de una red de carreteras.

Con esta larga y continua destrucción de los montes primitivos, no se puede hacer otra cosa nada más que bosquejar los tipos originales, muchos de

los cuales solamente pueden verse en pequeñas masas que quedan como vestigio. Sin embargo, pueden determinarse los grandes grupos.

Es probable que casi toda la zona que se representa con una precipitación superior a 1.778 mm. (70") estuviese cubierta de monte higrofitico sempervirente. Este monte comprende muchos tipos distintos con diferencias florales importantes correspondientes a las zonas de altitud y otra distinción notable entre los tipos de monte higrofitico en zonas con más o menos de 2.032 mm. (80") de lluvia anual. Sin embargo, actualmente solo hay pequeñas masas de monte higrofitico que en su mayor parte han sido reemplazadas por pastizales, cafetales y rebrote secundario bajo, tanto sempervirente como caducifolio. Las actuales masas de monte higrofitico cubren extensas zonas solamente en las laderas elevadas, en zonas de precipitación mayor, y son menos frecuentes en zonas de precipitación inferior.

La mayor parte de la zona representada en el mapa, como comprendida entre 1.778 y 1.270 mm. (70--50") de lluvia, pasó, probablemente, por varias fases en la transición de monte higrofitico semi-sempervirente alto a monte caducifolio. Las masas de estos montes son casi inexistentes. Esta zona, que era la zona climática más apropiada para el cultivo de los antiguos indios, consiste actualmente en su mayoría en pastizales, tierras de cultivo y monte claro de especies caducifolias secundarias bajas, apreciándose la presencia de especies sempervirentes nada más que en la zona de 1.524 a 1.778 mm. (60--70").

La pequeña zona de menos de 1.270 mm. (50") de lluvia anual tenía una vegetación climax de monte claro caducifolio alto y de monte caducifolio bajo. Aunque gran parte de esta zona se ha roturado, quedan todavía restos de estas comunidades.

La situación de las comunidades de pinos y de roble se estudia con detalle más adelante. En pocas palabras, son comunidades secundarias que por lo general se presentan en zonas de 1.270 a 1.778 mm. (50--70") de lluvia pero que a veces se encuentran en zonas con una precipitación anual de hasta 2.286 mm. (90").

La descripción de la vegetación que se hace seguidamente se basa en la vegetación actual. A pesar de que la mayoría de las comunidades han sido creadas por el hombre proporcionan indicaciones importantes sobre el medio físico. Más particularmente, la composición floral de las comunidades, tanto climax como secundarias, da una buena indicación de las zonas climáticas reales, ya sea de lluvia como de temperatura. Además, dentro de toda zona climática, las diferencias de suelo y de avenamiento se reflejan también en la composición de la vegetación por lo que, en cierta medida, se han utilizado, incluso las comunidades secundarias, para evaluar la importancia relativa de los cambios de suelo.

VEGETACION ACTUAL

1. **Comunidades caducifolias:** En las actuales condiciones, poco puede fiarse de la altura o de la densidad de las comunidades caducifolias como indicadores del medio físico. Existen las tres categorías estructurales admitidas: matorral caducifolio, monte claro caducifolio y monte caducifolio, dependiendo principalmente de la historia reciente de la localidad, en particular del lapso de

tiempo transcurrido desde que la zona se roturó total o parcialmente. Lo que importa para evaluar el medio ambiente es la composición floral. Esta debe considerarse siempre, sin embargo, junto con el tipo estructural de que se trate, pues muchas especies comunes en los montes caducifolios no se encuentran o son raras en una masa adyacente de matorral caducifolio que crece en una localidad idéntica y viceversa.

Las comunidades caducifolias son moderadamente ricas en especies y cada una de éstas tiene sus propias preferencias estacionales particulares. Muchas, y éstas son a menudo las más comunes, se presentan en todas las comunidades caducifolias: otras muestran fuerte preferencia o incluso una preferencia absoluta por una zona climática o incluso por un grupo particular de suelo o de condiciones topográficas dentro de una zona climática. Unas pocas especies muestran preferencias por los suelos derivados de un material matriz, con independencia de clima, en tanto que un mayor número de especies muestran preferencias por las estaciones topográficas.

Para facilitar la descripción, las comunidades caducifolias se dividen en zonas de lluvia, correspondiendo estas zonas a los principales cambios florales de las comunidades. Esta distribución se ha empleado muchísimo al trazar las líneas de 1.270, 1.524 y 1.778 mm. (50-60 y 70") de lluvia. Sin embargo, hay que reconocer que la variación de las comunidades es continua, sin bruscas interrupciones y que las delimitaciones entre comunidades se han determinado arbitrariamente. La zona de lluvia correspondiente se ha determinado utilizando los datos de las estaciones pluviométricas conocidas como término de comparación. Es bastante probable que los límites de lluvia determinados de este modo no correspondan a los límites de la lluvia total real, pero corresponderán más estrechamente a los límites de la lluvia eficaz, lo cual es más importante para los fines del aprovechamiento de la tierra.

(a) **Zona de 1.016 a 1.270 mm. (40-50") de lluvia. Comunidades de ESCOBILLO y JIÑOCUABO.** En esta zona la vegetación climax era caducifolia, pues el clima es muy marcadamente estacional con lluvias rarísimas e irregulares durante los 6 meses de la estación seca. Por lo general faltan las especies sempervirentes: las únicas comunes son dos arbustos o árboles pequeños *Capparis flexuosa* L. FALSO ENDURECE MAIZ y *Capparis cynophallophora* L. LINGA. Por el contrario, el número de especies caducifolias es muy superior al de otras zonas, presentándose muchas de ellas rara o aisladamente. La mayoría de las especies comunes son especies que colonizan los cultivos abandonados y se encuentran en todas las comunidades caducifolias, particularmente *Bursera Simaruba* (L.) Sarg. JIÑOCUABO, *Acacia costaricensis* Schenck CORNIZUELO o CACHITO, *Luechea candida* (DC.) Mart GUACIMO MOLENILLO, y *Calycophyllum candidissimum* (Vahl.) DC. MADROÑO. Otras especies comunes que se encuentran también en comunidades caducifolias pero que son más frecuentes en esta zona son *Haematoxylon brasiletto* Karst. BRASIL, *Gyrocarpus americanus* Jacq. TALALATE, *Plumeria rubra* L. forma *acutifolia* (Poir) Woodson. FLOR DE LA CRUZ, *Pithecolobium dulce* (Roxb.) Benth. ESPINO DE PLAYA, *Pisonia macranthocarpa* D. Sm. ESPINO NEGRO, *Pisonia aculeata* L. ESPINO NEGRO y *Crescentia alata* HBK. JICARO SABANERO. Sin embargo, una especie muy común, *Phyllostylon brasiliensis* Cap. ESCOBILLO, es casi característica de la zona. Esta especie se encuentra también en las comunidades caducifolias de pluviosidad superior, pero únicamente como árboles aislados muy diseminados y nunca en la gran densidad con que se presenta a menudo en la zona seca donde constituye la especie más frecuente, tanto en las colinas erosionadas del tipo de tierra India como en las

llanuras de arcilla negra del tipo de tierra Estelí. Asimismo es también a menudo común como árbol aislado en los pastizales roturados de la zona seca.

Aparte de estas especies comunes, la zona seca se caracteriza también por especies menos comunes de árboles de tamaño pequeño o moderado que son raras en zonas de precipitación más abundante. Entre tales especies figuran las siguientes: **Casearia aculeata** Jacq. y **Casearia banquitana** Krause CERITO, **Diospyros nicaraguensis** Standl. CHOCOYO, **Guaiacum sanctum** L. GUAYACAN, **Hura crepitans** L. JAVILLO, **Zizyphus guatemalensis** Hemsl. NANSIGUISTE, **Ximelia americana** L. JOCOMICO y otras muchas.

Dentro de esta zona seca las máximas diferencias en la composición floral están relacionadas con los cambios topográficos, especialmente con los sitios donde el agua es más fácilmente asequible, como por ejemplo, a lo largo de las orillas de los ríos o en las cárcavas. La vegetación de tales sitios está compuesta generalmente por muchas de las mismas especies de las laderas circundantes, pero, además, hay muchas especies de árboles más altos que corrientemente se hallan en zonas de pluviosidad superior. Aunque las especies sempervirentes, por ejemplo, varias especies de **Ficus** llamadas comúnmente CHILAMATE entre las cuales se encuentran **Ficus ovalis** (Liebm.) Miq., **Ficus glaucescens** (Liebm.) Miq., y varias especies de **Brosimum** tales como **Brosimum costaricanum** Liebm. y **Brosimum alicastrum** Sw. conocidas con el nombre de OJOCHÉ, son comunes; la gran mayoría de las especies de estos sitios más húmedos son caducifolias figurando entre ellas: **Pithecolobium saman** (Jacq.) Benth. GENIZARO, **Albizia caribaea** (Urban) Britt. & Rose. GUANACASTE BLANCO y **Ceiba pentandra** (L.) Gaertn. CEIBA. Estas comunidades de las orillas de las corrientes, que son restos de un antiguo monte climax semi-sempervirente, tienen un aspecto marcadamente diferente del de las comunidades circundantes. Son siempre más altas y más verdes y su presencia subraya la importancia de los seis meses anuales de sequía incluso en la vegetación nativa adaptada.

Las diferencias en la composición floral relacionadas con otros cambios topográficos son de menor importancia. La mayoría de las especies crecen en las pendientes de las laderas con suelos poco profundos así como en extensas llanuras de suelos pesados y profundos. Sin embargo, muchas muestran preferencias, como por ejemplo, **Gyrocarpus americanus**, **Calycophyllum candidissimum** y **Bursera Simaruba**, las que son más comunes en las laderas. Las diferencias relacionadas con los distintos materiales matrices de los suelos no son grandes, aún cuando existen marcadas diferencias entre las comunidades que crecen sobre el aluvión procedente de rocas volcánicas terciarias de las proximidades de Sébaco y las que crecen sobre el aluvión granítico cerca de Ocotul. Estas diferencias se ponen principalmente de manifiesto en el porcentaje de cada especie presente, mejor que en la ausencia completa de especies en una u otra zona.

(b) **Zona de 1.270 a 1.524 mm. (50–60") de lluvia. Comunidades de LAUREL Y GUACIMO.** La vegetación climax de esta zona era probablemente un monte alto predominantemente caducifolio, pero con un regular porcentaje de especies sempervirentes. Estas últimas son ahora muy raras, en particular en las comunidades de monte claro y de matorral. La presencia de estas raras especies sempervirentes en una zona dominada por las especies caducifolias es característica de la zona. Además, las especies caducifolias comprenden muchas especies que alcanzan gran altura, características de zonas de pluviosidad media con una estación seca prolongada. Entre dichas especies figuran: **Enterolobium cyclo-**

carpum (Jacq.) Griseb. GUANACASTE DE OREJA, *Astronium graveolens* Jacq. RONRON, *Pithecolobium Saman*, *Cassia grandis* L. CARAO o CAROL, *Ceiba pentandra*, y *Mastichodendron Capiri* var. *tempisque* (Pitt.) Cronq. TEMPISQUE. Estas especies no son ahora tan comunes, excepto a lo largo de los riachuelos de la zona, pero no se limitan a tales sitios.

La gran mayoría de las comunidades actuales son montes claros degenerados e incluyen muchas especies comunes a todas las comunidades caducifolias, así como también otras especies que presentan marcadas preferencias por esta zona. Las especies comunes son: *Guazuma ulmifolia* Lam. GUACIMO DE TERNERO, *Luehea candida*, *Lysiloma multifoliatum* B. & R. QUEBRACHO, *Acacia pennatula* (S. & C. Benth. CARBON COMAYAGUE, *Cordia alliodora* (Ruiz & Pavón) Cham. LAUREL, *Spondias purpurea* L. JOCOTE, *Calycophyllum candidissimum*, *Gliricidia sepium* (Jacq.) Steud. MADERO NEGRO *Bursera Simaruba*, *Cedrela mexicana* Roem. CEDRO, *Ceiba aesculifolia* (HBK.) B. & R. POCHOTE, *Carica penata* Heilborn. PAPAYA GUATEMALA, *Alvaradoa amorphoides* Liebm. ZORRILLO o CARATILLO y *Licania arborea* Seem. HOJA TOSTADA. Dentro de esta zona de lluvia la variación en la composición floral se relaciona principalmente con la altitud, pues las principales diferencias de tipos de suelos producen variaciones muy poco importantes en estas comunidades secundarias. Las diferencias de altitud son más marcadas, particularmente en las zonas de altitud relativamente baja alrededor de Muy Muy donde son más comunes las especies características de las tierras bajas de los lagos de Nicaragua y de Managua.

(c) **Zona de lluvias abundantes 1.524 a 1.778 mm. (60–70"). Comunidades de GUAPINOL Y GUACIMO.** Esta zona estaba cubierta primitivamente por un monte alto de árboles sempervirentes y caducifolios mezclados. Las comunidades actuales, sin embargo, consisten principalmente en árboles caducifolios. A pesar de ello, raramente faltan las especies sempervirentes y algunas son comunes, por ejemplo, *Nectandra salicifolia* (HBK.) Nees. AGUACATE MONTERO, *Nectandra globosa* (Aubl.) Mez. AGUACATE MONTERO, *Achras calcicola* Pitt. NISPERO DE MONTAÑA, *Croton panamensis* Muell. Arg. SANGREDRAGO y varias especies de *Inga*, GUAVO. Entre las especies caducifolias comunes hay muchas corrientes en otras zonas: *Cedrela mexicana*, *Ceiba aesculifolia*, *Guazuma ulmifolia*, *Calycophyllum candidissimum*, *Hymenaea Courbaril*, *Lonchocarpus lucidus* (Willd.) HBK. CHAPERNO y *Erythrina glauca* Willd. GALLITO.

Existen también comunidades caducifolias en zonas de lluvia superior a 1.778 mm. (70"). Estas comunidades tienen generalmente un porcentaje relativamente elevado de especies sempervirentes y las especies caducifolias son las de más amplia distribución.

2. **Comunidades de monte higrofitico:** De los extensos montes higrofiticos que primitivamente cubrían todas las zonas de 1.778 (70") o más milímetros de lluvia anual, solamente quedan masas diseminadas. La mayor parte de estos montes han sido reemplazados por pastizales o por monte claro y matorral semi-sempervirente o sempervirente bajo. Las únicas masas de alguna magnitud que quedan se encuentran en el extremo occidental de la zona, o en laderas montañosas con pendientes muy acentuadas. Sin embargo, se hallan indicaciones de la composición de los montes primitivos en las pequeñas masas diseminadas existentes todavía, especialmente en los lechos de los riachuelos y también en los árboles altos que se encuentran frecuentemente en muchos cafetales y que sirven para proporcionar sombra a los cafetos.

Los montes higrofiticos de toda la zona tienen muchas especies que se

encuentran por todas partes, y aunque pueden hallarse masas de composición muy distinta, no existen comunidades bien definidas. Cada especie tiene sus propias preferencias ambientales y la consecuencia evidente es una continua variación que refleja sobre todo la altitud y, en menor medida, la pluviosidad anual y su distribución estacional. Los efectos de las diferencias en los tipos de suelos debidos a diferencias de material matriz son bastante ligeros.

(a) Las masas más altas que se examinaron estaban a 1.524 m. (5.000'). Eran montes muy altos que probablemente podrían clasificarse por su estructura como monte higrofítico sub-montano. No se vió ningún monte montano, aunque puede que existan en las montañas más elevadas del extremo oriental de la zona estudiada.

A todas las altitudes los montes son muy ricos en especies, siendo rarísimo que predomine una sola, y si esto sucede, es nada más que en zonas pequeñas.

(b) A las altitudes menores, de 457 a 610 m. (1.500–2.000'), son muy comunes las especies siguientes: *Brosimum utile* (HBK.) Oken. OJOCHÉ COLORADO, *Luehea Seemannii* Triana & Planch. GUACIMO COLORADO, *Cassia fruticosa* L.f. VAINILLO, *Astronium graveolens*, *Terminalia chiriquensis* Pittier GUA-YABON, *Ceiba pentandra*, *Cedrela mexicana*. Una característica notable de estas comunidades es la moderada proporción de especies caducifolias, aunque bajo las abundantes lluvias de la región estos árboles están sin hoja nada más que por períodos muy cortos cada año y los montes nunca parecen caducifolios.

(c) A altitud moderada, de 610 m. a 1.219 m. (2.000–4.000'), las especies más comunes son *Chaetoptelea mexicana* Liebm. SAUCE, *Quercus aaata* Mull. y *Quercus Brenessii* Trel. llamados ROBLE ENCINO, *Ficus glabrata* HBK. MATAPALO, *Mastichodendron Capiri* var. *tempisque*, *Calophyllum brasiliense* Camb. var. *Rekoi* Standl. MARIA, *Nectandra nervosa* Mez & Pitt. LISAQUIN, *Ilex hondurensis* Standl. ARENO BLANCO, *Persea americana* Mill. AGUACATE MONTERO, *Nectandra reticulata* (R. & P.) Mez. AGUACATE CANELO, una especie no identificada llamada AGUACATE POSAN, *Juglans olanchanum* Standl. & L. Wms. NOGAL, *Swietenia macrophylla* King. CAOBA, *Achras calcicola*. De estas especies, algunas son particularmente comunes en las zonas de pluviosidad inferior a 2.032 mm. (80"), por ejemplo *Mastichodendron Capiri* var. *tempisque*, *Chaetoptelea mexicana*, *Liquidambar styraciflua* L. LIQUIDAMBAR.

(d) A altitudes mayores de 1.219 a 1.524 m. (4.000–5.000'), se presentan también muchas de las especies, particularmente *Quercus aaata*, *Quercus Brenessii*, *Calophyllum brasiliense* Camb. var. *Rekoi*, una especie no identificada llamada ARENO, *Ilex hondurensis*, *Litsea glaucescens* HBK. Otras especies tales como *Chaetoptelea mexicana* son inexistentes o muy raras. Además hay muchas especies de árboles altos en esta zona pero que son raros a altitudes inferiores, como por ejemplo *Styrax polyanthus* Perk. ALAMO, una especie de *Quercus* no identificada, *Guarea brevianthera* C. DC. ACHIOTILLO, AGUACATE POSAN, *Nectandra reticulata*, un árbol llamado SAPOTE y *Cordia* sp. MUÑECO. Se han recogido ya muestras de la mayoría de los árboles comunes de los montes higrofíticos, pero muchos están sin identificar aún, por la dificultad en conseguir material fértil cuando se hizo el estudio. Se tiene el propósito de preparar una lista de especies más amplia con identificaciones completas en un estudio general de toda la vegetación de Nicaragua, que se redactará después que se estudien más zonas.

Aunque son raras las masas adultas de monte higrofitico, con bastante frecuencia se ven manchas de rebrote en las que a menudo hay muchas especies del monte adulto. Estas masas se originaron generalmente como rebrote arbus-tivo en pastizales, pero en cierta medida también a partir de cultivos abandonados por largo tiempo. Además de las especies del monte adulto estas masas de rebrote comprenden muchas especies características. Probablemente las más típicas son *Croton panamensis* y *Zexmenia frutescens* (Mill.) Blake TATASCAN, aunque esta última especie es rara en la zona más seca. Entre otras especies comunes figuran *Inga punctata* Willd. GUABA NEGRA, *Inga sapindoides* Willd. GUABA, *Acalypha diversifolia* Jacq. *Inga panamensis* Seem. CUAJILOTE, *Inga eriorhachis* Harm. GUABA COLORADA, *Inga spuria* Humb & Bonpl CUAJINI-CUIL, *Trema micrantha* (L.) Blume CAPULIN NEGRO, *Vismia mexicana* Schl. ACHO-TILLO o MANCHA ROPA, muchas especies de *Melastomaceae* llamadas CAPIROTES, *Psidium Guajava* L. GUAYABO, *Psidium guineense* Swartz GUAYABITA.

3. **Comunidades de pino y de roble:** Estas comunidades cubren la mayor parte de terreno de los tipos de tierras Dipilto y Cosmapa, aunque existen pequeñas masas diseminadas en otros tipos de tierras. La que más comúnmente predomina es *Pinus oocarpa* Shiede. OCOTE, que cubre por lo menos el 90 por ciento de la zona. Las restantes comunidades tienen como dominantes o codominantes *Pinus caribaea* Mor., *Pinus pseudostrobus* Lindl. y las siguientes especies de ROBLE: *Quercus oleoides* S. & C., *Quercus peduncularis* var. *sublanosa* (Trel.) Mull., *Quercus oocarpa* Liebm., *Quercus eugeniaefolia* Liebm. y *Quercus sapotaefolia* Liebm.

Las tres especies de pinos se distribuyen por altitudes. *Pinus oocarpa* crece a todas las altitudes estudiadas superiores a 610 m. (2.000'), en tanto que *Pinus pseudostrobus* se limita a las zonas superiores a 1.463 m. (4.800') y *Pinus caribaea* a las inferiores a 762 m. (2.500'). Las especies *Quercus* se presentan generalmente como especies comunes en el subpiso del monte de pino pero a veces también como codominantes con pinos o completamente dominantes en pequeñas extensiones.

Las especies de *Quercus* se encuentran a todas las altitudes y son comunidades formadas por la acción del fuego sobre masas de pinos establecidas antiguamente. Esto queda de manifiesto por el elevado porcentaje de supervivencia de los brinzales (arbolitos) de roble, superior a la de los de pino, cuando se someten a quemas de los pastizales; y que por la presencia común de especies de *Quercus* donde sería de esperar que los fuegos fuesen más severos, por ejemplo, en los límites entre las masas de pino y extensas zonas de pastizal, especialmente en las zonas más secas. Esta conversión de las masas de pino en roble se verifica todavía con bastante rapidez, de modo que los agricultores locales pueden notarla. Sin embargo, la situación de las comunidades de pino no es tan sencilla.

Se cree que todas las masas de pinos de la zona son comunidades secundarias, pero viejas, formadas bastante antes de la llegada de los españoles y que se han mantenido por el sistema de la quema utilizada para la renovación de los pastizales y que actualmente se practica.

Las razones de esto son las siguientes: los pinos se presentan en una zona climática sub-montana de 1.524 mm. (60") a más de 2.286 mm. (90") de lluvia, con una estación seca de dos a seis meses de duración. En esta zona climática, la vegetación climax es generalmente un monte higrofitico sempervirente o semi-sempervirente o un monte caducifolio, todos de composición muy mezclada.

Para que los montes de pino con sólo uno o dos dominantes fuesen la vegetación climax, tendría que haber algún factor fuertemente limitativo en el medio físico que excluyese el gran número de otras especies arbóreas adaptadas climáticamente.

No se pudo encontrar tal factor limitativo. Sin duda alguna, las comunidades de pino prosperan bien en los suelos pobres y ácidos, y son mucho más comunes en ellos, pero ciertamente no se limitan a tales suelos pues, en efecto, se encuentran tales comunidades en todos los principales tipos de suelos de altitud superior a 610 m. (2.000'). Además, aunque los pinos cubren casi todo el área de suelos derivados del granito, que indudablemente son los más pobres y más ácidos, existen también otras comunidades. Hay varias zonas extensas de monte higrofitico de frondosas y a veces se presentan especies de frondosas en los pinares que crecen en suelos pobres derivados del granito. En todos los demás tipos de suelos, incluyendo los suelos ácidos derivados de esquistos y de rocas volcánicas extrusivas y los suelos más básicos derivados de rocas volcánicas básicas, las comunidades de frondosas son, por lo general, tan comunes como las de pino.

Otro tanto sucede si se consideran las variaciones topográficas del medio ambiente, pues no hay combinación alguna de factores físicos del medio de la zona exclusivamente cubierta de pinos.

Con dos tipos tan distintos de vegetación ocupando el mismo medio físico es evidente que uno es secundario, es decir, hecho por el hombre. En este caso la comunidad secundaria es la de pino, pues *Pinus occarpa*, aunque moderadamente tolerante de la sombra, no puede germinar en la que produce el monte higrofitico sempervirente, en tanto que las comunidades sempervirentes pueden invadir los montes de pino y solamente son excluidos de éstos mediante quemas. Por lo tanto, el pino puede considerarse como una comunidad secundaria mantenida por medio de quemas.

En las actuales condiciones de cultivo se forman pocas masas de pino nuevas. En realidad solamente se vió una masa que pudo identificarse positivamente como existente en zonas recientemente ocupadas por monte de frondosas. Se trataba del lugar de un antiguo cultivo abandonado donde los arbolitos de pino de 2 a 4 años crecían densamente con algunas especies de frondosas. Muy a menudo sucede lo contrario; muchas masas cubiertas en un tiempo de pinos están dominadas ahora por robles o más frecuentemente se roturan para pastizales y zonas enteras que no hace aún muchos años estaban cubiertas de monte de pino apenas tienen ahora algunos árboles diseminados.

Se han visto muchas fases en la sucesión de monte de pino a monte higrofitico. La primera, que es muy común actualmente, es el predominio del roble con exclusión de casi todos los pinos, debido a la sombra que cubre los arbolitos de los pinos, aún cuando los pinos adultos no son afectados. Esta comunidad de roble domina, al parecer, desde hace varias generaciones de árboles, pero es invadida gradualmente por otras especies frondosas como *Terminalia chiquensis* Pittier GUAYABON y una especie de roble *Quercus aaata*, característica de los montes higrofiticos de edad bastante avanzada. Estas dos especies pueden ser completamente dominantes en áreas pequeñas de la sucesión, pero son invadidas con gran rapidez por numerosas especies del monte higrofitico primario. La presencia de esta sucesión es una evidencia muy marcada en favor de la naturaleza secundaria de las comunidades de pino o las observaciones hechas en arbolitos de pino de uno a cuatro años en cada comunidad son una prue-

ba definitiva de que la sucesión procede de monte de pino a monte higrofitico y no lo contrario.

APROVECHAMIENTO DE LA TIERRA INDUSTRIA FORESTAL

A. Situación general de la industria

Nicaragua es un país con extensas zonas de monte denso. La superficie real fue estimada en 1950 por la misión de la FAO en 70.822 kilómetros cuadrados (diecisiete millones y medio de acres), o sea más de la mitad de la extensión del país. La existencia de estos inmensos recursos es causa de que no se dé la debida importancia a la necesidad muy aguda de la conservación de los montes y de su eficaz aprovechamiento.

Actualmente, la industria forestal de Nicaragua es muy modesta y no refleja en modo alguno las inmensas reservas del país en un mundo en el que cada vez escasean más tanto las maderas blandas como las duras. El valor anual actual de las exportaciones de todos los productos forestales, que proceden principalmente de la Costa Atlántica, es menor de 4 millones de dólares, en tanto que el de la madera suministrada al mercado local es de un valor probablemente inferior. Sin embargo, con tales reservas de madera se puede muy bien conseguir que la exportación de madera de todo el país iguale o supere en valor a las exportaciones de café o de algodón.

Esta diversificación sería muy ventajosa como influencia estabilizadora de la economía, pues los precios de la madera son mucho menos variables que el de la mayoría de los cultivos y la producción anual, por estar poco sujeta a las variaciones que se derivan de las condiciones climáticas y de las infestaciones de plagas, es mucho más fácil de predecir. Al mismo tiempo que las buenas posibilidades de exportación, es probable que con una producción más eficaz y con la subsiguiente disminución de los precios, la demanda local de madera para todo género de aplicaciones aumentaría a un ritmo mucho mayor que la población.

Sin embargo, debido al agotamiento local de las reservas cercanas a los centros de población, los precios de los productos madereros en Nicaragua están en alza y, si no se toman medidas de conservación, este continuo agotamiento de las reservas de madera conducirá a precios todavía más altos. Incluso ahora, las reservas de la costa del Pacífico están tan agotadas que resulta muy provechoso, aún para los que operan en pequeña escala en la proximidad de las carreteras de la zona estudiada, enviar madera desde más de 200 kilómetros al mercado de Managua. La principal razón de este agotamiento de las reservas se debe a la roturación de la tierra para la agricultura, principalmente con destrucción de la madera en pie, por quema, pues la falta de carreteras hace imposible llevarla al mercado.

Este proceso se ha repetido y todavía se repite en toda Nicaragua, pues la colonización ha precedido siempre a la construcción de carreteras resultando que cuando llega el momento de construir carreteras adecuadas solo queda una pequeña fracción de la madera comercial. Además, la falta de un sistema eficaz de aprovechamiento, el desconocimiento de las aplicaciones de cada especie y la pequeñez de las cantidades de madera disponible han contribuido a que frecuentemente no sea provechoso extraer la poca madera que queda. Estos son

los problemas generales con que se enfrenta la industria de la madera en Nicaragua y en función de los cuales se examinarán los problemas forestales de la zona estudiada.

Esta zona contiene casi todas las reservas de coníferas (pinos) fácilmente asequible a los centros de población del país y una elevada proporción de las reservas de frondosas. Aunque el reciente agotamiento de las reservas de coníferas no es de gran magnitud, el de las reservas de frondosas es excesivo y su gravedad aumenta de día en día.

a) **Montes de coníferas:** Los futuros suministros de coníferas (pinos) para uso del país deberán extraerse de las masas de pino de la zona estudiada, pues solamente hay pequeñísimas zonas de pino en otros lugares de Nicaragua unidas por carretera a los centros de población.

Por fortuna, estos suministros son muy amplios y por lo general son fácilmente accesibles. El monte de pino cubre el 90% de la superficie de los tipos de tierra Cosmapa y Dipilto constituyendo una zona de más de 1.554 km². (600 millas cuadradas) de monte de pino. No se dispone de estimaciones detalladas de la densidad de las masas, pero estos montes son generalmente bastante densos y es probable que contengan un promedio aproximado de 9.800 a 14.800 pies tablares por hectárea de madera comercial, lo que significa una reserva de 1.800 millones de pies tablares y en condiciones de buena ordenación se podría obtener un rendimiento anual sostenido de por lo menos 100 millones de pies tablares con un valor, a los precios actuales, de 9 millones de dólares. Estas cifras son muy superiores a las necesidades de Nicaragua en un porvenir inmediato y ofrecen una buena oportunidad para una industria de exportación. Lo que principalmente se necesita es la realización de operaciones en escala suficientemente grande para rebajar los costos de producción. Existe un fácil mercado para tales maderas blandas, pues, aparte del mercado europeo, estas masas de pino están favorablemente situadas para abastecer el mercado de países del Pacífico occidental. Estos países, que tienen pequeñas reservas de montes de coníferas, importan en la actualidad gran parte de sus necesidades de las regiones occidentales y centrales de América del Sur. Además, como estas zonas de monte denso están cercanas a las carreteras existentes, la producción puede empezar en cuanto se disponga de capital.

b) **Montes de frondosas sempervirentes:** La situación de los montes de frondosas no es tan afortunada. Aunque la zona estaba en otro tiempo cubierta principalmente de montes de frondosas, éstos han sido destruidos en su mayoría hace ya tiempo y con excepción de las cercanías del límite oriental de la zona estudiada, solamente existen en masas dispersas. La pequeña magnitud de las masas cercanas a las carreteras existentes significa que la explotación solamente puede verificarse ahora en pequeña escala y a un costo elevado. Eso quiere decir que las posibilidades de exportación son muy limitadas. Otra dificultad inherente a la explotación de la mayoría de los bosques higrofiticos tropicales es la gran diversidad de especies. Cuando la corta se hace en pequeña escala, poco puede hacerse con las especies más raras porque es difícil establecer un mercado para una especie determinada cuando solamente se dispone de una cantidad pequeña de trozas. Cuando existan cantidades mayores y la madera se clasifique apropiadamente en relación con sus aplicaciones particulares, será posible obtener un precio satisfactorio para muchas de estas especies más raras. Esto es importante debido al gran número de especies ocasionales que forman una proporción muy apreciable de toda masa.

Ahora que las reservas de frondosas están tan gravemente agotadas, poco puede hacerse en las zonas parcialmente desarrolladas. Sin embargo, cabe tomar ya las disposiciones del caso para lograr que, a medida que la frontera del desarrollo avance hacia el este, el valor de las reservas de madera de las zonas insuficientemente desarrolladas no se pierda. Si esto se puede hacer sistemáticamente se verá que el valor de los productos de la madera puede compensar la mayor parte de los gastos de la labor de fomento de la tierra.

Lo que se necesita es ante todo una demarcación de las reservas de madera a lo largo de la frontera del desarrollo, unida a un programa de construcción de carreteras para poder aprovechar rápidamente esta madera. Al mismo tiempo, estas carreteras abrirán al país el desarrollo agrícola. El costo de las carreteras, por supuesto, es el principal factor que limita el ritmo del desarrollo, pero este costo puede reintegrarse primeramente mediante impuestos a las concesiones para la extracción de las reservas de madera y, en segundo lugar, una vez extraída ésta, por la venta de las tierras del gobierno para fines agrícolas. El precio de la tierra en la región depende muchísimo de la proximidad a las carreteras, por lo que la construcción de éstas para extraer la madera incrementaría automática y grandemente el valor de la tierra. Si se quiere conservar el limitado capital de que el gobierno dispone para la construcción de carreteras, será importante devolver parte de este incremento de valor a la Tesorería Nacional, de modo que pueda ser utilizado para la construcción de nuevas carreteras.

c) **Montes de frondosas caducifolias:** En la zona estudiada no queda ninguna masa de monte caducifolio ni siquiera de pequeña extensión. Solamente hay manchas diseminadas, generalmente de comunidades muy degeneradas. Sin embargo, debido a su proximidad a los centros de población, las zonas de monte caducifolio desempeñan todavía un papel importante en la economía de la región. En la actualidad, y mediante extracción en pequeña escala en una zona muy extensa, los montes de especies caducifolias proporcionan casi toda la leña y la madera dura producidas. Por la rapidez con que se utiliza la madera que queda, los montes caducifolios están destinados a ser mucho menos importantes en el porvenir, a menos que se establezca algún programa de conservación.

En la mayor parte de la zona de monte caducifolios, la erosión del suelo constituye un factor muy grave y en la medida que sea posible, con arreglo al actual sistema social y económico, se recomienda que se vuelva a dedicar a monte la mayor parte de los terrenos pendientes. Estas zonas deberán ser ordenadas para la producción de leña y madera. La ventaja principal es que su proximidad relativa a los centros de población reduce mucho los gastos de transporte, lo cual es especialmente importante en el caso de la leña.

Además, se puede hacer que tales zonas den una producción de madera de gran valor si se procura de vez en cuando extraer las especies indeseables cuando son todavía pequeñas. De esta manera, podrán rendir mayores beneficios tierras que actualmente producen poco y que al mismo tiempo son una amenaza para las productivas tierras bajas.

B. Recomendaciones para el mejoramiento de la industria forestal

El Gobierno está en condiciones de fortalecer grandemente la industria forestal de esta zona por las medidas siguientes, gran parte de las cuales pueden ser llevadas a cabo por el Servicio Forestal una vez reorganizado:

a) Establecimiento de reservas forestales, que comprendan la mayor extensión posible en los cerros graníticos cubiertos de pinos de las montañas de Dipilto y Jalapa. Debido a la importancia del mantenimiento de los suministros futuros de coníferas en Nicaragua, deberá reservarse la mayor extensión posible de esta zona, aunque para ello sea preciso volver a comprar tierras enajenadas. Esta reserva podría cubrir todo el tipo de tierra Dipilto. Esta reserva forestal deberá mantenerse indefinidamente para la producción de coníferas y no deberá enajenarse para la producción de café o de otros cultivos, pues la extrema pobreza del suelo hace poco probable que ningún cultivo pueda competir a la larga con pino.

b) Todo terreno del Gobierno comprendido en el tipo de tierra Cosmapa deberá declararse reserva de madera. Este terreno no se enajenará para otros cultivos hasta extraer la madera y esto únicamente si la zona contiene suelo fértil. Esto significaría que la mayor parte del tipo de tierra Cosmapa deberá mantenerse permanentemente para la producción de pino, pues, en general, los suelos del mismo son muy poco a propósito para fines agrícolas.

c) En cuanto sea posible, el Servicio Forestal deberá instituir un sistema apropiado de ordenación forestal en las reservas de coníferas que se señalen. El presente aprovechamiento de la tierra de estas zonas no hace sino ocasionar una pequeña reducción del volumen de madera actual, pues estas zonas se vienen quemando todos los años desde hace siglos. Sin embargo, la supresión de esta quema anual permitiría una regeneración de pino mucho mayor y conduciría también a una mejor forma de los árboles más antiguos, aumentando así en gran manera el valor de los montes. Pero todo sistema de lucha contra los incendios debe dirigirse con sumo cuidado para que no invadan las especies frondosas de menor valor maderero.

d) Deberán darse a conocer las reservas madereras de los montes de frondosas del este de la zona estudiada. Posibles lugares son las zonas de tipo de tierra Fundadora alrededor de Peñas Blancas, al norte de Matiguas, y al sur de El Tuma, y una zona muy extensa (518 km².) del tipo de tierra Quilalí hasta el oeste de Murra.

Estas reservas de madera no deberán enajenarse para el cultivo agrícola hasta extraer la madera en pie.

Se prestará también consideración a la declaración de las reservas madereras situadas al este de la zona estudiada, especialmente en el valle del Tuma, y también en el valle del Río Grande.

e) El nuevo Servicio Forestal deberá continuar desde un principio la recopilación de datos sobre los montes sempervirentes. La principal preocupación del Servicio Forestal a este propósito deberá ser ante todo identificar las especies frondosas comprendidas en la zona. Para los árboles grandes los nombres comunes locales son muy útiles, pero como muchos de ellos son de uso estrictamente local, es necesario relacionarlos con el nombre científico. Una vez obtenido el nombre científico será posible aprovechar los datos existentes sobre el valor de la madera. Al mismo tiempo, el Servicio Forestal tendrá necesidad de hacer amplias colecciones de muestras de madera para la realización de ensayos. De esta manera podrá prestar una asistencia cada vez mayor a la industria forestal, estableciendo una clasificación propia de la madera, de conformidad con el empleo de cada especie particular.

Para llevar a cabo esta labor, el Servicio Forestal deberá preparar a sus

técnicos en el reconocimiento científico de las especies de árboles de valor comercial que crecen en las zonas en que trabajan dichos técnicos y, al mismo tiempo, deberá contar con instalaciones para el almacenamiento de especies que pueda necesitar en el futuro para sus investigaciones. Estos procedimientos son normales en todos los servicios forestales, pero el anterior Servicio Forestal de Nicaragua prestó poca atención a este aspecto de sus funciones.

El reconocimiento de especies en el campo es, desde luego, un requisito previo fundamental para el estudio de los recursos madereros, tal como recomendó la Misión de la FAO en 1940, y estos estudios son esenciales para el planeamiento de un programa forestal eficaz.

Actualmente se están reuniendo con los estudios ecológicos muchos datos sobre el reconocimiento de especies arbóreas en el terreno. Al mismo tiempo, se está preparando una lista de todas las especies vegetales conocidas en Nicaragua, junto con sus nombres comunes, cuando se conocen. Una vez que esta lista esté terminada, se comenzarán los trabajos de descripción de los árboles madereros más importantes, dando descripciones, características de identificación, detalles de su presencia e información sobre aplicaciones de la madera.

f) Deberán existir condiciones crediticias favorables para las empresas forestales, particularmente para las compañías que deseen desarrollar los montes de coníferas con vistas a la exportación. Además, deberá intentarse crear una pequeña entidad que suministre al mercado local madera secada en horno y preservada. La ausencia de este tratamiento es una de las principales razones por las que la madera desempeña un papel tan poco importante en la construcción local, en beneficio de materiales más caros. Las posibilidades de construcción de una instalación experimental podría muy bien ser tomada en consideración por el Instituto de Fomento Nacional, pues su éxito daría lugar a una elevación general de la calidad de las viviendas en todo el país.

INDUSTRIA DEL PASTOREO

La industria del pastoreo es, por los beneficios que produce, la segunda en importancia de la zona. Su valor anual se estima en unos 30 millones de córdobas. Sin embargo, esta industria refleja el estado general de desarrollo de la región porque la tierra se ha aprovechado en la máxima medida posible compatible con una inversión mínima de capital. En la actualidad, con el creciente desarrollo de la zona, particularmente de la construcción de carreteras, el precio de la tierra está subiendo y se admite generalmente la necesidad de obtener una mayor producción por unidad de superficie. Estas ideas encuentran un apoyo más activo en el departamento de Estelí, donde la Asociación de Ganaderos ha solicitado ayuda del Instituto de Fomento Nacional.

Debido a las diferencias climáticas, los problemas de pastos con que se enfrentan las diversas partes de la zona estudiada son muy distintos. Conviene considerar dividida la industria del pastoreo en tres zonas clasificadas con arreglo a la duración de la estación seca.

1. **Zona seca:** Esta zona comprende todas las tierras con una precipitación anual menor de 1.651 mm. (65"). Se caracteriza por una estación seca de 6 meses que se extiende desde noviembre a abril, a menudo muy severa. Geográficamente, ocupa la mayoría de la parte occidental de la zona estudiada, y

gran parte de los pastizales del departamento de Estelí. Dentro de esta zona, las principales diferencias en las posibilidades de utilización de los pastizales se relacionan con las variaciones de la cantidad total de lluvia, el grado de inclinación del terreno y, en cierta medida, con las diferencias de tipos de suelos.

La pastura consiste típicamente de zacate Jaragua *Hyparrhenia rufa*, frecuentemente asociado con un gran número de gramíneas nativas. Es común la existencia de matorrales y de árboles, especialmente en las partes más secas de la zona. Las leguminosas asociadas a los pastos pertenecen a muchísimas especies, entre las cuales algunas son de gran valor, pero en casi todos los casos la contribución de estas leguminosas al valor de los pastos es muy pequeña.

Los pastizales se queman todos los años al final de la estación seca. En muchos lugares el suelo queda casi desnudo después de esta quema. La importancia de la erosión del suelo provocada por esta causa se estudia más adelante.

Después de las primeras lluvias de la estación húmeda, el desarrollo comienza rápidamente y en pocas semanas los pastos alcanzan su máxima capacidad de sostenimiento. En esta fase se permite generalmente que el ganado pascie libremente, pero aún así solamente consume una pequeña parte del pienso producido. Por consiguiente, los pastos pierden gradualmente valor nutritivo a medida que el zacate madura, pero durante toda la estación húmeda se dispone por lo general de suficientes piensos. La única excepción es en la zona de 1.016 a 1.270 mm. (40–50") de lluvia, donde los meses de julio y agosto son a menudo lo bastante secos para detener el desarrollo.

Al final de la estación húmeda los pastos son por lo general altos, 91.5 a 152.5 cm. (3–5') y tienen un elevado contenido de fibras crudas no apetecibles. Al comenzar la estación seca este pasto lozano se seca rápidamente, en particular en los suelos erosionados de las pendientes, de las colinas, tan comunes en la zona. Al cabo de un mes de estación seca se produce una escasez muy señalada de piensos que empeora progresivamente hasta la llegada de las próximas lluvias. Durante esta estación seca el ganado tiene que conseguir su alimento principalmente de matorrales y árboles que, por lo general, son poco apetecibles y de bajo valor nutritivo, y de las pequeñas zonas que reciben agua de las corrientes permanentes. No es necesario decir que esto ocasiona un desmejoramiento muy notable de todos los animales y un elevado índice de mortalidad, particularmente en los terneros jóvenes. En pocas palabras, los pastizales sostienen por necesidad menos ganado del que son capaces durante los 6 meses de la estación húmeda porque es imposible mantener más ganado en la estación seca en las actuales condiciones. Todo programa de mejoramiento en esta zona no alcanzará sino progresos poco importantes, a menos que se ataque este problema capital.

La industria puede ser auxiliada por métodos muy diferentes de grande o pequeña practicabilidad, según las condiciones sociales, locales, económicas y del terreno.

Un método que ofrece las mejores posibilidades para una gran mejora de los rendimientos consiste en crear un sistema de conservación de piensos junto con otro de pastoreo de rotación. Métodos análogos se están generalizando en muchas partes del mundo y son particularmente apropiados para esta zona, debido a las grandes diferencias de ritmos de desarrollo entre las estaciones húmeda y seca. El pastoreo de rotación significa que los pastizales disponibles en toda hacienda se dividen, generalmente en cuatro zonas por lo menos. Todo el

ganado con que se cuenta pasta entonces en cada zona por turno durante un breve período y después se deja descansar el pastizal, mientras el ganado pasta en las otras zonas. Este pastoreo se ordena de tal modo que el ganado vuelve a una zona cuando la pradera tiene una gran cantidad de pasto todavía muy nutritivo y apetecible. El pastoreo en esta zona se continúa hasta consumir la mayor parte del zacate, pero el ganado se saca de ella antes de que coma el pasto hasta un punto tal que la velocidad de recuperación de éste se reduzca. El ideal es, pues, llevar el ganado a otra zona y repetir el proceso, volviéndole finalmente a la primera cuando ésta está completamente recuperada. Las ventajas de este sistema son de que las praderas tienen siempre zacate joven, pues esta es la fase en que la producción total y el valor nutritivo son máximos por unidad de superficie. Además, el pastoreo concentrado obliga al ganado a comer toda clase de hierba y no sólo la más apetecible. De este modo se impide en gran manera el pastoreo selectivo del ganado y se elimina gran parte de la competencia de las especies no apetitosas. Como consecuencia, las especies de pasto más valiosas pueden ocupar una proporción rápidamente creciente de la pradera, en tanto que los arbustos y otras malas hierbas casi desaparecen.

En la práctica, el ganado debe efectuar la rotación de acuerdo con las condiciones del pasto. El pastoreo debe comenzar en cada zona antes de que el zacate madure hasta tal punto que la proporción de fibra comience a hacerlo menos apetecible y a rebajar su valor nutritivo. Este punto varía con la composición del zacate, con el suelo y con las condiciones climáticas. Aproximadamente, corresponde a una altura de 30.5 cm. para la hierba Jaragua, pero esta cifra tendría que comprobarse mediante resultados prácticos y podría contrastarse relacionando el desarrollo de los pastos con un análisis de la planta para determinar su contenido de fibra cruda. El momento en que el ganado debe sacarse de la zona es cuando el zacate tiene aproximadamente 7.62 cm. de alto, pero esto se comprueba fácilmente comparando los ritmos de crecimiento posteriores de los pastizales cuando se interrumpe el pastoreo a diferentes alturas.

No es posible determinar el período durante el cual cada zona debe someterse a pastoreo, pero, si lo fuera, se deberá a ella llevar ganado suficiente para consumir el pasto en unos diez días, y la extensión de la zona será lo bastante grande para proporcionar pasto a todo este ganado hasta que la hierba de la primera pradera haya recuperado su altura primitiva. Es evidente que los ritmos de desarrollo de los pastos no serán uniformes ni siquiera durante la estación húmeda, debido a las diferentes condiciones de humedad y temperatura. Así pues, como el número de cabezas de ganado de una zona determinada no puede fluctuar violentamente durante una estación, no es posible alcanzar el máximo teórico por pastoreo solamente. Es necesario, incluso cuando solo se tiene en cuenta la estación húmeda, tener suficiente terreno en rotación durante los períodos de desarrollo más lento para evitar así el volver demasiado pronto a una zona sometida ya a pastoreo. De acuerdo con esto, no toda esta tierra puede someterse a pastoreo durante períodos de desarrollo rápido. Como no debe permitirse que estas praderas sobrantes maduren y con ello pierdan valor, el ciclo de pastoreo tendrá que ser reemplazado por una siega y el pienso así obtenido se conservará para aprovecharlo en la estación seca en forma de ensilaje.

Como la estación seca es tan larga y la cantidad de pasto que se puede obtener durante el período incluso mediante pastoreo de rotación es tan pequeña, se necesita una cantidad muy grande de pienso conservado. Esto significa que en muchas zonas donde la extensión de las tierras llanas es reducida, toda

la tierra apropiada debe segarse de modo regular durante la estación de desarrollo y solamente se permitirá el pastoreo cuando el desarrollo sea mínimo. La extensión de estos pastizales varía mucho de unos tipos de tierra a otros. Es máxima en las tierras llanas o suavemente onduladas de los tipos de tierra Somoto, Pueblo Nuevo y Estelí y es muy pequeña en los tipos de tierra más extensos de Concordia y la India, debido al predominio de las laderas pendientes. En el tipo de tierra Lava, que comprende amplias extensiones de topografía suave, muchas tierras no son apropiadas para la siega a causa de la abundancia de grandes rocas en la superficie del suelo. Por ello es esencial en muchas zonas disponer de otra fuente de pienso para conservar, el cual debe obtenerse aprovechando tierras arables con o sin riego. Esta asociación de la industria del pastoreo y la industria agrícola puede ser muy beneficiosa para ambas.

Este sistema de ordenación del pastoreo no se puede aplicar de la noche a la mañana. Requiere una considerable inversión de capital y hay muchos aspectos de la aplicación del sistema a las condiciones locales que tienen que determinarse todavía sobre el terreno. Se necesita un desembolso de capital para cercar un número suficiente de subdivisiones con objeto de practicar de modo eficaz el pastoreo de rotación. Cada subdivisión deberá contar con un abrevadero, el cual se puede disponer en los límites de las subdivisiones de tal modo que sirva para dos o cuatro zonas cercadas. En lugares favorables puede que haya suficientes arroyos continuos, pero por lo general, será preciso disponer de depósitos o de pozos. En muchas zonas los depósitos ofrecen una solución barata a este problema, pues las precipitaciones son elevadas, pero será necesario que los depósitos sean suficientemente grandes para contar con agua durante toda la estación seca.

Hay que hacer investigaciones para determinar para cada tipo de zacate las alturas más favorables para el comienzo y la interrupción del pastoreo y la siega, los mejores métodos de preparación del ensilaje, las especies más apropiadas para pastos de siega y los métodos más adecuados de subdivisión y de ordenación del terreno de las propiedades particulares.

Como primera fase se sugiere que se haga un ensayo de pastoreo de rotación y de conservación de pienso combinados en pequeña escala con la cooperación de uno o más propietarios, pero con la ayuda económica y la asistencia técnica del Instituto de Fomento Nacional o del Ministerio de Agricultura. En este período de ensayo de un año, se comprobará la respuesta de los pastizales a la diferente duración de las rotaciones y al mismo tiempo se podrán hacer plantaciones de las especies más prometedoras para introducirlas en las pasturas.

Después de este período de ensayo se dispondrá de datos suficientes sobre las condiciones locales para justificar demostraciones en gran escala. Estas demostraciones deberán llevarse a cabo en los terrenos de propietarios cooperadores, limitándose principalmente la ayuda del Gobierno a orientación técnica, empleo del material y concesión de créditos. Las demostraciones deberán hacerse en lugares muy separados geográficamente y en terrenos representativos de tantos tipos de tierra y zonas de lluvia como sea posible. Es de esperar que después de las demostraciones de las nuevas técnicas, éstas se adopten gradualmente en todo o en parte y que el papel del Gobierno se limite entonces principalmente al asesoramiento técnico continuado, a una política de introducción de plantas en gran escala y a la concesión de créditos.

En el pasado, la introducción de plantas en la América Central se efectuó a menudo de un modo no sistemático, pero aún todo condujo a notables éxitos,

especialmente con la introducción de gramíneas de Africa a través del Brasil. A pesar de la posibilidad de hacer nuevos avances mediante la introducción de nuevas especies, la necesidad primordial de la industria del pastoreo en la actualidad es adaptar los procedimientos de ordenación al medio. Esto, sin embargo, no elimina la necesidad de introducir plantas que se sentirá especialmente una vez que se adopten nuevos procedimientos de ordenación.

De conformidad con esto, se recomienda firmemente la creación de una oficina para un oficial de introducción de plantas en la nueva sección de Cuarentena Vegetal del Ministerio de Agricultura. Las necesidades de la industria del pastoreo justifican por sí solas este puesto, pero otras ramas de la agricultura están igualmente necesitadas de ensayos de introducción de especies y variedades. En la industria del pastoreo de esta zona seca, dicho oficial es necesario, ante todo, para la selección de variedades y estirpes de las especies de zacates que ya han resultado adecuadas para las diversas condiciones locales. En la zona seca, el pasto Jaraguá es probablemente la especie más apropiada, pero debe compararse en pastoreo de rotación con los pastos siguientes: **Paspalum notatum** GRAMA o BAHIA, **Melinis minutiflora** CALINGUEIRO o MELADO y **Tripsacum laxum** ZACATE GUATEMALA. Otras especies que podrían resultar apropiadas para esta zona son los pastos **Cenchrus ciliaris** BUFALO, **Chloris gayana** RHODES y **Cynodon dactylon** ZACATE GALLINA o BERMUDA. Sin embargo, esto no agota las posibilidades de introducción de gramíneas. Un oficial de introducción de plantas podría aprovechar la experiencia de otras regiones obteniendo semillas de especies y variedades que han dado muy buenos resultados en zonas de condiciones ambientales semejantes, particularmente en zonas de precipitaciones estacionales análogamente marcadas. Para los suelos negros de esta zona seca, las zonas más paropiadas se hallan en el Deccan de la India y en gran parte del Africa tropical, sobre todo en Rhodesia del Norte, Tanganyika, partes del Congo Belga, Camerún, Togo, Ghana y Nigeria. Las zonas de "plateau soils" de Tanganyika y Uganda constituyen las fuentes más apropiadas de especies de pastos para las secciones más secas de los tipos de tierra Dipilto y Ocotal y probablemente también para el tipo de tierra Quilalí. Otras zonas de clima semejante que podrían investigarse son: el sur del Brasil y partes de Queensland y el Territorio del Norte de Australia.

Muchas de las especies indicadas como convenientes para efectuar pruebas han sido ensayadas ya por el Servicio Técnico Agrícola, pero estos ensayos se efectuaron casi exclusivamente en la Estación Experimental de La Calera. El éxito o el fracaso de las pruebas hechas en esta estación no significa que se hayan de obtener resultados análogos en la zona seca de Estelí, pues en La Calera la estación seca está mitigada por la existencia de aguas sub-superficiales. El mejor modo de utilizar La Calera para el Programa de Introducción de Plantas será como lugar de multiplicación y estación de cuarentena, efectuándose los ensayos en el campo con la cooperación de los propietarios de las tierras.

Otro aspecto de la labor de introducción de plantas importantes para la industria del pastoreo en esta zona consiste en la selección de las variedades y especies más adecuadas para plantación con vistas al ensilaje. Se indican MAIZ, **Sorghum vulgare** SORGO, **Pennisetum purpureum** ZACATE ELEFANTE, **Tripsacum laxum** ZACATE GUATEMALA, así como **Panicum maximum** GUINEA y **Panicum purpurascens** PARA en terrenos de regadío.

Se comprende que la creación de una oficina para un Oficial de Introducción de Plantas significaría una carga más para el Ministerio de Agricultura. Sin

embargó, los beneficios que se obtendrán por la introducción satisfactoria de nuevas plantas serán muy grandes, no sólo para la industria del pastoreo, sino también para casi todas las demás ramas de la agricultura. Además, las disposiciones sobre cuarentenas recientemente promulgadas subrayan la necesidad de vigilar tales introducciones. A parte de esto, el centrar estas tareas en una sola persona posibilitaría el establecimiento de buenos contactos para el intercambio y la adquisición de plantas.

Aunque se ha subrayado la necesidad del uso de la rotación de los pastos y de la conservación de los piensos, existen otros métodos por los cuales se puede aumentar el rendimiento de la industria del pastoreo en esta zona. El Instituto de Fomento Nacional ha establecido ya un programa de mejoramiento del ganado. Este programa es fundamental para poder aprovechar todas las posibilidades de la zona en lo que a pastoreo se refiere. Sin embargo, debe recalcarse que tal programa de mejoramiento debe ir acompañado de un esfuerzo para mejorar la calidad y la cantidad de piensos disponibles, pues de otro modo se perdería gran parte de su valor.

Un factor primordial en la baja calidad de los pastos es su bajo porcentaje de proteínas. Esto se remediará en parte mediante el sistema propuesto del pastoreo de rotación, pues el zacate tierno contiene una proporción de proteínas mucho más elevada que el zacate maduro o demasiado viejo. Sin embargo, no es de esperar que el contenido de proteínas, incluso con arreglo a dicho sistema de ordenación, sea lo bastante elevado para obtener una producción óptima. En las zonas templadas se consigue un elevado contenido de proteínas de los pastos generalmente mediante el uso de trébol. En los trópicos, sin embargo, no se ha encontrado todavía ningún adecuado sustituto del trébol, pero el contenido proteínico se puede aumentar por diversos medios. Primeramente, mediante un incremento de las leguminosas en las hierbas del prado. Algunas especies nativas de leguminosas son muy apropiadas, por ejemplo **Desmodium nicaraguensis**, y **D. intortum**, pero necesitan una resiembra regular y frecuentemente su semilla es difícil de obtener y germina con dificultad. Se deben efectuar ensayos de introducción de plantas de muchas especies de leguminosas para determinar su facultad para mantenerse por sí mismas y también su adaptabilidad para la colección de semillas. Una larga lista de estas especies posibles se presenta en la publicación de la FAO "Las Leguminosas en la Agricultura". Figuran entre ellas muchas especies de **Desmodium** e **Indigofera**, particularmente **Indigofera hirsuta**. Hay, sin embargo, muchas especies más que pueden obtenerse de zonas de climas análogos, cuyo valor potencial para los pastizales de Estelí solamente se podrá determinar mediante ensayos en el terreno.

Un segundo método por el que se puede aumentar la ingestión de proteínas de los animales consiste en añadir a la rotación en tierras arables el cultivo de una leguminosa para pienso. Este cultivo podría servir para apacentar ganado, pero probablemente es preferible añadirlo a una mezcla de ensilaje con pasto segado que se utilizará durante la estación seca. Entre los cultivos propuestos figuran: el guandú, el haba de burro, el frijol trepador y el frijol terciopelo. Este procedimiento es muy de recomendar, pues ofrece una fácil solución al problema de los pastos pobres en proteínas y al mismo tiempo ayuda a superar la escasez de piensos en la estación seca. Además, la incorporación de un cultivo de leguminosas en la rotación, o la falta de rotaciones, tendría un efecto muy beneficioso sobre la fertilidad del suelo. Esto se debe a la facultad de las leguminosas de fijar el nitrógeno atmosférico y hacerlo asimilable para cultivos posteriores. En muchos lugares cultivados por largo tiempo, los incrementos en

el cultivo que se producen como consecuencia de esta adición de nitrógeno pagarían los gastos de plantación y sostenimiento del cultivo de leguminosas, aparte, naturalmente, de su valor económico como fuente de piensos. Esta práctica debe incorporarse en todas las demostraciones sobre ordenación de pastizales y probablemente será rápidamente adoptada por los propietarios de grandes extensiones de pastizales y de extensiones moderadas de terrenos arables. Posteriormente, a medida que aumente la demanda de piensos en la estación seca, se desarrollará, probablemente, un fuerte mercado local de leguminosas forrajeras.

Otro programa que sería útil para la industria del pastoreo consistiría en hallar árboles forrajeros que puedan mantenerse por sí mismos en las condiciones locales. Muchos árboles de las regiones tropicales de Africa y de Australia son utilísimos porque sus hojas son apetitosas y nutritivas a la vez para el ganado. Se recomienda que tantas especies de éstas como puedan obtenerse se planten a manera de ensayo en la zona. Estas especies podrían muy bien plantarse en los pastizales de gran pendiente y al mismo tiempo que protegerían al suelo contra la erosión, constituirían una útil reserva para tiempos de escasez en que sus ramas podrían cortarse.

2. Zona intermedia: Esta zona comprende las zonas con más de 1.651 (65") y menos de 1.905 mm. (75") de lluvia anual y está situada, generalmente, por encima de los 762 metros (2.500') de altitud. Se caracteriza por una estación seca que dura de 3 a 6 meses, pero en la cual a veces se producen lluvias suficientes para permitir un desarrollo suficiente a los pastos.

Los pastizales de esta región están formados generalmente por gramíneas nativas sin mejorar con algunas extensiones de pasto Jaraguá, Guinea y varias especies llamadas Grama. Debido a la menor severidad de la estación seca es posible mantener en los pastizales mejorados una densidad de ganado moderadamente alta, de manera que el crecimiento de los pastos durante la estación húmeda sea vigilado más fácilmente. Sin embargo, los problemas de esta zona son semejantes a los de la zona seca, pero se necesitan más investigaciones para determinar la especie más apropiada para los distintos estados de ordenación. Entre las especies de zacates que se consideran convenientes para pastizales figuran el pasto kikuyo para las altitudes elevadas y el pasto Pará para las altitudes medias y bajas, así como también las especies indicadas para la zona seca. Los pastos Pará y Elefante se señalan también para ensayos de piensos.

Como los problemas del pastoreo de esta región son menos agudos que los de la zona seca y los fondos son muy limitados, se sugiere que los esfuerzos actuales se concentren en la zona seca, y que los resultados obtenidos se apliquen posteriormente a la zona intermedia.

3. Zona húmeda: Esta zona comprende todas las áreas con más de 1.905 mm. (75") de lluvia anual e incluye terrenos cuya altitud varía desde 457 a 1.524 m. (1.500–5.000') con diversos tipos de pastizales. La estación seca dura generalmente 3 meses, pero incluso en las partes más secas de esta zona, solamente hay un mes con menos de 25,4 mm. (1") de lluvia. Por lo tanto, los zacates crecen todo el año.

Los pastizales consisten principalmente de gramíneas nativas con algunas zonas de gramíneas introducidas, especialmente pasto Pará. Los pastizales se queman por lo general cada año, pero raramente quedan desnudas grandes extensiones de suelo. Esto es causa de una gran erosión y hace que el suelo pierda materia orgánica, pero la situación actual no es tan grave como en la zona se-

ca. Sin embargo, el continuo uso del fuego en esta zona conducirá finalmente, a la degradación de los suelos.

Por desgracia, las quemas forman parte esencial del actual sistema de ordenación de los pastizales, pues aparte de fomentar el desarrollo de pasto tierno, se usan para contener el desarrollo de malas hierbas, arbustos y árboles. El rápido desarrollo de los matorrales leñosos constituye un problema muy agudo, por lo que las quemas seguirán practicándose, indudablemente, hasta que puedan ser sustituidas por un método más eficaz. En las tierras llanas donde se puede utilizar maquinaria, la inclusión de la siega en un sistema de pastoreo de rotación eliminaría la vegetación leñosa en unos años. Donde el matorral sea espeso, será necesario usar una segadora muy fuerte para la primera roturación. Por ello, se recomienda que cuando se dé comienzo a un programa de mejoramiento de los pastizales en esta zona, el Gobierno alquile a los agricultores una segadora potente para la labor en la conversión inicial de los pastizales.

En las pendientes de las laderas donde no se puede trabajar con maquinaria, las quemas solo pueden ser reemplazadas satisfactoriamente por la lucha química, puesto que el costo de la eliminación de los matorrales con herramientas de mano es elevado. Se dispone de una amplia gama de productos químicos entre los que figuran las hormonas, los productos arsenicales, etc., pero el tipo más adecuado para las condiciones locales particulares no se ha determinado todavía. En todo programa de mejoramiento de los pastizales se deben hacer prontamente ensayos de estos diversos productos químicos y de los métodos de tratamiento, pues ofrecen un medio para aumentar grandemente la cantidad de pasto disponible a un costo moderado y, al mismo tiempo, eliminan el peligro de erosión del suelo que lleva consigo la quema.

