

Proyecto "Apoyo al Manejo, Conservación y Explotación de los Recursos Forestales en el Trópico de Cochabamba"

CLASIFICACION Y PLAN DE USO MAYOR DE SUELOS PARA LA ZONA COLONIZADA DEL TERRITORIO INDIGENA PARQUE NACIONAL ISIBORO-SECURE

RESPONSABLES:

Steven E. Monteith, Ph. D.
Ing. Agr. Trifón Ayaviri A.

Cochabamba, Octubre de 1996



UNDCP
Programa de las Naciones Unidas
para la Fiscalización Internacional
de Drogas

AD/BOL/92/582



Ministerio de Gobierno
Secretaría Nacional de Defensa Social
Fondo Nacional de Desarrollo Alternativo

FONADAL



Organización de las Naciones Unidas
para la Agricultura
y la Alimentación

UNO/BOL/025/DCP

PROLOGO

El presente informe ha sido elaborado como un complemento a los mapas FCC de suelos y el mapa de uso mayor de la tierra (PLUS), del Territorio Indígena Parque Nacional Isiboro Securé (TIPNIS), para interpretar la clasificación del sistema por Fertilidad y Capacidad (FCC) y se pretende proporcionar pautas para la planificación y manejo de cultivos y usos alternativos de tierra. Estos mapas FCC del TIPNIS fueron elaborados en dos etapas. Una primera que consistió en la toma de muestras de suelos, de lugares representativos del sector, posteriormente se realizó sondeos de campo más detallados, con el fin de poder delimitar las unidades FCC. Una segunda etapa, que consistió en el trabajo de laboratorio, con la elaboración de los mapas finales y el informe complementario. El presente informe incorpora los mapas presentados en dos secciones (FCC y PLUS) correspondiente a la zona colonizada del TIPNIS.

El presente documento, en la parte de los anexos describe con amplitud los criterios del sistema FCC, que fueron empleados en la clasificación de suelos. Posteriormente, tomando como base esta clasificación, los factores ambientales y el acceso vial, se elaboró el mapa de uso mayor de la tierra.

RESUMEN EJECUTIVO

1. El Territorio Indígena Parque Nacional Isiboro Securé (TIPNIS) fue declarado una área protegida en 1965 y territorio indígena en 1991. El TIPNIS tiene una superficie total de más de un millón de hectáreas y es reconocido por la alta biodiversidad de sus bosques tropicales y sub-tropicales con variaciones de altitud entre 250 - 1600 msnm.
2. En los años 80, el TIPNIS ha sido sujeto a una colonización ilegal en la región noroeste del Trópico de Cochabamba. Hoy día, aproximadamente 4000 familias ocupan una área de 100,000 hectáreas donde dependen principalmente de la producción de cultivos de subsistencia y de la hoja de coca excedentaria. Estas actividades han provocado la deforestación de aproximadamente 25,000 ha creando así impactos ambientales serios.
3. En 1993 - 1994 con apoyo de USAID, el Gobierno ubicó en colaboración con el pueblo indígena y los colonizadores una "línea roja" alrededor de la zona colonizada más allá de la cual es prohibido nuevos asentamientos. También, se instaló cinco puestos de control a lo largo de la "línea roja" y una administración para la zona con representación del pueblo indígena, los colonizadores y el Gobierno a través de la Dirección de la Conservación de la Biodiversidad. Desde los últimos años, la sub-central indígena ha elaborado planes de desarrollo para todo el territorio que reconocen la zona colonizada definida por la línea roja como una unidad distinta dentro del TIPNIS.
4. El futuro desarrollo de la zona colonizada ha sido complicado por varias razones: la producción de coca excedentaria; su doble carácter por ser parque nacional y territorio indígena; discrepancias sobre el límite departamental entre Cochabamba y el Beni. Sin embargo, por la presencia de las altas concentraciones de coca excedentaria, existe la posibilidad que el Gobierno ampliaría los programas de desarrollo alternativo a la zona.
5. En el caso que el desarrollo alternativo intervenga en la zona, convendría orientar los programas en base de un Plan de Uso de Suelo (PLUS) a fin de asegurar un desarrollo sostenible. Es la política del Gobierno la elaboración de PLUS en todo el territorio nacional.
6. El presente estudio es una primera aproximación de un PLUS para la zona colonizada del TIPNIS. El PLUS se basa en tres criterios principales: la capacidad del suelo, factores ambientales, (topografía, zonas húmedas, ríos, etc.); infraestructura vial actual; estado general de los bosques nativos; proximidad a la "línea roja". Otros factores claves como la rentabilidad relativa

de diferentes usos de la tierra, la biodiversidad y consideraciones políticas y administrativas fueron fuera del alcance del presente estudio.

7. En cuanto a la clasificación de suelos, se aplica el sistema FCC - *Clasificación por la Fertilidad y Capacidad del suelo* (Fertility Capability Classification) - que ha sido bastante utilizado en el Trópico de Cochabamba a una escala de 1:100.000. Es un sistema que se concentra en los factores físicos y químicos más limitantes para la producción agropecuaria, es decir en el trópico de Cochabamba, se consideró los factores más importantes como ser: la textura del suelo, contenido de aluminio tóxico, alta acidez, contenido de potasio, drenaje y pendientes. El estudio considera la aptitud de las unidades delimitadas para la producción de banano, piña, palmito, cítricos, pasturas y producción forestal, los cultivos y actividades más prometedoras para la región.
8. En la zona colonizada del TIPNIS, los suelos son altamente variables en cuanto a sus características físicas y químicas debido a la dinámica influencia de los ríos y arroyos cercanos, variabilidad de la geología, y la alta tasa de precipitación. En términos generales, los suelos son poco fértiles y presentan limitaciones para la producción agropecuaria sin altos niveles de insumos (fertilizantes, enmiendas como la dolomita).
9. Dos problemas comunes encontrados son la falta de potasio y niveles elevados de saturación de aluminio (modificadores "k" y "a"). Al noreste, hay suelos húmedos y saturados por el mal drenaje interno, efectos de inundaciones prolongadas o la presencia de una napa freática elevada que imposibilitan la producción de la mayor parte de los cultivos considerados. Aún los bosques primarios no son bien desarrollados en estos suelos.
10. Los suelos inundados por períodos muy cortos con buen drenaje y que reciben nuevas deposiciones de sedimentos son generalmente más productivos como es el caso en las orillas del Río Isiboro. Los bosques en esta zona son muy productivos y parece que existe un alto nivel de biodiversidad. Desafortunadamente, la superficie de estos suelos es muy limitada.
11. Los suelos en las terrazas son más ácidos y tienen una menor cantidad de nutrientes, y no pueden producir rendimientos rentables a largo plazo sin la aplicación de fertilizantes o prácticas de conservación de suelos. No obstante, estos suelos son muy aptos para la producción forestal, debido a la adaptación natural de especies forestales a estas condiciones sobre miles de años.
12. Al suroeste de la faja de terrazas y llanuras de inundación y al noreste del camino principal existen dos zonas montañosas con un altitud hasta

aproximadamente 400 msnm. En estas zonas, se encuentra tierras con altas pendientes y en algunos lugares con poca profundidad hasta roca dura y/o con alta cantidad de grava y piedras (unidades de FCC - L'Rak y L'C'ak). Los suelos por su mayor parte tienen alta acidez y bajas cantidades de nutrimentos. Por las pendientes accidentadas, los suelos son poco profundos, tienen alto contenido de fragmentos rocosos y bajo contenido de nutrimentos. Estos suelos no son aptos para la producción agropecuaria.

