

DP/PAR/83/006
BID-PNUD-FAO-Gob. Paraguay
Documento de Campo N° 1

PROGRAMA NACIONAL DE MANEJO Y CONSERVACION DE SUELOS
Y RECURSOS AFINES

PARAGUAY

ESTUDIO DE SUELOS CON FINES DE MANEJO Y CONSERVACION
DE LA MICROCUENCA BELEN, DISTRITO DE
CORONEL OVIEDO

MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERIA
Servicio de Extensión Agrícola Ganadera
PROGRAMA DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL DESARROLLO
ORGANIZACION DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACION

Asunción, 1988

EQUIPO TECNICO DE ESTUDIOS DE SUELOS

- Ing. Agr. Juan Molinas
Director Nacional del Proyecto
- Dr. Sampat Gavande
Asesor Técnico Principal de la FAO y Experto en Planificación, Manejo y Conservación de Suelos y Aguas.
- Dr. Alejandro Goytendia
Consultor Internacional de la FAO en Mapeo y Zonificación del Uso de la Tierra.
- Ing. Agr. Ken Moriya
Coordinador del Proyecto
- Ing. Agr. Gerardo Moreno Servín
Consultor Nacional en Capacitación de Uso y Manejo de Suelos.
- Ing. Agr. Sinfioriano García
Contraparte Técnico Nacional
- Ing. Agr. Julio C. González F.
Contraparte Técnico Nacional
- Ing. Agr. Antonio Medina Netto
Técnico del SEAG.

INDICE DE CONTENIDO

| | <u>Página</u> |
|--|---------------|
| 1. INTRODUCCION | 1 |
| 1.1. GENERALIDADES | 1 |
| 1.2. OBJETIVOS | 1 |
| 1.3. ANTECEDENTES | 2 |
| 2. CARACTERISTICAS GENERALES | 3 |
| 2.1. Ubicación geográfica del área de estudio | 3 |
| 2.2. Geología | 3 |
| 2.3. Fisiografía | 3 |
| 2.4. Clima y Ecología | 6 |
| 2.5. Hidrografía | 10 |
| 2.6. Vegetación y Uso Actual | 10 |
| 2.7. Vías de Comunicación | 11 |
| 3. METODOLOGIA EMPLEADA EN EL ESTUDIO | 12 |
| 3.1. Normas y Criterios | 12 |
| 3.2. Horizontes del Suelo | 16 |
| 3.3. Descripción de las Unidades Taxonómicas, Cartográficas y Tierras Miscelaneas | 19 |
| 3.4. Fases del Estudio | 22 |
| 3.5. Tabla de Interpretación de los Resultados Analíticos | 24 |
| 4. CARACTERISITCAS Y CLASIFICACION DE LOS SUELOS | 27 |
| 4.1. Génesis de los Suelos | 27 |
| 4.2. Morfodinámica del Area | 28 |
| 4.3. Descripción de los Suelos Identificados | 29 |
| 4.3.1. Serie Belén (Be) | 32 |
| 4.3.2. Serie Garay (Ga) | 35 |

| | <u>Página</u> |
|---|---------------|
| 4.3.3. Serie Loma Clavel (LC) | 40 |
| 4.3.4. Serie Oratorio (Or) | 43 |
| 4.3.5. Serie Peralta (Pe) | 51 |
| 4.4. Clasificación de los Suelos según el U.S. Soil Taxonomy | 55 |
| 5. CLASIFICACION DE LOS SUELOS DE ACUERDO A SU CAPACIDAD DE USO | 55 |
| 5.1. Criterios de Clasificación del Sistema U.S. Departamento de Agricultura | 55 |
| 5.2. Descripción de las Clases de Capacidad de Uso | 60 |
| 6. RECOMENDACIONES PARA MANEJO Y CONSERVACION DE SUELOS Y AGUA | 66 |
| 6.1. Prácticas Recomendables para Subclase IIs | 68 |
| 6.2. Prácticas Recomendables para Subclase IIes | 70 |
| 6.3. Prácticas Recomendables para Subclase IIIes | 70 |
| 6.4. Prácticas Recomendables para Subclase IVes | 74 |
| 6.5. Prácticas Recomendables para Subclase IVsh | 77 |
| 6.6. Prácticas Recomendables para Subclase Vsh | 79 |
| 7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES GENERALES | 80 |

LISTA DE CUADROS

| | <u>Página</u> |
|---|---------------|
| <u>Cuadro Nº 1:</u> CLASES DE PENDIENTES Y SU EXTENSION | 6 |
| <u>Cuadro Nº 2:</u> DATOS METEOROLOGICOS | 7 |
| <u>Cuadro Nº 3:</u> RESUMEN DE LAS CARACTERISTICAS PRINCIPALES DE LOS SUELOS | 30 |
| <u>Cuadro Nº 4:</u> SUPERFICIE Y PORCENTAJE DE LAS SERIES DE SUELOS | 31 |
| <u>Cuadro Nº 5:</u> RESULTADOS DE LOS ANALISIS QUIMICOS DE LA SERIE BELEN | 33 |
| <u>Cuadro Nº 6:</u> RESULTADOS DE LOS ANALISIS QUIMICOS DE LA SERIE GARAY | 37 |
| <u>Cuadro Nº 7:</u> RESULTADOS DE LOS ANALISIS QUIMICOS DE LA SERIE LOMA CLAVEL | 41 |
| <u>Cuadro Nº 8:</u> RESULTADOS DE LOS ANALISIS QUIMICOS DE LA SERIE ORATORIO | 45 |
| <u>Cuadro Nº 9:</u> RESULTADOS DE LOS ANALISIS QUIMICOS DE LA SERIE PERALTA | 48 |
| <u>Cuadro Nº 10:</u> RESULTADOS DE LOS ANALISIS QUIMICOS DE LA SERIE TUYU | 52 |
| <u>Cuadro Nº 11:</u> CLASIFICACION TAXONOMICA DE LOS SUELOS | 56 |
| <u>Cuadro Nº 12:</u> SUPERFICIE Y PORCENTAJE DE LAS CLASES Y SUBCLA- SES DE CAPACIDAD DE USO | 62 |

LISTA DE FIGURAS

| | <u>Página</u> |
|--|---------------|
| <u>Figura Nº 1:</u> MAPA TOPOGRAFICO EN ESCALA 1:250.000 | 4 |
| <u>Figura Nº 2:</u> DIAGRAMA OMBROTERMICO | 9 |
| <u>Figura Nº 3:</u> VARIACION MENSUAL DE LA TEMPERATURA | 9 |
| <u>Figura Nº 4:</u> RESUMEN DE LAS VARIACIONES DE TIPO Y DE LA INTENSIDAD MAXIMA DE UTILIZACION DE LA TIERRA | 59 |
| <u>Figura Nº 5:</u> EXTENSION Y PORCIENTO DE LAS CLASES DE CAPA- CIDAD DE USO | 62 |
| <u>Figura Nº 6:</u> MAPA DETALLADO DE SUELOS | 82 |
| <u>Figura Nº 7:</u> MAPA DE CAPACIDAD DE USO DE LOS SUELOS | 83 |

1. INTRODUCCION

1.1 GENERALIDADES

Para la aplicación de métodos o paquetes tecnológicos mejorados de producción agrícola-ganadero y forestal, se necesita conocer a fondo el recurso suelo, vale decir, las características morfológicas, físicas y químicas de los distintos tipos de suelos que dominan en un área determinada y sus posibles comportamientos con los distintos usos y aplicaciones de tecnologías.

Para cumplir estos propósitos se realizó, dentro del marco del Proyecto PAR/83/006, financiado por el BID-PNUD-FAO, este estudio de suelos a nivel de detalle, en la microcuenca Belén, Distrito de Coronel Oviedo, Departamento de Caaguazú, que tiene una superficie de 435 hectáreas, lo que permitió delimitar capacidades agrológicas de las principales unidades de suelos que fueron identificadas en dicha área.

La mencionada microcuenca fue seleccionada por su cercanía al Distrito de Coronel Oviedo, lugar donde se dictó el curso, por su fácil acceso y muy especialmente, porque las tierras agrícolas no están siendo utilizadas en forma racional y en su real capacidad de uso. Esta situación conlleva a un incremento del proceso erosivo del suelo que sobrepasa los límites de tolerancia. En consecuencia los índices de productividad agrícola-ganadero y forestal disminuyen año tras año, tornándose en muchos casos anti-económico su utilización.

1.2 OBJETIVOS

El principal objetivo de este trabajo ha sido el de proporcionar la información disponible del recurso suelo, con la finalidad de que sirva de base para la planificación del uso racional y el establecimiento de prácticas de manejo y conservación de suelo y agua, de tal forma que sirva de guía para la elaboración de un Proyecto de Conservación de estos recursos, tendiente a transformar a la propiedad agrí-

cola en una empresa de producción permanente, eficiente y rentable del punto de vista económica.

1.3 ANTECEDENTES

En la zona de estudio, se han realizado dos levantamientos de suelos, uno a nivel de reconocimiento y el otro a nivel de semidetallado. A continuación se resume los resultados más relevantes de cada uno de ellos:

- Estudio de suelos, Diagnóstico del sector agropecuario y forestal 1/. es un levantamiento a nivel de reconocimiento y cubre un área de 50.000 Km². El mapa fué publicado a una escala 1:50.000. En el mismo fueron identificados y clasificados los suelos de acuerdo a su capacidad de uso potencial.

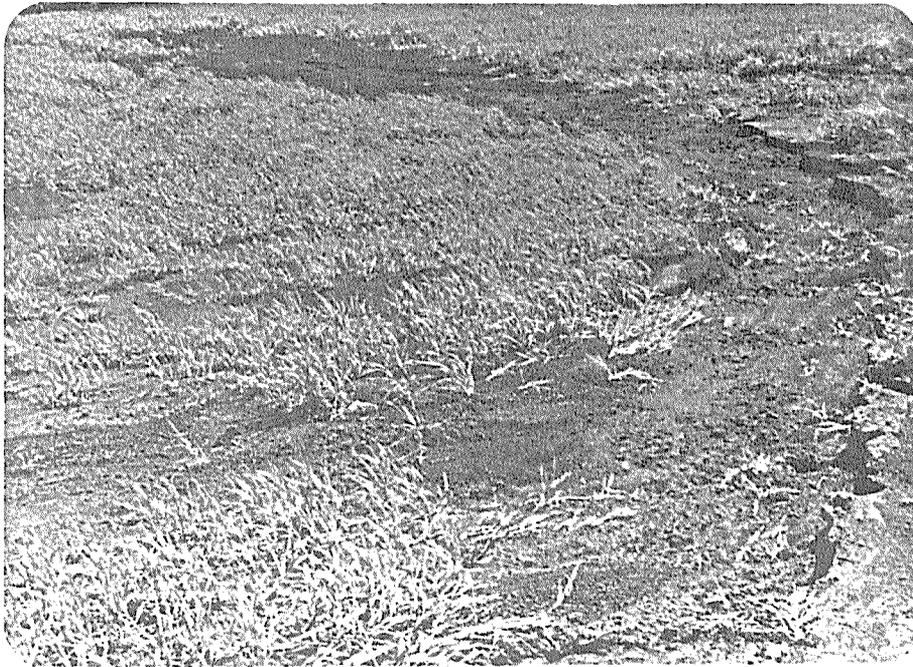
- Estudios de suelos, proyecto de Desarrollo Rural Consolidación de Colonias Eje de Coronel Oviedo - Mbutuy 2/. El estudio abarcó una superficie de 118.826,5 hectáreas; el mapa fué publicado a una escala 1:50.000; fueron identificados 7 grandes grupos de suelos, 6 clases de capacidad de uso (clase II,III,IV,V,VI, y VII) y 4 clases de aptitud de las tierras, vale decir, buena, regular, restringida e inapta.

1/. Paraguay. Secretaria Técnica de Planificación, 1966. Diagnóstico del sector agropecuario y forestal: Plan Triángulo. Asunción - Paraguay. 259 p

2/. Proyecto de Desarrollo Rural, Consolidación de Colonias Eje Coronel Oviedo Mbutuy, 1984. Estudio de Suelos. OEA-BID - IBR. Asunción - Paraguay. 151p.



1. Erosión laminar severa en cultivo de algodón,
Ybycuí, Dpto. Paraguari.



2. Erosión laminar severa en cultivo de trigo,
arrastrando plántulas, Hohenua, Dpto. Itapuá.

2. CARACTERISTICAS GENERALES DE LA ZONA

2.1 Ubicación geográfica del área de estudio

La microcuenca estudiada cubre una superficie aproximada de 435 hectáreas y se halla ubicada en la Colonia Blás Garay, Distrito de Coronel Oviedo, Departamento de Caaguazú, distante a 135 Km de Asunción y a 5 Km de la ruta VII Dr. Gaspar Rodrigues de Francia. Sus coordenadas geográficas son: 56º 16' 30" de longitud oeste y 25º 32' 06" de latitud Sur (Ver fig. 1). La altitud varia entre 150 y 230 m.s.n.m.

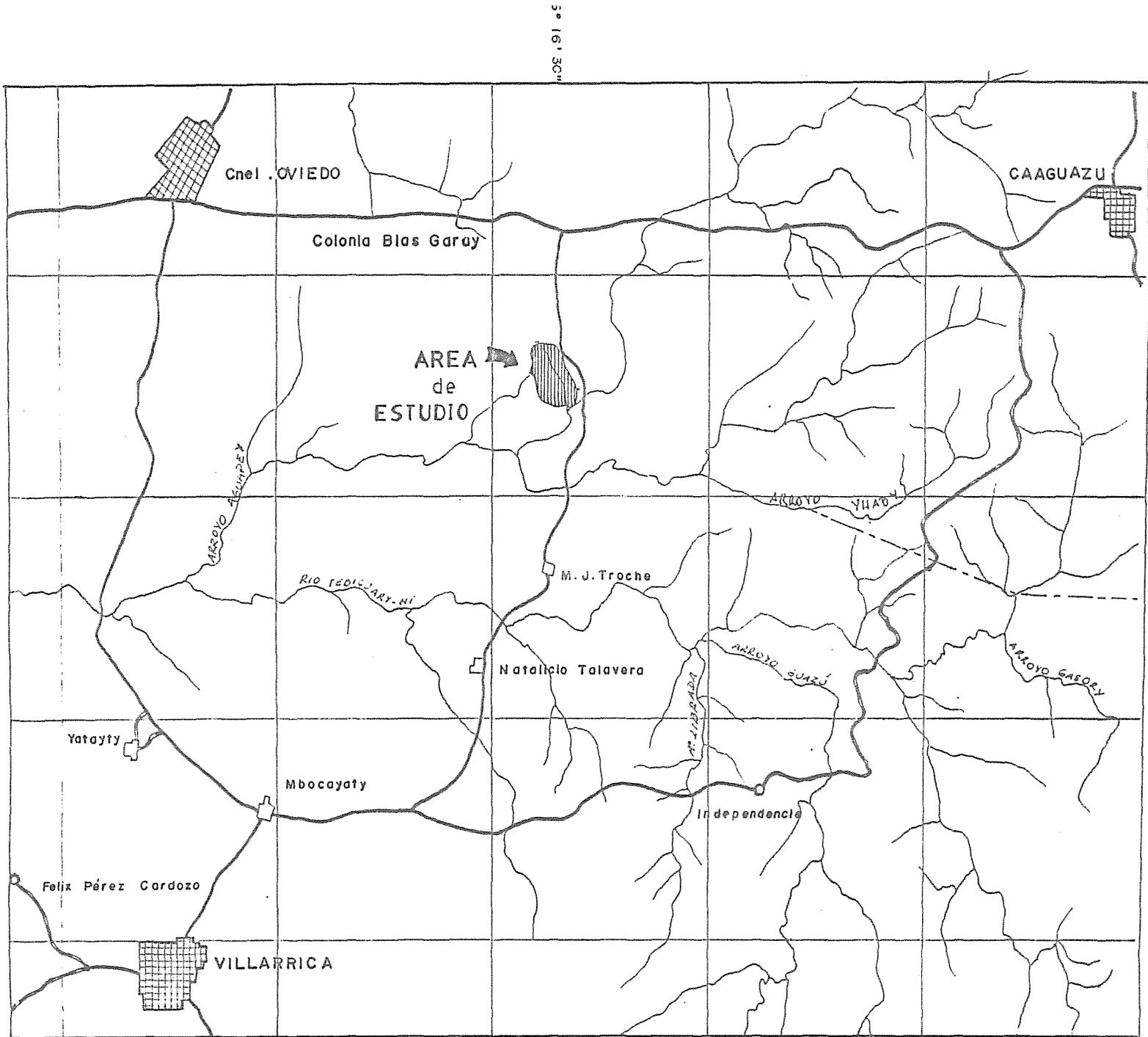
2.2 Geología

Del punto de vista geológico la zona estudiada se halla conformada por areniscas de grano medio de la formación Independencia del Pérmico Inferior, que cubre la mayor parte del área y depósitos aluviales recientes conformados litológicamente por arenas en los estratos superiores y materiales limosos y arena arcillosa en el substrato.

Las areniscas son de naturaleza arcósica y presentan una mineralogía constituida básicamente por cuarzo y feldespato; algunas veces presentan partículas dolomíticas dentro de la matriz, lo que permite aportar cationes básicos dentro del complejo de cambio del suelo y mantener el pH ligeramente ácido.

2.3 Fisiografía

El ámbito geográfico que comprende el área de estudio presenta varias geofomas como resultado de la interacción de factores litológicos y climáticos, así como de los procesos erosivos que han actuado sobre ellas. El modelado de su superficie ha permitido la diferenciación de los tipos de paisaje perfectamente definidos.



| | | |
|--|--|------------------------------|
| UBICACION DEL AREA DE ESTUDIO Dpto CAAGUAZU Distrito Coronel Oviedo Colonia Blas Garay | Fecha: JUNIO 1.988 | Elaborado Dr A. Goytendia |
| | Fuente: Mapa topográfico en escala 1:250.000 del I.G.M | FIGURA Nº 1 |

a. Paisaje aluvial, que se presenta como un valle amplio, con una gradiente dominante de 0 a 2 %, perfil estratificado con textura arcillo-arenosa en el suelo y arenosa en el subsuelo, napa freática se halla a profundidades mayor de 100 cm., el drenaje es imperfecto. Este paisaje se halla asociado con áreas hidromórficas y en épocas de lluvias son susceptibles a la inundación.

b. Paisaje de lomadas. Este paisaje es el dominante en la zona estudiada, constituido mayormente por un substrato de areniscas arcólicas de grano medio, de relieve ligeramente ondulado y gradiente que varía de 3 a 13 %, sujeta a moderados procesos de erosión predominantemente laminar. Esta geoforma ha sido subdividida en 3 subtipos de paisaje: cimas, vertientes y depresiones.