Aunque esta zona húmeda ofrece una producción potencial por unidad de superficie de pastizal bastante mayor, no ha alcanzado todavía una fase de desarrollo en que los problemas de los pastos sean tan agudos como en la zona seca. Por esto, se recomienda que el programa de mejoramiento de los pastizales de esta zona se posponga al de la zona seca, centrándose la atención inmediata en el problema de la lucha contra los matorrales y en la introducción de especies de pasto y forraje. Sin embargo, se deberá prestar asistencia técnica a todo propietario que la solicite, especialmente orientación en la ordenación del pastoreo de rotación. Cuando se disponga de más fondos, se podría preparar un programa de demostraciones en esta zona.

Estas demostraciones y el programa de introducción de pastos exigirán que se preste mayor atención a la diferencia de altitud que a la diferencia de pluviosidad en esta zona.

RECOMENDACIONES PARA EL MEJORAMIENTO DE LA INDUSTRIA DEL PASTOREO

Es sabido que no se dispone de fondos suficientes para establecer un programa en gran escala de mejoramiento de los pastizales, por lo que las recomendaciones siguientes se presentan por orden de prioridad.

1. **Nombramiento de un oficial especialista en pastizales:** Este especialista deberá ser nombrado por el Ministerio de Agricultura o por el Instituto de Fomento Nacional. Realizará su labor principalmente en la zona seca, y por conveniencias locales se sugiere que fije su residencia en Estelí. La misión principal

de este oficial será inicialmente elaborar un sistema de pastoreo de rotación y de conservación de piensos adecuado a las condiciones locales y alentar a los propietarios a que adopten este sistema en todo o en parte.

2. **Nombramiento de un oficial de introducción de plantas:** Este oficial deberá ser nombrado por el Ministerio de Agricultura y lo más conveniente será que pertenezca a la Sección de Cuarentena Vegetal. Existen muchos aspectos en los que un eficaz servicio de introducción de plantas podría aumentar grandemente la producción agrícola de Nicaragua, pero para un porvenir inmediato hay trabajo más que suficiente para una persona en la introducción de especies de pasto y forrajes. En el primer caso, este trabajo deberá centrarse en la cooperación con el oficial especialista en pastizales antes mencionado, pero puede ampliarse rápida y económicamente para que incluya los pastizales de todas las zonas ecológicas del país.

3. A la terminación de los estudios preliminares del oficial especialista en pastizales, deberán concederse fondos para organizar una o dos zonas de demostración con la cooperación de los propietarios para poner de manifiesto las ventajas económicas de los métodos mejorados de ordenación de pastizales y de conservación de piensos. Estas demostraciones no deberán ser complicadas y sí lo más económicas que se pueda en beneficio de los propietarios con capital limitado.

4. Se deberán conceder créditos a los propietarios para la instalación de cercas, para el abastecimiento de agua y para la compra de maquinaria. Deberán ponerse en alquiler algunas máquinas para uso de los pequeños propietarios. El ritmo de adopción del programa dependerá mucho del monto de los créditos disponibles.

5. Una vez que se establezca el programa en la zona seca, deberá extenderse a las otras zonas, pero siempre después de investigaciones previas hechas por el oficial especialista en pastizales.

C A F E

El café es el cultivo más importante de la zona con una producción anual valorada en 10 millones de dólares. Se cultiva extensivamente en los suelos profundos bien avenados que reciben más de 1.651 mm. (65") de lluvia principalmente en los tipos de tierra Pantasma, Fundadora y Tuma, que son los que más se aproximan a las condiciones ideales para el café, pues tienen una lluvia abundante sin una estación seca intensa y unos suelos de fertilidad moderada o alta. Dentro de estos tres tipos de tierras se puede cultivar el café, siempre que el espesor del suelo, el avenamiento y la temperatura sean apropiados. El café prefiere los suelos profundos y porosos, ricos en materia orgánica y en sustancias nutritivas de las plantas, y preferiblemente de textura de suelo franco arcilloso o de suelo franco. Como el café requiere un buen avenamiento, los lugares más adecuados para su cultivo son las pendientes suaves, aunque cuando el espesor del suelo es grande, como en el tipo de tierra Fundadora, se puede cultivar el café en pendientes muy inclinadas. En tales condiciones es grande el peligro de erosión, por lo que es necesario construir terrazas. El costo de éstas es elevado y por ahora no está justificado, pues hay todavía muchas tierras más apropiadas para el café y el dinero gastado en las terrazas estaría mejor empleado en otras labores de mejoramiento cultural en los terrenos ya dedicados a cafetales.

La temperatura media ideal para las variedades arábicas cultivadas en la zona es de 20° C. Esto corresponde a una altitud de unos 1.006 metros, pero se puede cultivar con éxito a todas las alturas inferiores de la zona y a altitudes de hasta 1.463 metros (4.800') (temperatura anual 17,2° C.). A altitudes superiores puede todavía cultivarse el café, posiblemente hasta algo más de 1.829 metros (6.000'), pero con rendimientos notablemente reducidos. Dada la actual abundancia de tierras más adecuadas, no es de recomendar por ahora la plantación de café por encima de los 1.524 metros (5.000') de altitud.

El café necesita una precipitación moderada, generalmente de 1.397 a 2.286 mm. (55-90") anuales. Sin embargo, la distribución de la lluvia es muy importante, pues las plantas requieren una lluvia abundante seguida de un sol templado, mientras maduran los granos, y un período seco breve durante la recolección. En la zona estudiada donde mejor se dan estas condiciones es en aquellas partes que tienen una precipitación anual superior a 1.651 mm. (65"). Por debajo de esta cifra, la intensidad de la estación seca, unida a la escasez de agua de los suelos, es causa de un marcado descenso en los rendimientos. Los únicos lugares adecuados para el cultivo del café en esta zona más seca se encuentran en los valles pequeños con suelos transportados de textura ligera que tienen un buen avenamiento interno, pero que además reciben agua de escorrentía de las laderas circundantes. Estos lugares son raros, por lo que en esta zona es poco el café que puede cultivarse y esto con el peligro de anegamiento después de las lluvias fuertes.

Aunque las exigencias del café son de tal naturaleza que esta planta puede cultivarse con éxito en casi todas las zonas de suelo profundo de los tipos de tierras Tuma y Fundadora, la cosecha actual se produce principalmente en zonas de los tipos de tierra Fundadora y Pastasma situadas al este de Jinotega y al norte y sur de Matagalpa. Las regiones más apropiadas para futuras expansiones de las plantaciones de café son las zonas del tipo de tierra Pantasma situadas al este y norte de San Rafael del Norte y una zona del tipo de tierra Tuma limitada por Venecia, Peñas Blancas y El Tuma, las cuales tienen extensas tierras a altitudes adecuadas con lluvias apropiadas (un poco elevadas en partes del tipo de tierra Tuma) y tienen amplias extensiones de suelos profundos bien avenados y de fertilidad moderada. En la actualidad, bastantes zonas de estas dos regiones están plantadas de café, pero en su mayoría por pequeños agricultores que disponen de poco o ningún crédito, por lo que la mayor parte de las plantaciones tienen rendimientos muy bajos, debido a las malas prácticas que predominan en casi todos los aspectos de la explotación. Con la construcción de buenas carreteras y la adopción de un buen plan de ordenación, estas dos zonas podrían incrementar notablemente la producción del café en Nicaragua.

Sin embargo, las malas prácticas de cultivo no se limitan a estas dos regiones, sino que constituyen un problema general en toda la zona estudiada. Esto se refleja en los rendimientos medios de la zona que son de aproximadamente 151,2 gramos por cafeto. Este problema de los bajos rendimientos está siendo estudiado actualmente para toda Nicaragua por un equipo mixto del Instituto de Fomento, el Ministerio de Agricultura, el Ministerio de Economía y el Servicio Técnico Agrícola de Nicaragua. Un estudio de las condiciones ecológicas subraya la necesidad de este equipo mixto, pues existen muchas plantaciones con rendimientos bajos, pero que tienen condiciones climáticas casi ideales para el cultivo del café y solamente necesitan orientación y medios económicos para el mejoramiento de la fertilidad del suelo y otras prácticas de cultivo. Como el trabajo detallado de este equipo permitirá hacer recomendaciones para las diversas

condiciones dominantes en cada plantación, no se harán aquí recomendaciones generales. Sin embargo, debe subrayarse firmemente la necesidad de este equipo y en particular debe señalarse que, aunque las condiciones climáticas son más favorables, casi todos los suelos de esta región son menos fértiles que los de la región cafetalera del sur de Managua. Cuando se instituya un programa de mejoramiento de las plantaciones que se ocupe de la sombra, la poda, la lucha contra las malas hierbas y la lucha contra las enfermedades del café, será grande la necesidad de fertilizantes que permitan el cultivo para aprovechar las condiciones de desarrollo mejoradas y, debido a la diversidad de suelos en que se cultiva el café y a la mayor diversidad de su historia cultural, estas recomendaciones tendrán que hacerse separadamente para cada una de las plantaciones.

En las actuales condiciones de explotación, las ventajas obtenidas por el solo empleo de fertilizantes no serían grandes en muchas haciendas en estos tres tipos de tierras, pues la mayor parte del fertilizante se lo llevarían las malas hierbas, o los árboles de sombra o se emplearían en el desarrollo de hojas de los cafetos mal podados. Pero en un programa completo, los fertilizantes son fundamentales, especialmente en vista de que muchos suelos tienen en su mayoría una fertilidad nada más que moderada.

Sin embargo, la baja fertilidad de los suelos de los tipos Dipilto y Quilalí, significa que la fertilidad del suelo constituye, probablemente, un importante factor limitativo de la producción incluso en las actuales condiciones de explotación. Los suelos de estos tipos de tierra son por lo general muy ácidos y por ello tienden a retener fuertemente todas las sustancias nutritivas de las plantas. Así, pues, aunque el café es algo tolerante de los ácidos, es incapaz de obtener las cantidades adecuadas de nutrientes de estos suelos. Por ello, dichos suelos deberán tratarse, ante todo, con cal, y luego con nutrientes minerales. Las cantidades necesarias de cada fertilizante se determinarán para cada plantación de acuerdo con un análisis separado del pH y de la cantidad de nutrientes asimilables. A causa de esta baja fertilidad y del consiguiente costo elevado de los fertilizantes, las zonas del tipo de tierra Quilalí y, particularmente del de Dipilto, no están consideradas como de primera clase para el cultivo del café, pero mediante una ordenación adecuada podrían ser bastante productivas. Debido a la erosión existente en estos tipos de tierra solamente quedan pequeñas zonas con un suelo lo suficientemente profundo para la producción de café.

Otro factor limitativo de la producción de café es la falta de carreteras en muchas zonas. Como consecuencia de ello, las plantaciones distantes tienen que enviar su producción al mercado a lomo de mulas, y el gasto que esto representa asciende a la tercera parte del ingreso bruto del agricultor. Este problema está siendo resuelto por el cada vez más amplio programa de construcción de carreteras, pero se recomienda que se preste pronta consideración a la construcción de carreteras que permitan el tránsito en todo tiempo en las zonas más prometedoras para la expansión de la producción de café. Se sugiere la construcción de dos carreteras: una que iría desde Venecia o el Río Tuma hasta el pie de Peñas Blancas, y otra que iría desde Jinotega en dirección a Quilalí. Estas carreteras habrían de tener, además, un sistema derivado de carreteras transversales adecuadas para el tráfico motorizado durante la estación seca.

El plan propuesto para el aumento de la producción de café requerirá, probablemente, la mayor parte de los fondos disponibles en un porvenir inmediato y, por ello, se recomienda que las limitadas facilidades de crédito se concentren en zonas ya parcialmente desarrolladas en lugar de abrir nuevas tierras

hacia el este. Sin embargo, existen extensas zonas apropiadas para el cultivo del café al nordeste de Peñas Blancas y el Tuma. Estas tierras puede que se extiendan fuera de la zona estudiada, pero probablemente son menos adecuadas para el cultivo del café debido a lo abundante de su precipitación.

Recomendaciones

1. Se apoya firmemente el propuesto estudio mixto del problema del café, pues se puede obtener un gran incremento en la producción de éste trazando un plan de desarrollo para cada propiedad basado en los problemas de ordenación individuales y en las condiciones locales de suelo y de clima. Dicho plan aseguraría que el crédito disponible se utilice del modo más ventajoso.

2. Dos zonas que actualmente tienen una producción mala se señalan como poseedoras de un alto porcentaje de tierra apropiada si se explotan adecuadamente, por lo que se recomienda que se construyan caminos transitables en todo tiempo en estas regiones, tan pronto como sea posible.

OTROS CULTIVOS

(a) Maíz

Este cultivo es el más importante de los cultivos comestibles de la zona, y en su mayor parte se consume localmente. Donde mejor se desarrolla es a altitudes moderadas de estación seca definida, pero también prospera en las zonas más húmedas y a elevadas altitudes. La producción es a menudo mecanizada en las llanuras apropiadas de los tipos de tierra Buenos Aires, Somoto, Estelí, Pueblo Nuevo y Limay, mientras que gran parte de los tipos de tierras Concordia, La India, Quilalí, Ocotol y Lava se cultivan por métodos más primitivos.

Dentro de la zona existen pocas tierras nuevas particularmente adecuadas para este cultivo, pero hay muchos terrenos inclinados en los tipos de tierra Concordia y La India, que deben dejar de cultivarse y transformarse en pastizales. El continuo cultivo del maíz en estos terrenos inclinados es causa de mucha de la erosión producida en estos dos tipos de tierra. Esta erosión no sólo ha reducido los rendimientos de maíz, sino que ha hecho que la tierra sea mucho menos apropiada para pastizales. Por fortuna, y debido a las condiciones económicas así como también a la inclinación de muchas pendientes, no ha sido posible mecanizar el cultivo del maíz en estas zonas, pues de lo contrario la erosión hubiese sido todavía peor. Este problema de la erosión del suelo no puede resolverse fácilmente y es objeto de estudio en otro lugar de este informe.

La producción de maíz se puede incrementar de varios modos. Primeramente, por el uso de variedades de mayor rendimiento. Se ha importado maíz híbrido de varias procedencias con la consiguiente mejora de los rendimientos. Se recomienda que el Servicio Técnico Agrícola de Nicaragua, por medio de los agentes departamentales estimule a hacer pequeñas plantaciones a los agricultores de diversas variedades de maíz híbrido y seleccione los más adecuados para para cada región climática, fomentando su empleo en los diversos lugares. El agente departamental puede ser muy útil de esta manera, particularmente para los pequeños agricultores que no están en condiciones de hacer sus propios ensayos de variedades.

Otros métodos por los que se puede aumentar la producción es mediante el uso de fertilizantes, determinándose las cantidades necesarias por análisis del

suelo de cada terreno. Además, el agente departamental deberá fomentar el mejor uso de las posibilidades del suelo, recomendando las rotaciones, en particular con frijoles.

(b) Frijoles

Esta es otra importante cosecha comestible de la zona que se siembra en menor escala en los sitios donde se cultiva el maíz. Esta planta es particularmente importante a causa de su facultad de fijación del nitrógeno atmosférico, por lo que proporciona un alimento rico en proteínas y, al mismo tiempo, enriquece el suelo para los cultivos siguientes. Siempre que sea posible deberá incluirse en toda rotación y no se cultivará de modo continuo en un campo.

(c) Algodón

La cantidad de algodón producido en esta zona, aunque de importancia local, es solamente una pequeña fracción del total nacional. El cultivo se limita por sus exigencias climáticas a aquellas partes de la zona con una lluvia inferior a 1.397 mm. (55"). Además, su elevado costo de producción hace que sólo resulte provechoso su cultivo en los suelos más fértiles y preferiblemente en campos grandes. Actualmente se cultiva en pequeñas zonas en la sección más seca de los tipos de tierras Somoto, Pueblo Nuevo, Estelí Limay y Buenos Aires. Podría cultivarse en más tierras de estas mismas zonas que ahora se dedican a otros cultivos. Sin embargo, como la perspectiva económica del algodón no está estabilizada, probablemente es mejor no fomentar el aumento de las plantaciones de algodón en estas zonas, sino más bien fomentar su uso como cultivo en una rotación en una gran zona que incluya frijoles u otra leguminosa, cultivos forrajeros, ajonjolí, maíz, etc. La incorporación del algodón en una rotación es casi seguro que aumentaría sus rendimientos y, al mismo tiempo, haría más fácil la lucha contra las plagas reduciendo así los costos de producción.

El cultivo del algodón, tal como se practica en la actualidad en algunas zonas del tipo de tierra Ocotal, no es recomendable debido a la esterilidad del suelo. Cuando el algodón se cultive en suelos de esta naturaleza convendrá dedicar atención particular a la adición de cantidades adecuadas de fertilizantes.

(d) Ajonjolí:

Las exigencias climáticas del ajonjolí o sésamo son semejantes a las del algodón y requiere análogos suelos fértiles. Los suelos de estas condiciones están ya cultivados en su mayoría y por ello este cultivo sólo podría ampliarse a expensas de otros.

(e) Caña de azúcar

Este cultivo requiere un clima húmedo y cálido con alternativas de estación seca y donde mejor prospera es a bajas altitudes sobre suelos francos y suelos arcillosos. Para alcanzar una producción eficaz, que permita exportar, es necesario regar una extensión suficiente para el funcionamiento de una gran fábrica de azúcar. Aunque tales extensiones existen, particularmente en el tipo de tierra Estelí cerca de Sébaco, dichas extensiones se dedican actualmente en su mayoría a otros cultivos. Sin embargo, pequeños terrenos, por lo general sin riego, están dedicados a la caña de azúcar en suelos mejores de la zona que tiene una lluvia anual de 1.397 a 1.905 mm. (55-75"). Esta caña se utiliza para producir azúcar bruto barato llamada corrientemente "dulce de rapadura", que

se consume localmente y existe tierra suficiente para satisfacer la demanda local durante bastante tiempo todavía.

Como la caña de azúcar necesita gran cantidad de nutrientes, se incrementarán los rendimientos si el suelo se abona y fertiliza abundantemente antes de la plantación. Asimismo, la caña de azúcar no debe cultivarse continuamente en un lugar sino que se debe plantar en una rotación.

(f) Arroz

La producción de arroz de la zona no es suficiente para satisfacer las necesidades locales. Sin embargo, existen grandes zonas de suelos arcillosos negros de los trópicos en el tipo de tierra Estelí que actualmente se dedican en su mayoría a pastizales, pero que podrían convertirse en arrozales. Tres zonas del tipo de tierra Estelí son particularmente apropiadas a este respecto. Se trata de las proximidades de Sébaco, Estelí y Jinotega respectivamente. Cada una de estas zonas es muy apropiada para el cultivo de arroz de regadío y justificaría un estudio para determinar el costo de las obras de riego y avenamiento necesarias. La zona de Sébaco está ya siendo estudiada bajo este aspecto, recomendándose que este estudio se extienda a las zonas próximas a Estelí y Jinotega. Sin embargo, sin riego pero con un gasto moderado para encauzar el avenamiento, gran parte de los suelos arcillosos negros de la zona próxima a Jinotega podrían dar buenas cosechas de arroz de tierras altas. Existe también esta posibilidad en las proximidades de Estelí, pero en esta última zona la escasez de lluvias hace más arriesgado el cultivo del arroz de secano.

(g) Sorgo

Esta planta se cultiva en medida limitada en esta zona. Es resistente a la sequía y prefiere los suelos más ligeros. Su aplicación principal es para pienso, bien sea en forma de grano o bien como heno o pasto (hierba Sudán). Su resistencia a la sequía hace que sea provechoso plantarla en los años secos cuando los cultivos propios de un lugar no prosperan por falta de agua. Como la práctica de la conservación de los piensos es cada vez más frecuente en la zona, este cultivo adquirirá más importancia, por lo que será más aguda la necesidad de nuevas variedades que están siendo ensayadas por el Servicio Técnico Agrícola de Nicaragua. Naturalmente estas variedades deberán seleccionarse para cada zona climática determinada.

(h) Tabaco

Este cultivo es de importancia local en los suelos aluviales más ricos, frecuentemente regados, y necesita solamente pequeñas extensiones de tierra. Las condiciones requeridas por las diversas calidades de tabaco difieren mucho, por lo que el cultivo de esta planta para satisfacer estas variadas exigencias se lleva a cabo generalmente bajo la orientación de técnicos de la Compañía Tabacalera de Nicaragua.

(i) Bananos, plátanos, etc.

Estos cultivos se producen en los suelos más ricos para satisfacer la demanda local. Hay pocas esperanzas de que la producción sobrepase las necesidades del mercado local, aunque la terminación de la carretera del Tuma abriría una nueva zona que podría competir en el abastecimiento del mercado de Managua.

(j) **Sisal (pita)**

En esta zona se cultivan pequeñas parcelas de sisal, pero para una producción económica que permita la exportación, este cultivo requiere grandes extensiones y fuertes desembolsos de capital. La única zona de extensión suficiente sería parte de la zona del tipo de tierra Estelí cercana a Sébaco, pero los suelos son en ella ligeramente ácidos por lo que es más apropiada para otros cultivos. Existe la posibilidad de aprovechar partes de las zonas de los tipos de tierras Ocotal, Estelí y Somoto, situadas entre Somoto y Ocotal, pero estos suelos son también ligeros o fuertemente ácidos. Como gran parte de esta zona se aprovecha poco a causa de su clima seco y de la sequedad del suelo, el sisal podría ser un cultivo útil en el porvenir a pesar de la acidez de los suelos. Sin embargo, los fuertes desembolsos de capital que requiere y la gran necesidad de fertilizantes de esta zona hacen que este cultivo no ofrezca posibilidades de desarrollo inmediato.

(k) **Hortalizas**

Las bajas temperaturas que reinan en las partes más elevadas de la zona hacen de éstas la principal fuente de hortalizas de la zona templada de Nicaragua. Sin embargo, los elevados costos de producción y de transporte limitan la demanda local de estos productos y las perspectivas de exportación son pequeñas o nulas. El más importante de estos cultivos lo constituyen las papas, que se producen en los suelos más fértiles desde 914 a 1.524 m. (3.000–5.000') de altitud. Sin embargo, el costo de la producción de papas es elevado porque no existe una zona climática realmente apropiada. Las papas prefieren las temperaturas y las lluvias moderadas, pues de lo contrario son atacadas por muchas enfermedades. Desgraciadamente la lluvia y la humedad de todas las zonas de Nicaragua de más de 914 m. (3.000') de altitud son demasiado elevadas para una producción óptima. Aunque existen pocas perspectivas para la exportación de este tubérculo, las zonas productoras de papas pueden producir ciertamente lo suficiente para abastecer el mercado nicaragüense. Se sugiere que se continúen los ensayos de variedades especialmente los de aquellas que han resultado más satisfactorias en las tierras altas del este de África con preferencia a las variedades desarrolladas en los Estados Unidos.

La situación de las otras hortalizas de zona templada, cebollas, frijoles, coles, zanahorias, coliflores, es semejante, si bien muchas de ellas pueden cultivarse con éxito a altitudes algo inferiores. Deben seleccionarse nuevas variedades de estas hortalizas partiendo de tipos que ya han dado buen resultado en el este de África donde las condiciones de desarrollo son muy semejantes y donde la producción de hortalizas de zona templada es más intensa que en la América Central.

La batata o camote constituye un importante cultivo hortícola, y debido al elevado rendimiento podría estudiarse su uso como pienso para el ganado en la estación seca.

NUEVOS CULTIVOS POSIBLES

Existen otras muchas cosechas que pueden darse en esta zona, pero que por diversas razones no se cultivan. La causa de esto es que varios de los productos susceptibles de cultivo no pueden competir satisfactoriamente en el mer-

cado mundial porque las condiciones ecológicas no se prestan a una producción óptima y en otros casos porque el cultivo requiere mucho dinero o mano de obra especializada.

(a) **Trigo** (*Triticum aestivum* L.)

La importación de trigo significa para Nicaragua una considerable sangría de divisas y por ello es muy conveniente producir este cereal en el país. Las zonas productoras de trigo más importantes del mundo tienen una lluvia inferior a 762 mm. (30"). No obstante, las lluvias abundantes no impiden el cultivo del trigo a no ser que vayan asociadas con altas temperaturas. Un período de temperaturas elevadas, unido a una gran humedad, conduce al desarrollo de enfermedades que hacen antieconómica la producción. En los Estados Unidos el cultivo del trigo no es factible donde la temperatura media de los dos meses que preceden a la recolección supera los 20° C. o donde la lluvia media excede de 1.270 mm. (50").

El trigo, para ser cultivado provechosamente, requiere extensas llanuras que permitan la mecanización y suelos fértiles bien avenados, que en las zonas húmedas son por lo general ligeramente ácidos. La zona de Nicaragua que se acerca más a estas condiciones es la del tipo de tierra Estelí situada al norte de Jinotega, donde hay zonas bastante extensas de suelos francos arcillosos adecuados para el cultivo, aunque para el del trigo serían necesarias abundantes aplicaciones de fertilizantes fosfatados así como de algo de nitrógeno. Sin embargo, desde el punto de vista del clima, esta zona se halla justamente fuera de la zona de producción económica. La temperatura media en la época que precede a la recolección se aproxima a los 20° C. y la lluvia anual es superior a 1.270 mm. (50"). En esta zona se cultivó trigo en otros tiempos, pero dicho cultivo se interrumpió debido a lo escaso de los beneficios.

En los años secos probablemente podría producirse trigo provechosamente en esta zona, en particular si se tuviese cuidado en seleccionar variedades resistentes a la roya, pero las pérdidas en los años húmedos serían grandes. Según esto, la única perspectiva para la producción de trigo en Nicaragua sería bajo cierta forma de subvención o protección. Si el Gobierno de Nicaragua estima que el gasto de divisas es lo bastante importante, puede aumentar los derechos de importación de trigo hasta el punto de que su cultivo en el país fuese remunerador. Esto, por supuesto, entrañaría un aumento del precio del pan. Otra solución sería pagar una subvención a todo el trigo producido en el país, pero esto ocasionaría grandes gastos al Gobierno. Es posible también una solución intermedia fijando un impuesto moderado a las importaciones de trigo que se puede emplear para pagar una subvención al trigo producido en el país. La amplitud de la ayuda necesaria tendría que ser determinada mediante un estudio de los costos y de los rendimientos anteriores que convendría que hiciese el Ministerio de Economía. Sin embargo parece probable que la mejor solución consistiría en continuar importando trigo y pagarlo con cultivos más apropiados a las condiciones locales.

Si se decide cultivar trigo sería preferible escoger las variedades más resistentes de Kenia y Rhodesia. Sin embargo, debido al gran problema de las enfermedades, será necesario disponer de variedades sustitutivas, pues es probable que se desarrollen con bastante rapidez razas de roya que ataquen a las nuevas variedades. No es infrecuente en los países productores de trigo que una variedad exenta de roya un año esté muy infectada el año siguiente por una raza de roya desconocida hasta entonces.

Las perspectivas del empleo de nuevas tierras para el cultivo del trigo son limitadas. Todas las tierras situadas a menos de 914 m. (3.000') deben descartarse a causa de lo elevado de su temperatura y no existe ninguna otra zona intensiva de tierras llanas con menos de 1.524 mm. (60") de lluvia y suelos bien avenados. Algunas zonas del tipo de tierra Lava se podrían dedicar posiblemente al cultivo del trigo. Estas tierras tendrían que seleccionarse cuidadosamente con el objeto de que estuviesen suficientemente libres de rocas superficiales que obstaculicen el cultivo y deberían hallarse en pendientes de inclinación moderada con el fin de superar así el problema del mal avenamiento interno de los suelos arcillosos negros de los trópicos. Posibles zonas de suficiente altitud existen en las cumbres de las mesetas del nordeste de Estelí y también podría cultivarse el trigo en los valles de las montañas del sur de Somoto, pero estas dos zonas son muy inferiores a la situada al norte de Jinotega.

(b) **Té**

En Nicaragua no se cultiva el té, pero las importaciones de este producto son muy pequeñas. Sin embargo, existen zonas bastante extensas que físicamente son más apropiadas para la producción de té que para la de cualquier otro producto. El principal problema es de orden económico, pues el costo de la mano de obra para el establecimiento de la producción es relativamente alto. Debe señalarse, sin embargo, que el Japón con una renta nacional por habitante más elevada es un gran productor de té y que el Brasil, con una estructura económica análoga a la de Nicaragua, es un pequeño productor, aún cuando su producción se destina principalmente al consumo interno. Puede que también exista un problema de comercialización, puesto que la producción de té está estrictamente ordenada por convenios establecidos entre los principales productores. Sin embargo, existe la posibilidad de vender té de Nicaragua a los Estados Unidos, y si esto se llega a realizar, el mercado estadounidense es lo bastante grande para absorber todos los suministros imaginables procedentes de la América Central.

El té requiere una lluvia abundante (más de 2.150 mm.) 85" sin estación seca o con una estación seca muy corta. Suele crecer en una amplia gama de suelos, pero prefiere los suelos de humus ácidos. Sin embargo, en casi todos los suelos son necesarias aplicaciones regulares de fertilizantes para obtener una buena producción. La zona del tipo de tierra Quilalí situada al este de Murra, a cierta distancia de ésta, satisface estas condiciones de un modo particularmente bueno, pues debido a la acidez de su suelo no es muy apropiada para el cultivo del café. Por tanto, si se puede demostrar que el té se puede producir económicamente con la mano de obra de Nicaragua, esta zona deberá dedicarse a tal cultivo.

Se recomienda firmemente que el Ministerio de Economía efectúe un estudio de los costos, con referencia particular a los costos de la producción del Brasil. Si los resultados de este estudio son alentadores y puede obtenerse un mercado, se sugiere que se concedan créditos en condiciones muy favorables para establecer una plantación de té al este de Murra. La concesión de créditos en condiciones favorables está justificada para iniciar una nueva industria que ofrece posibilidades de diversificación importante de la economía del país. Sin embargo, antes de comenzar los trabajos en cualquier plantación de té, se recomienda que se cuente con los servicios de un técnico especializado que asesore en los muchos aspectos de la producción de dicha planta.

(c) **Aceite de ricino** (*Ricinus communis* L.)

Las perspectivas de una producción de aceite de ricino en gran escala están siendo estudiadas actualmente por el Ministerio de Economía. Si se crease una fábrica apropiada, podría cultivarse el ricino económicamente como cultivo anual en las mismas zonas que el algodón y el ajonjolí. Sin embargo, puede cultivarse como cultivo perenne en algunas de las tierras de mayor inclinación plantadas actualmente de maíz, que de este modo producirían cosechas económicas y, al mismo tiempo, impedirían en gran manera la erosión.

(d) **Frutas**

La mayor parte de las frutas templadas no prosperan en los climas húmedos típicos de la mayoría de las tierras altas de Nicaragua. Sin embargo, se sugiere que el oficial de introducción de plantas, cuyo nombramiento se propone, consiga y distribuya semillas de las frutas siguientes: papaya de las montañas y árbol de tomate para ensayos en las localidades húmedas elevadas, por ejemplo, en las partes más altas del tipo de tierra Fundadora; fresa, granadilla y melocotón, para ensayo en las tierras altas de lluvia escasa, como por ejemplo, las montañas del sur de Somoto. La granadilla debe prosperar muy bien existiendo perspectivas de exportación de la pulpa de esta fruta a los Estados Unidos. Otros frutos, sin embargo, serán probablemente de calidad inferior, pero puede que tengan una pequeña demanda en el mercado local.

(e) **Espicias**

La producción de especias puede convertirse en una industria secundaria saneada apropiada para su explotación por los pequeños agricultores. Será necesario que el oficial de introducción de plantas obtenga material vegetal para estos cultivos y luego coopere con los agentes departamentales para interesar a los propietarios en su producción. Para la zona estudiada se sugieren las especias siguientes: CARDAMONO. Esta planta se cultivaría con éxito en las plantaciones de café situadas al norte y al sur de Matagalpa a altitudes comprendidas entre 762 y 1.219 metros (2.500–4.000'). Para empezar, se podrían plantar una o dos manzanas con esta especia. CLAVO Y PIMIENTA. Estas especias son muy apropiadas para las tierras más bajas (de menos de 610 metros de altitud) = 2.000' bien avenadas de los alrededores de El Tuma. La pimienta, particularmente, ofrece perspectivas de buenos beneficios y es un cultivo útil para los pequeños agricultores. JENGIBRE. Esta especia es también apropiada para el cultivo en los alrededores de El Tuma, pero puede cultivarse en otros lugares bien avenados del tipo de tierra Tuma hasta una altitud de 914 metros (3.000').

Sysygium aromaticum CLAVO; *Capsicum annum* L. CHILES, CHILTOMAS.

(f) **Soja**

Esta planta puede cultivarse en los suelos más ligeros de los tipos de tierras Buenos Aires, Estelí, Somoto y Pueblo Nuevo. Su cultivo es muy recomendable por sus propiedades de mejoramiento del suelo y por ello es muy útil su inclusión en las rotaciones. Debido a estas propiedades, se recomienda que los agentes departamentales fomenten su uso en todo lo posible. Existen muchas variedades comerciales, pero muchas de ellas no son apropiadas para los trópicos, por lo que hay que tener un cuidado especial en seleccionar variedades cuyas exigencias en lo referente a la duración del día sean apropiadas. Se pueden seleccionar variedades para la producción de aceite, para alimentación o para

piensos. Si se proyectase establecer un plan para la producción de arroz de regadío en la zona, sería muy recomendable el cultivo de la soja, pues conduce a rendimientos de arroz grandemente incrementados cuando se planta éste en rotación con la soja.

LA EROSION DEL SUELO

La erosión del suelo constituye uno de los problemas más importantes de la zona estudiada. Está extendida por todas las laderas de la zona con menos de 1.651 mm. (65") de lluvia. En las zonas con una precipitación inferior a 1.397 mm. (55") es tan severa que prácticamente no queda nada de capa arable en las laderas más pendientes y en las de pendiente menor dicha capa arable está frecuentemente enterrada bajo un manto de cantos de 30,5 cm. o más de espesor. Esto significa que una extensión de miles de kilómetros cuadrados está severamente erosionada.

Esta erosión se debe a dos causas principales: primero, a la plantación de maíz, especialmente por campesinos poco instruidos, en laderas de pendiente moderada, y segundo, a la quema anual de los pastizales que deja expuesto el suelo a fuertes lluvias al comienzo de la estación húmeda.

En las zonas más húmedas, la situación no es tan grave en la actualidad. Indudablemente, si se siguen efectuando las prácticas actuales, la erosión del suelo continuará hasta producir una pérdida de suelo y un consiguiente descenso gradual en la producción, incluso en estas zonas más húmedas.

Las pérdidas directas producidas por la erosión son inmensas, pues al desaparecer parte de la capa arable o toda ella la producción de pastizales o de cultivos se reduce mucho. Sin embargo, las pérdidas indirectas son igualmente importantes. Se deben éstas principalmente a la acelerada escorrentía del agua, que ocasiona inundaciones en las tierras del curso inferior de los ríos, pero las más importantes derivan del rápido agotamiento de los manantiales en la zona erosionada y también del rápido secado de los pastizales y los cultivos. Además, algunas zonas de terreno fértil se cubren de productos toscos de la erosión por lo cual pierden gran parte de su valor.

La erosión del suelo en las zonas secas es un proceso que se viene verificando desde hace cientos de años y se presenta principalmente en forma de erosión laminar con poca formación de cárcavas espectaculares. Por ello, sus efectos no son reconocidos por el agricultor y a menudo no son observados por el agente departamental. Este desconocimiento de la erosión del suelo es común en las regiones templadas, incluso donde la erosión tiene un origen mucho más reciente que en Nicaragua. Ningún plan para la conservación del suelo tendrá éxito a menos que los efectos de la erosión del suelo sean ampliamente reconocidos por la comunidad.

Por ello se sugiere que se haga un estudio de los tipos de erosión del suelo en Nicaragua y se inicie una campaña educativa para mostrar al agricultor cuales son las señales que pueden servirle para darse cuenta de la magnitud de la erosión en sus propiedades, y lo que ésta significa para sus ingresos inmediatos y como pérdida de productividad futura. Esta campaña podría ser emprendida por la Sección de Recursos Naturales del Ministerio de Economía, puesto que el suelo es el recurso natural más importante en Nicaragua y la erosión amenaza

quitarle gran parte de su valor, especialmente en las partes más secas del país, donde se concentra la mayoría de la población.

Aunque la erosión del suelo es tan importante y ocasiona una sangría continua en la renta nacional, el costo de muchas medidas para combatirla hace que sea imposible adoptarlas de un modo general por el momento. Sin embargo, existen muchos métodos que con desembolsos pequeños o moderados pueden surtir efectos apreciables.

El uso de niveladoras mecánicas para formar terrazas es solamente practicable en los suelos aluviales fértiles donde la erosión es ya mínima, pero como el valor de esta tierra es tan alto deben fomentarse todas estas medidas para combatir la erosión.

En los suelos de pendiente mayor, donde la capa arable ha sido arrancada completamente, son necesarios métodos enérgicos. Muchas tierras que actualmente se dedican a pastizales deben convertirse de nuevo en monte. Estas tierras podrían abandonarse simplemente sin quemarse, dejando que las especies nativas regenerasen por sí solas. Eliminando las especies indeseables esta regeneración podría dar beneficios moderados de leña o de madera. Igualmente, si su altitud fuese superior a los 610 metros (2.000'), se podrían plantar de pinos, o si la erosión fuese muy severa, podrían plantarse especies tales como **Leucaena glauca** que sirve para detener la erosión. Las tierras muy erosionadas que todavía sirven para pastizales puede que necesiten ser mejoradas mediante la formación de surcos que sigan las curvas de nivel y echando fertilizantes y semillas en dichos surcos. Aparte de detener la erosión, este método permitirá obtener mayores beneficios de los pastizales y permitirá la reanudación del proceso de formación del suelo.

Sin embargo, en las actuales circunstancias económicas tales métodos no son frecuentemente practicables. Los pequeños agricultores disponen solamente por lo general de terrenos inclinados para plantar sus cosechas, especialmente maíz, y no cuentan con el capital necesario para el empleo de los métodos mecánicos de lucha contra la erosión, aunque el desarrollo de un cultivo como el maíz, que tanto favorece la erosión, conduzca a beneficios cada vez menores. El método más eficaz para resolver este problema consiste en asentar de nuevo estos agricultores en zonas más apropiadas, y en caso de que esto no sea posible, se podrán adoptar procedimientos para detener la extensión de la erosión. Es muy importante plantar a lo largo de las curvas de nivel. Estas líneas que siguen las curvas de nivel pueden ser rápidamente señaladas por obreros no especializados haciendo uso de instrumentos tan sencillos como un nivel caballero. Este cultivo siguiendo las curvas de nivel debe complementarse además dejando una faja de zacate de 1 a 3 yardas de ancho, a intervalos regulares, según se asciende por la pendiente. Una ampliación de esta práctica sería plantar arbustos perennes en esta faja a nivel, siendo una especie posible el ricino, que daría un beneficio moderado como cultivo semipermanente, o arbustos forrajeros perennes, tales como, **Atriplex nummularifolia** y **Prosopis juliflora** DC. Agüijote o Mezquite.

Estos métodos, sin embargo, no se practicarán hasta tanto que se comprenda de un modo general la magnitud de la erosión y su costo para cada agricultor. Por lo tanto, la Sección de Recursos Naturales deberá dedicarse especialmente a una campaña educativa que señale la importancia de los métodos para determinar la erosión y de las medidas para combatirla al alcance del pequeño agricultor. El uso de las terrazas en los suelos mejores deberá fomentarse igualmente y se establecerá un servicio de asesoramiento técnico.

Aparte de la importancia general que la lucha contra la erosión tiene para el país, esta lucha es especialmente importante en la zona de captación de aguas de todo embalse hidroeléctrico o de riego. En casos extremos, la erosión puede llegar a reducir a la mitad la capacidad de retención de agua de los embalses grandes en menos de 20 años, debido a la deposición de los productos de la erosión en el embalse. Por ello, es fundamental que todo plan para la construcción de un embalse, tal como el del curso superior del Tuma, vaya acompañado de un plan estricto de lucha contra la erosión en la zona de captación de aguas de dicho embalse, pues los gastos de este plan quedan más que recompensados y pueden incluirse como parte integrante del costo del embalse.

**LAND POTENTIAL
OF THE
MATAGALPA-ESTELI-OCOTAL AREA**

DECEMBER 1957

1. SUMMARY OF RECOMMENDATIONS

Forestry: (pages 209/213). Recommendations are made that Forest Reserves and Timber Reserves be declared in areas of both hardwood and softwood forests and specific areas are suggested, (pages 211/212). It is further recommended that when reconstituted the Forest Service institutes a sound system of survey and management in these reserves. A suggested plan is broadly outlined for integrating the exploitation of forests with the general road building program and agricultural development of the area to help defray costs of development, (page 211). Further areas are recommended for reforestation in the form of farm woodlots, this partly for soil erosion control but also to provide firewood and some timber near to the centers of population, (page 211). The suggestion is made to establish a pilot plant for kiln drying and preserving timber, (page 213).

Pastures: (pages 213/220). The appointment of a Pasture Officer is strongly recommended. This Officer has to work on the establishment of a program of rotation grazing and fodder conservation in Esteli, but later the work has to be extended to other regions. Recommendations are given on the form this program should take, (pages 214/216 and 219/220).

The appointment of a Plant Introduction Officer is also recommended, to work initially in the introduction of new plant material for pastures but also for general work in plant introduction to Nicaragua. An initial program for this Officer is also outlined, (pages 216/217).

Coffee: The already established scheme for development of the coffee industry is strongly supported. Two promising areas where this scheme could be most effective are pointed out, (page 221), and it is also recommended that as soon as possible these two areas be crossed by all-weather roads.

Other Crops: (pages 222/225). General recommendations are made on the major crops already grown in the area. These include in particular the basing of fertilizer applications on routine soil analysis, taking into consideration the particular soil and crop requirement. General fertilizer recommendations are also made, (pages 193/202). The advantages of crop rotations and variety introduction is stressed. Areas suitable for a large increase in rice production are pointed out, (page 224).

Possible New Crops: The possibility of growing wheat in Nicaragua is

discussed in detail because of the strong local interest in this crop, which at present causes a considerable drain on foreign exchange. It is pointed out that there is no part of Nicaragua climatically suitable for economic wheat production, and its production would need financial assistance. The areas more suited for wheat production are detailed, (page 226).

The presence of large areas of land ideally suited for tea production is pointed out, (page 227). It is recommended that a study be made of the probable costs of production and market possibilities and if these are favourable, then the establishment of a tea industry in Nicaragua is strongly recommended.

The establishment of a minor industry in **spices** (cardamons, cloves, pepper and ginger) is recommended, and the most suitable areas are indicated, (page 228). Recommendations are also made on the establishment of crops of **soybean, fruits, and castor oil**, (pages 227/228).

Soil Erosion: (pages 228/230). The severity of soil erosion over thousands of square miles in the surveyed area is emphasized. It is recommended that, as an initial step, an education campaign on soil erosion be instituted. Recommendations are made on economically possible erosion control methods for the region in general, and in particular for the watersheds of the proposed large dams in the areas, where a vigorous campaign will be necessary.

Soil Management: There are very large readily accessible areas in Nicaragua covered by heavy tropical black clay soils, (sonsocuite). These areas have potentially good possibilities as arable land, but are at present little used. It is recommended that a program to determine the most suitable methods of land management and drainage be instituted, based on detailed soil survey and moisture content studies, (page 196).

II. INTRODUCTION

General Geography: The Matagalpa—Esteli—Ocotal Area lies in the north-east of Nicaragua and includes a very large part of the montane region of the country. The area surveyed has an area of almost 7000 square miles and is bounded approximately by latitudes 12° 40' N and 14° 05' N, longitudes 87° 10' W and 85° 55' W. It includes the Departments of Madriz and Esteli, almost all of the Departments of Matagalpa and Nueva Segovia, a large part (including all settled areas) of the Department of Jinotega, and a very small section of the Department of Boaco. The elevation varies from approximately 1,200, to 6,500 feet and includes many mountain ranges. The more important ranges tend to run east-west. These are the Montes de Dipilto and Montes de Jalapa along the northern boundary of the surveyed area; the Cordillera Isabella running east from Yali to Peñas Blancas, and then tending to the north-east; and the Cordillera Dariense running east from Matagalpa. A few smaller ranges tend to run north-south including a range running from El Espino to Santa Rosa in the west of the area, and a small range running south from Matagalpa.

The area is crossed by many rivers mostly flowing east-west. Almost all of these flow finally into the Atlantic Ocean with only a small area near San Juan de Limay, in the watershed of the Rio Negro, flowing into the Pacific Ocean. The main rivers flowing to the Atlantic are the Rio Coco, with its tributaries the Rio Esteli, Rio Jicaro and Rio Patuca; the Rio Tuma, Rio Grande de Matagalpa and the Rio Viejo.

People: The area has a long history of past land use. Even before the Spanish settlement in the early part of the 16th Century there were large settlements of the native Indians, who were primarily an agricultural people growing corn. Remains of these old settlements are frequently encountered often covered by many feet of soil. Spanish settlement in this area was relatively rapid due largely to the presence of gold deposits. Since that date the history of the people is similar to that of the other settled areas of Nicaragua, although considerably isolated by distance. No figures are available on the population changes through the centuries but there has been a very great increase in population during the present century, with a corresponding increase in land use and destruction of hardwood and softwood forests to make new agricultural and grazing land. This process has been immensely speeded up in the last fifteen years due to the intensive road building program. In the 1950 census the population within the surveyed area was a little over 250,000, with half of these in the Department of Matagalpa. Since that date there has undoubtedly been a further very large increase in population, probably highest in the Departments of Jinotega and Nueva Segovia.

Access: Fifteen years ago access both to the area and within the area was difficult. The main form of transport for goods was by ox-cart which with its attendant high cost per mile, was a serious factor in limiting the area's development. Since that date many first-class roads have been constructed, including the Pan-American Highway, the Highway to Jinotega and the partly completed Tuma Road. Branching off these main highways is a system of all-weather roads. Using a four-wheel drive vehicle it was possible to cover 1000 km. of road in the area during the wet season of 1957. These wet season roads are shown on the Land Type Map. This figure does not include the numerous roads which are passable to motor traffic during the dry season, nor the countless number of ox-cart roads and mule tracks. The road building program has been largely confined to the western half of the surveyed area, but roads are still being constructed and are gradually moving eastward.

The importance of the road building program in the development of the area can not be too strongly stressed. The construction of a road, even if passable only in the wet season, is automatically followed by increased agricultural activity and a large increase in land values. The building of roads and their location in suitable agricultural areas is thus a potent tool in the hands of the Nicaraguan Government for directing development.

Economy: The present economy of the area depends to a very large extent on coffee production and grazing, but largely due to lack of capital, neither industry is producing more than a fraction of the land potentiality. A program to improve production of coffee has already been commenced by the Nicaraguan Government, and an outline plan is given in this report to improve pasture production. Other agricultural industries are of lesser importance although often locally prominent, these include such crops as potatoes, maize, beans, rice, sugar, cotton, sesame etc. as well as timber, largely softwoods. Mining plays a similar minor role, but one which is now under investigation by the National Geological Service.

III. CLIMATE

Within the area surveyed the climate, particularly the rainfall, varies greatly and is responsible for the major differences in land use.

There are many rainfall records taken from various stations within the area. These include records by private landholders for as long as 30 years, as well as several government stations. These government stations have records for only five years which is not sufficient to give a full understanding of the rainfall. The private records have usually been taken with rudimentary equipment and sometimes give quite different results to government stations in the same locality.

By using the available stations as controls, it has been possible to use the distribution of the vegetation and soils to prepare a map of the annual rainfall. It is not expected that this map is very accurate, but it is felt that the different zones delineated do correspond to areas of similar effective rainfall.

Some of the more reliable rainfall figures available are quoted in Table I:

TABLE I
SELECTED RAINFALL STATIONS
(In Inches)

Station and No. of years recorded	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	June	July	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.	Total
SEBACO (5 years)	0.11	0.07	0.00	0.01	6.34	8.14	8.14	3.23	9.33	10.29	1.34	0.15	47.15
MATAGALPA (5 yrs.)	1.26	0.70	0.56	0.51	5.33	10.33	8.55	5.50	11.57	9.02	1.41	1.11	55.85
CORINTO FINCA (Near Venecia, 5 years)	2.42	1.35	0.66	1.06	7.00	13.55	10.89	9.12	9.85	10.32	3.90	3.44	73.56
Near LAS SABANAS (4,000', 25 yrs.)	2.08	1.23	0.89	1.28	8.69	13.32	7.83	7.66	12.10	13.44	3.58	2.60	74.70
TUMA (5 years)	2.77	2.07	2.07	2.61	5.35	15.14	15.37	9.23	10.92	10.40	6.18	7.79	89.90

These figures show the typical distribution of rainfall. There is a marked dry season, 6 months long, in the driest areas, falling to 2 months in the wettest areas. Two rainfall peaks occur, one in June and the other in September-October. In any one year July or August are usually quite dry.

There is a strong tendency within the area for the length and severity of the dry season to be inversely proportional to the annual rainfall. This dry season is the most important aspect of the rainfall for land use; it is the cause of some of the biggest problems in the grazing industry and determines very largely what crops can be grown and the time of planting. However, because of the relationship to total rainfall, it is only necessary in discussing land use in this area to refer to total rainfall, for a low annual rainfall implies a very marked dry season, and high annual rainfall implies a short and not severe dry season.

In the rainfall map moderate sized areas are marked as being under 50 inches. It is possible there are some parts of this zone with less than 40 inches rainfall, but no figures are available and in any event the areas concerned are very small. It is difficult with the present knowledge of the area to evaluate rainfall on the basis of soils and vegetation above 90 inches annually. Accordingly, this zone is probably most inaccurate and it is also quite likely that there are areas of much higher rainfall. Fortunately as the rainfall in this high range is rarely limiting for any crop, the accurate distinction of rainfall zones is less important.

As well as rainfall, temperature variations within the area are important and are closely associated with the altitude. The average temperature at Jinote-

ga, elevation 3,300 feet (1,000 m.) is 68.5° F (20.3° C). Only a few other temperature figures are available. These correspond roughly to the elevation with an inverse change of 3.4° F for every 1,000 feet elevation (7° C per 1,000 m.) ranging from 1,200 feet with a mean temperature approaching 80° F, to 6,000 feet with a mean temperature of approximately 56° F. This temperature variation is considerable and is most important when considering land use. High altitude with its corresponding low mean temperature is however associated with high rainfall for there is no land in the area above 3,000 feet with less than 60 inches of rainfall. Similarly all areas above 4,000 feet have 70 inches rainfall and more. This lack of any area at high altitude with low rainfall precludes the economic production of several temperate crops, in particular wheat.

In common with other tropical regions the range of mean monthly temperatures is low, less than 10° F in all stations, and is exceeded by the mean daily variation in temperature.

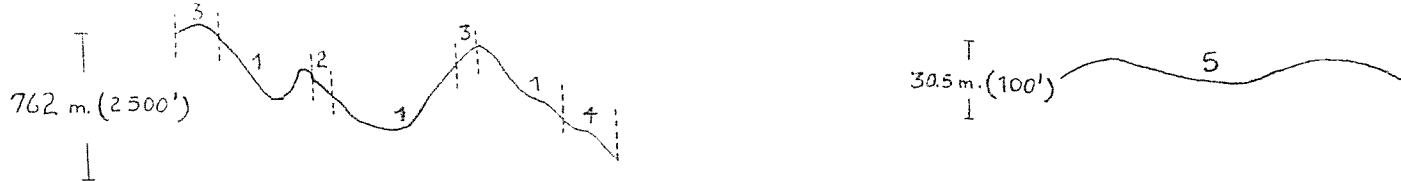
IV. LAND TYPES

In classifying land for agricultural and forestry use it is usual to classify and map both the soil and vegetation and often the geology of the area. However, in deciding on land use it is necessary to consider all these different aspects along with the climate, topography, drainage and other factors, before making decisions on the use of any particular site. Further there is frequently a close relationship between the various factors of the environment which can only be seen with difficulty on separate maps. In addition there is often an intimate mixture of soil and vegetation types associated in a topographic pattern, which cannot be mapped separately on a practical scale. For these reasons the system of mapping by Land Types has been adopted. These land types normally coincide with major geological or geomorphological units, and have recurring patterns of vegetation, soils, geology, etc. which can be conveniently mapped and described. For convenience in description, these Land Types are subdivided into Land Units and the topographical relationships of these units are shown on a cross section diagram. A description is given of the topography, soils, vegetation, drainage, and land use, for each Land Unit. The aim of this procedure is to put on one page, detailed information of the environment for each area mapped. In this way it is possible to give information which would otherwise need three separate maps, and at the same time the inter-relationship of the various factors of the environment is stressed.

Where more detailed information is required than that given in the Land Type tables, this can be obtained by cross reference to the detailed sections of this report which follow.

The map of the Land Types is based for half the area on the maps of the Geodetic Survey of Nicaragua of Esteli, Ocotal and Sebaco. The remainder of the map has been produced from uncontrolled aerial photographs with the exception of a small area around Jalapa where the position of boundaries and roads is very approximate.

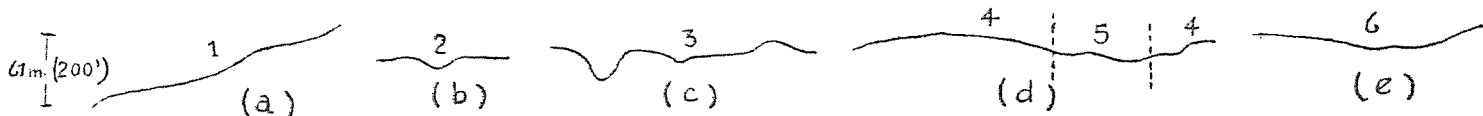
No. 1. DIPILTO LAND TYPE (Area 400 sq. miles)

Location and General Description	The steep granite ridges of the border range and the low rolling granite hills between Jicaro and Santa Clara, plus a granite ridge east of Telpaneca, 1,800' - 5,000' elevation.				
Rainfall	Mostly 60-90 inches, probably small areas under 60", and the higher ranges in the east probably receive more than 90"				
Geology and Geomorphology	Confined to granite, probably of great geological age.				
Land Unit Nos.	1	2	3	4	5
Elevation and Topography	Steep slopes at all elevations.	Small flats at all elevations.	Steep slopes and small flats at high elevations (over 3,500').	Moderate slopes at low elevation, less than 2,500'.	Gently rolling hills 2,000 - 2,500'.
Cross Section					
Relative Area	Very large	Very small	Medium	Small	Medium
Soils	Yellow, brown and black regosols, depending on rainfall. All soils very acid and very deficient in plant nutrients. Erosion widespread, severe, and of long standing.				
Vegetation	Very dense and tall forests of <i>Pinus oocarpa</i> , some small stands with <i>Pinus caribaea</i> and <i>Pinus pseudostrobus</i> co-dominant.	Some stands of evergreen montane forest. Areas of secondary woodland, coffee fincas and Grama grass pasture.	Secondary deciduous scrub and woodland.	Open pine forest, rarely dense. Small areas of cleared pastures.	
Drainage	Good to excessive	Good	Good	Good to excessive	Good
Land Use	Recommended for reservation as a National Forest.	Poor coffee land. Moderate pasture. Virgin forests are an important timber reserve.	Poor pasture and firewood. Best suited for planting to pines.	As Unit 1.	

No. 2. COSMAPA LAND TYPE (Area 280 sq. miles)

Location and General Description	Small areas of pine forest scattered through the whole region, from 2,000' - 5,000' elevation.					
Rainfall	Mostly 60-85 inches.					
Land Unit Nos.	1	2	3	4	5	6
Geology	Metamorphics, predominantly schists.		Basic tertiary volcanics.	Tertiary lavas.	Unconsolidated sediments.	Acidic tertiary volcanics.
Topography and Elevation.	Ridge tops 2,000 - 5,000'	Valleys 2,000 - 2,300'	Ridge tops and flats 2,000 - 4,000'	Flat to gently rolling, 3,000 - 4,500'	Flat to gently rolling, 2,000 - 3,000'	Ridge tops 2,000 - 5,000'
Cross Section						
Relative Area	Large	Very small	Medium	Medium	Small	Large
Soils	Yellow, brown and black regosols, erosion severe.		Mostly black lithosols, erosion severe.	Black tropical soils, mostly clay, some clay-loam.	Black regosols.	Black lithosols, topsoil shallow loams.
Vegetation	Pine forest, varying from moderately dense to moderately open, small areas of pasture, and small areas of oak forests.					
Drainage	Good to excessive	Fair to good	Good to excessive	Fair	Fair to good	Good to excessive
Land Use	Well suited for pine production, some value for pasture, very small areas of uneroded soil moderately suited for coffee.		Good for pine production, moderate pasture land. Small areas moderately suited for coffee.	Pine and pasture production.	Pine and pastures. Small areas moderately suited for coffee.	Pine and Pastures.

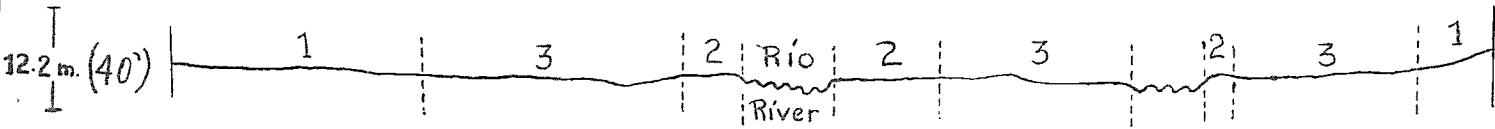
No. 3. OCOTAL LAND TYPE (Area 110 sq. miles)

General Description	Transported material derived from granite rocks of the border ranges. 1,900' - 2,100' elevation. Unit 6 derived from schists.					
Land Unit Nos.	1	2	3	4	5	6
Location	S-W of Macuellizo.	Ocotol.	Mosonte to Santa Clara.	Jalapa to Santa Clara.	Jalapa to Santa Clara.	N. of Jalapa.
Rainfall	40" - 50"	40" - 50"	50" - 65"	65" - 75"		75" - 90"
Geology and Geomorphology	Recently transported material from surrounding granite ridges, moderately sloping.	Deposits left by an old river once flowing from Totecacinte to Ocotol, at right angles to the present drainage. Flat to gently rolling.				
Cross Section						
Relative Area	Medium	Medium	Large	Large	Small	Medium
Soils	Yellow regosols.	Brown regosols.		Black regosols.	Young alluvial soils derived largely from schists overlying tertiary alluvium.	Black regosols and small areas of hydromorphic soils and young alluvial soil derived from schist.
Vegetation	Low deciduous woodland and Jaragua pasture.	Deciduous woodland. Jaragua pasture. Some cultivation.	Jaragua and Guinea grass pasture. Sometimes with scattered pines.	Largely pasture land.	Largely cultivation, small stands of secondary evergreen forest. <i>Erythrina glauca</i> common.	Pastures and some swamps.
Drainage	Good	Good	Fair to good	Fair to good	Good to bad	Fair to very bad
Land Use	Poor pasture land.	Small areas suitable for cotton, castor, beans, corn etc. Medium pasture land.	Medium to good pasture land. Good pine production.	Good pastures. Suitable for good pine production.	With adequate fertilizing very suitable for wide range of crops, coffee, corn, tobacco, vegetables.	Better drained areas suitable for coffee and some crops. Poorer drained areas, fair to poor pasture.

No. 4. VENECIA LAND TYPE (Area 25 sq. miles)

Location and General Description	Areas of gently rolling unconsolidated sediments. Only two occurrences, one near Venecia at 3,300', 60-75 inches rainfall and a small occurrence near San Rafael del Norte 3,500', 55-60 inches rainfall.		
Geology and Geomorphology	Unconsolidated tertiary sediments consisting largely of sand and gravel derived from basic tertiary volcanics, with small deposits of diatomaceous earth and feldspar.		
Land Unit Nos.	1	2	3
Topography	Small flat to rounded hills.		Shallow depressions.
Cross Section			
Relative Area	Large	Medium	Large
Soils	Black regosols.	Very shallow black regosols.	Tropical black soil, clay and clay-loam both common.
Vegetation	Predominantly good pasture, some cultivated land, some secondary deciduous woodland.	Good pasture with scattered pine trees.	Predominantly Grama grass pasture.
Drainage	Fair to good	Good	Fair to bad
Land Use	Deeper soils suitable for agriculture, corn and beans. Good pasture.	Good pasture or pine production. Very small areas suitable for cultivation after fertilizing.	Good to fair pasture.

No. 5. ESTELI LAND TYPE (Area 210 sq. miles)

Location and General Description	Extensive almost level plains of recent alluvium. Elevation 1,500' - 3,000'. Scattered occurrences, the more important being near the towns of Esteli, Sebaco and Jinotega.		
Rainfall	40-70 inches.		
Land Unit Nos.	1	2	3
Topography	Very gentle slopes on the edge of the plain.	Almost flat terraces near the main rivers.	Extensive almost flat areas in the center of the plain.
Cross Section			
Relative Area	Large	Medium	Very large
Soils	Mostly tropical black clay-loams; some younger alluvial soils.	Deep friable young alluvial soils.	Heavy tropical black clays.
Vegetation	Units 1 and 2 are mostly cultivated or under pasture with only small stands of deciduous woodland. Unit 3 is largely deciduous woodland in the drier areas, pastures in the wetter. The deciduous woodland varies with the rainfall.		
Drainage	Fair to good	Fair to good	Bad to fair
Land Use	Good agricultural land of high fertility, type of production determined by rainfall, corn, beans, castor, cotton, sesame in drier areas; vegetables, corn, beans in higher wetter areas, tobacco, vegetables, rice under irrigation. At present largely limited to pasture and firewood. However, fertility is high, potential for irrigated rice a (in high rainfall areas dryland rice.		

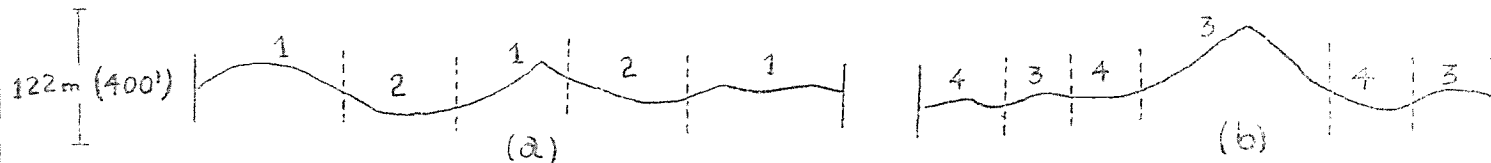
No. 6. BUENOS AIRES LAND TYPE (Area 50 sq. miles)

Location and General Description	The young alluvium of streams draining tertiary volcanics in the lower rainfall areas. Widely distributed in small strips from Yalaguina to Matagalpa, from 1,500 - 3,000' elevation.		
Rainfall	45-65 inches.		
Land Unit Nos.	1	2	3
Topography	Stable flood plains of rivers.	Young alluvium, most frequent along larger rivers.	Gravel beds.
Cross Section			
Relative Area	Very large	Medium	Small
Soils	Tropical black clay loams, small areas of tropical black clay.	Young alluvial soils sometimes very deep.	Gravel.
Vegetation	All land cleared, mostly under crops, some under pasture, small area under bush fallow.		Stream bed successional communities.
Drainage	Fair to good	Good	Good to bad
Land Use	Mostly very good arable land, the type of crops varying with the rainfall zone and elevation and including corn, beans, bananas, sesame, cotton, castor; as well as tobacco, vegetables sugar cane.		Slight grazing value.