13. En el PLUS es recomendado que en las unidades aptas para la producción agropecuaria se promueva estas actividades bajo sistemas agroforestales o silvopastoriles debido a la baja fertilidad general de los suelos de la zona.
14. Varias unidades delimitadas en el mapa de PLUS se designa dos usos mayores potenciales, por ejemplo, AS1/F1 - producción agrosilvopastoril extensivo/ producción forestal sin limitaciones mayores. Es decir que los suelos, acceso actual y factores ambientales favorecen cualquier de las dos actividades. Una determinación final necesitaría un análisis mas detallado de las condiciones locales y de criterio económico.
15. Es sumamente importante que se acepta que la información y recomendaciones presentado en el presente informe y mapas son de carácter general. La cartografía a 1:175.000 no permite la toma decisión sobre cual es el mayor uso del suelo ni la elección de cultivos a nivel local sin un reconocimiento o verificación de campo anterior.

TABLA DE CONTENIDO

	PÁGINA
PRÓLOGO	I
RESUMEN EJECUTIVO.....	II
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. DESCRIPCIÓN DE LA ZONA.....	1
3. APLICACIÓN DEL SISTEMA FCC (CLASIFICACIÓN POR SU FERTILIDAD Y CAPACIDAD) PARA CLASIFICACIÓN Y MAPEO DE SUELOS.....	3
4. METODOLOGÍA DE CLASIFICACIÓN Y MAPEO DE LOS SUELOS DEL TIPNIS (ZONA COLONIZADA).....	3
5. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA FCC Y SUS COMPONENTES	4
5.1. Componentes del sistema.....	5
5.1.1. Tipos.....	5
5.1.2. Interpretación de tipos texturales	5
5.1.3. Indicadores de fragmentos gruesos.....	7
5.1.4. Modificadores.....	8
5.1.5. Pendiente.....	8
6. POTENCIAL DE LAS UNIDADES FCC PARA VARIOS USOS	8
7. REGIONES FISIOGRAFICAS Y SUELOS DEL TIPNIS.....	10
8. USO POTENCIAL DE LA TIERRA EN LA ZONA COLONIZADA, EN BASE AL LEVANTAMIENTO DE SUELOS POR EL SISTEMA FCC.....	14
9. MAPA Y PLAN DE USO DEL SUELO (PLUS)	19
AS - Uso Agrusilvopastoril.....	21
AS1 - Uso Agroforestal	22

AS2	- Uso Agroforestal	22
AS3	- Uso Agroforestal	22
F	- Tierras de Uso Forestal	22
F1	- Uso Forestal Sostenible sin limitaciones de exceso de agua o pendientes excesivas.....	23
F2	- Uso Forestal con limitaciones de exceso de agua	23
F3	- Uso Forestal con limitaciones de pendientes excesivas.....	23
PR	- Tierras de Protección con uso restringido	23
PR1	- Tierras de Protección y uso restringido con limitaciones de pendientes excesivas.....	24
PR2	- Tierras de protección y uso restringido, franja de protección de los ríos.....	24
P	- Territorio Indígena Parque Nacional Isiboro Securé.....	25
P1	- Territorio Indígena Parque Nacional Isiboro Securé.....	25
P2	- Otras áreas protegidas	25
RESUMEN	26
BIBLIOGRAFÍA	28
ANEXOS	29
ANEXO 1.	CRITERIOS EN FCC DE LOS MODIFICADORES	30
ANEXO 2.	MAPA FCC DE SUELOS Y MAPA DE USO MAYOR DE LA TIERRA DEL TIPNIS.....	36
ANEXO 3.	RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO DE LAS MUESTRAS DE SUELOS TOMADAS DEL TIPNIS.....	37

CLASIFICACIÓN Y PLAN DE USO MAYOR DE SUELOS PARA LA ZONA COLONIZADA DEL TERRITORIO INDÍGENA PARQUE NACIONAL ISIBORO-SÉCURE

1. INTRODUCCIÓN

El Territorio Indígena Parque Nacional Isiboro-Sécure (TIPNIS) ha existido por más de 20 años, pero se ha hecho poco para promover su manejo y uso en una manera que produciría los beneficios óptimos a sus dueños, los ciudadanos de Bolivia. Sin planificación y protección, la tierra dentro del TIPNIS ha sido sujeta a colonización esporádica y sin orden. Sus recursos forestales y su vida silvestre han sido sujeta a depredación continua. La tierra del TIPNIS ha sostenido una vida de supervivencia marginal para la mayoría de los colonos y pocos han sacado provecho de los recursos existentes, y estos escasos beneficios de corto plazo valen sólo una pequeña fracción del costo del daño a largo plazo que se han hecho a los recursos del TIPNIS.

La productividad y el valor de los recursos naturales del TIPNIS - su flora, su fauna, sus aguas, y la tierra misma son estrechamente vinculados con el suelo y su productividad.

Los suelos del TIPNIS son altamente variables, especialmente en sus características relativas al crecimiento de plantas y la producción agropecuaria. Estas variaciones pueden ser considerables aún sobre distancias cortas. Por eso, es lógico que cualquier tipo de planificación y manejo que se hagan se debe hacer con el conocimiento de las características de los suelos. Para este propósito, se ha llevado a cabo este proyecto de caracterización del recurso suelo, este estudio comprende la porción del TIPNIS ya colonizada y de esta manera suministrar información sobre los suelos en una forma útil para aquellos quienes planificarán el uso de la zona y para aquellos quienes ejecutarán los planes.

El sistema de clasificación de suelos que se ha utilizado en este ensayo es el FCC que significa el sistema de *Clasificación por su Fertilidad y Capacidad* (Fertility Capability Classification). El mapa de uso potencial y el plan de uso del suelo fueron hechos en base de los criterios definidos por la Subsecretaría de Recursos Naturales y Ordenamiento Territorial con el objetivo de orientar la elaboración y presentación de los Planes Departamentales del Uso del Suelo.

2. DESCRIPCIÓN DE LA ZONA

Por Decreto Ley No. 07401 de fecha 22 de noviembre de 1965 declara al Parque Nacional Isiboro Sécure (TIPNIS), al área comprendida en los siguientes límites: al Sur los ríos Sasama e Isiboro, al Este el Isiboro desde su unión con el río Chipiriri hasta su confluencia con el río Sécure y al Oeste las aguas divisorias de las cordilleras Sejeruma y Mosetenes.

El Decreto supremo de creación del Parque no especifica la superficie del mismo, el que según distintos autores va desde 950.661 ha hasta 1.2 millones de has.

En 1991, luego de la "Marcha Indígena por el Territorio y la Dignidad" se declara oficialmente el Parque como Territorio Indígena, pero no da lugar a una "territorialidad étnica".

La región del TIPNIS, cuenta con elementos de la Cuenca del Amazonas, caracterizada como región tropical y con altitudes entre 170 a 2000 msnm, con una diversidad ecológica como:

- a. Bosques húmedos de Yungas en serranías netas,
- b. Bosques pluviales siempre verdes en terrenos con colinas y terrazas de pie de monte,
- c. Ceja de monte y laderas mas elevadas,
- d. Sabanas húmedas estacionalmente inundadas en la llanura aluvial,
- e. Humedades y meandros viejos.

La temperatura media anual está de 15°C en la serranía, 32°C en el pie de monte y llanura boscosa y 25°C en la llanura o pampas de Moxos. Las precipitaciones pluviales varían desde los 1.900 mm en la parte norte, hasta los 3.500 mm en las inmediaciones de Puerto Patiño.