Las vertientes pueden presentar afloramientos rocosos, lo cual restringen la profundidad efectiva del suelo y además su capacidad de uso; las depresiones pueden estar asociados con áreas de drenaje pobre.

El paisaje guarda una estrecha correlación con las unidades de suelo y el tipo de vegetación, es por ello que la delimitación de las unidades fisiográficas facilita el inventario del recurso suelo.

La gradiente forma parte del paisaje y constituye uno de los factores limitativos de la capacidad de uso de los suelos, es por ello que para considerar las fases de pendiente se han elaborado los siguientes rangos; (Ver cuadro N° 1).

CUADRO Nº 1

CLASES DE PENDIENTE Y SU EXTENSION

| PENDIENTE | | SUPERFICIE | |
|-----------|---------|------------|-------|
| CLASES | RANGO % | ha | % |
| A | 0 - 2 | 123,28 | 28,3 |
| B | 2 - 6 | 203,17 | 46,7 |
| C | 6 -13 | 90,00 | 20,7 |
| D | ≥ 13 | 18,82 | 4,3 |
| TOTAL | | 435,27 | 100,0 |

Como se puede apreciar la clase B de gradiente es la dominante ocupando el 46,7 % del área total estudiada.

2.4 Clima y Ecología

En base al sistema de clasificación de Thornthwaite, el clima de la zona estudiada es bosque húmedo semicálido, con precipitación adecuada en todas las estaciones y sin cambio térmico invernal bien definido (B B'1 W a').

Las características climáticas de la zona que abarca el área del proyecto, han sido definidas tomando en consideración los datos meteorológicos de la Estación Villarrica, la cual dista aproximadamente 40 Km. y cuyo resumen detallado se muestra en el cuadro Nº 2.

CUADRO Nº 2

DATOS METEOROLOGICOS*

ESTACION: Villarrica

RECORD: 1960 - 1985

LATITUD:

PROYECTO: Microcuenca Belén

LONGITUD:

ALTITUD:

| ELEMENTOS METEOROLOGICOS | UNIDAD DE MEDIDA | E | F | M | A | M | J | J | A | S | O | N | D | ANUAL |
|--------------------------|------------------|-------|-------|-------|-------|------|------|------|------|------|-------|-------|-------|---------|
| TEMPERATURA | | | | | | | | | | | | | | |
| PMmM | °C | 32.3 | 32.0 | 30.7 | 27.8 | 25.3 | 22.9 | 23.4 | 24.4 | 25.9 | 28.4 | 29.8 | 31.7 | 27.8 |
| PM | | 26.5 | 26.2 | 24.8 | 21.7 | 19.2 | 16.9 | 17.2 | 18.2 | 19.9 | 22.3 | 24.0 | 25.9 | 21.9 |
| PMmM | | 24.8 | 21.0 | 19.6 | 16.5 | 14.4 | 12.2 | 12.4 | 13.1 | 14.6 | 16.7 | 18.2 | 20.0 | 16.6 |
| PRECIPITACION TPM | mm | 174 | 119 | 163 | 152 | 131 | 114 | 63 | 97 | 109 | 156 | 182 | 144 | 1.604 |
| HUMEDAD RELATIVA | % | 72 | 74 | 76 | 77 | 78 | 78 | 73 | 72 | 71 | 70 | 70 | 70 | 73 |
| EVAP. TRANSP. POT.** | mm | 131.8 | 129.4 | 122.0 | 108.7 | 95.9 | 84.1 | 84.1 | 92.5 | 99.9 | 111.7 | 120.5 | 130.9 | 1.310.0 |
| EROSIVIDAD CLIMAT.*** | | 103.7 | 61.2 | 117.8 | 86.7 | 51.7 | 45.7 | 14.6 | 35.0 | 38.7 | 69.1 | 120.5 | 73.5 | 818.2 |

PMmM: Promedio Mensual Máxima Media

PM: Promedio Mensual

PMmM: Promedia Mensual Mínima Media

*Fuente: Dirección de Meteorología, Ministerio de Defensa Nacional, 1985

**Determinada por la fórmula de Holdridge

***Fuente: González J. 1986 Erosividad de Chuva Villarrica.

La precipitación total media anual es de 1593 mm., la cual se distribuye regularmente en todo el año, pero disminuye sensiblemente durante los meses de Julio, Agosto y Setiembre; la precipitación máxima absoluta se presenta en Diciembre (496,5 mm) y la mínima absoluta en el mes de Junio (1 - 8 mm).

La temperatura media anual es de 21.8 °C, alcanza sus valores más bajos en los meses de Junio, Julio y Agosto con promedios de 16.9 °C, 17.2 °C y 18.2 °C respectivamente; la temperatura promedio mensual máxima extrema presenta sus valores más altos en los meses de Diciembre, Enero y Febrero con valores térmicos que oscilan entre 31.7 °C, 32.3 °C y 32.0 °C, respectivamente; las temperaturas mínimas extremas se producen en los meses de Junio, Julio y Agosto con valores de 12.2 °C, 12.4 °C y 13.1 °C respectivamente. Un mayor detalle se muestra en el cuadro Nº 2 y Fig. Nº 3.

La temperatura máxima absoluta se presentó en el mes de Abril (37.7 °C) y la mínima absoluta (1.8 °C) en el mes de Junio. Las heladas se registran generalmente a finales del invierno.

De acuerdo al Diagrama Ombrotérmico, la zona de estudio deberá considerarse como "húmeda" en relación a la distribución anual de la precipitación (Fig. Nº 2).

La evapotranspiración potencial calculada por el método de Holdridge, nos muestra sus valores más altos durante la estación de Primavera y Verano y los más bajos en el Invierno; el total anual alcanza un valor de 1,310 mm.

La erosividad de las lluvias, es un índice que nos muestra la susceptibilidad a la erosión hídrica de la zona estudiada; en el cuadro Nº 2, podemos ver que durante los meses de Noviembre a Abril existe un mayor peligro a la erosión, por consiguiente se debería

Fig N° 2

DIAGRAMA OMBROTERMICO

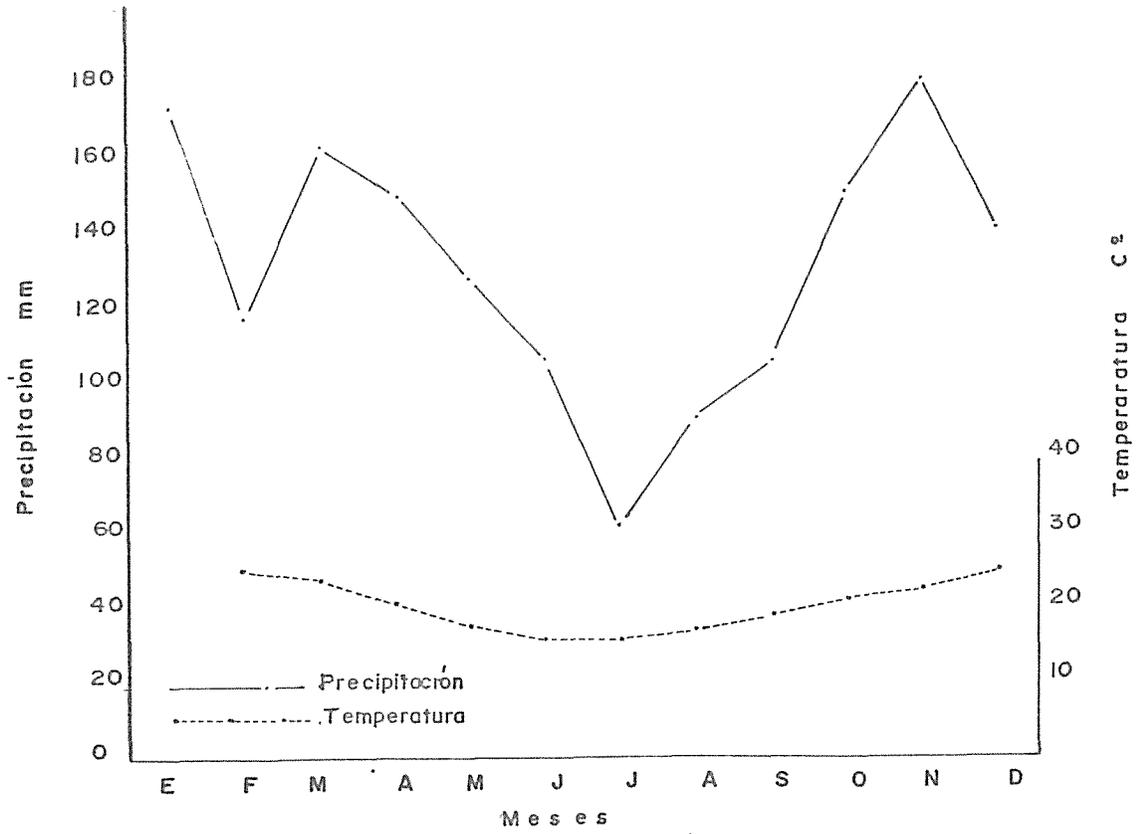
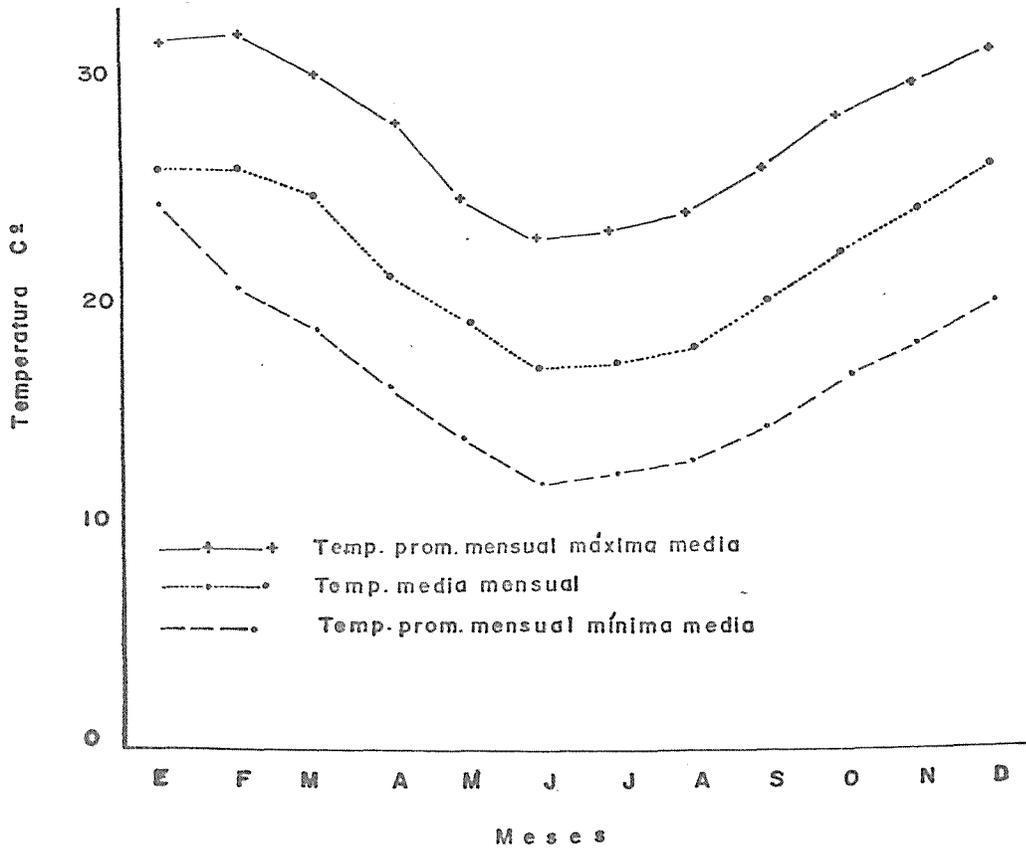


Fig N° 3

VARIACION MENSUAL DE LA TEMPERATURA



tratar de mantener bajo cobertura vegetal los campos de cultivos durante ese período.

En base a conversaciones con los agricultores de la zona, se puede concluir que los vientos dominantes provienen del NE en época estival y del S en época invernal.

En el aspecto ecológico, la zona estudiada, pertenece a la Zona de Vida Natural denominada Bosque Húmedo Subtropical Pre Montano (según el sistema de clasificación de las Zonas de Vida de Mundo de R. Leslie Holdridge), según ello, el promedio de Evapotranspiración potencial total por año es más o menos equivalente al valor de precipitación y por consiguiente se le ubica en la provincia de humedad "Húmeda" y por ello no sería necesario el riego para la producción de cultivos.

2.5 Hidrografía

El arroyo Belén es el curso principal de la microcuenca estudiada; tiene aproximadamente 3500 m. de longitud, una gradiente promedio de 2 % y forma parte de la red hidrográfica del arroyo Guazú. El régimen del arroyo Belén es irregular, variando en función de la distribución anual de la precipitación.

2.6 Vegetación y Uso Actual

La vegetación climática de la zona se halla integrado por una vegetación arbórea y en la actualidad se halla constituido por dos estratos: el primero lo constituyen árboles de porte medio y bajo y el segundo estrato lo constituyen las malezas.

La vegetación arbórea se encuentra en la cima de las zonas altas y lomadas; siendo dominadas por guayaibí (*Patagonula americano*),

cedro (Cedrelle tubiflora), lapacho (Tabebuia ipe), timbó (Enterolocontorsiliqum), ybyrá pytá (peltophorum dubium), petereby (Cordia trichotoma), curupayrá (Piptademia rígida), laurel (Ocotea spp), ybyraró (Pterogyne nitens), tembetary (Fagara hielmalis), ybyrá itá (lonchocarpus muehlbergianus), Sapiranguy (Tabernaemontana australis) y algunas especies cultivadas tales como: paraíso (Melia azederach), ovenia (hovenia dulcis) y pacurí (Rheedia brasiliensis), yerba mate (Ilex paraguayensis) y otros.

La vegetación de estrato inferior esta compuesta de sorgo de alepo (Sorgum halepense), cola de zorro (Setaria genuiculata), pasto bermuda (Cynodon dactylón), pasto colonial (Panicum maximum), capif pororó (Digitaria insularis), capif uná (Biderus pilosa), Thajá tajhá (Desmodium tortuosum), perdudilla (Gomplireno celosiodes), tacuarilla (Guaduas sp), caraguatá (Bromelia spp), typycha kuratú (Scorporia dulcis), ysypoi (Ypomea graudifolia), ñuatí pytá (Solanum sisymbriifolium), yaguá pety (Solanum tuberosum) y otros.

Entre los cultivos anuales mas representativos se pueden citar el maíz, mandioca, algodón, maní, batata, poroto, pimiento, tomate, sandía, melón, etc.

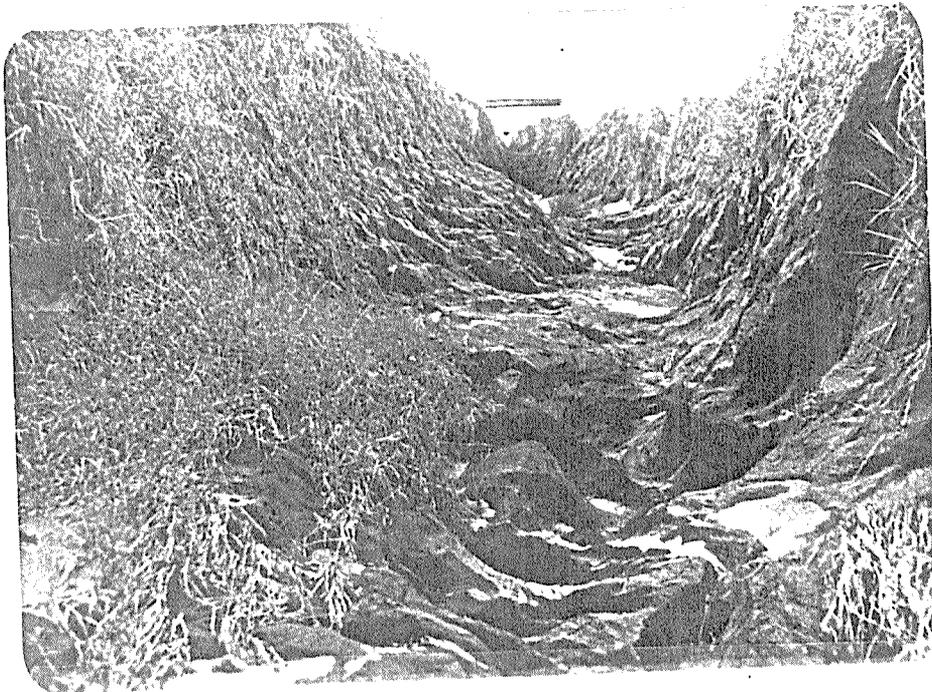
Entre los cultivos perennes se destacan la caña de azúcar, citrus en general, guayabo, banano, mbocayá (Acrocomia totai), mamón (Carica papaya), uva, mango (Mango manguifera), níspero, granada y otros.

2.7 Vias de Comunicación

La microcuenca se halla unida por carreteras de tierra afirmadas que la recorren tanto longitudinalmente como transversalmente; a su vez se halla conectado a la carretera asfaltada que va hacia Coronel Oviedo.



1. Ilustración de un arroyo después de lluvia indicando arrastre de sedimentos finos, principalmente arcillas rojas, Yaguarón, Dpto. Paraguari.



2. Formación de cárcavas en suelo arenoso, Rio Verde, Dpto. San Pedro.

3. METODOLOGIA EMPLEADA EN EL ESTUDIO DE SUELO

Dentro de este capítulo se deben considerar dos aspectos fundamentales: a) Las normas y criterios utilizados en el estudio. b) Fases que comprende.

3.1. Normas y criterios

Las bases empleadas para la realización de este estudio han sido tomadas del Sistema de Clasificación de FAO y del Soil Taxonomy U.S. (Revisión de 1982).

Las normas y criterios empleados para calificar las principales características de los suelos fueron:

3.1.1. Sección control

Es una operación de perfil del suelo delimitado hasta una profundidad arbitraria de 100 cm. ó hasta que aparezca una capa rocosa o roca semidescompuesta y/o un estrato gravoso ó la napa freática.

Para la caracterización de esta sección, se ha considerado particularmente la textura y sus modificadores (presencia de grava, cascajo ó piedras y materia orgánica).