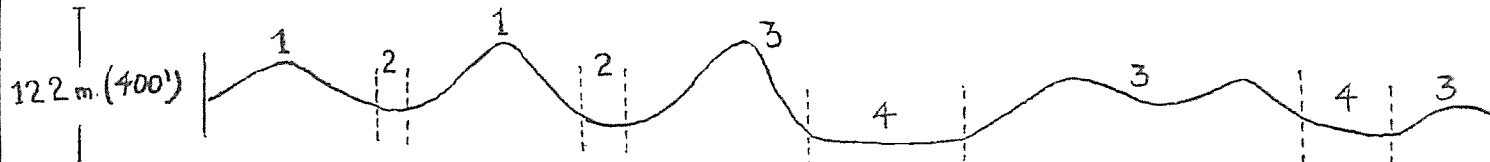
No. 7. LIMAY LAND TYPE (Area 20 sq. miles)

Location and General Description	Young alluvium derived from the very steep tertiary volcanics on the western slopes. Elevation approximately 900'. Only two occurrences, the largest around San Juan de Limay.		
Rainfall	50-60 inches with almost no rain for 6 months each year.		
Land Unit Nos.	1	2	3
Topography	Flat river terrace.	Flat river terrace.	Flat terrace most frequent near the commencement of the valley.
Cross Section	(a) (b)		
Relative Area	Large	Large	Large
Soils	Young alluvial soils, very fertile, deep and friable. Water worn gravel and small boulders abundant in Unit 3, fairly common in Unit 2, rare in Unit 1.		
Vegetation	All land cleared, mostly under cultivation. Occasionally under pasture.		Pasture and low deciduous secondary scrub. Pasture generally poor. Jaragua grass most frequent.
Drainage	Good	Fair to good	Fair to good
Land Use	Units 1 and 2 both very fertile arable land. Land use in Unit 2 somewhat more difficult because of frequent boulders. Main crops corn, sesame, beans and cotton.		Useful for pastures only. At present value restricted by intense dry season, would respond markedly to irrigation as the soils are fertile.

No. 8. SOMOTO LAND TYPE (Area 120 sq. miles)

Location and General Description	Gently to strongly rolling basic volcanics near Somoto, south of Esteli, and small areas elsewhere, 1,800' – 3,000, elevation.			
Rainfall	45" – 55"		55" – 75"	
Geology and Geomorphology	Mature topography on tertiary volcanics, mostly basic, and often deeply weathered.			
Land Unit Nos.	1	2	3	4
Topography	Small hills.	Gently sloping valleys.	Small hills.	Gently sloping valleys.
Cross Section				
Relative Area	Medium	Medium	Medium	Medium
Soils	Grey-brown lithosols and some areas of brown regosols.	Mostly tropical black clay loam; some light clays.	Black lithosols, some grey brown lithosols.	Tropical black clay-loams and clays.
Vegetation	Largely deciduous woodland, some pasture land.	Mostly cultivated. Some areas pasture, small areas deciduous scrub.	Mostly pastures, some areas cultivated.	Mostly cultivated land. Some pasture.
Drainage	Good	Good to fair	Good	Good to fair
Land Use	Fair to poor pasture land. Firewood and timber.	Mostly good arable land, cotton, castor, corn, beans, sesame.	Good pasture land.	Mostly cultivated for corn and beans, small areas good pasture.

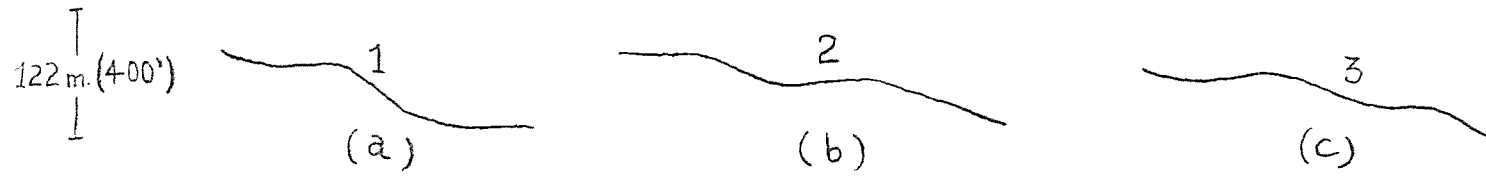
No. 9. PUEBLO NUEVO LAND TYPE (Area 185 sq. miles)

Location and General Description	Area of strongly rolling to hilly country, deeply weathered, rocks often acidic and high in iron, extending from Totogalpa to south of Condega. 1,800' - 2,300' elevation.			
Rainfall	50 - 65 inches.			
Geology and Geomorphology	Mostly tertiary volcanics with many quartz veins, an area of tertiary conglomerate and sandstone near Totogalpa. All rocks deeply stained red by iron.			
Land Unit Nos.	1	2	3	4
Topography	Steep hills.	Valley flats.	Steep hills.	Valley flats often very large.
Cross Section				
Relative Area	Large	Small	Very large	Medium
Soils	Red lithosols derived from conglomerate; very shallow. Erosion severe.	Tropical black clay-loam, rarely clay, often with slight reddish tints.	Grey-brown lithosols and red lithosols.	Tropical black clay-loams.
Vegetation	Largely pastures, often with scattered pines. Moderate areas, deciduous woodland.	Mostly cultivated; some pastures.	Pastures and deciduous scrub and woodland. Small areas cultivated.	Mostly cultivated. Moderate area pasture.
Drainage	Good to excessive	Good	Good to excessive	Good
Land Use	Poor to fair pasture. Good timber, suitable for pine planting. Mostly unsuitable for corn.	Good to fair agricultural land, corn, beans, sesame, castor, terracing often necessary.	Important firewood reserves. Poorly suited for corn.	Good to very good arable land; crops as Unit 2.

No. 10. MUY MUY LAND TYPE (Area 220 sq. miles)

Location and General Description	Gently rolling to flat plain of tertiary sedimentary rocks, 1,500 - 2,000' near Muy Muy and Matiguas.		
Rainfall	50-70 inches.		
Land Unit Nos.	1	2	3
Topography	Almost flat.	Gently rolling hills	Almost flat to gently rolling.
Cross Section			
Relative Area	Very large	Large	Very small
Soils	Heavy tropical black clay.	Shallow heavy tropical black clay and black lithosols.	Tropical black clay-loam; some grey and brown young alluvial soils.
Vegetation	Deciduous scrub and woodland, much pasture, some cultivation.	Largely deciduous woodland and forest. Some pasture, small areas under cultivation.	
Drainage	Good to fair	Bad to fair	Fair to bad
Land Use	Fair pasture, fair to poor arable land, corn, beans, etc.	Good to poor pasture land. Fertility only fair or poor; cultivation difficult because of sticky clay soil.	Good to fair land for cultivation, beans, rice, castor.

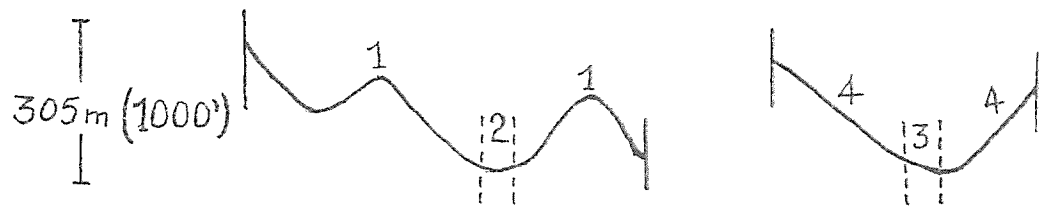
No. 11. LAVA LAND TYPE (Area 245 sq. miles)

Location and General Description	Scattered lava flows at various elevations ranging from Jinotega and Dario to the Honduras border near Las Sabanas, 1,500 - 4,500'.		
Rainfall	60 - 75"	50 - 65"	40 - 50"
Locality	Near La Sabana, N. E. of Esteli.	Near Jinotega, La Trinidad, and Esteli, west of Dario.	Near Dario and Sebaco.
Geology and Geomorphology	Flat to gently sloping terraces of lava, largely of basic rocks. The flows are probably mostly tertiary, although some appear to be more recent.		
Land Unit Nos.	1	2	3
Cross Section			
Relative Area	Large	Large	Large
Elevation	3,500 - 4,500'	2,000 - 3,500'	1,600 - 2,000'
Soils	Predominantly black tropical clay, from 1 to 2 feet in depth, sometimes with a thin layer of brown loam on the surface. Rocks usually abundant, making cultivation difficult. Small scattered areas of black clay-loam suitable for cultivation and small areas of very shallow brown loam.		
Vegetation	Mainly pastures. Patches of pines, oaks and secondary deciduous woodland, rare patches of sub-montane forest.	Largely Jaragua pastures. Small areas with deciduous woodland. Very small areas with scattered pines.	Largely deciduous woodland, some pastures.
Drainage	Good to bad	Good to bad	Good to bad
Land Use	Some small patches moderate coffee land. Mostly good pastures, small areas suitable for corn.	Moderate pasture land, but often with shortage of drinking water for cattle. Moderate sized areas suitable for corn and beans.	Poor pasture land, fair firewood and timber, very small areas fair arable land.

No. 12. CONCORDIA LAND TYPE (Area 1,300 sq. miles)

Location and General Description	Mountainous tertiary volcanics in areas of low rainfall and moderate elevation (1,400' - 3,000'). Found throughout the western part of the area from Muy Muy to the Honduras border.			
Rainfall	45 to 60 inches annually with a very marked dry season.			
Geology and Geomorphology	Wide range of tertiary volcanics, mostly strongly dissected. Parent material of Unit 2 high in oxidised iron.			
Land Unit Nos.	1	2	3	4
Topography	Moderate to very steep slopes.	Moderate to very steep slopes.	Gentle slopes and perched flats.	Small valley bottoms.
Cross Section	213m. (700')			
Relative Area	Very large	Moderate	Small	Very small
Soils	Lithosols, black in wetter areas, grey-brown in drier areas. Mostly eroded.	Red lithosols, mostly eroded.	Tropical black clay-loams and tropical black clay.	Mostly tropical black clay, small areas of young alluvial soils.
Vegetation	Pasture land, Jaragua grass and secondary deciduous woodlands. Some primary deciduous woodlands. Very small areas at higher elevation with occasional scattered pines. Some cultivation.		Mostly under cultivation by primitive methods.	
Drainage	Excessive to good	Excessive to good	Good to bad	Good to bad
Land use	Steeper slopes recommended for forest use only. Moderate slopes for grazing only.		Suitable for small scale cultivation, but care necessary in Unit 3 to control erosion.	

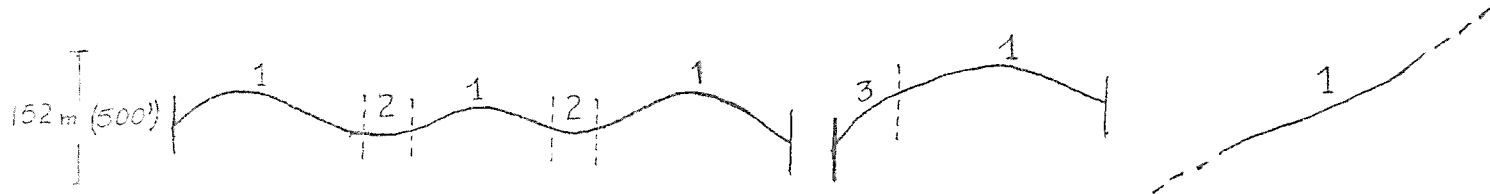
No. 13. LA INDIA LAND TYPE (Area 430 sq. miles)

Location and General Description	Areas of steep tertiary volcanics, mostly at moderate elevation, receiving a very severe dry season. They occur along the Western slopes from Dario to San Juan de Limay. 1.500' - 3.000'.			
Rainfall	55 - 65"	50 - 65"	40 - 55"	40 - 55"
Geology and Geomorphology	Generally steep to very steep ridges, occasionally gentle slopes. Rocks include numerous types of tertiary volcanics, both acidic and basic.			
Land Unit Nos.	1	2	3	4
Topography	Very steep to moderate.	Flat to gentle slopes of small valleys.	Very steep to moderate slope.	Gentle slopes and valley floors.
Cross Section				
Relative Area	Very large	Very small	Very large	Very small
Soils	Very shallow black and grey-brown lithosols.	Black tropical clay-loams and clay.	Grey-brown lithosols.	Black tropical clay-loams and clay.
Vegetation	Tall deciduous forest and woodland. Some areas pasture. Small areas cultivation.	Mostly cultivated.	Mostly pasture, some deciduous woodland, small areas cultivation.	Mostly cultivated. Some pasture.
Drainage	Excessive	Good	Excessive	Good
Land Use	Severe erosion danger from cropping on almost all sites.	Fair to very good for beans, corn, sugar, sorghum.	Very severe erosion danger from cropping, moderate erosion danger from pastures. Steep slopes should be reserved for forest.	Mostly suitable for corn, beans and sorghum. Fair to poor pasture.

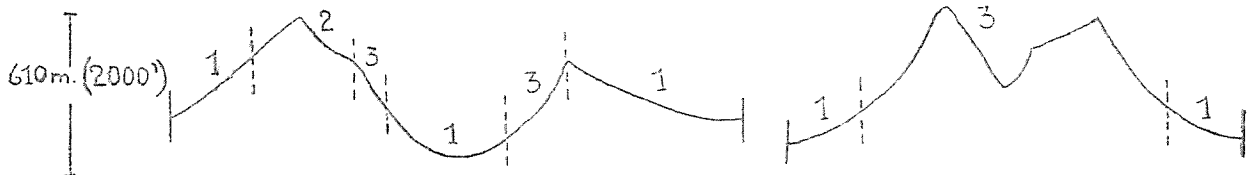
No. 14. QUILALI LAND TYPE (Area 1.150 sq. miles)

Location and General Description	The area of strongly rolling to mountainous metamorphic rocks near the northern boundary of the surveyed area, running from Macuellizo to east of Murra, 1,800' - 5,000', mostly below 2,500'.				
Rainfall	40" - 60"	40" - 60"	60" - 90"	60" - 90"	80" - 95"
Geology and Geomorphology	Metamorphic rocks, very largely schists with numerous quartz intrusions. Occasional patches of marble near the northern boundary, small areas of metamorphosed sandstone. Ridge tops fairly even in height in any one area. A few occurrences of basic volcanics, particularly near the southern boundary of the type. Unit 5 running along the eastern boundary of the Land Type.				
Land Unit Nos.	1	2	3	4	5
Topography	Small valley flats.	Steep to strongly rolling hills.	Steep to very steep hills.	Small valleys.	Mountainous country.
Cross Section					
Relative Area	Very small	Large	Very large	Small	Large
Soils	Infertile young alluvial soils, often sandy.	Largely yellow regosols. Some brown regosols.	Brown and black regosols.	Unit 1.	Deep black regosols.
Vegetation	Mostly under crops and Jaragua pasture.	Deciduous scrub and Jaragua pasture.	Mostly under Guinea, Jaragua and natural pastures, some secondary deciduous scrub. Small areas cropped. Occasional scattered Pines in pastures.	Mostly under pastures.	Evergreen rainforest often very tall.
Drainage	Good to fair	Good to excessive	Good to excessive	Good to fair	Good to fair
Land Use	Good arable land, corn, beans, castor.	Poor to fair pasture land, poor crop land, beans and corn, small areas subject to erosion.	Fair pasture land, poor crop land, corn and beans mainly, but large area subject to erosion. Fair to poor coffee on deeper soils.	Good pasture.	Recommended Forest Reserves. Some areas suitable for tea. Fair to poor coffee land.

No. 15. PANTASMA LAND TYPE (Area 850 sq. miles)

Location and General Description	The areas of tertiary volcanics with moderately wet and cool climate. A large area of hilly country to the west of Yali and numerous small areas of steep mountainous country from Esquipulas to the Honduras border.		
Rainfall and Elevation	65" to 80", 3,000 - 4,500 feet.		
Geology and Geomorphology	Wide range of tertiary volcanics, mostly basic. An extensive area of rolling hills with much steeper mountainous country.		
Land Unit Nos.	1	2	3
Topography	Steep to moderate slopes.	Gentle slopes and flats.	Very steep slopes.
Cross Section			
Relative Area	Very large	Medium	Medium
Soils	Transitional black tropical soils with mostly deep clay-loam topsoils, brown clay subsoils.	Deep tropical black soils, mostly clay, some clay-loam.	Shallow transitional black tropical soil.
Vegetation	Large areas cleared for pasture or under coffee. Small areas under cultivation. Moderate areas secondary deciduous woodland. Some secondary evergreen communities, woodlands and rain-forest.	Mostly cleared for pasture. Moderate area cultivated. Small areas secondary deciduous communities.	Mostly secondary deciduous communities and pasture.
Drainage	Very good to fair	Fair to very bad	Good
Land Use	Moderate area of deeper soils well suited to coffee. Remainder good to very good pasture land. Small areas suited for corn, but erosion danger high.	Good to very good pasture land. Moderately suited for corn cultivation.	Recommended for forest use only, due to high erosion danger.

No. 16. FUNDADORA LAND TYPE (Area 300 sq. miles)

Location and General Description	Areas of tertiary volcanics at high elevations, 3,000 – 6,000 ft., with a very wet climate. Scattered areas north and east of Matagalpa.		
Rainfall	Over 75 inches. Short and mild dry season.		
Geology and Geomorphology	Wide range of basic and acidic tertiary volcanics, often mountainous with numerous steep slopes and some cliffs.		
Land Unit Nos.	1	2	3
Topography	Moderate slopes 3,000' – 5,000' elevation.	Moderate slopes above 5,000' elevation.	Steep slopes.
Cross Section			
Relative Area	Large	Moderate	Large
Soils	Mostly dark latosols but also extensive areas of yellow latosols particularly in 75"-80" rainfall zone and moderate areas of brown latosols. Topsoils usually deep, even on steep slopes.		
Vegetation	Mostly cleared for pasture or under coffee. Moderate areas of evergreen rainforest, moderate area cropped.	Mostly under evergreen rainforest, moderate areas under crops and pasture. Small area planted to coffee.	Large areas evergreen sub-montane forest, moderate areas cleared for pasture, small areas coffee.
Drainage	Good to very good	Good to very good	Good to excessive
Land Use	Very suitable for coffee, good pasture land, moderately suited for corn and drier areas for potatoes.	Not well suited for coffee, but good pasture land, moderately suited for corn and some areas for potatoes.	Preferably reserved for forests.

No. 17. TUMA LAND TYPE (Area 910 sq. miles)

Location and General Description	Area of tertiary volcanics at lower elevations, below 3,300', with a wet climate. A very large area lying to the east of Matagalpa and Jinotega.			
Rainfall	Over 75 inches.			
Geology and Geomorphology	Wide range of tertiary volcanics with numerous flat ridge tops separated by steep narrow valleys. Small areas of alluvium.			
Land Unit Nos.	1	2	3	4
Topography	Gently rolling ridge tops at high elevation, (2,500'-3,300')	Steep and very steep slopes.	Moderate slopes.	Gentle slopes and flats.
Cross Section	The diagram shows a profile of land units 1, 2, 3, and 4. Unit 1 is the highest, followed by 2, 3, and 4. A vertical scale on the left indicates 305m (1000').			
Relative Area	Large	Moderate	Moderate	Small
Soils	Brown latosols, clay and occasionally clay-loam topsoils. Deep topsoil on flats and moderately steep slopes.			Tropical black clay, grey clay subsoil.
Vegetation	Mostly pasture and poorly developed coffee plantation. Moderate areas secondary evergreen forest. Small areas cultivated.	Mostly pasture and secondary evergreen rainforest.	As Unit 1.	Mostly pasture land.
Drainage	Very good to fair	Good to excessive	Good to very good	Poor to very poor
Land Use	Very suitable for coffee and pasture.	Land use should be restricted to forest.	Very suitable for coffee and pasture.	Good to bad pasture land.

V. GEOLOGY AND GEOMORPHOLOGY

In this report it was possible to touch only those aspects of the Geology and Geomorphology which were considered most important for a study of land use. No attempt was made to investigate the mineral resources which are under study by the Servicio Geologico Nacional of the Ministerio de Economia.

Acknowledgement is gratefully given to Dr. Tito Lagana, Director of the Servicio, Dr. Luigi Bracci and Dr. Daniel del Guidice and to many other members of the Servicio for aid in the identification of rocks collected and for helpful discussions on the geology of the area. Use has also been made of the report of work carried out in 1955-56 by the Departamento de Minas e Hidrocarbures.

A. Igneous Rocks

1. **Granite:** A very coarse and highly acidic granite is the base rock for the extensive area of the Dipilto land type running along the northern boundary of the area surveyed. It is also the parent material of most of the alluvial deposits of the Ocotal land type. Most of this granite occurs in steep high ridges probably recently uplifted but there is a small area of gently rolling and deeply weathered granite between Santa Clara and El Jicaró. Because of the high silica content and low base status these rocks produce soils which are usually acidic, low in plant nutrients and require extensive fertilising.

2. **Tertiary Volcanics:** These rocks are by far the most extensive in the surveyed area covering all of land types: La India, Concordia, Pantasma, Tuma, Fundadora, Lava, Somoto, Pueblo Nuevo and of Units 3, 4 and 6 of land type Cosmapa. They were formed during the period of intense vulcanism in Nicaragua during the Tertiary Age. Mostly weathering of these volcanics has advanced so far that the sites of craters cannot be recognized, but in a few sites craters can be readily distinguished, notably a very large crater slightly to the southeast of Muy Muy. It is possible however that these recognisable craters are of quaternary age. However, numerous lava flows can be readily recognized and there are moderately extensive deposits of consolidated volcanic ash, including puzzolana and tuff. Near the edges of lava flows or ash deposits, buried soil profiles, often baked red, can occasionally be seen. The tertiary volcanics include a wide variety of rock types; andesite and porphyry are the most abundant, and basalt is fairly common. The other rocktypes which occur are varieties of quartz and opal; other acidic rocks, jasper, agate and riolite; and small areas of diabasics and trachyte. In addition volcanic breccias are not uncommon.

Apart from the lava flows, the greatest part of the tertiary volcanics consists of steep mountainous country. However there is evidence of peneplanation followed by regeneration in the Tuma valley, and there are areas of mature topography (Pueblo Nuevo and Somoto land types), where small hills are separated by gentle slopes and occasionally extensive alluvial flats. In these latter two land types the volcanics are usually deeply weathered and this weathered rock is the parent material of the present soils. On steeper slopes the tertiary volcanics are usually little weathered.

In general the type of soil produced from the various rock types is largely dependant on climate and topography. However there are considerable local differences in soils due to the type of volcanic rock, and in particular to the amount of quartz or other silicious rock in the area. A high content of silica in the parent rocks is the cause of the occasional occurrence of sandy soils, which

are particularly frequent in the Cosmapa land type. Basalt, diabasic, andesite, and porphyry all have a reasonably high basic status and produce soils of moderate to high fertility but difference in basic status etc. of the parent rock results in moderate differences in fertility of the resultant soils, basaltic and diabasic soils being usually the most fertile in any given area.

B. Metamorphic Rocks

A large extent of metamorphic rocks occurs in the north of the surveyed area, Quilali land type and Cosmapa land type Units 1 and 2. A few very small areas of metamorphic rocks occur to the south as rare scattered occurrences in the area of tertiary volcanics. The metamorphic rocks are very predominantly a schist, usually green and with abundant quartz veins, other types encountered include marble (metamorphosed limestone), graphite (metamorphosed sandstone) and gneiss (metamorphosed granite). Apart from the schist the only type of even moderate extent is marble.

The area of schist shows some evidence of peneplanation as most ridge tops in any one area tend to have the same height. This peneplanation probably took place during the late Tertiary or early Pliocene and is probably concurrent with the deposition of the sediments running from Totecacinte to Ocotil. However, the area is now completely rejuvenated with V-shaped valleys and some small valley flats. The general stream lines now cut across the old sediments at right angles indicating a marked rejuvenation of the whole area.

The schists produce soils of poor to moderate fertility, usually distinctly acid. The only soils seen developed from marble were badly eroded and very shallow. Other rock types do not cover sufficient area to produce a distinctive soil and merely slightly alter the composition of soils formed from the surrounding schist.

C. Consolidated Sedimentary Rocks

Only two areas of consolidated sediments were seen. The first corresponds to the area of the Muy Muy land type, where the only rocks seen were sandstones which were fairly uniform over a very large area. Around Muy Muy the sandstones are white in colour and around Tierra Azul various shades of green. These sandstones are probably of tertiary age. The area has not been rejuvenated and consists largely of gently rolling small hills with some very extensive flats. These sandstones are apparently of relatively good base status and produce soils of poor to moderate fertility.

A further area of consolidated sedimentary rocks is found around Totogalpa in the northern part of the Pueblo Nuevo land type. This consists largely of red conglomerates with small areas of red sandstone. The conglomerate is bright red in colour and consists largely of fine grained sand particles with many inclusions of rounded quartz and occasional of other rock types. These inclusions are mostly under 2" in diameter and tend to be in layers. The soils produced from this red conglomerates and sandstones are mostly acid, sandy, and never of good fertility.

D. Unconsolidated Sediments

1. Sediments derived predominantly from granite and schist. The deep deposits of gravel and clay of the Ocotil land type are derived from granite and

schist respectively. These sediments are probably of Pliocene age and were deposited by an old river running from Totecacinte to Ocotal. The gravel sediments consist of numerous horizontally bedded layers which vary slightly in the relative amounts of sand and gravel. The deposits are very largely flat and are up to 100 feet thick. The clay deposits cover a small area to the north of Jalapa, in line with the gravel deposits. The fertility of these both sediments is low because of the poor fertility of the parent rock.

2. Sediments derived from tertiary volcanics: These sediments cover land type Venecia and Unit 5, Cosmapa land type, and are found near Venecia and San Rafael del Norte. A few very small areas of this type occur elsewhere but are too small to map. The sediments vary considerably, consisting largely of small boulders, gravel and sand. There are also thin beds of diatomaceous earth and feldspar. These sediments were probably deposited in a small lake during the Tertiary, or early Quaternary, the lake being probably dammed by volcanic sediments. The soils formed from these sediments are of poor to moderately good fertility.

E. Recent Alluvium

Although alluvium from all rock types in the area is still being deposited, the only extensive areas are formed almost entirely from tertiary volcanics, land types: Buenos Aires, Esteli and Limay. These sediments vary greatly in texture from small boulders to fine clay, with some deposits of caolin and felspar. The soils derived from recent alluvium are from fair to very high fertility, varying somewhat, due to the nature of the parent rock.

VI. SOILS

The soils of the surveyed area have been classified into eight major groups, with several groups being further subdivided. The main factors responsible for the variation in soils are the climate, the varying parent material, the drainage and the degree of slope.

Some twenty soil samples were collected and these have been analysed in some detail by the Servicio Tecnico Agricola de Nicaragua. In addition, analysis of a further twenty soil samples, collected in the area and analysed by the Servicio, have been studied. The soil analysis data have been used to confirm observation on the fertility of all soil groups.

No samples have as yet been collected for detailed study of the classification or origin of the soils. It is intended that such a study will be made by Ing. Rafael F. J. Valencia at a later date as part of a general account of the soils of Nicaragua. This account of the soils is intended largely for land use purposes and has been written with the cooperation of Ing. Rafael F. J. Valencia.

A. BLACK TROPICAL SOILS

These soils sometimes called "Dark Soils of the Tropics and Sub-Tropics" are widely distributed in the world usually in areas with moderately high to low rainfall but with a marked dry season. The characteristic soils are black montmorillonitic clays, deeply cracking when dry. They are usually neutral to slightly alkaline in reaction, often have calcareous nodules, a moderately low organic

content and are formed from parent materials rich in bases. Such soils are found in India, Ceylon, tropical and sub-tropical Australia and Africa and are also widely distributed, although little known, in America. There are many sub-groups of Black Tropical Soils, mostly with limited geographical distribution. However, as no information is available at present on the composition of clay minerals in the Nicaraguan soils, it is not as yet possible to place them in any of the previously described sub-groups nor to erect a new sub-group.

A variety of different soils has been placed under this heading all of which, it is felt, are formed by similar soil processes. These include soils which have loam or clay textures and do not crack on drying. The clay soils in the surveyed area are somewhat distinct from other Black Tropical Soils in that they are often very slightly acid in reaction, no calcareous nodules have been seen and they sometimes form on rocks with moderately low contents of bases. It should be mentioned however that calcareous nodules do occur in Black Tropical Soils elsewhere in Nicaragua.

In general, black tropical soils cover all areas of flat to moderately rolling topography in that part of the surveyed area which has less than 65 inches of rainfall, with the exception of areas covered by soils derived largely from granite or very recent alluvium. Black tropical soils are often encountered buried at some depth below recent alluvial soils. It is probable that if no fresh material was deposited, black tropical soils will slowly form on recent alluvial deposits. In addition there are similarities between the black tropical soils on gentle slopes and the grey-brown or black lithosols and regosols of near-by steep slopes, in that the top layer is a similar black clay. It is therefore apparent that somewhat similar soil forming processes are operating. Further black tropical soils have been noted on low lying areas of poor drainage with up to 90 inches of rainfall.

The occurrence of this group is due largely to alternate wetting and drying of the soil, in the drier areas due to the seasonal distribution of rainfall, and in the wetter areas due to seasonal flooding.

Two main divisions of Black Tropical Soils have been recognized. Soils formed in situ which are largely clay, and transported soils which are largely clay, clay-loam and loam. A third division has been recognized to accommodate transitional soils between tropical black soils and soils of wetter areas.

(a) Tropical Black Soils formed in situ:

1. **Occurrence:** This division covers extensive areas in land types: Lava, Units 1, 2, and 3 and Muy Muy, Units 1 and 2, and covers small areas in land types Somoto, Pueblo Nuevo, Cosmapa.

It is formed on a wide variety of rocks including most tertiary volcanics as well as tertiary sandstones and occurs in areas with 50–70 inches rainfall.

2. **Profile description:** The typical profile is very little differentiated.

0–24" heavy black sticky clay, massive when wet and with deep cracks and blocky structure on drying.

24" and more lava, very little decomposed.

On top of this soil is a layer, one inch deep, of black clay which has a large granular structure on drying. Variations in the profile are not great. The major variation is in the depth of the clay layer, which may range from a few

inches to over 4 feet but usually is about 2 feet. A rather important variation for land use is the amount of rocks present in the clay, which on soils formed on lava is often so high as to preclude mechanical cultivation, and due to surface occurrence many make pasture mowing impracticable. The subsoil varies with the parent material, but this is usually little decomposed with a sharp transition to the clay layer. A variation which is seen largely when the soil is under forest or dense woodland is a layer of brown organic loam on the surface, usually only one inch in depth. The texture of the soil varies only slightly and is usually heavy clay, but at high altitudes with high rainfall the texture is occasionally light clay.

3. **Fertility:** The fertility of the various soils is largely associated with type of parent material. Soils of the Muy Muy land type formed on tertiary sandstones are in general of low fertility and need balanced fertilizer applications for good crop growth. Soils formed on basic volcanic rocks are of low to fairly high fertility while some soils are in need of moderate amounts of potassium. Soils formed on acidic lavas are also of moderately low fertility.

Although these soils are mostly of low to moderate fertility their main disadvantage for agriculture is that the heavy nature of the clay makes ploughing and working the soils extremely difficult. If suitable techniques for working the promising black clay soils on transported material are developed, then these methods can be applied to this type, and with liberal fertilizer application much of this soil would give good returns as arable land. At present these soils are largely used for pastures and some for subsistence agriculture.

(b) **Tropical Black Soils formed on transported material:**

1. **Occurrence:** These soils occupy large areas in land types: Buenos Aires, Unit 1; Esteli, Units 1 and 3; Somoto, Units 2 and 4; and Pueblo Nuevo, Units 2 and 4, and cover smaller areas in Concordia, Quilali, La India, Venecia and Tuma land types. It includes soils formed from river and lake alluvium as well as soil transported by soil creep. The parent material is derived from a variety of rocks, largely basic tertiary volcanics, but also from acidic volcanics and schists. The soil is formed in areas with 40 to 90 inches of annual rainfall but covers far greater areas in the drier regions. The topography varies from gentle slopes to very extensive plains.

2. **Profile description:** The typical profile has 3 layers:

0–30" heavy black sticky clay, massive when wet and with deep cracks and blocky structure when dry.

30"–40" heavy grey clay, massive.

40" rounded gravel with some grey clay.

This profile varies greatly. The most important variation is in the texture of the topsoil which in large areas, particularly in the Estelí and Buenos Aires land type is clay-loam and sometimes loam. The depth of the profile also varies greatly and may be from 1 to over 6 feet in depth, although usually 2 to 4 feet. In the wetter areas a very shallow layer of brown clay-loam or clay is sometimes found on the surface.

Variations in the subsoils are also very great but of lesser importance to land use. These variations reflect the past history of the soils. In cases of soils formed by soil creep they consist of the parent rock of the area, including basic

and acidic volcanics, and schists. In alluvial soils they may be sands, silt, clays, gravels, caolin or felspar.

3. **Fertility:** The fertility of these soils varies with the type of parent material. Soils derived from basic volcanics are mostly of medium to high fertility, but usually show need of nitrogen and also phosphate. Soils derived from acidic volcanics and schist mostly are of medium to low fertility and require strong applications of fertilizer.

However, the main differences in land use are associated with the texture of the topsoil. The clay-loams and loams are extremely good arable land and are largely under crops. The type of crop suitable for these soils is dependent on the local climate. Fertilizer recommendations should be made for each specific crop on each site and these recommendations should be preferably based on fertilizer trials supported by a routine soil analysis.

The clay soils on the other hand are extremely difficult to work because of their stickiness, and strongly hold water during the dry season thus accentuating the drought. These soils however, are almost as fertile as the clay-loams, and if suitable methods can be worked out, these soils will add greatly to the amount of arable land available to Niaragua. It is suggested that many of these clay soils in the Esteli land type may be used for irrigated rice and the area north of Jinotega for dry land rice. For other crops the soils would need investigations to determine correct time for working in relation to water content so as to produce a good seed bed. They will also need investigations to determine the most economical method for improving drainage. Because of the great extent of these soils in Nicaragua and because of their good potentialities for cropping it is strongly recommended that such investigations be incorporated in the general experimental program of the Servicio de Extension Agricola de Nicaragua. Such a program would of course be guided by a detailed soil survey of the experimental area.

(c) **Transitional Black Tropical Soils:**

1. **Occurrence:** This division is restricted to the Pantasma land type. It includes soils intermediate in character between true black tropical soils and brown, dark, and yellow latosols. This type is formed on tertiary volcanics only, generally on rocks in situ and under 60–75 inches of rainfall.

2. **Profile description:** The typical profile has three layers:

0–12" black clay-loam of good to medium granular structure.

12–18" dark brown gravelly clay, massive.

18–40" light reddish-brown gravelly clay, the percentage of gravel increasing with depth.

40" decomposing parent material.

Variations in this profile are largely associated with the depth of the topsoil which ranges from 6 inches to over 2 feet. The texture is mostly clay-loam, rarely clay or loam and the colour may be black or very dark brown. The layer of dark brown clay is usually present but is never very deep. The subsoil varies somewhat in colour being often brown or yellow brown.

3. **Fertility:** These soils are mostly of medium to high fertility and the

deeper, well-drained soils are largely planted to coffee, the remainder to pasture, some to corn. They are well suited for coffee but would show response to fertilizer application and green manuring. In general available phosphate is mostly fair, potassium good and nitrogen somewhat low, although the amounts of fertilizers required do differ greatly from place to place largely depending on past land use. When sown to corn these soils should be given protection from erosion which constitutes a serious menace.

B. LITHOSOLS

Lithosols are shallow stony soils over little decomposed bedrock and have no well defined genetic horizons due to their relative youth. Such soils are common in mountainous country throughout the world. Because of their shallow nature such soils are of little agricultural value and are usually reserved for pasture or forest.

Lithosols occur on steep slopes in the drier parts of the surveyed area (less than 70 inches) wherever the bedrock is resistant to weathering. They are largely confined to tertiary volcanics. Three main divisions of lithosols have been recognized, black, grey-brown, and red. Red lithosols occur where the soil parent material consists of slightly weathered rocks high in iron, which imparts a red colour to the whole profile. Black lithosols occur on all other tertiary volcanics in the wetter zone (60–70 inches), while grey-brown lithosols occur in areas with a 40–60 inch rainfall.

In general lithosols occur in long settled areas where the continued land use combined with prevailing steep slopes and marked dry season has led to very severe erosion. This erosion is most marked in the area of grey-brown lithosols where the topsoil has been denuded or buried by erosion products over almost all the area. In the wetter areas, with black lithosols, erosion is still severe, but there are. In the wetter areas, with black lithosols, erosion is still severe, but there are extensive areas with the topsoil still remaining.

(a) **Black Lithosols:**

1. **Occurrence:** This type covers large areas in the Concordia land type and small to moderate sized areas in the Somoto and Cosmapa land types. Small areas also occur in areas of marble in the Quilali land type. It is largely confined to steep slopes with more than 60 inches rainfall, below 60" it merges with the grey-brown lithosols.

2. **Profile description:** The typical profile has three well marked layers:

0–4" black clay, small to very large granular structure when dry, many plant roots.

4"–12" dark brown gravelly clay, massive.

12"–20" light brown very gravelly clay with many floating rocks, merging with undecomposed parent material.

Angular rock fragments are common through the whole profile. This soil type merges with the degraded black tropical soils with increasing rainfall and grey brown lithosols with decreasing rainfall. It is shallower on steeper slopes and merges with black tropical clay on slight slopes. The variations in profile reflect all these transitions, with the topsoil ranging from 0 to 12 inches in depth.

3. **Fertility:** These soils have a moderate fertility, but due to their shallow nature they are only really suitable for pasture and forest although corn is often planted by primitive methods. Both for corn and for pastures good responses would be obtained by topdressing with phosphate fertilizer, but this is probably not economic under present conditions. The eroded soil has a low fertility and is of small value for pasture or corn, but in many cases the land is still replanted to corn with subsequent very low yields.

(b) **Grey-brown lithosols:**

1. **Occurrence:** This soil covers very large areas in the La India and Concordia land types and smaller areas in the Pueblo Nuevo and Somoto land types. It is the predominant soil on tertiary volcanics on steep slopes in the 40–60 inch rainfall zone.

2. **Profile description:** The typical profile has two well defined layers:

0–4" grey-brown clay, small to very large granular structure when dry, many plant roots.

4"–24" brown gravelly clay merging with little-decomposed parent material.

Angular rock fragments are common throughout the profile. The topsoil varies in colour from grey to grey-brown to very dark brown, merging in higher rainfall areas with black lithosols. The topsoil may be less than 1" on the steepest slopes and merges with black tropical soils on slight slopes. Small areas show transition to red lithosols with reddish colours common in the subsoil.

3. **Fertility:** These soils are very shallow but are occasionally planted to corn by primitive methods. Fertility is moderate but pastures would respond to fertilizer application. These soils are solely for pasture or forest, and even under pasture great care is needed to prevent erosion. At present erosion is extremely severe with only very small areas uneroded.

(c) **Red Lithosols:**

1. **Occurrence:** This soil division covers very large areas in the Pueblo Nuevo land type and also occurs in scattered areas in the Cosmapa and Concordia land type. It occurs on steep slopes where the parent material consists of slightly weathered rocks, mostly volcanic but with small areas of tertiary conglomerate and sandstone, which are light to bright red or pink in colour due to the high content of weathered iron. This partly weathered rock is the present day parent material for these young soils.

2. **Profile description:**

0–3" dark reddish brown loam, small to moderate granular structure when dry.

3"–20" red gravelly clay merging with little decomposed parent material.

Rock fragments, often of sub-angular quartz, are common throughout the profile. There is considerable variation in the texture of the topsoil largely depending on the amount of silica in the parent material; on more basic rocks the topsoil is brown clay-loam or sometimes clay. This type merges with grey-brown

lithosols and on lesser slopes with black tropical soils. Erosion is widespread and the topsoil is frequently absent or buried.

3. **Fertility:** These soils are of low to medium fertility and are largely used for pasture although moderate areas support fair pine forests. The lighter texture of the topsoil means that water retained is more readily available, but its shallow nature results in the pastures drying out quite quickly in the dry season.

C. REGOSOLS

Regosols are immature soils similar to lithosols but formed on soft rocks or rapidly decomposed deposits. Like lithosols they are widely distributed throughout the world, and the regosols show variations associated with the particular environmental conditions of the area.

They occur on flat to mountainous country on granite, schist, and deposits of tertiary alluvium. Three subdivisions of regosols are recognized: yellow, brown and black lithosols, the distribution of which is largely correlated with climatic conditions.

(a) **Yellow Regosols:**

1. **Occurrence:** Occur largely in areas of the Ocotal land type with less than 50 inch rainfall, and in smaller areas with similar rainfall on the Dipilito, Cosmapa and Quilali land type. They are best developed on unconsolidated tertiary alluvium derived largely from granite but they also occur on granite and schist in situ.

2. **Profile description:**

The typical profile has two distinct layers.

0-6" grey sandy loam.

0-6" and more gravel deposits of tertiary alluvium extending to great depth.

The main variations are associated with types of parent material. On relatively flat tertiary alluvium the topsoil is from 4" to 12" in depth and the subsoil is formed of layered gravels, sands and sandy loam. These sediments may be 100 feet in depth showing little change with depth. On the granitic steep slopes, the parent material is usually decomposed to over 20 feet in depth, but the original structure of the granite can still be recognized. In the case of schists the parent material is not weathered so deeply and there is much partly decomposed schist in the subsoil, and some soils formed on schist are intermediate between a lithosol and a typical regosol. On the steep slopes prevailing with granite or schist the topsoils are rarely deeper than 3 inches and often are completely removed by erosion. These regosols are very similar to soils in East Africa formed under similar climatic conditions on similar acidic deposits, where they have received the local name of "plateau soils".

3. **Fertility:** The only soils flat enough and with sufficient topsoil for agriculture are some yellow regosols on tertiary alluvium. A small area of such soils is cultivated around Ocotal, but although of favourable texture these soils are of very low fertility due to the acid nature and poor base status of the pa-

rent material. These soils require very heavy liming to correct the acidity, and large quantities of all plant nutrients.

(b) **Brown Regosols:**

1. **Occurrence:** These soils occur in areas of the Quilali, Cosmapa and Dipilto land type with rainfall of 50–70 inches and of the Ocotal land type with 50–60 inches. They are found on granite, schist and tertiary alluvium.

2. **Profile description:** The typical profile has two distinct horizons:
0–8" dark brown loam.

More than 8" light brown gravelly deposits of tertiary alluvium.

Variations in the profile are largely associated with depth of the topsoil which varies according to the slope and parent material; occasionally the decomposed parent material has reddish tints.

3. **Fertility:** In general these soils are of little use for mechanical cultivation and only small areas are planted to corn by primitive methods. However, moderate areas are planted to coffee. The fertility of these soils is low, although some areas on schist give fair yields of coffee. The soils derived from granite and tertiary alluvium, are both very acid and very low in nutrients and need large quantities of lime and all plant nutrients. Soils derived from schists are also acid but would have a moderate supply of nutrients if limed. However, even these soils would profit from heavy fertilizer applications.

(c) **Black Regosols:**

1. **Occurrence:** These soils are very similar to the brown regosols. They occur on areas of the Quilali and Dipilto land types with more than 70" rainfall, the Ocotal land type with more than 60" and in the Venecia land type. They are formed from the same materials as the brown regosols, but the area in Venecia land type is formed from tertiary alluvium of moderate base status.

2. **Profile description:** The profiles are similar to the brown regosols except that the topsoil is black and generally deeper.

3. **Fertility:** The fertility of these soils is similar to the brown regosols, but the black regosols of the Venecia land type are of moderate fertility and require less liming and fertilizer applications.

D. **BROWN LATOSOLS**

This great soil group is of common occurrence in the humid tropics. It is characterized by a deep friable brown topsoil, clay or clay-loam in texture, with a moderate development of slightly heavier subsoil, often brown or grey in colour. No subdivision of this group has been made in the surveyed area.

1. **Occurrence:** Brown latosols cover the greater part of the Tuma land type and also occur in the Fundadora land type. They are found on all types of tertiary volcanics, on steep to gentle slopes in areas with more than 75 inches of rainfall.

2. **Profile description:** The typical profile has two horizons, sometimes not distinct.

0–18" dark brown clay, medium granular structure.

18–30" dark grey-brown clay, often massive in structure, merging sharply with decomposed parent material.

In forested sites there is usually a thin surface layer of decomposed litter. Profile variations are largely associated with degree of slope, the topsoil being generally deeper and heavier on lesser slopes, browner and lighter on steeper slopes. Angular rock fragments occasionally occur in the profile but are not common. This soil group gradually merges with tropical black clays on poorly drained sites.

3. **Fertility:** These soils are mostly of fairly high fertility and are used largely for coffee plantations and pasture. Despite the fertile nature of these soils, fertilizer applications are rightly an essential part of the intensive program for improvement of coffee yields at present being conducted by the Government of Nicaragua.

E. DARK LATOSOLS

These soils cover small areas being found only in the Fundadora land type, generally in areas with more than 80 inches rainfall. They occur on basic volcanic rocks, particularly on basalt. This group has red-brown friable topsoils, generally over 12" in depth, merging with a red clay subsoil with a slight reticulate mottling of whitish clay. These soils are mostly of moderately high fertility and are used largely for coffee, but some areas are planted to potatoes, corn and other crops and the shallower soils on steep slopes are used for pasture.

The need for fertilizers is similar to that of the Brown Latosols. The amounts of the various nutrients should be balanced according to the crop requirements. For coffee plantations fertilizers are only justified when a program of general good management is instituted. Even on these rich soils fertilizing is essential for high production, but a simple fertilizing program without simultaneous correction of the common bad management practices would result in much of the value if the fertilizer being used for excess growth of weeds and shade trees.

F. YELLOW LATOSOLS

These soils are similar to the Dark Latosols, but occur on most types of tertiary volcanic and also in areas with as low as 75 inches of annual rainfall. The topsoil is a brown friable clay, often with yellowish tints from one to two feet in depth. The subsoils are mostly very deep, mottled yellow or orange clays.

These soils are slightly less fertile than the dark latosols but land use and fertilizer requirements are similar.

G. HYDROMORPHIC SOILS

These soils occur only in a small area of the Ocotal land type. In this site they cover a rather extensive poorly drained plain, in a high rainfall area. The parent material is infertile tertiary alluvium. The profile has a topsoil of from one to two feet of black peaty or organic loam and the subsoils are grey clay, silts, and gravels. These soils are most infertile and suffer badly from waterlog-

ging. They are only useful at present for low quality pasture. With extensive drainage works and large applications of lime and fertilizers these soils could be productive land for a small range of vegetable crops, but such a program is not at present practicable.

H. YOUNG ALLUVIAL SOILS

Large areas of alluvium are covered by soils which have the characteristics of black tropical soils and have been described under this heading. Other soils on tertiary alluvium have been described under regosols. The remaining alluvial soils and the changes down their profiles are due to the character of the varying layers of alluvium.

1. **Occurrence:** Young alluvial soils cover all the area of the Limay land type and large areas of the Buenos Aires, and Esteli land types. Small areas of less fertile younger alluvial soil occur in the Quilali and Ocotal land types.

2. **Profile description:** These soils range in depth up to 30 feet. They consist of numerous layers of varying texture, commonly clay-loam and loam, but clay, sandy loam, sandy clay, sandy as well as silty textures also occur. Occasionally small bands of gravel or boulders occur in the profile. The colour varies only slightly being mainly dark brown, brown, grey-brown and grey. In some sections of the Esteli land type deposits of recent alluvial soils are found superimposed on a buried black tropical clay profile. A further variation which is of importance in land use is that some soils particularly in the Limay land type, have a high proportion of rounded gravel and stones. Over fairly large areas this proportion is high enough to preclude mechanized agriculture and in a further area makes production more difficult.

3. **Fertility:** In general, these soils are the most fertile of the surveyed area. With the exception of the stony soils they are all now under cultivation. These soils are well suited for a wide range of crops depending on the local climate. Fertilizers are not in general use but would in many cases be of value. As the fertility varies considerably with past land use no recommendations could be made without a routine analysis and also with consideration of the particular needs of the desired crop. Probably however, all soils would profit by increased use of rotations, especially the growing of legumes to improve nitrogen supply.

The alluvial soils derived from schist are however only of moderate fertility and need generous liming and addition of fertilizer.

VII. VEGETATION

The vegetation of the area shows very markedly the effect of man. Even before the arrival of the Spanish settlers in the early 16th century, there was a large Indian population whose corn cultivation would, even then, have destroyed a great deal of the climax vegetation. Since then the introduction of grazing, and a growing population have resulted in further extensive clearing of land, and this process has been greatly accelerated in recent years due to the opening of a network of roads.

With such long continued destruction of the original forests it is not pos-

sible to do more than give an outline of the original types, many of which can only be seen in small relic stands. The broad groups, however, can be determined.

It is probable that almost all of the area shown as over 70 inches rainfall was covered by evergreen rainforest. Within this forest there were many distinct types with major floristic differences corresponding to altitude zones and a further major distinction between rainforest types in areas with more and less than 80 inches of annual rainfall. However, there are now only small stands of rainforest which has largely been replaced by pastures, coffee plantations and low secondary regrowth both evergreen and deciduous. The present stands of rainforest cover large areas only on high steep land in zones of higher rainfall and become less frequent in zones with lower rainfall.

The greater part of the zone mapped as between 50 and 70 inches rainfall was probably covered by various stages in the transition from tall semi-evergreen rainforest to deciduous forest. Stands of these forests are almost nonexistent. This area which was the most suited climatic zone for the old Indian culture now consists largely of pasture, cultivated land and low secondary deciduous woodlands, with the percentage of evergreen species being appreciable only in the 60–70 inches zone.

The small area of less than 50 inches annual rainfall had a climax vegetation of tall deciduous woodland and low deciduous forest. Although much of this zone has been cleared there still are remnants of these communities.

The position of the pine and oak communities are discussed in detail below. Briefly these are secondary communities which largely occur in areas of 50 to 70 inch rainfall, but which occasionally occur in areas with up to 90 inch rainfall.

The description of vegetation which follows is based on the vegetation as it is now. Despite the fact that most communities are man-made, they still provide important clues to the physical environment. More particularly, the floristic composition of the communities, both climax and secondary, give a good indication of the effective climatic zones, both rainfall and temperature. Moreover, within any climatic zone, soil and drainage differences are also reflected in the vegetation compositions and to some extent even secondary communities have been used to evaluate the relative importance of soil changes.

PRESENT VEGETATION

1. **Deciduous Communities:** Under the present conditions little reliance can be placed on either the height or density of deciduous communities as an index of the physical environment. The three structural categories recognized: deciduous scrub, deciduous woodland and deciduous forest, occur largely depending on the recent history of the site, particularly the length of time since the area was cleared or partly cleared. What is important in evaluating the environment is the floristic composition. This must however always be considered along with the structural type concerned, as many species common in deciduous forest are absent or rare in an adjacent stand of deciduous scrub growing on an identical site, and vice-versa.

The deciduous communities are moderately rich in species, and each species has its own particular site preferences. Many, and these are often the

most common ones, occur in all deciduous communities, others show strong preferences or even absolute preference to one climatic zone or even to a particular group of soil or topographical conditions within one climatic zone. A few species show preferences to soils derived from one parent material irrespective of climate while more show preferences for topographical sites.

For convenience in description, the deciduous communities are divided into rainfall zones, and these zones correspond to the major floristic changes in the communities. The distribution of the communities, so recognized, has been very largely used in drawing the 50, 60 and 70 inch rainfall lines. However, it must be recognized that the variation in the communities is continuous with no sharp breaks, and that delineations between communities have been determined arbitrarily. The corresponding rainfall zone has been determined by using the known rainfall stations as standards. It is quite possible that the rainfall boundaries so determined will not correspond to boundaries of actual total rainfall, but they will correspond more closely to boundaries of effective rainfall, which is more important for land use purposes.

(a) 40–50 inch rainfall zone. ESCOBILLO-JIÑOCUABO Communities: In this zone the climax vegetation was deciduous, for the climate is very markedly seasonal with extremely rare and scattered rains during the 6 months dry season. Evergreen species are largely absent, the only common species are two small shrubs *Capparis flexuosa* L. FALSO ENDURECE MAIZ and *Capparis cynophallophora* L. LINGA. However the number of deciduous species is much higher than in the other zones, many of these being of rare or occasional occurrence. Most of the common species are species which colonize abandoned cultivation and are found in all deciduous communities, particularly *Bursera simaruba* (L.) Sarg. JIÑOCUABO, *Acacia costaricensis* Schenck CORNIZUELO or CACHITO, *Luehea candida* (DC.) Mart GUACIMO MOLENILLO and *Calycophyllum candidissimum* (Vahl.) DC. MADROÑO. Other common species which are also found in deciduous communities, but are most frequent in this zone, are *Haematoxylon brasiletto* Karst. BRASIL, *Gyrocarpus americanus* Jacq. TALALATE, *Plumeria rubra* L. f. *acutifolia* (Poir) Woodson. FLOR DE LA CRUZ, *Pithecolobium dulce* (Roxb.) Benth. ESPINO DE PLAYA, *Pisonia macranthocarpa* D. Sm. ESPINO NEGRO, *Pisonia aculeata* L. ESPINO NEGRO and *Crescentia alata* HBK. JICARO SABANERO. However, one very common species *Phyllostylon brasiliensis* Cap. ESCOBILLO is almost characteristic of the zone. This species is also found in the deciduous communities of higher rainfall, but as only very scattered individual trees, and never in the great density that often occurs in the dry zone where it is the most frequent species, both on eroded hills of the India land type, and also on the black clay flats of the Esteli land type. It also is often common as isolated trees in cleared pasture land in the dry zone.

Apart from these common species, the dry zone is also characterized by less common species of small to moderate sized trees which are rare in higher rainfall areas. Such species include: *Casearia aculeata* Jacq. and *Casearia banquitana* Krause CERITO, *Diospyros nicaraguensis* Standl. CHOCOYO, *Guaiacum sanctum* L. GUAYACAN, *Muracrepitans* L. JAVILLO, *Zizyphus guatemalensis* Hemsl. NANCIGUISTE, *Ximenia americana* L. JOCOMICO and many others.

Within this dry zone the largest differences in floristic composition are associated with topographical changes, particularly with sites where water is more readily available, such as along river banks or gullies. The vegetation in such sites usually consists of many of the same species as on the surrounding

slopes, but in addition there are many species of taller trees which are commonly found in areas of higher rainfall. Although evergreen species, e.g. several species of *Ficus*, CHILAMATE such as *Ficus ovalis* (Liebm.) Miq., *Ficus glaucescens* (Liebm.) Miq., and several species of *Brosimum* OJOQUE such as *Brosimum costaricanum* Liebm. and *Brosimum alicastrum* Sw. are common, the great majority of species in these wetter sites are deciduous and include *Pithecolobium saman* (Jacq.) Benth. GENIZARO; *Albizia caribaea* (Urban) Britt. & Rose. GUANACASTE BLANCO and *Ceiba pentandra* (L.) Gaertn. CEIBA. These streamside communities, which are remnants of an old past climax semi-evergreen forest, have a markedly different aspect from the surrounding communities. They are always much taller and greener and their presence emphasizes the importance of the 6 months drought each year even on the adapted native vegetation.

Differences in floristic composition associated with other topographical changes are on a lesser scale. Most species will grow on steep slopes with shallow soils as well as on extensive plains with deep heavy soils. However many show preference for example *Gyrocarpus americanus*; *Calycophyllum candidissimum* and *Bursera simaruba* are all more common on slopes. Differences associated with different parent material of the soil are not great, although there are distinct differences between the communities on alluvium derived from tertiary volcanics near Sebaco and those on granite alluvium near Ocotul. These differences are largely evident in the percentage of each species present rather than in the complete absence of species in either area.

b) 50–60 inch rainfall zone. LAUREL-GUACIMO Communities. The climax vegetation of this zone was probably a tall forest predominantly deciduous, but with a fair percentage of evergreen species. Evergreen species are now very rare, particularly in the woodland and scrub communities. The presence of these rare evergreen species in an area dominated by deciduous species is diagnostic of the zone. Moreover the deciduous species include many tall growing species characteristic of areas of medium rainfall but with a long dry season. Such species include *Enterolebium cyclocarpum* (Jacq.) Griseb. GUANACASTE DE OREJA, *Astronium graveolens* Jacq. RONRON, *Pithecolobium saman*, *Cassia grandis* L. CARAO or CAROL, *Ceiba pentandra* and *Mastichodendron Capiri* var. *tempisque* (Pitt.) Cronq. TEMPISQUE; these species are not common except along the creeks in the area, though not being restricted to such sites.

The great majority of the present day communities are degenerate woodlands and include many species common to all deciduous communities as well as other species which show marked preferences for this zone. The common species are: *Guazuma ulmifolia* Lam GUACIMO DE TERNERO, *Luehea candida*, *Lysiloma multifoliatum* B. & R. QUEBRACHO, *Acacia pennatula* (S. & C.) Benth CARBON COMAYAGUE, *Cordia alliodora* (Ruiz & Pavon) Cham. LAUREL, *Spondias purpurea* L. JOCOTE, *Calycophyllum candidissimum*, *Gliricidia sepium* (Jacq.) Steud. MADERO NEGRO, *Bursera simaruba*, *Cedrela mexicana* Roem. CEDRO, *Ceiba aesculifolia* (HBK.) B. & R. POCHOTE, *Carica pennata* Heilborn. PAPAYA GUATEMALA, *Alvaradoa amorphoides* Liebm. ZORRILLO or CARATILLO and *Licania arborea* Seem. HOJA TOSTADA. Within this rainfall zone variation in the floristic composition is largely associated with altitude; major differences in soil type produce very minor variations in these secondary communities. The altitude differences are more marked particularly in areas of relatively low elevation around Muy Muy where species characteristic of the Lake Nicaragua-Lake Managua lowlands are more common.

c) High rainfall zone (60–70) inches. GUAPINOL-GUACIMO Communities: This zone was originally covered by tall forest with mixed evergreen and deciduous trees. The present communities, however, consist largely of deciduous trees. However, evergreen species are rarely absent and some including **Nectandra salicifolia** (HBK.) Nees. AGUACATE MONTERO, **Nectandra globosa** (Aubl.) Mez. AGUACATE MONTERO, **Achras calcicola** Pitt. NISPERO DE MONTANA, **Croton panamensis** Muell. Arg. SANGREDRAGO and several species of **Inga**, GUA-VO, are common. The common deciduous species include many common in other zones: **Cedrela mexicana**, **Ceiba aesculifolia**, **Guazuma ulmifolia**, **Calycophyllum candidissimum**, **Hymenaea Courbaril**, **Lonchocarpus lucidus** (Willd.) HBK. CHAPERNO and **Erythrina glauca** Willd. GALLITO.

Deciduous communities also occur in areas with rainfall above 70 inches. These communities usually have a relatively high percentage of evergreen species and the deciduous species are those species of most wide distribution.

2. **Rainforest Communities:** Only scattered stands remain of the once extensive rainforests which originally covered all areas with 70 inch rainfall or more. Mostly the rainforest is replaced by pasture or low semi-evergreen or evergreen woodland and scrub. The only remaining stands of any size are found in the extreme west of the area, or on high steep mountain slopes. However, indications of the composition of the original forests are found in the small scattered stands still remaining especially in creek beds, and also in the tall trees frequently on many coffee plantations which serve as shade for the coffee bushes.

The rainforests of the whole area have many species found throughout, and although stands of very distinct composition can be found, there are no sharply defined communities. Each individual species has its own preference for environmental conditions and the net effect is a continuous variation which largely reflects the altitude and to a lesser extent the annual rainfall and its seasonal distribution. Effects of differences in soil types due to parent material differences are fairly slight.

The highest stands examined were at 5,000 feet. These were very tall forest and could probably be classed on a structural basis as sub-montane rainforest. No montane forest was seen although this may occur on the higher mountains on the extreme east of the surveyed area.

At all elevations the forests are very rich in species with very rarely a single species predominant and then only in small areas.

At the lowest elevations 1,500–2,000 feet, the following species were most common: **Brosimum utile** (HBK.) Oken. OJOCHÉ COLORADO, **Luehea Seemmannii** Triana & Planch. GUACIMO COLORADO, **Cassia fruticosa** L. f. VAINILLO, **Astronium graveolens**, **Terminalia chiriquensis** Pittier. GUAYABON, **Ceiba pentandra**, **Cedrela mexicana**. A noticeable feature of these communities is the moderate proportion of deciduous species, although under the high rainfall conditions prevailing, these trees are leafless for only very short periods each year and the forests never appear deciduous.

At moderate elevation 2,000–4,000 feet, the most common species are **Chaetoptelea mexicana** Liemb. SAUCE, **Quercus aaata** Mull. and **Quercus brenessi** Trel. ROBLE ENCINO, **Ficus glabrata** HBK. MATAPALO, **Mastichodendron Capiri** var. *tempisque*, **Calophyllum brasiliense**, Camb. var. *Rekoi* Standl. MARIA, **Nec-**

tandra nerviosa Mez. & Pitt. LISAQUIN, *Ilex hondurensis* Standl. ARENO BLANCO, *Persea americana* Mill. AGUACATE MONTERO, *Nectandra reticulata* (R. & P.) Mez. AGUACATE CANELO, an unidentified species AGUACATE POSAN, *Juglans olanchanum* Standl. & L. Wms. NOGAL, *Swietenia macrophylla* King. CAOBA, *Achras calcicola*. Of these some are particularly common in the areas with less than 80 inches rainfall, e.g. *Mastichodendron Capi* var. *tempisque*, *Chaetoptelea mexicana*, *Liquidambar styraciflua* L. LIQUIDAMBAR.

At higher elevations 4,000–5,000 feet, many of the same species also occur, particularly *Quercus aaata*, *Quercus brenesii*, *Calophyllum brasiliense* Camb. var *Rekoi*, an unidentified species ARENO, *Ilex hondurensis*, *Litsea glaucescens* HBK. Other species such as *Chaetoptelea mexicana* are conspicuously absent or very rare. In addition there are many species of tall trees found in this zone but rare at lower elevations, including *Styrax polyanthus* Perk. ALAMO, *Quercus* sp., *Guarea brevianthera* C. DC. ACHIOTILLO, AGUACATE POSAN, *Nectandra reticulata*, SAPOTE, and *Cordia* sp. MUÑECO. Most of the common trees in the rainforests have already been collected but as yet many are still unidentified. It is intended to give a fuller list of species with complete identifications in a general account of the vegetation of the whole of Nicaragua to be written after more areas are studied.