La población indígena o étnica esta asentada en la parte más al norte del TIPNIS y está compuesta básicamente por los grupos étnicos: Moxeño, Trinitario, Yuracaré y Chimanes. Según el censo indígena de 1993, existen 2.373 hombres y 2.190 mujeres en 732 viviendas, repartidos en 47 asentamientos étnicos. Por otro lado, en la parte sur del TIPNIS, se tiene a los colonizadores provenientes de distintas regiones del país, principalmente de los centros mineros; estos colonizadores están agrupados en 8 Centrales Sindicales ocupando aproximadamente 100.000 has como área colonizada del TIPNIS. Debido a la falta de políticas de protección, manejo y a la penetración de colonizadores, el Parque no ha funcionado como tal. En general, la presencia de los colonos demuestra ser abrumadora en referencia al conjunto de las etnias amazónicas.

La actividad agrícola es conveniente diferenciarla:

- La actividad agrícola de los grupos étnicos que se basa fundamentalmente en un desmonte gradual del bosque natural en una proporción de 1 a 2 ha/año/familia para cultivos de subsistencia.
- La actividad agrícola de los colonos, que después de realizar los desmontes cultivan una variedad de especies agrícolas, aunque de todas ellas, sobresale el de la coca. Cabe resaltar que entre 1993 y 1995 se ha realizado por parte del Gobierno una fuerte presión para reducir las plantaciones de coca, producto de mayor importancia para los habitantes de esa zona.

La actividad ganadera en la zona colonizada es poco desarrollada, pequeños hatos ganaderos son mantenidos por algunas familias para la provisión de leche y carne de autoconsumo.

La actividad forestal no se desarrolla en amplitud, ya que el aprovechamiento industrial de la madera está prohibido dentro del sector, sin embargo solo se permite sacar madera cuarteronada para la construcción de viviendas.

La colonización que ha ocurrido, hasta ahora, ha sido esporádica, sin regulación y sin orden. La zona colonizada es una área muy conflictiva, por la manera ilegal de su colonización, la producción extensiva de coca, su inaccesibilidad y su ubicación, dentro de lo que es técnicamente un Territorio Indígena y Parque Nacional. Considerando, en lo futuro, que un tipo de programa probablemente llegará a esta zona; en base a ello, se ha realizado este estudio con fines de proporcionar información que se pueda utilizar para dirigir la aplicación de un determinado proyecto en una manera lógica, ordenada, y económicamente eficiente.

3. APLICACIÓN DEL SISTEMA FCC (CLASIFICACIÓN POR SU FERTILIDAD Y CAPACIDAD) PARA CLASIFICACIÓN Y MAPEO DE SUELOS

Los suelos del TIPNIS son altamente variables, especialmente en sus características relativas al crecimiento de plantas y la producción agropecuaria. Las diferencias se deben en gran parte a las variaciones en paisaje, posición fisiográfica y a las diferencias de materiales parentales. Dentro del sector existen algunas áreas con suelos que tienen un alto contenido de nutrientes y pueden producir rendimientos altos sin la necesidad de añadir cantidades considerables de fertilizantes o enmiendas (cal o dolomita). Sin embargo, en su mayor parte, los suelos del TIPNIS, tienen bajo contenido de nutrientes y alto contenido de aluminio (tóxico para la mayoría de los cultivos), por lo que no producirán los cultivos agrícolas, sin que se realice la aplicación de enmiendas al suelo. Varias zonas tienen buen drenaje y otras no, lo que obliga a una selección de cultivos resistentes a estas condiciones. Las pendientes excesivas constituyen la mayor limitación para la producción agrícola, en gran parte del TIPNIS; las pendientes son tan escarpadas que plantar, cosechar, y otras prácticas de manejo no pueden realizarse físicamente. Además la erosión severa y deslizamientos ocurrirán una vez removida la cobertura forestal.

4. METODOLOGÍA DE CLASIFICACIÓN Y MAPEO DE LOS SUELOS DEL TIPNIS (ZONA COLONIZADA)

El estudio de los suelos y la elaboración de un mapa de suelos del TIPNIS por el sistema FCC se llevó a cabo de la siguiente manera. Un ensayo preliminar de la zona se hizo utilizando fotos aéreas de la zona. Se examinó las fotos con un estereoscopio que permitió la delineación de varios componentes del paisaje en el sector. Utilizando

el conocimiento del modelo de correspondencia de suelos a elementos específicos del paisaje y a componentes fisiográficos, se dibujo en forma de borrador las unidades fisiográficas. Después, se tomó muestras de suelos representativos de las varias unidades del paisaje; los cuales fueron analizados en laboratorio, en sus aspectos físico-químicos más importantes. Se hizo un estudio de verificación en campo, realizando sondeos en sitios representativos para observar la características físicas del suelo (color, textura, estructura, profundidad, etc.). Se hizo observaciones en todas aquellos sectores accesibles de la zona colonizada. La frecuencia de observaciones dependió de la uniformidad o variabilidad del suelo. Con los resultados de los sondeos de campo y los análisis del laboratorio, se efectuó la clasificación de las unidades FCC. Las delineaciones se realizaron en base a cambios en la fisiografía o geología que corresponde a los cambios en el suelo, utilizando la información de las observaciones de campo, mapas topográficos, fotos aéreas, imágenes infrarrojas de satélite, además del conocimiento de variación de suelos en las demás regiones del trópico de Cochabamba, ya clasificado con este sistema (Figura 1).

Las unidades FCC indicadas sobre los mapas, corresponden a los suelos más abundantes y que están presentes en esa área. Los suelos del TIPNIS son variables. Con la escala de 1:100,000, no es posible mostrar todas las unidades de suelo (unidades más pequeñas) que existen sobre el paisaje. La clasificación se hizo a un nivel bajo de intensidad para fines de planificación general. La intensidad de trabajo y la escala del mapa no permite la interpretación de los mapas a nivel de finca. Para éste último aspecto es necesario realizar reconocimientos de campo, para tomar decisiones sobre su mayor uso, elección de cultivos y manejo de suelos.

5. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA FCC Y SUS COMPONENTES

El sistema FCC fue desarrollado con la intención de agrupar suelos con características similares en relación a su fertilidad. El sistema identifica características más importantes del suelo que limitan la producción de cultivos y manejo de suelos. El usuario debe aplicar tecnologías similares a suelos de un grupo identificado, para corregir las limitaciones de producción. Las unidades FCC pueden ser empleadas como una base para aplicar tecnologías establecidas o para desarrollar nuevas tecnologías que sirvan para superar estas limitaciones. El sistema FCC no da recomendaciones específicas para programas de aplicaciones de fertilizantes, sino que describe problemas generales ya conocidos como limitantes para la producción de cultivos. El sistema supone que se emplean insumos normales como fertilizantes y materiales encalantes. Las limitaciones indicadas por el FCC significan la necesidad de insumos y manejo en adición a los insumos y manejo normales.