3.1.2. Profundidad Efectiva

Es la profundidad del suelo hasta la cual el sistema radicular de las plantas puede desarrollar sin que exista impedimento alguno (presencia de roca, gravas, piedras, roca decompuesta, capas endurecidas, napa freática, etc.). Para calificarla se han considerado los siguientes rangos:

- Muy superficial : Menos de 15 cm. de espesor
- Superficial : 15 - 30 cm. de espesor

- Regular : 30-60 cm. de espesor
- Moderadamente Profunda : 60-90 cm. de espesor
- Profunda : 90-180 cm. de espesor

3.1.3. Clase Textural

- Gruesa : Arena, arena franca
- Moderadamente gruesa : Franco arenoso, franco arenosa fina
- Media : Franca, franco limosa limo
- Moderadamente fina : Franco arcillosa
- Fina : Franco arcillo limosa, arcillo limosa, arcilla

3.1.4. Reacción del Suelo

- | | Rango |
|-----------------------------|-------------------|
| - Extremadamente ácido | : o menor que 4.5 |
| - Muy fuertemente ácido | : 4.5 - 5.0 |
| - Fuertemente ácido | : 5.1 - 5.5 |
| - Moderadamente ácido | : 5.6 - 6.0 |
| - Ligeramente ácido | : 6.1 - 6.5 |
| - Neutro | : 6.6 - 7.3 |
| - Ligeramente alcalino | : 7.4 - 7.8 |
| - Moderadamente alcalino | : 7.9 - 8.4 |
| - Fuertemente alcalino | : 8.5 - 9.0 |
| - Muy fuertemente alcalino. | : Mayor de 9.0 |

3.1.5. Permeabilidad

- Muy lenta : El agua se mueve muy lentamente en el perfil del suelo a una velocidad de 0.12 cm/h
- Lenta : El agua se mueve lentamente a través del perfil del suelo a una velocidad de 0.125 cm/h a 2 cm/h
- Moderada : El agua se mueve con ligera rapidez a través del perfil suelo a una velocidad de 2 cm/h a 6.25 cm/h

3.1.6. Relieve

Esta característica topográfica se refiere a las elevaciones ó diferencias de elevación, consideradas colectivamente de una región amplia, dentro del cual se han considerado las siguientes clases:

- 0 : Relieve plano
- 1 : Relieve ligeramente ondulado
- 2 : Relieve ondulado
- 3 : Relieve fuertemente ondulado

3.1.7. Grava y Cascajo

- Gravoso o cascajo: Cuando los fragmentos grava o cascajo se hallan en proporción del 20 al 50 % de la masa
- Muy gravoso o cascajoso : Cuando el porcentaje de estos fragmentos va del 50 al 90 % de la masa

3.1.8. Pedregosidad

- Pedregosa : Distancia entre piedras : de 10 a 30 m.

- Muy pedregosa : de 1.5 a 10 m.
- Extremadamente pedregosa : de 0.75 a 1.5 m.

3.1.9. Pendientes

| CLASE | PORCENTAJE | DESCRIPCION |
|-------|-------------|------------------------------|
| A | 0 - 2 | Casi a nivel |
| B | 2 - 6 | ligeramente incli- nada. |
| C | 6 - 13 | Moderadamente incli- nada |
| D | 13 - 25 | Inclinada |
| E | mayor de 25 | Moderadamente empi- nada. |

3.1.10. Drenaje

- Muy pobre

El agua se mueve a través del suelo tan lentamente que la napa freática permanece cerca o sobre la superficie la mayor parte del tiempo.

- Pobre

El agua se mueve tan lentamente a través del suelo que éste permanece húmedo una gran parte del tiempo. La napa freática se halla cerca de la superficie durante una cierta época del año.

- Imperfecto

El agua se moviliza en el suelo suficientemente lenta, lo cual permite que éste permanezca húmedo por algún período del año, generalmente tienen una capa de permeabilidad lenta dentro del perfil o una napa freática alta.

- Moderadamente bueno

El agua se mueve en el suelo con cierta lentitud, lo cual permite que esté húmedo por corto tiempo. Pueden presentar una capa de permeabilidad lenta debajo de la capa arable o una napa freática a una profundidad mayor de 1.50 m.

- Bueno

El agua se mueve a través del suelo fácilmente por lo general, poseen una clase textural media.

- Algo excesivo

El agua se mueve a través del suelo rápidamente, lo cual presenta perfiles con textura arenosa o arenosa - franco.

- Excesivo

El agua se mueve a través del suelo muy rápidamente. Generalmente, lo presenta suelos arenosos o arenoso franco con grava y cascajo o piedras.

3.2. Horizontes del Suelo

Son capas de suelo de espesor variable, aproximadamente paralelas a la superficie del suelo, con características propias derivadas de los procesos de formación del suelo. Las letras mayúsculas O, A, E, B, C, Y R, representan los horizontes principales y capas de los suelos; éstas constituyen los símbolos base, a los cuales se agrega otros caracteres para completar las designaciones.

A continuación se define muy concretamente algunos horizontes que podrían ser identificados en el área de estudio:

- 01 Son capas dominadas por material orgánico en el cual básicamente la forma original de la mayor parte de la materia vegetal es visible a simple vista.

- A1 Horizonte mineral; que se ha formado en la superficie o debajo de su horizonte O y se caracteriza por una acumulación de materia orgánica humificada, íntimamente mezclada con la fracción mineral y no están dominadas por propiedades características de los horizontes E ó B.
- Ap Horizonte A que ha sido disturbado por cultivo, pastoreo o usos similares.
- B1 Horizonte transicional entre B y A1 ó entre B y E, en el cual el horizonte posee las propiedades de un B2 subyacente pero posee propiedades de un A1 ó E.
- B2 Horizonte que posee las características sobre las cuales el horizonte B es típicado con mayor claridad.
- C Horizonte ó capas, excluyendo la roca madre dura, que están ligeramente afectados por procesos pedogenéticos y que carecen de propiedades de los horizontes O, A, E, B. El material de las capas C puede ser parecido o no al material del cual se presume que se ha formado el solum.
- R Estrato rocoso del cual se presume que se haya originado el material madre, también se le denomina "Roca madre".

Distinciones subordinadas a los horizontes principales o capas:

- c Concreciones ó nódulos no concrecionados duros
Ej.: de hierro, manganeso.

- g Gleisamiento fuerte
Este símbolo es usado para indicar o que el hierro ha sido reducido y removido durante la formación del suelo, o que la saturación con agua estancada ha preservado un estado reducido.
- h Acumulación iluvial de materia orgánica
Este símbolo es usado con "B" para indicar la acumulación de complejos dispersables de materia orgánica-sesquióxido.
- k Acumulación de carbonatos
Este símbolo es usado para indicar acumulación de carbonatos alcalino-térreos, generalmente carbonatos de calcio.
- m Cementación o induración
Este símbolo es usado para indicar una cementación continua o casi continua. Se usa sólo para horizontes que están cementados en más del 90 %, aunque ellos pueden estar fracturados.
- w Desarrollo de color o estructura
Este símbolo es empleado con "B" para indicar desarrollo de color o estructura, ó ambos, con poca o ninguna acumulación iluvial aparente de material.

Discontinuidades litológicas:

En suelos minerales se emplean números arábigos como prefijos para indicar discontinuidades. Donde sea necesario, ellos se emplean precediendo a A, E, B, C y R. Ejemplo: 2C. Una discontinuidad es un cambio significativo en la distribución del tamaño de partículas ó mineralogía.

3.3. Descripción de las Unidades Taxonómicas, Cartográficas y Áreas Misceláneas.

La descripción de los suelos se efectuó tomando como base las normas y criterios establecidos en el Manual de Levantamiento de Suelos (Soil Survey Manual U.S., revisión 1981), para la clasificación natural o taxonómica, se tomaron como base las definiciones y criterios establecidos en la taxonomía del suelo (Soil Taxonomy U.S. revisión 1982), utilizando como unidad taxonómica la serie de suelos.

3.3.1. Unidades Cartográficas

La unidad cartográfica, es el área delimitada y representada por un símbolo en el mapa de suelos.

Esta unidad está definida y nominada en base a sus componentes predominantes, los cuales pueden ser unidades taxonómicas con sus fases respectivas y áreas misceláneas.

Así mismo, pueden contener inclusiones de otros suelos o áreas misceláneas con los cuales tiene estrecha vinculación geográfica.

En el presente estudio las unidades cartográficas empleadas son las series, complejos de series de suelos y fases.

Complejo:

Es una unidad cartográfica que agrupa dos o más series, que se presentan geográficamente asociados y que guardan entre sí una relación de origen (material generatriz) ó de posición topográfica y que dada la escala de la base cartográfica y nivel del estudio, no se pueden separar.

En cada complejo se debe indicar la proporción aproximada en que intervienen los componentes taxonómicos y su patrón distributivo.

El complejo es denominado por el nombre de los componentes que la dominan, anteponiéndole la palabra "complejo".

3.3.2. Unidades Taxonómicas

Serie de Suelos

Es la categoría más homogénea de la taxonomía de suelos y consiste de un grupo de suelos que tienen horizontes similares, tanto en su ordenamiento, como en sus características físico-químicas y morfológicas, y se han desarrollado a partir de un mismo material parental. Las series de suelos son diferenciados, principalmente, en base a variaciones significativas de cualquiera de sus características entre las que se incluyen la clase, espesor y ordenamiento de los horizontes, así como la estructura, consistencia, color, textura (excepto la de la capa superficial), reacción, contenido de carbonatos y otros sales, contenido de humus y composición mineralógica.

Las series tienen una variación estrecha en sus propiedades, aún cuando la capa superficial y ciertas características, como la pendiente, pedregosidad, grado de erosión y posición topográfica pueden variar, a menos que se encuentren asociados con diferencias significativas en la clase y distribución de los horizontes.

3.3.3. Areas Misceláneas

Son unidades esencialmente no edáficas, que comprenden superficie de tierras que pueden o no soportar algún tipo de vegetación debido a factores desfavorables que presenta, como por ejemplo una severa erosión activa, topografía agreste, hidromorfismo, que impide la formación del suelo. Por lo general, estas áreas no presentan interés o vocación para fines agrícolas, aunque en algunos casos pueden ser hechas productivas después de realizar labores de rehabilitación.

3.3.4. Fase de Suelos

Es un grupo funcional creado para servir propósitos específicos en los estudios de suelos. La fase puede ser definida para cualquier clase de cualquier categoría taxonómica, ésta se establece sobre criterios prácticos en base a ciertas características importantes que inciden en el uso o manejo del suelo.

En el presente estudio se han determinado las siguientes fases: por pendiente y drenaje.

Fase por Pendiente:

La pendiente se refiere al grado de inclinación que presenta la superficie del suelo con respecto a la horizontal; está expresada en porcentaje, es decir la diferencia de altura en metros por cada 100 metros horizontales. Para fines del presente estudio se ha determinado cinco fases de pendiente, las que se indican a continuación:

| CLASE DE PENDIENTE | RANGO DE PENDIENTE % | TERMINO DESCRIPTIVO |
|--------------------|-------------------------|-------------------------|
| A | 0 - 2 | Plano o casi a nivel |
| B | 2 - 6 | Ligeramente inclinada |
| C | 6 - 13 | Moderadamente inclinada |
| D | 13 - 25 | Fuertemente inclinada |
| E | > 25 | Moderadamente empinada |

3.4. Fases del Estudio

La metodología empleada en el estudio de suelos comprendió cuatro etapas ó fases fundamentales:

3.4.1. Fase Preliminar

Esta fase se limitó a la obtención y evaluación de la información existente de la zona:

a. Secretaría Técnica de Planificación, 1966. Diagnóstico del Sector Agropecuario y Forestal: Plan Triángulo, Asunción, Paraguay.

b. Proyecto de Desarrollo Rural, Consolidación de Colonias, Eje Coronel Oviedo Mbutuy 1984, Estudio de Suelos OEA - BID - IBR., Asunción, Paraguay.

Asimismo, se realizó la fotointerpretación detallada de las aerofotografías pancromáticas de escala a 1:20000 y 1:50000 identificándose y delimitándose las unidades, procesos morfodinámicos, vialidad, áreas hidromórficas, fincas importantes y otros aspectos estructurales; esta delimitación fisiográfica preliminar facilitó la preparación de un Plan ordenado y tentativo tanto para la localización de las calicatas, así como para la distribución espacial de las unidades de mapeo.

Finalmente, utilizando el plano topográfico a escala 1:10000 (obtenido por ampliación xerográfica del mapa topográfico a escala 1:50000 del IGM), equidistancia de 10 m., se efectuó una interpretación fisiográfica y se elaboró un mapa de pendiente.

3.4.2. Fase Sistemática de Campo

Esta fase se inició con un reconocimiento general del área en estudio, para poder realizar algunas correcciones de las unidades fisiográficas identificadas por interpretación del plano topográfico y obtener una información generalizada de las unidades edáficas predominantes. Posteriormente se procedió a realizar una evaluación sistemática de los suelos, en base a la apertura de calicatas (excavaciones con una dimensión de 0.80 m. x 1.0 m. x 1.5 m.), las cuales fueron distribuidas en forma aproximada en la zona de estudio, apoyándose en la fase preliminar precedente.

En cada calicata se efectuó la caracterización físico-morfológica del perfil del suelo, se evaluó las características ecogeográficas del área circundante a cada calicata (relieve, pendiente, vegetación, drenaje, material parental, pedregosidad superficial, usos de la tierra, inundabilidad, etc.) y finalmente se extrajeron muestras de perfiles considerados como típicos o representativos, para su posterior caracterización física-química en el laboratorio de suelos de la Universidad Nacional de Asunción.

Para la caracterización edáfica de las calicatas y las observaciones con barreno, se empleó las normas establecidas por Soil conservation Service (USA) que se hallan especificadas en el Soil Survey Manual y sus correcciones de 1982.

Se excavaron un total de 22 calicatas y se hicieron 36 observaciones con el barreno.

Esta información edáfica fue ploteada sobre las aerofotografías y los planos topográficos para proceder a la delimitación preliminar de los suelos representativos en el área

3.4.3. Fase de Laboratorio

Se recolectaron 38 muestras de 11 calicatas consideradas como modales y en ellas se efectuaron los análisis completos de caracterización físico-mécanica y química y se determinaron los siguientes parámetros: pH, materia orgánica, aluminio intercambiable, y los elementos asimilables: calcio, magnesio, potasio y fósforo.

3.5. Interpretación de los Resultados de los Análisis de Suelo

Con la finalidad de interpretar los resultados de los análisis físico-químicas de los suelos, se da a continuación los rangos de calificación de los elementos más importantes que inciden en la fertilidad natural de los suelos.

a. Materia Orgánica

| Rango | Calificativo |
|-----------------|--------------|
| 0 a 1.1 % | Bajo |
| 1.2 a 1.8 % | Medio |
| Mayor de 1.8 % | Alto |
| % M.O./20 = % N | |

b. Nitrogeno Total

| Rango | Calificativo |
|--------------|--------------|
| 0 a 0.1 % | Bajo |
| 0.1 a 0.2 % | Medio |
| 0.2 a más | Alto |
| % N x 10,000 | ppm de N |
| 1 ppm de N | 2.9 Kg/ha N. |

c. Fosfóro Asimilable (Método Carolina del Norte)

| Rango | | | Calificativo |
|------------------------------|---|--------|-----------------------|
| 0 | a | 6 ppm | Muy Bajo |
| 7 | a | 12 ppm | Bajo |
| 13 | a | 29 ppm | Medio |
| 30 | a | 56 ppm | Alto |
| Mayor de 57 | | | Muy Alto |
| $p \text{ (ppm)} \times 2.3$ | | | ppm d P_2O_5 |
| 1 ppm P_2O_5 | | | 2.0 Kg/Ha de P_2O_5 |

d. Potasio Asimilable (Método Carolina del Norte)

| Rango | | | Calificativo |
|--|---|--------|-----------------------|
| 0 | a | 39 ppm | Bajo |
| 40 | a | 79 ppm | Medio |
| Mas de 80 ppm | | | Alto |
| $K \text{ (ppm)} \times 1.2 = \text{ppm de } K_2O$ | | | |
| 1 ppm de K_2O | | | = 2.9 Kg/Ha de K_2O |

e. Calcio mas Magnesio asimilables (ppm)

| Rango | | Calificativo |
|-------|--------|-----------------|
| 0 | - 400 | Bajo |
| 400 | - 1000 | Medio |
| | 1000 | Adecuado ó alto |

f. Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC) meq/100 gr.

| Rango | | Calificativo |
|---------------|--------|--------------------|
| 4.1 | a 8.0 | Bajo |
| 8.1 | a 12.0 | Moderadamente bajo |
| 12.1 | a 20.1 | Moderadamente alto |
| Mayor de 20.1 | | Alto |

g. Potasio Cambiable (% de la C.I.C.)

| Rango | | Calificativo |
|-------|------|---------------|
| Menor | 1 | Deficiente |
| 5.1 | - 10 | Satisfactorio |
| 12 | - 15 | Excesivo |

i. Magnesio Cambiable (m.e/100 gr)

| Rango | | Calificativo |
|-------|-------|--------------|
| 0.14 | a 0.2 | Deficiente |
| 0.25 | a 0.2 | Normal |
| Mayor | 0.6 | Excesivo |

j. Relación Potasio/Magnesio Cambiable

| Rango | | Calificativo |
|-------|-------|--------------------|
| 0.5 | a 0.2 | Deficiente |
| 0.3 | a 0.5 | Moderadamente bajo |
| 0.1 | a 0.3 | Satisfactorio |

k. Carbonato de Calcio %

| Rango | | Calificativo |
|-------|------|--------------|
| 0.0 | - 1 | Bajo |
| 1.1 | - 5 | Medio |
| Mayor | de 5 | Alto |

4. CARACTERISTICAS Y CLASIFICACION DE LOS SUELOS

4.1. Génesis de los Suelos

La zona de estudio se halla constituida predominantemente por un material parental de origen sedimentario (areniscas de grano medio, areniscas arcólicas y areniscas calcáreas, pertenecientes al Pérmico Inferior.

Por meteorización físico-mécanica y preferentemente químico biológico, se ha generado una alterita ligeramente básica, sobre la cual se han formado los suelos que dominan en el área.

Debido al factor climático en el área de estudio, clima húmedo, la lixiviación de las bases y sílice ha sido considerable, así mismo el hierro y ácidos orgánicos, todo ello ha contribuido a que se formen suelos Podzólicos rojo oscuro; presentando un horizonte B genético, que no llega a constituir un horizonte argílico.

Existen otros grupos de suelos que se han originado sobre materiales aluviales, y aluvio-locales, presentando una estratificación granulométrica marcada, por encontrarse en las áreas planas o depresionadas, presentan procesos de hidromorfismo y son susceptibles a inundaciones periódicas. La evolución genética de estos suelos es incipiente por ser materiales recientes y no muestra una marcada diferenciación de horizontes dentro del perfil, debido a la napa freática. Las coloraciones predominantes de estos suelos son los grises; todas estas características son concordantes, para poder considerarlos en forma aproximada dentro del grupo de suelos denominados "Gley Poco Húmicos".