Although mature stands of rainforest are uncommon, patches of regrowth often including many species of the mature forest are quite frequent. These stands usually originated as bush regrowth in pasture land, but to some extent also from long abandoned cultivation. In addition to the species of the mature forest these regrowth stands include many characteristic species. Probably the most typical species are *Croton panamensis* and *Zexmenia frutescens*. (Mill.) Blake TATASCAN, although this latter species is rare in the drier section. Other common species include *Inga punctata* Willd. GUAVA NEGRA, *Inga sapindoides* Willd. GUAVO, *Acalypha diversifolia* Jacq., *Inga panamensis* Seem. GUAJILOTE, *Inga eriorhachis* Harm. GUAVA COLORADA, *Inga spuria* Humb. & Bonpl. CUAJINICUIL, *Trema micrantha* (L.) Blume CAPULIN NEGRO, *Vismia mexicana* Schl. ACHOTILLO or MANCHA ROPA, numerous species of *Melastomaceae* CAPIROTES, *Psidium guajava* L. GUAYABO, *Psidium guineense* Swartz GUAYABITA.

3. **Pine and Oak Communities:** These communities cover the great bulk of land in the Dipilto and Cosmapa land types, while small scattered stands occur in other land types. The most common dominant is *Pinus oocarpa* Shiede. OCOTE, which covers at least 90% of the area. The remaining communities have as dominants or co-dominants *Pinus caribaea* Mor., *Pinus pseudostrobus* Lindl. and the following species of *Quercus* ROBLE: *Quercus oleoides* S. & C., *Quercus peduncularis* var. *sublanosa* (Trel.) Mull., *Quercus oocarpa* Liebm., *Quercus eugeniaefolia* Liebm. and *Quercus sapotaefolia* Liebm.

The three species of *Pinus* are distributed altitudinally. *Pinus oocarpa* grows at all altitudes studied above 2,000 feet, while *Pinus pseudostrobus* is limited to areas above 4,800 feet elevation and *Pinus caribaea* to areas below 2,500 feet elevation. The *Quercus* species usually occur as common species in the understory of pine forest, but occasionally as co-dominants with Pines or are completely dominant over small areas.

The *Quercus* species occur at all altitudes, and are communities formed by the effect of fire on long established pine stands. This is evidenced by the higher survival rate of oak seedlings than of pine when they are subject to pasture fires; and by the common occurrence of *Quercus* spp. where it would be

expected that fires are more severe, e.g. on the boundaries between pine stands and extensive areas of pasture, especially the drier areas. This conversion of pine stands to oak is still proceeding rapidly enough to be well recognized by the local farmers. However, the status of the Pine communities is not as simple.

It is believed that all the stands of pines in the area are secondary communities, but of great age, being formed well before Spanish settlement, and maintained by the system of burning for pasture renewal now practiced.

The reasons for this are as follows: The pines occur in a sub-montane climatic zone with from 60 to over 90 inches of rain with a dry season ranging from 2 to 6 months. In such a climatic zone the climax vegetation is usually an evergreen rainforest, a semi-evergreen rainforest or deciduous forest, all of very mixed composition. For pine forest with only one or two dominants to be the climax vegetation there would need to be some strongly limiting factor in the physical environment to exclude the great number of other tree species climatically adapted.

No such limiting factor could be found. Undoubtedly, the pine communities grow well on poor acidic soils and are much more common there, but they are certainly not restricted to such soils; in fact, pine communities are found on all major soil types above 2,000 feet elevation. Further, although pines cover almost all of the area of soils derived from granite which are undoubtedly the poorest and most acid soils, other communities also occur. There are several extensive areas of broadleaf rainforest and occasional broadleaf species are present in the pine forest growing on poor soils derived from granite. On all other soil types, including acid soils derived from schists and extrusive volcanics, and the more basic soils derived from basic volcanics, broadleaf communities are usually equally as common as pine.

The case is similar when topographical variations of the environment are considered, for there is no combination of physical factors of the environment of the area which is covered exclusively by pines.

With two such distinct types of vegetation occupying the same physical environment it is obvious that one is secondary, i.e. man-made, and this is the pine community, for **Pinus oocarpa**, although moderately shade tolerant, cannot germinate in the shade of evergreen rainforest, while evergreen communities can invade pine forests and are only excluded by fires. Thus pine can be considered as a fire maintained secondary community.

Under present cultural conditions few new pine stands are being formed. In fact only one stand was seen which could positively be identified as occurring on areas recently occupied by broadleaf forest. This was on the site of an old abandoned cultivation where pine saplings were growing densely with a few broadleaf species. The reverse is very often true, numerous stands once covered by pine are now dominated by oaks or more often cleared for pasture, and in living memory whole areas once covered by pine forest now have only rare scattered trees.

Many stages in the succession from pine forest to rainforest have been seen. The first stage which is very common at present is the domination by oaks to the exclusion of almost all pine trees due to the shading of the pine seedlings, although mature pines are unaffected. This oak community is apparently dominant for several generations of trees, but is gradually invaded by other broadleaf species including **Terminalia chiriquensis** Pittier GUAYABON

and an oak species characteristic of more mature rainforest, *Quercus aaata*, RO-BLE ENCIMO. These two species may be completely dominant over small areas of the succession, but are fairly rapidly invaded by numerous other species of the primary rainforest. The presence of this succession is very strong evidence in favour of the secondary nature of the pine communities. The observations on seedlings and saplings in each community are a definite proof that the succession is proceeding from pine forest to rainforest and not vice-versa.

VIII. LAND USE

FOREST INDUSTRY

A. General Position of the Industry

Nicaragua is a country with extensive areas of dense forest. The actual area was estimated in 1959 by the FAO Mission to be seventeen and a half million acres, or over half the area of the country. These immense resources have tended to overshadow the very real need for forest conservation and efficient utilization.

At present the forest industry in Nicaragua is very small and in no way reflects the immense reserves of the country in a world which has a growing shortage of both softwoods and hardwoods. The present annual value of exports of all forest products is less than four million dollars coming predominantly from the Atlantic Coast, whilst the value of timber supplied to the local market is probably of somewhat less value. However, with such reserves of timber it is highly feasible to build the export of timber from the whole country up to an equal or greater value than coffee or cotton exports.

This diversification would be of great advantage as a stabilizing influence on the economy, for timber prices are much less variable than most crops and the annual output, being little subject to variations due to climatic conditions or pest infestations, is much more predictable. As well as the good export possibilities, it is probable that with more efficient production and subsequent lower prices, the local demand for timber for all purposes would rise at a far greater rate than the increase in population.

However, due to local depletions of the reserves near centers of populations, prices of timber products in Nicaragua are increasing, and without conservation measures this steady depletion of timber will lead to even higher prices. Even now the timber reserves of the Pacific Coast have been so depleted that it is very profitable for even small scale operators near roads in the surveyed area to ship timber over two hundred kilometers to the Managua market. The major reason for this depletion of timber reserves is due to clearing of land for agricultural purposes, mostly with destruction of the standing timbers by burning, as the lack of roads makes it impossible to forward the timber to the market.

This process has been, and is still being repeated throughout Nicaragua, settlement has always preceded road construction, and by the time suitable roads are built, only a small fraction of the commercial timber remains. Further the lack of any efficient system of utilization, lack of knowledge on the uses of each species, and the small amounts of timber available have made it often unprofitable to extract the little timber which remains. These are the general pro-

blems facing the timber industry in Nicaragua in the light of which the forest problems of the surveyed area will be considered.

The surveyed area contains all the softwood reserves readily available to the centers of population of the country and a high proportion of the hardwood reserves. Although recent depletion of softwood reserves has not been great, that of the hardwood reserves has been excessive and is becoming more and more a serious problem.

a) Softwood Forests: The future supplies of softwoods for Nicaraguan use must come from the pine stands in the surveyed area, as there are only very small areas of pine elsewhere in the country connected by road to the centers of population.

Fortunately these supplies are very extensive and generally readily accessible. Pine forest covers 90% of the area of the Cosmapa and Dipilto land types making an area of over 600 sq. miles of pine forest. No detailed estimates of the rate of stocking are available, but these forests are generally fairly dense and must average approximately 4–6,000 board feet per acre of commercial timber giving a reserve of 1,800,000.000 board feet and under conditions of good management a sustained annual yield of at least one-hundred million board feet could be obtained with a value at present prices of US\$ 9,000,000. These figures are far in excess of the needs of Nicaragua in the foreseeable future, and offers good scope for an export industry. What is mainly required is sufficiently large scale operations to bring costs of production down. A market for such softwoods is readily available, for apart from the European market, these pine stands are favourably situated to supply the market of countries in the Western Pacific. These countries, which have small reserves of softwood forests, now import much of their requirements from the western and central regions of South-America. Furthermore as these areas of dense forest are near existing roads, production can begin immediately after capital is available.

b) Evergreen Hardwood Forests: The position of the hardwood forests is not so fortunate. Although the area was once largely covered by hardwood forests these have mostly been long since destroyed, and except near the eastern boundary of the surveyed area only occur in scattered stands. The small size of stands near to existing roads means that exploitation now can only take place on a small scale with high costs. This means that export possibilities are very limited. A further difficulty inherent in the working of most tropical rainforests is the great diversity of species. When cutting is done on a small scale little can be done with the rarer species because it is difficult to establish a market for any particular species when only a few logs are available. When larger quantities are available and the timber correctly graded as to its particular uses, it would be possible to obtain a satisfactory price for many of these rarer species. This is important because the great number of occasional species make up a very appreciable proportion of any stand.

Now that the hardwood reserves have been so seriously depleted, little can be done in the partly developed areas. However steps can be taken now to insure that as the frontier of development moves eastward, the value of the timber reserves in the undeveloped country is not lost. If this can be done systematically it will be found that the value of timber products produced can offset the greater part of the costs of development of the land.

What is needed is firstly a demarkation of timber reserves along the

frontier of development, coupled with a road building program to make rapid use of this timber. At the same time these roads would open the country for agricultural development. The cost of the roads is of course the major factor in limiting the rate of development, but this cost can be recouped firstly by charges made for concessions to extract the timber reserves and secondly, after the timber is extracted by sale of government land for agricultural purposes. The price of land in the region is very largely dependant on the nearness to roads and the construction of any road to extract timber would bring automatically a manyfold increase in land values. If it is desired to conserve the government's limited capital for road building, it will be important to return some of this increase in value to the Government Treasury so that it can be used for further road building.

c) **Deciduous Hardwood Forests:** No stand of deciduous forest of even moderate extent remains in the area surveyed. There are only scattered patches usually of very degenerate communities. Nevertheless, because of their proximity to centers of population, the areas of deciduous forest still play an important part in the economy of the region. At present through small scale extraction over a very large area, the deciduous forests supply almost all the firewood and hardwood timber produced. Because of the rapid rate in which the remaining timber is being used the deciduous forests are destined to become much less important in the future unless some program of timber conservation is instituted.

In the greater part of the area of deciduous forest, soil erosion is a very serious factor and wherever it is possible under the present social and economic system it is recommended that much of the steep land be allowed to revert to forest. Such areas should be managed as a crop for firewood and timber. The main advantage is that their relative proximity to centers of population greatly reduces transport costs, which is especially important in the case of firewood.

Moreover such areas can be made to produce a timber crop of high value if occasional attention is given to remove undesirable species while these are still small. In this manner land which is at present producing a poor return and at the same time threatening valuable bottom land, can be made to produce a better return.

B. Recommendations for Improvement of the Forest Industry

The Government is in a position to greatly strengthen the Forest Industry in this area by the following lines of action, most of which could be undertaken by the Forest Service when this is reconstituted.

a) **Establishment of Forest Reserves,** including as much land as possible in the pine covered granite ridges of the Mountains of Dipilto and the Mountains of Jalapa. Because of the importance of maintaining the future supplies of softwood in Nicaragua, as much of this area as possible should be reserved, even if it means repurchase of alienated land. It is hoped that such a reserve could cover all the Dipilto land type. This forest reserve should be maintained indefinitely for softwood production and should not be alienated for the production of coffee or other crops as the extreme poverty of the soil makes it unlikely that any crop could compete on a long range basis with pine production.

b) Any area of Government Land in the Cosmapa land type should be declared a timber reserve. Such land should not be alienated for other crops

until the timber is extracted, and this only if the area contains fertile soil. This would mean that the bulk of the Cosmapa land type should be permanently maintained for pine production as in general the soils are poorly suited for agricultural purposes.

c) As soon as possible the Forest Service should endeavour to institute a sound system of forest management in the designated reserves of softwoods. The present land use of these areas is causing only a slight reduction of the present volume of timber as these areas have been burnt annually for centuries. However, the prevention of this annual burn would permit far greater regeneration of pine and would also result in a better form of the older trees and thus greatly increase the value of the forests. But any system of fire control must be soundly managed to prevent the encroachment of broadleaf species of less timber value.

d) Timber reserves in the hardwood forests in the east of the surveyed area should be proclaimed. Suggested sites are the areas of Fundadora land type around Peñas Blancas, north of Matiguas, and south of El Tuma, and a very large area (200 square miles) of the Quilali land type to the west of Murra.

These timber reserves should not be alienated for agricultural development until the standing timber is extracted.

Consideration should also be given to the declaration of timber reserves lying to the east of the surveyed area, particularly in the Tuma Valley, but also in the Rio Grande Valley.

e) The new Forest Service should from its inception continue the process of gaining information on the evergreen forests. The main concern of the Forest Service in this regard should be firstly to identify hardwoods species in the field. For large trees the local common names are very useful, but as many of these are of strictly local use, it is necessary to correlate the local name with the scientific name. When the scientific name is obtained it will then be possible to use available information on the timber value. At the same time the Forest Service will need to make extensive collections of wood samples for testing. In this manner it will be able to give increasing assistance to the forestry industry in instituting proper timber grading according to the use of each particular species.

To do this the Forest Service should encourage its professional officers in the scientific recognition of species of commercial trees growing in the areas in which they are working and at the same time provide facilities for storage of specimens for future reference. Such procedures are normal in all forest services, but little attention was paid to this aspect of the work by the previous Forest Service of Nicaragua.

Field recognition of species is of course an essential pre-requisite before surveys of timber resources as recommended by the FAO Mission 1950 can be made, and such surveys are essential for planning an efficient forestry program.

At present much information on the field recognition of tree species is being accumulated by the ecological survey. At the same time a list of all plant species known from Nicaragua together with their common names, when known, is being prepared. When this list is complete, work will be commenced on descriptions of the more important timber trees, giving descriptions, identification characteristics, details of their occurrence and information on timber uses.

f) Favorable credit conditions should be available to forestry undertakings, particularly to companies which wish to develop the softwood forests for export. Further, attempts should be made to develop a small undertaking to supply kilndried and preserved timber for the local market. The lack of such treatment is a major reason why timber plays such a minor role in local construction in favour of more expensive materials. The possibilities of developing a pilot plant could well be considered by the Instituto de Fomento Nacional for its success would result in a general rise in housing standards throughout the country.

GRAZING INDUSTRY

The grazing industry in terms of cash value is the second largest industry in the area with an annual value of approximately C\$ 30,000.000. However, the industry reflects the general stage of development of the region in that land has been used to the maximum extent possible consistent with minimum capital investment. At present with increasing development in the area, particularly road construction, land prices are rising, and there is a general recognition of the need to obtain greater production per unit of land. This movement is most active in the Department of Esteli where the Cattlemen's Association has requested assistance from the Instituto de Fomento Nacional.

Due to climatic differences, there are major differences in the pasture problems facing different parts of the surveyed area, and the industry is best considered in three separate zones, on a basis of the length of the dry season.

1. **Dry Zone:** This zone includes all land with less than 65 inches of rainfall annually. It is characterized by a 6 months dry season from November-April, often of great severity. Geographically it occupies most of the western part of the surveyed area, including a large part of the pastures of the Department of Esteli. Within this zone the major differences in pasture potential are associated with variations in total rainfall, degree of slope and to some extent with soil type differences.

Typically the pasture consists of Jaragua Grass, *Hyparrhenia rufa*, but often in association with a large number of native grasses. Bushes and trees are common, particularly in the drier parts of the zone. Associated pasture legumes belong to very many species including some of high value, but under almost all conditions these legumes contribute very little to the value of the pasture.

The pastures are burnt every year during the latter part of the dry season. In many places the soil is left almost bare after this burn. The importance of this soil erosion is discussed elsewhere.

Following the first rains of the wet season, growth commences quickly and in a few weeks the pasture attains its highest carrying capacity. At this stage the cattle are allowed largely to graze at will, but can only consume a small part of the feed produced. Consequently the pasture gradually deteriorates in nutritive value as the grass matures, but throughout the wet season there is usually sufficient feed available. The only exception is in the 40-50 inch area when the months of July and August are often sufficiently dry to stop growth.

At the end of the wet season the pastures are usually tall (3'-5'), and have a high content of unpalatable crude fibre. With the onset of dry conditions

this rank grass rapidly dries out, particularly on the eroded soils on steep hills so common in the area. After one month of the dry season there is a very definite shortage of feed which becomes progressively worse until the onset of the next rains. During this dry season the cattle must obtain their food largely from bushes and trees, usually with low palatability and low nutritive value, and from the small areas receiving water from perennial streams. Needless to say, this causes a very marked loss in condition of all animals and a high death rate, particularly in young calves. In brief, the pastures are of necessity markedly understocked during the 6 months wet season because it is impossible to carry more cattle through the dry season under present conditions. Any program of improvement in this zone can make only minor progress unless it attacks this central problem.

The industry can be aided by many different methods of great or less practicability depending on the local social, economic and land conditions.

A method which offers best possibilities for big improvement in yields is to institute a system of fodder conservation in conjunction with a system of rotational grazing. Similar methods are coming into general use in many parts of the world, and are particularly suited to this zone because of the great differences in growth rates between the wet and dry season. Rotational grazing means that the available pasture on any holding is subdivided, usually into at least four areas. All available cattle are then grazed on each area in turn for a short period and then the pasture is allowed to rest while other areas are grazed. This grazing is managed so that the cattle are turned into an area when the pasture has a large amount of grass still in a highly nutritious and palatable stage. Grazing in this area is continued until the great bulk of the pasture is consumed, but the cattle are taken off before the pasture is eaten below the point where its rate of recovery is retarded. The ideal is then to place all cattle on a second and further areas to repeat the process, finally returning to the first area when it has fully recovered. The advantages of this system are that the pastures are maintained always as young grass, when both total production and nutritive values are highest per unit area. Further, the concentrated grazing forces cattle to eat all species in the pasture and not just the most palatable. In this manner the selective grazing of cattle is largely overcome and much of the competition from unpalatable species is removed. As a result the more valuable pasture species are able to occupy a rapidly increasing proportion of the sward while bushes and other weeds mostly disappear.

In practice the cattle must be rotated according to the conditions of the pasture. Grazing must be commenced in each area before the pasture has matured to a point where the proportion of crude fibre begins to significantly lower its palatability and nutritive value. This point will vary with the pasture composition, soil and climatic conditions. Roughly it corresponds to a height of 12 inches for Jaragua pastures, but this figure would need to be verified by practical results and could be checked by correlating the pasture growth with a plant analysis for crude fibre content. The point at which cattle should be removed is approximately when the pasture is 3 inches high, but this is readily checked by comparing subsequent growth rates of pastures where grazing is discontinued at different heights.

It is not possible to determine the period of time for which each should be grazed, but if possible, enough cattle should be put on the area to consume the pasture in approximately ten days, and enough land should be available to

provide pastures for all those cattle until the first pasture has regained its original height. It is obvious that growth rates of pastures will not be uniform even during the wet season due to different moisture and temperature conditions. Thus as the number of cattle on any area can not fluctuate violently during any one season, it is not possible to attain the theoretical maximum by grazing alone. It is necessary, even when only the wet season is considered, to have sufficient land in rotation for the periods of slowest growth and so avoid returning too early to an already grazed area. Accordingly, not all this land can be grazed during periods of rapid growth. As this excess land must not be permitted to mature and therefore lose value, the grazing cycle would need to be replaced by mowing and the fodder obtained preserved for use during the dry season in the form of silage.

As the dry season is so long and the amount of grazing that can be obtained during the period even by rotational grazing is so small, a very large quantity of conserved fodder is required. This means that in many areas where the amount of flat land is limited, that all suitable land should be regularly mowed during the growing season, and only grazed when growth is slowest. The quantities of such pasture land vary greatly in the different land types; it is highest in the flat to gently rolling landscapes of the Somoto, Pueblo Nuevo and Esteli land types, and is very low in the more extensive Concordia and India land types, due to the prevailing steep slopes. In the Lava land type which does include extensive areas of gentle topography, much land is unsuitable for mowing due to the numbers of large rocks on the soil surface. Thus it is essential in many areas to have an alternative source of fodder for conservation which must be obtained from use of arable land either with or without irrigation. This integration of the pastoral and agricultural industry offers great promise to be of major benefit to both industries.

Such a system of grazing management cannot be applied overnight. It requires considerable capital investment and there are many aspects of the application of the system to local conditions which still have to be determined in the field. Capital outlay is required for fencing a sufficient number of sub-divisions to efficiently practice rotational grazing. Each sub-division must be provided with a watering point. This can usually be so arranged on the subdivision boundaries to serve from two to four fenced areas. In favourable sites there may be sufficient perennial streams to provide water, but usually reservoirs or bores will be required. In many areas reservoirs offer a cheap solution to this problem as there is a high assured rainfall, but it will be necessary to have the reservoirs sufficiently large to last through the dry season.

Investigations are required to determine for each type of pasture the most favourable heights to commence and discontinue grazing and mowing, the best methods for preparation of silage, the most suitable species for mown pastures, and the most suitable methods of sub-division and land management for individual properties.

As a first stage it is suggested that a trial of combined rotational grazing and fodder conservation be made on a small scale with the co-operation of one or more landholders, but with financial support and technical advice from the Instituto de Fomento Nacional or the Ministerio de Agricultura. In this trial period of one year the response of the pastures to different periods of grazing should be checked, and at the same time plantings could be made of the more promising species for introduction to the pastures.

Following this trial period sufficient information on local conditions should be available to justify large scale demonstrations. These should be arranged on the properties of co-operating landholders with the assistance from the Government largely confined to technical guidance, use of equipment, and credit. The demonstrations should be widely spaced geographically and include representatives of as many land types and rainfall belts as practicable. It is expected following demonstrations of the new techniques, adoption in whole or part will gradually follow and the Government's role will then be largely confined to continued technical advice, a long range plant introduction policy, and credit facilities.

In the past, plant introduction in Central America has often been carried out on a non-systematic basis; but it has resulted in marked successes, particularly with the introduction of African grasses, via Brazil. Despite the possibility of making further advances through the introduction of new species, the major need at present of the grazing industry is to adapt management procedures to the environment. This however, does not do away with the need for plant introduction which will be especially necessary when new management procedures are adopted.

Accordingly, the establishment of a post of Plant Introduction Officer in the new section of Plant Quarantine of the Ministerio de Agricultura is strongly recommended. The needs of the pastoral industry alone is certainly sufficient to justify such a post, but other branches of agriculture have equally pressing claims for trials of introduced species and varieties. In the pastoral industry in this dry zone, such an officer is needed, firstly for the selection of varieties and strains of those grass species already found suited for the varying local conditions. In the dry zone, Jaragua is probably the best suited species, but should be compared under rotational grazing with Bahia Grass, Molasses Grass and Guatemala Grass. Other species which could prove suitable for this area are Buffel Grass, Rhodes Grass and Bermuda Grass. However, this does not exhaust the possibilities for the introduction of grasses. A Plant Introduction Officer could use to advantage the experience of other regions by obtaining seeds of species and varieties found most promising in areas with similar environmental conditions, particularly areas with a similar marked seasonal rainfall. For the black soils of this dry zone the most suitable areas are found in the Deccan of India and much of Tropical Africa including Northern Rhodesia, Tanganyika, parts of the Belgian Congo, Camaroons, Togoland, Ghana and Nigeria. Areas of "plateau soils" in Tanganyika and Uganda are the most suitable sources of pasture material for the drier sections of the Dipilto and Ocotal land types and probably also for the Quilali land type. Other areas with similar climates which could be investigated are: Southern Brazil, and parts of Queensland and the Northern Territory of Australia.

Many of the species suggested for trial are already being tested by the Servicio Tecnico Agricola, but these trials are very largely concentrated at the Experimental Station at La Calera. Success or failure in this station does not imply similar results in the dry zone of Esteli, for in La Calera the dry season is mitigated by sub-surface water supplies. La Calera can best serve the Plant Introduction Program as a seed multiplication source and Quarantine Station, with trials being carried out in the field with land holder's co-operation.

Other aspects of plant introduction work of importance to the grazing industry in this zone are the selection of most suitable varieties and species for

planting as silage crops. Maize, Sorghum, Elephant Grass, Guatemala Grass are suggested, as well as Guinea Grass and Para Grass on irrigated land.

It is realized that the creation of a post of Plant Introduction Officer will place an added burden on the funds available to the Ministerio de Agricultura. However, the benefits to be gained by successful introduction of new plant material is very great, not only to the grazing industry, but to almost all aspects of agriculture. Moreover, the recently promulgated quarantine regulations have underlined the need for care in such introductions. Further having such duties largely in the hands of one man makes it possible for good contacts to be established for the exchange and purchase of plant material.

Although the use of pasture rotation and fodder conservation have been stressed, there are other methods by which the output of the grazing industry in this zone can be increased. The Instituto de Fomento Nacional has already instituted a breeding program. Such a program is essential before the full grazing potential of the zone can be obtained. However, it must be stressed that any breeding program must be associated with an effort to improve both the quality and quantity of foodstuffs available, or otherwise much of its value will be lost.

A major factor in the low quality of the pastures is the low percentage of protein. This will be overcome partly by the proposed system of rotational grazing, for young grass contains a much greater proportion of protein than does mature and over-mature grass. However, the protein content is not expected, even under such a system of management, to be high enough for optimum production. In temperate zones high protein content of the pastures is attained largely by the use of clovers. In the tropics, however, no suitable substitute for clovers has yet been obtained, but the protein content can be increased by various means. Firstly, by an increase of legumes in the pasture sward. Some native species of legumes are well suited, e.g. *Desmodium nicaraguensis*, *D. intortum*, but need regular reseeding, and their seed is often difficult to obtain and germinate. Plant introduction trials should be instituted on numerous species of legumes to determine their ability to maintain themselves and also their adaptability to seed collection. A long list of such possible species is contained in the FAO Publication "Legumes in Agriculture", and includes many species of *Desmodium* and *Indigofera*, particularly Hairy Indigo. There are however, many more species which can be obtained from areas with similar climates, whose potential value to the Esteli pasture can only be gauged by field trials.

A second method by which the protein intake of the animal can be increased is the incorporation in the rotation on arable land of a leguminous fodder crop. This crop could be grazed, but it is probably preferable to incorporate it in a silage mixture with mown pasture for use during the dry season. Suggested crops are: Pidgeon Pea, Jack Bean, Lablab Bean and Velvet Bean. This procedure is to be highly recommended, for it offers a ready solution to the problem of low protein pastures and at the same time helps overcome the feed shortage in the dry season. Also the incorporation of a leguminous crop in the rotation would have a highly beneficial effect on soil fertility. This is due to the ability of legumes to fix nitrogen from the air and make it available in a form suitable for subsequent crops. In many long cultivated sites the subsequent crop increases due to this addition of nitrogen would defray the costs of planting and maintain the legume crop, quite apart from its cash value as a source of fodder. The practice should be incorporated in any demonstrations made on pasture management and will probably be rapidly adopted by these landholders owning

large areas of pasture as well as moderate holdings of arable land. Later as demand for fodder in the dry season increases, a strong local market will probably develop for leguminous fodder crops.

A further program which would be of assistance to the grazing industry would be to find fodder trees which can maintain themselves under local conditions. Many trees in Tropical Africa and Tropical Australia are extremely useful in that their leaves are both palatable and nutritious for cattle. It is recommended that as many such species as can be obtained are planted for trial in the area. This species could well utilize much of the steeper pasture lands and as well as providing protection from erosion they would be a useful reserve in time of emergency when their branches could be lopped.

2. Intermediate Zone: This zone includes those areas with more than 65 and less than 75 inches of rainfall annually, mostly above 2,500 feet elevation. It is characterized by a dry season ranging from 3 to 6 months, but throughout this dry season occasional rains occur sufficient for growth.

The pastures in this region are largely unimproved native grasses with some reas of Jaragua, Guinea and various Grama grasses. Because of the less severe dry season it is possible to maintain on the improved pastures a moderately high stocking rate so that the wet season growth is more readily controlled. Nevertheless, the problems of this zone are similar to the dry zone, but additional investigations are needed to determine the most suitable species for the varying management condition. Suggested species for pastures include Kikuya grass for high elevation and Para grass for medium to low elevation, as well as species suggested for the dry zone. Para grass and Elephant grass are also suggested for fodder trials.

As the grazing problems of this region are less pressing than in the dry zone and funds are strictly limited, it is suggested that present efforts be concentrated on the dry zone and the results obtained later applied to this zone.

3. Wet Zone: This zone includes all areas with more than 75 inches of rainfall annually, and includes areas ranging from 1,500 to over 5,000 feet in elevation with a variety of pasture types. The dry season is usually of 3 months duration, but even in the drier parts of this zone there is only one month with less than one inch of rain. There is accordingly pasture growth throughout the year.

The pastures consist largely of native grasses with some areas of introduced grass, notably Para. The pastures are usually burnt each year, but rarely expose extensive areas of soil. This practice is responsible for much erosion and loss of organic matter to the soil, but the present position is not as serious as in the dry zone. Continued use of fire in this zone will however lead to eventual degradation of the soils.

Unfortunately, fires are an essential of the present system of pasture management, for apart from encouraging growth of young grass, they are used to help keep down the growth of weeds, bushes, and trees. This rapid growth of woody brush is a very pressing problem, and fires will undoubtedly be continued until a more effective method can be substituted. On flat land where machinery can be used, incorporating mowing into a rotational grazing system will eliminate woody vegetation in a few years. Where the brush is thick it will be necessary to use a very heavy mower for the first clearing. Accordingly, it is

recommended that when a pasture improvement program is commenced in this area, the Government makes a heavy mower available for hire for use in initial conversion of the pastures.

On steep slopes which are not practicable for machinery, fire can only be satisfactorily replaced by chemical control, as the cost of removing brush growth with hand tools is high. A wide range of chemicals including hormones, arsenic, etc., are available, but the most suitable type for the particular local conditions has not yet been determined. Trials of these various chemicals, and methods of treatment should be made early in any program of pasture improvement as they offer a method of greatly increasing the amount of pasture available at a moderate cost, and at the same time do away with the danger of soil erosion associated with burning.

While this wet zone offers a far greater potential production per unit area of pasture, it has not yet reached a stage of development where the pasture problems are as pressing as in the dry zone. It is therefore recommended that the program of pasture improvement in this area be subsidiary to that of the dry zone, with immediate attention being focussed on the problem of brush control and introduction of pasture and fodder species. However, technical assistance should be given to any interested landholder, particularly guidance in management of rotational grazing. As more funds become available, a similar program of demonstrations could be arranged in this zone.

These demonstrations and the pasture introduction program will need to pay more attention to altitudinal difference rather than rainfall difference in this zone.

RECOMMENDATIONS

It is realized that sufficient funds are not available to institute a full scale program of pasture improvement, so the following recommendations are given in order of priority:

1. **Appointment of a Pasture Officer:** This Officer should be appointed by the Ministerio de Agricultura or by the Instituto de Fomento Nacional. His work should be primarily in the dry zone, and because of local interest, it is suggested that his headquarters be Esteli. The main duty of this post should be initially to work out a system of rotational grazing and fodder conservation suited to local conditions and to encourage landholders to adopt this system in whole or part.

2. **Appointment of a Plant Introduction Officer:** The Officer should be appointed by the Ministerio de Agricultura and is probably best incorporated in its Plant Quarantine Section. There are many aspects in which an efficient service of plant introduction could greatly increase the production of Nicaraguan agriculture, but for the immediate future there is more than sufficient work for one man in introduction of pasture and fodder species. In the first instance, this work should concentrate on cooperating with the above mentioned Pasture Officer, but it can be rapidly and cheaply extended to include pastures in all ecological zones in the country.

3. On completion of the introductory studies of the Pasture Officer,

funds should be made available to organize one or two demonstration areas with the cooperation of the landowners to demonstrate the economic gain from improved methods of pasture management and fodder conservation. These demonstrations should not be elaborate and should be made as cheaply as possible to better interest those landholders with limited capital.

4. Credit should be made available to landholders for installation of fencing, provisions of water supplies, and purchase of machinery. Some machinery should be made available for hire by smaller landholders. The rate of adoption of the program will depend to a large extent on the amount of such credit available.

4. When the program is established in the dry zone, it should then be extended to other areas, but again after preliminary investigations by the Pasture Officer.

CROPS

COFFEE

Coffee is the most important crop of the area with an annual production of ten million dollars. It is cultivated extensively on deep well-drained soils receiving over 65 inches of rainfall. The great bulk of the crop is grown in the Pantasma, Fundadora and Tuma land types, which best approach ideal conditions for coffee having a good rainfall supply without an intense dry season and with soils of moderate to high fertility. Within these three land types coffee can be grown wherever soil depth, drainage and temperature conditions are suitable. It prefers deep porous soils, high in organic matter and plant nutrients, and preferably clay-loam or loam in texture. As coffee requires good drainage conditions, the most suitable sites are on gentle slopes although where the soils are deeper, as in the Fundadora land type, coffee can be grown on very steep slopes. In such conditions the danger from erosion is high and necessitates terracing. The cost of terracing is high and is not at present warranted as there is still much land better suited for coffee available and money spent in terracing would be better devoted to other cultural improvements in land already under coffee.

The ideal average temperature for the arabica varieties grown in the area is 68° F. This corresponds roughly to 3,300 feet elevation, but it can be successfully grown at all lower elevations in the area and as high as 4,800 ft. (63° F annual temperature). At higher elevations coffee can still be grown, possibly up to a little over 6,000 ft., but with markedly decreased yields. With the present abundance of more suitable land it is not recommended that coffee be planted above 5,000 ft. elevation at present.

Coffee requires a moderately rainfall from 55–90 inches annually. However the distribution of rainfall is most important as the plants require generous rain followed by warm sun, while the berries are ripening, and a short dry period while the berries are harvested. These conditions are best met in the parts of the surveyed area having more than 65 inches of rainfall annually. Below this figure the intense dry season coupled with the low water availability in the soils is responsible for marked drops in yields. The only sites suitable for coffee in this drier area are in small valleys with light textured transported soils having good internal drainage but receiving additional water from run-off from the surrounding slopes. Such sites are rare and little coffee can be grown in this zone, and this with a risk of water-logging following heavy rains.

Although the requirements of coffee are such that it can be successfully

grown throughout almost all areas of deep soils in the Tuma, Fundadora and Pantasma land types, the present crop is largely produced from areas of Fundadora and Pantasma Land Types lying to the east of Jinotega and to the north and south of Matagalpa. The most suitable regions for future expansion of coffee production are the areas of Pantasma land type lying east and north of San Rafael del Norte and an area of Tuma land type bounded by Venecia, Peñas Blancas, and El Tuma. Both of these regions have extensive land at suitable elevations, with suitable rainfall, (a little high in parts of the Tuma land type) and have extensive areas of deep soils with good drainage and moderate fertility. At present there are considerable parts of these two regions planted to coffee, but mostly by small farmers with little or no credit facilities and most plantations have very poor yields due to poor practices in almost every aspect of management. With the introduction of good roads and a sound management scheme these two areas could make a very significant increase to the total of Nicaraguan production.

However the use of poor cultural practices is not confined to these two regions but is a general problem throughout the surveyed area. This is reflected in the average yields from the area of approximately 1/3 lb. per tree. This problem of low yields is being at present attacked for all of Nicaragua by a combined team from the Instituto de Fomento, the Ministry of Agriculture, the Ministry of Economy and the Servicio Tecnico Agrícola de Nicaragua. A study of the ecological conditions emphasizes the need for this combined team for there are many plantations with low yields but having almost ideal climatic conditions for growing coffee. These lack only guidance and finance for improving the soil fertility, as well as other cultural practices. As the detailed work of this team will permit the making of recommendations for the varying conditions encountered on individual plantations, no attempt will be made here to make general recommendations. However, the need for this team must be strongly stressed, and in particular it should be pointed out that although climatic conditions are more favourable almost all soils in this region are less fertile than the soils of the coffee region south of Managua. When a program of plantation improvement involving shade, pruning, weed control and plant diseases control is instituted there will be a greatly increased need for fertilizers to enable the crop to take advantage of the improved growing conditions, and owing to the diversity of soils on which coffee is grown and the greater diversity of past cultural history, these recommendations will need to be made on an individual basis for each plantation.

Under present management conditions the gain from fertilizers alone would not be high for most farms in these three land types, as the greater part of the fertilizer would be taken up by the excess weeds and shade trees, or used in leafy growth by poorly pruned coffee trees; but in an integrated program fertilizers are essential especially in view of the fact that most soils have at most only moderate fertility.

However, the low fertility status of the soils in the Dipilto and Quilali land types means that soil fertility is probably a major limiting factor in production even under the present management conditions. Soils in these land types are mostly very acid and accordingly tend to strongly hold all plant nutrients. Thus even though coffee is somewhat acid tolerant it is unable to obtain adequate supplies of nutrient from these soils. These soils should be first treated with lime, and then with mineral nutrients. The amounts needed of each fertilizer should be determined for each plantation on the basis of a separate analysis of

the Ph and the supply of available nutrients. Because of this low fertility with subsequent high cost for fertilization, the areas of Quilali and particularly Dipilto land type are not graded as first class land for coffee, but with proper management they can be quite profitable. Due to the amount of erosion in these land types there are only small areas remaining with sufficient depth of soil for coffee production.

A further factor limiting the coffee production is the lack of roads in many areas. As a consequence outlying plantations have to forward their products to-market on mule back and this may cost up to one-third of the gross return to the grower. This problem is being overcome by the rapidly expanding road building program, but it is recommended that early consideration be given to providing all weather roads into the most promising areas for expanded coffee production. Suggested routes for these roads would be for one road from Venecia or El Tuma to the foot of Peñas Blancas and a second road running north from Jinotega in the direction of Quilali. These roads should also have a feeder system of cross roads suitable for dry season motorized traffic.

The proposed scheme for increasing coffee production will probably require most of the available funds in the immediate future and accordingly, it is recommended that the limited credit facilities be concentrated in areas already partly developed, rather than in opening up new land to the east. There are however extensive areas suitable for coffee lying to the north-east of Peñas Blancas and El Tuma. This land may extend for outside the surveyed area, but is probably less suited for coffee because of higher rainfall.

Recommendations:

1. The proposed combined coffee survey is strongly supported, as a major increase in production can be obtained by giving a planned scheme of development for each individual property based on the individual management problems and the local soil and climatic conditions. Such a scheme will insure that available credit is used for the best advantage.

2. Two areas with at present poor production are pointed out as having a high percentage of suitable land given correct management, and it is recommended that all weather roads be built into these regions as soon as practicable.

OTHER CROPS

(a) Corn

This crop is the most important food crop in the area and is largely consumed locally. It is best suited for growth at moderate elevations having a distinct dry season, but is also grown in the wetter areas and at high elevations. Production is often mechanized on suitable flat land in the Buenos Aires, Somoto, Esteli, Pueblo Nuevo and Limay land types, while much land in the Concordia, La India, Quilali, Ocotal and Lava land types is cultivated by more primitive methods.

Within the area there is little new land particularly suitable for this crop, but much steep land in the Concordia and La India land types which should be reserved from cropping and converted to pasture. The continual cropping of corn on this steep land is responsible for much of the erosion that has taken place in these two land types, and this erosion has not only reduced the yields from

corn but made the land much less suitable for pastures. Fortunately because of economic conditions as well as the steepness of many slopes it has not been possible to mechanize corn growing in such areas, otherwise the erosion would be even worse. This problem of soil erosion cannot be easily solved and is discussed under a separate heading.

The production of corn can be increased in various ways. Firstly by use of higher yielding varieties. Hybrid corn has been imported by various sources and as this has resulted in increased yields, it is recommended that the Servicio Tecnico Agricola de Nicaragua through the County Agent, encourage small planting by land holders of various varieties of hybrid corn and select the most suitable for each climatic region, and encourage its local adoption. The County Agent in this manner can be of great assistance, particularly to the small farmers who are in no position to arrange their own variety tests.

Other methods by which production can be expanded is through the use of fertilizers, the amounts being determined after analysis of soils on each field. Further the County Agent should encourage better use of the soil's capabilities by recommending rotations, particularly with beans.

(b) **Beans**

This is another important food crop in the area and is grown on a smaller scale wherever corn is grown. This crop is particularly important because of its ability to fix nitrogen from the air and thus provides a food high in protein and at the same time enriches the soil for subsequent crops. As far as possible it should be incorporated in every crop rotation and not grown continually in one field.

(c) **Cotton**

The amount of cotton produced in this area, although locally important, is only a small fraction of the national total. The crop is restricted by its climatic requirement to those parts of the area with less than 55 inches of rainfall. Moreover its high cost of production means that it is only profitably to grow on the more fertile soils and preferably in large fields. It is now grown in small areas in the drier section of the Somoto, Pueblo Nuevo, Esteli, Limay and Buenos Aires land types. It could be grown over more land in these same areas which are now devoted to other crops. However, as the economic outlook for cotton is unsettled it is probably better not to encourage increased planting of cotton in these areas, but rather to encourage using it as one crop in a rotation over a large area incorporating beans or other leguminous crops, fodder crops, sesame, corn, etc. Incorporating cotton in a rotation would almost certainly increase its yields and at the same time would make pest control easier and so reduce costs of production.

The growing of cotton as it is now practiced in some areas of the Ocotul land type is not recommended due to the infertility of the soil. When the crop is grown in such soils it is suggested that particular attention be paid to adding adequate quantities of fertilizer.

(d) **Sesame**

The climatic requirements of sesame are similar to cotton and it requires similar fertile soils. Such sites are largely already devoted to crops and any extension in planting can be made only by reducing areas of other crops.

(e) Sugar Cane

This crop requires a warm humid climate alternating with a dry season and thrives best at low elevation on rich loam and clay soils. For efficient production on an export scale, it is necessary to irrigate a sufficient area for a large processing plant. While such areas do exist, particularly in the Esteli land type near Sebaco, this is now largely devoted to other crops. However, small fields usually without irrigation are grown on better soils in the area having from 55 to 75 inches annual rainfall. This cane is used to produce cheap crude sugar consumed locally and there is sufficient land to supply local demand for a long period to come.

As sugar cane is a heavy feeder yields will be increased if the soil is heavily manured and fertilized before planting. Also the crop should not be grown continually on one site, but replanted in a rotation.

(f) Rice

Production of rice in the area is not sufficient for local needs. However, there are large areas of tropical black clay soils in the Esteli land type which are now largely used for pastures but which could be converted for rice growing. Three areas of the Esteli land type are particularly suited in this regard, near Sébaco, Esteli, and Jinotega respectively. Each of these areas are well suited for growing rice under irrigation, and would justify a survey to determine costs of necessary irrigation and drainage works. The Sebaco area is already under consideration in this regard and it is recommended that the areas near Esteli and Jinotega be also considered. However, without irrigation but with a moderate expenditure to control drainage, much of the black clay soils of the area near Jinotega could grow good crops of upland rice. This is also a possibility near Esteli, but in this latter area the lower rainfall makes dryland rice more hazardous.

(g) Sorghum

This crop is grown to a limited extent in the area. It is drought resistant and has a preference for lighter soils. Its main use is for animal fodder either as grain or as hay or pasturage (Sudan grass). Its drought resistance makes it profitable to plant in dry years when an original crop has failed for lack of water. As the practice of fodder conservation becomes more prevalent in the area, this crop will become more important and the need for new varieties which are being tested by the Servicio Técnico Agrícola de Nicaragua will become more pressing. These of course, should be selected for each particular climatic zone.

(h) Tobacco

This crop is of local importance on the richer alluvial soils often under irrigation, but requires small areas of land. Conditions required for the various grades of tobacco differ considerably and the growing of the crop, to meet these varying requirements, is largely under the guidance of technicians of the Tobacco Company.

(i) Bananas, Plátanos, etc.

These crops are produced on the richer soils to supply local demands, and there is little prospect for increasing production beyond the requirements of the

local market, although the completion of the Tuma Road will open up an area which could compete in supplying the Managua market.

(j) **Sisal**

Small plots of sisal are grown in the area, but for economic production on an export scale this crop requires large areas with heavy capitalization. The only suitable area of sufficient size would be part of the area of the Esteli land type near Sebaco, but the soils here are slightly acid and this area is more suitable for other crops. There is a possibility of using parts of the areas of Ocotal, Esteli and Somoto land types lying between Somoto and Ocotal, but again the soils are slightly to strongly acid. As much of this area is little used because of the dry climate and droughty nature of the soil, sisal could be a useful crop in the future despite the acid nature of the soils. However, the heavy capitalization required coupled with the great need of fertilizers for this area makes it impracticable for immediate development.

(k) **Vegetables**

The lower temperatures prevailing in the higher parts of the area make it the main source of temperate zone vegetables for Nicaragua. However, the high costs of production and transport limits the local demand for these products and there is little or no prospects for export. The most important of these crops is potatoes, which are produced on the most fertile soils from 3,000 feet to 5,000 feet elevation. However, cost of potato production is high because there is no really suitable climatic zone. Potatoes prefer moderate temperatures with moderate rainfall, otherwise they are attacked by many diseases. Unfortunately the rainfall and humidity of all areas in Nicaragua above 3,000 feet elevation are too high for optimum production. While there is little prospect for an export crop the potato producing areas can certainly produce sufficient to supply the Nicaraguan market. It is suggested that varietal trials be continued with emphasis on varieties found most successful in the East African highlands rather than of varieties developed in the U. S. A.

The position with other temperate vegetables, i.e. onions, beans, cabbages, carrots, cauliflowers, is similar although many of these can be grown successfully at somewhat lower elevations. New varieties of these should also be selected from types found suitable in East Africa where the growing conditions are most similar and where production of temperate vegetables is more intensified than in Central America.

Sweet potatoes are an important vegetable crop, and because of the high yield could be considered for use as emergency dry season feed for cattle.

POSSIBLE NEW CROPS

There are many new crops which can be grown in the area, but which for various reasons are not now grown. The reasons for this are two-fold. Firstly many of the crops which can be grown cannot successfully compete on the world market because the ecological conditions are not suitable for optimum production, and in other cases because the crop requires much capitalization or special skill.

(a) **Wheat**

The import of wheat by Nicaragua causes considerable drain on the foreign exchange and accordingly there is much interest in producing the crop locally. The most important wheat producing areas of the world have under 30 inches of rainfall, however high rainfall does not preclude wheat unless combined with high temperatures. A period of high temperatures combined with high humidity results in high incidence of disease which makes production uneconomic. In the U. S. A. wheat growing is precluded where the average temperature for the two months preceding harvest exceeds 68° F or where the average rainfall exceeds 50 inches.

Wheat to be grown profitably requires extensive flat areas for mechanization, fertile well drained soils which in humid areas are usually slightly acid. The area in Nicaragua most approaching these conditions is that area of the Esteli land type lying north of Jinotega where there are fairly extensive areas of clay-loams suitable for cultivation, although to grow wheat these would need strong applications of phosphate fertilizer as well as some nitrogen. However, climatically this area is just outside the zone of economic production. The average temperature preceding harvest would approximate 68° F and the annual rainfall is above 50 inches. This area has grown wheat in the past, but production was discontinued because of low returns.

In dry years, wheat could probably be produced at a profit in this area, particularly if care was exercised in selecting rust-resistant varieties, but losses in wet years would be heavy. Accordingly the only prospect for wheat production in Nicaragua would be for some form of subsidy or protection to the industry. If the Nicaraguan Government considers the drain on foreign exchange important enough it can increase the import duty on wheat to the point where the growing of local wheat would be profitable. This of course would involve an increase in the price of bread. A second method would be to pay a subsidy for all locally produced wheat, but this would cause a big drain on the Government's budget. A combination of these two methods is also possible by having a moderate duty on wheat imports which is used to pay a subsidy on wheat produced locally. The extent of assistance needed would have to be gauged by a study of costs and of previous yields which would best be made by the Ministry of Economy. However it does seem likely that the best solution would be to continue importing wheat and paying for it with crops better suited to the local conditions.

If it is decided to grow wheat it would be preferable to select more resistant varieties from Kenya and Rhodesia. However, because of the great disease problem it will be necessary to keep replacing varieties as it is probable that strains of rust will fairly rapidly develop to attack each new variety. It is not uncommon in wheat producing countries to have a variety free from rust one year but heavily infected the next year by a previously unknown strain of rust.

The prospects of new land for wheat is limited. Because of high temperatures all land appreciable below 3,000 feet can be discounted and there is no other intensive area of flat land with less than 60 inches of rainfall and well drained soils. Some areas of the Lava land type could possibly be used for wheat. These would have to be carefully selected to be sufficiently free from surface rocks to permit cultivation and on moderate slopes to help overcome the poor internal drainage of the black tropical clay soils. Possible areas with

sufficient elevation exist on the tops of Mesetas to the north-east of Esteli and wheat could also be grown in mountain valleys south of Somoto, but both these sites are definitely inferior to the area north of Jinotega.

(b) Tea

Tea is not grown in Nicaragua, but is a very minor import. There are however quite large areas which are physically more suited to tea production than to any other crop. The main problem is economic in establishing production with relatively high labour costs. It should be pointed out however, that Japan with a higher per capita income is a major tea producer and that Brazil with a similar economic structure to Nicaragua is a minor producer, although largely for home consumption. There may also be a marketing problem as tea production is strictly controlled by agreement between the major producers. However there is quite a possibility of selling Nicaraguan tea to the U. S. A. and if so this market is large enough to absorb all conceivable supplies from all Central America.

Tea requires an abundant rainfall (over 85 inches) with little or no dry season. It will grow on a very wide range of soils, but prefers an acid humic soil, and on almost all soils regular fertilizer applications are required to obtain good production. The area of Quilali land type lying some distance to the east of Murra fits these conditions particularly well, but because of its acid soils it is not well suited for coffee. If therefore it can be proved that tea can be produced economically with Nicaraguan labour, then this area should be devoted to tea production.

It is recommended strongly that the Ministry of Economy make a cost study, with particular reference to costs of production in Brazil. If this is favourable, and a market can be obtained, it is suggested that credit should be made available on very favourable terms to establish a tea plantation to the east of Murra. Favourable credit is justified to commence a new industry which offers prospects of major diversification of the country's economy. However, before any work is commenced on any tea plantations, it is recommended that a specialized technician be available to give advice on the many aspects of tea production.

(c) Castor Oil

The prospects of large scale production of castor oil are at present being investigated by the Ministry of Economy. If a suitable mill is established, castor can be grown economically as an annual crop in the same areas as cotton and sesame. However, it can be grown as a perennial crop on some of the steeper lands now planted to corn and would then give a cash return and at the same time largely prevent erosion.

(d) Fruits

Most temperate fruits do not thrive in the humid climates typical of most of the Nicaraguan highlands. However, it is suggested that the proposed Plant Introduction Officer secure and distribute seed of the following fruits: Mountain Papaya and Tree Tomato for trial in high wet locations, e.g. the higher parts of the Fundadora land type, Strawberries, Passionfruit and Peach, for trial on high country with low rainfall, e.g. the mountains south of Somoto. Passionfruit

should thrive extremely well and there are prospects of exporting the pulp of this fruit to the U.S.A. Other fruits however will probably be of inferior quality but they have a small demand on the local market.

(e) Spices

The production of spices offers prospects of a healthy minor industry suitable for production by small farmers. It will be necessary for the Plant Introduction Officer to obtain growing material for these crops and then in cooperation with the County Agents to interest landholders in their production. The following spices are suggested for the surveyed area. Cardamons, these would be successfully grown on coffee plantations to the north and south of Matagalpa between 2,500 and 4,000 feet. It is suggested that one or two manzanas be originally planted to this crop. Cloves and pepper, these spices are well suited for the lower lying (below 2,000 ft.) well-drained land around El Tuma. Pepper particularly offers prospects of good returns and is a useful crop for small farmers. Ginger, this crop is also suited for growing around El Tuma, but can be grown in other well drained sites in the Tuma land type up to an elevation of 3,000 feet.

(f) Soybeans

This crop can be grown on the lighter soils of the Buenos Aires, Esteli, Somoto and Pueblo Nuevo land types. The crop is to be strongly recommended for its soil improvement properties and is therefore extremely valuable for incorporation in rotations. Because of these properties it is recommended that County Agents encourage its use as much as possible. There are many commercial varieties but many are not suitable for the tropics, so that care must be exercised particularly in selecting varieties with correct day length requirements. Varieties can be selected for oil production, food production or fodder. If any irrigation scheme for rice production in the area is contemplated, then soybeans should be strongly stressed as it results in greatly increased rice yields when planted in rotation with this crop.

IX. SOIL EROSION

Soil erosion is one of the most important problems in the surveyed area. It is widespread on all steep land in the area with less than 65 inches of rainfall. In areas with less than 55 inches of rainfall it is so severe that practically no topsoil remains on the steeper slopes and on slight slopes the topsoil is often buried under a foot or more of rubble. This means that an area of thousands of square miles is severely eroded.

This erosion is due to two main causes, firstly to the planting of corn, largely by peasant agriculturists, on moderate to steep slopes; and secondly to the annual burning of pastures which exposes the soil to heavy rains at the commencement of the wet season.

In wetter areas the position is not so serious at present. Undoubtedly if present practices continue, soil erosion will continue to bring about a loss of soil and a consequent gradual drop in production even in these wetter areas.

The direct losses caused by soil erosion are immense, for with part or all of the topsoil gone, production of pasture or crops is strictly curtailed. However, the indirect losses are equally as important. These are due largely to accelerated

run-off of water which causes floods in the lower reaches of the rivers, but more important leads to rapid drying up of watering places in the eroded area, and also to rapid drying-out of pastures and crops. Further some areas of fertile land are covered by coarse erosion products and their value is largely lost.

Soil erosion in the dry areas has been a long continued process over hundreds of years and is largely in the form of sheet erosion with little formation of spectacular gullies. Accordingly, the effects are not recognized by the farmer and often not noted by the County Agent. This lack of recognition of soil erosion is common in temperate regions, even where erosion has been of much more recent origin than in Nicaragua. No scheme of soil conservation can be successful until the effects of soil erosion are widely recognized by the community.

It is therefore suggested that a study be made of the types of soil erosion in Nicaragua and an education campaign begun to point out to the farmer the signs by which he can gauge the amount of erosion on his own property and to indicate to him what this means in immediate cash returns as well as loss of future productivity. This campaign could be undertaken by the Natural Resources Section of the Ministry of Economy, as soil is the most important natural resource of Nicaragua and soil erosion is threatening to remove much of its value, especially in the drier parts of the country, where most of the population is concentrated.

Although soil erosion is so important and is causing a continual drain on the national income, the costs of many control measures make them impossible for general adoption at present. However there are many methods which for small or moderate outlay can have appreciable effects.

The use of mechanical graders to form terraces is only practicable on fertile alluvial soils where erosion is already at minimum. However the value of this land is such that all such practices should be encouraged.

On steeper lands where the topsoil has been completely removed, drastic methods are necessary; much land now under pasture should be reverted to forest. This could be simply abandoned and not burnt, allowing native species to regenerate. By removal of unwanted species this regeneration could be managed to give moderate return from firewood or lumber. Alternatively if at an elevation above 2,000 feet it could be planted to pine, or if erosion is very severe such species as *Leucaena glauca* should be planted to act as an erosion control. Severely eroded land which is still practicable for pasture may need to be reclaimed by ploughing contour furrows, and by applying fertilizer and seed in the furrows. Apart from arresting erosion this method will give a greatly increased return from the pasture and permit the soil forming process to recommence.

However under the present economic position, such methods are often not practicable. Small farmers often have only steep land in which to plant their crops, largely corn, and have no capital for mechanical control methods, even though the growth of such an erosion inducing crop as corn is leading to steadily decreasing returns. The most effective method to control this problem is to resettle these farmers in more suitable areas, but failing this, simple practices can be adopted to help stem the extent of erosion. Most important is the growing of crops along the contour. Contour lines can be rapidly marked out by unskilled labour using simple devices such as a stride level. This contour cropping should also be supplemented by leaving a contoured strip of grass, 1 to 3 yards

in width, at regular intervals up the slope. An extension of this practice would be to plant perennial bush in this contour strip, a possible species being castor, which would give a moderate return as a semi-permanent crop, or perennial fodder bushes such as Old man salt bush, *Atriplex nummularifolia* and Mesquite.

These methods however will not be followed until there is a general realization of the extent of erosion, and of its costs to the individual farmer. The Natural Resource Section should therefore concentrate on an education campaign stressing both methods of determining erosion and control methods practicable for the small farmer. The use of terracing on the better soil should also be encouraged and technical advice made available.

Apart from the general importance of erosion control to the country it is particularly important in the watershed of any hydroelectric or irrigation dam. In extreme cases erosion could cause the water holding capacity of large dams to be halved in under twenty years due to deposition of erosion products in the reservoir. Thus it is essential that any scheme for building a dam, such as on the Upper Tuma, should be accompanied by a strict scheme of erosion control in its watershed. Such a scheme is usually subsidized and the cost accounted as an integral part of the cost of the dam.

**ESTUDIO DE LAS POSIBILIDADES
AGRICOLAS Y FORESTALES DE LA
ZONA BOACO-SANTO TOMAS**

ABRIL, 1958

I. RESUMEN DE LAS RECOMENDACIONES

Montes:

Se bosqueja un proyecto para extraer la madera en gran escala y de modo eficaz en la zona situada al norte de Santo Domingo (pág. 274). Se sugiere este proyecto porque, a menos que se tomen las medidas oportunas, la madera en pie valorada en 100 millones de dólares E. U. A. se destruirá en el desmonte gradual de la tierra para dedicarla a la agricultura y al pastoreo.

Se subraya la necesidad de prestar asesoramiento técnico a los propietarios de tierras en la preparación de las estimaciones del costo de la extracción de la madera (pág. 275). Se recomienda un programa de asistencia técnica en la ordenación de montes para establecer pequeños bosquetes en las zonas de monte caducifolio (págs. 272 y 273).

Pastoreo:

En esta zona se necesita un programa de ordenación de los pastizales semejante al recomendado para la zona Matagalpa-Estelí-Ocotol (pág. 278). Sin embargo, es mayor la necesidad de establecer pastizales mejorados. Se recomienda la realización de ensayos experimentales con la cooperación de los propietarios de tierras para determinar cuales son las gramíneas más prometedoras para las pasturas (págs. 277 y 278).

Cacao:

Se señala la existencia de una gran extensión de terreno moderadamente apropiado para la producción de cacao (págs. 279 y 280). Se estudian las restricciones y las conveniencias de cada zona y se indican los procedimientos de ordenación correctiva. Se cree que este cultivo es de máxima importancia para el fomento de la zona.

Arroz:

Se expone la posibilidad de la producción de arroz en escala muy grande, tanto con riego como sin él. Se señalan las zonas apropiadas y las técnicas necesarias de ordenación (págs. 281 y 282). Se indica la posibilidad de una moderada expansión en la producción de arroz mediante una reducida inversión de capital en las zonas inundadas (pág. 282).

Otros cultivos:

Se apuntan las zonas más adecuadas para los diversos cultivos que ya se dan en la zona (págs. 282, 283 y 284) y se sugieren métodos para mejorar los beneficios. Se recomiendan ciertas zonas para la producción de nuevos cultivos, tales como clavo, pimienta y jengibre (pág. 285), aceite de palma (pág. 285) y abacá (pág. 284).

Suelos:

En la sección que trata de los suelos (págs. 254 y 264) figuran recomendaciones de orden general sobre su ordenación y sobre el empleo de fertilizantes para cada grupo. Se hacen algunas recomendaciones generales acerca de la erosión (págs. 285 y 286).

II. INTRODUCCION

Geografía General:

La zona Boaco-Santo Tomás se halla en el centro de Nicaragua y comprende la mayor parte de la costa oriental del Lago de Nicaragua. La zona estudiada tiene unos 14.245 kilómetros cuadrados (5.500 millas cuadradas) de extensión y está comprendida aproximadamente entre los 11° 20' y los 12° 40' de latitud norte y los 84° 30' y los 86° 00' de longitud oeste. Incluye la casi totalidad de los departamentos de Boaco y Chontales y una pequeña parte de los de Zelaya, Río San Juan y Managua.

La zona es bastante montañosa, pero sólo pequeñas extensiones tienen más de 914 metros (3.000 pies) de altitud. La parte noroeste de la zona es montañosa en su mayoría y las principales cadenas corren de norte a sur. Desde ella, la cordillera principal, Cordillera Amerrisque, se dirige hacia el sureste más o menos paralela a la costa del Lago de Nicaragua. Entre la Cordillera Amerrisque y el lago, varias pequeñas cadenas laterales se orientan en dirección suroeste, mientras que las estribaciones del lado atlántico de la Cordillera Amerrisque tienen en general una dirección oeste-este.

Existen tres sistemas fluviales principales. El primero está constituido por una pequeña zona al norte que vierte sus aguas en el Río Grande de Matagalpa, río muy caudaloso que desagua en el Atlántico y cuyos afluentes principales son el Río de La Puerta, el Río Negro y el Río Murra. El segundo sistema fluvial comprende los ríos que descienden de la Cordillera Amerrisque al Lago de Nicaragua. Los más importantes son los ríos Malacatoya, Tecolostote, Mayales, Lóvago, Ojocuapa, Oyate y Tepenaguasapa. El tercer sistema fluvial lo constituyen los ríos orientados generalmente de oeste a este que se unen fuera de la zona estudiada para formar el río Escondido. Entre ellos figuran el Río Siquia y el Río Chilamate, afluente del Río Rama.

Población:

La zona está poblada desde hace muchos años. Los españoles, a su llegada a ella en el siglo XVI, encontraron una población indígena dedicada principalmente al cultivo del maíz. Después del arribo de los españoles, la actividad principal fue la explotación de los depósitos de oro, que ha continuado hasta nuestros días, cubriéndose al mismo tiempo la zona de grandes ranchos gana-

deros. Estas dos industrias, la del oro y la ganadera, han venido siendo desde entonces el sostén principal de la economía, en la que la industria de la madera ha desempeñado un papel importante, aunque secundario. En los últimos años, sin embargo, el valor de la producción de oro ha descendido, especialmente con el cierre de las minas de La Libertad y Santo Domingo. El cierre de estas minas ha sido un duro golpe para la economía de estos dos poblados cuya situación va mejorando con la inmigración y el aumento de la actividad agrícola. Por esto, existe un considerable interés en ellas en cuanto al desarrollo de nuevas actividades agrícolas.

No se dispone de datos dignos de confianza sobre la densidad de población en los siglos pasados. Las cifras del censo de 1950 indican que en esta zona había aproximadamente 105.000 habitantes. Desde dicho año acá, es indudable que se ha producido un aumento de población, probablemente máximo en la zona situada al este de Santo Tomás.

Acceso:

Antes de 1940, el acceso a la zona se concentraba en los alrededores del Lago de Nicaragua, existiendo algunos caminos carreteros que penetraban hacia el interior desde los puertos del lago y una carretera para vehículos de motor que iba desde Puerto Díaz a Juigalpa. Posteriormente a dicho año, se dió comienzo a un proyecto para construir un puerto profundo en Rama, en el Río Escondido, y unirle mediante una carretera de primer orden a las zonas densamente pobladas del occidente de Nicaragua.