Las unidades del sistema FCC son indicadores directos de problemas del manejo de la fertilidad. Otros sistemas como la *Taxonomía de Suelos*, clasifican suelos según sus características morfológicas, físicas, genéticas y químicas. El sistema de *Taxonomía de Suelos* ha sido utilizado extensivamente para clasificar suelos para varios



DEPARTAMENTO DE COCHABAMBA

CLASIFICACION Y MAPEO DE SUELOS

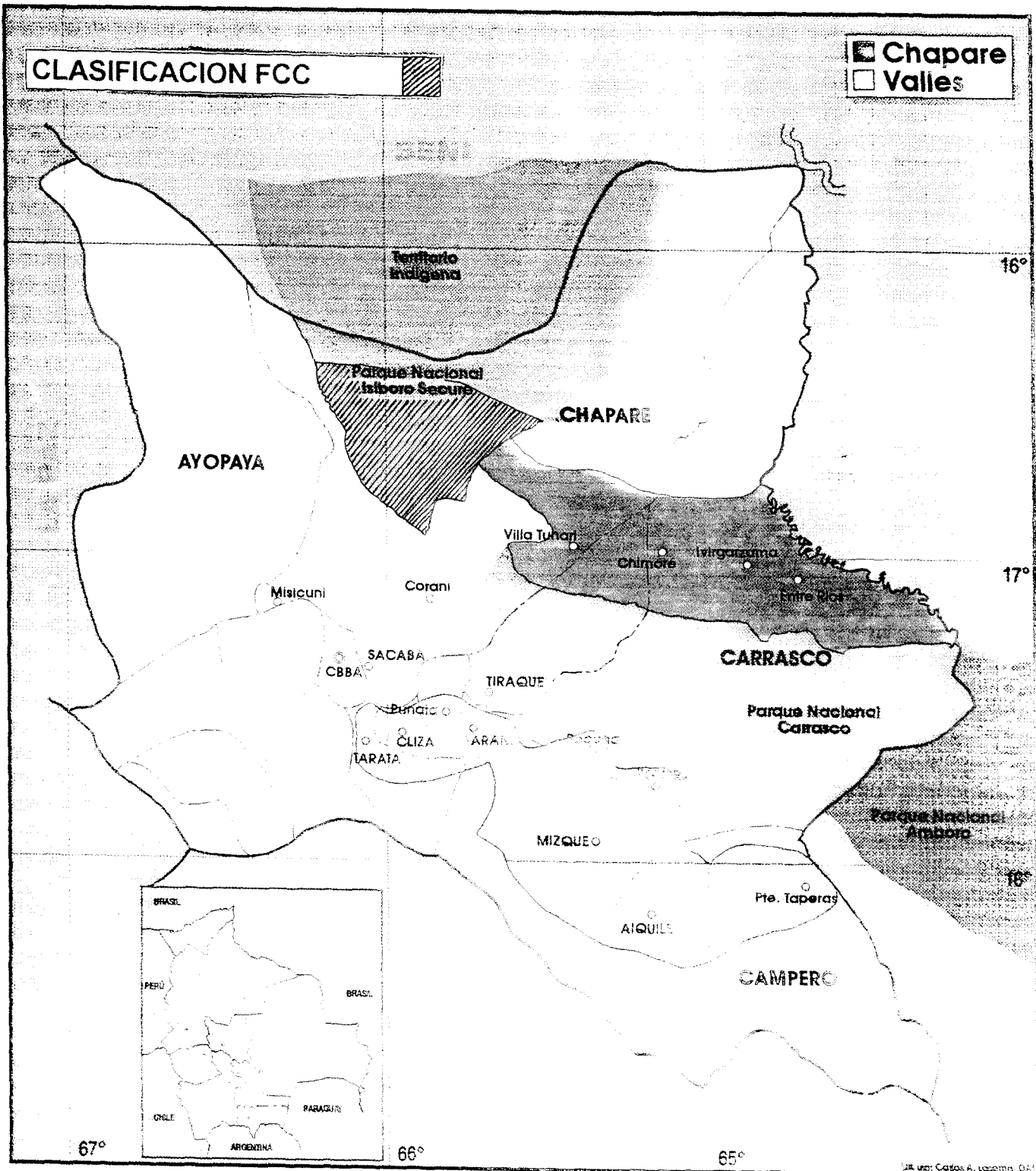
Area del TIPNIS Clasificada con el Sistema por Fertilidad y Capacidad (FCC)

Octubre, 1996

CLASIFICACION FCC



■ Chapare
□ Valles



propósitos. Hay por lo menos dos limitaciones del sistema de *Taxonomía de Suelos* que hace al sistema FCC preferible en una aplicación como la clasificación y mapeo del TIPNIS. Primero, para la utilización del sistema *de Taxonomía de Suelos* lo más útil es a nivel de serie, para este fin es necesario hacer un ensayo preliminar para determinar la extensión de las características del suelo y establecer límites dentro de las extensiones de estas características que definen las varias series. Esta etapa requiere considerable tiempo antes de empezar el verdadero proceso de mapeo con este sistema. Segundo, los nombres de las unidades de clasificación dentro de la *Taxonomía de Suelos* son palabras de derivación del idioma Latín como "Typic Paleudults". Estos nombres no dan información al usuario en una forma connotativa y fácilmente entendible como las unidades de FCC. La clasificación *Taxonómica* requieren un experto en *Taxonomía de Suelos* para entender y explicar el sentido de la unidad. Comparativamente, el sistema FCC proporciona alguna información específica que afecta la capacidad del suelo para producir plantas, hecho que no la proporciona directamente la *Taxonomía de Suelos*. Por ejemplo FCC incluye niveles de aluminio tóxico establecidos por su efecto en plantas, e incluye información sobre la disponibilidad de nutrimentos para las plantas como potasio y fósforo, lo que no proporciona la *Taxonomía de Suelos*.

5.1. Componentes del sistema

Las unidades de clasificación del sistema FCC incluyen símbolos que describen *tipos* de suelos y *modificadores* del tipo. Un ejemplo de una unidad de clasificación es Lak en la que L es el tipo y "a" y "k" son modificadores.

5.1.1. Tipos

Símbolos para *tipos* que identifican las texturas de la capa superficial y la capa subsuperficial. Los *tipos superficiales* representan la textura de los 20 cm superiores del suelo. Los *tipos subsuperficiales* representan la textura de 20 a 50 cm (ver cuadro 1)

Si los tipos superficiales y subsuperficiales son iguales, sólo un símbolo es empleado. Si existe una diferencia entre los tipos texturales de las capas, se emplean los dos símbolos. Se nota que las letras S, L, C & R representan las palabras para las texturas equivalentes en inglés (sandy, loamy, clayey, rocky) respectivas. Se ha mantenido las letras del inglés para mantener la integridad y universalidad del sistema.

5.1.2. Interpretación de tipos texturales

L: (Franco) - Este tipo textural tiene las menores limitaciones para los cultivos. Las texturas dentro del Tipo L son favorables para el drenaje y permeabilidad. Estas texturas son fáciles para cultivar y sembrar; las plantas brotan y las raíces crecen fácilmente. El contenido de arcilla es suficiente para retener nutrientes de plantas contra la lixiviación. Los tipos L tienen capacidad más alta que otros tipos texturales

para almacenar agua disponible para las plantas. Sin embargo, este tipo es mas fácil de compactar por tráfico de animales, tráfico humano o de equipos de cultivo.

Cuadro 1. Criterios en FCC de Tipos Superficiales y Sub-superficiales

TIPO	CRITERIO
S (arenoso)	Texturas (USDA) arenas y arenas francas (aproximadamente > 80% arena)*.
L (franco)	Texturas no incluidos en L o C. (Texturas con menos de 35% de arcilla, excepto arenas y arenas francas.)
C (arcilloso)	Suelos con texturas con 35% o más de arcilla.
R (roca)	Roca solida o otra capa no penetrable por raíces.

* Tipo = S cuando (a) arena >85%, o cuando (b) arena = 70 a 85% y %limo + %arcilla x2 <30.

S: Suelos arenosos - Estos tipos son limitados para la producción de cultivos, principalmente por su baja capacidad de retener nutrimentos y bajo contenido de los mismos. Su permeabilidad es rápida y el agua se mueve por el suelo rápidamente. Por lo tanto, la permeabilidad también permite la lixiviación rápida de nutrimentos del suelo. Existe una pérdida rápida de estos nutrimentos después de la quema del bosque y de aquellos aplicados en los fertilizantes. La capacidad de almacenamiento de agua disponible para las plantas es baja en Tipos S.