4.2. Morfodinámica de la Zona

Debido a la pendiente que domina en el área, ligeramente inclinada (2 a 6 %), la textura franco arenosa y el tipo de manejo que se le dá a las tierras, la erosión hídrica actúa a través de procesos tales como: erosión laminar generalizada, y en forma local o puntual, erosión en surcos y en cárcavas.

El desarrollo de cárcavas se halla provocada por la apertura de caminos carrozables, por donde circulan las "carretas", cuyas huellas crean las condiciones propicias para el desarrollo de las Cárcavas.

En las zonas depresionadas o planas los procesos morfodinámicos activos son: el hidromorfismo, inundación, colmatación y zapeamiento de los bordes de las terrazas aluviales.

4.3. Descripción de los Suelos Identificados

A continuación se describen las características edáficas de los suelos identificados en el área de estudio, para lo cual se emplearon normas y terminologías usadas por FAO y el Soil Survey Manual con sus revisiones hasta el año 1982.

La unidad de mapeo ha sido la serie y fases de pendiente y drenaje.

Como características edáficas predominantes, se puede mencionar que los suelos, presentan una profundidad efectiva de moderadamente profundos a regular, una textura moderadamente gruesa a gruesa y una reacción ligeramente ácida a fuertemente ácida.

La gradiente dominante es la ligeramente inclinada (2 a 6 %), la permeabilidad es rápida a moderadamente rápida y el drenaje es moderadamente bueno a algo excesivo sobre las vertientes y pobre a imperfecto dentro del valle.

El nivel de fertilidad natural es moderadamente bajo, presentando un nivel medio de materia orgánica y una deficiencia marcada de fósforo asimilable, calcio y magnesio.

En el área estudiada, se han identificados seis series de suelos; cada serie de suelos, ha sido identificados con un nombre propio de la zona y mediante un símbolo ha sido posible identificarla sobre el mapa de suelos.(Ver mapa N° 1).

Las características más importantes de los suelos encontrados en el área, se detalla en el Cuadro N° 3

La extensión y porcentaje de las series y fases encontradas se detalla en el Cuadro N° 4.

CUADRO Nº 3

RESUMEN DE LAS CARACTERISTICAS PRINCIPALES DE LOS SUELOS

| SERIE | SIMBOLOGIA | FISIOGRAFIA Y GRADIENTE | TEXTURA DE LA SECCION CONTROL | PROFUNDIDAD EFECTIVA cm. | PERMEABILIDAD Y DRENAJE | SUSCEPTIBILIDAD A LA EROSION | FERTILIDAD Y PRODUCTIVIDAD | CLASIFICACION TAXONOMICA | | CAPACIDAD DE USO u. S. |
|---------------|------------|-------------------------|---|--------------------------|--|------------------------------|----------------------------|--------------------------|---------------------|------------------------|
| | | | | | | | | SISTEMA BRASILEIRO | SOIL TAXONOMY. U.S. | |
| BELTA | Ba | valle aluvial. 1 % | franco arenosa sobre arena | 35 | Moderadamente rápida Drenaje Pobre | Inundable | Baja Muy Baja | Gley Poco Húmico | Aquic Udfluvent | Ysh |
| GARAY | Ga | Vertiente 7 % | franco arenosa | 40 | Moderad. rápida Moderad. Buena | Moderadamente alta | Baja Moderada | Litolico | Lithic Udorthent | Ulsa |
| LOMA CLAYEL | LC | Vertiente 3 % | franco arenosa sobre franco arcillosa | Mayor de 100 | Moderada Moderadamente Buena | Moderada | Baja Mod. Buena | Podzólico Rojo Oscuro | Uypic Hapludult | Ulsa |
| VALLE DEL RIO | Or | Vertiente 4 % | Arena a Arena franca sobre franco arcillosa | Mayor de 100. | Rápida a Mod. rápida. Drenaje Buena | Moderada | Baja Moderada | Podzólico Rojo Oscuro | Arenic Hapludult | Ulsa |
| PERALTA | Pa | Ciua | franco arenosa sobre franco arcillo arenosa | Mayor de 100 | Moderadamente rápida a Moderada Drenaje Buena | Ligera | Baja Mod. Buena | Podzólico Rojo Oscuro | Uypic Hapludult | Ulsa |
| YUVA | Yu | Valle Aluvial 1 % | Estratificado fco. arenosa sobre arcillo llooso | Mayor de 100 | Moderada Moderadamente Buena a Imperfecto | Inundable | Baja Mod. Baja | Gley Poco Húmico | Uypic Udfluvent | Ush |

*Esta clasificación es solo tentativa, ya que no se posee información analítica suficiente para clasificarlo con mayor precisión.

SUPERFICIE Y PORCENTAJE DE LAS SERIES DE SUELOS

Microcuenca: Belén

| SERIE | SIMBOLO | SUPERFICIE TOTAL | | F A S E S | | SUPERFICIE PARCIAL | |
|-------------|---------|------------------|--------|-------------|----------|-------------------------|---------------------|
| | | Ha. | % | PENDIENTE | DRENAJE | Ha. | % |
| BELEN | Be | 37.17 | 8.5 | A B | | 28.42 8.75 | 6.5 2.0 |
| GARAY | Ga | 162.7 | 37.4 | B C D | | 100.00 52.87 9.82 | 23.0 12.1 2.3 |
| LOMA CLAVEL | LC | 56.94 | 13.4 | B C | | 47.83 9.11 | 11.0 2.1 |
| ORATORIO | Or | 123.52 | 28.4 | B C | | 86.90 36.62 | 20.0 8.4 |
| PERALTA | Pe | 28.22 | 6.5 | A B C | | 16.76 3.80 7.67 | 3.8 0.9 1.9 |
| TUYU | Tu | 26.72 | 6.1 | A B | d1 d1 | 9.00 9.10 8.62 | 2.0 2.1 2.0 |
| TOTAL | | 435.27 | 100.00 | | | 435.27 | 100.00 |

A continuación se describen las características del paisaje y la morfología del perfil representativo ó modal de cada uno de los suelos identificados en el área estudiada.

4.3.1. Serie Belén

Esta unidad edáfica cubre una superficie aproximada de 37.17 ha., equivalente al 8.5 % del área total evaluada. Como inclusiones se puede considerar a la serie Tuyú.

Estos suelos se hallan ocupando el pequeño valle aluvial de la microcuenca Beleñ, presentan un desarrollo genético incipiente, con una morfología AC; se han derivado por pedogenésis de sedimentos aluviales recientes estratificados, tanto como arcillo-limosos.

Son suelos moderadamente profundos a superficiales, textura moderadamente gruesa, limitados periodicamente por una napa freática fluctuante.

La gradiente es casi plana (0 a 1 %), la permeabilidad es moderadamente rápida y el drenaje es pobre.

En lo referente a sus características químicas, presentan una reacción muy fuertemente ácida (pH 4.8) y posiblemente una baja saturación de bases.

El nivel de materia orgánica es bajo, los niveles de calcio, magnesio, potasio y fósforo asimilable son bajos; el contenido de aluminio cambiante es bajo; una información más detallada de las características químicas de estas series se muestran en el cuadro Nº 5

A continuación se detalla una descripción ecogeográfica y morfológica del perfil representativo de esta serie:

RESULTADOS DE LOS ANALISIS QUIMICOS DE LA SERIE BELEN (Be)

Proyecto: Microcuenca Belén

| Horizonte | Profundidad cm. | pH. | Mat. Orgánica % | CAMBIABLES | ASIMILABLES | | | CLASE TEXTURAL |
|-----------|--------------------|-----|--------------------|---------------------|-------------------------------------|----|---|-------------------|
| | | | | Al ⁺³ | Ca ⁺² + Mg ⁺² | K | P | |
| | | | | me/100 gr. suelo | ppm | | | |
| Ap | 0 - 11 | 4,8 | 1,1 | 0,0 | 1.120 | 50 | 2 | Franco Arenosa |
| C1 | 11 - 29 | 5,0 | 0,1 | 0,5 | 960 | 56 | 1 | Franco Arenosa |
| C2 | 29 - 34 | 4,9 | 0,1 | 0,5 | 1.000 | 40 | 1 | Arenosa |
| C3 | 34+ | — | — | — | — | — | — | |

Ubicación; Departamento de Caaguazú, Distrito de Coronel Oviedo,
Colonia Blas Garay. Calicata G 35.

Fisiografía: Valle Aluvial.

Altitud: 158 m.s.n.m.

Relieve: Casi plano.

Gradiente: 1 %.

Material parental: Sedimentos aluviales recientes.

Vegetación: Gramíneas.

Permeabilidad: Moderadamente rápida.

Drenaje: Pobre a imperfecto.

Erosión: Susceptible a inundación estacional.

Profundidad de la napa freática: 35 cm.

Pedregosidad: Nula.

Profundidad radicular: 15 cm.

Clasificación Taxonómica: Gley Poco Húmico.

Clasificación por Capacidad de Uso: Vsh.

Observaciones:

MORFOLOGIA DEL PERFIL

| Horizonte | Profundidad | Descripción |
|-----------|-------------|--|
| A1 | 0 - 11 | Rojo pálido (2.5 YR 6/2, húmedo); textura franco arenosa; estructura débil, bloques angulares finos; con- sistencia muy friable, no adhesiva y no plástica; presencia de abundan- tes raíces finas. Límite gradual ondulado. |

| Horizonte | Profundidad | Descripción |
|-----------|-------------|---|
| C1 | 11 - 30 | Gris (10 YR 5/1, húmedo); textura franco arenosa; estructura débil granular fina; consistencia muy friable, no adhesiva y no plástica; raíces pocas y finas. Límite claro y suave. |
| C2 | 30 - 35 | Pardo (10 YR 5/3, húmedo); textura arenosa; sin estructura (grano simple); consistencia suelta, no adhesiva y no plástica. |

A 35 cm. aparece la napa freática.

Dentro de esta serie se ha diferenciado una fase de pendiente (Be/B), la cual posee un drenaje imperfecto, pero de igual forma su capacidad de uso potencial es restringido.

4.3.2. Serie Garay (Ga en el mapa de suelos)

Esta serie de suelos abarca una superficie aproximada de 162.7 Ha., equivalente al 37.4 % del área total estudiada. Estos suelos se hallan ocupando las vertientes de moderada inclinación, que integran la microcuenca Belén; presentan una ligera evolución génética restringida por la gradiente, con una morfología del ACR o AABCR. El material parental se halla conformado por areniscas de grano medio predominantemente arcósica.

Son suelos superficiales, textura moderadamente gruesa, limitados en cuanto a profundidad efectiva por la presencia de un estrato rocoso.

La gradiente es moderadamente inclinada (6 - 8 %), la permeabilidad es moderadamente rápida y el drenaje es moderadamente bueno.

Las características químicas se hallan expresadas por una reacción fuertemente ácida (pH 4.5 - 5.2) y posiblemente una baja saturación de bases.

El nivel de materia orgánica es medio en la superficie y muy bajo en el subsuelo; los contenidos de los elementos asimilables calcio, magnesio, potasio y fósforo son bajos; el nivel de aluminio intercambiable es medio. Una descripción detallada de las características químicas de esta serie se muestran en el cuadro N° 6a y 6b.

A continuación se detalla una descripción ecogeográfica y morfológica del perfil representativo de esta serie:

Ubicación: Departamento de Caaguazú, Distrito de Coronel Oviedo, Colonia Blas Garay. Calicata G 52.

Fisiografía: Vertiente.

Altitud: 170 m.s.n.m.

Relieve: Ligeramente ondulado.

Gradiente: 6 - 8 %.

Material parental: Areniscas arcóscicas de grano medio.

Vegetación: Maíz, algodón, poroto.

Permeabilidad: moderadamente rápida.

Drenaje: Moderadamente bueno.

Erosión: Susceptibilidad moderadamente alta.

Profundidad de la napa freática: No visible.

Pedregosidad: 5 a 10 % localizada.

Profundidad radicular: Hasta 45 cm.

CUADRO Nº 6a

RESULTADOS DE LOS ANALISIS QUIMICOS DE LA SERIE GARAY (Ga)

Proyecto: Microcuenca Belén

| Horizonte | Profundidad cm. | pH. | Mat. Orgánica % | CAMBIABLES | ASIMILABLES | | | CLASE TEXTURAL |
|-----------|--------------------|-----|--------------------|---------------------|---------------------|----|---|-------------------|
| | | | | Al^{+2} | $Ca^{+2} + Mg^{+2}$ | K | P | |
| | | | | me/100 gr. suelo | ppm | | | |
| Ap | 0 - 38 | 4,9 | 2,7 | 0,5 | 760 | 28 | 1 | Franco Arenosa |
| Bc | 38 - 59 | 5,2 | 0,7 | 1,3 | 920 | 18 | 4 | Franco Arenosa |

CUADRO Nº 6b

RESULTADOS DE LOS ANALISIS QUIMICOS DE LA SERIE GARAY (Ga)

Proyecto: Microcuenca Belén

| Horizonte | Profundidad cm. | pH. | Mat. Orgánica % | CAMBIABLES | ASIMILABLES | | | CLASE TEXTURAL |
|-----------|--------------------|-----|--------------------|---------------------|-------------------------------------|----|-----|-------------------|
| | | | | Al ⁺² | Ca ⁺² + Mg ⁺² | K | P | |
| | | | | me/100 gr. suelo | ppm | | | |
| Ap | 0 - 5 | 5,5 | 0,7 | 0,0 | 1720 | 60 | +40 | Franco Arenosa |
| Bw | 5 -23 | 5,1 | 0,3 | 0,2 | 720 | 40 | 2 | Franco Arenosa |
| Bc | 23 -45 | 5,7 | 0,3 | 0,0 | 1200 | 62 | 4 | Franco Arenosa |

Clasificación Taxonómica: Litólico.

Clasificación por Capacidad de Uso: IIIes.

Observaciones:

MORFOLOGIA DEL PERFIL

| Horizonte | Profundidad | Descripción |
|-----------|-------------|--|
| Ap | 0 - 5 | Pardo oliva (2.5 Y 4/4 húmedo); textura franco arenosa; estructura débil granular fina; consistencia friable, no adhesiva y no plástica; raíces abundantes gruesas, medias y finas. Límite de horizonte claro y ondulado. |
| Bw | 5 -23 | Amarillo (2.5 Y 6/6 húmedo), textura franco arenosa; estructura débil granular fina; consistencia friable, no adhesiva y no plástica; raíces pocas medias y finas. Límite de horizonte claro y ondulado |
| BC | 23 -45 | Amarillo (2.5 Y 7/6 húmedo); textura franco arenosa; estructura débil granular fina; consistencia friable no adhesiva y no plástica; raíces muy pocas medias y finas. |

Dentro de esta serie se incluyen algunos suelos que tienen un suelo arenoso y otros que son superficiales en cuanto a su profundidad efectiva (18 - 20 cm.).

De acuerdo a sus variaciones en cuanto a la gradiente, se ha considerado 2 fases: Garay moderadamente inclinada (Ga/C) y Garay inclinada (Ga/C).

4.3.3. Serie Loma Clavel (LC en el mapa de suelos)

Esta unidad edáfica comprende una superficie aproximada de 56.94 ha. o 13.08 % de la superficie total estudiada.

Estos suelos se hallan ocupando los cimas o vertientes ligeramente inclinados del sistema de lomas que conforman la microcuenca Beleñ. El material parental se halla conformado por areniscas de grano medio predominantemente arcósicas. Presentan un moderado desarrollo génético, y el perfil representativo presenta una morfología ABC.

Son suelos profundos, de textura moderadamente gruesa (Franco arenosa) variando a moderadamente fina (Franco arcillosa) en profundidad.

La gradiente es ligeramente inclinada (3 %), la permeabilidad es moderada y el drenaje interno es moderadamente bueno.

Respecto a sus características químicas, presentan una reacción ligeramente ácida en el suelo y fuertemente ácida en el subsuelo.

El nivel de materia orgánica es bajo en el suelo y muy bajo en el subsuelo; los niveles de elementos asimilables, tales como el calcio, magnesio, potasio son medios a moderadamente altos y el de fósforo son bajos.

El tenor de aluminio cambiante es alto. Una información más detallada de las características químicas se muestran en el cuadro N° 7.

A continuación se detalla una descripción ecogeográfica y morfológica del perfil representativo de esta serie:

CUADRO N° 7

RESULTADOS DE LOS ANALISIS QUIMICOS DE LA SERIE LOMA CLAVEL

Proyecto: Microcuenca Belén

| Horizonte | Profundidad: cm. | pH. | Mat. Orgánica % | CAMBIABLES | ASIMILABLES | | | CLASE TEXTURAL |
|-----------|---------------------|-----|--------------------|---------------------|-------------------------------------|-----|---|-------------------|
| | | | | Al ⁺² | Ca ⁺² + Mg ⁺² | K | P | |
| | | | | me/100 gr. suelo | ppm | | | |
| Ap | 0 - 25 | 6.5 | 1.1 | 1 | 2.800 | 102 | 2 | Franco Arenosa |
| B1 | 25 - 63 | 6.2 | 0.5 | 2 | 2.040 | 80 | 2 | Franco Arcillosa |
| B2 | 63 - 98 | 5.0 | 0.5 | 2 | 1.680 | 56 | 1 | Franco Arcillosa |
| B3 | + de 98 | 5.2 | 0.7 | 2 | 1.680 | 22 | 4 | Franco Arcillosa |

Ubicación: Departamento de Caaguazú, Distrito de Coronel Oviedo,
Colonia Blas Garay. Calicata G 22.

Fisiografía: Cimas y vertientes ligeramente inclinados.

Altitud: 210 m.s.n.m.

Relieve: Ligeramente ondulado

Gradiente: 3 %

Material parental: Areniscas arcóscicas de grano medio

Vegetación: cultivos de maíz, algodón, porotos.

Permeabilidad: Moderada

Drenaje: Moderadamente bueno

Erosión: Susceptibilidad moderada a la erosión

Profundidad de la napa freática: No visible a 1.50 m.

Pedregosidad: Nula

Profundidad radicular: 70 cm.