En marzo de 1958, una carretera de primer orden llegaba a 25 kilómetros de Muelle de Los Bueyes, en el Río Mico, y fue posible ir al Rama en vehículo de doble transmisión. De la carretera al Rama se desprenden algunas otras, siendo las principales las que van a Boaco, Comalapa y Santo Domingo, y se ha creado un amplio sistema de caminos transitables durante la estación seca que llegan a las partes más distantes de la zona estudiada. El ritmo a que avanza la construcción de estas carreteras secundarias indica las grandes ventajas que un transporte barato proporciona a la habilitación de la tierra. La longitud total de todas las carreteras transitables era aproximadamente de 1.000 kilómetros, de los cuales 300 se construyeron en 1958 durante la estación seca.

Aunque se reconoce que los recursos de Nicaragua para la construcción de carreteras son muy limitados, se hacen las sugerencias siguientes para la construcción de las mismas. La razón para hacer estas sugerencias es que las carreteras que se proponen contribuirían al desarrollo de amplias extensiones de buenos terrenos agrícolas.

a) Construcción de una carretera que una el camino forestal que va de Almendro a Romance en el Departamento de Río San Juan con la carretera de Rama entre las poblaciones de Muhan y La Gateada.

b) Mejoramiento de la carretera que va desde Santo Domingo a Chile en el Río Siquia y que continúa luego hacia el noreste hasta las zonas arboladas del tipo de tierra Tapalguas.

No es necesario, por el momento, que estas carreteras sean apropiadas para el tránsito en todo tiempo, pues los mayores beneficios se derivarán de las carreteras buenas transitables en la estación seca.

Economía:

La economía actual de la zona se basa casi totalmente en la industria del pastoreo, junto con la producción local de gran parte de los alimentos fundamentales, especialmente maíz, frijoles y plátanos. Las mejores perspectivas para el desarrollo de la zona consisten en un aprovechamiento de la tierra mucho más intensivo, y especialmente en la expansión del cultivo del cacao, muy pequeño en la actualidad, en el mejoramiento de los rendimientos y en un moderado incremento en las superficies destinadas al cultivo del café y en las partes más secas de desarrollo de la agricultura, en las zonas de terrenos aluviales, esto preferiblemente por riego. Además, existe una extensísima zona con abundantes precipitaciones que podría dedicarse a la producción de arroz. A pesar de la importancia de los cultivos anteriores en el desarrollo a largo plazo de la zona, los mejoramientos inmediatos más importantes se obtendrían de un uso más eficaz de los pastizales y de los recursos de madera en pie.

III. CLIMA

Las variaciones en el clima son probablemente el factor más importante que influye en la distribución de los diferentes tipos de aprovechamiento de la tierra en la zona de Boaco-Santo Tomás. Las precipitaciones varían poco más o menos 3.000 mm. (120") anuales, con una estación seca de dos meses no severa.

Se dispone de excelentes datos pluviométricos de cuatro estaciones comprendidas en la zona: Santo Domingo, Juigalpa, San Ubaldo y San Miguelito, y son también excelentes los de la estación de Panaloya, que se halla justamente fuera de la zona. Estas estaciones vienen recogiendo datos desde hace varios años. Algunas otras lo han hecho durante períodos mucho más cortos y sus datos son de poco valor en la actualidad. Escasean los datos relativos a las precipitaciones de las partes orientales de la zona que reciben lluvias abundantes, sin embargo, los de la estación experimental agrícola de El Recreo, a 20 km. al este de la zona estudiada, servirán de orientación para la distribución de las lluvias en estas zonas, aunque dicha estación tiene precipitaciones algo más elevadas.

Utilizando como base las estaciones existentes, se ha podido trazar un mapa pluviométrico de los datos obtenidos de la distribución de la vegetación y de los suelos. No puede pretenderse que este mapa sea muy exacto y no se ha hecho estimación alguna para lluvias superiores a 2.540 mm. (100"). Sin embargo, se cree que las zonas de lluvias representadas en el mapa corresponden realmente a zonas de lluvia efectiva análoga, la cual, desde luego, es más importante a los fines del aprovechamiento de la tierra que la lluvia total.

En el Cuadro 1 se presentan los datos pluviométricos de más confianza.

Cuadro 1

Lluvia media mensual en pulgadas (1 pulgada = 25,4 mm.)

	Enero	Feb.	Mar.	Abril	May.	Jun.	Julio	Agt.	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.	Total
Panaloya	0.44	0.07	0.13	0.29	4.00	6.56	4.97	6.02	9.15	8.16	1.68	0.99	42.46
Juigalpa	0.36	0.16	0.09	0.29	7.61	9.71	5.83	5.96	12.41	11.25	2.74	1.10	57.41
San Ubaldo	0.68	0.14	0.12	0.59	6.11	8.62	6.83	7.24	11.59	10.46	3.73	1.39	57.59
Santo Domingo	4.95	1.46	1.70	1.39	7.38	12.72	16.66	10.42	9.55	9.64	6.87	6.28	89.02
San Miguelito	2.33	0.89	0.56	0.87	6.05	16.07	17.16	15.06	16.17	15.23	6.09	4.46	104.91

Estas cifras indican que las zonas de menor pluviosidad tienen una estación seca muy severa de seis meses, en todos los cuales la lluvia caída es inferior a 63,5 mm. (2,5") y en cinco de ellos, inferior a 25,4 mm. (1"). Esta estación seca de seis meses constituye una característica de todas las zonas con menos de 1.524 mm. (60") de lluvia anual, si bien esta severidad no es siempre tan grande. En la zona de lluvias más abundantes, la duración y la severidad de la estación seca no corresponden estrechamente a la lluvia total, sino que dependen considerablemente de la situación geográfica, pues las zonas de las laderas occidentales de las montañas tienen una estación seca más prolongada que las zonas de lluvia anual media inferior situadas en las laderas orientales. Por ejemplo, San Miguelito que se halla a orillas del Lago de Nicaragua, aunque tiene una precipitación media anual de 2.540 mm. (100") tiene una estación seca de cuatro meses, en tres de los cuales la precipitación es inferior a 25,4 mm. (1") y en el otro, inferior a 63,5 mm. (2,5"). Indudablemente, una zona con una precipitación anual de 2.540 mm. (100") situada en las laderas orientales tendría a lo más una estación seca de tres meses en la que, como máximo, habría uno con lluvia inferior a 25,4 mm. (1"). Así, el estudiar el aprovechamiento de la tierra de las zonas de lluvias más elevadas, deberá considerarse la duración de la estación seca independientemente de la lluvia total; y en las zonas de lluvias elevadas cercanas a San Miguelito, deberá tenerse siempre presente la severidad relativa de la estación seca, pues, a pesar de lo elevado de las precipitaciones totales, esta estación seca resulta ser un factor importante en la producción de muchos cultivos.

TEMPERATURA

Solamente se dispone de unos pocos datos relativos a las temperaturas de la zona, pero, en cambio, son buenos los procedentes de dos estaciones situadas a distancia prudencial de ella, las de Granada y San Carlos, ambas a orillas del Lago de Nicaragua (Cuadro 2). Las temperaturas de Granada son, probablemente, muy semejantes a las de las partes más secas de la zona estudiada situadas a bajas altitudes, y las de San Carlos son análogas a las de las regiones húmedas de poca altitud. Los datos de estas dos estaciones registran solo variaciones secundarias en las medias mensuales. Estas variaciones son de 1.7° C. (3° F.) para San Carlos, y de 2.2° C. (4° F.) para Granada. Es probable, sin embargo, que algunas partes de la zona tengan medias mensuales de hasta 30° C. 86° F.) y una oscilación de la temperatura media mensual de más de 3.3° C. (6° F.).

No se dispone de datos dignos de confianza relativos a la temperatura de los lugares más elevados, pero probablemente las oscilaciones de las medias mensuales son igualmente pequeñas disminuyendo la temperatura aproximadamente 7° C. por cada 1.000 metros de altitud, o sea, unos 3.4 F. por cada 1.000 pies. Como son muy pocas las zonas con más de 914 metros (3.000 pies) de altitud, la variación en las temperaturas de la zona no es grande. Sin embargo, el comportamiento de las plantas de café y de cacao está estrechamente ligado a las variaciones de temperatura, las cuales no deben ser más amplias que las indicadas, por lo que la distribución de terrenos adecuados para estos dos cultivos dentro de la zona estudiada depende, en cierta medida, de la altitud.

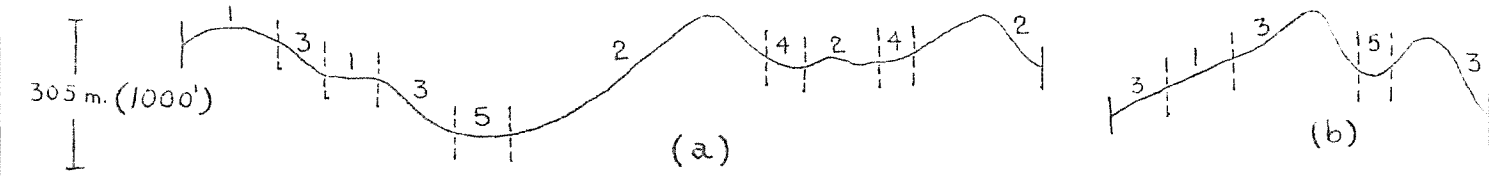
Cuadro 2
Temperaturas medias mensuales (en Grados Centígrados)

	Enero	Feb.	Mar.	Abril	May.	Jun.	Julio	Agt.	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.
Granada	26,1	26,7	27,2	28,3	27,8	27,2	27,8	27,2	27,2	27,2	27,2	26,7
San Carlos	25	26,6	26,1	26,7	26,1	26,1	26,6	26,1	26,1	25,6	25,6	25,5

Cuadro 1. Tipo de Tierra Banderas
(Extensión, 31 km². = 12 millas cuadradas)

Situación y descripción general	Zonas muy pequeñas de terrenos volcánicos cuaternarios. Generalmente en la región de Las Banderas en la parte más occidental de la zona estudiada.		
Geología y Geomorfología	En su mayoría brechas cuaternarias mal consolidadas, depositadas sobre una llanura plana. Zonas menores de toba, cenizas y lavas recientes.		
Lluvia	1.016 - 1.270 mm. (40 - 50")		
Unidad de tierra No.	1	2	3
Topografía	Llanura o pendientes imperceptibles.	Llanuras o alturas de poquísima consideración.	Llanura.
Perfil			
Superficie relativa	Muy grande	Media	Media
Suelos	Arcillas negras de los trópicos sobre brechas.	Suelos pardos de los trópicos poco espesos.	Suelos pardos de los trópicos; capa arable de 30,5 cm. (12") o más.
Vegetación	Monte abierto caducifolio.	Monte abierto caducifolio.	En su mayoría terreno desmontado para pastizales y una pequeña extensión cultivada.
Avenamiento	Malo o regular	Regular o bueno	Regular o bueno
Aprovechamiento de la tierra	Mixto de pastizal y monte. Muy apropiada para el cultivo si se riega.	Moderadamente apropiada para maíz y frijoles.	Muy apropiada para una amplia gama de cultivos, entre ellos algodón, ajonjolí, maíz y frijoles.

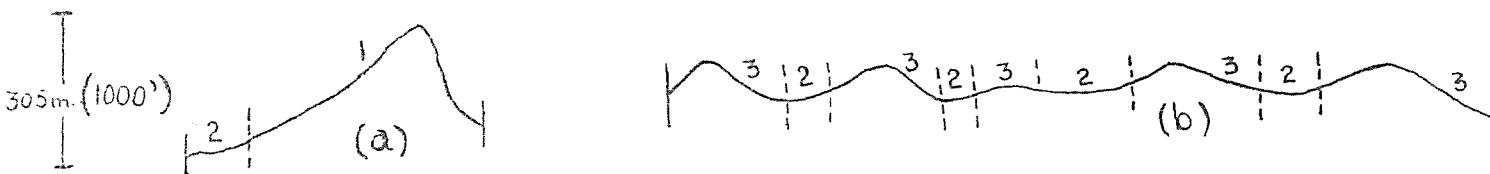
Cuadro 2. Tipo de Tierra Monte Fresco
(Extensión, 1.196 km². = 460 millas cuadradas)

Situación y descripción general	Colinas y pequeñas montañas volcánicas terciarias en la zona de lluvias menos abundantes. Forma una ancha faja en el extremo occidental de la zona estudiada.				
Lluvia	1.016 a 1.270 mm. (40 - 50 pulgadas) con una estación seca de 6 a 7 meses.				
Unidad de tierra No.	1	2	3	4	5
Geología y geomorfología	Antiguos terrenos de lava, principalmente basalto.	Restos de una antigua caldera, principalmente basalto.	Cumbres volcánicas disecadas.	Hoyo central de una antigua caldera.	Fondos de valle.
Topografía	Suavemente ondulada.	Laderas de inclinación moderada o escarpadas.	Laderas de inclinación moderada o escarpadas.	Laderas suaves o moderadas.	Laderas moderadas o llanas.
Perfil	 (a) (b)				
Superficie relativa	Grande	Grande	Muy grande	Pequeña	Pequeña
Suelos	Arcilla negra de los trópicos.	Suelos esqueléticos pardo-grises.	Suelos esqueléticos pardo-grises y algunos rojos.	Suelos esqueléticos pardo-grises y arcilla negra de los trópicos.	Generalmente arcilla negra de los trópicos, algunos suelos francos de arcilla negra de los trópicos y suelos aluviales jóvenes.
Vegetación	Montes abiertos caducifolios. Son comunes: Jiñocuabo, pochote, talalate y escobillo. Extensiones moderadas de pastizales malos, principalmente de amargosa.			Generalmente de pastizales de amargosa.	Generalmente pastizales de zacate Jaragua y pequeñas extensiones cultivadas.
Avenamiento	Regular	Regular o excesivo	Excesivo o bueno	Generalmente regular o bueno	Regular o malo
Aprovechamiento de la tierra	Adecuada principalmente para la producción de leña y de madera combinada con un pastoreo vigilado en las laderas de menor pendiente.			En su mayoría tierra regular para pastizales.	Buena tierra para pastizales. Zonas muy pequeñas apropiadas para el cultivo de arroz y de frijoles.

Cuadro 3. Tipo de Tierra Juigalpa
(Extensión, 2.158 km². = 830 millas cuadradas)

Situación y descripción general	Zonas de colinas y montañas volcánicas terciarias que se presentan en regiones de lluvia moderada pero marcadamente estacional. Constituyen una ancha faja en el centro de la zona estudiada.			
Lluvia	1.270 a 1.778 mm. (50 - 70 pulgadas). Estación seca en su mayoría de 5 a 6 meses.			
Geología y geomorfología	Generalmente andesita pero hay moderadas extensiones de basalto, brechas, etc. Comprende una amplia gama de unidades geomorfológicas entre las que figuran montañas hasta de 914 m. (3.000 pies) así como también cadenas de pequeñas colinas y corrientes de lava disecadas (unidad 2).			
Unidad de tierra No.	1	2	3	4
Topografía	Pendientes moderadas o escarpadas.	Suavemente ondulada.	Pendientes moderadas o llanos.	Pendientes moderadas.
Perfil				
Superficie relativa	Muy grande	Media	Media	Pequeña
Suelos	Suelos esqueléticos pardo-grises; algunos negros y algunos rojos.	Arcilla negra de los trópicos.	Generalmente arcilla negra de los trópicos; algo de suelo franco de arcilla negra de los trópicos y suelos aluviales jóvenes.	Suelos esqueléticos.
Vegetación	Principalmente pastizales; son comunes los zacates Jaragua y amargosa. Zonas moderadas de monte abierto caducifolio secundario.			Generalmente pastizales. Zonas muy pequeñas cultivadas. Pequeñas fajas de monte semi-semipervirente a lo largo de los ríos.
Avenamiento	Excesivo o bueno	Malo o regular	Malo o bueno	Regular o excesivo
Aprovechamiento de la tierra	Preferiblemente pastoreo vigilado sólo en las laderas inferiores. Monte en los terrenos pendientes. Aunque actualmente se cultiva mucha tierra, debe reducirse la extensión de la misma por los daños que produce la erosión y por lo bajo de los rendimientos.	Tierra de pastizales regular apropiada para pastoreo de rotación.	Tierra de pastizales regular o buena. Pequeñas zonas apropiadas para maíz, frijoles y sorgo.	En su mayoría apropiada para tierra de pastizales de baja calidad, preferiblemente combinado con aprovechamiento forestal.

Cuadro 4. Tipo de Tierra Santo Tomás
(Extensión, 806 km². = 310 millas cuadradas)

Situación y descripción general	Zonas de terrenos volcánicos antiguos con una precipitación moderadamente elevada, pero con una marcada estación seca.		
Lluvia	1.651 a 2.032 mm. (60 - 80 pulgadas), pero con cuatro meses secos.		
Geología y geomorfología	Altas montañas (427 a 914 m. = 1.400 - 3.000 pies) en la parte noreste (Unidad 1), generalmente de andesita. En otras partes, comúnmente por debajo de 457 m. (1.500 pies), terrenos ondulados o pendientes de andesita, brechas, lavas, etc. Comprende parte de una antigua penillanura así como también de una cadena de cerros elevados.		
Unidad de tierra No.	1	2	3
Topografía	Pendiente o muy pendiente.	Laderas moderadas o llanuras.	Laderas moderadas o muy pendientes.
Perfil			
Superficie relativa	Media	Media	Grande
Suelos	Generalmente suelos esqueléticos negros; algunos suelos esqueléticos pardo-grises.		
Vegetación	Generalmente monte higrofitico semi-sempervirente; algunos pastizales y algo de rebrote semi-sempervirente. Pequeñas plantaciones de café.	Generalmente pastizales (zacate Jaragua); extensiones moderadas de rebrote semi-sempervirente.	Generalmente monte y rebrote semi-sempervirente. Moderadas zonas de pastizales.
Avenamiento	Bueno o excesivo	Malo o regular	Bueno
Aprovechamiento de la tierra	Los terrenos inclinados convendría reservarlos para montes. Los suelos profundos son buenas tierras para café. El resto es apropiado para buenos pastizales (pastos Guinea y Pará).	Muy apropiado para pastizales, particularmente en pastoreo de rotación. Las mejores especies son los pastos Guinea y Jaraguá.	Grandes extensiones adecuadas para pastizales; el peligro de erosión es solo mediano; algunos terrenos son regulares o malos para café y cacao.

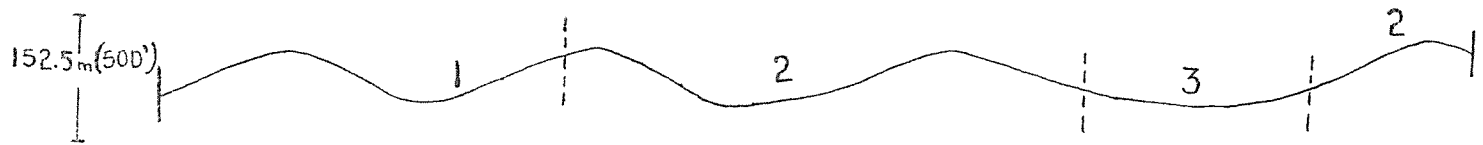
Cuadro 5. Tipo de Tierra Muhan
(Extensión, 2.574 km². = 990 millas cuadradas)

Situación y descripción general	Zonas de terrenos volcánicos terciarios de clima húmedo y altitud moderada o baja, 183 a 610 m. (600 - 2.000 pies) que forman una ancha faja en el centro de la zona.				
Lluvia	1.905 a 3.048 mm. (75 - 120 pulgadas), por lo general con una estación seca de 3 meses como máximo. Las unidades 1 y 2 se hallan en su mayoría en la zona de 1.905 a 2.159 mm. (75 - 85 pulgadas) de lluvia.				
Geología y geomorfología	Terrenos volcánicos terciarios en los que predomina la andesita, a menudo con intrusiones de cuarzo. La mayor parte de la zona es una antigua penillanura disecada de 305 m. (1.000 pies) de altitud en la parte occidental que desciende hacia el este. Pequeñas extensiones de cerros.				
Unidad de tierra No.	1	2	3	4	5
Topografía	Llanuras de valles.	Cerros ondulados.	Cerros ondulados.	Llanuras de valles.	Cerros pendientes.
Perfil					
Superficie relativa	Media	Media	Grande	Muy pequeña	Media
Suelos	Arcilla negra de los trópicos.	Suelos lateríticos poco espesos.	Suelos francos rojos y suelos lateríticos espesos.	Suelos aluviales jóvenes.	S u e l o s esqueléticos pardos.
Vegetación	Principalmente tierra de pastizales. Pequeñas zonas de rebrote sempervirente.	Principalmente tierra de pastizales y rebrote sempervirente.	Monte y rebrote sempervirentes con grandes extensiones de pastizal.	En su mayoría rebrote sempervirente en antiguos cultivos.	En su mayoría monte sempervirente. Extensiones moderadas de pastizal.
Avenamiento	Malo	Bueno	Bueno	Bueno o malo	Excesivo o bueno
Aprovechamiento de la tierra	Buena tierra de pastizales, apropiada para la producción de arroz mecanizada.	Adecuada principalmente para pastizales.	Muy apropiada para una amplia gama de cultivos con fertilizantes. Cultivo del cacao en las tierras más bajas; café en las altas; maíz, bananos, etc., en toda la unidad.	Muy adecuada para una amplia gama de cultivos alimenticios.	Conviene reservarla para aprovechamiento forestal permanente.

Cuadro 6. Tipo de Tierra Tapalguás
(Extensión, 2.730 km². = 1.050 millas cuadradas)

Situación y descripción general	Zonas muy arboladas de terrenos volcánicos terciarios de clima húmedo o muy húmedo. En su mayoría de poca altitud (menos de 244 m. = 800 pies); forma una ancha faja al este de la zona.		
Lluvia	Superior 2.794 mm. (110 pulgadas); en algunas zonas excede posiblemente de 3.302 mm. (130 pulgadas). Tres meses secos como máximo.		
Geología y geomorfología	En su gran parte formado por una antigua penillanura disecada, con pequeños cerros volcánicos y pequeñas extensiones de aluvión a lo largo de los ríos principales.		
Unidad de tierra No.	1	2	3
Topografía	Ondulado.	Cerros pendientes.	Llanuras de valle.
Perfil			
Superficie relativa	Muy grande	Media	Pequeña
Suelos	Suelos lateríticos profundos y suelos francos rojos.		Suelos aluviales jóvenes.
Vegetación	En su mayoría monte higrofítico sempervirente de composición muy mezclada. Pequeñas zonas de rebrote. Extensiones muy pequeñas de pastizales.		En su mayoría rebrote y antiguos cultivos. Pequeñas extensiones de monte y pastizales.
Avenamiento	Bueno o malo	Bueno o excesivo	Bueno o malo
Aprovechamiento de la tierra	Depende principalmente del espesor del suelo y del avenamiento. Los suelos profundos y bien avenados de altitud inferior a 366 m. (1.200 pies) son muy apropiados para el cultivo del cacao si se fertilizan. Zonas muy extensas son adecuadas para cultivos alimenticios, especialmente bananos, y también para pastoreo. Esta zona posee una inmensa reserva de madera que debe extraerse antes de aprovechar la tierra para la agricultura.		Los suelos mejor avenados son muy buenos para el cultivo del cacao y el resto es muy apropiado para bananos y otros cultivos alimenticios.

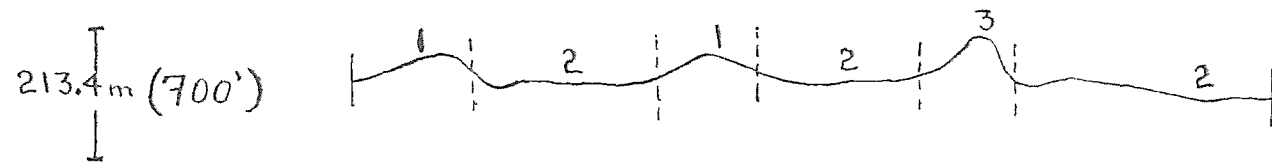
Cuadro 7. Tipo de Tierra San Miguelito
(Extensión, 1.430 km². = 550 millas cuadradas)

Situación y descripción general	Zonas de terrenos volcánicos terciarios de poca altitud (menor de 244 m. = 800 pies) en un clima húmedo, pero con una marcada estación seca. Se presenta en la parte sureste de la zona estudiada. No se han determinado los límites exactos por falta de fotografías aéreas.		
Lluvia	1.778 a 2.794 mm. (70 - 110 pulgadas) con cuatro o más meses secos.		
Geología y geomorfología.	Terrenos volcánicos terciarios, principalmente de andesita.		
Unidad de tierra No.	1	2	3
Perfil			
Superficie relativa	Probablemente media	Grande	Media
Suelos	Suelos francos rojos.	Suelos lateríticos.	Arcilla negra de los trópicos y algo de suelo aluvial de arcilla gris. Pequeñas extensiones de suelos aluviales jóvenes.
Vegetación	En su mayoría monte higrofitico y rebrote semisempervirente; son especies comunes: guanacaste, caoba, cedro, espavel y madroño.		En su mayoría sabanas de <i>Tabebuia pentaphylla</i> ROBLE. Pequeñas zonas de monte higrofitico a lo largo de todos los ríos.
Avenamiento	Bueno o regular	Bueno o regular	Malo o muy malo
Aprovechamiento de la tierra	Apropiada para plantaciones de cacao con fertilización y cuidadosa ordenación. Muy apropiada para bananos, caña de azúcar y muchos cultivos alimenticios. Moderadas reservas de madera comercial.	Aprovechamiento análogo al de la unidad 1, pero no tan favorable; grandes zonas más apropiadas para pastizales. Moderadas reservas de madera.	Adecuada para pastoreo o para la producción de arroz mecanizada.

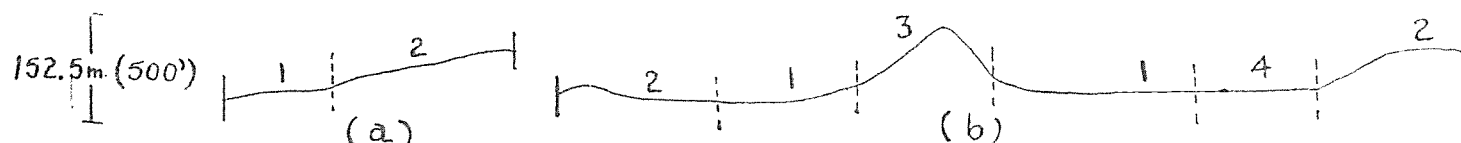
Cuadro 8. Tipo de Tierra Santo Domingo
(Extensión, 429 km². = 165 millas cuadradas)

Situación y descripción general	Zonas de terrenos volcánicos terciarios de gran altitud (más de 610 m. = 2.000 pies) de clima muy húmedo.	
Lluvia	2.286 a más de 3.302 mm. (90 a más de 130 pulgadas). Estación seca de tres meses como máximo.	
Geología y geomorfología	Cerros volcánicos terciarios de laderas disecadas, principalmente de andesita.	
Unidad de tierra No.	1	2
Topografía	Laderas de pendientes moderadas o ligeras.	Laderas de pendientes grandes y escarpadas.
Perfil	A hand-drawn topographic profile showing two peaks labeled '2' and a valley labeled '1'. A vertical scale on the left indicates 305m (1000').	
Superficie relativa	Media	Muy grande
Suelos	Suelos lateríticos y algunos suelos francos rojos.	Suelos esqueléticos pardos.
Vegetación	Monte higrofítico sempervirente y rebrote; zonas de extensión moderada de pastizales.	En su gran mayoría monte higrofítico y rebrote sempervirente de especies altas.
Avenamiento	Bueno o excesivo	Bueno o excesivo
Aprovechamiento de la tierra	Las zonas de suelos más profundos son moderadamente apropiadas para café; el resto, para cultivos alimenticios y pastizales.	Importantes reservas de madera. Gran parte de las tierras más pendientes deben reservarse de modo permanente para aprovechamiento forestal. El resto son moderadamente apropiadas para un pastoreo vigilado.

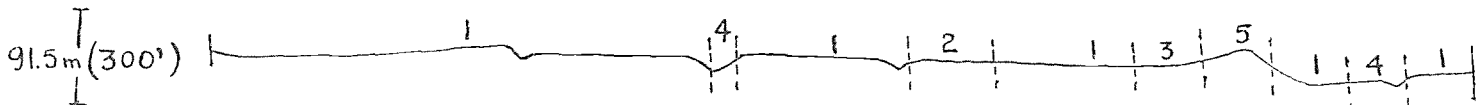
Cuadro 9. Tipo de Tierra Boaco
(Extensión, 494 km². = 190 millas cuadradas)

Situación y descripción general	Zonas en su mayoría suavemente onduladas de brechas sedimentarias y algo de arenisca que se hallan en la parte noroeste de la zona estudiada.		
Lluvia	1.524 a 2.032 mm. (60 - 80 pulgadas).		
Unidad de tierra No.	1	2	3
Geología y geomorfología	Brechas y areniscas terciarias.	Aluvión derivado de sedimentos.	Cerros volcánicos destacados.
Topografía	En su mayoría terreno ondulado.	Llanura.	Pequeños cerros pendientes.
Perfil			
Superficie relativa	Media	Media	Media
Suelos	Regosoles negros, pardos y rojos.	Arcilla negra de los trópicos. Algunos suelos francos de arcilla negra de los trópicos y suelos aluviales jóvenes.	Suelos esqueléticos negros y pardos; algunos suelos pardos de los trópicos.
Vegetación	En su mayoría pastizales; <i>Paspalum virgatum</i> ZACATON y algo de pasto Jaragua. Pequeñas extensiones de rebrote caducifolio y semisempervirente.		En su mayor parte rebrote de monte semisempervirente y algo de tierra de pastizales.
Avenamiento	Regular o bueno	Regular o bueno	Bueno o excesivo
Aprovechamiento de la tierra	Lo más conveniente es reservarlas para tierra de pastizales.		Algunas zonas adecuadas para pastizales y el resto para monte nada más.

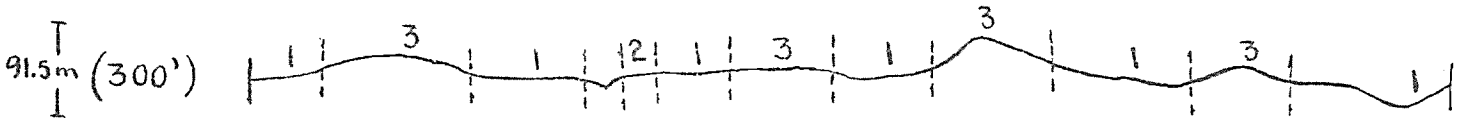
Cuadro 10. Tipo de Tierra Cuapa
(Extensión, 130 km². = 50 millas cuadradas)

Situación y descripción general	Zonas de terrenos volcánicos suavemente ondulados, principalmente brechas, en climas secos. Zonas diseminadas al norte y al sur de Juigalpa.			
Lluvia	1.270 a 1.778 mm. (50 - 70 pulgadas).			
Unidad de tierra No.	1	2	3	4
Geología y geomorfología	Material transportado derivado principalmente de brechas.	Brechas, frecuentemente silíceas.	Terrenos volcánicos terciarios.	Aluvién.
Topografía	Laderas de pendiente suave y llanuras.	Laderas de pendiente moderada o inclinada.	Laderas de pendiente moderada o muy inclinada.	Laderas de pendiente muy suave y llanuras.
Perfil				
Superficie relativa	Moderada	Moderada	Moderada	Moderada
Suelos	Suelos aluviales "lanilla".	Suelos esqueléticos grises.	Suelos esqueléticos pardo-grises y negros. Pequeñas extensiones de suelos pardos de los trópicos.	Arcilla negra de los trópicos.
Vegetación	Principalmente pastizales; amargosa y algo de Jaragua.	Principalmente pastizales. Zonas moderadas de monte abierto caducifolio. Frecuente curatella americana CHAPARRO.	Principalmente monte abierto caducifolio y pastizales.	En su mayoría pastizales de amargosa y pequeñas zonas de Jaragua.
Avenamiento	Regular o malo	Bueno	Bueno o excesivo	Regular o muy malo
Aprovechamiento de la tierra	Pastizales regulares o malos.		Pastizales malos; las zonas de mayor pendiente, útiles para monte nada más.	Tierra regular para pastizales.

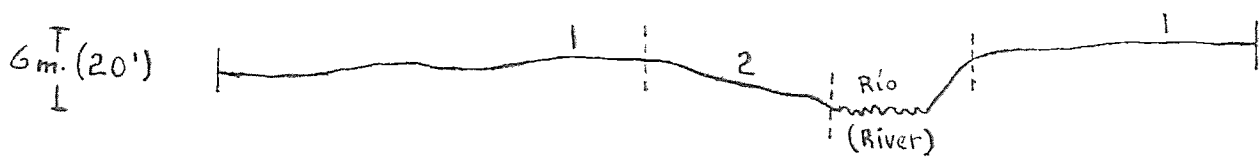
Cuadro 11. Tipo de Tierra Lóvago
(Extensión, 585 km². = 225 millas cuadradas)

Situación y descripción general	Las extensas llanuras aluviales inmediatas a la costa nordeste del Lago de Nicaragua.				
Lluvia	1.016 a 1.905 mm. (40 - 75 pulgadas).				
Geología y geomorfología	En su mayoría aluvión cuaternario que incluye pequeñas extensiones de aluvión muy reciente. Algunos cerros pequeños de terrenos volcánicos terciarios, generalmente de andesita y brechas.				
Unidad de tierra No.	1	2	3	4	5
Topografía	Plana.	Plana.	Plana.	Plana.	Pendientes moderadas.
Perfil					
Superficie relativa	Muy grande	Media	Pequeña	Pequeña	Media
Suelos	Arcilla negra de los trópicos.	Suelo aluvial "lanilla".	Suelo aluvial de arcilla parda.	Suelo aluvial joven y suelo franco de arcilla negra de los trópicos.	Suelos esqueléticos pardo-grises, negros y rojos.
Vegetación	En su mayoría sabanas; abundan: jícara y guácimo de ternero. Moderadas extensiones de monte abierto secundario denso y pequeñas extensiones de monte caducifolio. Algunos montes semisempervirentes a lo largo de los ríos.			En su mayoría monte semisempervirente a lo largo de los ríos.	En su mayoría monte abierto caducifolio secundario y pastizales.
Avenamiento	Malo o muy malo			Regular o malo	Regular o excesivo
Aprovechamiento de la tierra	Con riego, grandes extensiones son apropiadas para la producción de arroz y extensiones muy pequeñas de las zonas más húmedas lo son para arroz de secano. Tierras regulares o buenas para pastizales si se ordenan con pastoreo de rotación y conservación de piensos.			Las zonas mejor avenadas son apropiadas para una amplia gama de cultivos, especialmente maíz y frijoles.	Se sugiere el aprovechamiento combinado para monte y pastoreo.

Cuadro 12. Tipo de Tierra Teustepe
(Extensión, 403 km². = 155 millas cuadradas)

Situación y descripción general	Llanuras aluviales con muchos cerros destacados.		
Lluvia	1.016 a 1.651 mm. (40 - 65 pulgadas). Seis meses secos.		
Unidad de tierra No.	1	2	3
Geología y geomorfología	Aluvión cuaternario.	Aluvión muy reciente.	Terrenos volcánicos terciarios.
Topografía	Llanura	Llanura.	Terreno suavemente ondulado o pendiente.
Perfil			
Superficie relativa	Muy grande	Pequeña	Grande
Suelos	Arcilla negra de los trópicos. Suelos aluviales "lanilla" y de arcilla parda.	Suelos aluviales jóvenes y suelos francos de arcilla negra de los trópicos.	Suelos esqueléticos pardo-grises y negros. Suelos pardos de los trópicos.
Vegetación	Principalmente pastizales: amargosa y Jaragua. Pequeñas extensiones de montes abiertos caducifolios secundarios. Monte sempervirente a lo largo de los ríos.	Generalmente cultivada.	Pastizales nativos y comunidades caducifolias secundarias.
Avenamiento	Malo o muy malo	Bueno o malo	Regular o excesivo
Aprovechamiento de la tierra	Arroz con riego; en otro caso, tierra regular para pastizales con una ordenación apropiada.	Adecuada para una amplia gama de cultivos alimenticios, especialmente bananos y frijoles.	Uso combinado para monte y pastizales.

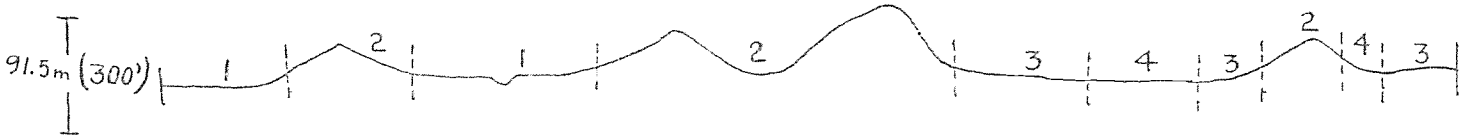
Cuadro 13. Tipo de Tierra Malacatoya
(Extensión, 78 km². = 30 millas cuadradas)

Situación y descripción general	Zonas de aluvión reciente bajo de los cursos de agua que desembocan en el Lago de Nicaragua. La extensión del tipo de tierra al sur del río Lévago se representa en el mapa de un modo muy aproximado.	
Lluvias	1.016 a 2.286 mm. (40 - 90 pulgadas).	
Geología y geomorfología	Depósitos aluviales muy recientes.	
Unidad de tierra No.	1	2
Topografía	Bordes de plataformas fluviales.	Llanuras que a veces se inundan.
Perfil		
Superficie relativa	Muy grande	Pequeña
Suelos	Suelos aluviales recientes.	
Vegetación	En su mayoría tierra de pastizales. Pequeñas extensiones cultivadas y extensiones moderadas de monte.	En su mayoría cubierta por muchas comunidades sucesorias con un climax de monte de sapote-mico y espavel.
Avenamiento	Bueno o malo	Regular o malo
Aprovechamiento de la tierra	Las zonas mejor avenadas son apropiadas para una amplia gama de cultivos, según las lluvias locales. La mayoría de las zonas de avenamiento malo son adecuadas para arroz. Casi todas se recomiendan para tierra agrícola, excluyéndose nada más que las de peor avenamiento.	Sometida a peligro de inundaciones; de lo contrario, muy apropiada para diversos cultivos.

Cuadro 14. Tipo de Tierra Puerto Díaz
(Extensión, 26 km². = 10 millas cuadradas)

Situación y descripción general	Zonas aluviales muy bajas cerca del Lago de Nicaragua. Las zonas situadas al sur del río Lóvago se presentan en el mapa de un modo muy aproximado.				
Lluvia	Unidad 1 a 4: 1.016 a 1.778 mm. (40 - 70 pulgadas); unidad 5: 1.778 a 2.540 mm. (70 - 100 pulgadas).				
Geología y geomorfología	Terreno aluvial cuaternario bajo a lo largo de la costa del Lago de Nicaragua y de las lagunas que le bordean.				
Unidad de tierra No.	1	2	3	4	5
Topografía	Llanuras de la orilla del lago.	Pequeñas dunas.	Llanuras bajas.	Llanuras.	Llanuras bajas de la orilla del lago.
Perfil					
Superficie relativa	Moderada	Pequeña	Moderada	Muy grande	Grande
Suelos	Suelos hidromórficos, predominantemente suelo franco limoso.	Suelo aluvial joven.	Suelos hidromórficos, predominantemente suelo franco limoso.	Arcilla negra de los trópicos.	Suelo hidromórfico, frecuentemente suelo franco arenoso fino o suelo franco limoso.
Vegetación	Comunidades pantanosas herbáceas o arbustivas bajas.	En su mayoría monte abierto caducifolio y pasturas de zacate Jaragua.	En su mayoría pastizales le hierba Pará.	En su mayoría pastizales de hierba y Jaragua con ejemplares altos disseminados de genízaro.	Generalmente monte secundario.
Avenamiento	Inundada	Bueno o malo	Inundada	Regular o malo	Inundada
Aprovechamiento de la tierra	Poco pastoreo.	Pastizales regulares.	Excelentes pastizales en casi toda la estación seca. Podría utilizarse para arroz de regadío.	Excelentes pastizales que permanecen verdes durante gran parte de la estación seca.	Muy valiosa para arroz de regadío.

Cuadro 15. Tipo de Tierra San Francisco
(Extensión, 1.352 km². = 520 millas cuadradas)

Situación y descripción general	Una zona de extensas llanuras aluviales y de cerros ondulados bajos situada en la parte sureste de la zona estudiada. Los límites no se fijan con precisión por falta de fotografías aéreas.			
Lluvias	1.524 a 2.540 mm. (60 – 100 pulgadas); cuatro meses secos. Unidad 1: 1.524 a 2.032 mm. (60 – 80 pulgadas). Unidades 3 y 4: 2.032 a 2.540 mm. (80 – 100 pulgadas). Unidad 2: 1.524 a 2.540 mm. (60 – 100 pulgadas).			
Geología y geomorfología	Pequeños cerros volcánicos terciarios, principalmente de andesita, separados por extensas llanuras aluviales del cuaternario.			
Unidad de tierra No.	1	2	3	4
Topografía	Llanuras extensas.	Cerros ondulados.	Llanuras extensas.	Llanuras extensas.
Perfil				
Superficie relativa	Grande	Muy grande	Grande	Media
Suelos	En su mayoría arcilla negra de los trópicos algo de arcilla gris y suelos aluviales "lanilla".	Generalmente suelos esqueléticos erosionados; algunos suelos pardos de los trópicos y suelos lateríticos.	Arcilla negra de los trópicos.	Suelos aluviales de arcilla gris.
Vegetación	Principalmente sabana de jicaro y pastizales de amargosa.	Montes abiertos caducifolios secundarios y algunas comunidades semi-sempervirentes secundarias.	En su mayoría sabanas de <i>Tabebuia pentaphylla</i> ROBLE; pastizales de zacatón y tepalón y algunos montes semi-sempervirentes.	
Avenamiento	Malo o muy malo	Bueno o excesivo	Malo o muy malo	Malo o muy malo
Aprovechamiento de la tierra	Pastizales de Jaragua y posiblemente arroz, de preferencia con riego.	Monte y pastizales combinados.	Pastizales de zacate Guinea y Pará. Buena para arroz de secano.	Pastizales de zacate Guinea y Pará. Arroz de secano.

IV. GEOLOGIA Y GEOMORFOLOGIA

En este informe solamente puede darse un breve resumen de la geología y de la geomorfología de la zona. Se agradece al Servicio Geológico Nacional de Nicaragua, y especialmente a su Director, el Dr. Tito Laganá y a los Drs. Daniele del Giudice y Luigi Zoppis Bracci, las identificaciones de las muestras de roca y también su concurso y cooperación en el estudio ecológico.

Terrenos volcánicos:

1. Terrenos volcánicos cuaternarios:

La zona de terrenos volcánicos es muy pequeña y se limita al extremo occidental de la zona estudiada, es decir, al tipo de tierra Banderas. Los depósitos consisten principalmente en brechas (canteras), procedentes en su mayoría de volcanes situados fuera y al oeste de la zona estudiada. Es posible que Monte Fresco tuviese algunos cráteres activos a principios del cuaternario y que ciertos depósitos pequeños de brechas cuaternarias procedan de estos volcanes.

2. Terrenos volcánicos terciarios:

Estas rocas cubren casi la totalidad de la zona estudiada y constituyen el material matriz de los suelos de todos los tipos de tierras, exceptuado el de Banderas.

La roca más abundante es la andesita, pero hay también amplias zonas formadas principalmente por brechas (tipos de tierras Cuapa y Boaco) abundando también éstas en otros tipos de tierras. Las brechas son rocas formadas por la consolidación de eyecciones volcánicas, debidas en parte a la presión, pero también a la infiltración de sustancias aglutinantes. Las brechas de la zona tienen una composición muy variable. Las más características constan de fragmentos angulares de andesita, aglutinados por una masa fina, principalmente silícea. Sin embargo, todas las demás rocas volcánicas de la zona pueden presentarse en forma de fragmentos en las brechas y en algunas localidades las brechas están aglomeradas por medio de calcita. Por lo común, los fragmentos de roca son muy abundantes pero en algunos lugares hay depósitos que son casi todas volcánicas con fragmentos de roca muy separados entre sí. En general, las brechas se presentan en dos sitios topográficos. Las zonas mayores son algo llanas y de menor altitud y están disecadas por corrientes de agua. En las zonas montañosas, las brechas alternan con capas intermedias de lava y los depósitos están frecuentemente muy inclinados.

La andesita se presenta en los cerros montañosos de gran pendiente de los tipos de tierras Santo Domingo, Juigalpa y Monte Fresco, pero es también el tipo de roca dominante en una antigua penillanura que se elevó en los tipos de tierras Santo Tomás, Muhan, Tapalguas y San Miguelito y que después fue profundamente disecada. Asimismo se halla andesita en forma de corrientes de lava planas, particularmente en el tipo de tierra Monte Fresco. Las rocas andesíticas tienen algunas veces abundantes venas de cuarzo donde se encuentran las ricas minas de oro de Chontales. En algunas localidades estas venas de cuarzo se presentan en tal cantidad que ejercen una considerable influencia sobre el suelo formado. Además, estas venas originan las gravas y los cantos de cuarzo que a veces se encuentran en los depósitos aluviales donde en ocasiones abundan en ciertos lugares.

La otra única roca volcánica abundante es el basalto (incluyéndose aquí

las formas intermedias entre basalto y andesita). Esta roca es con frecuencia el tipo dominante en grandes extensiones, por ejemplo, en los alrededores de Monte Fresco. En tales lugares, los basaltos se presentan a menudo como parte de una antigua corriente de lava, pero son también comunes los basaltos de origen algo más profundo. Los basaltos son más abundantes en las regiones montañosas, aún cuando existen también en la antigua penillanura disecada.

Las demás rocas volcánicas no abundan. Los tipos más comunes que se han encontrado son: diorita, pórfido, diabasa y traquita.

3. Sedimentos terciarios:

En el tipo de tierra Boaco se encuentran pequeñas extensiones de areniscas, generalmente asociadas con brechas terciarias. Estas areniscas son de los tipos blanco y verde.

Raras veces se encuentran otros sedimentos terciarios que consisten en depósitos sin solidificar, de poca extensión, principalmente en el tipo de tierra Muhan.

4. Depósitos cuaternarios:

Las zonas de aluvión cuaternario se presentan en todos los tipos de tierras pero son más extensas en el tipo de tierra Lóvago donde cubren parte de las extensas tierras bajas del centro de Nicaragua cubiertas parcialmente hoy día por los Lagos de Nicaragua y de Managua. En otras partes, los depósitos aluviales son importantes, en especial en los tipos de tierra Teustepe, Malacatoya y Puerto Díaz. Estos depósitos proceden casi todos de terrenos volcánicos terciarios, a excepción de algunos depósitos del tipo de tierra Boaco. Sin embargo, el aluvión de cada uno de ellos difiere considerablemente de los otros, tanto en composición química como en textura, debido al tipo de rocas volcánicas a partir de las cuales se formaron y al modo de deposición.

V. SUELOS

Esta sección relativa a los suelos ha sido redactada con la cooperación del Ing. Rafael F. J. Valencia.

Se agradece a la Sección de Suelos del Servicio Técnico Agrícola de Nicaragua los análisis de las muestras de suelo recogidas. Estos análisis han servido de comprobación para confirmar las observaciones hechas en el campo sobre la fertilidad de los diversos grupos de suelos.

Los suelos de la zona estudiada se han dividido en ocho grupos principales los cuales se han subdividido a su vez. Tres factores son principalmente causantes de las variaciones que se observan en los suelos. Estos factores son: el clima, la diversidad de material matriz y la topografía.

SUELOS NEGROS DE LOS TROPICOS

Todas las subdivisiones que comprende este grupo de suelo se han descrito anteriormente en el informe "Estudio de las posibilidades agrícolas y forestales de la zona Matagalpa-Estelí-Ocotlán". La subdivisión principal, conforme a la textura, es en suelos arcillosos y suelos francos arcillosos.

A. Arcillas Negras de los Trópicos

1. Presencia

Estos suelos abundan en los tipos de tierras y unidades siguientes: Lóvago, unidad 1; Teustepe, unidad 1; San Francisco y Monte Fresco, unidades 1 y 5; Juigalpa, unidades 2 y 3; Santo Tomás, unidad 2; Muhan, unidad 1, y San Miguelito, Unidad 3. Donde más abundan es en las zonas que tienen una estación seca muy marcada, de 4 meses o más, pero su distribución parece generalmente independiente de la lluvia anual total, pues son frecuentes en las llanuras aluviales que bordean el Lago de Nicaragua donde la precipitación media anual oscila entre 1.017 mm. (40") y 2.540 mm. (100"). En las zonas con menos de tres meses secos, existen suelos tropicales negros, pero son raros y solamente se encuentran en lugares muy bajos. Las arcillas negras se forman sobre una amplia variedad de materiales matrices, que, sin embargo, son generalmente materiales transportados, pero los suelos se presentan en llanuras o en laderas de suave inclinación sobre una extensa gama de rocas in situ, y nunca en laderas muy inclinadas.

2. Descripción del perfil:

De 0 a 2,54 cm. (0-1"): arcilla negra espesa, de estructura granular o en bloques pequeños cuando está seca, y pegajosa cuando está húmeda.

De 2,54 a 76,2 cm. (1-30'): arcilla pegajosa negra, espesa, en masa cuando está húmeda, pero con grietas profundas cuando se seca.

De 76,2 a 101,6 cm. (30-40"): arcilla gris espesa, en masa cuando está húmeda.

De 101,6 cm. (40") en adelante: grava con algo de arcilla.

Las variaciones de este perfil típico son muy numerosas, principalmente en el subsuelo, y dependen del tipo de material matriz. En las llanuras aluviales extensas, el espesor de la arcilla negra puede ser mucho mayor, hasta de 1,82 m. (6 pies), pero por lo general, la arcilla negra tiene un espesor de 30,5 a 91,4 cm. (12 a 36"). Entre los subsuelos encontrados figuran brechas cuaternarias, rocas volcánicas terciarias meteorizadas, generalmente de color gris o verde, de textura de suelo franco arcilloso o de suelo franco, con mucha grava y rocas no meteorizadas; y también arenisca terciaria parcialmente meteorizada. Existen también arcillas negras de los trópicos formando un depósito reciente directamente superpuesto sobre rocas sin meteorizar, así como también sobre una extensísima gama de depósitos aluviales.

3. Fertilidad:

Estos suelos son por lo general bastante ricos en nutrimentos, si bien los suelos negros de los tipos de tierras Cuapa y Boaco proceden de rocas de poca basicidad por lo que su fertilidad es moderadamente baja y necesitan aplicaciones de fertilizantes equilibrados. La principal dificultad en el aprovechamiento de estos suelos se debe a sus características físicas que hacen difícil la labor de arada y también a su elevada capacidad de retención de agua, que acentúa el efecto de la sequía durante la estación seca. Estos suelos, sin embargo, son físicamente muy apropiados para la producción de arroz y se recomiendan firme-

mente para este cultivo, pero convendría aplicarles fertilizantes, especialmente nitrogenados, y también, en menor medida, fosfatados y potásicos. Como se ha señalado en informes anteriores, el desarrollo de técnicas apropiadas para la labranza de estos suelos es muy importante para Nicaragua en el porvenir, pues tales suelos ocupan superficies llanas muy extensas que actualmente se dedican casi por entero a pastizales.

B. Suelos Francos Arcillosos Negros de los Trópicos

1. Presencia:

Estos suelos no abundan, pero están ampliamente distribuidos en los tipos de tierras y unidades siguientes: Monte Fresco, unidad 5; Juigalpa, unidad 3; Santo Tomás, unidad 2; San Miguelito, unidad 2; y Teustepe, unidad 2. Se limitan a las zonas con cuatro o más meses secos, en las que las precipitaciones varían de 1.016 a 2.540 mm. (40–100 pulgadas).

Estos suelos representan una fase de la formación de las arcillas negras de los trópicos a partir de depósitos de aluvión. El material matriz es aluvión reciente derivado de diversos tipos de rocas de la zona, principalmente de rocas volcánicas terciarias.

2. Descripción del perfil:

El perfil típico se caracteriza por una capa arable de suelo franco arcilloso negro, generalmente de 30,5 cm. (12 pulgadas) o más de espesor, que se mezcla con los depósitos aluviales subyacentes de color negro o gris y de textura muy variable.

3. Fertilidad:

Estos suelos tienen un contenido de nutrientes análogos al de las arcillas negras de los trópicos, y, en general, su fertilidad es moderada o alta, pero responderán bien a las aplicaciones de fertilizantes. Sin embargo, las características físicas de estos suelos les hacen muy apropiados para la agricultura y comúnmente tienen una buena estructura granular hasta una cierta profundidad. En la actualidad una gran parte de ellos se cultivan, principalmente para la obtención de guineos, plátanos, maíz, etc.

SUELOS PARDOS DE LOS TROPICOS

Este grupo de suelos es un grupo nuevo que será descrito detalladamente en otro lugar por Rafael F. J. Valencia, cuando se disponga de más datos sobre su distribución en Nicaragua. Los suelos que ahora se incluyen en este grupo son los clasificados como suelos negros de transición de los trópicos en el informe sobre la zona Matagalpa-Estelí-Ocotol.

1. Presencia:

Estos suelos se presentan en la unidad de tierra 3 del tipo de tierra Santo Tomás, en las unidades 2 y 3 del tipo Banderas, en la unidad 4 del tipo Juigalpa; en la unidad 3 del tipo Boaco; en la unidad 3 del tipo Cuapa; en la unidad 3 del tipo Teustepe y en la unidad 2 del tipo de tierra San Francisco. Se hallan en zonas con precipitaciones medias anuales comprendidas entre 1.016 y 2.032 mm. (40–80”), pero son más comunes en las zonas en las que la lluvia alcanza de 1.651 a 1.905 mm. (65–75”). En las zonas de precipitaciones superiores son sus-

tituidos por los suelos lateríticos y en las de lluvia inferior están reemplazados principalmente por suelos esqueléticos o regosoles y solamente se presentan en pendientes suaves bien avenadas.

2. Descripción del perfil:

El perfil típico tiene tres capas:

De 0 a 30,5 cm. (0–12''): arcilla parda muy oscura, de estructura granular grande cuando está seca y plástica cuando está húmeda.

De 30,5 a 45,7 cm. (12–18''): arcilla parda oscura con grava y con muchas raíces vegetales, de estructura en bloques angulares.

De 45,7 a 101,6 cm. (18–40''): arcilla cascajosa pardo amarilla, cuyo tanto por ciento de material matriz sin descomponer aumenta con la profundidad.

El espesor de la capa arable varía de 7,6 a 38,1 cm. (3 a 15'') y en las zonas más húmedas su textura es frecuentemente de suelo franco arcilloso. Otra variación importante en el perfil la constituye la presencia de una coloración rojiza en el subsuelo. Esta coloración rojiza es muy frecuente en las zonas de lluvias mayores y rara en las de lluvias escasas.

3. Fertilidad:

Estos suelos tienen una fertilidad media o elevada por lo general y los suelos francos arcillosos son particularmente apropiados para la agricultura. Sin embargo, debido a la erosión, solamente quedan pequeñas extensiones con suelos profundos. A las grandes altitudes, por encima de 610 m. (2.000 pies), estos suelos más profundos se prestan muy bien para la producción de café, y a las altitudes inferiores son muy apropiados para cultivos tales como sorgo y maíz, pero, cuando se dediquen a estos cultivos, deberá prestarse gran atención al peligro de erosión. Para obtener una producción óptima estos suelos necesitan la aplicación de abonos verdes y de fertilizantes comerciales de contenido alto de nitrógeno, medio de fosfatos y relativamente bajo de potasio.

SUELOS LATERITICOS

La superficie ocupada por los suelos lateríticos es muy extensa. Estos suelos se presentan en los tipos de tierra Muhan, unidades 2 y 3; Tapalguas, unidades 1 y 2; San Miguelito, unidad 2 y Santo Domingo, unidad 1. Hay también algunas raras muestras de ellos en los tipos de tierras Santo Tomás y Jui-galpa. Comprenden, pues, casi todos los lugares de pendiente moderada y con más de 2.032 mm. (80'') de lluvia anual. Se admiten tres subdivisiones principales de los suelos lateríticos: suelos lateríticos pardos, suelos lateríticos pardo-amarillos y suelos lateríticos pardo-rojizos. Estos tres grupos pueden presentarse en modelados topográficos semejantes, con una roca matriz análoga dentro de una zona, y se cree que las diferencias que existen entre estos tres grupos se deben principalmente a la madurez del suelo. Los suelos lateríticos pardos son los más jóvenes y son muy comunes en las laderas con mucho material de suelo recientemente transportado. Los suelos lateríticos pardo-rojizos son los más antiguos y se reducen en su mayoría a los suelos formados sobre rocas in situ, mientras que los suelos lateríticos pardo-amarillos representan una fase inter-

media. Los suelos lateríticos rojos son, con mucho, los más abundantes. Los suelos lateríticos pardo-amarillos y pardos se presentan en zonas diseminadas, pero a veces abundan en un determinado lugar.

2. Descripción del perfil:

A. Suelos Lateríticos Pardos

El perfil típico contiene dos horizontes:

De 0 a 45,7 cm. (0–18 pulgadas): arcilla parda oscura, granular, ligeramente pegajosa y plástica.

De 45,7 a 76,2 cm. (18–30): arcilla veteadada pardo gris oscura, a menudo en masa, pegajosa y plástica cuando está húmeda y por lo general con muchos fragmentos rocosos transportados.

Las capas arables tienen frecuentemente textura arcillosa y el color de los subsuelos varía de gris en los lugares mal avenados a pardo en los mejor avenados.

B. Suelos Lateríticos Pardo-Amarillos

El perfil típico tiene dos horizontes:

De 0 a 45,7 cm. (0–18 pulgadas): arcilla parda oscura, de estructura moderadamente granular.

De 45,7 a 101,6 cm. (18–40 pulgadas): arcilla pardo-amarilla, con veteados amarillos y grises, a menudo en masa.

Son frecuentes en el perfil los fragmentos de roca transportados. Las capas arables varían considerablemente y a menudo son de color amarillento y de textura de arcilla o de suelo franco arcilloso.

C. Suelos Lateríticos Pardo-Rojizos

El perfil típico tiene tres horizontes:

De 0 a 61 cm. (0–24 pulgadas): arcilla pardo-rojiza.

De 61 a 122 cm. (24–48 pulgadas): arcilla roja con veteado gris.

De 122 cm. (48 pulgadas) en adelante: arcilla gris con veteado rojo.

Las capas arables son generalmente profundas, de más de 45,7 cm. (18 pulgadas), y hasta de 91,4 cm. (36 pulgadas), y frecuentemente son de color rojo y a menudo de textura de suelo franco arcilloso. El perfil alcanza generalmente un gran espesor, superior a 6,1 m. (20 pies). El espesor del horizonte de arcilla roja con veteado gris varía desde algunos centímetros hasta el espesor total del perfil.

3. Fertilidad.

La fertilidad de los suelos lateríticos varía entre mala y buena, siendo corrientemente los pardos los más fértiles y los rojos los más estériles. Sin embargo, cuando no están erosionados, estos suelos tienen una estructura buena y son profundos, y, si se les aplican fertilizantes, son susceptibles de dar rendimientos elevados. Como su fertilidad es tan variable, la aplicación de fertili-

zantes deberá basarse en análisis de cada uno de los suelos y en las necesidades del cultivo de que se trate, pero, en general, son necesarias las aplicaciones de fertilizantes equilibrados y, además, para los suelos lateríticos rojos, las aplicaciones abundantes de cal. Esta es igualmente necesaria para la mayoría de los suelos lateríticos pardo-amarillos.

SUELOS FRANCOS ROJOS

1. Presencia

Estos suelos no ocupan extensiones muy grandes; en general, se presentan en zonas análogas a las de los suelos lateríticos. Su extensión exacta no se conoce bien, pero son especialmente importantes en la proximidad inmediata de Santo Domingo y San Miguelito. Se presentan en zonas de terreno ondulado con una lluvia superior a 2.032 mm. (80 pulgadas) y solamente se encuentran en zonas con una cubierta espesa de material transportado.

2. Descripción del perfil:

El perfil consiste en arcilla, casi siempre de un espesor superior a 1,2 m. (4 pies), rica en sesquióxidos, pero que tiene una textura de suelo franco arcilloso. La estructura de estos suelos es particularmente buena y tienen un buen avenamiento interno no presentando señales de veteado en el perfil. La principal alteración que se presenta según se desciende en el perfil es el elevado contenido de materia orgánica de la capa arable que frecuentemente es de color pardo-rojo.

3. Fertilidad:

Estos suelos, en su mayoría, tienen una fertilidad nada más que moderada, pero aún sin la aplicación de fertilizantes, dan rendimientos regulares o buenos de muchos cultivos. Sin embargo, debido a su excelente estructura, se consideran como suelos agrícolas muy buenos si se fertilizan con una mezcla equilibrada y se encalan.

SUELOS ESQUELETICOS

Estos suelos se presentan en las laderas de inclinación moderada o muy grande en las partes más secas de la zona estudiada y en las laderas inclinadas y muy inclinadas de las partes más húmedas. Son suelos pedregosos delgados que no tienen horizontes genéticos bien definidos por su relativa juventud. Debido a su poco espesor y a su naturaleza pedregosa carecen de valor agrícola y a causa del elevado riesgo de erosión, la mayor parte de estas zonas deben reservarse para fines forestales. Sin embargo, extensiones muy amplias se han desmontado para pastizales que normalmente son de baja calidad.

En la zona estudiada se han reconocido muchos tipos diferentes de suelos esqueléticos, debiéndose las variaciones al clima y también en parte a los distintos tipos de materiales matrices. Los suelos esqueléticos se sub-dividen principalmente en suelos esqueléticos pardo-grises, suelos esqueléticos negros, suelos esqueléticos pardos, suelos esqueléticos grises y suelos esqueléticos rojos.

A. Suelos Esqueléticos Pardo-Grises

1. Presencia:

Este subgrupo se presenta con gran frecuencia en el tipo de tierra Monte

Fresco y también, en menor escala, en el tipo de tierra Juigalpa. Es el suelo que predomina en las laderas de inclinación moderadas o muy pendientes, en zonas con una lluvia anual de 1.016 a 1.524 cm. (40–60 pulgadas).

2. Descripción del perfil:

El perfil tiene dos capas bien definidas:

De 0 a 7,6 cm. (0–3 pulgadas): arcilla parda gris, de estructura granular media, frecuentemente cascajosa, y por lo general con muchas raíces vegetales.

De 7,6 a 61 cm. (3–24 pulgadas): arcilla cascajosa parda que se mezcla con material matriz poco descompuesto.

En todo el perfil son comunes los fragmentos de roca angulares. La capa arable tiene un color que varía de gris a pardo gris, y a veces pardo, y se mezcla con los suelos esqueléticos negros en las zonas de lluvias más abundantes o con los suelos pardos de los trópicos en las laderas de menor inclinación. Su espesor es a veces inferior a 2,5 cm. (1 pulgada).