C: Suelos arcillosos - Las propiedades físicas de los suelos arcillosos son problemáticos para el manejo. La permeabilidad es generalmente lenta; los suelos a menudo son saturados por agua y tienen colores grises lo que indican distintas épocas de saturación. Sin embargo, los suelos arcillosos en lugares altos y con buena estructura son bien drenados. La capacidad de retener nutrimentos de suelos arcillosos es usualmente más alta que la de suelos con menos arcilla. Por lo tanto, la pérdida de nutrimentos es más lenta, pero son necesarias mayores cantidades de materiales encalantes y fertilizantes para aumentar la fertilidad de estos suelos.

R: Suelos con capas de roca - Este tipo FCC indica la presencia de una capa de roca sólida y continua. Este tipo es distinto de los tipos con apóstrofes que indican fragmentos de roca sueltos dentro de una matriz de suelo. El tipo R indica una capa que las raíces no pueden penetrar. En el TIPNIS, este tipo se aplica a la capa subsuperficial de algunos suelos que ocurren en zonas montañosas. La presencia y profundidad de esta capa dentro de 50 cm es variable y no fácilmente previsible. Por lo tanto, las zonas montañosas se han identificado dentro de la clasificación FCC con dos clasificaciones porque existen algunos suelos con un tipo subsuperficial R y otros sin un tipo subsuperficial R. Esta capa limita el espacio en donde las raíces pueden crecer, obtener agua y nutrientes. La falta de agua no es normalmente un problema por que la precipitación en esta zona es abundante. La mayor limitación para el uso de los suelos es la pendiente excesiva. La presencia de esta capa aumenta el riesgo de deslizamiento como la restricción y acumulación de agua encima de esta capa puede aumentar el peso del suelo y servir como lubricante. El desbosque aumenta la tendencia para ocurrir deslizamientos de tierra.

5.1.3. Indicadores de Fragmentos Gruesos

Cualquiera de los tipos descritos líneas arriba puede ser modificado por el uso de uno o más apóstrofes ('). Los apóstrofes son empleados para indicar la presencia de fragmentos de roca dura. El uso de los apóstrofes es determinado de la siguiente manera:

Cuadro 2. Criterios en FCC para la identificación de las clases de fragmentos de roca

símbolo (no. de apóstrofes)	volumen de fragmentos	tamaño de fragmentos
' (1)	15 a 35%	2 mm a 25 cm
" (2)	más de 35%	2 mm a 25 cm
''' (3)	más de 15%	más de 25 cm

Ejemplo: L'ak = suelo franco (0 - 50 cm) pero con 15 - 35% grava

5.1.4. Modificadores

Los símbolos para *modificadores* identifican las limitaciones de manejo y fertilidad. Los modificadores representan condiciones dentro los primeros 50 cm del suelo. Estos son indicados con letras minúsculas. Un suelo puede tener más de un modificador. El cuadro 3. muestra descripciones de los varios modificadores que se encontró en la área del estudio.

5.1.5. Pendiente

Las zonas con pendientes suficientes para afectar el uso y manejo del suelo, serán indicadas entre paréntesis después de la clasificación (ver cuadro 4). La pendiente se indica en porcentajes que significan unidades de cambio de altura por unidades de cambio de distancia horizontal. Por ejemplo, una pendiente de 20% sube (o cae) 20 metros por cada 100 metros de distancia horizontal. En la mayoría de la tierra incluida en los mapas de FCC del TIPNIS, las pendientes varían entre 10 a 90% (en diferentes grados) y la pendiente está indicada entre paréntesis después de los símbolos de la clasificación FCC.

Si la pendiente de una unidad FCC es suficiente como para limitar la producción de cultivos, puede hacer más difícil el manejo, o el riesgo de erosión es mayor. El rango no existe en cada unidad, y el usuario del mapa debe determinar la pendiente existente en la parcela de interés. Después de conocer la pendiente específica, el usuario puede utilizar la siguiente información para determinar la aptitud de la tierra para un determinado cultivo y para aplicar prácticas específicas de manejo.

Las recomendaciones previas que se han hecho en base a la alta cantidad e intensidad de lluvia en la zona. Los efectos de este tipo de precipitación es mucho mas pronunciado que el efecto mismo de precipitación en los valles altos y el altiplano. El riesgo de erosión es mucho mas en la misma pendiente en el Trópico de Cochabamba que en el Valle Alto. Cuando se considera el efecto de la pendiente para tomar decisiones sobre el uso y el manejo de tierra en el Trópico de Cochabamba, se debe tomar en cuenta la cantidad e intensidad de precipitación.

6. POTENCIAL DE LAS UNIDADES FCC PARA VARIOS USOS

El propósito de este ensayo es proporcionar información sobre el potencial de la tierra para varios usos. Pero no proporciona capacitación detallada en el manejo específico de los suelos. Este tipo de información y capacitación se debe proporcionar en la etapa de implementación después de haberse tomado las decisiones de aspecto político sobre el uso futuro de la zona. Para mostrar el potencial de la tierra para la producción agrosilvopastoril, las unidades FCC, encontradas en el TIPNIS, se han categorizado en tres clases de compatibilidad para cada uno de los siete usos potenciales que existen actualmente o podrían

existir dentro de las condiciones actuales del sector. El cuadro siguiente muestra la compatibilidad de las unidades con los usos potenciales de la tierra.

Cuadro 3. Criterios en FCC que identifican los modificadores

(Este cuadro proporciona definiciones generales de los criterios. Ver el anexo para definiciones más técnicamente precisas y más amplias.)

MODIFI-CADOR	CRITERIO
a	Alta acidez, alta contenido de aluminio tóxico (saturación de aluminio > 60%).
h	Acidez media, contenido moderado de aluminio tóxico (saturación de aluminio de 10 - 60 %).
g-	Saturación con agua intermitente (periodo corto) (La letra 'g' representa 'gley' o colores grises.)
g	Saturación con agua por periodos largos.
g+	Saturación con agua por periodos muy largos.
k	Bajos contenidos de potasio disponible.
k+	Bajos contenidos de potasio disponible y bajos contenidos de minerales que son fuentes potenciales de potasio.
e	Baja capacidad del suelo de retener nutrimentos.

Cuadro 4. Rangos de pendientes que identifican la aptitud y el manejo para la producción agrícola.

0 - 5	Apto para todo tipo de cultivo sin limitaciones
5 - 10	Apto para cultivos que no necesitan manejo intensivo. Pendientes pueden obstruir prácticas de manejo con maquinaria o transportación (por ejemplo cosecha y transporte de racimos de banano). Existe un riesgo de erosión si se deja el suelo sin cobertura vegetal por periodos extendidos.
10-20	No apto para cultivos anuales. Son aptos para cultivos perennes que no necesitan manejo intensivo. Existe un riesgo elevado de erosión cuando se deja el suelo sin ninguna cobertura vegetal completa y densa. Apto para pastos, manejo forestal y otros tipos de cobertura vegetal permanente.
20-35	Solamente cultivos perennes de ciclos largos mantiene una cobertura permanente y no necesitan manejo frecuente o intensivo. Estos pueden incluir cultivos de árboles como tembe o cítricos.
>35	Tierras no aptas para cultivos. Manejo no es práctico. Alto riesgo de erosión y deslizamiento. Se deben dejar como bosque y manejar estas tierras como recursos forestales.