Clasificación Taxónomica: Podzólico Rojo Oscuro

Clasificación por Capacidad de Uso: II es

Observaciones:

MORFOLOGIA DEL PERFIL

| Horizonte | Profundidad | Descripción |
|-----------|-------------|--|
| Ap | 0 - 25 | Pardo rojizo oscuro (2.5 YR 3/4 húmedo); textura franco arenosa; estructura débil granular fina; consistencia friable no adhesiva y no plástica; raíces abundantes medias y finas. Límite de horizonte es gradual y ondulada. |

| Horizonte | Profundidad | Descripción |
|-----------|-------------|---|
| B1 | 25 - 63 | Rojo muy polvoriento (2.5 YR 2.5/2 húmedo); textura franco arcillosa; estructura moderada en bloques angulares medios y finos; consistencia friable, ligeramente adhesiva y ligeramente plástica; raíces comunes medias y finas. Límite de horizonte es gradual y suave. |
| B2 | 63 - 98 | Pardo rojizo oscuro (2.5 YR 3/4 húmedo); textura franco arcillosa estructura moderada bloques angulares medios y finos; consistencia firme, adhesiva; pocas raíces finas. Límite de horizonte es gradual y suave. |
| B3 | más de 98 | Rojo oscuro (10 R 3/4 húmedo); Textura franco arcillosa; estructura fuerte prismática media; consistencia firme, adhesiva y plástica; pocas raíces y finas. |

Dentro de esta serie se ha considerado una fase de pendiente moderadamente inclinada (6 a 13 %).

4.3.4. Serie Oratorio (Or en el mapa de suelos)

Esta unidad edáfica abarca una superficie aproximada de 123.52 ha. o el 28.4 % del área total evaluada.

Estos suelos se hallan ocupando las vertientes del paisaje de lomas que conforman la microcuenca Belén. El material parental se halla conformado por areniscas arcósicas de grano medio. Presentan un moderado desarrollo pedogenético y el perfil representativo presenta una morfología ABC.

Son suelos profundos de textura gruesa variando a moderadamente fina en profundidad.

La gradiente es ligeramente inclinada (4 % a 5 %), la permeabilidad es moderadamente rápida y el drenaje interno es bueno.

Las características químicas se hallan representadas por una reacción ó pH muy fuertemente ácida (pH 4.4) y posiblemente una baja saturación de bases cambiables.

El nivel de materia orgánica es bajo en el suelo y muy bajo en el subsuelo; los niveles de calcio y magnesio asimilables son medios en el suelo y alto en el subsuelo; en cambio el nivel de potasio asimilable es bajo en todo el perfil. Los contenidos de aluminio cambiables son bajos en el suelo y alto en el subsuelo.

Una descripción detallada de sus características químicas de esta serie se muestra en el cuadro Nº 8.

A continuación se detalla una descripción ecogeográfica y morfológica del perfil representativo de esta serie:

Ubicación: Departamento de Caaguazú, Distrito de coronel Oviedo, Colonia Blás Garay. Calicata G 43.

Fisiografía: Vertiente del paisaje de lomas.

Altitud: 190 m.s.n.m.

Relieve: Ligeramente ondulado

Gradiente: 4 - 5 %

Material parental: Areniscas arcóscicas de grano medio

Vegetación: Pastos naturales de gramineas y cultivos anuales

Permeabilidad: Moderadamente rápida

CUADRO Nº 8

RESULTADOS DE LOS ANALISIS QUIMICOS DE LA SERIE ORATORIO (Or)

Proyecto: Microcuenca Belén

| Horizonte | Profundidad cm. | pH. | Mat. Orgánica % | CAMBIABLES | ASIMILABLES | | | CLASE TEXTURAL |
|-----------|--------------------|-----|--------------------|---------------------|-------------------------------------|----|---|-------------------|
| | | | | Al+2 | Ca ⁺² + Mg ⁺² | K | P | |
| | | | | me/100 gr. suelo | ppm | | | |
| Ap | 0 - 23 | 4,4 | 1,7 | 0,1 | 600 | 8 | 1 | Arena Franca |
| AB | 23 - 69 | 5,0 | 0,5 | 0,2 | 680 | 4 | 2 | Arena |
| BW | 69 - 100 | 5,0 | 0,4 | 0,6 | 1.120 | 12 | 2 | Franco Arenosa |
| BC | 100 + | 4,9 | 0,6 | 2,1 | 1.960 | 10 | 1 | Franco Arcillosa |

Drenaje: Bueno

Erosión: Laminar generalizada y en surcos localizados

Pedregosidad:

Profundidad radicular: 150 cm.

Profundidad de la napa freática: No visible

Clasificación Taxonómica: Podzólico Rojo Oscuro

Clasificación por Capacidad de Uso: IIIes

MORFOLOGIA DEL PERFIL

| Horizonte | Profundidad | Descripción |
|-----------|-------------|--|
| Ap | 0 - 23 | Rojo amarillento (5 YR 4/6 húmedo); textura arena franca; estructura débil granular fina; consistencia friable, no adhesiva y no plástica; raíces abundantes medias y finas. Límite gradual y ondulado. |
| AB | 23 - 69 | Rojo oscuro (2.5 YR 3/6, húmedo); textura arena; estructura (Grano simple); consistencia suelta, no adhesiva y no plástica; raíces abundantes medias y finas. Límite claro y suave. |
| Bw | 69 - 100 | Rojo (2.5 YR 4/6, húmedo); textura franco arenosa; estructura débil bloques angulares finos; consistencia friable, no adhesiva y no plástica; raíces comunes medios. Límite claro y suave. |

| Horizonte | Profundidad | Descripción |
|-----------|-------------|---|
| BC | más de 100 | Pardo Rojizo Oscuro (2.5 YR 3/4, húmedo); textura franco arcillosa; estructura moderada prismática fina; consistencia firme, ligeramente adhesiva y ligeramente plástica; pocas raíces finas. |

Dentro de esta serie se han incluido algunos suelos, que poseen un subsuelo franco arcillo arenoso ó arcillo arenoso.

Se ha considerado una fase por gradiente que es Serie Oratorio, fase moderadamente inclinada (Or/C).

4.3.5. Serie Peralta (Pe en el mapa de suelos)

Esta serie de suelos comprende una superficie aproximada de 28.22 ha. ó el 6.5 % del área total evaluada.

Estos cuerpos edáficos se hallan ocupando las cimas del paisaje de lomadas que conforman la microcuenca Belén. El material parental se halla integrado por Areniscas arcósicas de grano medio. Presentan un moderado desarrollo pedogenético, y un perfil representativo con una morfología AB.

Son suelos muy profundos, de textura franco arenosa descansando sobre Franco arcillo-arenosa.

La gradiente es ligeramente inclinada a casi plana (2 - 3 %); la permeabilidad es moderadamente rápida y el drenaje interno es moderadamente bueno.

Las características químicas se hallan representadas por una reacción muy fuertemente ácida (pH 5.0) en el suelo a moderadamente ácida (pH 5.7) en el subsuelo. Una descripción detallada de sus características químicas se muestran en el cuadro N° 9.

RESULTADOS DE LOS ANALISIS QUIMICOS DE LA SERIE PERALTA (Pe)

Proyecto: Microcuenca Belén

| Horizonte | Profundidad cm. | pH. | Mat. Orgánica % | CAMBIABLES | ASIMILABLES | | | CLASE TEXTURAL |
|-----------|--------------------|-----|--------------------|---------------------|-------------------------------------|----|---|-------------------|
| | | | | A1+2 | Ca ⁺² + Mg ⁺² | K | P | |
| | | | | me/100 gr. suelo | ppm | | | |
| Ap | 0 - 26 | 5,0 | 0,6 | 0,0 | 800 | 80 | 2 | Franco Arenosa |
| B1 | 26 - 64 | 5,5 | 0,1 | 0,0 | 2.080 | 40 | 1 | Franco Arenosa |
| B2 | 64 - 99 | 5,7 | 0,1 | 0,0 | 520 | 60 | 1 | Fco. Arc. Arenosa |
| B3 | 99 -150 | 5,9 | 0,1 | 0,0 | 2.320 | 50 | 1 | Fco. Arc. Arenosa |

El nivel de materia orgánica es bajo en todo el perfil; los contenidos de calcio y magnesio asimilable son medios en el suelo y altos en el subsuelo; el de potasio asimilable es medio en todo el perfil. No presenta aluminio intercambiable en todo el perfil.

A continuación se detalla la descripción ecogeográfica y morfológica del perfil representativo de esta serie:

Ubicación: Departamento de Caaguazú, Distrito de Coronel Oviedo, Colonia Blas Garay. Calicata G 53.

Fisiografía: Cima del paisaje de lomadas

Altitud: 200 m.s.n.m.

Relieve: Ligeramente ondulado

Gradiente: 2 a 3 %

Material parental: areniscas arcólicas de grano medio

Vegetación: Pasto natural (gramíneas), cultivos anuales

Permeabilidad: Moderadamente rápida

Drenaje interno: Bueno

Erosión: Laminar

Pedregosidad: No hay

Profundidad de la napa freática: No visible, en un pozo a 9.7 m.

Profundidad radicular: 100 cm.

Clasificación Taxonómica: Podzólico Rojo Oscuro

Clasificación por Capacidad de Uso: IIs

Observaciones:

| Horizonte | Profundidad | Descripción |
|-----------|-------------|--|
| Ap | 0 - 26 | Pardo rojizo (5 YR 4/4, húmedo); Textura franco arenosa; estructura débil granular fina; consistencia friable no adhesiva y no plástica; raíces abundantes medias. Límite de horizonte es claro y suave. |
| B1 | 26 - 64 | Rojo oscuro (2.5 YR 3/6, húmedo); textura franco arenosa; estructura débil, granular fina; consistencia friable, no adhesiva y no plástica; raíces abundantes y medias. Límite de horizonte es claro y suave. |
| B2 | 64 - 100 | Pardo rojizo oscuro (2.5 YR 3/4, húmedo); textura franco arcillo-arenosa; estructura moderada en bloques subangulares medios; consistencia friable, ligeramente plástica y ligeramente adhesiva; raíces comunes y finas. Límite de horizonte es claro y suave. |
| B3 | 100 - 150 | Rojo polvoriento (10 YR 3/4, húmedo); textura franco arcillo-arenosa; estructura moderada bloques subangulares medios y finos; consistencia firme, ligeramente plástica y ligeramente adhesiva. |

Dentro de esta serie se han identificados dos fases por gradiente: Serie Peralta fase ligeramente inclinada (Pe/B) y Serie Peralta fase moderadamente inclinada (Pe/C).

4.3.6. Serie Tuyú (Tu en el mapa de suelos)

Esta serie de suelo ocupa una superficie aproximada de 26.72 ha. ó el 6.1 % del área total estudiada.

Esta unidad edáfica se halla ocupando el pequeño valle aluvial formado por el arroyo Belén. El material parental se halla compuesto por capas estratificadas aluviales de granulometría heterogénea, tales como limos, arenas arcillas etc., los cual indica la gran dinámica fluvial que experimenta la zona.

El desarrollo genético de estos suelos es incipiente y el perfil representativo presenta una discontinuidad litológica con un perfil ACg, mostrando signos evidentes de procesos de reducción (Gleisación).

Son suelos moderadamente profundos, con un perfil estratificado, con dominancia de materiales finos.

La gradientes es casi plana (1 %), la permeabilidad es moderada a moderadamente lenta y el drenaje interno es moderadamente bueno a imperfecto.

Respecto a sus características químicas, presentan una reacción muy fuertemente ácida (pH 4.6) lo cual hace presumir que exista una baja saturación de bases. El nivel de materia orgánica es medio en el suelo y muy bajo en el subsuelo; los niveles de elementos asimilables de calcio y magnesio son muy altos en todo el perfil, y los de potasio son medios en el suelo y bajos en el subsuelo. El contenido de fósforo asimilable es muy bajo.

El tenor de aluminio intercambiable es variable. Una información mas detallada de las características químicas de esta serie, se muestra en el cuadro N° 10.

A continuación se detalla la descripción ecogeográfica y morfológica del perfil representativo de esta serie:

CUADRO Nº 10

RESULTADOS DE LOS ANALISIS QUIMICOS DE LA SERIE TUYU (Tu)

Proyecto: Microcuenca Belén

| Horizonte | Profundidad cm. | pH. | Mat. Orgánica % | CAMBIABLES | ASIMILABLES | | | CLASE TEXTURAL |
|-----------|--------------------|-----|--------------------|---------------------|---------------------|----|---|-------------------|
| | | | | Al^{+2} | $Ca^{+2} + Mg^{+2}$ | K | P | |
| | | | | me/100 gr. suelo | ppm | | | |
| A1 | 0 - 25 | 4,6 | 2,7 | 1,1 | 3.080 | 80 | 1 | Franco Arenosa |
| AC | 25 - 35 | 4,7 | 1,5 | 0,1 | 2.160 | 82 | 1 | Arena |
| Cg1 | 35 - 51 | 4,5 | 0,1 | 0,3 | 520 | 12 | 1 | Arena |
| Cg2 | 51 - 61 | 4,2 | 0,3 | 1,6 | 720 | 30 | 1 | Arena Franca |
| Cg3 | 61 + | 4,9 | 0,3 | 3,1 | 1.440 | 8 | 2 | Arcillo limosa |

Ubicación: Departamento de Caaguazú, Distrito de Coronel Oviedo,
Colonia Blás Garay. Calicata G 42.

Fisiografía: Valle aluvial

Altitud: 160 m.s.n.m.

Relieve: Casi plano

Gradiente: 1 %

Material parental: Sedimentos aluviales heterométricos

Vegetación: Pastizales, cultivos anuales

Permeabilidad: Moderada a moderadamente lento

Drenaje: Moderadamente bueno a imperfecto

Erosión: Susceptibilidad a la inundación

Pedregosidad: nula

Profundidad radicular: 120 cm.

Profundidad de la napa freática: No visible

Clasificación Taxonómica: Gley Poco Húmico

Clasificación por Capacidad de Uso: IV sh

Observaciones:

MORFOLOGIA DEL PERFIL

| Horizonte | Profundidad | Descripción |
|-----------|-------------|--|
| A1 | 0 - 25 | Negro (2.5 YR 2.5/0 húmedo); textura franco arenosa; estructura débil granular fina; consistencia muy friable, no adhesiva y no plástica; raíces abundantes medias y finas. Límite gradual y ondulado |

| Horizonte | Profundidad | Descripción |
|-----------|-------------|--|
| AC | 25 - 35 | Gris muy oscuro (2.5 YR 3/0 húmedo); textura arcillo arenosa; estructura moderada granular fina; consistencia firme; raíces abundantes finas y medias. Límite de horizonte claro y suave. |
| Cg1 | 35 - 50 | Pardo grisáceo (2.5 Y 5/2 húmedo); textura arenosa; sin estructura (Grano simple); consistencia suelta, no adhesiva y no plástica; raíces abundantes y finas. Límite de horizonte es claro y suave. |
| Cg2 | 50 - 60 | Gris oscuro (7.5 YR 4/0 húmedo); textura areno franca; estructura débil granular fina; consistencia friable, no adhesiva y no plástica; pocas raíces finas. Límite de horizonte es claro y suave. |
| Cg3 | 60 más | Gris muy oscuro (5 Y 3/1 húmedo); textura arcillo limosa; sin estructura (masa que se rompe en bloques subangulares medios y finos moderadamente desarrolladas). Consistencia firme, ligeramente adhesiva y ligeramente plástica. |

Dentro de esta serie de suelos se ha identificado fases de gradiente y de drenaje:

Tuyú drenaje pobre: $\frac{\text{Tu-d1}}{\text{A}}$

Tuyú drenaje pobre ligeramente inclinada $\frac{\text{Tu-d1}}{\text{B}}$

4.4. CLASIFICACION TAXONOMICA DE LOS SUELOS

Los suelos de la zona estudiada han sido clasificados taxonómicamente tomando en consideración los criterios difundidos por los sistemas Brasileños¹ y el Soil Taxonomy U.S.².

Para llegar a este objetivo, se ha considerado solamente la morfología del perfil, régimen de humedad y algunas características químicas tales como porcentaje de materia orgánica, pH, la determinación de la textura al tacto y el color de los suelos; no se pudo contar con mayor información química cuantitativa por no contar con laboratorios de suelos que pudieron realizar estas determinaciones; en base a ello, solo ha sido posible clasificar a los suelos en una forma aproximada, tratando de contribuir con ello su integración dentro de los sistemas de Clasificación Taxonómica mencionados

A continuación se muestra el cuadro de clasificación taxonómica. (Cuadro Nº 11).

5. CLASIFICACION DE LOS SUELOS SEGUN SU CAPACIDAD DE USO

5.1. Criterios para la Clasificación de los Suelos según su Capacidad de Uso.

El sistema de clasificación de las tierras según su capacidad de uso, es un ordenamiento sistemático, práctico e interpretativo de los diferentes grupos de suelos, con el fin de mostrar su uso óptimo, problemas o limitaciones, y prácticas de manejo adecuadas. Esta clasificación proporciona un sistema comprensible, claro, de gran valor y utilidad en la programación de los planes, de zonificación de uso potencial de las tierras, incremento en la productividad de las tierras en base a su manejo racional y al seguimiento de las normas de conservación de los suelos.

CUADRO N° 11

CLASIFICACION TAXONOMICA DE LOS SUELOS

Microcuenca: Belén

| ORDEN | SUB-ORDEN | GRAN GRUPO | | SERIES INCLUIDAS |
|----------|-----------|--------------------------|--------------------------|------------------------|
| | | SOIL TAXONOMY U.S. 1* | SISTEMA BRASILERO 2** | |
| ENTISOLS | FLUVENT | Typic Udifluvent | Gley Poco Húmico | TUYU |
| | | Aquic Udifluvent | Gley Poco Húmico | BELEN |
| | ORTHENT | Lithic Udorthent | Litólico | GARAY |
| ULTILOLS | UDULT | Typic Hapludult | Podzólico Rojo oscuro | PERALTA LOMA CLAVEL |
| | | Arenic Hapludult | Podzólico Rojo Oscuro | ORATORIO |

* Clasificación tentativa de acuerdo al U.S. Soil taxonomy

** Clasificación tentativa de acuerdo al sistema brasileiro

La capacidad de uso se basa en las limitaciones de carácter permanente de las tierras, lo cual requiere prácticas de manejos continuas para superar los riesgos después que ha sido acondicionada para el uso.

El criterio básico que rige esta clasificación está determinado fundamentalmente por la naturaleza y grado de las limitaciones que impone el uso del suelo de acuerdo con las variaciones de sus características físicas.

Los factores que fijan estas limitaciones son: riesgos por erosión, condición de suelo, condiciones de drenaje o humedad y condiciones climáticas.

a. Riesgo por Erosión (e)

Está intimamente relacionado con las condiciones topográficas, permeabilidad del suelo y clima.

b. Condición por Suelo (s)

Está relacionado con las propiedades edáficas, tales como: textura, estructura, profundidad efectiva, pedregosidad o gravosidad, salinidad o alcalinidad, fertilidad natural, etc.

c. Condición de Drenaje o Humedad (h)

Está relacionado con el sistema de drenaje natural de los suelos, presencia de un nivel freático alto, capas duras e impermeables, peligro de inundación periódica o continua, etc.

d. Condición de Clima (c)

Se halla relacionada con el cuadro climático dominante, como sequías, pluviosidad excesiva, heladas, temperaturas constantemente bajas, granizadas, etc.