B. Suelos Esqueléticos Negros

1. Presencia:

Este subgrupo abarca una regular extensión en los tipos de tierra Santo Tomás y Juigalpa, y se presenta en superficies menores en los tipos de tierra Boaco, Unidad 3; Lóvago, Unidad 5; Teustepe, Unidad 3 y San Francisco. Es común en la zona de terrenos volcánicos terciarios con lluvias superiores a 1.524 mm. (60 pulgadas) y cuya estación seca dura más de 3 meses.

2. Descripción del perfil

De 0 a 10,1 cm. (0–4 pulgadas): arcilla negra, de estructura granular media o en bloques (pequeños), con muchos fragmentos de rocas.

De 10,1 a 30,5 cm. (4–12 pulgadas), arcilla cascajosa parda oscura.

De 30,5 a 50,8 cm. (12–20 pulgadas): arcilla muy cascajosa parda clara con muchos fragmentos de roca que se mezcla con el material matriz.

C. Suelos Esqueléticos Pardos

1. Presencia:

Estos suelos se presentan en zonas de precipitación baja o moderada y proceden de brechas de color gris. Son muy comunes en el tipo de tierra Cuapa, existiendo extensiones pequeñísimas en los tipos de tierra Juigalpa, Monte Fresco, Teustepe, Boaco y Santo Tomás.

2. Descripción del perfil:

Estos suelos son principalmente francos grises que en toda su extensión presentan muchos fragmentos de roca. Cuando están húmedos, tienen un color que oscila entre pardo-gris y pardo. Frecuentemente se presentan en laderas de muy pequeña inclinación donde se mezclan con suelos aluviales de tipo "lanilla".

E. Suelos Esqueléticos Rojos

1. Presencia:

Estos suelos proceden de rocas meteorizadas ricas en hierro férrico que comunica al perfil un color rojo ladrillo. Se presentan en laderas pendientes en zonas de 1.016 a 2.032 mm. (40–80 pulgadas) de lluvia y pequeñas extensiones se hallan en los tipos de tierras Monte Fresco, Juigalpa y Santo Tomás siendo muy rara su presencia en otros tipos de tierras.

2. Descripción del perfil:

De 0 a 7,6 cm. (0–3 pulgadas): suelo franco pardo-rojizo oscuro de estructura granular pequeña o moderada.

De 7,6 a 50,8 cm. (3–20 pulgadas): arcilla cascajosa roja que se mezcla con material matriz poco descompuesto.

Abundan por todas partes los fragmentos de roca. Este tipo se mezcla con suelos esqueléticos pardo-grises y con suelos esqueléticos negros y también con suelos lateríticos rojos y el subsuelo presenta vetas.

REGOSOLES

Los regosoles son suelos no maduros formados sobre rocas blandas o sobre depósitos en rápida descomposición. Dentro de la zona estudiada, se han reconocido tres subgrupos principales: regosoles pardos, regosoles negros y regosoles rojos. La distribución de estos subgrupos está determinada principalmente por el clima.

A. Regosoles Pardos

1. Presencia:

Estos suelos son los más comunes en las zonas del tipo de tierra Boaco con una lluvia inferior a 1.524 mm. (60 pulgadas), presentándose en manchas muy pequeñas en otros tipos de tierra en la zona de lluvia de 1.016 a 1.524 mm. (40–60 pulgadas).

2. Descripción del perfil:

De 0 a 20,3 cm. (0–8 pulgadas): suelo franco pardo.

De 20,3 a 50,8 cm. (8–20 pulgadas): suelo franco cascajoso pardo claro que se mezcla con material matriz descompuesto.

3. Fertilidad:

La fertilidad de estos suelos está relacionada con el tipo de material matriz. En el tipo de tierra Boaco, donde el material matriz está constituido por brechas, la fertilidad es pequeña. Cuando el material matriz es otro, la fertilidad es generalmente moderada. Sin embargo, debido a su poco espesor, estos suelos no son apropiados para la agricultura, si bien se pueden usar a veces para el cultivo del maíz con fines de subsistencia.

B. Regosoles Negros

Estos suelos se limitan a la parte del tipo de tierra Boaco que tiene una

lluvia anual de 1.524 a 2.032 mm. (60 a 80 pulgadas) y se forman sobre brechas. El perfil es semejante al de los regosoles pardos, diferenciándose principalmente en que la capa arable es mucho más oscura y por lo general de espesor un poco mayor. Estos suelos no son apropiados para la agricultura, a causa de su poco espesor y de su fertilidad relativamente baja. Actualmente se aprovechan sobre todo para pastizales de valor moderado.

C. Regosoles Rojos

Estos suelos predominan en la parte del tipo de tierra Boaco con precipitaciones superiores a 1.905 mm. (75 pulgadas). Son análogos a los regosoles negros diferenciándose principalmente en el color rojo del subsuelo.

SUELOS ALUVIALES

Grandes extensiones de aluvión están cubiertas por perfiles maduros de arcilla negra de los trópicos. Las restantes zonas de aluvión tienen suelos correspondientes a los cuatro subgrupos siguientes: tierras de lanilla, arcillas pardas, arcillas grises y suelos aluviales jóvenes.

A. Tierras de Lanilla

Este subgrupo se ha creado para los suelos aluviales margosos grises derivados de brechas. Su nombre procede del nombre local de este suelo.

1. Presencia:

Estos suelos cubren grandes extensiones del tipo de tierra Cuapa y una extensión menor en el tipo de tierra Boaco. Se encuentran manchas muy pequeñas en los tipos de tierras Lóvago, San Francisco y Santo Tomás. Se presentan en zonas con lluvias de 1.016 a 2.540 mm. (40–100 pulgadas), pero que tienen una estación seca de 4 meses de duración por lo menos.

2. Perfil:

La característica esencial del perfil es la presencia de una capa arable de suelo franco gris, suelo franco limoso, suelo franco arcilloso o suelo franco arenoso. Esta capa es de color pardo gris o pardo cuando está húmeda y su estructura está muy poco diferenciada, pero por lo general, su avenamiento interno es regular o bueno. Esta capa tiene a veces gran espesor, superior a 2,05 m. (10 pies) y corrientemente es de más de 61 cm. (2 pies). Los subsuelos consisten en una diversidad de depósitos aluviales antiguos. Abundan con frecuencia los fragmentos de grava, pero no constituyen una característica necesaria del perfil.

3. Fertilidad:

A causa de su fertilidad uniformemente baja, estos suelos no se aprovechan para la agricultura. Con una aplicación intensiva de fertilizantes y abonos verdes estos suelos de poco contenido de grava serían moderadamente adecuados para tierras agrícolas, pero esta aplicación de fertilizantes y abonos verdes no puede recomendarse por ahora a causa de su carestía, puesto que hay tierras más apropiadas para la agricultura que todavía no se aprovechan totalmente.

B. Suelos Aluviales Arcillosos Pardos

1. Presencia:

Estos suelos se presentan principalmente en los tipos de tierra Lóvago y

Teustepe, donde ocupan nada más que pequeñas extensiones. Parece ser que representan una fase de la formación de las arcillas negras de los trópicos a partir de depósitos aluviales arcillosos compactos. En su mayoría se hallan en una zona con menos de 1.778 mm. (70 pulgadas) de lluvia anual y una estación seca de 6 meses.

2. Descripción del perfil:

Este sub-grupo se caracteriza por una capa arable, generalmente de más de un metro de espesor, de arcilla compacta parda muy oscura. Esta arcilla tiene propiedades análogas a las de las arcillas negras de los trópicos, pues es pegajosa cuando está húmeda y se agrieta mucho cuando está seca.

El subsuelo está constituido por depósitos aluviales grises, corrientemente de arcilla, pero a veces por depósitos de gravas y cantos aluviales.

3. Fertilidad:

Estos suelos tienen una fertilidad y unas propiedades físicas semejantes a las de las arcillas negras de los trópicos, aunque, por ser más jóvenes y algo más fértiles, las recomendaciones sobre el aprovechamiento de la tierra son según ello idénticas.

C. Arcillas Grises

1. Presencia:

En este subgrupo se incluyen los suelos aluviales arcillosos grises más antiguos del tipo de tierra San Francisco y de las partes más húmedas del tipo de tierra Lóvago. Comprende suelos de transición entre los aluviales jóvenes, de color gris, y los perfiles maduros de arcilla negra de los trópicos. Estos suelos se presentan en zonas que tienen por lo menos una estación seca de 4 meses de duración, y una lluvia anual que oscila entre 1.524 y 2.540 mm. (60 a 100 pulgadas).

2. Descripción del perfil:

Estos suelos se caracterizan por una capa arable de arcilla gris compacta con un mínimo de 5,1 cm. (2 pulgadas) de espesor que generalmente es mucho mayor. El color varía de gris claro a casi negro, lo cual está relacionado con las demás propiedades, pues los suelos más oscuros muestran mayor tendencia a aglutinarse cuando están húmedos y a agrietarse cuando están secos. Los subsuelos son otros depósitos aluviales, comúnmente con grava.

3. Fertilidad:

Estos suelos tienen una fertilidad moderada, pero son algo difíciles de labrar a causa de su textura densa. No obstante, pueden considerarse como muy apropiados para la producción de arroz, una vez fertilizados.

D. Suelos Aluviales Jóvenes

En este subgrupo se incluyen todos los suelos recientemente depositados por los muchos arroyos y ríos de la zona. Son indudablemente los más fértiles de la zona estudiada, pero en muchos casos su aprovechamiento es difícil por el peligro de inundación.

1. Presencia:

Las únicas extensiones amplias de estos suelos se encuentran en el tipo de tierra Malacatoya; sin embargo, existen muchas manchas pequeñas de suelos aluviales más jóvenes a lo largo de las orillas de los ríos principales que atraviesan todos los demás tipos de tierras.

2. Descripción del perfil:

Debido a que estos suelos están formados por una sucesión de capas de aluvión, su textura es muy variable, tanto de un lugar a otro como a medida que se profundiza en cada perfil. En general, sin embargo, el tipo de textura más común es la arcilla, siendo mucho menos frecuente el suelo franco arcilloso, el suelo franco, el suelo franco arenoso y el suelo franco limoso.

El color del perfil varía, pero esta variación está principalmente relacionada con el clima. En las zonas con 4 meses secos, abundan los suelos grises que frecuentemente presentan vetas de color pardo claro. En las zonas con menos de 3 meses secos, los suelos aluviales jóvenes tienen en su mayoría un color pardo, pero cuando su avenamiento es malo tienen subsuelos grises o veteados.

3. Fertilidad:

La fertilidad de estos suelos es variable, según la composición del aluvión, pero casi todos ellos tienen una fertilidad entre moderada y elevada. La medida en que pueden adaptarse a la agricultura depende sobre todo de las condiciones de avenamiento y, en menor grado, de la textura del suelo, pero en general la mayor parte de las zonas pueden producir muy buenas cosechas, dependiendo el cultivo específico de las condiciones climáticas locales. Sin embargo, para obtener una producción óptima, estos suelos tendrían que fertilizarse y, en particular, habría que establecer una rotación de cultivos en la que entrasen los destinados a abono verde.

Actualmente, una gran parte de estos suelos aluviales se utilizan solamente para pastoreo. Esto es lo que sucede particularmente en el tipo de tierra Malacatoya. El aprovechamiento más intensivo de estos suelos parece que es el modo principal de incrementar los ingresos de los agricultores de las partes más secas de la zona estudiada. Sin embargo, generalmente grandes extensiones de estos terrenos se hallan en manos de un solo propietario que no dispone de capital para la habilitación adecuada de los suelos, especialmente cuando están indicadas las labores de riego o avenamiento. En otras zonas, en particular en los tipos de tierras Muhan y Tapalguas, los suelos aluviales jóvenes son de poca extensión y la dificultad principal la constituye el transporte de los productos al mercado.

SUELOS HIDROMORFICOS

1. Presencia:

Estos son suelos cuya evolución del perfil está fuertemente influida por la presencia de una capa friática superficial durante gran parte del año. Las únicas extensiones importantes de este grupo de suelos son las partes más bajas del tipo de tierra Puerto Díaz, que son regularmente inundadas todos los años por la oscilación del nivel del Lago de Nicaragua.

2. Descripción del perfil:

El perfil consiste en una capa profunda de suelo franco limoso negro, que a veces es de arcilla limosa y raramente de suelo franco arenoso o de arena.

3. Fertilidad:

Estos suelos tienen una elevada fertilidad, pero el aprovechamiento de la tierra se ve limitado por su inmersión anual. Pequeñas extensiones de estos suelos de los alrededores de San Miguelito se han aprovechado para el cultivo de variedades especiales de arroz con buenos resultados. Se recomienda mucho esta práctica porque se puede conseguir una eficaz producción de arroz con poco capital.

VI. VEGETACION

En la mayor parte de la zona estudiada la vegetación primitiva ha sido sustituida por comunidades secundarias como consecuencia de una larga y continua colonización. Sin embargo, existen zonas muy extensas de monte en un estado próximo al virgen en el tipo de tierra Tapalguas, y zonas menores en los tipos de tierras Santo Domingo y San Miguelito. Estos montes casi vírgenes se hallan todos en zonas de lluvias abundantes que superan los 2.032 mm. (80 pulgadas) anuales. En las zonas secas, el monte caducifolio primitivo ha sido destruido casi completamente y sólo quedan algunas masas de comunidades aún moderadamente desarrolladas. Sin embargo, a pesar de esta destrucción de la vegetación primitiva, se pueden determinar con facilidad los grupos generales originalmente existentes y se reconocen tres formaciones primordiales: monte higrofítico sempervirente, monte higrofítico semisempervirente y monte caducifolio. La distribución de estas formaciones se puede relacionar estrechamente con las condiciones climáticas. El monte higrofítico sempervirente cubre la zona con menos de tres meses secos al año; el monte higrofítico semisempervirente cubre la zona con tres a cuatro meses secos; el monte caducifolio y el monte abierto caducifolio cubren la zona con más de cuatro meses secos al año. Existen también comunidades semisempervirentes a lo largo de las orillas de los ríos y en otros sitios húmedos en las zonas con más de cuatro meses secos. Debe observarse que el tipo de vegetación depende mucho más íntimamente de la duración y la severidad de la estación seca que de la lluvia anual total o de las condiciones del suelo. La zona que rodea San Miguelito constituye un buen ejemplo por tener cuatro meses secos y un monte higrofítico semisempervirente, en tanto que la zona que rodea a Muhan, que tiene una lluvia total análoga, 2.540 mm. (100 pulgadas), y suelos semejantes, pero cuya estación seca dura solamente tres meses, soporta un monte higrofítico sempervirente verdadero.

A pesar de la importancia de la duración de la estación seca, los cambios de vegetación reflejan todos los demás factores del medio ambiente, variando la composición de las especies existentes con la lluvia media anual, las temperaturas, la inclinación del terreno, el avenamiento de éste, las condiciones del suelo, etc.

La descripción que sigue se basa en la vegetación actual y se subdivide de acuerdo con los tres tipos de vegetación primordiales originalmente existentes. Los nombres en mayúscula son los nombres comunes. Los números que siguen a los nombres de las especies no identificadas corresponden a los números de la colección Taylor-Salas.

Zona de Monte Caducifolio

En la actualidad, dentro de cada zona, existe generalmente todo un complejo de comunidades caducifolias, en el que figuran: monte, monte abierto, matorral y sabana, cada una de las cuales representa fases sucesivas de la degeneración de las comunidades primitivas debida a las consecuencias de la colonización, y que se componen más o menos de especies caducifolias.

Comunidades de monte caducifolio: Estas comunidades son raras. Consisten en comunidades con dos pisos de árboles, hasta de 27,4 metros (90 pies) de altura, ambos caducifolios, durante unos siete meses cada año como máximo. Este monte tiene por lo general una composición muy mezclada no predominando ninguna especie. Probablemente la más común es el **Calycophyllum candidissimum** (Vahl.) DC. MADROÑO. Hay una considerable variación en la composición de las masas forestales examinadas, pero estas masas reflejan preferencias de medio ambiente de las diversas especies análogas a las que presentan las masas de los bosques abiertos caducifolios.

Montes abiertos caducifolios: Estas comunidades, generalmente con un solo piso bien desarrollado de árboles de tipo de monte abierto, son muy comunes. La especie **Guazuma ulmifolia** Lam. GUACIMO DE TERNERO, es la más común y que frecuentemente domina en los montes abiertos caducifolios menos desarrollados. Sin embargo, hay un gran número de otras especies que a veces abundan localmente. Entre ellas figuran. **Bombacopsis quinatum** (Jacq.) Dugand POCHOTE, **Lysiloma seemannii** B. & R. y **Lysiloma kellermanni** B. & R. QUEBRACHO, **Bursera simaruba** (L.) Sarg. JINOCUABO, **Pithecolobium saman** (Jacq.) Benth. GENIZARO, que son frecuentes en todas las comunidades caducifolias. Otras especies comunes abundan por lo general solamente en condiciones limitadas. Así, por ejemplo, **Phyllostylon brasiliensis** Cap. ESCOBILLO, **Caesalpinia vesicaria** L. CARBON y **Gyrocarpus americanus** Jacq. TALALATE, son corrientes en todas las comunidades más secas (1.016 a 1.260 mm., es decir, 40 a 50 pulgadas de lluvias. **Tabebuia chrysantha** (Jacq.) Nicholson CORTEZ, **Bursera graveolens** (HBK) Triana CARAÑA, **Caesalpinia coriaria** (Jacq.) Willd. NACASCOLO y **Haematoxylum brasiletto** Karst BRASIL son comunes en los suelos arcillosos compactos de las llanuras de la zona más seca y **Calycophyllum candidissimum** y **Mimosaceae 3519**, son comunes en los suelos esqueléticos de las alturas.

En zonas algo más húmedas, de 1.270 a 1.651 mm. (50–65 pulgadas) de lluvia, las especies que a menudo abundan localmente son: **Tabebuia pentaphylla** (L.) Hemsl. ROBLE o MACUELIZO, **Cochlospermum vitifolium** (Willd.) Spreng. PORO-PORO o BERBERILLA, **Enterolobium cyclocarpum** (Jacq.) Griseb. GUANACASTE DE OREJA, **Albizia caribaea** (Urban.) Britt. & Rose GUANACASTE BLANCO, **Trinchilia sp 3673** PIOJO y **Bombax barrigón** (Seem.) Dene. CEIBO BARRIGON en llanuras arcillosas. En las alturas con suelos esqueléticos las especies comunes son: **Tabebuia pentaphylla**, **Calycophyllum candidissimum**, **Enterolobium cyclocarpum**, **Simaruba glauca** DC. ACETUNO, **Cassia grandis** L. f. CARAO o CAROL y **Dalbergia** sp. ÑAMBAR o GRANADILLO. En las zonas más húmedas de monte abierto caducifolio, con 1.651 a 1.905 mm. (65–75 pulgadas) de lluvia, figuran entre las especies más comunes: **Ceiba pentandra** (L.) Gaertn. CEIBA, **Cassia grandis**, **Tabebuia pentaphylla**, **Enterolobium cyclocarpum** y **Cochlospermum vitifolium**. Además de las anteriores, hay varias especies comunes en los montes abiertos caducifolios de las laderas de todas las zonas de lluvia; entre éstas se hallan: **Luehea candida** (DC.) Mart. GUACIMO MOLINILLO y **Gliricidia sepium** (Jacq.) Steud. MADERO NEGRO.

Aparte de las especies comunes, hay un grandísimo número de otras especies asociadas en las diversas comunidades de monte caducifolio. Cada especie tiene sus propias preferencias en cuanto a condiciones de medio, especialmente por lo que se refiere a la lluvia, pero también en lo que respecta al tipo de suelo, avenamiento, etc. La presencia o la ausencia de estas especies se ha utilizado como auxiliar para determinar la lluvia estimada en las zonas en que ésta es inferior a 1.778 mm. (70 pulgadas).

Comunidades de sabana: Las sabanas son comunidades vegetales con un tapiz vegetal o piso continuo, generalmente de hierba, con árboles dispersos. Los árboles pueden ser bajos o altos. Al aumentar la densidad de árboles en las sabanas, éstas se confunden con monte abierto o matorral caducifolio. Todas las sabanas de la zona estudiada se consideran secundarias, si bien muchas son muy antiguas, posiblemente anteriores a la llegada de los españoles. Las razones principales de esta suposición son, en primer lugar, que pueden hallarse masas de montes o de montes abiertos en sitios idénticos con todas las características de sabana y, en segundo lugar, que hay suficientes ejemplos que justifican la hipótesis de que, si se impidiesen las quemadas anuales durante varios años, todas las comunidades de sabana se convertirían en montes abiertos y posteriormente en monte. Otra razón es que las sabanas son mucho menos comunes en las zonas con una estación seca prolongada, probablemente a causa de su bajo valor para pastizales.

Existen muchos tipos de sabanas. La composición del tapiz herbáceo es generalmente independiente de la composición del piso arboreo y se describe en la sección que trata de los pastizales. Aparte de esta variación, existe otra considerable en el piso arboreo, pudiendo clasificarse las sabanas en tres grupos principales: sabanas de **Crescentia alata** HBK JICARO SABANERO, de **Tabebuia pentaphylla** ROBLE BLANCO y de **Curatella americana** L. CHAPARRO. Aunque hay muchas comunidades de transición, la mayoría de las sabanas pueden incluirse fácilmente en uno de estos tres grupos.

En las sabanas de **Crescentia alata** domina esta especie que en las comunidades más degeneradas es con frecuencia la única especie existente. Sin embargo, otras especies arbóreas se encuentran por lo general asociadas con **Crescentia alata**. Entre ellas están **Guazuma ulmifolia** y otras especies frecuentes en los montes abiertos caducifolios de estaciones análogas. A veces, puede faltar **Crescentia alata** y en estas comunidades domina entonces **Guazuma ulmifolia** o **Acacia costaricensis** Schenck. CORNIZUELO. Estas sabanas son muy frecuentes en todas las zonas con una precipitación superior a 2.032 mm. (80 pulgadas), pero son más comunes en los llanos dedicados de antiguo a pastizales, con suelos profundos de arcilla negra de los trópicos.

Las sabanas de **Tabebuia pentaphylla** reemplazan a las de **Crescentia alata** en las llanuras aluviales del tipo de tierra San Francisco con más de 2.032 mm. (80 pulgadas) de lluvia. **Tabebuia pentaphylla** es a menudo una especie común en la sabana de **Crescentia alata**, pero en esta zona es con frecuencia la única especie existente. Las sabanas de **Curatella americana** no cubren grandes extensiones, sino que se hallan diseminadas por toda la zona de monte caducifolio. Corrientemente se presentan en las laderas con suelos esqueléticos, pero se presentan también en algunas zonas llanas con suelos aluviales "lanilla". Estas sabanas son generalmente más comunes cerca de las carreteras antiguas y de otras zonas donde podía esperarse que los efectos de los incendios fuese más severos. **Curatella americana**, domina siempre. **Byrsonima crassifolia** (L.) DC. NANCITE y

Psidium guajava L. GUAYABO, se encuentran característicamente como especies comunes asociadas. Otras especies se encuentran como individuos aislados y pueden pertenecer a cualquiera de las especies que se hallan en las laderas de los montes abiertos caducifolios.

Matorral caducifolio: Estas comunidades consisten en una densa vegetación arbustiva, de menos de 6,1 m. (20 pies) de alto. No se presentan con frecuencia y constituyen una fase intermedia de una sucesión hacia el desarrollo de los montes abiertos caducifolios más viejos, a partir de tierra de pastizales o de terreno agrícola. Las especies comunes son: **Acacia costaricensis**, **Croton hofmanni** M. Ar., **Acacia Farnesiana** (L.) Willd. CACHITO DE AROMO, **Pithecolobium dulce** (Roxb.) Benth ESPINO DE PLAYA y **Zizyphus guatemalensis** Hemsl. NANCIGUISTE. (Esta última especie se limita generalmente a las zonas con menos de 1.270 mm. (50 pulgadas de lluvia).

Zona de Monte Higrofítico Semisempervirente

El monte higrofítico semisempervirente cubría primitivamente toda la zona con una estación seca de 3 a 4 meses. Consiste en un monte de especies altas (de más de 30, 5 m., o sea, 100 pies) con tres pisos arbóreos. Los árboles de los pisos más altos comprenden a la vez especies sempervirentes y caducifolias, pero los de los pisos más bajos son por lo general sempervirentes. Únicamente en el tipo de tierra San Miguelito quedan algunas masas extensas de monte maduro. La mayor parte del resto de la zona ha sido reemplazada por pastizales o por rebrote secundario. Las comunidades de rebrote varían muchísimo, según que el rebrote se produzca en tierras recientemente desmontadas o en tierras dedicadas de antiguo a pastizales.

Monte maduro:

Los montes maduros son bastante ricos en especies de árboles altos. Entre las más comunes figuran: **Cedrela mexicana** Roem. CEDRO REAL, **Enterolobium cyclocarpum**, **Anacardium excelsum** (Bert. & Balb.) Skeels. ESPAVEL o AGUEGUE, **Swietenia macrophylla** King CAOBA, **Leguminosae 3734** COLORADITO, **Hura crepitans** L. JAVILLO, **Dalbergia** sp. NAMBAR o GRANADILLO, **Sapranthus nicaraguensis** (Seem) Standl. PALANCO, **Spondias mombin** L. JOCOTE-JOBO, **Pseudosamanea guachapele** (HBK) Harms., **Luehea seemannii** Triana & Planch. GUACIMO COLORADO, **Lonchocarpus rugosus** Benth CAROL MACHO, **Myrsinaceae 3752** UVA, **Terminalia chiriquensis** Pittier GUAYABON, **Vitex cooperi** Standl. BIMBAYAN, **Calophyllum brasiliense** Camb. var. **Rekoi** Standl MARIA y **Andira inermis** (Swartz.) HBK. ALMENDRO DE MONTE.

Comunidades secundarias:

Después de la roturación del monte semisempervirente una densa masa de especies de rápido crecimiento cubre prontamente la zona, iniciándose una sucesión secundaria. Este rebrote joven es rico en especies y frecuentemente comprende raros individuos aislados de los árboles dominantes del monte primitivo. Sin embargo, en las primeras fases las especies más comunes son: **Cecropia peltata** L. GUARUMO; **Micomia argentea** (Swartz.) DC. CAPIROTE BLANCO, **Zuelania guidonia** (Sw.) Britt & Millsp. PALO DE PLOMO o HUEVO DE BURRO y **Croton panamensis** Huell. Arg. SANGREDRAGO. A medida que se desarrolla la sucesión, predominan las siguientes especies: **Vismia mexicana** Schl. ACHOTILLO o MANCHA ROPA, **Vochysia hondurensis** Sprague PALO DE AGUA o BARBA-

CHELE, *Vochysia ferruginea* Mart. MANGA LARGA, *Flacourtiaceae* 3637 BARAZON, *Xylopia frutescens* Aubl. MANGA LARGA, *Nectandra globosa* (Aubl.) Mez AGUACATE MONTERO, *Daphnopsis seibertii* Standl. PANCHIL. Si la sucesión continúa desarrollándose más, sin interferencia del hombre, es invadida gradualmente por especies del monte maduro que lentamente se vuelven dominantes. Las especies madereras comerciales *Swietenia macrophylla* y *Cedrela mexicana* son particularmente abundantes en tales comunidades de rebrote avanzado.

Cuando una zona de monte semisempervirente se transforma en pastizal y luego se permite que se transforme de nuevo en monte, la sucesión es muy diferente. En las fases primeras hay generalmente manchas de vegetación arbustiva en los pastizales, siendo muy comunes las especies siguientes: *Talisia porteriana* Jin. MANCHON, *Citharexylum caudatum* L. MAZORQUILLO, *Zuelania guidonia* y *Miconia argentea*. En las zonas de pastizales antiguos hay generalmente árboles y matorrales diseminados, en su mayoría caducifolios, figurando entre ellos: *Bombax barrigón*, *Bursera simaruba*, *Gliricidia sepium*, *Licania arborea* Seem. HOJA TOSTADA, *Hymenaea courbaril* L. GUAPINOL y *Cordia alliodora* (Ruiz & Pavón) Cham. LAUREL.

Monte Higrofitico Sempervirente

El monte higrofitico sempervirente cubría primitivamente toda la zona de los tipos de tierras Muhan, Santo Domingo y Tapalguas. Actualmente, el monte maduro cubre todavía zonas muy extensas de los tipos de tierras Tapalguas y Santo Domingo. La zona restante ha sido desmontada en su mayoría en los últimos 100 años para convertirla en pastizal.

No se ha hecho todavía ningún estudio detallado de los montes de la zona para clasificarlos por grupos florales, pero, por las observaciones efectuadas, puede afirmarse que todos estos montes tienen una composición fundamentalmente semejante. Esto no es sorprendente debido a la naturaleza relativamente uniforme de la zona de la mayor parte del monte higrofitico maduro.

Monte higrofitico Sempervirente Maduro

Estos montes consisten de comunidades integradas por especies muy altas, de más de 36,6 m. (120 pies) de altura, con tres o cuatro pisos arbóreos. Contienen especies caducifolias, pero no son abundantes en ningún piso, ni comunican jamás un deshojado al conjunto del monte. Las masas son por lo general de composición muy mezclada y aunque en todas con frecuencia dos o más especies son relativamente comunes, la mayor parte del monte está formado por tres especies que solamente se presentan en individuos aislados. Entre las especies comunes figuran: *Esenbeckia litoralis* D. Sm. NARANJO, *Cedrela mexicana*, *Dialium guianense* (Aubl.) Steud TAMARINDO MONTERO o COMENEGRO, *Luehea seemannii* Triana & Planch. GUACIMO COLORADO, *Brosimum utile* (HBK) Open. OJOCHE, *Carapa nicaraguensis* C. DC. CEDRO MACHO, *Leguminosae* 3716 CAMIBAR, *Ficus padifolia* HBK. CHILAMATE, *Licania platypus* (Hemsl.) Fritsch. SONSAPOTE, *Pterocarpus officinalis* L. SANGREDRAGO, *Terminalia chiriquensis* Pittier GUAYABON, *Tetragastris stevensonii* Standl. QUEROSIN, *Ceiba pentandra*.

Comunidades secundarias:

Después del desmonte y del abandono subsiguiente de una zona de monte sempervirente, se inicia una sucesión de árboles que crecen rápidamente. En las primeras fases, las especies comunes son: *Ochroma lagopus* Sw. BALSA o

TAMBOR, *Cecropia peltata*, *Vismia mexicana*, *Inga eriorhachis* Harm. GUABO COLORADO, *Xylopia frutescens*, *Vochysia ferruginea*, y *Vochysia hondurensis*. En las últimas fases de esta sucesión el monte secundario de especies altas está dominado a veces por unas pocas especies, particularmente: *Vochysia hondurensis*, *Ceiba pentandra*, *Terminalia chiriquensis*, *Spondias mombín* y *Luehea seemannii*.

En las zonas dedicadas de antiguo a pastizales, solamente son comunes unos pocos árboles altos. Son éstos por lo general especies comunes en la zona de monte caducifolio y entre ellas figuran: *Ceiba pentandra*, *Licania arborea*, *Spondias mombin*, *Simaruba glauca*, *Erythrina glauca* Willd. GALLITO, *Hymenaea courbaril* y *Cassia grandis*.

Comunidades de las márgenes de los ríos:

Existen muchas comunidades vegetales que se encuentran de modo característico a lo largo de las corrientes de agua. Esto sucede especialmente en las zonas más secas, donde el elevado porcentaje de especies sempervirentes en las comunidades de las márgenes de los ríos contrasta fuertemente con el monte caducifolio vecino. Estas comunidades varían mucho, según los efectos combinados de la acción del hombre, de las inundaciones y de la sequía, así como de conformidad con la madurez de la comunidad. Se han reconocido en total nueve comunidades bien definidas:

1. Comunidades de *Licania arborea* y *Calycophyllum candidissimum*. Estas comunidades son comunes a lo largo de los ríos pequeños de la zona de monte caducifolio y se diferencian poco de las comunidades caducifolias vecinas. *Licania arborea* y *Calycophyllum* son por lo general altos y frecuentes. Otras especies no abundan nunca, pero entre éstas figuran las que se hallan en las comunidades caducifolias vecinas, así como algunas especies diseminadas características de las orillas de los cursos de agua. Entre estas últimas se cuentan: *Anacardium excelsum*, *Albizia caribaea*, *Bravaisia integrissima* (Spreng.) Standl. MANGLE BLANCO, *Enterolobium cyclocarpum*, *Pithecolobium saman* y *Andira inermis*.

2. Comunidades de *Anacardium excelsum* y *Ceiba pentandra*. Estas asociaciones se encuentran a lo largo de los ríos en todas las regiones con una precipitación comprendida entre 1.016 y más de 2.032 mm. (40 a más de 80 pulgadas). A veces domina por completo *Anacardium excelsum* o se encuentra en otros casos en asociación con las otras especies características de las corrientes de agua. Las comunidades mixtas son probablemente las comunidades de ríos más maduras en estaciones muy húmedas, y las comunidades de *Anacardium excelsum* puras indican un período de anegamiento mayor.

3. Comunidades de *Couropita nicaraguensis* DC. SAPOTE MICO: Estas comunidades son comunes y constan de una masa pura de *Couropita nicaraguensis*, o de una comunidad mixta análoga a las comunidades de *Anacardium excelsum* y *Ceiba pentandra*, pero en las que es común *Couropita nicaraguensis*. Dichas masas se presentan en estaciones que reciben una lluvia adecuada durante todo el año, pero que están sometidas a anegamientos estacionales. Probablemente representan una fase sucesoria avanzada a una comunidad de *Anacardium excelsum* y *Ceiba pentandra*.

4. Comunidades de *Triplaris melaenodendron* (Bertol) Standl. & Steyerl. PI-PILACHO o TABACON: Solamente se vieron unas pocas masas de este mon-

te, todas a lo largo del curso inferior del río Mayales. Consisten en una masa casi pura del alto árbol **Triplaris melaenodendron**. Constituyen una fase primitiva de la sucesión en las zonas devastadas por las inundaciones.

5. Comunidades de **Clusia rosea** Jacq. COPEL o MATA PALO: A lo largo de los ríos en las zonas de lluvias moderadas (1.524 a 2.032 mm., o sea, 60 a 80 pulgadas), son frecuentes las comunidades dominadas por **Clusia rosea**, especialmente en el tipo de tierra Santo Tomás. Son una variación de las comunidades de **Anacardium excelsum** y **Ceiba pentandra**, y son muy semejantes aparte de la gran preponderancia de **Clusia rosea**. Esta especie no abunda en la mayoría de las comunidades maduras, pero en las zonas utilizadas para pastizales desde hace mucho tiempo los cursos de agua pequeños pueden estar rodeados por una masa pura de esta especie.

6. Comunidades de **Bravaisia integririma**: En las estaciones muy mal avenadas de las zonas de lluvias abundantes, la comunidad típica **Ceiba pentandra** y **Anacardium excelsum** está frecuentemente modificada por el predominio de **Bravaisia integririma**. Entre las especies asociadas figuran las comunes en el monte higrofitico vecino y otras especies características de los cursos de agua, especialmente **Anacardium excelsum** y **Leguminosae 3716** CAMIBAR.

7. Comunidades de BAMBU: En las zonas de abundantes precipitaciones, superiores a 1.524 mm. (60 pulgadas), existen comunidades en las que domina completamente el bambú. Estas comunidades son secundarias y se producen como consecuencia del desmonte del terreno y de su abandono subsiguiente. Tales comunidades son invadidas gradualmente por árboles altos de las comunidades de los cursos de agua vecinas.

8. Comunidades de **Annona glabra** L. ANONA DE PANTANO: Una pequeña comunidad del tipo de tierra Lóvago está dominada por **Annona glabra**. Este sitio está sometido a una grande y frecuente inundación en la época de las lluvias, y es un lugar típico de las comunidades de **Annona glabra** de otras partes de Nicaragua.

9. Comunidades de **Erythrina glauca** Willd. GALLITO: Algunas pequeñas masas de esta comunidad de monte abierto se presentan a lo largo de varios cursos de agua que atraviesan los amplios llanos de arcilla negra de los trópicos cercanos a Acoyapa. Consisten en masas casi puras de **Erythrina glauca**, y se presentan en condiciones donde se producen inundaciones estacionales de moderada magnitud.

VII. INDUSTRIA FORESTAL

Es muy necesario incluir la explotación de los montes de la zona en un plan bien estudiado de fomento de la tierra, en lugar de seguir el método actual de extracción de la madera en el que no se tiene en cuenta el porvenir de la zona, o como sucede más frecuentemente, en lugar de efectuar la simple destrucción por el fuego de las valiosas especies madereras de las tierras necesarias para el pastoreo.

Existen dos clases principales de monte: montes sempervirentes y montes caducifolios. Sus condiciones de crecimiento son tan distintas que lo mejor es estudiarlas por separado.

Hay un tercer grupo de montes los semisempervirentes, que conviene estudiar junto con los montes sempervirentes.

Montes Caducifolios

Los montes caducifolios cubrían primitivamente todas las partes de la zona con una lluvia anual inferior a 1.778 mm. (70 pulgadas) y que tienen una estación seca de más de cuatro meses. Es probable que gran parte de este monte fuese destruido por el cultivo de los antiguos indios antes de la llegada de los españoles y es bastante probable que en aquella época existiesen ya extensas zonas de pastizales mantenidos por las quemas hechas para cazar. Sin embargo, con la introducción de los animales apacentadores poco después del arribo de los españoles, el proceso de destrucción deliberada de los montes se aceleró mucho. En la actualidad sólo quedan unas pocas masas de monte caducifolio verdadero, pero hay amplias zonas de monte abierto caducifolio secundario de especies altas en el tipo de tierra Monte Fresco y en las partes más secas (de lluvias inferiores a 1.270 mm. = 50 pulgadas) del tipo de tierra Lóvago. En estas zonas la conversión de tierras de monte en tierras de pastizales no se ha producido tan rápidamente como en las zonas más húmedas debido al escaso pasto producido. Sin embargo, con el crecimiento de la densidad de la población, el proceso de conversión de tierra de monte en tierra de pastizales se verifica actualmente con más rapidez. A pesar de los escasos beneficios que rinden los pastos producidos, estos beneficios son superiores a los rendimientos obtenidos de las zonas arboladas por los actuales métodos de extracción. No obstante, se cree que en vista de la facilidad de acceso del tipo de tierra Monte Fresco al mercado de Managua, gran parte de esta tierra daría mejores beneficios si se ordenase en forma de bosquetes para aprovechamiento puramente forestal. Al mismo tiempo, esto impediría el constante incremento de la erosión del suelo en la zona, con la concomitante disminución gradual de los beneficios de los pastizales y el peligro que la erosión supone para las tierras más valiosas de las zonas de inferior altitud. En la zona del tipo de tierra Lóvago se propone el empleo de un sistema mixto de aprovechamiento de los pastizales y los montes.

Las principales maderas extraídas de estas zonas son el POCHOTE (*Bombacopsis quinatum*) y el LAUREL (*Cordia alliodora*) de ambos tipos de tierras, y el GENIZARO (*Pithecolobium saman*), del tipo de tierra Lóvago. Sin embargo, se extraen otras muchas maderas, pero en cantidades menores. Para mejorar los beneficios de la tierra es necesario, en primer lugar, examinar cada zona cuidadosamente y señalar todo árbol apropiado para la extracción. Después de la extracción deberá dedicarse cuidadosa atención a la clasificación de cada especie para su uso mejor. Sin embargo, a pesar de todos los cuidados, gran parte de la madera de todas las zonas carece de valor, bien por causa de deformidades del árbol debidas a daños producidos por el fuego, o bien por otras causas, tales como superpoblación, daños ocasionados por las lianas, etc., o al hecho de que la especie de que se trate es de poco valor económico a causa de las propiedades inherentes de su madera. La corrección de esta situación puede hacerse con poco costo mediante un sistema de corta selectiva de las especies indeseables, el aclareo de las masas cuando sea necesario, la remoción de las lianas, etc. y tomando algunas de las más importantes precauciones contra los incendios.

La presente falta de una ordenación de esta naturaleza en la zona se explica sobre todo por la necesidad de tener que esperar un tiempo relativamente largo para percibir beneficios. Sin embargo, deberá ser posible interesar en tal sistema a los terratenientes que ya extraen madera para contar con un beneficio

continuo en el porvenir. Se recomienda prestar atención al fomento de la creación de bosquetes de explotaciones agrícolas por parte del nuevo Servicio Forestal propuesto. Será necesario nombrar por lo menos un oficial con carácter permanente encargado de tal programa, con la obligación de asesorar a los propietarios de tierras sobre los mejores métodos de ordenación y en particular sobre los métodos mejores de identificación de las fases juveniles de las especies arbóreas, tanto comerciales como no comerciales.

Como regla general puede decirse que la plantación de árboles en gran escala no resultaría económica. Sin embargo, es probable que la plantación en pequeña escala de árboles frondosos, por ejemplo, *Eucalyptus papuana*, sería interesante desde el punto de vista económico en los suelos más profundos del tipo de tierra Monte Fresco. Igualmente, las plantaciones de GENIZARO en las zonas bajas de los tipos de tierra Lóvago y Puerto Díaz darían buenos beneficios, en especial porque dichas zonas podrían aprovecharse en un sistema combinado de pastizal y monte, y esta especie, aparte de dar una madera apreciada, es un excelente árbol de sombra cuyo fruto come el ganado en las épocas de sequía.

En otras zonas cubiertas de monte caducifolio, sólo quedan pequeñas masas de tierra arbolada, que deberán ordenarse también en forma de bosquetes de explotaciones agrícolas.

Monte Sempervirente y Semisempervirente

Estos montes son mucho más importantes para la zona, tanto por la gran cantidad de madera que se extrae actualmente de ellos como por las inmensas reservas de madera que encierran. Casi todo el tipo de tierra Tapalguas está cubierto de monte sempervirente denso. Hay asimismo grandes extensiones en el tipo de tierra Santo Domingo y extensiones menores en el tipo de tierra Muihan. Más de la mitad del tipo de tierra San Miguelito está cubierta por masas comerciales de monte semisempervirente, y hay algunas pequeñas masas comerciales de este monte en el tipo de tierra Santo Tomás, en especial en las zonas montañosas del oeste.

Los tipos de monte varían mucho, aparte de la subdivisión principal en monte sempervirente y semisempervirente. Las masas comerciales pueden subdividirse además en monte secundario avanzado, con una elevada proporción de preciadas maderas para ebanistería (cedro y caoba), y en montes maduros de composición más mezclada.

La extracción actual de estos montes es principalmente de solo tres especies: *Cedrela mexicana*, CEDRO REAL; *Carapa nicaragüense*, CEDRO MACHO; y *Swietenia macrophylla*, CAOBA. Otras especies de menos valor se extraen únicamente en cantidades muy pequeñas y es de aquí de donde depende más el desarrollo de la industria forestal de la zona. Si pudiesen crearse las condiciones precisas para la extracción provechosa de un número de especies mucho mayor, la industria de la madera podría llegar a ser uno de los principales puntales de la economía de la zona y podría cooperar mucho a la colonización de nuevas tierras. Indudablemente, las especies que se extraen en la actualidad son las más valiosas y este sistema proporciona el máximo beneficio para una inversión de capital reducida. Sin embargo, si se estableciesen planes apropiados para el desarrollo de una extensa zona, podrían obtenerse beneficios casi iguales por unidad de capital mediante una extracción más completa. Por supuesto, esto

proporcionaría beneficios muy superiores por unidad de tierra y constituiría un aprovechamiento mucho más eficaz de los recursos nacionales.

Lo que se necesita es capital suficiente para explotar una gran extensión de monte denso mediante la construcción de una carretera de acceso de primer orden y reducir así el costo del transporte por unidad de madera. Con los buenos montes existentes este plan sería atractivo desde el punto de vista económico para las empresas madereras siempre que se cuente con capital suficiente, y, al mismo tiempo, quedaría una carretera de acceso permanente, lo cual es un requisito primordial para la colonización de la región.

Se recomienda que se investigue este plan para los montes de la orilla septentrional del río Siquia en las proximidades de Tapalguas. Se propone esta región por las razones que siguen: En primer lugar, hay en ella una grandísima extensión de monte de buena calidad con un porcentaje moderado de maderas estimadas para ebanistería, así como también muchas especies menos valiosas. En segundo lugar, la zona se halla en la frontera actual del desarrollo, y dentro de un período relativamente corto gran parte del monte será roturado y quemado para dedicarlo a pastizales, a menos que se tomen las medidas oportunas. Además, debido al cierre de las minas de Santo Domingo, es muy necesaria en la zona la realización de grandes trabajos que absorban la mano de obra inactiva. Otras ventajas son que esta zona tiene una topografía suave que hace relativamente fácil la extracción de madera y la construcción de carreteras y, además, existe la posibilidad de acondicionar las instalaciones de producción de energía eléctrica existentes en Tapalguas para utilizarlas en el proyecto. Aparte de esto, la zona está unida a Santo Domingo por una carretera forestal. Esta carretera es actualmente muy mala, pero facilitará mucho los trabajos de reconocimiento preliminares. Además, la zona es muy apropiada para el cultivo del cacao y sería favorable para el establecimiento de grandes plantaciones si después de la extracción de la madera se uniese a Santo Domingo por medio de una buena carretera.

Las medidas necesarias para iniciar este proyecto serían, en primer lugar, fijar la propiedad de los terrenos de la zona, y especialmente delinear las tierras del Estado, y efectuar luego un estudio detallado de las cantidades de madera en pie disponible de todas las especies de árboles de tamaño comercial de la zona. Una vez terminado este estudio, se podrán efectuar estimaciones de los costos de la construcción de buenas carreteras que conduzcan a las zonas más adecuadas. Igualmente podrán estimarse los costos de extracción y el beneficio que debe esperarse del aprovechamiento total. Cuando se disponga de estas cifras es de creer que se podrán fijar los derechos que habría que percibir para sufragar el costo de la carretera, y que permitiesen al mismo tiempo un buen interés para la inversión de capital hecha por las compañías dedicadas a la extracción de la madera. Por el contrario, la continuación del actual sistema de extracción conduce a un constante agotamiento del valor del monte debido a la corta de sus especies más valiosas y, en cambio, solamente se presta un auxilio temporal a la labor de fomento, pues las actuales operaciones en pequeña escala diseminadas en una amplia región sólo pueden llevarse a cabo utilizando los ríos para el transporte de la madera o, a lo más, una mala carretera que se estropea prontamente una vez que cesa la extracción de la madera con la llegada de las lluvias.

Aunque las operaciones en gran escala se recomiendan mucho, se debe-

rían seguir efectuando algunas en pequeñas escala. Estas operaciones deberían favorecerse en zonas tales como el tipo de tierra Muhan, donde hay muchas masas pequeñas de monte comercial cercanas a las carreteras principales que se desmontarán en un porvenir inmediato debido al rápido incremento de la densidad de población que seguirá a la construcción de la carretera al Rama.

Para evitar la pérdida de la mayor parte del valor maderero de tales masas se recomienda la creación de un servicio de extensión forestal para ayudar a los propietarios de tierras a preparar las estimaciones de los costos de extracción y de los beneficios que deben esperarse. Dicho servicio conduciría a que la madera de muchas zonas se aprovechara en lugar de desmontarla y quemarla simplemente como ha ocurrido en otros lugares.

Otras recomendaciones hechas anteriormente para contribuir al aprovechamiento más eficaz de los recursos del monte sempervirente se aplican igualmente a la zona Boaco-Santo Tomás. Entre estas recomendaciones figuran la mayor divulgación del conocimiento actual sobre las aplicaciones de las muchas especies que constituyen el monte; la recopilación de nuevos datos referentes a las aplicaciones de la madera; el establecimiento de proyectos para determinar los métodos mejores para mantener a raya el rebrote con el fin de producir montes más valiosos; y los estudios para determinar las épocas más apropiadas para la corta de las principales especies madereras.

Para subrayar el valor de los montes, debe recordarse que éstos cubren en la zona grandes extensiones de terreno. El aprovechamiento nada más que moderadamente eficaz de estos montes produciría 3.000 pies tablares de madera por acre (1 acre = 0,40468 hectáreas), o sea, un total de más de 2.000.000 de pies tablares por milla cuadrada (1 milla cuadrada = 2,59 Km².) con un valor, a los precios actuales, superior a 100.000.000 de dólares EUA para toda la zona. Estos montes son solamente una fracción de las reservas forestales del país, pero debido a encontrarse en la frontera de la zona de desarrollo serán talados y quemados y su valor se perderá en un plazo máximo de 50 años, a no ser que se tomen las medidas pertinentes para extraer la madera antes de la colonización. Es también evidente que si parte de este valor puede retenerse en la tierra en forma de buenas carreteras, la colonización de ésta será rápida y el aprovechamiento de la misma mucho más eficaz.

VIII. INDUSTRIA DEL PASTOREO

La industria del pastoreo es el sostén principal de la economía de la zona estudiada y lo viene siendo desde los primeros días de la colonización española. Sin embargo, el progreso de esta industria ha sido lento, debiéndose los únicos incrementos importantes al continuo desmonte de tierras forestales para convertirlas en pastizales, y a la introducción de especies de pastos mejorados en una extensión de tierra moderada.

La situación de la industria y los métodos necesarios para su mejoramiento son fundamentalmente semejantes a los que se exponen en el informe "Estudio de las posibilidades agrícolas y forestales de la Zona Matagalpa-Estelí-Ocotlán".

Pastos nativos. Se encuentran los siguientes tipos de pastos:

1. **Pastos nativos mixtos. Comunidades de Bouteloua y Arístida.** Estas comunidades se presentan en las zonas más secas (con menos de 1.651 mm. =

65 pulgadas de lluvia). Consisten en una mezcla de gramíneas y hierbas nativas en la que a menudo dominan localmente especies de *Bouteloua* entre las cuales se encuentra *Bouteloua alamosana* Vasey y especies de *Aristida* en las que se hallan *Aristida ternipes* Cav. CRIN DE MACHO y *Aristida jorullensis* Kunth ACEITILLO. Otras muchas especies herbáceas son comunes y algunas de ellas son dominantes en ciertos lugares. Las especies herbáceas de pequeño valor para pastos son frecuentes, especialmente *Cyperáceas* y *Compuestas*. Las leguminosas son bastante raras y generalmente de poco valor.

Estas comunidades son las primeras que aparecen cuando los montes abiertos caducifolios se roturan o queman. Durante la estación húmeda, proporcionan una cantidad moderada de hierba de mala calidad, pero se agotan rápidamente al comenzar la estación seca.

II. **Pastizales de AMARGOSA.** Las comunidades dominadas por una sola especie nativa de zacate bajo son comunes en toda la región más seca. Se presentan en las zonas colonizadas desde hace mucho tiempo, particularmente donde el pastoreo ha sido más intenso, la estación seca es más severa, o las capas arables son especialmente de poco espesor. Estas comunidades representan una fase degenerada de los pastizales precedentes, formadas por la eliminación de otras especies nativas a causa de las quemaduras anuales. Frecuentemente, la comunidad está integrada casi por entero de la bien conocida gramínea llamada AMARGOSA, pero una fase todavía más degenerada la constituye la presencia de una masa densa de la especie herbácea incomedible *Hyptis suaveolens* (L.) Poit CHAN.

Estas comunidades tienen muy poco valor para pastizales. Durante la estación húmeda, el crecimiento, tanto en cantidad como en calidad es inferior al de las comunidades de *Bouteloua* y *Aristida*, y también se secan más rápidamente durante la estación seca.

III. **Pastizales de *Paspalum virgatum* L. ZACATON.** Los pastos producidos después del desmonte en las zonas que tienen una lluvia superior a 1.651 mm. (65 pulgadas) son bastante distintos de los de las regiones más secas. Las comunidades primitivas tienen muchas especies de zacates, pero éstas son reemplazadas prontamente por un pastizal constituido por una sola especie dominante *Paspalum virgatum*, aunque en ocasiones hay una segunda especie dominante *Ixophorus unisetus* (Presl.) Schlecht. ZACATE CHOMPIPE. Estos pastizales producen grandes cantidades de forraje durante la mayor parte del año, pero este forraje es de calidad nada más que moderada y poco apetitoso, especialmente cuando el pasto no es comido hasta quedar raso y se deja que crezca y se sazone. Estos pastizales son los más altos de los pastos naturales y en muchos lugares alcanzan alturas de más de 1,8 metros (6pies) en la estación húmeda.

IV. **Pastizales de TEPALON.** Estas comunidades reemplazan a los pastizales de *Paspalum virgatum* en las amplias llanuras aluviales con precipitaciones abundantes (superiores a 2.032 mm. = 80 pulgadas) del tipo de Tierra San Francisco. En esta zona **Graminae 3741 TEPALON** es la que domina generalmente, compartiendo a veces este dominio con **Graminae 3773**. Otras gramíneas no son comunes, pero figuran entre ellas algunas que alcanzan gran altura, como es por ejemplo *Paspalum virgatum*. Probablemente este tipo de pasto reemplaza a los pastos de *Paspalum virgatum* debido a las marcadas fluctuaciones estacionales de la capa friática. Estas comunidades son de valor semejante al de los pastizales de *Paspalum virgatum*, probablemente con una producción ligeramente inferior de forraje, pero de calidad algo mejor. Estos pastizales se secan du-

rante los cuatro meses de sequía, pero no hasta el punto de otros tipos de pastos naturales.

Pastizales Mejorados

En la zona estudiada se pueden obtener grandes mejoras en la producción de pastos mediante la plantación de especies mejoradas. Ya se han plantado considerables extensiones, especialmente en los tipos de Tierra Muhan y Santo Tomás. En las zonas más secas, sin embargo, las extensiones plantadas son muy pequeñas y estas regiones están muy atrasadas a este respecto con relación a otras de Nicaragua.

En la actualidad se utilizan tres tipos principales de pastos mejorados, que son: **Panicum maximum** Jacq. GUINEA, **Panicum purpurascens** Raddi PARA e **Hyparrhenia rufa** (Nees.) Stapf. JARAGUA, pero es necesario efectuar ensayos en el campo con otras especies prometedoras.

a) Pastizales de **Panicum maximum**. Estos pastos abundan en el tipo de Tierra Muhan y en otras zonas de lluvias abundantes (superiores a 2.032 mm. = 80 pulgadas), donde en la actualidad el desmonte va generalmente seguido de una siembra con esta especie. Para el pastoreo de carácter general es la especie más apropiada para esta zona que actualmente se conoce. Se siembra también en zonas del tipo de Tierra Santo Tomás, en las que probablemente constituye, asimismo, el mejor tipo de pasto.

b) Pastizales de **Panicum purpurascens**. Con esta especie se siembra pequeñas extensiones en el tipo de Tierra Muhan y en otras zonas de abundantes precipitaciones. Sin embargo, los pastizales de **Panicum purpurascens** más importantes se encuentran en las zonas bajas del tipo de Tierra Puerto Díaz, donde constituyen una fuente valiosa de buenos pastos para las zonas de lluvias inferiores durante la estación seca.

c) Pastizales de **Hyparrhenia rufa**. Esta especie tiene la ventaja de ser agresiva en el actual sistema de ordenación de los pastizales y por ello el establecimiento de un pastizal con **Hyparrhenia rufa** es más económico que con **Panicum maximum** o **Panicum purpurascens**. A pesar de esto, el valor de **Hyparrhenia rufa** como forraje es considerablemente inferior, siendo poco superior al de los pastizales de **Paspalum virgatum**, pero un pastizal de **Hyparrhenia rufa** bien ordenado contiene frecuentemente una pequeña cantidad de leguminosas nativas que, por ser de valor nutritivo muy grande, aumentan notablemente el valor de tales pastizales. Sin embargo, se considera en general que **Panicum maximum** debe preferirse en las zonas de lluvias más abundantes, pero en aquellas en que la lluvia es inferior, donde **Panicum maximum** no da resultado, es necesario plantar **Hyparrhenia rufa**.

d) Otras especies. El requisito primordial de todo programa de mejoramiento de los pastizales lo constituyen los ensayos en el campo con especies prometedoras, tal como se indica en el informe sobre la zona Matagalpa-Estelí-Ocotol. Entre las especies prometedoras para esta zona figuran las gramíneas siguientes: **Cenchrus ciliaris** (L.) Link. PASTO BUFALO, **Pennisetum purpureum** Schumacher ZACATE ELEFANTE o NIEPER, **Digitaria decumbens** GARRANCHUELO, **Cynodon dactylon** (L.) Pers. ZACATE GALLINA o BERMUDA, COASTAL BERMUDA (variedad de **Cynodon dactylon**), **Melinis minutiflora** Beauv. CALINGUEIRO, **Tripsacum laxum** Nash. PASTO GUATEMALA y **Tripsacum latifolium** Hitchc.

IMPERIAL. Si estos ensayos se hacen con la cooperación de los propietarios de las tierras y se observa su marcha en las condiciones reales, costarán poco.

PROGRAMA DE MEJORAMIENTO DE LOS PASTIZALES

En general, las necesidades de la industria del pastoreo de la zona Boaco-Santo Tomás son análogas a las ya expuestas para la zona Matagalpa-Estelí-Ocotul, con la excepción de que en la primera es mayor la necesidad de convertir pastizales naturales en pastizales de tipos mejorados.

En la zona seca, sólo pequeñas extensiones están plantadas con **Hyparrhenia rufa**. Se considera que esta extensión debe ampliarse antes de emprender ningún plan de pastoreo en rotación y de conservación de piensos. Deberán plantarse nuevas zonas con **Panicum purpurascens**, especialmente en las partes más bajas del tipo de Tierra Puerto Díaz, donde constituirían un complemento muy importante de los pastos de que se dispone durante la estación seca. Este programa deberá tener prioridad en lo que se refiere a la utilización de los créditos disponibles para la industria del pastoreo en la zona seca.

Además, los pastos de **Panicum purpurascens** sustituirían con gran provecho las actuales zonas de pastizales de TEPALON, por lo que debe ayudarse a los terratenientes locales a iniciar plantaciones experimentales.

Las plantaciones de **Hyparrhenia rufa** podrían efectuarse provechosamente sembrándola junto con un cultivo cereal, preferiblemente sorgo, aunque también puede utilizarse el maíz, y tal cultivo se podría aprovechar como pienso en la estación seca.

En las zonas en las que ya se han introducido pastizales, es necesario un sistema de pastoreo de rotación y de conservación de piensos. Hay extensiones muy grandes en las que podría adoptarse fácilmente este sistema. En el tipo de Tierra Muhan, la necesidad de la conservación de los piensos es menor, pero aún así deberá practicarse para poder aprovechar la capacidad total de sostenimiento todo el año.

El traslado del ganado al comienzo de la estación seca a las zonas de lluvias más abundantes debe incrementarse en gran manera, pues esto disminuirá el elevado índice de mortalidad.

IX. CULTIVOS

CACAO

La cantidad de cacao producido en la zona estudiada es actualmente muy pequeña, pero este cultivo es el más prometedor para el desarrollo más intensivo de la zona.

Los mejores rendimientos de cacao se obtienen en los suelos muy fértiles de clima tropical húmedo. Las exigencias climáticas de este cultivo son muy importantes, pues es particularmente sensible a las bajas temperaturas, aun durante períodos breves. Estas exigencias de temperatura son tales que en los trópicos es corriente fijar el límite de altitud del cultivo comercial del cacao entre 366 y 457 metros (1.200 a 1.500 pies) sobre el nivel del mar. Hay excepciones a esta regla, pero en la zona estudiada es casi indudable que las partes de altitud su-

porior a los 457 metros (1.500 pies) no son apropiadas y que en las comprendidas entre 305 y 457 metros (1.000 a 1.500 pies) el cultivo del cacao no es remunerador. Además, los rendimientos de cacao reflejan de un modo claro la disponibilidad de agua. Los rendimientos más altos se obtienen cuando todos los meses son húmedos, esto es, cuando las precipitaciones son superiores a 102 mm. (4 pulgadas) por mes. Sin embargo, un período de sequía corto tiene poca influencia sobre los rendimientos, de modo que los climas en que la estación seca es inferior a tres meses se consideran muy satisfactorios, pero en aquellos en los que la estación dura tres meses o más los rendimientos son marcadamente inferiores.

Los rendimientos de cacao disminuyen también cuando las plantas de cacao quedan expuestas a un período de anegamiento de cualquier duración, y este peligro es máximo en las zonas de precipitaciones anuales más abundantes.

Indudablemente, todas las partes de la zona estudiada distan bastante de reunir condiciones ideales para la producción de cacao, en particular en lo referente al contenido de nutrimentos de los suelos. Esto es muy importante en la gran zona de suelos lateríticos y de suelos francos rojos, por lo que se recomienda que en toda plantación de cacao en estos suelos se hagan fuertes aplicaciones de fertilizantes, determinándose las cantidades necesarias después de un análisis particular para cada suelo de cada zona que se vaya a plantar. En las pequeñas zonas de suelos aluviales el contenido de nutrimentos del suelo es mucho mejor, pero aún aquí son necesarias las aplicaciones de fertilizantes para obtener rendimientos óptimos.

Las zonas más apropiadas para el fomento de la producción de cacao en gran escala se encuentran en el tipo de Tierra Tapalguas. La mayor parte de este tipo de tierra tiene una altitud menor de 153 metros (500 pies), pues sólo extensiones muy pequeñas se hallan por encima de los 305 metros (1.000 pies). La cantidad de lluvia caída varía entre aproximadamente 2.540 y 3.175 mm. (100 a 125 pulgadas), y la estación seca es siempre menor de tres meses y, en general, menor de dos. No obstante, existe cierto peligro de que el anegamiento que se produce durante los períodos húmedos ocasione una notable reducción en los rendimientos. Asimismo, las enfermedades criptogámicas son más frecuentes al ser más abundantes las precipitaciones. Para neutralizar los efectos del anegamiento se considera que son preferibles las partes del tipo de tierra situadas en laderas de pendiente suave o moderada, con un suelo profundo de buena estructura. Existe, sin embargo, una extensa zona en este tipo de tierra que tiene un suelo de 0,91 metros (3 pies) de espesor y buena estructura, y extensiones menores de suelos de espesor mayor. Con una fertilización apropiada y mediante la aplicación por rociado de sustancias para combatir las enfermedades criptogámicas, se podría dar vida a una próspera industria del cacao en este tipo de tierra. El problema principal que se plantea para esta labor de fomento es hoy día la falta de vías de acceso, pero cuando se termine la carretera de Rama, será posible un buen acceso a los mercados de exportación, no obstante lo cual será necesario todavía un sistema de carreteras secundarias. Sin embargo, se recomienda firmemente que las reservas forestales de este tipo de tierra se exploten antes de dar comienzo a un programa de fomento de la tierra en gran escala.

El tipo de Tierra Muhan posee un régimen pluvial aún más favorable, para el cacao, pues las precipitaciones anuales son menores de 2.032 a 2.540 mm. (80 a 100 pulgadas), aunque en pequeñas zonas son superiores y, por ello,

son menores los problemas de anegamiento y de lucha contra las enfermedades y no existen períodos secos. Las pequeñas extensiones de suelos más profundos de baja altitud de este tipo de tierra son, pues, muy apropiadas para la producción de cacao, pero la mayor parte de este tipo de tierra se halla a una altitud de 305 metros (1.000 pies), y una zona no pequeña a más de 457 metros (1.500 pies). La parte de este tipo de tierra, cuya altitud está comprendida entre 305 y 457 metros (1.000 y 1.500 pies), es adecuada para la producción comercial de cacao, pero las inferiores temperaturas que reinan en ella ocasionan una disminución en los rendimientos que no puede corregirse alterando las técnicas de ordenación. Aparte de esto, la estructura del suelo en grandes extensiones de este tipo de tierra ha sufrido una degradación por causa de las quemadas anuales de pastizales.