7. REGIONES FISIográfICAS Y SUELOS DEL TIPNIS

Los suelos en el TIPNIS (parte colonizada) están estrechamente conectados con la fisiografía y geología de la zona. Una breve descripción puede ilustrar esta relación y ayudar en la comprensión del modelo de variación de los suelos.

Las unidades fisiográficas toman la forma de fajas, excepto en el sector aledaño al Río Isiboro, estas fajas se extienden paralelas al camino principal. El camino mismo se extiende hacia el noroeste por el valle del Río Sasama comenzando desde el Río Isiboro hasta el sector del Sindicato Aroma; al noreste del centro urbano de Aroma, el camino cruza por el Valle del Río Moleto (Chillichijama), esta unidad fisiografica llega hasta la bifurcación con el Río Ichoa. En este valle, se encuentran llanuras de inundación cerca de los ríos, y fajas de terrazas a alturas que sobresalen tres a cuatro metros sobre los ríos. Los suelos en este sector están formados por aluviones depositados por los ríos; generalmente, este tipo de aluvión es profundo, y tienen un alto contenido de grava y piedras; los suelos formados así generalmente son bien drenados; sin embargo algunos terrenos cerca de los ríos son sujetos a inundaciones poco frecuentes y por lo tanto tienen drenaje moderado a deficiente.

Cuadro 5. Aptitud de unidades FCC para usos agrosilvopastoriles y forestales

UNIDADES FCC	BANANO	PIÑA	PALMITO	CÍTRICOS	PASTOS	FORESTAL
Lak	2	1	2	1	1	1
Lak (0 a 5%)	2	1	2	1	1	1
Lak (0 a 10%)	2	1	2	2	1	1
Lak (0 a 45%)	2	2	2	2	1	1
Lak+e (0 a 5%)	3	2	2	2	2	1
Lak+e (0 a 10%)	3	2	2	2	2	1
Lak+e (0 a 25%)	3	2	2	2	2	1
Lak+e (0 a 45%)	3	3	2	2	2	1
Lak+e (0 a 90%)	3	3	3	3	3	2
Lhk	1	1	1	1	1	1
L'hk	1	1	1	1	1	1
Lghk	2	3	2	2	3	1
L"ghk	2	3	2	3	3	1
Lg-ak	2	3	2	2	2	1
LCak	2	1	2	2	1	1
LCak (0 a 25%)	2	1	2	2	1	1
LCg-ak	2	3	2	2	1	1
Cak	3	3	2	2	2	1
Lgak & LCg+ak	3	3	3	3	3	2
Lhk+ & Lg-hk	3	3	2	2	2	1
Lak+e & L'ak+e (0- 25%)	3	3	3	3	3	1
L'Rak & L'Cak (10 - 90%)	3	3	3	3	3	2
L' Rak- & L"ak (10- 90%)	3	3	3	3	3	2

ESCALA DE CALIFICACIÓN

1. Se puede producir el cultivo con insumos "normales" (insumos necesarios para establecer plantas y reemplazar los nutrientes extraídos en las cosechas). Ya que casi todos los suelos tienen el modificador "k", se consideran como insumos "normales" a niveles altos de fertilización con K.
2. Es necesario un alto nivel de insumos para producir este cultivo, especialmente durante el período de establecimiento.
3. Son necesarios altos niveles de insumos, o el cultivo no es adecuado. El costo de corregir las limitaciones puede ser prohibitivo bajo circunstancias actuales.

Suelos que están sujetos a inundaciones y que reciben nuevas adiciones de sedimentos son generalmente más productivos que los suelos situados en las terrazas altas. Los suelos en las terrazas son más ácidos y tienen una menor cantidad de nutrientes que los suelos de las llanuras de inundación. Sin embargo, los suelos en las terrazas tienen buenas características físicas, y pueden dar rendimientos rentables con buen manejo a través de la aplicación de insumos como fertilizantes y enmiendas a base de cal.

Al suroeste de la faja de terrazas y llanuras de inundación del valle, mencionado anteriormente, se encuentra una zona montañosa. En esta zona, se observan tierras con altas pendientes y en algunos lugares los suelos son poco profundos, encontrándose a escasos centímetros de profundidad una roca dura y/o suelo con alta cantidad de grava y piedras (por ej. las unidades FCC L'Rak & L'C'ak). Los suelos en la zona montañosa en su mayor parte tienen alta acidez y bajas cantidades de nutrientes; existe una unidad fisiográfica de 4 ó 5 km de ancho, con estas características, que se extiende paralelo al camino del Río Isiboro hasta el Río Moletto, básicamente estos suelos están formados por areniscas rojas y bandas de arcilla roja, además tienen un contenido moderado de carbonatos de calcio. Estos suelos y el aluvión que se deriva de esta zona, tiene un contenido de nutrientes un poco más alto que los suelos ubicados en el llano de la parte norte del TIPNIS, y en el sector más al noroeste del Río Moletto; sin embargo, debido a las pendientes excesivas, la presencia casi superficial de la roca, la alta cantidad de fragmentos rocosos, y la excesiva precipitación pluvial, hace que los suelos de esta zona, no sean aptos para un cultivo intensivo. La vegetación natural que se ha adaptado a las limitaciones existentes en la zona, son mucho más tolerantes que aquellos cultivos que han sido introducidos. Cuando se realiza el desbosque en este tipo de tierra hay un alto riesgo de erosión y deslizamiento, cuando desaparece la cubierta vegetal.

Al noreste del camino principal, existe una faja de serranía de 2 a 5 km de anchura, esta unidad fisiográfica está formada por colinas con alturas de aproximadamente 400 msnm (100 m o más altos que los terrenos adyacentes al suroeste y al nordeste). Esta faja está colocada entre la bifurcación de los ríos Sasasama, Isiboro

y el Río Ichoa. Geológicamente, esta serranía es un "síncino" que sufrió un levantamiento tectónico hace miles de años, hecho que produjo una superficie inestable, y por efecto de la erosión geológica esta zona quedó muy disectada y con pendientes escarpadas. El material parental que se encuentra por debajo de esta serranía está integrado básicamente por sedimentos no consolidados de material franco-arenoso, arena y arcilla. Este material tiene una cantidad variable de fragmentos rocosos. Por lo tanto los suelos en esta zona tienen texturas francosas con inclusiones de texturas arenosas y arcillosas, con un contenido variable de piedras del tamaño de 1 a 25 cm de diámetro. Las pendientes en esta zona son altas en su mayor parte, con algunas pocas áreas planas por encima de algunas colinas y también en franjas delgadas ubicadas al lado de algunos arroyos a manera de llanuras de inundación y terrazas. Los sedimentos del cual está compuesto el material parental de estos suelos, son primordialmente de cuarzo en su mayor parte, además tienen una baja cantidad de minerales meteorizables que podrían ser fuentes de nutrientes para las plantas. Por lo tanto, los suelos en esta zona, tienen contenidos de nutrientes muy bajos y son muy ácidos. La mayoría de los nutrientes están incorporados en la biomasa del bosque (materia orgánica). Cuando se tumba y quema el bosque, los pocos nutrientes que existen son convertidos a una forma más soluble (las cenizas) y estos son perdidos rápidamente por efecto de la alta tasa de precipitación. Las pendientes excesivas y la baja fertilidad natural; hace que los suelos de esta zona sean muy frágiles y consecuentemente no son aptos para ser cultivados.