El presente agrupamiento, como cualquier otro sistema de clasificación presenta diferentes niveles o categorías de grupos de tierra. La más alta categoría divide a las tierras en cuatro grandes divisiones:

1. Tierras Arables:

Aptas para cultivos intensivos y otros usos (agricultura diversificada).

2. Tierras No Arables:

Aptas sólo para cultivos permanentes (frutales, pastos y forestales).

3. Tierras Marginales:

Para la agricultura (aptas exclusivamente para pastoreo y forestales).

4. Tierras no Aptas:

Para fines agropecuarios ni explotación forestal.

La primera división o grupo se sub-divide en cuatro clases de capacidad, y que aumentan progresivamente sus limitaciones, necesidades y prácticas de manejo hacia la clase inmediatamente superior. El segundo grupo se sub-divide en dos clases de aptitud de uso, el tercer grupo sólo consta de una clase de aptitud de uso, la cual presenta limitaciones severas que impiden su utilización racional y económica para fines agrícolas, quedando relegadas para fines pecuarios extensivos y explotación forestal.

El cuarto grupo, lo conforma de una clase de aptitud, la Clase VIII, que presenta limitaciones muy severas que la hacen inapropiada para su uso agropecuario y explotación forestal. (Ver Fig. Nº 4).

Fig N° 4

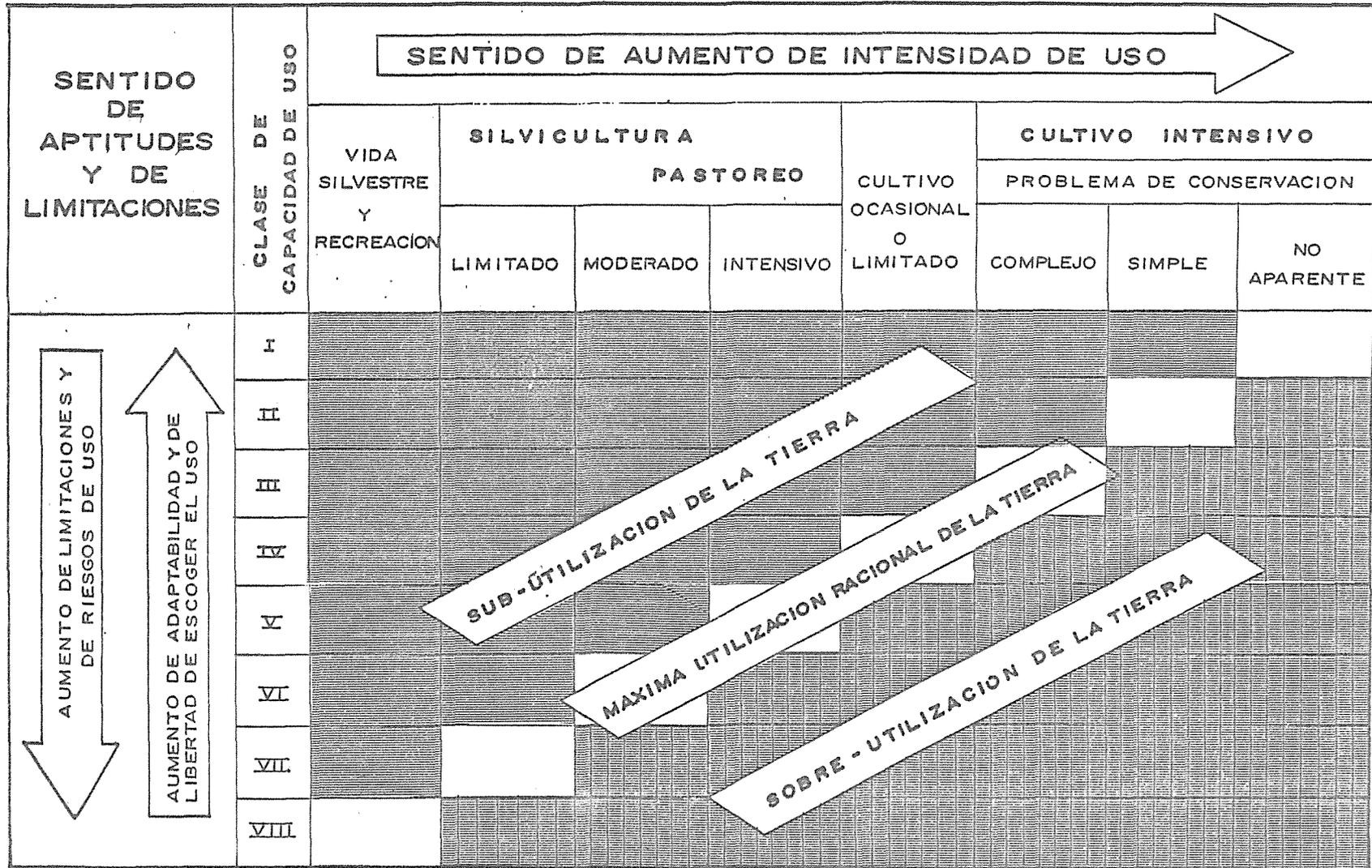


FIG. N°1 RESUMEN DE LAS VARIACIONES DE TIPO Y DE LA INTENSIDAD MAXIMA DE UTILIZACION DE LA TIERRA SIN RIESGO DE EROSION ACELERADA EN FUNCION DE LAS CLASES DE CAPACIDAD DE USO.

DR. GOYTENDIA

Dentro del área estudiada se han identificados fundamentalmente cuatro clases de Capacidad de Uso, las clases II, III, IV y V, además se han considerado subclases en las cuales los factores limitantes han sido: suelo (s), topografía o riesgos de erosión (e) y drenaje (h).

En el cuadro Nº 12 y Fig. Nº 5, se muestra la extensión y porcentaje de cada una de las clases y subclases identificados en la zona estudiada.

5.2. Descripción de las Clases de Capacidad de Uso.

A continuación, se describen las limitaciones y prácticas de manejo recomendables para cada una de las clases y subclases de Capacidad de Uso identificados.

5.2.1. Clase II

Los suelos que integran esta clase presentan algunas ligeras limitaciones que restringen la elección de cultivos ó requieren moderadas prácticas de manejo y conservación.

Dentro de esta clase se han identificados 2 subclases:

a. Subclase. II_s

La extensión ocupada por esta subclase de suelo es de 16.76 ha. o el 3.9 % del área evaluada; se halla constituida por la Serie Peralta.

Las limitaciones que presenta este suelo son las siguientes: Ligeros riesgos de erosión, fertilidad natural aparente baja, baja capacidad de retención de nutrientes, pH fuertemente ácido y estructura debilmente desarrollada.

CUADRO Nº 12

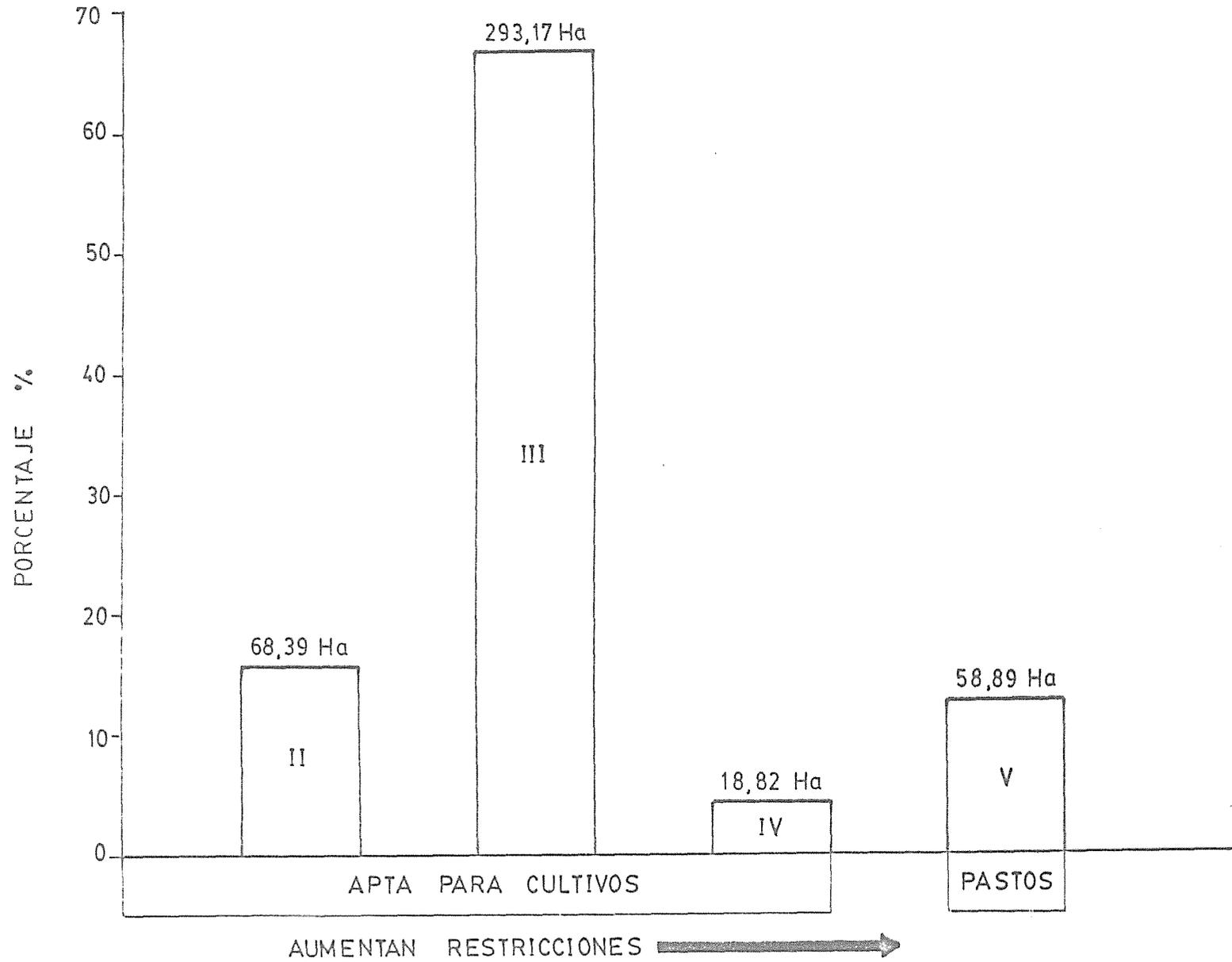
SUPERFICIE Y PORCENTAJE DE LAS CLASES Y SUBCLASES DE CAPACIDAD DE USO

Microcuenca Belén

| CLASE | SUPERFICIE TOTAL | | SUBCLASE | SUPERFICIE PARCIAL | | SUELOS INCLUIDOS |
|------------|------------------|--------|----------|--------------------|--------|--|
| | Ha. | % | | Ha. | % | |
| II | 68.39 | 15.8 | s | 16.76 | 3.9 | Peralta casi a nivel |
| | | | es | 51.63 | 11.9 | Peralta ligeramente inclinado Loma Clavel ligeramente inclinado |
| III | 293.17 | 67.3 | es | 293.17 | 67.3 | Garay ligeramente inclinado Oratorio ligeramente inclinado Garay moderadamente inclinado Loma clavel moderadamente inclinado Peralta moderadamente inclinado |
| IV | 18.82 | 4.3 | es | 9.82 | 2.2 | Garay inclinado |
| | | | sh | 9.00 | 2.1 | Tuyú casi a nivel |
| V | 54.89 | 12.6 | sh | 54.89 | 12.6 | Beleñ casi a nivel Tuyú casi a nivel, drenaje pobre Belén ligeramente inclinado Tuyú ligeramente inlinado, drenaje pobre. |
| AREA TOTAL | 435.27 | 100.00 | | 435.27 | 100.00 | |

Fig N° 5

EXTENSION Y PORCIENTO DE LAS CLASES DE CAPACIDAD DE USO
Microcuenca Belén - Coronel Oviedo



b. Subclase IIes

La superficie ocupada por esta subclase de Capacidad de Uso es de 51.63 ha. ó el 11.9 % del área total estudiada.

Los suelos que integran esta subclase: Peralta ligeramente inclinada y Loma Clavel ligeramente inclinada.

5.2.2. Clase III

Los suelos que integran esta clase presentan severas limitaciones que restringen la elección de cultivos o requieren prácticas especiales de conservación.

Dentro de esta clase solamente se ha identificado un subclase:

a) Subclase IIIes

La superficie ocupada por esta subclase de uso es de 293.17 ha. ó el 67.3 % del área total estudiada, siendo la más extensa de todas las identificadas.

Los suelos que integran esta subclase son: Garay ligeramente inclinada, Oratorio ligeramente inclinada, Loma Clavel moderadamente inclinada y peralta moderadamente inclinada.

Las limitaciones que presentan son: riesgo de erosión laminar severa y en surcos profundos, fertilidad natural aparente baja, gradiente pronunciada, suelos superficiales, textura arenosa, estructura debilmente desarrollada o sin estructura, pH fuertemente ácida.

5.2.3. Clase IV

Los suelos que integran esta clase presentan limitaciones muy severas que restringen la elección de cultivos y requieren prácticas de manejo y conservación muy rigurosos.

Dentro de esta clase, se ha podido identificar dos subclases:

a) Subclase IVes

La superficie ocupada por esta subclase es de 9,82 ha y que representa el 2.2 % del área total evaluada.

Los suelos que integran esta subclase son: Garay inclinada y Tuyú.

Las limitaciones más importantes que presentan son: severos riesgos de erosión en surcos, gradiente pronunciada, profundidad efectiva superficial, textura superficial arenosa franca, estructura débil, afloramientos de roca en forma localizada, pH fuertemente ácido y una fertilidad natural aparente baja.

b) Subclase IV sh

La superficie ocupada por esta subclase es 9.00 ha. y que representa el 2.1 % del área total evaluada.

El suelo que integra esta subclase es la Serie Tuyú.

Las limitaciones más resaltantes que presenta este suelo, son: napa freática superficial, drenaje pobre e imperfecto, inundaciones periódicas y prolongadas, profundidad efectiva superficial, aireación deficiente, reacción fuertemente ácida, fertilidad natural baja etc.

5.2.4. Clase V

Los suelos que integran esta clase presentan limitaciones que imposibilitan su uso para cultivos, y solamente podrían utilizarse para pastos, silvicultura restringida o vida silvestre.

Dentro de esta clase, se ha podido identificar una sola subclase:

a) Suclase Vsh

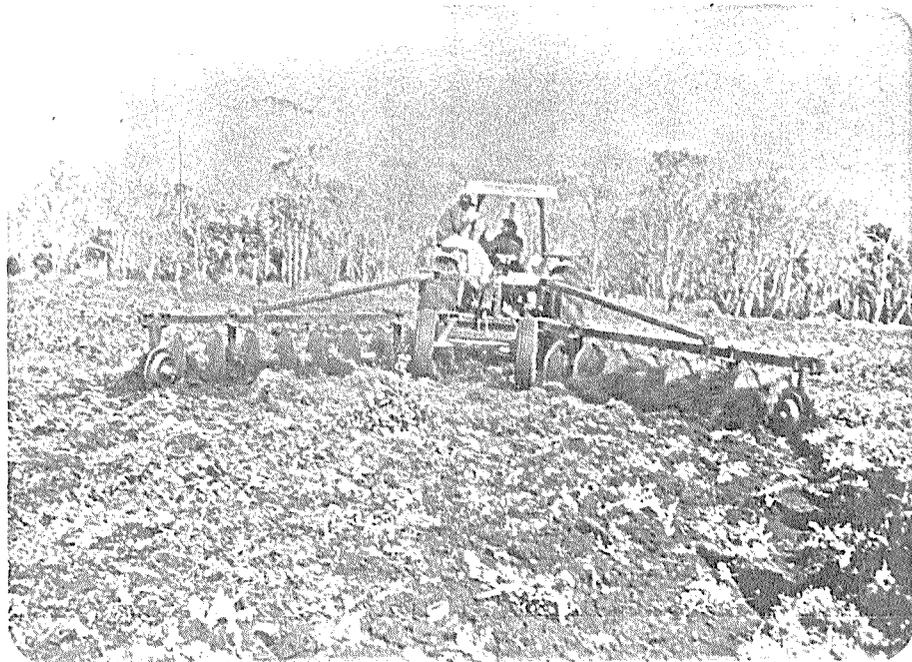
La superficie que comprende esta subclase es de 54.89 Ha. y que representa el 12.6 % del área total evaluada.

Los suelos que integran esta subclase son: Belén, Tuyú drenaje pobre, Belén ligeramente inclinada, Tuyú ligeramente inclinada.

Las limitaciones más importantes que presentan estos suelos son: napa freática muy superficial, drenaje pobre a muy pobre, inundaciones periódicas y muy prolongadas, profundidad efectiva muy superficial, aireación deficiente, reacción fuertemente ácida, fertilidad natural aparente baja.



1. Construcción de terrazas de base angosta usando arado de reja a tracción animal.



2. Funcionamiento de una terracedora para construcción de terrazas hidráulicas para manipular ángulos entre discos y barra de mando.

6. RECOMENDACIONES PARA MANEJO Y CONSERVACION DE SUELOS Y AGUA

6.1. Prácticas Recomendables para Clase IIs

- Incorporación de materia orgánica bien descompuesta, previo a la siembra o con tres meses de anticipación si no está bien descompuesta. Los materiales a utilizar y que abundan en la zona son cascarilla y expeller de algodón, estiércol de vacuno y de aves de corral, aunque estos dos últimos se consiguen en menor proporción. La dosis recomendada de cascarilla de algodón es de 6 a 8 Ton/Ha; en tanto que el expeller del mismo vegetal es de 3 a 4 Ton/Ha, debiendo aplicar ambos materiales en el fondo del surco. El estiércol de vacuno o de aves de corral, se debe aplicar a razón de 6 a 7 Ton/Ha, en la misma forma indicada para los de origen vegetal. Así mismo, se puede planear la incorporación de abonos verdes pudiendo establecer para el efecto algunas leguminosas, tales como: mucuna, lupino, poroto, soja o arveja. En este último caso, el entierro de las plantas se debe realizar al inicio de la floración y la formación de las primeras vainas.
- Fertilización química de reposición o mantenimiento del nivel de los nutrientes según resultados de análisis de suelo. Una fertilización promedio para los principales rubros agrícolas de la zona y considerando los resultados obtenidos en laboratorio de las muestras de suelos extraídas de la micro-cuenca en estudio, se presenta a continuación:

| RUBROS AGRICOLAS | CANTIDAD DE NUTRIENTES REQUERIDAS EN Kg/Ha. | | |
|------------------|---|----|----|
| | N | P | K |
| Agodón | 30 | 35 | 60 |
| Maíz | 30 | 45 | 30 |
| Poroto y habilla | 25 | 40 | 30 |
| Maní | 25 | 50 | 40 |

| RUBROS AGRICOLAS | CANTIDAD DE NUTRIENTES REOUERIDAS EN Kg/Ha | | |
|----------------------|---|----|----|
| | N | P | K |
| Papa | 40 | 40 | 60 |
| Mandioca y batata | 40 | 50 | 40 |
| Caña de azúcar | 60 | 30 | 60 |
| Hortalizas de hojas | 60 | 45 | 40 |
| Hortalizas de raíz | 35 | 35 | 45 |
| Hortalizas de frutas | 90 | 70 | 50 |

La dosis de nutrientes recomendadas debe ser parcelada, vale decir, debe ser aplicada por lo menos en dos oportunidades con el fin de evitar pérdidas de los mismos por inmovilización y fijación de fosfatos y lixiaviación del nitrógeno, cuando se aplican alta dosis de estos elementos. Además de los problemas mencionados, para el fraccionamiento de los nutrientes se deben considerar también la textura superficial del suelo que varía de arenosa a franco arenosa.