La producción de cacao puede tener lugar también en el tipo de Tierra San Miguelito. Su principal limitación, aparte de la necesidad de fertilizantes, es la duración de la estación seca, que alcanza a cuatro meses, de los cuales hasta tres son de extrema sequía (con precipitaciones inferiores a 25 mm. = 1 pulgada). Sin embargo, esta zona tiene una moderada extensión de suelos francos rojos muy profundos y con buena estructura que dispondría de agua durante un período considerable, con lo que se mitigarían algo los efectos de la estación seca. Según esto, puede recomendarse el establecimiento de cacao en los suelos francos rojos de mayor espesor de este tipo de tierra, pero teniendo presente la necesidad de efectuar fuertes aplicaciones de fertilizantes y de seguir procedimientos de ordenación que, sobre todo, mantengan y mejoren la estructura del suelo por el empleo de coberteras muertas e impidiendo que se apelmace o que sufra erosión.

En el tipo de tierras Santo Domingo no se recomienda la producción de cacao debido al régimen de temperatura, y en otros tipos de tierra la estación seca es demasiado severa para obtener buenos rendimientos sin riego. No se cree que en la actualidad sea justificado el riego del cacao en tales terrenos, en tanto no se utilicen otras tierras más apropiadas.

CAFE

La producción total de café de la zona no es grande. Se produce éste principalmente en el tipo de tierra Somoto, obteniéndose una cantidad muy inferior en los tipos de tierra Muhan y Santo Domingo. Aunque hay zonas en estos tipos de tierra de suelos fértiles a altitudes muy apropiadas para el cultivo del café, la extensión de tales tierras es pequeña y existe relativamente poca tierra de primera clase por la que pueda extenderse la industria del café. Todo incremento importante de la superficie de cultivo del café tendría que producirse a altitudes inferiores en el tipo de tierra Somoto o en el de Muhan, o en la pequeña zona de topografía suave y suelos profundos del tipo de tierra Santo Domingo. Debe señalarse que esta tierra no es tan adecuada para la producción de café como muchas zonas de las tierras altas de Jinotega y Matagalpa.

Lo que verdaderamente necesita la industria del café de la zona no es la plantación de nuevas tierras sino el mejoramiento de la producción de las plantaciones existentes. A este respecto el actual programa de mejoramiento de la industria del café se considera muy importante por dar importancia simultáneamente a todos los aspectos de la ordenación. En particular, se debe mencionar que las plantaciones de café de esta zona prosperan en suelos de fertilidad media o baja, pero aun dentro de una pequeña zona la fertilidad es muy variable.

Según esto, debe recalcarse la necesidad de un estudio individual de las condiciones de suelo de cada plantación.

MAIZ

La producción de maíz dentro de la zona es por lo general suficiente nada más que para las necesidades locales. Una pequeña cantidad se envía al mercado de Managua. El maíz se produce en casi todos los tipos de tierras y, con arreglo a la actual estructura económica, existe una grandísima reserva de tierra, especialmente en las zonas más húmedas, que se puede cultivar para satisfacer todo futuro incremento de la demanda. Hay también una zona de terreno aluvial que actualmente se aprovecha para pastizales, que es muy apropiada para la producción de maíz. Sin embargo, en las regiones más secas hay muchos terrenos inclinados, en particular en los tipos de tierra Juigalpa y Monte Fresco, que se usan para la producción de maíz, pero que deberían convertirse de nuevo en pastizales. Estos terrenos se explotan por métodos primitivos, en su mayoría por pequeños agricultores que no disponen de tierras mejores. Los rendimientos son generalmente muy bajos y la erosión, muy grande. Sin duda alguna, este aprovechamiento de la tierra constituye un despilfarro de los recursos naturales del país, pero la solución del problema por reconversión de la tierra en pastizales es sobre todo un problema social que entraña la creación de otro medio de vida.

La producción de maíz de esta zona puede aumentarse considerablemente utilizando las grandes extensiones de terrenos adecuados que actualmente se dedican al pastoreo. Esto se refiere especialmente a las zonas del tipo de tierra Malacatoya, pero también a las zonas de moderada extensión de los tipos de tierras Santo Tomás y Muhan. La producción puede asimismo incrementarse en gran manera mediante el empleo de fertilizantes y por el uso extensivo de material mecánico.

ARROZ

En la actualidad, en la zona estudiada solamente se produce arroz en muy pequeña escala y raramente con equipo mecánico. Sin embargo, existen grandes extensiones de terreno apropiadas para la producción de arroz, tanto de regadío como de secano, pero esto requiere un uso intensivo de equipo mecánico.

Los suelos más adecuados para el cultivo del arroz son las arcillas de los terrenos llanos, con un contenido de nutrimentos por lo menos moderado. Entre estos suelos figuran las arcillas negras de los trópicos, los suelos aluviales de arcilla parda y los suelos aluviales de arcilla gris de los tipos de tierras Lóvago, San Francisco y Malacatoya. Mediante el sistema intensivo de cultivo mecánico que se recomienda, estos tres suelos responderían bien a fuertes aplicaciones de fertilizantes.

En los años muy lluviosos se podría obtener probablemente una buena cosecha de arroz en toda la zona, pero, debido al porcentaje de malogramiento de las cosechas en los años más secos, las zonas con menos de 1.524 mm. (60 pulgadas) de lluvia anual no pueden recomendarse para la producción de arroz sin riego. Con éste, amplias zonas de suelos aluviales arcillosos recientes que se extienden a lo largo del curso inferior de los ríos Malacatoya y Mayales son muy apropiadas.

Las zonas con una lluvia superior a 1.524 mm. (60 pulgadas) pueden con-

siderarse adecuadas para la producción de arroz sin riego, pero de vez en cuando se malograrían las cosechas por causa de la escasez de agua en los períodos de desarrollo crítico. Este peligro disminuiría rápidamente al aumentar la lluvia media anual, de forma que las zonas del tipo de tierra San Francisco con más de 2.042 mm. (80 pulgadas) de lluvia anual deberían considerarse muy apropiadas. Sin embargo, aun no considerando nada más que los terrenos llanos y fértiles de arcilla compacta que reciben más de 2.032 mm. (80 pulgadas de lluvia, se dispone de tierra más que suficiente para satisfacer toda la demanda de Nicaragua. Además, incluso en esta zona de abundantes lluvias del tipo de tierra San Francisco, la estación seca es suficientemente larga para poder contar con la seguridad de un tiempo seco lo bastante prolongado para permitir la recolección. Esta combinación de factores: suelos arcillosos en terrenos llanos, lluvias abundantes y un período de recolección seco, significa que la zona del tipo de tierra San Francisco y las zonas adyacentes del tipo de tierra Malacatoya son las más apropiadas para la producción de arroz de secano en Nicaragua. El acceso a esta zona no es actualmente muy bueno, pero existen carreteras utilizables en la estación seca que enlazan la región con San Miguelito desde donde es posible un transporte económico por el Lago de Nicaragua.

La razón principal de que no se produzca arroz en esta zona en la actualidad es que se necesita mucho equipo mecánico y esto requiere una gran inversión de capital. Debido al gran potencial de la zona en lo que se refiere a la producción de arroz, se recomienda que toda petición de préstamos de los agricultores locales para la producción de arroz se atienda del modo más favorable posible.

Otra zona prometedora para la producción de arroz es la parte del tipo de tierra Puerto Díaz sujeta a inundaciones periódicas por las aguas del Lago de Nicaragua. Esta zona no es grande, pero no obstante, podría incrementar de modo notable la producción de arroz del país mediante una inversión de capital nada más que moderada. Se recomienda que las solicitudes de préstamos para la producción de arroz en esta zona se atiendan asimismo lo más favorablemente posible. Dichas zonas deben sembrarse, por supuesto, con variedades especialmente adaptadas a la inmersión en aguas lentamente crecientes.

Actualmente se cultiva algo de arroz en las zonas de abundantes precipitaciones, sobre todo en el tipo de tierra Muhan. La producción de estas zonas es provechosa, pero se cree que la tierra no es tan adecuada como la de las zonas antes indicadas.

SORGO

Se producen considerables cantidades de sorgo en la zona estudiada, tanto para la alimentación del ganado como para consumo humano. El sorgo es una planta que prospera bien en zonas de lluvias abundantes, pero muestra asimismo mucha resistencia a la sequía. Debido a esta resistencia, es especialmente apropiado para las partes más secas de la zona estudiada. Se sugiere que se fomente la producción de este cultivo puesto que puede ser utilizado con gran ventaja por la industria ganadera como pienso suplementario durante los seis meses de estación seca. En el tipo de tierra Malacatoya existen amplias zonas de terreno apropiado, pero también puede cultivarse el sorgo en las extensas llanuras de arcillas negras de los trópicos (sonsocuite) de los tipos de tierras Lóvago y Teustepe. Estas arcillas negras de los trópicos no darán rendimientos muy elevados de sorgo, pero se recomienda cultivar éste en todos los lugares antes de

sembrar zacate Jaragua. En tales circunstancias se considera que el cultivo sería más provechoso que una siembra directa de pasto mejorado.

Las zonas principales para la plantación de sorgo serán, sin embargo, los suelos aluviales del tipo de tierra Malacatoya, y se cree que el sorgo es un cultivo particularmente adecuado para estas zonas debido a su utilidad para la importantísima industria ganadera local.

FRIJOLES

La producción de frijoles en la zona es pequeña. Sin embargo, esta planta puede cultivarse en gran parte de la zona estudiada, por lo que se recomienda la inclusión de los frijoles en las rotaciones de todo terreno dedicado a cultivos anuales. Aunque los beneficios de una cosecha de frijoles no serán siempre elevados, las propiedades de formación de suelo de esta planta conducirán a un notable incremento en los rendimientos de los cultivos posteriores de la rotación.

ALGODON

No existe una producción importante de algodón en la zona estudiada. Además, como los suelos derivados de cenizas volcánicas cuaternarias del tipo de tierra Banderas son de poco espesor y de extensión muy reducida, como lo son también los suelos aluviales ligeros más favorables, hay pocas perspectivas de producción en gran escala.

BANANOS, PLATANOS, GUINEOS, ETC.

En la actualidad estos cultivos se producen en una amplia variedad de tipos de tierra. Estos cultivos prefieren las localidades con lluvias abundantes o sitios bien húmedos en las zonas más secas, y los suelos de fertilidad al menos moderada, generalmente de textura de suelo franco arcilloso. La mayor parte de esta considerabilísima producción se consume localmente, y en las zonas más aisladas constituye el alimento fundamental de la gente. Actualmente sólo una pequeña parte de la producción local se envía al mercado de Managua. Hay extensiones muy grandes apropiadas para el cultivo de estos productos, pero hasta que no exista un mejor acceso a los mercados son pequeñas las perspectivas de un gran incremento de la producción. Cuando se termine la carretera al Rama es de esperar que aumente la producción de bananos destinadas a la exportación a los Estados Unidos. El desarrollo de esta industria dependerá en gran manera del estado sanitario de la zona y del costo de las medidas para combatir las enfermedades que se produzcan.

CAÑA DE AZUCAR

Este cultivo requiere suelos francos o arcillosos ricos y un clima húmedo y cálido, pero también una estación seca lo bastante larga para permitir la maduración de la caña y su recolección. Hoy día, aunque esta planta se cultiva para el consumo local en una gran diversidad de lugares de la región rica en agua, no existe ninguna zona especialmente bien apropiada para la producción de la misma en escala que permita la exportación. La zona más adecuada es la parte del tipo de tierra Malacatoya con lluvias anuales superiores a 2.032 mm. (80 pulgadas). Sin embargo, los suelos arcillosos de este tipo de tierra no son tan fértiles como los de la zona de Chinandega donde se cultiva la caña y exigiría grandísimas aplicaciones de fertilizantes.

FIBRAS DURAS

Aún cuando existe una considerable demanda en Nicaragua de fibras duras para la fabricación de sacos para café y de balas para algodón, la producción local es pequeña. En la zona estudiada, solo se produce *Agave Letonae* Trelease PENCA o CABUYA y su importancia es nada más que local. Debido a lo relativamente elevado del costo de la mano de obra, hay pocas posibilidades de que este cultivo compita con los productos importados en gran escala.

Las perspectivas para la producción de *Musa textilis* Née. ABACA son algo mejores y la producción en gran escala en las pequeñas zonas de suelo aluvial o en los suelos lateríticos más profundos del tipo de tierra Tapalguás debe ser económicamente factible. Este cultivo requiere una gran inversión de capital y debido a la necesidad de fibras que se deja sentir en el país se recomienda que se preste favorable acogida a toda petición de préstamos para la producción de *Musa textilis* en los suelos más ricos del tipo de tierra Tapalguás.

RAICES

La producción de *Colocasia esculenta* (L.) Schott. QUEQUISQUE e *Ipomea batatas* (L.) Lam. CAMOTE puede esperarse que dé buenos rendimientos en la mayoría de las zonas de los suelos de mayor espesor en los que la lluvia pase de los 2.032 mm. (80 pulgadas), o en los suelos francos arcillosos aluviales bajos de las zonas más ricas. Sin embargo, la producción de estos cultivos en gran escala está limitada por el elevado costo del transporte y en la actualidad la producción depende sobre todo de la demanda local. Sin embargo, estos productos pueden usarse para complementar a los plátanos y el maíz como fuente de hidratos de carbono en la dieta local. Los boniatos son especialmente favorables pues, por medio del cultivo mecánico, se puede mantener muy bajo el costo de producción. El cultivo de boniatos debe fomentarse igualmente en las zonas más ricas, a fin de que sirva de fuente de pienso extraordinario durante la estación seca.

FRUTAS CITRICAS (Naranjas, limones, etc.)

En la actualidad la producción de *citrus* desempeña un papel importante en la economía de la región de los alrededores de La Libertad. Los rendimientos de esta zona con sus suelos moderadamente ácidos, producen beneficios razonables, pero esta región tiene el inconveniente de que el costo del transporte es superior al de los citrus producidos inmediatamente al sur de Managua. Por esto, son pocas las posibilidades de que esta región suministre una gran parte de las necesidades del mercado nicaragüense. Sin embargo, debido a la necesidad de crear una industria local después del cierre de las minas de Jabalí, podría estudiarse la posibilidad de establecer una fábrica de conservas para la producción de zumo de naranja destinado a la exportación. Esta fábrica tendría que poner en conserva otras diversas frutas, por ejemplo, piña, papaya y granadilla para mantener la producción todo el año. Además, debe subrayarse que la única ventaja importante que justifica la localización de una fábrica de conservas en La Libertad es que mitigaría la falta de otras actividades en la zona, pues la región no tiene superioridad alguna por su localización sobre otras muchas zonas de Nicaragua.

Cephaelis ipecacuanha (Brot.) RAICILLA

A consecuencia de los trabajos experimentales del Servicio Técnico Agrí-

cola de Nicaragua, que sirvieron para establecer la posibilidad económica de la producción de **Cephaelis ipecacuanha** por métodos de plantación, muchas zonas pequeñas se han dedicado al cultivo de esta planta. Existen grandísimas extensiones de terreno adecuado para tal cultivo. Probablemente los lugares más favorables dentro de la zona estudiada se encuentran en los suelos profundos de las tierras densamente arboladas del tipo de tierra Tapalguás. Sin embargo, la demanda mundial del alcaloide "emetina" producido a partir de la planta **Cephaelis ipecacuanha** es pequeña y debe prestarse consideración al efecto sobre el precio mundial cuando todas las plantaciones recientemente establecidas en Nicaragua comiencen a producir. Indudablemente esta producción ocasionará un notable descenso en el precio que será compensado por un incremento relativamente pequeño de la demanda, de manera que se podría llegar a la superproducción de este alcaloide en unos pocos años.

ESPECIAS

El cultivo de las especias presenta buenas posibilidades en las zonas de los tipos de tierras Tapalguás, Muhan y San Miguelito. Son cultivos que dan grandes rendimientos por unidad de terreno y según ello deben restringirse a los suelos mejores, particularmente a las zonas de suelos francos rojos que no han experimentado erosión ni degradación del suelo. Entre las especias cuyo cultivo se sugiere figuran el **Syzygium aromaticum** CLAVO, **Capsicum annum** L. CHILES, o CHILTOMAS y **Zingiber officinale** Roscoe JENGIBRE. Estas plantas podrían cultivarse en pequeña o en grande escala y serían particularmente útiles como cultivo para las granjas pequeñas dedicadas actualmente en su mayoría al pastoreo, o como cultivo secundario en toda explotación grande o en toda futura plantación de cacao.

ACEITE DE PALMA AFRICANA (*Elaeis guineensis* L.)

Actualmente se encuentra en desarrollo una pequeña industria del aceite de palma en la parte del Río Escondido al este de la zona estudiada. Si esta industria da resultado, una vez que se construyan carreteras de acceso podrían extenderse a los suelos aluviales del tipo de tierra Tapalguás, pero, debido a su elevado costo, son pequeñas las posibilidades de desarrollo inmediato.

X. EROSION DEL SUELO

La gran mayoría de la tierra aprovechada en la zona Boaco-Santo Tomás se dedica al pastoreo. En toda la región y en todas las zonas pluviales se quema esta tierra de pastizales cada año. La severidad de estas quemaduras es, desde luego, mayor en las zonas más secas, extendiéndose durante los meses de Abril y Mayo en las tierras bajas que se encuentran a lo largo de la playa septentrional del Lago de Nicaragua, quedando frecuentemente toda la zona cubierta de humo. Sin embargo, incluso en las zonas más húmedas de alrededor de Muelle de los Bueyes, las quemaduras durante los meses de Abril y Mayo cubren grandes extensiones.

El efecto de estas quemaduras sobre la erosión y la degeneración del suelo es importante. La quema de las gramíneas deja expuesto el suelo a un grave peligro de erosión al retorno de las lluvias. Además, el fuego rebaja indudablemente el contenido de materia orgánica de la capa superficial del suelo, lo cual, a su vez, aumenta el peligro de erosión. Los resultados de esta erosión se ven en casi todas partes. En las regiones más secas es causante de la gran ex-

tensión de suelos clasificados actualmente como suelos esqueléticos y en las zonas más húmedas, especialmente en el tipo de tierra Muhan, ha producido una gran degradación en el perfil del suelo, lo que ha ocasionado que grandes extensiones de terreno sean mucho menos apropiadas para un cultivo más intenso. La erosión causada al quedar expuesta la tierra de cultivo es importante solo en las zonas más pendientes de los tipos de tierras Juigalpa y Monte Fresco, en las que se cultiva maíz para subsistencia de la población local.

Fundamentalmente la lucha contra la erosión en la mayor parte de la zona requiere la adopción de mejores métodos de ordenación de los pastizales. Sin embargo, el desarrollo de un sistema de ordenación de los pastizales sin quemas entraña un cambio tan importante en la ordenación de la tierra que su adopción habrá de ser necesariamente gradual. La prohibición legal de efectuar quemas no constituye una buena medida, pues a menos que sean sustituidas por otras prácticas conducirá simplemente a la reversión de la tierra de pastizales a monte, y por lo tanto, tal medida legislativa sería casi imposible de cumplimentar.

Como medida temporal, se recomiendan otros métodos de lucha contra la erosión, especialmente los surcos empastados. Se recomienda, asimismo, que se preste consideración al establecimiento de pequeñas zonas de demostración para poner de manifiesto el valor de las buenas prácticas de ordenación y se sugiere que se tenga en cuenta los lugares próximos a Muhan, Santo Domingo y Comalapa. Este proyecto apenas supondría gasto si se consiguiese la cooperación de los terratenientes.

Hay poca o ninguna necesidad de construir grandes terrazas contra la erosión del suelo, pero las prácticas generales de efectuar plantaciones de todos los cultivos siguiendo las curvas de nivel deben ser recordadas continuamente por los agentes de extensión agrícola.

LAND POTENTIAL
OF THE
BOACO - SANTO TOMAS AREA

APRIL 1958

I. SUMMARY OF RECOMMENDATIONS

Forestry:

An outline is given for a project to extract timber on an efficient large-scale basis in the area north of Santo Domingo (page 328). This project is suggested because unless action is taken, standing timber valued at approximately US\$ 100,000.000 will be destroyed in the gradual clearing of land for agriculture and grazing.

The need for technical advice to landholders in preparing cost estimates for timber extraction is stressed (page 328). A program is recommended for technical assistance in forest management for small woodlots in the areas of deciduous forest (page 327).

Grazing:

A similar pasture program to that recommended for the Matagalpa-Esteli-Ocotol Area is needed in this area (pages 329/330). However, there is a greater need for the establishment of improved pastures. It is recommended that field trials be made with landholder cooperation for promising pasture grasses (page 331).

Cacao:

The presence of a large area of land moderately well suited for production of cacao is pointed out (pages 332/333). The limitations and suitability of each area are discussed and corrective management procedures suggested. It is felt that this crop is of utmost importance to the development of the area.

Rice:

The possibility of rice production on a very large scale both with and without irrigation is pointed out. Suitable areas and necessary management techniques are pointed out (pages 334/335). The possibility of a moderate expansion in rice production at a low capital investment on inundated areas is pointed out (page 335).

Other Crops:

The most suitable areas for the various crops already grown in the area are pointed out (pages 333/337) and methods of improving returns are sug-

gested. Certain areas are recommended for the production of new crops, e.g. cloves, pepper and ginger (page 337), palm oil (pages 337/338), and abaca (page 336).

Soils:

General recommendations on soil management and fertilizers for each soil group are contained in the soil section (pages 310/320). Some general recommendations are made on soil erosion (page 338).

II. INTRODUCTION

General Geography:

The Boaco-Santo Tomás Area lies in the center of Nicaragua, and includes most of the east coast of Lake Nicaragua. The area surveyed is approximately 5,500 square miles in extent and is roughly bounded by latitudes 11° 20' N and 12° 40' N and by longitudes 84° 30' W and 86° 00' W. It includes almost all of the Departments of Boaco and Chontales and a small part of the Departments of Zelaya, Rio San Juan and Managua.

The area is quite mountainous but there are only small areas with more than 3,000 feet elevation. The north-western part of the area is largely mountainous with the main ranges running north-south. From here the main cordillera, Cordillera Amerrisque runs towards the south-east roughly parallel to the shore of Lake Nicaragua. Between the Cordillera Amerrisque and the lake several small side ranges run off in south-westerly direction, while spurs on the Atlantic side of the Cordillera Amerrisque lie roughly in an east-west direction.

There are three main river systems. The first is a small area in the north which drains into the Rio Grande de Matagalpa, a very large river flowing to the Atlantic, with the main tributaries being the Rio La Puerta, Rio Negro and Rio Murra. The second river system includes those rivers running from the Cordillera Amerrisque to Lake Nicaragua. The more important of these are the Rios Malacatoya, Tecolostote, Mayales, Lóvago, Acoyapa, Oyate and Tepenaguasape. The third river system consists of those rivers mostly running east-west which unite outside the surveyed area to form the Rio Escondido. These include the Rio Siquia and Rio Mico, and the Rio Chilamate, a tributary of the Rio Rama.

People:

The area has a long history of settlement. The arrival of a Spanish settlement in the area during the 16th century found an Indian settlement, largely devoted to cultivation of maize. Following the Spanish settlement, first activities were in the exploitation of gold deposits which has continued until the present day, and in addition the area was soon covered by large cattle ranches. These two industries, gold and cattle, have been the mainstay of the economy ever since, with the timber industry playing an important but subsidiary part. In recent years, however, the value of gold production has dropped, particularly with the closing of the mines at La Libertad and Santo Domingo. The closing of these mines has been a serious blow to the economy of the two towns and the position is only slowly being relieved by immigration and by increased agricultural activity. There is accordingly considerable interest in these two towns in the development of new agricultural activities.

No accurate records are available for the density of population in past centuries. The figures of the 1950 census indicate that there were approximately 105,000 people in the area. Since that date there has undoubtedly been an increase in population, probably greatest in the area lying to the east of Santo Tomás.

Access:

Previous to 1940, access to the area centered around Lake Nicaragua, with a few ox-cart roads running inland from ports on the lake, and a motor road running from Puerto Díaz to Juigalpa. After that date a project was started to make a deep water port at Rama on the Rio Escondido and link it by a first class highway to the densely settled areas of western Nicaragua.

In March 1958 a first class road has reached to within 25 kilometers of Muelle Los Bueyes on the Rio Mico, and it was possible to drive in a four wheel drive vehicle to Rama. Branching off the Rama Road are a few other highways, notably to Boaco, Comalapa, and Santo Domingo, and there has developed an extensive system of dry season roads reaching to the most distant parts of the surveyed area. The rate at which this construction of minor roads is proceeding is indicative of the great advantages that cheap transportation gives to land development. The total distance of all passable roads was approximately 1,000 km. of which over 300 kilometers were constructed in the 1958 dry season.

Although it is realized that the road building resources of Nicaragua are extremely limited, the following suggestions are submitted for road construction. The basis for these suggestions are that the roads concerned open up for development extensive areas of good agricultural land.

- a) The construction of a road linking the timber road from Almendro to Romance in the Department of Rio San Juan with the Rama Road between the towns of Muhan and Lagateado.
- b) The improvement of the road running from Santo Domingo to Chile on the Rio Siquia and then north-east to the forested areas of the Tapalguas land type.

It is not necessary at first for these roads to be suitable for all weather use, the major benefit will come from good quality dry season roads.

Economy:

The present economy of the area is very largely based on the grazing industry together with local production of much of the basic foods, particularly corn, beans and platanos. The best prospects for the development of the area consist of a far more intensive land use particularly with expansion of the very small cacao crop, improvement in yield and a moderate increase in the area of land devoted to coffee, and in the drier areas of development of agriculture on the areas of alluvial soil, this preferable under irrigation. Further there is a huge area with high rainfall which could be devoted to rice production. Despite the importance of the foregoing crops in the long range development of the area, the most important immediate improvements in production will come from a more efficient use of grazing land and of the resources of standing timber.

III. CLIMATE

The variations in climate are probably the most important factors influencing the distribution of the different types of land use within the Boaco-Santo Tomás Area. The rainfall varies from a little over 40 inches a year, with a severe dry season of seven months, to approximately 120 inches a year, with a two-month dry season which is not severe.

Excellent rainfall records are available for four stations within the area: Santo Domingo, Juigalpa, San Ubaldo and San Miguelito, and a further excellent record is available for Panaloya, just outside the area. These rainfall records have been maintained for many years. A few other stations have been maintained for much shorter periods, but this data is of little use at present. There is little information available on the rainfall of the eastern parts of the area receiving high rainfalls. The STAN experimental station of El Recreo, which lies 20 km. to the east of the surveyed area, however, should give a guide to the rainfall distribution in these areas, although it has a slightly higher rainfall.

Using the available stations as a standard, it has been possible to produce a rainfall map from the information obtained from the distribution of the vegetation and soils. It cannot be claimed that his map is highly accurate and no estimate has been attempted for rainfalls over 100". It is expected, however, that the rainfall zones mapped do correspond to areas of similar effective rainfall, which of course is more important for land use purposes than total rainfall.

The more reliable rainfall figures are quoted in Table I.

Table I
Mean Monthly Rainfall in Inches

	J	F	Mr	A	My	Jun	Jul	Ag	S	O	N	D	Total
Panaloya	0.44	0.07	0.13	0.29	4.00	6.56	4.97	6.02	9.15	8.16	1.68	0.99	42.46
Juigalpa	0.36	0.16	0.09	0.29	7.61	9.71	5.83	5.96	12.41	11.25	2.74	1.10	57.41
San Ubaldo	0.68	0.14	0.12	0.59	6.11	8.62	6.83	7.24	11.59	10.46	3.73	1.39	57.50
Santo Domingo	4.95	1.46	1.70	1.39	7.38	12.72	16.66	10.42	9.55	9.64	6.87	6.28	89.02
San Miguelito	2.33	0.89	0.56	0.87	0.05	16.07	17.16	15.06	16.17	15.23	6.09	4.46	100.94

The figures show that the driest areas have a six-month very severe dry season, all below 2½" and 5 of these below 1". This six-month dry season is a feature of all areas with less than 60" annual rainfall, although its severity is not always so great. In the higher rainfall areas, the length and severity of the dry season do not closely correspond with the total rainfall, but are influenced considerably by the geographical location; areas lying on the west slopes of the mountains have a longer dry season than areas of smaller mean annual rainfall lying on the eastern slopes. For example, San Miguelito on Lake Nicaragua, although having a 100" mean annual rainfall, has a four-month dry season, three of these being below 1" rainfall and the other below 2½". It is fully expected that an area with 100" annual rainfall on the eastern slopes would have at most a three-month dry season with a maximum of one month less than 1". Thus, when considering the land use of areas of higher rainfall, the length of the dry season must be considered separately from the total rainfall; and the relative severity of the dry season in the areas of high rainfall close to San Miguelito must always be borne in mind, for despite the high total rainfall, this dry season will prove to be an important factor in the production of many crops.

TEMPERATURE

Only a few temperature figures are available from within the area, but good temperature readings are available from two stations at a moderate distance outside the area, Granada and San Carlos both on Lake Nicaragua (Table 2). The temperature of Granada is probably very similar to the drier parts of the surveyed area at low elevations, and that of San Carlos to the wet regions of low elevation. Both records show only minor variation in monthly means, 3° F for San Carlos, 4° F for Granada. It is probable, however, that some parts of the area, have monthly means as high as 86° and a range in mean monthly temperature of more than 6° F.

No reliable data is available on the temperature at higher elevations, but these probably have similar small ranges of mean monthly temperature with the figures decreasing approximately 3.4° F. for every 1000 elevation or 7° C. per 1000 m. As there are only small areas with elevation of more than 3000 feet, the range in temperature conditions in the area is not high. However, the temperature response of both coffee and cacao are very important and fall within this range. And thus, the distribution of suitable lands for both these crops within the surveyed area is dependent to a certain extent on altitude.

Table 2

Mean Monthly Temperature (°F)

	J	F	Mr	Ap	My	Ju	Jl	Au	S	O	N	D
Granada	79	80	81	83	82	81	82	81	81	81	81	80
San Carlos	77	78	79	80	79	78	79	79	79	78	78	78

IV. LAND TYPES

No. 1. BANDERAS LAND TYPE (Area 12 sq. miles)

Location and General Description	Very small areas of quaternary volcanics. Mostly in the region of Las Banderas in the far west of the surveyed area.		
Geology and Geomorphology	Mostly poorly consolidated quaternary breccias, laid down on a flat plain. Smaller areas of recent tuff, ash, and lava.		
Rainfall	40-50 inches.		
Land Unit No.	1	2	3
Topography	Flat or imperceptible slopes.	Flats or very slight rises.	Flat.
Cross Section	(a) (b) (c)		
Relative Area	Very large	Medium	Medium
Soils	Black tropical clay over breccia.	Shallow brown tropical soil.	Brown tropical soil; topsoil 12" and more.
Vegetation	Deciduous woodland.	Deciduous woodland.	Mostly cleared for pasture, small area cropped.
Drainage	Poor to fair	Fair to good	Fair to good
Land Use	Combined pasture and forest use. Very suitable for cropping if irrigated.	Moderately suited for corn and beans.	Well suited for wide range of crops, including cotton, sesame, corn and beans.

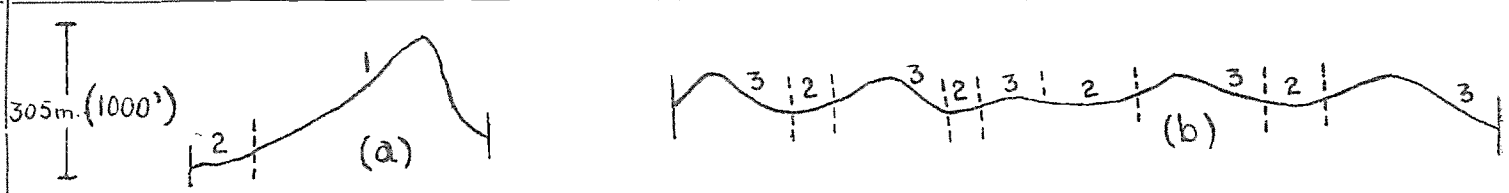
No. 2. MONTE FRESCO LAND TYPE (Area 460 sq. miles)

Location and General Description	Tertiary volcanic hills and small mountains in the dry rainfall zone. Forms a broad band at the extreme west of the surveyed area.									
Rainfall	40-50 inches, 6 to 7 dry months.									
Land Unit No.	1		2		3		4		5	
Geology and Geomorphology	Old lava fields mainly basalt.		Remnants of an old caldera, mostly basalt.		Dissected volcanic ranges.		Central basin of old caldera.		Valley floors.	
Topography	Gently rolling.		Moderate to very steep slopes.		Moderate to precipitous slopes.		Gentle to moderate slopes.		Moderate slopes to flat.	
Cross Section										
Relative Area	Large		Large		Very large		Small		Small	
Soils	Black tropical clay.		Grey-brown lithosols.		Grey-brown lithosols some red lithosols.		Grey-brown lithosols and black tropical clay.		Mostly black tropical clay some black tropical clay-loam and young alluvial soils.	
Vegetation	Deciduous woodlands; Jiñocuabo, Pochote, Talalate, Escorbillo common. Moderate areas of poor pastures, mostly Amargosa.						Mostly Amargosa pastures.		Mostly Jaragua pastures, and small areas of cultivation.	
Drainage	Fair		Fair to excessive		Excessive to good		Mostly fair to good		Fair to poor	
Land Use	Most suited for firewood and lumber production combined with a controlled grazing on lesser slopes.						Mostly fair grazing land.		Good grazing land, very small areas suitable for cultivating rice and beans.	

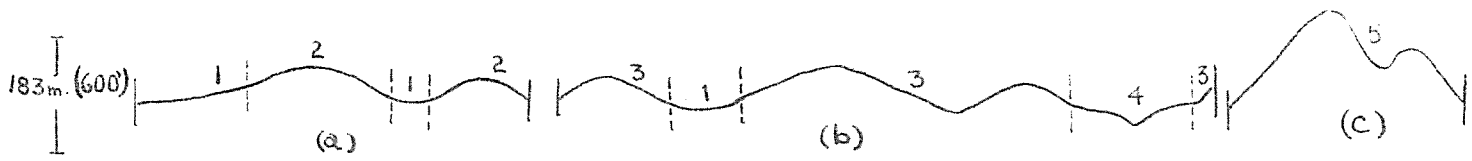
No. 3. JUIGALPA LAND TYPE (Area 830 sq. miles)

Location and General Description	Areas of tertiary volcanic hills and mountains occurring in areas of moderate but markedly seasonal rainfall. Occurs as a broad belt in the center of the surveyed area.			
Rainfall	50-70 inches. Mostly 5-6 dry months.			
Geology and Geomorphology	Mostly andesite but moderate areas of basalt, breccia, etc. Includes a wide range of geomorphological units including mountains up to 3,000' as well as ranges of small hills and dissected lava flows (unit 2).			
Land Unit No.	1	2	3	4
Topography	Moderate to precipitous slopes.	Gently rolling.	Moderate slopes to flat.	Moderate slopes.
Cross Section				
Relative Area	Very large	Medium	Medium	Small
Soils	Grey-brown lithosols, some black and some red lithosols.	Black tropical clay.	Mostly black tropical clay some black tropical clay-loam and young alluvial soil.	Lithosols.
Vegetation	Largely pastures, Jaragua and Amargosa, common. Moderate areas secondary deciduous woodland.		Mostly pastures, very small areas cultivated. Small bands of semi-evergreen forest along streams.	
Drainage	Excessive to good	Poor to fair	Poor to good	Fair to excessive
Land Use	Preferably controlled grazing only on lower slopes. Forest on steep land. Although much land is at present cultivated, this should be reduced because of erosion damage and poor yields.	Fair pasture land suitable for rotational grazing.	Fair to good pasture land. Small areas suitable for corn, beans, shorghum.	Mostly suitable as low quality pasture land, preferably combined with forest use.

No. 4. SANTO TOMAS LAND TYPE (Area 310 sq. miles)

Location and General Description	Areas of older volcanics with a moderately high rainfall but a marked dry season.		
Rainfall	65-80 inches, but with 4 dry months.		
Geology and Geomorphology	Higher mountains (1,400-3,000 ft.) in the N.W. occurrences (Unit 1), mostly andesite. Elsewhere, mostly below 1,500 ft., rolling to steep andesite, breccia, lava etc. Includes part of an old peneplain as well as steep ranges.		
Land Unit No.	1	2	3
Topography	Very steep to steep.	Moderate slopes to flat.	Moderate to very steep slopes.
Cross Section			
Relative Area	Medium	Medium	Large
Soils	Mostly black lithosols, some grey-brown lithosols.		
Vegetation	Mostly semi-evergreen rainforest, some pasture land, some semi-evergreen regrowth. Small areas of coffee plantations.	Mostly pasture land (Jaragua), moderate areas semi-evergreen regrowth.	Mostly semi-evergreen forest and regrowth. Moderate areas of pasture.
Drainage	Good to excessive	Poor to fair	Good
Land Use	Steep land best reserved for forest use. Deep soils, good coffee land. Remainder suitable for good pasture, Guinea and Para.	Well suited for pastures, particularly rotational grazing, best species Guinea and Jaragua.	Large areas suitable for pastures, only moderate erosion danger; some fair to poor coffee and cacao land.

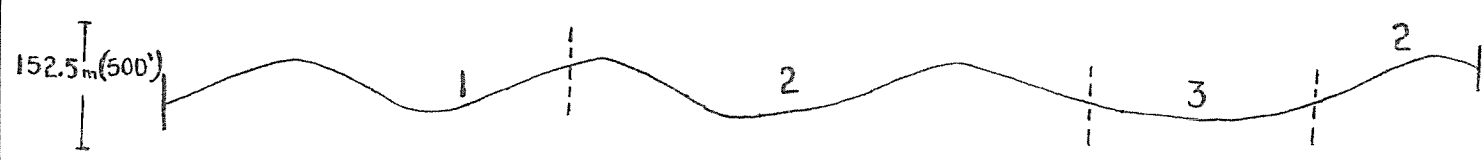
No. 5. MUHAN LAND TYPE (Area 990 sq. miles)

Location and General Description	Areas of tertiary volcanics with a wet climate and moderate to low elevation 600-2,000 feet, forming a broad band in the center of the area.				
Rainfall	75-120 inches, with usually a maximum of 3 dry months. Units 1 and 2, mainly in 75-85 inch zone.				
Geology and Geomorphology	Tertiary volcanics, andesite predominant, often with quartz intrusions. Greater part of the area is an old dissected peneplain at 1,000 feet elevation in the west, dropping towards the east. Small areas of ranges.				
Land Unit No.	1	2	3	4	5
Topography	Valley flats.	Rolling hills.	Rolling hills.	Valley flats.	Steep hills.
Cross Section					
Relative Area	Medium	Medium	Large	Very small	Medium
Soils	Black tropical clay.	Shallow latosols.	Red loams and deep latosols.	Young alluvial soils.	Brown lithosols.
Vegetation	Mostly pasture land. Small areas evergreen regrowth.	Mostly pasture land and evergreen regrowth.	Evergreen forest and regrowth, with large areas of pasture.	Mostly evergreen regrowth on old cultivation.	Mostly evergreen forest. Moderate areas pasture.
Drainage	Poor	Good	Good	Good to poor	Excessive to good
Land Use	Good pasture land, suitable for mechanized rice production.	Largely suitable as good pasture land.	Well suited for wide range of cultivation with fertilizers. Cultivation with cacao at lower elevations. Coffee at high elevation, corn, bananas, etc. throughout.	Well suited for a wide range of food crops.	Best reserved for permanent forest use.

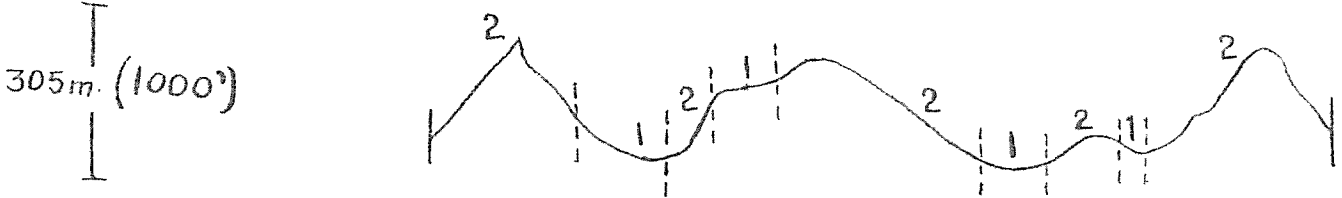
No. 6. TAPALGUAS LAND TYPE (Area 1.050 sq. miles)

Location and General Description	Heavily forested areas of tertiary volcanics with a wet to very wet climate. Mostly at low elevation (below 800'); forms a broad band in the east of the area.		
Rainfall	Above 110 inches, some areas possibly exceed 130 inches. Maximum of 3 dry months.		
Geology and Geomorphology	Very largely composed of an old dissected peneplain, with small volcanic hills, and small areas of alluvium along major rivers.		
Land Unit No.	1	2	3
Topography	Rolling country.	Steep hills.	Valley flats.
Cross Section			
Relative Area	Very large	Medium	Small
Soils	Deep latosols and red loams.	Deep latosols and red loams.	Young alluvial soils.
Vegetation	Mostly evergreen rainforest of very mixed composition. Small areas of regrowth. Very small areas of pastures.		Mostly regrowth and old cultivation. Small areas of forest and pasture.
Drainage	Good to poor	Good to poor	Good to excessive
Land Use	Land use largely dependent on depth of soil and drainage. Deep well drained soils at elevations below 1,200', well suited for cacao when fertilized. Very large areas suitable for food crops, particularly bananas; also for grazing. This area has an immense reserve of timber which should be extracted before the land is used for agriculture.		Better drained sites very good cacao land, remainder well suited to bananas and other food crops.

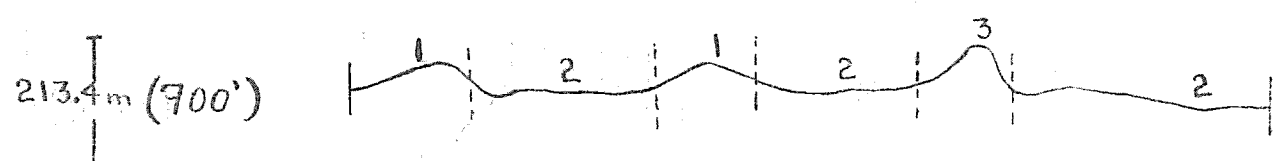
No. 7. SAN MIGUELITO LAND TYPE (Area 550 sq. miles)

Location and General Description	Areas of rolling tertiary volcanics at low elevation (below 800') in a wet climate, but with a marked dry season. Occurs in the south-west of the surveyed area. Exact boundaries not determined, due to lack of aerial photographs.		
Rainfall	70-110 inches, with 4 or more dry months.		
Geology and Geomorphology	Tertiary volcanics, mostly andesite.		
Land Unit No.	1	2	3
Cross Section			
Relative Area	Probably medium	Large	Medium
Soils	Red loam soils.	Latosols.	Black tropical clay and some grey clay alluvial soil. Small areas of young alluvial soils.
Vegetation	Mostly semi-evergreen rainforest and regrowth; common species include: Guanacaste, Caoba, Cedro, Espavel and Madroño.		Mostly Roble savannahs. Small areas of rainforest, along all streams.
Drainage	Good to fair	Good to fair	Poor to vary poor
Land Use	Suited for cacao plantation with fertilization and careful management. Well suited for bananas, sugar cane and many food crops. Moderate reserves of commercial timber.	Similar uses to Unit 1, but not as favorable; large areas more suited for pastures. Moderate reserves of timber.	Suitable for grazing or mechanized rice production.

No. 8 SANTO DOMINGO LAND TYPE (Area 165 sq. miles)

Location and General Description	Areas of tertiary volcanics at high elevation (over 2,000') with a very wet climate.	
Rainfall	90 inches to over 130 inches. Maximum of 3 dry months.	
Geology and Geomorphology	Steep dissected tertiary volcanic ranges, mostly andesite.	
Land Unit No.	1	2
Topography	Moderate to slight slopes.	Steep to precipitous slopes.
Cross Section		
Relative Area	Medium	Very large
Soils	Latosols and some red loams.	Brown lithosols.
Vegetation	Evergreen rainforest and regrowth, moderate areas of pasture.	Very largely all evergreen rainforest and regrowth.
Drainage	Good to excessive	Good to excessive
Land Use	Areas of deeper soils, moderately suited to coffee; remainder suitable for food crops and pasture.	Important reserves of timber. Much of the steeper land should be permanently reserved for forest use; remainder moderately suited for controlled grazing.

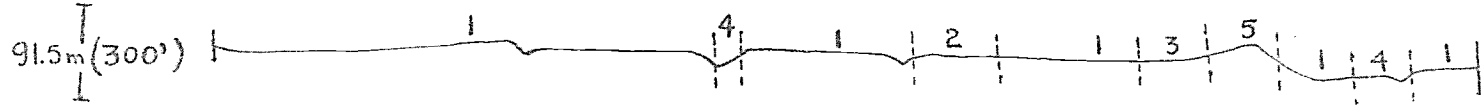
No. 9. BOACO LAND TYPE (Area 190 sq. miles)

Location	Areas predominantly gently rolling sedimentary breccias and some sandstone, lying in the north-west of the surveyed area.		
Land Unit No.	1	2	3
Geology and Geomorphology	Tertiary breccias and sandstones.	Alluvium derived from sediments.	Protruding volcanic hills.
Topography	Mostly rolling country	Flat.	Small steep hills.
Rainfall	60-80 inches.		
Cross Section			
Relative Area	Medium	Medium	Medium
Soils	Regosols; black, brown and red.	Black tropical clay, some black tropical clay-loam, and young alluvial soils.	Black and grey-brown lithosols, some brown tropical soil.
Vegetation	Mostly pasture land, Sacatan and some Jaragua. Small areas of deciduous and semi-evergreen regrowth.		Mostly regrowth of semi-evergreen forest, some pasture land.
Drainage	Fair to good	Fair to poor	Good to excessive
Land Use	Best reserved for pasture land.		Some areas suitable for pasture, remainder for forest use only.

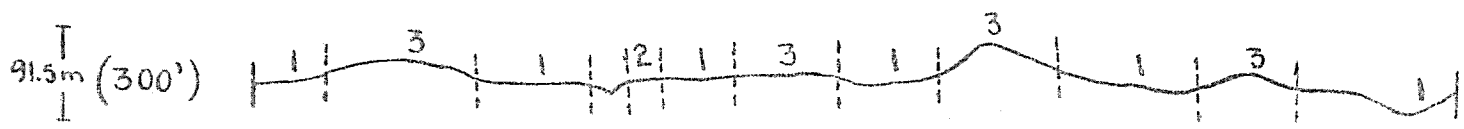
No. 10. CUAPA LAND TYPE (Area 50 sq. miles)

Location and General Description	Areas of gently rolling volcanics, mainly breccias, in drier climates. Scattered areas to the north and south of Juigalpa.			
Rainfall	50-70 inches.			
Land Unit No.	1	2	3	4
Geology and Geomorphology	Transported material mainly derived from breccia.	Breccia often silicious.	Tertiary volcanics.	Alluvium
Topography	Gentle slopes and flats.	Moderate to steep slopes.	Moderate to very steep slopes.	Very gentle slopes and flats.
Cross Section				
Relative Area	Moderate	Moderate	Moderate	Moderate
Soils	"Lanilla" alluvial soils.	Grey lithosols.	Grey-brown and black lithosols. Small area brown tropical soil.	Black tropical clay.
Vegetation	Largely pastures, Amargosa and some Jaragua.	Largely pasture. Moderate areas deciduous woodland. <i>Curatella americana</i> frequent.	Largely deciduous woodland and pastures.	Largely pastures, Amargosa, small areas of Jaragua.
Drainage	Fair to poor	Good	Good to excessive	Fair to very poor.
Land Use	Moderate to poor pastures.	Moderate to poor pastures.	Poor pasture, steeper areas forest use only.	Moderate pasture land.

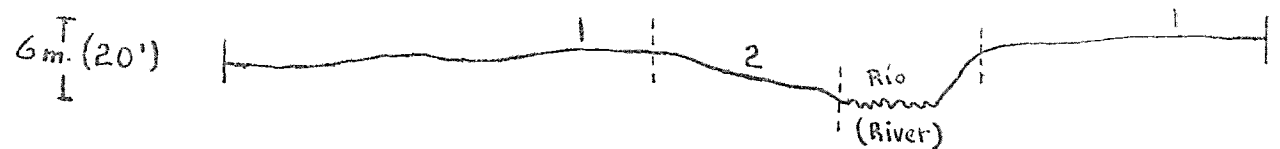
No. 11. LOVAGO LAND TYPE (Area 255 sq. miles)

Location and General Description	The extensive alluvial plains adjacent to the north-eastern shore of Lake Nicaragua.				
Rainfall	40-75 inches. 5 to 7 dry months.				
Geology and Geomorphology	Mostly quaternary alluvium including very small areas of very recent alluvium. Some small hills of tertiary volcanics mostly andesite and breccia.				
Land Unit No.	1	2	3	4	5
Topography	Flat.	Flat.	Flat.	Flat.	Moderate slopes.
Cross Section					
Relative Area	Very large	Medium	Small	Small	Medium
Soils	Black tropical clay.	"Lanilla" alluvial soil.	Brown clay alluvial soil.	Young alluvial soil and black tropical clay-loam.	Grey-brown, black and red lithosols.
Vegetation	Mostly savannahs, Jicaro, Guacimo de ternero abundant, moderate areas of dense secondary woodland and small areas of deciduous forest. Some semi-evergreen forests along streams.			Mostly semi-evergreen forest along streams.	Mostly secondary deciduous woodland and pastures.
Drainage	Poor to very poor			Fair to poor	Poor to excessive
Land Use	With irrigation large areas suited for rice production and very small areas in wetter areas suited for upland rice. Fair to good pasture land if managed with rotational grazing and fodder conservation.			Better drained areas suited for wide range of crops, particularly corn and beans.	Suggested for combined forest and grazing use.

No. 12. TEUESTEPE LAND TYPE (Area 155 sq. miles)

Location and General Description	Alluvial plains with many protruding hills.		
Rainfall	40-65 inches, 6 dry months.		
Land Unit No.	1	2	3
Geology	Quaternary alluvium.	Very recent alluvium.	Tertiary volcanics.
Topography	Flat.	Flat.	Gently rolling to steep.
Cross Section			
Relative Area	Very large	Small	Large
Soils	Black tropical clay, "lanilla" and brown clay alluvial soils.	Young alluvial soils, and tropical black clay-loam.	Grey brown and black lithosols. Brown tropical soils.
Vegetation	Largely pastures, Amargosa and Jara-gua. Small areas secondary deciduous woodlands. Evergreen forest along streams.	Mostly under cultivation.	Native pasture and secondary deciduous communities.
Drainage	Poor to very poor	Good to poor	Fair to excessive
Land Use	Rice with irrigation; otherwise fair pasture land under proper management.	Suitable for wide range of food crops, bananas and beans particularly.	Combined forest and pasture use.

No. 13. MALACATOYA LAND TYPE (Area 30 sq. miles)

Location and General Description	Larger areas of low lying recent alluvium of streams draining into Lake Nicaragua. Extent of land type south of Rio Lovago mapped very approximately.	
Rainfall	40-90 inches.	
Geology and Geomorphology	Very recent alluvial deposits.	
Land Unit No.	1	2
Topography	River levee-banks.	Flats, occasionally flooded.
Cross Section		
Relative Area	Very large	Small
Soils	Younger alluvial soils.	
Vegetation	Mostly pasture land. Small areas cultivated, moderate areas with forest.	Mostly covered by numerous successional communities with a climax of Sapote mico-Espavel forest.
Drainage	Good to poor	Fair to poor.
Land Use	Better drained areas suitable for a wide range of crops depending on local rainfall. Most poorly drained areas suitable for rice. Almost all recommended as arable land, only poorest drained areas excluded.	Subject to flood danger, otherwise well suited for a wide range of crops.

No. 14. PUERTO DIAZ LAND TYPE (Area 10 sq. miles)

Location and General Description	Very low lying alluvial areas near Lake Nicaragua. Areas south of Rio Lovago mapped very approximately.				
Rainfall	Units 1-4, 40-70 inch rainfall. Unit 5, 70-100 inch rainfall.				
Geology and Geomorphology	Low lying quaternary alluvial soils along coast and lagoons of Lake Nicaragua.				
Land Unit No.	1	2	3	4	5
Topography	Lakeside flat.	Small sand hills.	Low lying flat.	Flat.	Low lying lakeside flat.
Cross Section					
Relative Area	Moderate	Small	Moderate	Very large	Large
Soils	Hydromorphic soils silt-loam predominantly.	Young alluvial soil.	Hydromorphic soils. Silt loams predominantly.	Black tropical clay.	Hydromorphic soil, often fine sandy loam or silt-loam.
Vegetation	Low herbaceous or bushy swamp communities.	Mostly deciduous woodland and Jaragua pasture.	Mostly Para-grass pastures.	Mostly Jaragua pasture with scattered tall trees of Genicero.	Mostly secondary forest.
Drainage	Innundated	Good to poor	Innundated	Fair to poor	Innundated
Land Use	Little grazing.	Fair pastures.	Excellent pastures throughout almost all the dry season. Could be used for innundated rice.	Excellent pastures which remain green for much of the dry season.	Very valuable for innundated rice.

No. 15. SAN FRANCISCO LAND TYPE (Area 520 sq. miles)

Location and General Description	An area of extensive alluvial plains and low rolling hills, lying in the south-east of the surveyed area. Boundaries not properly defined, due to lack of aerial photographs.			
Rainfall	60-100 inches, 4 dry months, Unit 1, 60-80 inches, Unit 3-4, 80-100 inches, Unit 2, 60-100 inches.			
Geology and Geomorphology	Small hills of tertiary volcanics, mostly andesite, separated by extensive quaternary alluvial plains.			
Land Unit No.	1	2	3	4
Topography	Extensive plain.	Rolling hills.	Extensive plain.	Extensive plain.
Cross Section				
Relative Area	Large	Very large	Large	Medium
Soils	Mostly black tropical clay, some grey clay and "lanilla" alluvial soils.	Mostly eroded lithosols, some brown tropical soils and latosols.	Tropical black clay.	Grey clay alluvial soils.
Vegetation	Mostly Jicaro savannah, Amar-gosa pastures.	Secondary deciduous woodlands, some secondary semi-evergreen communities.	Mostly Roble savannahs, Sacatan and Tepalon pastures, some semi-evergreen forests.	
Drainage	Poor to very poor	Good to excessive	Poor to very poor	Poor to very poor
Land Use	Jaragua pastures, possible rice, preferably with irrigation.	Combined forest and pasture.	Guinea and Para pastures. Good upland rice.	Guinea and Para pastures. Upland rice.

V. GEOLOGY AND GEOMORPHOLOGY

In this report it is possible to give only a brief outline of the Geology and Geomorphology of the area. Grateful acknowledgment is made to the Servicio Geológico Nacional de Nicaragua, especially to its Director Dr. Tito Lagana and to Drs. Daniel del Guidice and Luigi Zoppis Bracci for the identifications of rock specimens and also for their general aid and cooperation with the ecological survey.

Volcanics:

1. Quaternary Volcanics:

The area of quaternary volcanics is very small and is confined to the extreme south-west of the surveyed area, land type Banderas. The deposits consist largely of breccia (cantera), mostly derived from volcanoes lying outside and to the west of the surveyed area. It is possible that Monte Fresco had some active cones in the early Quaternary and some small deposits of quaternary breccia may be derived from this volcano.

2. Tertiary Volcanics:

These rocks cover the far greatest part of the surveyed area, and are the soil parent material in all land types, except Banderas.

The most abundant rock type is andesite, but there are also extensive areas consisting largely of breccia, land types Cuapa and Boaco, and breccia also occurs extensively in other land types. Breccias are rocks formed by the consolidation of volcanic ejecta, partly due to pressure but also due to infiltration of cementing substances. The breccias in the area vary very considerably in their composition. Typically, they consist of angular fragments of andesite, cemented by a fine mass, largely silicious. However, all other volcanic rocks of the area may occur as fragments within the breccia and in a few localities the breccias have been cemented by calcite. Usually rock fragments are very abundant but in some sites there are deposits which are almost tuff with widely spaced rock fragments. In general, the breccia occurs in two topographical sites. The larger areas are somewhat flat and lower lying and are dissected by streams. In mountainous areas, breccia occurs inter-layered with lava and the deposits are often steeply inclined.

Andesite occurs on steep mountain ridges in land types Santo Domingo, Juigalpa and Monte Fresco, but it also is the dominant rock type in an old peneplain which has been elevated and subsequently deeply dissected in land types Santo Tomás, Muhan, Tapalguas and San Miguelito. Andesite also occurs as flat lava flows, particularly in the land type Monte Fresco. The andesitic rocks sometimes have numerous quartz veins which are the source of rich gold mines in Chontales, and in some localities the quartz veins are numerous enough to have a considerable effect on the soil formed. Further, these veins are the origin of the quartz gravels and boulders which are occasionally encountered in alluvial deposits where they are occasionally locally abundant.

The only other abundant volcanic rock is basalt (including forms intermediate between basalt and andesite). This rock is often the dominant type over large areas, e.g. around Monte Fresco. In such sites, the basalts often occur as part of an old lava flow, but also basalts of somewhat deeper origin are com-

mon. The basalts are more abundant in the mountainous regions but they occur in the old dissected peneplain.

Other volcanic rocks are not abundant; the more common types encountered include: diorite, porphyry, diabasics and trachite.

3. Tertiary Sediments:

Small areas of sandstones are found in the Boaco land type, usually associated with tertiary breccia. These sandstones include both white and green types.

Other tertiary sediments are of rare occurrence and consist of unconsolidated deposits of small extent, mostly in the Muhan land type.

4. Quaternary Deposits:

The areas of quaternary alluvium occur in all land types but are most extensive in the Lovago land type, where they cover part of the extensive Nicaraguan Central Lowlands which is now partly filled by Lakes Nicaragua and Managua. Elsewhere, alluvial deposits are important, particularly in the Teustepe, Malacatoya and Puerto Diaz land types. These deposits are almost all derived from tertiary volcanics with the exception of some deposits in the Boaco land type. However, the alluviums differ considerably both in chemical and textural composition, due to the type of volcanic rocks from which they are formed and the mode of deposition.

VI. SOILS

This section on soils has been written jointly by R. F. J. Valencia and B. W. Taylor.

Acknowledgment is due to the Soil Section of the Servicio Tecnico Agrícola de Nicaragua for analysis of the soil samples collected. This analysis has been used as a check to confirm field observations on the fertility status of the various soil groups.

The soils of the surveyed area have been subdivided into seven main groups and these groupings have been further subdivided. Three factors are largely responsible for the variation in soils; these are the climate, varying parent material and topography.

BLACK TROPICAL SOILS

All the subdivisions placed in this soil group have been previously described in the Report "Land Potential of the Matagalpa-Esteli-Ocotol Area". The major subdivision is on a textural basis into clay soils and clay-loams.

A. Tropical Black Clays

1. Occurrence

These soils occur abundantly in land types Lovago Unit 1, Teustepe Unit 1, San Francisco, Monte Fresco Units 1 and 5, Juigalpa Units 2 and 3, Santo Tomas Unit 2, Muhan Unit 1 and San Miguelito Unit 3. They are most abundant in areas with a very marked dry season, 4 months or more, but their distribution

seems largely independent of the total annual rainfall as they occur abundantly in the alluvial plains skirting Lake Nicaragua with mean annual rainfalls varying from 40 to 100 inches. In areas with less than three dry months, black tropical soils do occur but are rare and are found only in very low lying sites. The black clays form on a wide variety of parent material, mostly however these are transported materials but the soils occur on flat or gentle slopes over a wide range of rocks in situ, but never occur on steep slopes.

2. Profile description:

0–1" heavy black clay, granular to small blocky structure when dry, sticky when wet.

1–30" heavy black sticky clay, massive when wet but with deep cracks on drying.

30–40" heavy grey clay, massive when wet.

40" and over, gravel with some clay.

The variations from this typical profile are very numerous, largely in the subsoil and depend on the type of parent material. On extensive alluvial plains, the depth of black clay may be much greater, up to 6 feet, but usually the black clay is from 12" to 36" in depth. The subsoils encountered include quaternary breccia, weathered tertiary volcanics, mostly grey or green in colour, clay-loam or loam in texture with much gravel and unweathered rocks; and also partially weathered tertiary sandstone. Tropical black clays also occur as a recent deposit directly superimposed on unweathered rocks, as well as on a very wide range of alluvial deposits.

3. Agricultural potential:

These soils are usually well supplied with nutrients although the black soils in the Cuapa and Boaco land types are derived from rocks of low base status and have moderately low fertility and need balanced fertilizer applications. The main difficulty in utilising these soils is due to their physical characteristics which make ploughing difficult and also due to the high water retaining capacity, which accentuates the effect of drought during the dry season. These soils are, however, physically well suited for rice production, and are strongly recommended for this crop, but would respond to fertilizer applications, particularly nitrogen, and also, to a lesser extent, phosphate and potassium. As has been stressed in previous reports, the evolution of suitable techniques for working these soils is most important to Nicaragua in the future, for they occupy very extensive flat areas which are now almost entirely used for pastures.

B. Tropical Black Clay-Loams

1. Occurrence:

These soils are not extensive but are widely distributed in land types Monte Fresco Unit 5, Juigalpa Unit 3, Santo Tomas Unit 2, San Miguelito Unit 2, Teustepe Unit 2. They are restricted to areas with four dry months or more, with the rainfall varying from 40-100 inches.

These soils represent a stage in the formation of black tropical clays from

deposits of alluvium. The parent material is recent alluvium derived from the various rock types of the area, largely tertiary volcanics.

2. Profile description:

The typical profile is characterised by a topsoil of black clay-loam, usually 12 inches or more in depth, which merges into the underlying alluvial deposits which are black or grey in colour and very variable in texture.

3. Agricultural potential:

The soils have a similar supply of nutrients to that of the tropical black clay, and in general are of moderate to high fertility, but will show good response to fertilizer applications. However, the physical characteristics of these soils are very suitable for agriculture and they usually have a good granular structure to some depth. At present a high proportion of these soils are cultivated mostly for guineos, platanos, maize, etc.

TROPICAL BROWN SOILS

This is a new group of soils which is intended to be fully described elsewhere by Rafael F. J. Valencia, when more information is available on its distribution in Nicaragua. Soils now placed in this group include all those soils classified as transitional black tropical soils in the report on the Matagalpa-Esteli-Ocotol Area.