Más al noreste de la faja de la serranía, se encuentra una zona de terrazas de varias alturas. Estas terrazas tienen sus alturas más elevadas junto a la serranía y la altura más baja hacia el noreste en una dirección perpendicular a la serranía. Estas terrazas están compuestas básicamente por sedimentos depositados por ríos antiguos y por los varios ríos y arroyos que actualmente existen; las fuentes de estos sedimentos son las montañas y la serranía al suroeste. Estos sedimentos fueron depositados hace miles de años, y han sido sujetos a una meteorización por la lluvia y el clima tropical. Por eso, los suelos que están conformados a base de estos sedimentos, tienen bajos contenidos de nutrientes para las plantas y son generalmente muy ácidos. Las terrazas más cerca a la serranía son las más altas, y las más disectadas. Aquí, la zona de terrazas, tiene inclusiones de superficies planas, pero a los lados, las pendientes son más excesivas debido a la disección. Las texturas de estos suelos son francosas, en su mayor parte, en algunas áreas más pequeñas tienen texturas más arenosas. Hacia el noreste, existen áreas con menos disección, y el terreno tiene proporcionalmente más superficie plana y texturas más arcillosas. Eventualmente, se llega a terrenos que son más o menos planos con poca disección, especialmente cerca de los arroyos. Hacia al noreste de esta área de terrazas, los suelos son mal drenados, como las unidades FCC Lakg & LCakg+; que están sujetos a inundaciones y tienen problemas de napas freáticas altas. Los suelos en las terrazas, tienen mayor potencial para su cultivo, debido a la menor saturación con agua y además estos suelos tienen un bajo contenido de nutrientes y una alta acidez. Los suelos bien drenados en las terrazas, hacia al suroeste,

tienen algún potencial para su cultivo, principalmente donde las pendientes no son excesivas (ver la tabla previa que muestra las limitaciones de las clases de pendientes). No obstante, aún los suelos planos tienen bajos contenidos de nutrimentos y alta acidez y consecuentemente no pueden producir más de una cosecha y será necesario realizar la aplicación de altos insumos, de modo de otorgar nutrimentos para las plantas.

Hacia el sudeste, en una franja paralelo al Río Isiboro, está ubicada una franja de terraza de suelos bien drenados, pero con texturas arcillosas en la capa subsuperficial (por ej. la unidad FCC LCak). Los suelos en esta área tienen un contenido un poco más alto de nutrimentos, con relación a las otras zonas, y son más productivos. Sin embargo, aún estos suelos no pueden producir rendimientos rentables a largo plazo, sin que se realice adiciones de nutrientes para las plantas. También, estos suelos son muy aptos para la producción forestal; ya que el crecimiento de los árboles es rápido y existe además una mayor biodiversidad.

Finalmente, en el área entre el Río Isiboro y su bifurcación con el Río Sasama, se encuentra una zona que constituye ser una llanura de inundación a manera de franja angosta paralela a los ríos. Esta franja está compuesta de sedimentos recientes depositados por los ríos. Los sedimentos traídos por el Río Isiboro son derivados de material parental (rocas) en las montañas con altos contenidos de nutrimentos. Estas rocas, dentro su conformación, incluyen Dolomita, por lo tanto, los suelos en la llanura de inundación del Río Isiboro, son los más fértiles que existen en la zona de mapeo (por ej. la unidad FCC Lhk). Los suelos aquí son favorables para el crecimiento de las plantas y pueden producir cultivos de una manera sostenida; de hecho también las especies forestales desarrollarán bien, los bosques en esta zona son muy productivos y existe una alta biodiversidad. Desafortunadamente, la superficie de estos suelos es muy limitada.

8. USO POTENCIAL DE LA TIERRA EN LA ZONA COLONIZADA, EN BASE AL LEVANTAMIENTO DE SUELOS DEL SISTEMA FCC

La siguiente sección da una interpretación del potencial del terreno en el TIPNIS para diversos usos. Es difícil afirmar, que es imposible utilizar un terreno para un uso específico. Con la aplicación de insumos suficientes y el manejo adecuado, se puede adaptar un terreno al uso que se desea, a pesar de los obstáculos que se presente. Por ejemplo, los Holandeses han hecho tierra productiva de áreas donde anteriormente existía el mar, de una profundidad de dos metros. El uso de la tierra entonces, es determinado por factores socio-económicos y políticos además de las características de la tierra misma. Por eso, el propósito de este informe es dar información en base a las características inherentes al terreno. Cualquier consideración sobre la productividad de la tierra para usos alternativos o la rentabilidad relativa de los varios usos, se ha hecho en base a los factores económicos actuales. En planificación, para usos futuros, se debe considerar las

posibilidades de cambio en los precios relativos de los ingresos y costos de los insumos para las varias actividades consideradas como usos posibles para esta tierra. Además, existen factores políticos que tendrán influencias muy marcadas en el uso eventual de este terreno. Este es un documento técnico, no político y su propósito es proporcionar información que ayude a tomar decisiones racionales.

Se puede observar que generalmente los mejores suelos (los suelos que son bien drenados, que tienen mejores niveles de nutrimentos, menos problemas de acidez, y con pendientes menos altas) son más compatibles con todos los usos potenciales. Para la mayoría de los usos potenciales, la compatibilidad del uso con la tierra depende en su mayor parte en la capacidad del suelo para sostener el crecimiento de las plantas. Plantas que generalmente tienen los mismos requerimientos, con respecto al suelo, que son principalmente de apoyo físico y abastecimiento de nutrimentos, agua y aire. Estos requerimientos son iguales si las plantas son cultivos de producción agrícola, pastos o árboles en el bosque. Por lo tanto, la clasificación de suelos no da automáticamente una categorización exacta y es factible la elección alternativa del mejor uso de un suelo.

Sin embargo, existen algunas diferencias entre las mismas plantas, asociadas con los varios usos del terreno, debido a su capacidad para tolerar las condiciones no óptimas. Estas diferencias se pueden utilizar para ayudar a determinar el mejor uso de una área específica. Generalmente, los cultivos agrícolas tienen menos tolerancia a condiciones no óptimas. Sobre muchas generaciones los cultivos han sido seleccionados por sus características de alto rendimiento, calidad y sabor de su fruto o grano. Se han cultivado bajo condiciones "artificiales", con cuidado en la protección de plagas, la competencia, y con una suplementación adecuada de agua y abonos. Por otro lado, plantas como árboles silvestres evolucionaron bajo condiciones naturales; algunas especies han desarrollado tolerancias a condiciones no óptimas como la falta de nutrimentos, acidez, y saturación del suelo con agua (falta de aire en el suelo). Por lo tanto, especies que se desarrollan naturalmente en una área probablemente son mucho más adaptadas que las especies introducidas como los cultivos agrícolas. Las especies nativas, aún pueden tolerar condiciones de baja fertilidad, y van a crecer más lentamente en áreas con baja fertilidad como en las unidades FCC Lak, Lake, que en suelos con mejor fertilidad como las unidades FCC Lhk o Lhkg.

Otras diferencias en agrupaciones de plantas también puede dar ventajas a algunos grupos en lo que se refiere a la adaptabilidad o compatibilidad con tierras que no presenten condiciones óptimas para un buen desarrollo, bosques y pastos bien mantenidos proveen de una cubierta vegetativa completa, y por eso, protegen el suelo, especialmente aquellos con pendientes altas. Cultivos y pastos con una pobre mantención, dejan el suelo sin protección y promueven la erosión. Por lo tanto, tierras con altas pendientes (por ej. las unidades FCC L'Rak 10-90%, L'C'ak 10-90%) son más compatibles con el uso de cubierta de bosque permanente. Aún

con bosque, se debe tener cuidado en el manejo y cosecha de árboles para no remover la cubierta de hojarasca e iniciar erosión.