La primera aplicación se puede realizar en el momento de la siembra a razón de 60 % de la cantidad total recomendada y la restante, de acuerdo al cultivo, pudiendo variar de 15 hasta 45 días después de la primera fertilización.

- Rotación de cultivos, debiendo incluir dentro del plan, cultivos de leguminosas. En este terreno sería prudente no sembrar más de dos cosechas de cultivos carpidos, una o dos de cultivos densos y una de leguminosa o abono verde. Una buena rotación para la zona de referencia y considerando las condiciones de suelo, textura y clima (principalmente precipitación) es la sucesión algodón, maíz, maní, poroto.
- Implantación de prácticas simples de control de erosión hídrica. Las mismas pueden consistir en establecimiento de cultivos en contorno cortando el sentido de la pendiente, debiendo para el efecto levantar camellones en contorno, cada 60 metros, de tal

forma que sirvan de líneas guías, las cuales deben estar protegidas con cultivos permanentes tales como: cedrón-capif, pacholí, leucaena, pasto elefante, etc. Así mismo, se debe considerar la rotación de cultivos indicada en el ítem anterior.

- Prever cobertura muerta, manteniendo sobre la superficie del suelo restos de hojas, tallos y raíces de plantas ya sea gramíneas o leguminosas de invierno aprovechando épocas ociosas ó dejar el terreno en barbecho, surcado en contorno, en los meses de enero, marzo, abril, octubre, noviembre y diciembre, en razón de que en los meses mencionados se registran precipitaciones altas con alto índice de erosividad.

6.2. Prácticas de Manejo Recomendables para Subclase IIes

- Incorporación de materia orgánica bien descompuesta, previa a la siembra o con 3 meses de anticipación, si no está bien descompuesta. Los materiales a utilizar y que abunda en la zona son cascarilla y expeller de algodón, estiércol de vacuno y de aves de corral, aunque estos dos cultivos se consiguen en menor proporción. La dosis recomendada de cascarilla de algodón es de 6 a 8 Ton/Ha, en tanto que el expeller del mismo vegetal, es de 3 a 4 Ton/Ha, debiendo aplicar, ambos materiales, en el fondo del surco. El estiércol de vacuno o de aves de corral, se debe aplicar a razón de 6 a 8 Ton/Ha, en la misma forma indicada para los de origen vegetal. Asimismo, se puede planear la incorporación de abonos verdes, pudiendo establecer para el efecto algunas leguminosas, tales como: la mucuna, lupino, poroto, soja o arveja. en este último caso, el entierro de las plantas se debe realizar al inicio de la floración y la formación de las primeras vainas.
- Fertilización química de reposición o mantenimiento del nivel de los nutrientes según resultados de análisis de suelos. Una fertilización promedio para los principales rubros agrícolas de la zona, y considerando los resultados obtenidos en laboratorio, de las muestras de suelos extraídos de la microcuenca en estudio, se presentan a continuación:

| RUBROS AGRICOLAS | CANTIDAD DE NUTRIENTES REQUERIDAS EN | | |
|---------------------|--------------------------------------|----|----|
| | Kg/Ha | | |
| | N | P | K |
| Algodón | 30 | 35 | 60 |
| Maíz | 30 | 45 | 30 |
| Poroto y habilla | 25 | 40 | 30 |
| Maní | 30 | 50 | 40 |
| Papa | 40 | 40 | 60 |
| Mandioca y batata | 40 | 50 | 40 |
| Caña de azúcar | 60 | 30 | 60 |
| Hortalizas de hoja | 60 | 45 | 40 |
| Hortalizas de raíz | 35 | 35 | 45 |
| Hortalizas de fruta | 90 | 70 | 50 |

La dosis de nutrientes recomendadas debe ser parcelada, vale decir, debe ser aplicada por lo menos en dos oportunidades con el fin de evitar pérdidas de los mismos por inmovilización y fijación de fosfatos, y lixiviación del nitrógeno, cuando se aplican alta dosis de estos elementos. Además de los problemas mencionados para el fraccionamiento de los nutrientes, se deben considerar también la textura superficial del suelo que varía de franco arenosa a arena franca. La primera aplicación se puede realizar en el momento de la siembra a razón de 60 % de la cantidad total recomendada y la restante, de acuerdo al cultivo, pudiendo variar de 15 hasta 45 días después de la primera fertilización.

- Rotación de cultivos, debiendo incluir dentro del plan, cultivos de leguminosas. En este terreno, sería prudente no sembrar más de dos cosechas de cultivos carpidos, una o dos de cultivos densos y una de leguminosa o abono verde. Una buena rotación para la zona de referencia y considerando las condiciones de suelo, textura y clima (principalmente precipitación) es la sucesión algodón, maíz, maní, poroto, con alta densidad de plantación.
- Prácticas simples de control de erosión hídrica. Las mismas pueden consistir en establecimiento de cultivos en contorno, cortan

do ambas prácticas, intercalando cultivos densos y cultivos que requieren limpieza permanente. En el caso de explotación intensiva de estos suelos con cultivos de limpieza permanente, se recomienda la construcción de terrazas de base angosta en gradiente para descargar el agua al arroyo Belén. Para brindar mayor seguridad al camellón de base angosta, se debe cultivar sobre la misma cultivos permanentes tales como: cedrón-capif, pacholí, leucaena, pasto elefante, etc.

- Cobertura muerta. Es una práctica muy importante para este terreno para disminuir o controlar la erosión hídrica y consiste en mantener sobre la superficie del terreno restos de hojas, tallos y raíces de plantas o dejar el terreno en barbecho, surcado en contorno, en los meses de enero, marzo, abril, octubre, noviembre y diciembre en razón de que en los meses mencionados se registran precipitaciones altas con alto índice de erosividad.

6.3. Prácticas de Manejo Recomendables para Subclase III es.

- Implantación de prácticas intensivas de control de erosión hídrica. Las mismas pueden consistir en establecimiento de cultivos en fajas, en terrazas o combinando ambas prácticas. Asimismo, se debe complementar dichas prácticas con labranza mínima, y el establecimiento, en mayor tiempo, con cultivos de cobertura.
- El espaciamiento horizontal entre las terrazas para los suelos con pendiente de 3 % puede variar entre 22 y 23 metros; con 4 %, entre 20 y 21 metros; con 5 %, entre 18 y 19 metros; con 6 %, entre 16 y 17 metros.
- Adopción de labranza de cincelado para las áreas con capas endurecidas por el efecto del exceso de labranzas a una misma profundidad (capa arable). Si la camada adensada se localiza a mayor profundidad, realizar la práctica de subsolado.
- Adopción de labranza mínima y labranza cero para no destruir la estructura del suelo del horizonte superficial y reducir la erosión hídrica, debido a que la textura del suelo de dicho horizonte es

muy frágil (arenosa a franco arenosa). Esta práctica debe ser acompañada de un control integral de malezas, a través de prácticas mecánicas y químicas.

- Incorporación intensiva de materia orgánica bien descompuesta, previa a la siembra o con 3 meses de anticipación si no esta bien descompuesta. Los materiales a utilizar y que abunda en la zona son cascarilla y expeller de algodón, estiércol de vacuno y de aves de corral, aunque estos dos últimos se consiguen en menor proporción. La dosis recomendada de cascarilla de algodón es de 8 a 10 Ton/Ha, entanto que el expeller del mismo vegetal, es de 4 a 6 Ton/Ha, debiendo aplicar ambos materiales, en el fondo del surco. El estiércol de vacuno o de aves de corral se debe aplicar a razón de 8 a 10 Ton/Ha, en la misma forma indicada para los de origen vegetal. Si se dispone de suficiente material, se recomienda aplicar cubriendo toda la superficie, debiendo aplicar en este caso entre 5 a 6 Ton más por hectárea, en relación a la cantidad recomendada para en surco, tanto para el de origen vegetal como animal. Asimismo, se puede planear la incorporación de abonos verdes, pudiendo establecer para el efecto algunas leguminosas, tales como: la mucuna, poroto, soja o arveja. En este último caso, el entierro de las plantas se debe realizar al inicio de la floración y la formación de las primeras vainas.
- Fertilización química de reposición o mantenimiento del nivel de los nutrientes según resultados de análisis de suelo. Una fertilización promedio para los principales rubros agrícolas de la zona, y considerando los resultados obtenidos en laboratorio de las muestras de suelo extraídas de la microcuenca en estudio, se presenta a continuación:



1. Cultivo de lupino blanco (Lupinus albus), una leguminosa en etapa de floración, San Juan Misiones, Dpto. Misiones.



2. Abono verde de invierno. Lupino blanco incorporados con arado de reja a tracción animal, San Juan Misiones, Dpto. Misiones.

| RUBROS AGRICOLAS | CANTIDAD DE NUTRIENTES REOUERIDAS EN Kg/Ha | | |
|---------------------|---|----|----|
| | N | P | K |
| Algodón | 30 | 35 | 70 |
| Maíz | 30 | 45 | 30 |
| Poroto y habilla | 25 | 40 | 40 |
| Maní | 30 | 50 | 50 |
| Papa | 40 | 40 | 40 |
| Mandioca y batata | 40 | 50 | 50 |
| Caña de azucar | 60 | 30 | 80 |
| Hortalizas de hojas | 60 | 45 | 45 |
| Hortalizas de raíz | 35 | 35 | 50 |
| Hortalizas de fruta | 90 | 70 | 60 |

La dosis de nutrientes recomendadas debe ser parcelada, vale decir, debe ser aplicada por lo menos en dos oportunidades con el fin de evitar pérdidas de los mismos por inmovilización y fijación de fosfatos, y lixiviación del nitrógeno, cuando se aplican alta dosis de estos elementos. Además de los problemas mencionados para el fraccionamiento de los nutrientes, se deben considerar también la textura superficial del suelo que varía de franco arenosa a areno franca. La primera, en el momento de la siembra a razón de 60 % de la cantidad total recomendada, y la restante, de acuerdo al cultivo, pudiendo variar de 15 hasta 45 días después de la primera fertilización.

- Cobertura muerta. Es una práctica muy importante para esta clase de capacidad de uso para disminuir o evitar la erosión hídrica y consiste en mantener sobre la superficie del terreno restos de hojas, tallos y raíces de plantas o dejar en barbecho surcado en contorno en los meses de enero, marzo, abril, octubre, noviembre y diciembre, en razón de que en los meses mencionados se registran precipitaciones considerables, con alto índice de erosividad.

- Rotación de cultivos, debiendo incluir dentro del plan, cultivos de leguminosas y pastos. En este terreno sería prudente incluir a lo sumo una cosecha de cultivos carpidos, dos de cultivos densos, y dos de plantas forrajeras. Una buena rotación para la zona de referencia y considerando las condiciones de suelo (textura) y clima (principalmente precipitación) es la sucesión algodón, maní, poroto, plantas forrajeras y maíz, con alta densidad de plantación.
- Corrección de la acidez del suelo. Los resultados de análisis de las muestras de suelos, nos indica que la microcuenca Belén en general, no presenta mayores problemas en relación a la acidez de suelo. No obstante, existen algunas áreas que presenta contenido de aluminio intercambiable por encima del nivel considerado tóxico a las plantas, donde la cantidad necesaria de cal agrícola no sobrepasa los 1.500 Kg/Ha. Dicha enmienda debe ser aplicado por lo menos 3 meses antes de la siembra.
- Si por monocultivo intensivo se deteriora las características físicas químicas de estos suelos, se deben cambiar para uso forestal o pastoril, implantando especies adaptadas en el área.

6.4. Prácticas de Manejo Recomendables para Subclase IV es

- Implantación de prácticas intensivas y complejas de control de erosión hídrica. Las mismas pueden consistir es establecimiento de cultivos en terrazas o en combinación con cultivos en fajas. Asimismo, se debe complementar dichas prácticas con labranza mínima o labranza cero, y el establecimiento con cultivos de cobertura.

El espaciamiento horizontal entre las terrazas para los suelos con pendiente de 6 % puede variar entre 15 y 16 metros; con 7 %, entre 14 y 15 metros; con 8%, entre 13 y 14 metros.

- Construcción de diques de contención cuando existan canales de erosión en surcos profundos ó en cárcavas. Para el efecto se recomienda utilizar materiales disponibles en la finca o en la zona, tales como: madera, tacuara, piedra, etc.
- Adopción de labranza de cincelado para las áreas con capas endurecidas por efecto del exceso de labranzas a una misma profundidad (capa arable). Si la camada adensada se localiza a mayor profundidad, realizar la práctica de subsolado.
- Adopción de labranza mínima y labranza cero para no destruir la estructura del suelo del horizonte superficial y reducir la erosión hídrica debido a que la textura del suelo de dicho horizonte es muy frágil (arenosa a franco arenosa). Esta práctica debe ser acompañada de un control integral de malezas a través de prácticas mecánicas y químicas.
- Incorporación intensiva de materia orgánica bien descompuesta, previa a la siembra o con 3 meses de anticipación si no está bien descompuesta. Los materiales a utilizar y que abundan en la zona son cascarilla y expeller de algodón, estiércol de vacuno y de aves de corral, aunque estos dos últimos, se consiguen en menor proporción. La dosis recomendada de cascarilla de algodón es de 10 a 12 Ton/Ha, en tanto

que el expeller del mismo vegetal, es de 6 a 7 Ton/Ha, debiendo aplicar ambos materiales, en el fondo del surco. El estiércol de vacuno o de aves de corral, se debe aplicar a razón de 10 a 12 Ton/Ha, en la misma forma indicada para los de origen vegetal. Si se dispone de suficiente material se recomienda aplicar cubriendo toda la superficie, debiendo aplicar en este caso entre 6 a 7 Ton más por hectárea, en relación a la cantidad recomendada para en surco, tanto para el de origen vegetal como animal. Asimismo, se puede planear la incorporación de abonos verdes, pudiendo establecer para el efecto algunas leguminosas, tales como: la mucuna, poroto, soja o arveja. En este último caso, el entierro de las plantas se debe realizar al inicio de la floración y la formación de las primeras vainas.

- Fertilización química de reposición o mantenimiento del nivel de los nutrientes según resultados de análisis de suelo. Una fertilización promedio para los principales rubros agrícolas de la zona, y considerando los resultados obtenidos en laboratorio, de las muestras de suelo extraídas de la microcuenca en estudio, se presenta a continuación:

| RUBROS AGRICOLAES | CANTIDAD DE NUTRIENTES REQUERIDOS EN Kg/Ha | | |
|----------------------|--|----|----|
| | N | P | K |
| Poroto y habilla | 30 | 40 | 40 |
| Batata | 40 | 50 | 50 |
| Caña de azúcar | 60 | 40 | 80 |
| Hortalizas de hojas | 60 | 45 | 45 |
| Hortalizas de raíz | 35 | 35 | 50 |
| Hortalizas de frutas | 90 | 70 | 65 |
| Pasto de corte | 60 | 60 | 40 |
| Pastura de pastoreo | 45 | 30 | 15 |



1. Terrazas de base ancha recién construida, Col. Obligado, Dpto. Itapúa.



2. Terrazas de base angosta recientemente construida, área Ybycuí, Dpto. Paraguari.

La dosis de nutrientes recomendada debe ser parcelada, vale decir, debe ser aplicada por lo menos en dos oportunidades, con el fin de evitar pérdidas de los mismos por la inmovilización y fijación de fosfatos, y lixiviación del nitrógeno, cuando se aplican alta dosis de estos elementos. Además de los problemas mencionados para el fraccionamiento de los nutrientes, se deben considerar también la textura superficial del suelo que varía de franco arenosa a areno franca. La primera, en el momento de la siembra a razón de 60 % de la cantidad total recomendada, y la restante de acuerdo al cultivo, pudiendo variar de 15 hasta 45 días después de la primera fertilización.

- Cobertural muerta. Es una práctica muy importante cuando se desea establecer cultivos anuales para disminuir o evitar la erosión hídrica y consiste en mantener sobre la superficie del suelo restos de hojas, tallos y raíces de plantas o dejar en barbecho surcado en contorno en los meses de enero, marzo, abril, octubre, noviembre y diciembre en razón de que en dichos meses se registran precipitaciones considerables, con alto índice de erosividad.
- Rotación de cultivos. En el caso de utilizar esta parcela con cultivos anuales, la práctica debe incluir dentro del plan, cultivos de leguminosas y pastos. Una buena rotación para la zona de referencia y considerando las condiciones de suelo (textura) y clima (principalmente precipitación), es la sucesión poroto, habilla, caña de azúcar o pasto de corte, abonos verdes y pastura de pastoreo.
- Corrección de la acidez del suelo. Los resultados de análisis de las muestras de suelos, nos indica que esta parcela no presenta mayores problemas en relación a la acidez del suelo. No obstante, existen algunas áreas que presenta contenido de aluminio intercambiable por encima del nivel considerado tóxico a las plantas, donde la cantidad necesaria de cal agrícola no sobrepasa los 1.500 Kg/Ha. Dicha enmienda debe ser aplicada por lo menos 3 meses antes de la siembra.

- Si fuere posible, se recomienda utilizar esta parcela para explotación ganadera (principalmente, tambo o ganado menor), con implantación de pastos cultivados.