1. Occurrence:

These soils occur in land types Santo Tomás Unit 3, Banderas Units 2 and 3, Juigalpa Unit 4, Boaco Unit 4, Cuapa Unit 3, Teustepe Unit 3 and San Francisco. They occur in areas with mean annual rainfalls ranging from 40–80 inches, but are more common in areas with 65–75 inches of rainfall. In higher rainfall areas they are replaced by latosols and in lower rainfall areas they are largely replaced by lithosols or regosols and only occur on gentle slopes with good drainage.

2. Profile description:

The typical profile has three layers:

0–12" very dark brown clay, large granular structure when dry, plastic when wet.

12–18" dark brown clay with gravel and with many plant roots, blocky, angular structure.

18–40" yellow-brown gravelly clay with the percentage of undecomposed parent material increasing with depth.

The depth of topsoil varies from 3 to 15 inches in depth and in wetter areas is often clay-loam in texture. A further major variation in the profile is the presence of reddish colours in the subsoils. This reddish colour is most frequent in areas of higher rainfall and rare in low rainfall areas.

3. Agricultural potential:

These soils are mostly of medium to high fertility and the clay-loams are

particularly well suited for agriculture. However, due to erosion, only small areas with deep soils remain. At higher elevations, above 2,000 feet, these deeper soils are well suited for coffee production, and at lower elevation are well suited for crops such as sorghum and maize, but when planted to these crops, strict attention should be given to the danger of erosion. For optimum production these soils need green manuring and fertilising with a formula high in nitrogen, medium in phosphate and relatively low in potassium.

LATOSOLS

The area of latosols is most extensive, occurring in land types, Muhan Units 2 and 3, Tapalguas Units 1 and 2, San Miguelito Unit 2 and Santo Domingo Unit 1. There are also a few rare occurrences in land types Santo Tomas and Juigalpa. They thus include almost all sites with moderate slopes and more than 80 inches of annual rainfall. Three main subdivisions of Latosols have been recognised: Brown Latosols, Yellow-Brown Latosols and Reddish-Brown Latosols. These three groups may occur on similar topography, with a similar parent rock within the one area, and it is believed that the differences between these three groups is due largely to the maturity of the soil. Brown latosols are the younger and are very common on slopes with much recently transported soil material. Reddish-brown latosols are the oldest and are largely confined to soils formed on rock in situ, while the yellow-brown latosols represent an intermediate stage. The red latosols are by far the most abundant. Yellow-brown and brown latosols occur in scattered areas, but occasionally are locally abundant.

2. Profile description:

a) Brown latosols.

The typical profile contains two horizons:

0–18" dark brown clay, granular, slightly sticky and plastic.

18–30" dark grey-brown mottled clay, often massive sticky and plastic when wet, usually with many transported rock fragments.

The topsoils are often clay in texture and the subsoils vary in colour from grey in poorer drained sites to brown in better drained sites.

b) Yellow-brown latosols.

The typical profile has two horizons:

0–18" dark brown clay, moderate granular structure.

18–40" yellow-brown clay with yellow and grey mottlings, often massive.

Transported rock fragments are common in the profile. The topsoils vary considerably and often are yellowish in colour, clay and clay-loam in texture.

c) Reddish-brown latosols.

The typical profile has three horizons:

0–24" reddish brown clay.

24–48" red clay with grey mottlings.

48" and over grey clay with red mottlings.

The topsoils are mostly deep, over 18 inches, and up to 36 inches, and are sometimes red in colour and often clay-loam in texture. Profile development is usually to a great depth, in excess of 20 feet. The depth of the horizon of red clay with grey mottling varies from a few inches to the full depth of the profile.

3. Agricultural potential:

The latosols vary in fertility from poor to good, with brown latosols usually the most fertile and red latosols the most infertile. However, when not eroded, the soils are well structured and deep, and given fertilizer applications, are capable of sustaining high yields. Because of the great variation in fertility, fertilizer applications should be based on analysis of individual soils and the requirements of the selected crop, but in general, balanced fertilizer applications are required and in addition, for the red latosols, heavy applications of lime. Lime is also necessary for most yellow-brown latosols.

RED LOAMS

1. Occurrence:

The soils do not occupy very large areas; in general they occur in similar zones to the latosols. Their exact extent is not well known, but they are particularly important in the immediate vicinity of Santo Domingo and San Miguelito. They occur in areas of rolling country with more than 80 inches of rainfall and are found only on areas with a deep cover of transported material.

2. Profile description:

The profile consists of clay, almost always above 4 feet in depth, high in sesquioxides, and having a field texture of clay-loam. These soils are particularly well structured and have good internal drainage with no sign of mottling in the profile. The main change down the profile is the high content of organic matter in the topsoil which often is red-brown in colour.

3. Agricultural potential:

These soils are mostly only of moderate fertility, but without fertilizing give fair to good yields of most crops. However, because of their excellent structure, they are regarded as very good agricultural soils when fertilized with a balanced mixture and limed.

LITHOSOLS

Lithosols occur on moderate to very steep slopes in the drier parts of the surveyed area and on steep and very steep slopes in the wetter parts. They are thin stoney soils and have no well defined genetic horizons due to their relative youth. Because of their shallow and stoney nature, they are of no agricultural value and because of the high danger for erosion, most of these areas should be reserved for forest use. However, very large areas have been cleared for pastures which are normally of low quality.

Many different types of lithosols have been recognised within the sur-

veyed area, the variations being due to climate and also partly to the different types of parent material. The mayor subdivisions of lithosols are grey-brown lithosols, black lithosols, brown lithosols, grey lithosols and red lithosols.

A. Grey-Brown Lithosols

1. Occurrence:

This sub-group occurs most abundantly in the Monte Fresco land type and also less extensively in the Juigalpa land type. It is the predominant soil on moderate to very steep slopes, in areas with 40-60 inch annual rainfall.

2. Profile description:

The profile has two well defined layers:

0-3" grey-brown clay, medium granular structure, often gravelly, and usually with many plant roots.

3-24" brown gravelly clay merging with little decomposed parent material.

Angular rock fragments are common throughout the profile. The topsoil varies from grey to grey-brown in colour, occasionally brown, merging with the black lithosols in areas of higher rainfall or with tropical brown soils on lesser slopes. The depth of topsoil is often less than one inch.

B. Black Lithosols

1. Occurrence:

This sub-group covers a moderate area in the Santo Tomás and Juigalpa land types, with smaller areas in land types Boaco Unit 3, Lovago Unit 5, Teustepe Unit 3 and San Francisco. It is common in the area of tertiary volcanics with more than 60 inches rainfall and over 3 months dry season.

2. Profile description:

0-4" black clay, medium granular to blocky (small) structure, many rock fragments.

4-12" dark brown gravelly clay.

12-20" light brown very gravelly clay with many rock fragments merging with parent material.

C. Brown Lithosols

1. Occurrence:

This sub-group is common on the steep to very steep slopes in land type Santo Domingo Unit 2 and also occurs on the steeper slopes in Unit 5 Muhan land type. It is limited largely to areas with over 75 inches rainfall.

2. Profile description:

0-4" dark brown clay-loam with many rock fragments.

4-20" light brown gravelly clay with numerous rock fragments merging with undecomposed parent material.

The topsoil is often clay in texture and the subsoils sometimes have a yellowish colour. These soils merge with brown or yellowish-brown latosols on lesser slopes.

D. Grey Lithosols

1. Occurrence:

These soils occur in areas of low to moderate rainfall and are derived from grey coloured breccias. They are most common in the Cuapa land type, with very small areas in the Juigalpa, Monte Fresco, Teustepe, Boaco and Santo Tomas land types.

2. Profile description:

The soils are largely grey loams throughout which there are many rock fragments. When wet, these soils appear grey-brown to brown in colour. They often occur on very slight slopes where they merge with the "lanilla" alluvial soils.

E. Red Lithosols

1. Occurrence:

These soils are derived from weathered rocks high in ferric iron which imparts the brick red colour to the profile. They occur on steep slopes in areas of 40-80 inch rainfall and small occurrences are found in the Monte Fresco, Juigalpa and Santo Tomas land types with extremely rare occurrences in other land types.

2. Profile description:

0-3" dark reddish-brown loam, small to moderate granular structure.

3-20" red gravelly clay merging with little decomposed parent material.

Rock fragments are abundant throughout. This type merges with grey-brown and with black lithosols and also merges with red latosols with the appearance of mottling in the subsoil.

REGOSOLS

Regosols are immature soils formed on soft rocks or rapidly decomposed deposits. Within the surveyed area, three main sub-groups have been recognised: brown, black and red regosols; the distribution of these sub-groups is largely climatically determined.

A. Brown Regosols

1. Occurrence:

These soils are the most common in areas of the Boaco land type with less than 60 inches rainfall, occurring in very small patches in other land types in the 40-60 inch rainfall zone.

2. Profile description:

0–8" brown loam.

8–20" light brown gravelly loam merging with decomposed parent material.

3. Agricultural potential:

The fertility of these soils is associated with the type of parent material. In the Boaco land type, where the parent material is breccia, the fertility is low, on other parent material the fertility is mostly moderate. However, because of their shallow nature, these soils are not suitable for agriculture, although they are occasionally used for growing corn at a subsistence level.

B. Black Regosols

These soils are restricted to that part of the Boaco land type with 60 to 80 inch annual rainfall and are formed on breccia. The profile is similar to the brown regosols, differing largely in that the topsoil is much darker and usually a little deeper. These soils are not suitable for agriculture, due to their shallow nature and relatively low fertility. They are used at present largely for pasture land of moderate value.

C. Red Regosols

These soils are predominant in that part of the Boaco land type with more than 75 inch annual rainfall. They are similar to the black regosols, differing mainly in the red colour in the subsoil.

ALLUVIAL SOILS

Large areas of alluvium are covered by mature profiles of black tropical clay. The remaining areas of alluvium have soils which have been placed in four sub-groups: "Lanilla" earths, brown clays, grey clays and young alluvial soils.

A. "Lanilla" Earths

This sub-group has been erected to accommodate grey loamy alluvial soils derived from breccia. The name is derived from the local name for this soil.

1. Occurrence:

These soils cover large areas in the Cuapa land type and a smaller area in the Boaco land type. Very small occurrences are found in the Lovago, San Francisco, and Santo Tomás land types. They occur in areas from 40-100 inch rainfall, but with at least a four-month dry season.

2. Profile description:

The essential feature of the profile is the presence of a layer of topsoil of grey loam, silty loam, clay-loam or sandy loam. This layer is grey-brown or brown when wet, and very poorly structured, but usually has fair to good internal drainage. This layer is sometimes of great depth, in excess of 10 feet, and is usually more than 2 feet in depth. The subsoils consist of a variety of old allu-

vial deposits. Gravel fragments are often abundant but are not a necessary feature of the profile.

3. Agricultural potential:

Because of their uniformly low fertility, these soils are not used for agriculture. With intensive fertilizing and green manuring, these soils with low gravel contents would be moderately suitable agricultural land, but such a program cannot be at present recommended because of its high cost, while more suitable agricultural land is not being fully utilized.

B. Brown Clay Alluvial Soils

1. Occurrence:

These soils occur largely in the Lovago and Teustepe land types where they occupy only small areas. They appear to represent a stage in the formation of tropical black clay from heavy clay alluvial deposits. They occur mostly in a zone with less than 70 inches annual rainfall and a six-month dry season.

2. Profile description:

The group is characterized by a topsoil, usually several feet in depth, of dark to very dark brown heavy clay. This clay has similar properties to tropical black clay, being sticky when wet and deeply cracking when dry.

The subsoil is grey alluvial deposits, usually clay, but sometimes with deposits of alluvial gravel and boulders.

3. Agricultural potential:

The soils are of similar fertility and physical properties to the tropical black clays, although, being younger and somewhat more fertile, land-use recommendations are accordingly identical.

C. Grey Clays

1. Occurrence:

In this group have been placed the older grey clay alluvial soils of the San Francisco land type and the wetter parts of the Lovago land type. This sub-group includes soils transitional between young alluvial soils, grey in colour, and the mature profile of tropical black clay. These soils occur in areas with at least a four-month dry season, ranging from 60 to 100 inches annual rainfall.

2. Profile description:

These soils are characterized by a heavy grey clay topsoil at least 2 inches in depth and usually much deeper. The colour varies from light grey to almost black and this is related to the range of other properties, the darker soils showing greater tendencies to be sticky when wet and to crack when dry. The subsoils are other alluvial deposits, commonly with gravel.

3. Agricultural potential:

These soils have moderate fertility, but are somewhat difficult to work

because of their heavy texture. Nevertheless, they can be considered as very suitable for rice production, when fertilized.

D. Young Alluvial Soils

This sub-group includes all those soils recently deposited by the numerous streams and rivers of the area. They are undoubtedly the most fertile soils in the surveyed area, but in many cases utilization is difficult due to danger from flooding.

1. Occurrence:

The only extensive areas of these soils is in the Malacatoya land type; however, numerous small areas of younger alluvial soils occur along the banks of larger streams, crossing all other land types.

2. Profile description:

Due to the fact that these soils are made up of successive layers of alluvium, they vary greatly in texture both from site to site and down each individual profile. In general, however, the most common textural type is clay with clay-loam, loam, sandy loam and silty loam being considerably less frequent.

The colour of the profile varies, but this is largely associated with the climate. In areas with four dry months, grey soils are abundant, and these often have light brown mottling. In areas with less than three dry months, the young alluvial soils are largely brown in colour, but when poorly drained have grey or mottled subsoils.

3. Agricultural potential:

The fertility status of these soils shows a variation, depending on the composition of the alluvium, but almost all are of moderate to high fertility. The extent to which they can be adapted to agriculture depends largely on the drainage condition and to a lesser extent on the soil texture, but in general most areas can grow crops very well, the particular crop being dependent on local climatic conditions. However, for optimum production, the soils would require fertilizing, and, in particular, a crop rotation incorporating green manuring.

At present, a large proportion of these alluvial soils are used only for grazing. This is particularly the case in the Malacatoya land type. The more intensive use of these soils appears a major prospect for increasing the cash income of the drier parts of the surveyed area. However, usually large tracts of this land are held by a single landholder who lacks the capital for the proper development of the soils, particularly when irrigation or drainage works are indicated. In other areas, particularly in the Muhan and Tapalguas land type, the young alluvial soils are of small extent and the major difficulty is the transport of the products to market.

HYDROMORPHIC SOILS

1. Occurrence:

These are soils whose profile development is strongly influenced by the presence of a surface water table over a long period of the year. The only signi-

ficant areas of this soil group are the lowest lying parts of the Puerto Diaz land type, which are regularly flooded each year by the fluctuation in the level of Lake Nicaragua.

2. Profile description:

The profile consists of a deep layer of black silty loam, sometimes silty clay, rarely sandy loam or sand.

3. Agricultural potential:

These soils have a high fertility status but land use is restricted due to their annual submergence. Small areas of these soils around San Miguelito have been used for the growing of special varieties of rice with good results. This practice is strongly recommended because efficient rice production can be accomplished with little capital expenditure.

VII. VEGETATION

Over the larger part of the surveyed area, the original vegetation has been replaced by secondary communities as a result of long continued settlement. However, there are very large areas of forest approaching a virgin condition in the Tapalguas land type, with smaller areas in the Santo Domingo and San Miguelito land types. These are all in areas of high rainfall, more than 80" annually. In the dry areas, the original deciduous forest has been almost completely destroyed and there are only a few stands remaining of even moderately mature communities. However, despite this destruction of the original vegetation, the broad groupings originally present can be readily determined, and three major formations are recognised: Evergreen Rainforest, Semi-Evergreen Rainforest and Deciduous Forest. The distribution of these formations can be closely correlated with the climatic conditions. Evergreen rainforest covers the area with less than three dry months annually, semi-evergreen rainforest covers the area with three to four dry months and deciduous forest and deciduous woodland covers the area with more than four dry months annually. Semi-evergreen communities also occur along stream banks and other wet sites in areas with more than four dry months. It should be noted that the type of vegetation is much more strongly dependent on the length and severity of the dry season than on the total annual rainfall or on soil conditions. The area around San Miguelito is a good example, having four dry months and a Semi-evergreen rainforest, whilst the area around Muhan, having a similar total rainfall, (100 inches), and similar soils, but with only three dry months, supports a true evergreen rainforest.

Despite the importance of the length of dry season, changes in vegetation reflect all other factors of the environment with the composition of the species present varying with mean annual rainfall, temperatures, slope, drainage, soil conditions, etc.

The following description is based on the present vegetation, and is subdivided on the basis of the three main vegetation types originally present. Where block letters are used these refer to the common names. The numbers quoted, following incompletely identified species, are Taylor-Salas collection numbers.

Deciduous Forest Area

At present, within any one area, there is usually a whole complex of deciduous communities, including forest, woodland, scrub and savannah, each representing successive stages in degeneration of the original communities due to the effect of settlement, and more or less composed of deciduous species.

Deciduous Forest Communities:

These are of rare occurrence. They consist of communities with two layers of trees, up to 90 feet in height, both layers deciduous for as much as seven months each year. This forest is usually very mixed in composition with no species being predominant. Probably the most common species is ***Calycophyllum candidissimum*** (Vahl.) DC. MADROÑO. There is considerable variation in the composition of the forest stands examined, but these reflect similar environmental preferences of the various species to those exhibited in the deciduous woodlands.

Deciduous Woodlands:

These are communities, usually with only one well developed layer woodland type trees, and such communities are very common. ***Guazuma ulmifolia*** (Lam.) GUACIMO DE TERNERO is the most common species and is often dominant in the more immature deciduous woodlands. However, there is a large number of other species often locally abundant; these include ***Bombacopsis quinatum*** (Jacq.) Dugand. POCHOTE, ***Lysiloma Seemannii*** B. & R. and ***Lysiloma Kellermanii*** B. & R. QUEBRACHO, ***Bursera Simaruba*** (L.) Sarg. JIÑOCUABO, ***Pithecolobium Saman*** (Jacq.) Benth. GENIZARO, which are common in all deciduous communities. Other common species are generally only abundant under limited conditions. Thus, ***Phyllostylon brasiliensis*** Cap. ESCOBILLO, ***Caesalpinia vesicaria*** L. CARBON and ***Gyrocarpus americanus*** Jacq. TALALATE, are common throughout the drier communities (40"—50" rainfall). ***Tabebuia chrysantha*** (Jacq.) Nicholson CORTEZ, ***Bursera graveolens*** (HBK) Triana CARAÑA, ***Caesalpinia coriaria*** (Jacq.) Willd. NACASCOLO and ***Haematoxylum Brasileto*** Karst. BRASIL are common on the heavy clay soils on flats in the drier area, and ***Calycophyllum candidissimum*** and **Mimosaceae 3519** are common on the prevelant lithosols on hills.

In somewhat wetter areas, 50"—65" rainfall, species which are often locally abundant include ***Tabebuia pentaphylla*** (L.) Hemsl. ROBLE or MACUELIZO, ***Cochlospermum vitifolium*** (Willd.) Spreng. PORO —or BERBILLA, ***Enterolobium cyclocarpum*** (Jack.) Griseb. GUANACASTE DE OREJA, ***Albizia caribaea*** (Urban) Britt. & Rose GUANACASTE BLANCO, ***Trichilia* sp. 3673** PIOJO and ***Bombax barrigon*** (Seem.) Dcne. CEIBA BARRIGON on clay flats. On hills with lithosols, the common species include ***Tabebuia pentaphylla***, ***Calycophyllum candidissimum***, ***Enterolobium cyclocarpum***, ***Simaruba glauca*** DC., ***Cassia grandis*** L.f. CARAO or CAROL and ***Dalbergia* sp.** ÑAMBAR or GRANADILLO. In the wetter areas of deciduous woodland, 65"—75" rainfall, the most common species include ***Ceiba pentandra***, ***Cassia grandis***, ***Tabebuia pentaphylla***, ***Enterolobium cyclocarpum*** and ***Cochlospermum vitifolium***. In addition to the foregoing, there are several species which are common in deciduous woodlands on slopes in all rainfall zones; these include ***Luehea candida*** (DC.) Mart. GUACIMO MOLENILLO and ***Gliricidia sepium*** (Jacq.) Steud. MADERO NEGRO.

Apart from the common species, there is a very large number of other species associated in the various deciduous woodland communities. Each spe-

cies has its own preferences for environmental conditions, particularly for rainfall conditions, but also for soil type drainage, etc. The presence or absence of these species has been used as an aid in determining the estimated rainfall in the areas with less than 70" rainfall.

Savannah Communities:

Savannahs are plant communities with a continuous ground layer, usually grass, with scattered trees. The trees may be small or tall, and with increasing density of trees the savannahs merge with deciduous woodland or scrub. All the savannahs of the surveyed area are considered to be secondary, although many are of long standing, possibly pre-dating Spanish settlement. The main reasons for this statement are firstly that stands of forest or woodlands can be found on identical sites with all occurrences of savannah, and secondly there are sufficient examples to justify the expectation that, with the annual burning prevented for a number of years, all savannah communities would change to woodlands and later to forest. A further point is that savannahs are much less common in areas of extended dry season, presumably because of their low pasture value.

There are many types of savannahs; the composition of the grass layer is largely independent of the composition of the tree layer, and is described under the section pastures. Apart from this variation, there is considerable variation in the tree layer and the savannahs can be classified under three main groups, e.g. **Crescentia alata** HBK. JICARO, **Tabebuia pentaphylla** ROBLE and **Curatella americana** L. CHAPARRO Savannahs. Although there are many transitional communities, most savannahs can be readily placed into one of these three groups.

The JICARO Savannahs are dominated by **Crescentia alata** JICARO, which in the most degenerate communities is often the only species present. However, usually other species occur associated with **Crescentia alata**, including **Guazuma ulmifolia** and other species common in deciduous woodlands on similar sites. Occasionally, **Crescentia alata** may be absent, and in such communities **Guazuma ulmifolia** or **Acacia costaricensis** Schenck CORNIZUELO is dominant. These savannahs are of widespread occurrence in all areas up to 80 inches of rainfall, but are most common on long-grazed plains with deep black tropical clay soils.

The ROBLE savannahs replace the JICARO Savannahs on the alluvial plains in the San Francisco land type with more than 80" of rainfall. **Tabebuia pentaphylla** ROBLE is often a common species in the **Crescentia alata** savannah but in this area it is often the only species present.

The CHAPARRO Savannahs do not cover large areas but occur scattered throughout the area of deciduous forest. They are usually found on slopes with lithosols, but also occur on some flat areas of "lanilla" alluvial soils. These savannahs are usually more common near long established roads and other areas where the effects of fire could be expected to be more severe. **Curatella americana** CHAPARRO is always dominant. **Byrsonima crassifolia** (L.) DC. NANCITE and **Psidium Guajava** L. GUAYABO are characteristically found as common associated species. Other species occur as scattered individuals and may belong to any of the species found in deciduous woodland on slopes.

Deciduous Scrub:

These communities consist of a dense scrub vegetation, less than 20 feet high. They are not of common occurrence and represent an intermediate stage

in a succession to the development of the more long-lived deciduous woodlands, from either pasture or crop land. Common species include **Acacia costaricensis**, **Croton Hoffmanni** M. Arg., **Acacia Farnesiana** (L.) Willd. CACHITO DE AROMO, **Pithecolobium dulce** (Roxb.) Benth ESPINO DE PLAYA and **Zizyphus guatemalensis** Hemsl. NANCIGUISTE. (This latter species is largely restricted to areas with less than 50" rainfall).

Semi-Evergreen Rainforest Area

Semi-evergreen rainforest originally covered all the area with a three to four month dry season. It consists of a tall (over 100 feet) forest with three tree layers. The trees in the tallest layers include both evergreen and deciduous species, but the trees in lower layers are largely evergreen. Only in the San Miguelito land type are there any extensive stands of mature forest remaining; most of the remaining area has been replaced by pasture land or secondary regrowth. The regrowth communities vary very greatly depending on whether the regrowth is on land recently cleared of forest or long maintained under pasture.

Mature Forest:

The mature forests are fairly rich in species of tall trees. The more common species include **Cedrela mexicana** Roem. CEDRO REAL, **Enterolobium cyclocarpum**, **Anacardium excelsum** (Bert. & Balb.) Skeels ESPAVEL or AGUEGUE, **Swietenia macrophylla** King. CAOBA, **Leguminosae 3734** COLORADITO, **Hura crepitans** L. JAVILLO, **Dalbergia** sp. NAMBAR or GRANADILLO, **Sapranthus nicaraguensis** (Seem.) Standl. PALANCO, **Spondias mombim** L. JOCOTE JOBO, **Pseudosamanea guachapele** (HBK) Harms., **Luehea Seemannii** Triana & Planch. GUACIMO COLORADO, **Lonchocarpus rugosus** Benth. CAROL MACHO, **Myrsinaceae 3752** UVA, **Terminalia chiriquensis** Pittier GUAYABON, **Vitex Cooperi** Standl. BIMBAYAN, **Calophyllum brasiliense** Camb. var. *Rekoi* Standl. MARIA and **Andira inermis** (Swartz.) HBK. ALMENDRO DE MONTE.

Secondary Communities:

Following the clearing of semi-evergreen forest, a dense mass of rapidly growing species soon covers the area and initiates a secondary succession. This young regrowth is rich in species and often includes scattered rare individuals of the dominant trees of the original forest. However, at earlier stages, the most common species are: **Cecropia peltata** L. GUARUMO, **Miconia argentea** (Swartz.) DC. CAPIROTE BLANCO, **Zuelania Guidonia** (Sw.) Britt & Millsp. PALO DE PLOMO or HUEVO DE BURRO and **Croton panamensis** Muell. Arg. SANGREDRAGO. As the succession develops, the following species predominate: **Vismia mexicana** Schl. ACHOTILLO or MANCHA ROPA, **Vochysia hondurensis** Sprague PALO DE AGUA or BARBACHELE, **Vochysia ferruginea** Mart. MANGA LARGA, **Flacourtiaceae 3637** BARAZON, **Xylopia frutescens** Aubl. MANGA LARGA, **Nectandra globosa** (Aubl.) Mez. AGUACATE MONTERO and **Daphnopsis Seibertii** Standl. PANCHIL. If the succession continues to develop further without interference by man, it is gradually invaded by species of the mature forest which slowly become dominant. The commercial timber species **Swietenia macrophylla** and **Cedrela mexicana** are particularly abundant in such advanced regrowth communities.

When an area of semi-evergreen forest is converted to pasture land and

then subsequently permitted to revert to forest, the succession is quite different. In the early stages, there are usually patches of scrubby vegetation in the pastures with the following species most common: **Talisia porteriana** Jtn. MANCHON, **Citharexylum caudatum** L. MAZORQUILLO, **Zuelania guidonia** and **Miconia argentea**. In areas of long established pastures, there are usually scattered trees and shrubs, mostly deciduous and include **Bombax Barrigon**, **Bursera Simaruba**, **Gliciridia sepium**, **Licania arborea** (Seem.) HOJA TOSTADA, **Hymenaea Courbaril** L. GUAPINOL and **Cordia alliodora** (Ruiz & Pavón) Cham. LAUREL.

Evergreen Rainforest

Evergreen rainforest originally covered all the area of the Muhan, Santo Domingo, and Tapalguas land types. At present, mature forest still covers very extensive areas in the Tapalguas and Santo Domingo land types. The remaining area has been largely cleared during the past 100 years to make pasture land.

As yet no detailed study has been made of the forest of the area to separate them into floristic groupings, but, from the observations made, it can be stated that all these forests are essentially similar in composition. This is not surprising due to the relatively uniform nature of the area of most of the mature rainforest.

Mature Evergreen Rainforest:

These consist of very tall, over 120 feet high, forest, with three or four tree layers. Deciduous species occur, but are not abundant in any layer, nor do they ever impart a leafless aspect to the forest as a whole. The stands are usually very mixed in composition and although in any stand usually two or more species are relatively common the great bulk of the forest is made up of tree species which only occur as scattered individuals. The common species include: **Esenbeckia littoralis** D. Sm. NARANJO, **Cedrela mexicana**, **Dialium guianense** (Aubl.) Steud. TAMARINDO MONTERO or COMENEGRO, **Luehea Seemannii** Triana & Planch. GUACIMO COLORADO, **Brosimum utile** (HBK.) Oken. OJOCHÉ, **Carapa nicaraguensis** CDC. CEDRO MACHO, **Leguminosae 3716** CAMIBAR, **Ficus padifolia** HBK. CHILAMATE, **Licania platypus** (Hemsl.) Fritsch. SONSAPOTE, **Pterocarpus officinalis** L. SANGREDRAGO, **Terminalia chiriquensis** Pittier GUAYABON, **Tetragastris Stevensonii** Standl. KEROSENE and **Ceiba pentandra**.

Secondary Communities:

Following clearing and subsequent abandonment of an area of evergreen forest, a succession of rapidly growing trees is initiated. In the first stages, the common species are: **Ochroma Lagopus** Sw. BALSA or TAMBOR, **Cecropia peltata**, **Vismia mexicana**, **Inga eriorhachis** Harm. GUAVO COLORADO, **Xylopia frutescens**, **Vochysia ferruginea** and **Vochysia hondurensis**. In later stages of this succession, the tall secondary forest is often dominated by one or a few species, in particular, **Vochysia hondurensis**, **Ceiba pentandra**, **Terminalia chiriquensis**, **Spondias Mombin** and **Luehea Seemannii**.

In areas long established as pastures, only a few tall trees are common; these are usually species common in the area of deciduous forest and include **Ceiba pentandra**, **Licania arborea**, **Spondias Mombin**, **Simaruba glauca**, **Erythrina glauca** Willd. GALLITO, **Hymenaea Courbaril** and **Cassia grandis**.

Stream Side Communities:

There are many plant communities characteristically found along streams. This is particularly the case in the drier areas where the high percentage of evergreen species in the streamside communities stand out in sharp contrast with the surrounding deciduous forest. These communities vary greatly, depending on the combination of the effect of man, flooding and drought, as well as the maturity of the community. In total, nine well defined communities have been recognised.

1. **Licania arborea – Calycophyllum candidissimum.** This community is common along small streams in the deciduous forest area, and differs only slightly from the surrounding deciduous communities. **Licania arborea** and **Calycophyllum candidissimum** are usually tall and of frequent occurrence. Other species are never abundant but include species found in surrounding deciduous communities as well as a scattering of species characteristic of streamside. These latter include: **Anacardium excelsum**, **Albizia caribaea**, **Bravaisia integerrima** (Spreng.) Standl. MANGLE BLANCO, **Enterolobium cyclocarpum**, **Pithecolobium Saman** and **Andira inermis**.

2. **Anacardium excelsum – Ceiba pentandra** Communities: These associations are found along rivers in all regions from 40 to over 80 inches of rainfall. **Anacardium excelsum** is sometimes completely dominant or else is found in association with the other species characteristic of stream sides. The mixed communities are probably the most mature stream communities on well watered sites, and the pure **Anacardium excelsum** communities indicate a greater period of waterlogging.

3. **Couroupita nicaraguensis** DC. SAPOTE MICO communities: These communities are common and consist of a pure stand of **Couroupita nicaraguensis** or of a mixed community similar to the **Anacardium excelsum – Ceiba pentandra** communities, but with **Couroupita nicaraguensis** common. Such stands occur on sites receiving adequate water supplies through the year, but subject to seasonal waterlogging. They probably represent an advanced successional stage to an **Anacardium excelsum – Ceiba pentandra** community.

4. **Triplaris melaenodendron** (Bertol.) Standl. & Steyer. PIPALACHO or TABACON community: Only a few stands of this forest were seen, all along the lower reaches of the Rio Mayales. They consist of an almost pure stand of the tall tree **Triplaris melaenodendron**. They are an early stage in the succession on areas devastated by floods.

5. **Clusia rosea** Jacq. COPEL or MATAPALO communities: Along streams in moderate rainfall areas (60 to 80") communities dominated by **Clusia rosea** are common, particularly in the Santo Tomas land type. They are a variation of the **Anacardium excelsum – Ceiba pentandra** communities, and are very similar except for the great preponderance of **Clusia rosea**. This species is not abundant in the most mature communities, but in areas long utilised for pastures, small streams may be surrounded by a pure stand of this species.

6. **Bravaisia integerrima** communities: On badly drained sites in high rainfall areas, the typical **Ceiba pentandra – Anacardium excelsum** community is often modified by the preponderance of **Bravaisia integerrima**. Associated species include species common in the surrounding rainforest and other species typical of streamside, in particular **Anacardium excelsum** and **Leguminosae 3716**.

7. **BAMBOO Communities:** In areas of higher rainfall, over 60", communities completely dominated by Bamboo occur. These communities are secondary and follow on clearing of the land and subsequent abandonment. Such communities are gradually invaded by tall trees of nearby streamside communities.

8. ***Annona glabra* L. ANONA DE PANTANO community:** A small community in the Lovago land type was dominated by ***Annona glabra***. This site was subject to deep and frequent inundation in the wet season, which is a typical site of ***Annona glabra*** communities elsewhere in Nicaragua.

9. ***Erythrina glauca* Willd. GALLITO communities:** Some small stands of this woodland community occur along a number of streams crossing the extensive black tropical clay plains near Acoyapa. They consist of almost pure stands of ***Erythrina glauca*** and occur under conditions of moderately deep seasonal inundation.

VIII. FOREST INDUSTRY

There is a very definite need for incorporating exploitation of the forests of the area in a sound scheme of land development, rather than the present method of extraction of timber without consideration for the future of the area, or as even more frequent happens the simple destruction by fire of the valuable timber on land required for grazing.

There are two major forest classes: Evergreen Forests and Deciduous Forests. Their conditions of growth are so completely different that they are best considered separately.

There is a third group of semi-evergreen forests which are best considered along with the Evergreen Forests.

Deciduous Forests

Deciduous forests originally covered all land in the area with less than 70 inches of annual rainfall, all of which has more than four dry months. It is probable that much of this forest was destroyed by the old Indian culture before Spanish settlement, and it is quite probable that at this stage there were already in existence extensive areas of grassland maintained by hunting fires. However, with the introduction of grazing animals soon after the Spanish settlement, the process of deliberate destruction of forests was greatly speeded. At present only few stands of true deciduous forest remain, but there are extensive areas of tall secondary deciduous woodland in the Monte Fresco land type and in the drier parts (less than 50 inches) of the Lovago land type. In these areas the conversion of forest to grazing land has not proceeded as rapidly as in the wetter areas because of the poor pasture produced. However, with growing land-pressure, the process of conversion of forest land to pasture is now proceeding more rapidly. Despite the poor returns from the pastures produced this is higher than yields obtained from forested areas under the present methods of extraction. However it is considered that in view of the ready access of the Monte Fresco land type to the Managua market that much of this land would give best returns if managed on a woodlot basis for purely forest use. At the same time this would prevent the steady increase of soil erosion in the area, with the accompanying gradually diminishing returns from pasture and the danger to more va-

luable land at lower elevations. With the area of the Lovago land type a combined grazing and forest land use system is suggested.

The main timbers removed from these areas are Pochote (*Bombacopsis quinatum*) and Laurel (*Cordia alliodora*) from both land types and Genizaro (*Pithecolibium Saman*) from the Lovago land type. However, many other timbers are removed but in lesser quantities. To improve returns from the land it is necessary firstly to survey each carefully and mark each tree suitable for extraction. Following extraction careful attention should be paid to grading each species for its best use. However despite all care much of the timber on any area has no value either due to deformity of the tree due to fire injuries or to other causes such as overcrowding, damage by lianes, etc. or to the fact that the particular species is of low economic value because of the inherent properties of its wood. Correction of this matter can be made at low cost by a system of selective cutting of undesirable species, thinning of the stand where necessary, removal of lianes, etc. and a few of the more important fire precautions.

A major reason for the present absence of such management in the area is due to the relatively long wait for returns. However, it should be possible to interest landholders already extracting timber in such a system so as to assume a continuing return in the future. It is recommended that attention be paid to encouraging farm woodlot production by the proposed new Forest Service. It will be necessary to appoint at least one officer permanently for such a program with the duties of advising landholders on best methods of management, and in particular with the best methods of identifying juvenile stages of both commercial and uncommercial tree species.

It is considered as a general rule that large scale tree planting would not be economical. However, it is probable that small planting of hardwood trees, e.g. *Eucalyptus papuana*, would be economic in the deepest soils of the Monte Fresco land type. Also plantings of Genizaro on low lying areas of the Lovago and the Puerto Diaz land type would give good returns, particularly as such areas would probably be used in a combined pasture and forest system, and this species apart from producing valuable timber, is an excellent shade tree and its fruits are eaten by cattle during times of drought.

Within other areas covered by deciduous forest, only small stands of forested land remain, and these should also be managed on a farm woodlot basis.

Evergreen and Semi-Evergreen Forest

These forests are much more important to the area, particularly by virtue of the far greater quantity of timber which is at present being extracted, but also because of the immense reserves of timber they contain. Almost all of the Tapalguas land type is covered by dense evergreen forest. There are also considerable areas in the Santo Domingo land type and smaller areas in the Muhan land type. Over half of the San Miguelito land type is covered by commercial stands of semi-evergreen forest and there are a few small commercial stands of this forest in the Santo Tomas land type, particularly in mountain areas in the west.

The forest types vary considerably, apart from the main subdivision into Evergreen and Semi-evergreen forest. The commercial stands can be further subdivided into advanced secondary forest, with a high proportion of valuable ca-

binet woods, Cedro and Mahogany, and into mature forests of more mixed composition.

The present extraction from these forests is largely from three species only: *Cedrela mexicana*, CEDRO REAL; *Carapa nicaraguense*, CEDRO MACHO; and *Swietenia macrophylla*, CAOBA (Mahogany). Other species of lesser value are only extracted in very small amounts and it is on this point that the development of the forest industry of the area most depends. If conditions can be created for the profitable extraction of a far greater number of species then the timber industry can become a major support of the economy of the area and can greatly aid the opening up of new areas for settlement. Undoubtedly the species at present being extracted are the most valuable and this system given the highest return for a limited capital investment. However, with properly planned development over a large area, almost equal returns could be obtained per unit of capital from more complete extraction. Of course this would give far greater returns per unit of land and would be a much more efficient utilization of national resources.

What is required is sufficient capital to develop a large area of dense forest by making an access road of high quality and thus reducing the cost of transportation per unit of timber. With the good forests available, such a scheme should be economically attractive to timber firms, providing sufficient capital is available, and at the same time a permanent access road would be left and this is the prime need for land settlement in the region.

It is recommended that such a scheme be investigated for the forest on the north bank of the Rio Siquia in the vicinity of Tapalguas. This region is proposed for the following reasons: Firstly, there is here a very large area of good quality forest with a moderate percentage of prized cabinet timbers as well as many less valuable species. Secondly, the area is on the present frontier of development, and within a relatively short period unless action is taken, much of the forest will be cleared and burnt for grazing land. Further due to the closing of the mines at Santo Domingo there is a great need for another large undertaking in the area. Other advantages are that the area is of gentle topography making extraction of timber and road building relatively easy, further there is the possibility of harnessing the existing electric power facilities at Tapalguas for use in the project, and the area is connected to Santo Domingo by a timber road. This road is of very poor quality at present, but will greatly facilitate preliminary survey work. Further the area is well suited for cacao and would be a favourable location for large plantation if after extraction of the timber it was connected to Santo Domingo by a good quality road.

The steps to initiate such a project would be firstly to determine ownership of land in the area, particularly delineation of National Land, followed by a detailed survey of the quantities of standing timber available of all species of commercial sized trees in the area. When this survey is complete, cost estimates can be worked out for the construction of good roads to reach the most suitable areas. Estimate can also be prepared for the costs of extraction and the return to be expected from full utilization. When these figures are available it is expected that a figure for royalties could be set that would defray the cost of the road and at the same time permit a good return on capital investment by timber companies extracting the lumber. The alternative in continuing the present system of extraction leads to a steady depletion in the value of the forest due to removal of its most valuable species and in return, only a temporary aid is given to development, for the present small scale operations scattered over

a wide region can only operate by using rivers to transport the timber or at most a poor road which soon deteriorates after timber extraction ceases.

Although large scale operations are strongly recommended, some small scale operations should continue and should be aided in such areas as the Muhan land type where there are numerous small stands of commercial forest close to the main roads which will be cleared in the near future due to rapidly increasing land pressure following the building of the Rama road.

To prevent the loss of the great part of the timber value of such stands, a forest extension service is recommended to aid landholders in preparing estimates of extraction costs and returns to be expected. Such a service would result in the timber of many areas being utilized rather than simply cleared and burnt as will otherwise occur.

Other recommendations previously submitted for aiding the more efficient utilization of the resources of the Evergreen Forest apply equally to the Boaco-Santo Tomás Area. These include better distribution of existing knowledge on the uses of the numerous species comprising the forest, compilation of further information on timber uses, projects for determining the best methods of controlling regrowth to produce more valuable forests, and studies to determine the most suitable times for cutting of the more important timber species.

To stress the value of the forests, it should be remembered that forests in the area cover square miles. Even moderately efficient utilization of these forests would produce 3,000 board feet of timber per acre or a total of over 2,000,000 board feet a square mile with a value at present prices in excess of US\$ 100,000,000 over the area of the land type. These forests are only a fraction of the forest reserves of the country but due to their situation on the frontier of development, they will be cut, burnt and their value lost within a maximum of fifty years unless steps are taken to extract the timber before land settlement. It is also obvious that if a part of this value can be retained in the land in the form of good roads, then land settlement will be rapid and land utilization much more efficient.

IX. GRAZING INDUSTRY

The grazing industry is the mainstay of the economy of the surveyed area and has been so ever since the early days of Spanish settlement. However, the development of the industry has been slow, the only major increases being due to continual clearing of forest land for pastures and to the introduction of improved pastures species on a moderate area of land.

The position of the industry and the methods necessary for its improvement are basically similar to those outlined in the report "Land Potential of the Matagalpa-Esteli-Ocotol Area".

Native Pastures. The following pasture types are encountered:

I. Mixed Native Pastures. Bouteloua-Aristida Communities. These communities occur in the drier areas (less than 65 inches rainfall). They consist of a mixture of native grasses and herbs with *Bouteloua* sp. No. 2164 and *Aristida* sp. 2165 often locally dominant. Many other grass species are common and some of those are locally dominant. Herbaceous species of low pasture value are

common, particularly Cyperaceae and Compositae. Legumes are quite rare and are usually of little value.

These communities are the first to appear when the deciduous woodlands are opened up by clearing and burning. During the wet season they provide a moderate quantity of low quality herbage, but dry out rapidly at the commencement of the dry season.

II. **Amargosa Grasslands.** Communities dominated by a single native species of low grass are common throughout the drier region. They occur in long-settled areas, particularly where grazing has been more intense, the dry season more severe, or the top soils particularly shallow. These communities represent a degenerate stage of the preceding pastures, formed by the elimination of other native species by the effects of the annual burning. Often the community consists almost entirely of the grass Amargosa, but an even more degenerate stage is the presence of a dense stand of the unpalatable herb *Hypus suaveolens*.

These communities have a very low grazing value; during the wet season the quantity and quality of growth is lower than that of the Bouteloua-Aristida Communities, and it dries out even more rapidly during the dry season.

III. **Sacatan Grasslands.** The pasture produced following clearing in areas of more than 65" of rainfall are quite distinct from those for drier regions. The original communities have many grass species but these are soon replaced by a pasture with a single species, Sacatan, dominant, or occasionally there is a second species dominant, Sacate Chumpipi. These grasslands produce large quantities of fodder throughout the greater part of the year, but of only moderate quality and palatability, particularly when the grasses are not closely grazed and are permitted to become tall and coarse. These grasslands are the tallest of the natural pasture and in many areas attain a height of over 6 feet in the wet season.

IV. **Tepalon Grasslands.** These communities replace the Sacatan Grasslands on the extensive alluvial plains with high rainfall (over 80") of the San Francisco land type. In this area the grass Tepalon is usually dominant with sometimes grass 3772 co-dominant. Other grass species are not common but include a few tall growing species including Sacatan. Probably this pasture type replaces Sacatan pastures due to the marked seasonal fluctuation in water table. These communities are of similar value to the Sacatan grasslands, probably with slightly less production of fodder but a slightly improved quality. These grasslands dry out during the four month dry season, but not to the extent of other natural pasture types.

IMPROVED PASTURES

Within the surveyed area large improvement in pasture production can be obtained by the planting of improved pastures, and already considerable areas have been planted especially in the Muhan and Santo Tomas land type. In the drier zones, however, very small areas have been planted and this region is far behind other similar regions of Nicaragua in this regard.

Three main types of improved pasture are at present being used: Guinea, Para and Jaragua, but there is the necessity for field trials of other promising species.

a) **Guinea Grass Pastures. (*Panicum maximum*)**. These pastures are abundant in the Muhan land type and other areas of high rainfall (above 80") where clearing is now generally followed by sowing with this species. For general purpose grazing it is the most suitable species at present known for this zone. It is also sown in areas of the Santo Tomas land type where again it is probably the best pasture type.

b) **Para Grass Pastures. (*Panicum purpurascens*)**. Small areas are sown with this grass in the Muhan land type and in other areas of high rainfall. However, the most important Para grass pastures are on low lying areas in the Puerto Diaz land type, where they constitute a valuable source of good pasture for the lower rainfall areas during the dry season.

c) **Jaragua Grass Pastures (*Hyparrhenia rufa*)**. This species has the advantage of being aggressive under the present system of pasture management and thus the establishment of a Jaragua pasture is cheaper than of Guinea or Para. However, the pasture value of Jaragua grass is considerably lower, being little superior to the Sacatan pastures, but a well managed Jaragua stand has frequently a small amount of native leguminous herbs, which, being of very good nutritive value, appreciably add to the value of the pastures. In general, however, it is considered that Guinea grass should be preferred in the higher rainfall areas, but in lower rainfall areas, where Guinea is not successful, it is necessary to plant Jaragua.

d) **Other Species**. The prime needs for any programme of pasture improvement are field trials of promising species, as outlined in the Matagalpa-Esteli-Ocotol report. The promising species for this area include the following grasses: Buffel, Napier, Pangola, Bermuda, Coastal Bermuda, Molasses, Guatemala and Imperial. If these trials are made with land-holder cooperation, and observed under field conditions, little cost will be involved.

PASTURE IMPROVEMENT PROGRAM

In general, the needs of the pastoral industry in the Boaco-Santo Tomas Area are similar to these already outlined for the Matagalpa-Esteli-Ocotol Area, with the exception of the greater need for converting areas of natural pastures into improved types.

Within the dry zone, only small areas are planted with Jaragua grass and it is considered that this should be done before any scheme of rotational grazing and fodder conservation is contemplated. Further areas should be planted with Para grass, particularly in the lower lying parts of the Puerto Diaz land type, where they would constitute a very important addition to the available fodder during the dry season. This program should have first priority for available credit to the grazing industry in the dry zone.

Further, Para pastures would very profitably replace the present areas of Tepalon grassland, and aid should be given to the local landholders to initiate a trial planting.

Planting of Jaragua could profitably be proceeded by sowing with a grain crop, preferably sorghum, but also maize, and this crop could be used as a supplementary fodder for the dry season.

In areas already having introduced pastures, a system of rotational grazing and fodder conservation is needed, and there are very large areas which could easily be adopted to such a system. Within the land type, the need for fodder conservation is less but still should be practised to allow the full year-round carrying capacity to be realised.

The movement of cattle at the onset of the dry season into areas of higher rainfall should be greatly expanded as this will lower the very considerable mortality rate.

X. CROPS

CACAO

The amount of cacao produced in the surveyed area is at present very small, but this crop is the most promising for the more intensive development of the area.

Best yields of cacao are obtained from highly fertile soils in a humid tropical climate. The climatic requirements of the crop are most important, and it is particularly sensitive to any period of low temperatures. This temperature requirement is such that in the tropics it is usual to define the altitudinal limit of commercial cacao as from 1,200 to 1,500 feet above sea level. There are exceptions to this rule, but within the surveyed area there is little doubt that areas above 1,500 feet are not suitable, and that the zone of 1,000 to 1,500 feet is marginal. Further, cacao yields have a definite response to water availability; higher yields are obtained when every month is wet, i.e. more than 4 inches of rainfall. However, a short dry period has little effect on yields, so the climates with less than 3 months dry weather are regarded as very satisfactory, but with 3 dry months or more there is a very definite drop in yield. Cacao yields also drop when the plants are exposed to any period of water logging and this danger is highest in areas of higher annual rainfall.

Undoubtedly, every part of the surveyed area falls well short of ideal conditions for cacao production, particularly in the supply of nutrients in the soils. This is very important in the large area of latosols and red loams, and it is recommended that any cacao plantation on these soils should have heavy fertilizer application, the amounts required being determined after an individual analysis of the soil of each area to be planted. In the small areas of alluvial soil, the nutrient supply is considerable better, but even here fertilizer applications are necessary to obtain optimum yields.

The most suitable areas for large-scale cacao development are in the Tapalguas land type. The greater part of this land type is below 500 feet elevation, only very small areas lie above 1,000 feet. The rainfall varies from approximately 100 inches to 125, always with less than 3 months dry season, mostly less than 2. There is, however, some danger that waterlogging during wet periods will cause a considerable reduction in yields. Also fungus diseases become more frequent with higher rainfall. To offset the effects of waterlogging, it is considered that those parts of the land type on gentle to moderate slopes with a deep well-structured soil are preferable. There is, however, considerable area within the land type having 3 feet of well-structured soil and smaller areas of greater depth. With proper fertilizing and spraying to control fungus diseases, a thriving cacao industry could be built up in this land type. The main problem

to development is at present the lack of access, but with the completion of the Rama road, good access to export markets will be possible, but still a system of minor roads will be necessary. It is, however, strongly recommended that the forest reserves of this land type be exploited before any large-scale program of land development commences.

The Muhan land type has an even more favourable rainfall regime for cacao, having a lower annual rainfall 80–100", but small areas are higher, and accordingly, there are less problems of waterlogging and disease control, without any dry period. The small areas of deeper soils at low elevations in this land type are accordingly particularly suited for cacao production, but the great bulk of this land type is at an elevation of 1,000 feet and a moderate area is above 1,500. The area of this land type between 1,000 and 1,500 feet elevation is suitable for commercial cacao but the lower temperatures experienced will cause a drop in yield which cannot be corrected by alteration in management techniques. In addition, the structure of the soil on large areas of this land type has been degraded due to annual pasture fires.

The San Miguelito land type also can be considered for cacao production. Its main limitation, apart from the need for fertilizers, is the length of the dry season which is 4 months with up to 3 of these extremely dry (less than 1" rainfall). However, this area has a moderate extent of very deep well-structured red loams which would have available water for a considerable period and would mitigate somewhat the effects of the dry season. Accordingly, cacao plantations can be recommended in the deeper red loam soils of this land type, but with the necessity of heavy fertilizer application and with management procedures emphasising the need to maintain and improve soil structure by soil mulching and prevention of any compaction or erosion of the soil.

In the Santo Domingo land type, cacao production is not recommended because of the temperature regime and in other land types the dry season is too severe for high yields without irrigation. It is not considered that at present irrigation of cacao in such lands is justifiable, while more suitable land is not utilised.

COFFEE

Total production of coffee from the area is not high. This is mainly produced in the Somoto land type with a much smaller amount produced in the Muhan and Santo Domingo land types. While there are areas within these land types with fertile soils at elevations well suited for coffee, the amount of such land is limited and there is relatively little first class land available for expansion of the coffee industry. Any major increase in the area producing coffee would need to be at lower elevation in the Somoto or Muhan land type or in the small area of gentle topography and deep soils in the Santo Domingo land type, and it should be pointed out that this land is not as well suited for coffee production as many areas in the highlands of Jinotega and Matagalpa.

The great need of the coffee industry in the area is not the planting of fresh land but the improvement of production on existing plantations. In this regard, the present Coffee Improvement Program is regarded as extremely important with its simultaneous emphasis on all aspects of management. In particular, it should be mentioned that the coffee plantations in this area are growing on soils of moderate to low fertility, but with a wide range of fertility even

within a small area. Accordingly, the need for an individual study of the soil conditions of each plantation should be stressed.

MAIZE

Maize production within the area is largely only sufficient for local needs with a small amount forwarded to the Managua market. It is produced in almost all land types and under the present economic structure, there is a very large reserve of land particularly in the wetter areas, which can be cropped to supply any future increase in demand. There is also an area of alluvial land now used for pastures which is very well suited for maize production. However, in the drier regions there is much steep land, particularly in the Juigalpa and Monte Fresco land types, which is used for corn production, but which should be reverted to pasture. This land is farmed by primitive methods, largely by small farmers who own no better land. The yields are usually very low and erosion usually high. Without doubt, such land use is a waste of the natural resources of the country, but the solution of the problem by reconverting the land to pasture is largely a social problem in arranging an alternative means of livelihood.

Maize production from the area can be increased considerably by utilizing those large areas of suitable land now used for grazing. This applies particularly to areas of the Malacatoya land type but also to medium sized areas in the Santo Tomas and Muhan land types. Production can also be greatly increased by the use of fertilisers and by extensive use of mechanical equipment.

RICE

At present rice is only produced on a very small scale from the surveyed area, rarely with mechanical equipment. However, there are very large areas of land suitable for both the production of irrigated rice and upland rice, but heavy equipment is needed.

The most suitable soils for rice are clays, on flat land, with at least a moderate supply of nutrients. Such soils include the tropical black clays, brown clays, alluvial soils and grey clay alluviums of the Lovago, San Francisco and Malacatoya land types. As well, the heavier silt-loams and clays of the Puerto Diaz land type are suitable. Under the intensive system of mechanical cultivation recommended, all these soils would respond well to heavy fertilizer applications.

In wet years, a successful rice crop could probably be produced throughout the whole area, but due to the percentage of crop failures in drier years, areas with less than 60 inches of annual rainfall cannot be recommended for rice production without irrigation. With irrigation, extensive areas of young clay alluvial soils along the lower reaches of the Rios Malacatoya and Mayales are well suited.

Areas with more than 60 inches of rainfall can be regarded as suitable for rice production without irrigation but there would still be occasional crop failures due to water shortage at critical periods of growth. This risk would rapidly decrease with increase of mean annual rainfall so that the areas of the San Francisco land type with over 80 inches of annual rainfall should be regarded as most suitable. However, even considering only areas of flat fertile heavy clays receiving more than 80" of rainfall, there is more than sufficient land available to supply the whole demand of Nicaragua. Further, even in this high rainfall area of the San Francisco land type, the dry season is sufficiently long to insure

that suitable dry weather is available for harvesting. This combination of clay soils on flat land, high rainfall and a dry harvest period means that the area in the San Francisco land type and adjacent areas of the Malacatoya land type are the most suitable areas for upland rice production in Nicaragua. Access to the area is not at present very good but dry season roads are available, linking the region to San Miguelito from which a cheap freight is possible across Lake Nicaragua.

The main reason for the fact that no rice is produced in this area at present is that heavy mechanical equipment is necessary and this requires a large capital investment. Because of the area's high potential for rice production it is recommended that any request for loans from local farmers for production of the crop be considered in the most favourable light.

A further promising area for rice production is that part of the Puerto Diaz land type subject to seasonal inundation from Lake Nicaragua. The areas involved are not large but nevertheless could make a significant increase to the rice production of the country with only moderate capital expenditure. It is recommended that application for loans for rice production in these areas be also considered in a favourable light. Such areas should of course be sown with varieties particularly adapted to immersion in slowly rising waters.

Some rice is at present grown in high rainfall areas particularly in the Muhan land type. Production in these areas is profitable, but it is considered that the land is not as suitable as the areas outlined above.

SORGHUM

Considerable quantities of sorghum are produced in the surveyed area both as stock feed and for human consumption. Sorghum is a crop which grows well in a high rainfall but also shows considerable drought resistance. Because of this drought resistance, it is particularly well suited for the drier parts of the surveyed area. It is suggested that production of this crop be encouraged as it can be used to great advantage by the grazing industry as a supplementary feed during the 6 months dry season. Considerable areas of suitable land are available in the Malacatoya land type but it can also be grown on the extensive plains of tropical black clay (sonsocuile) in the Lovago and Teustepe land types. These tropical black clays will not give very high yields of sorghum, but it is recommended that a crop be grown in every site before sowing with Jaragua grass; in such circumstances it is considered that the crop would be more profitable than a direct sowing of improved pasture.

The main areas for sorghum planting will however be the alluvial soils of the Malacatoya land type, and it is considered that sorghum is a particularly suitable crop for these areas because of its usefulness to the very important local grazing industry.

BEANS

Production of beans in the area is low. The crop however can be grown in a large part of the surveyed area and it is recommended that beans be incorporated in the rotation on any land devoted to annual crops. Although returns from a crop of beans will not always be high, the soil building properties of this crop will result in significant increase in yields of subsequent crops in the rotation.

COTTON

There is no significant production of cotton within the surveyed area. Further, as the soils derived from quaternary volcanic ash in the Las Banderas land type are shallow and of very small extent; as are the more favourable light alluvial soils, there is little prospect of production on a large scale.

BANANAS, PLATANOS, GUINEOS, etc.

At present these crops are produced in a wide variety of land types. They prefer high rainfall or well watered sites in drier areas, and soils of at least moderate fertility, usually clay-loam in texture. Most of this very considerable production is consumed locally and in the more isolated areas it constitutes the staple diet of the people. At present only a small part of the local production is forwarded to the Managua market. There are very large areas suitable for the growth of these crops, but until better access to markets is available there is little prospect for any large increase in production. On completion of the Rama road, it is expected that production of bananas for export to the U.S.A. market will increase. The development of this industry will then depend largely on the incidence of diseases prevalent in the area and the cost of measures to combat their effects.

SUGAR CANE

This crop requires rich loam or clay soils with a warm humid climate but with a dry season sufficiently long to permit maturation of the cane and harvesting. At present, although this crop is grown for local consumption on a wide variety of well watered sites in the region, there is no area particularly well suited for producing the crop on an export scale. The most suitable area is that part of the Malacatoya land type with more than 60" annual rainfall. However, the prevalent clay soils in this land type are not as fertile as the soils in the sugar growing area of Chinandega and would need very heavy fertilizer applications.

HARD FIBRES

Although there is a considerable demand within Nicaragua for hard fibre for coffee sacks and cotton bales, there is little local production. Within the surveyed area, only henequen (*Agave fourcroydes*) is produced and this crop is only of very local importance. Due to relatively high labour costs, there is little prospect of this crop competing with imported products on a large scale.

Prospects for the production of Abaca (*Musa textiles*) are somewhat better and large scale production in the small areas of alluvial soil or the deeper latosols in the Tapalguas land type should be economically feasible. This crop requires a relatively high capital investment and because of the need of the country for fibres it is recommended that favourable consideration be given to any loan request for abaca production on the richest soils of the Tapalguas land type.

ROOT VEGETABLES

Production of manioc, tamo (*Colocasia spp*) and sweet potatoes can be expected to give good yields on most areas of deeper soils with more than 80" rainfall, or on low lying alluvial clay-loams in drier areas. However, large scale

production of these crops is limited by their high cost of transportation and at present production is largely dependent on local demand. However, these crops can be used to supplement platanos and corn as the source of carbohydrate in the local diet; sweet potatoes are especially favourable as, by use of mechanical means, production costs can be kept very low. Sweet potato production should also be encouraged in the drier areas to serve as an emergency source of fodder for the dry season.

CITRUS FRUITS

At present, production of citrus fruits is playing an important role in the economy of the region around La Libertad. Yields from this area with its moderately acid soils produce reasonable returns, but the region is handicapped by its higher transport costs in comparison with the citrus produced immediately south of Managua. There is therefore little prospect of this region supplying a high proportion of the Nicaraguan market. However, because of the demand for a local industry since the closing of the Jabali mines, the possibility of a canning factory for the production of orange juice for export could be considered. This factory would need to can a wide variety of other fruits, e.g. pineapple, papaya, passion fruit, to maintain year round production. Further, it should be stressed that the only significant advantage for the location of a canning factory in La Libertad is the lack of other activities in the area, for the region has no environmental advantage over many other areas in Nicaragua.

RIZILLA

Following experimental work of the Servicio Tecnico Agrícola de Nicaragua, which established the economic feasibility of production of Rizilla by plantation methods, many small areas have been planted to this crop. Very large areas of suitable land exist for such plantations; probably the most favourable sites within the surveyed area are in the deep soils on densely forested lands of the Tapalguas land type. However, the world demand for the drug emetine produced from the Rizilla plant is small and consideration should be given to the effect on the world price when all the plantations recently started in Nicaragua begin production. Undoubtedly this production will cause a considerable drop in price and this will be compensated by a relatively small increase in demand, so that over-production of the drug could be reached within a few years.

SPICES

These crops offer good prospects in the areas of the Tapalguas, Muhan and San Miguelito land types. They are crops which give high yields per unit of land and accordingly should be restricted to the better soils, particularly to areas of red loams which have not suffered from erosion and soil degradation. Spices suggested include cloves, pepper and ginger. These crops could be grown both on a small or large scale and would be particularly useful as a crop for small farms now devoted largely to grazing or as secondary crop in any large holding or future cacao plantation.

PALM OIL

At present, a small industry in palm oil is being developed on the Escondido River to the east of the surveyed area. If this industry is successful, then,

following development of access roads, it could extend into the alluvial soils of the Tapalguas land type, but due to high capital costs, little possibility exists for immediate development.

XI. SOIL EROSION

The far greater part of the land area utilized in the Boaco-Santo Tomas Area has been devoted to grazing. Throughout the whole region and in all rainfall zones almost all of this pasture land is burnt every year. The severity of these fires is of course greater in the drier areas, and during the months of April and May fires are so widespread in the lowlands along the northern shore of Lake Nicaragua that the whole area is often covered by a smoke haze. However even in the wetter areas around Muelle de los Bueyes, fires during the months of April and May cover large areas.

The effect of these fires on soil erosion and soil degeneration cannot be overstressed. The burning of the grass exposes the soil to a high erosion danger on the return of the rains. Moreover the fires undoubtedly lower the content of organic matter in the surface soil which in itself increases the erosion danger. The results of this soil erosion are to be seen almost everywhere. In the drier regions it is responsible for the very great extent of soils now classed as lithosols and in wetter areas, particularly in the Muhan land type it has caused much degradation in the soil profile making large areas far less suited for more intensive cultivation. Erosion caused by exposure of crop land is only important in the steeper areas of the Juigalpa and Monte Fresco land types growing maize at a subsistence level.

Basically the control of erosion over the greater part of the area evolves into developing better methods of pasture management. However, the development of a system of pasture management without burning involves such a major change in land management that its adoption will of necessity be gradual. The prohibition of burning by law is not a practicable measure, for unless it is substituted by other practices it will merely result in reversion of pasture land to forest, and accordingly such a law would be almost impossible to enforce.

As a temporary measure, other methods of erosion control, particularly pasture furrows are recommended. It is also recommended that consideration be given to the establishment of small demonstration areas to prove the value of good management practices, and it is suggested that sites in the vicinity of Muhan, Santo Domingo and Comalapa be considered. Such a project would involve negligible costs if landholders cooperation were enlisted.

There is little or no need for the construction of large soil erosion terraces, but the general practices of contour planting of all crops should be continually stressed by the County Agents.

Este libro terminó de imprimirse
en los primeros días del mes de
Febrero de mil novecientos
sesenta, en los talleres
linotipográficos
de la
EDITORIAL ALEMANA
en
Managua, D. N., Nicaragua,
Centro América.