6.5. Prácticas de manejo Recomendables para Subclase IVsh

- Construcción de zanjas de drenaje superficial con la finalidad de desender la napa freática o mantenerla hasta una profundidad que posibilite su utilización por cultivos de sistema radicular superficial o pasturas adaptadas a las condiciones del medio ambiente señalado. Para algunos cultivos tales como: tomate, locote, papa, zapallo etc. se recomienda uso de sistemas en surcos y amalgas, con el fin de mejorar las condiciones de drenaje interno del suelo.
- Incorporación intensiva de materia orgánica bien descompuesta, previa a la siembra o con 3 meses de anticipación si no está bien descompuesta. Los materiales a utilizar y que abundan en la zona son cascarilla y expeller de algodón, estiércol de vacuno y de aves de corral, aunque estos dos últimos, se consiguen en menor proporción. La dosis recomendada de cascarilla de algodón es de 10 a 12 Ton/Ha, en tanto que el expeller del mismo vegetal de 6 a 7 Ton/Ha, debiendo aplicar ambos materiales, en el fondo del surco. El estiércol de vacuno o de aves de corral, se debe aplicar a razón de 10 a 12 Ton/Ha, en la misma forma indicada para los de origen vegetal. Si se dispone de suficiente material se recomienda aplicar cubriendo toda la superficie, debiendo aplicar entre 6 a 7 Ton/Ha más, en relación a la cantidad recomendada para en surco, tanto para el de origen vegetal como animal.
- Fertilización química de reposición o mantenimiento del nivel de los nutrientes según resultados de análisis de suelo. Una fertilización promedio para los rubros agrícolas adaptados en las condiciones del medio y considerando los resultados obtenidos en laboratorio de las muestras de suelos extraídos de la parcela en estudio, se preseta a continuación.

| RUBROS AGRICOLAS | CANTIDAD DE NUTRIENTES REQUERIDOS EN Kg/Ha | | |
|---------------------|--|----|----|
| | N | P | K |
| Hortalizas de hoja | 60 | 45 | 45 |
| Hortalizas de raíz | 35 | 35 | 50 |
| Hortalizas de fruta | 90 | 70 | 65 |
| Pastura de pastoreo | 45 | 30 | 15 |

La dosis de nutrientes recomendada debe ser parcelada, vale decir, debe ser fraccionada en dos, tres o más oportunidades, con el fin de evitar pérdidas de los mismos por inmovilización y fijación de fosfatos y lixiviación del nitrógeno, cuando se aplican alta dosis de estos elementos. En el caso de las hortalizas de hoja y de raíz, la primera aplicación se debe realizar en el momento de la siembra a razón de 60 % de la cantidad total recomendada y la restante en dos oportunidades cada 10 a 15 días; en tanto que la hortaliza de fruta debe recibir la primera aplicación, a los 5 a 6 días después del trasplante a razón de 50 % de la cantidad total recomendada y la restante a los 30 y 45 días después de la primera fertilización.

El cultivo de pasto debe ser fertilizado en el momento de la siembra aplicando totalmente la cantidad recomendada. Luego, una vez establecida la plantación, aplicar 50 Kg/Ha de Urea, al voleo, cada 4 a 6 meses, menos en el invierno, para mantener en producción. Así mismo, la carga animal debe ser fuertemente controlada.

- Control o eliminación adecuada y oportuna de malezas por métodos químicos o mecánicos.
- Corrección de la acidez del suelo. Los resultados de análisis de las muestras de suelos, nos indica que esta parcela no presenta mayores problemas en relación a la acidez del suelo. No obstante existen algunas áreas que presenta contenido de Aluminio intercambiable por encima del nivel considerado tóxico a

las plantas, donde la cantidad de cal agrícola no sobrepasa los 1.500 Kg/Ha. dicha enmienda debe ser aplicada por lo menos 3 meses antes de la siembra.

- Si fuere posible, se recomienda utilizar esta parcela para explotación ganadera (principalmente, tambo y ganado menor) con implantación de pastos cultivados de sistema radicular superficial y cultivos hortícolas.

6.6.. Prácticas de manejo Recomendables para Subclase Vsh

Las prácticas de manejo recomendables para estos suelos son casi las mismas que para la subclase IVsh, con excepción de que los suelos de la subclase Vsh podrán ser utilizados para pasturas de sistema radicular superficial y profundo.

La aplicación tanto de abonos orgánicos como de fertilizantes químicos y la corrección de la acidez del suelo, estarán supeditados al mejoramiento de las condiciones del drenaje.



1. Construcción de terrazas de base ancha usando arado de discos, Instituto Agropecuario Carlos Pfanni, Dpto. Caagauzú.



2. Construcción de terrazas de base media (Murrundum) con Topadora, Toledo, Parana, Brasil.

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES GENERALES

En base al análisis e interpretación de toda la información obtenida del presente estudio de suelos, nos permite establecer las conclusiones y recomendaciones que a continuación se especifican:

1. Se ha efectuado el estudio de suelos a nivel detallado en la Microcuenca Belén, situada en la Colonia Blás Garay, Distrito de Coronel Oviedo, Departamento de Caaguazú. El área evaluada abarca aproximadamente 435.27 ha.

2. Se han identificados y descrito 6 series de suelos, con sus fases por: pendiente y drenaje.

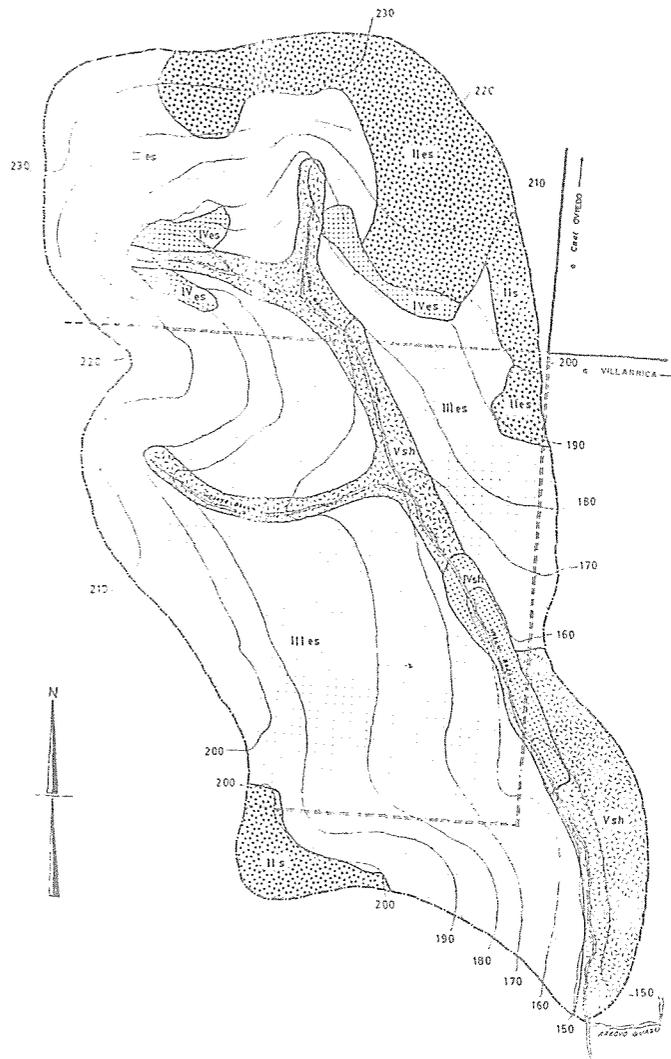
3. Se han calificado las tierras de acuerdo a su Capacidad de Uso, habiéndose determinado 68.39 has. de tierras aptas para cultivos con ligeras limitaciones (Clase II), 293,17 ha. de tierras aptas para cultivos con moderadas limitaciones (Clase III), 18.82 has. de tierras aptas para pastizales con moderadas limitaciones.

4. Limitaciones mas importantes que restringen su productividad son: textura gruesa a moderadamente gruesa, moderada pendiente y algunos problemas de drenaje y susceptibilidad a una inundación periódica.

5. Los suelos en general, poseen un nivel bajo de materia orgánica, pH fuertemente ácido, bajos niveles de fósforo y potasio asimilable.

6. A fin de incrementar la productividad de los suelos, se recomienda seguir un plan de manejo que se puede resumir en lo siguiente:

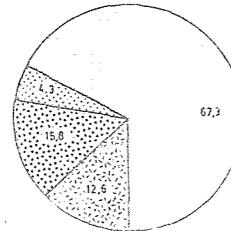
- Incorporación intensiva de abono orgánico como estiércol de distintas naturalezas, cascarilla de algodón, coco o tung; cada 2 a 3 años, según la rotación y disponibilidad de los mismos.
- Abonamiento de nivelamiento y reposición; en ambos casos se deben realizar de acuerdo a los resultados de análisis de fertilidad de los suelos y considerando la necesidad del cultivo a instalar y/o instalado.
- Corrección del pH, ajustando a la necesidad del cultivo a establecer, agregando cal agrícola como enmienda.
- Implantar labranzas mínimas para no destruir la estructura del horizonte superficial y evitar así, el sellado superficial por efecto de las lluvias erosivas de la zona. En el caso de la implantación de esta práctica, se debe considerar la necesidad del control integrado de malezas, a través de prácticas mecánicas y químicas.
- Cultivos en fajas, en terrazas combinándolas con otras prácticas, como labranza mínima, cultivo de cobertura y en contorno.
- Construcción de diques de contención, cuando existan canales de erosión en cárcavas.
- Rotación de cultivos, incluyendo cada dos años abono verde, especialmente leguminosas.
- El uso agrícola recomendado para estos suelos es: 2 años con cultivos anuales que exigen limpieza, intercalándolas con cultivos de cobertura e incorporación de rastrojos. Cuando se cultiva caña de azúcar se debe manejar adecuadamente este cultivo sin quemar rastrojos de cosecha e incorporando entre hileras, cobertura muerta (mulching).



SUPERFICIE Y PORCENTAJE DE LAS CLASES Y SUBCLASES DE CAPACIDAD DE USO
Microcuena BELEN

| CLASE | SUPERFICIE TOTAL | | SUB CLASE | SUPERFICIE PARCIAL | | SUELOS INCLUIDOS |
|-------|------------------|--------|-----------|--------------------|--------|--|
| | Ha | % | | Ha | % | |
| II | 68,39 | 15,8 | es | 16,76 | 3,3 | Peralita casi a nivel |
| | | | | 51,63 | 11,5 | Peralita ligeramente inclinada |
| III | 293,17 | 67,3 | es | 293,17 | 67,3 | Gayón ligeramente inclinada Oratorio ligeramente inclinada Gayón imoderadamente inclinado Loma Clavel moderadamente inclinada Peralita moderadamente inclinada |
| | | | | IV | 18,82 | 4,3 |
| V | 54,89 | 12,6 | sh | 9,00 | 2,1 | Tuyú casi a nivel |
| | | | | 45,89 | 10,5 | Belén casi a nivel Tuyú casi a nivel, drenaje pobre Belén ligeramente inclinada Tuyú ligeramente inclinada drenaje pobre |
| TOTAL | 435,27 | 100,00 | | 435,27 | 100,00 | |

DISTRIBUCION GRAFICA DE LAS CLASES DE CAPACIDAD DE USO



SIMBOLOGIA

| | |
|---------------------------------|-------|
| límite de suelo | ----- |
| límite de subclase de capacidad | ----- |
| límite de la zona de estudio | ----- |
| Avea de flujo permanente | ----- |
| Clase de capacidad de uso | II es |
| Subclase de capacidad de uso | es |
| Carreteras asfaltadas | ----- |
| Carreteras de tierra | ----- |

| Símbolo | Rango | Clase de capacidad de uso |
|---------|---------|---------------------------|
| A | 1 - 2 | Casi a nivel |
| B | 2 - 6 | Ligeramente inclinada |
| C | 6 - 13 | Moderadamente inclinada |
| D | 13 - 20 | Imoderadamente inclinada |
| E | 20 - 50 | Muy inclinada |

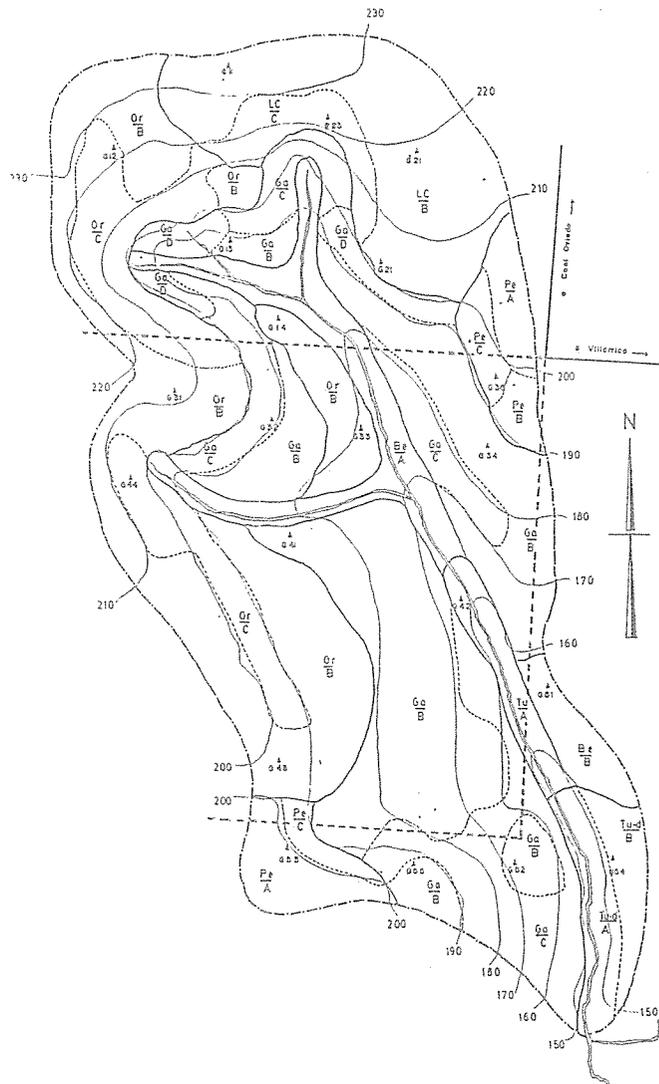
Figura: 7

PROGRAMA NACIONAL DE FERTILIZACIÓN Y CORRECCIÓN DE SUELOS

MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERÍA
Servicio de Extensión Agrícola - Córdoba
ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACIÓN
INVESTIGACIÓN Y SERVICIOS DE CONSULTORÍA

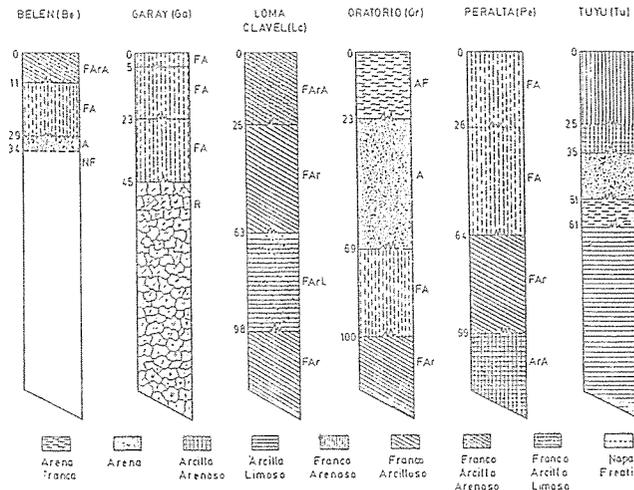
MAPA DE CAPACIDAD DE USO DE SUELOS
Microcuena BELEN
Escala 1:50,000

| | |
|---|--|
| ELABORADO POR: DR. CARLOS DEL BLAS PARRA DISEÑADO POR: DAAGHANZU | REVISADO POR: DR. A. ROYTENBERG CORRECCIONES: DAAGHANZU |
| APROBADO POR: DR. CARLOS DEL BLAS PARRA Original | |



PERFILES REPRESENTATIVOS DE LOS SUELOS

Microcuenca BELEN



| SERIE | SIMBOLO | SUPERFICIE TOTAL | | F A S E S | | SUPERFICIE PARCIA | | | |
|-------------|---------|------------------|--------|-----------|---------|-------------------|--------|------|-----|
| | | Ha | % | Pendiente | Drenaje | Ha | % | | |
| BELEN | Be | 37,17 | 8,5 | A | | 28,42 | 6,5 | | |
| | | | | B | | 8,75 | 2,0 | | |
| GARAY | Ga | 162,7 | 37,4 | B | | 100,00 | 23,0 | | |
| | | | | C | | 52,87 | 12,1 | | |
| | | | | D | | 9,82 | 2,3 | | |
| | | | | | | | | | |
| LOMA CLAVEL | Lc | 56,84 | 13,4 | B | | 47,83 | 11,0 | | |
| | | | | C | | 9,11 | 2,1 | | |
| ORATORIO | Or | 123,52 | 28,4 | B | | 86,90 | 20,0 | | |
| | | | | C | | 36,62 | 8,4 | | |
| PERALTA | Pe | 28,22 | 6,5 | A | | 16,76 | 3,8 | | |
| | | | | B | | 3,80 | 0,9 | | |
| | | | | C | | 7,67 | 1,9 | | |
| TUYU | Tu | 26,72 | 6,1 | A | | 9,00 | 2,0 | | |
| | | | | | | d1 | | 9,10 | 2,1 |
| | | | | | | d1 | | 8,62 | 2,0 |
| TOTAL | | 435,27 | 100,00 | | | 435,27 | 100,00 | | |

Figura: 6

| SIMBOLOGIA | |
|-----------------------------------|-----------|
| Límite de suelo | — |
| Límite de fase | - - - - - |
| Límite zona de estudio | — · — · — |
| Arroyo con flujo permanente | ~~~~~ |
| Localización y N° de colecta | ▲ 041 |
| Ga — Símbolo de la serie de suelo | |
| B — Clase de pendiente | |
| Carretera asfaltada | ————— |
| Carretera afirmada | — · — · — |

| PENDIENTE | | |
|-----------|---------|-------------------------|
| Simbolo | Rango | Descripción |
| A | 0 - 2 | Casi a nivel |
| B | 2 - 6 | Ligeramente inclinado |
| C | 6 - 13 | Moderadamente inclinado |
| D | 13 - 25 | Inclinado |
| E | 25 - 50 | Moderadamente empinado |

| | |
|---|---|
| MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERIA División de Extensión Agrícola - Gundera | |
| PROGRAMA NACIONAL DE MANEJO Y CONSERVACION DE SUELOS Y RECURSOS APINOS | |
| PROYECTO PAR 83/006 BID-PNUD-FAO-SEAG | |
| MAPA DETALLADO DE SUELOS Microcuenca BELEN. Escala original: 1:25.000 | |
| UBICACION: DISTRITO: OVALOVEDO-DEL-BLAS GARAY Dpto: CAAGUAZU | ELABORADO DR. A. GOSTENDA COLABORACION: UNIDAD DE CONSERVACION SUELOS DEL S.E.A.S DIBUJO: A. MEDINA NETTO |
| FUENTE: Ampliación aerofotica de la carta topografica del I.G.M. Escala 1:50.000 | JUNIO 1988 |