Los requerimientos de manejo de cultivos como la siembra, deshierbe, fumigación, cosecha y transporte de frutas o granos también son limitaciones para cultivar en tierras con pendientes altas. Los pastos son consumidos por los animales que pueden subir las pendientes, pero es difícil que los mismos pastos se establezcan satisfactoriamente en esas condiciones, y los animales pueden compactar el suelo o producir erosión por sobrepastoreo.

Los cultivos agrícolas introducidos a la zona, en su mayor parte, no están bien adaptados a suelos con drenaje pobre los cuales están sujetos a inundación y/o saturación con agua, como las unidades FCC Lakg, LCakg+). La saturación excluye aire del suelo y las raíces se asfixian por la falta de aire. Además, la inundación y la saturación hacen difíciles las prácticas de manejo en tales áreas. Hay pocas especies de cultivos agrícolas, que se adaptan a condiciones de saturación de agua.

El cultivo más notable es el arroz de inundación; el problema de cultivar arroz de inundación es que requiere control preciso sobre la iniciación, duración, terminación y profundidad de inundación. Este tipo de actividad agrícola requiere de una compleja infraestructura de drenaje sobre toda el área. Entre las plantas del bosque natural se encuentra varias especies que se han adaptado a las condiciones anaeróbicas del suelo. Probablemente hay menos especies en zonas con suelos saturados con agua, que en áreas bien drenadas, pero sin embargo, existe una alta biodiversidad en estas zonas, y las especies que viven en estas condiciones, son únicas. La ganadería tampoco es compatible con áreas con drenaje pobre. Aunque existen algunas especies de forrajes adaptadas a condiciones de saturación, aún éstas no pueden tolerar saturaciones por períodos largos, como es el caso de muchos lugares dentro del área de clasificación FCC. Además, es difícil establecer y mantener pastos bajo estas condiciones, y los suelos son fácilmente compactados cuando están saturados. También, el ganado sufre una alta tasa de enfermedades y otras plagas en áreas que presentan condiciones de drenaje deficiente.

En zonas con saturación por agua por períodos más cortos (por ej. las unidades FCC Lakg-, LCakg-), algunos cultivos están mejor adaptados (por ejemplo algunas variedades de banano y tembe), pero aún estas variedades no dan rendimientos como en áreas con suelos bien drenados.

Cuadro 6. Compatibilidad de unidades FCC con usos de la tierra (basado en las características del suelo independiente de los factores socio-económicos)

USO DE LA TIERRA	COMPATIBILIDAD DE FCC UNIDADES EXISTENTES EN LA ZONA COLONIZADA		
	COMPATIBLE	COMPATIBLE CON ALTOS NIVELES DE INSUMOS Y/O MANEJO	NO COMPATIBLE
Tierras de Uso Agropecuario Extensivo	(existen en extensión insuficiente para integrar una unidad de uso de la tierra)		
Tierras de Uso Agrosilvopastoril	Lhk, L'hk, Lak, LCak, Cak (pendientes: 0-5%, 0-10%, 0-25%)	Lak, LCak (pendientes: 0-45%) Lak+e, Lg-ak, Lg-hk	L'ak & L'C'ak 0-90%, Lak+e & L'ak+e 0-90%, L"ghk, Lgak & LCg+ak
Tierras de Uso Forestal	Lhk, L'hk, Lak+e, Lakg-, Lhg-k, L"ghk Lak, LCak, Cak (pendientes: 0-5%, 0-10%, 0-25%, 0-45%)	L'ak & L'C'ak 0-90%, Lak+e & L'ak+e 0-90%, Lgak & LCg+ak	
Tierras de Protección con Uso Restringido	L'ak & L'C'ak 0-90% Lak+e & L'ak+e 0-90% L"ghk (estas unidades son las más frágiles)	Lgak & LCg+ak	
Áreas naturales protegidas (uso potencial de: preservación de la biodiversidad, recursos forestales, vida silvestre; colección de productos silvestres, ecoturismo)	Lhk, L'hk, Lak+e, Lg-ak, Lg-hk, L"ghk Lak, LCak, Cak (pendientes: 0-5%, 0-10%, 0-25%, 0-45%) L'ak & L'C'ak 10-90%, Lak+e & L'ak+e 10-90%, L'ak & L'Rak 10-90% Lgak & Lg+ak		

En resumen, mientras todas de las especies de plantas sean mas compatibles a áreas con suelos planos, bien drenados y fértiles (suelos con nutrimentos adecuados y con baja acidez), las comunidades de plantas que crecen naturalmente en el bosque nativo, desarrollaran resistencia o se adaptaran a las limitaciones de los suelos como drenaje pobre, falta de nutrimentos, alta acidez, y pendientes excesivas. Entonces, muchas de las áreas con estas limitaciones de drenaje, son mas aptos para usos que utilizan la vegetación natural (uso forestal) que aquellos que dependen de especies cultivadas o introducidas. Intentar cultivar en áreas con limitaciones como altas pendientes o pobre drenaje requeriría altos insumos y mayor esfuerzo de trabajo, para producir pocos rendimientos a nivel de subsistencia y solamente por un período corto, como uno o dos años. El proceso de desmontar y quemar destruyen recursos forestales que valen, muchas veces, mas que el poco arroz que rinde en esta tierra. Ésta es tal vez la única opción que se presenta a los colonos de la zona, pero este tipo de uso del terreno no es sostenible, los colonos tendrán que moverse de un lugar a otro, después de pocos años. Además, es una gran inversión de recursos naturales para una poca ganancia actual, estos recursos naturales requerirán varias generaciones para regenerarse.

Hay algunas áreas con limitaciones como bajos niveles de nutrimentos y alta acidez, los cuales se pueden superar con la aplicación de insumos y un manejo adecuado. Pero la rentabilidad de estas áreas depende de factores económicos como costos de los insumos, precios de los productos y acceso hacia los mercados. Al presente, en muchos terrenos de suelos con estas características, los colonos están desmontando y quemando valiosos árboles para producir una pequeña cosecha de arroz y después efectuar la plantación de coca, que también tiene bajos rendimientos de hoja, a medida que transcurre el tiempo. Actualmente la coca es el único producto que parece producir ganancia. La coca es un arbusto rústico que como el bosque natural ha desarrollado resistencia a las plagas y tolerancia a las limitaciones que perjudican a otros cultivos. Además, el mercado para la coca ya existe, el producto no se hecha a perder fácilmente, sus fechas de cosecha son flexibles, y el producto es fácilmente transportable. Pero aún la coca, en estas condiciones, no puede producir rendimientos rentables por mucho tiempo sin que se aplique insumos. Como evidencia de la limitada productividad de muchas tierras en la zona colonizada, varios chacos abandonados fueron observados, durante el trabajo de campo del presente estudio, especialmente en áreas con suelos con las limitaciones previamente indicadas. Es cuestionable si los habitantes de la zona producen alimentos suficientes aún para subsistencia; parece que muchos de los colonos asentados en estos sectores, se proveen la mayor parte de sus alimentos de las zonas urbanizadas. Los problemas que enfrentan la producción potencial de otros productos son: Primero, otros productos no son económicamente rentables por los costos de insumos y los precios de los mismos en los mercados no son tan atractivos; Segundo, la infraestructura necesaria para producir y transportar productos no existe; Tercero, los habitantes de la zona no tienen el capital ni la pericia para producir otros productos. Por supuesto, con montos suficientes de

ayuda financiera y asistencia técnica adecuada pueden producir otros productos. Sin embargo, esta inversión no es necesariamente el uso más eficiente de los recursos financieros. Inversiones en otros usos de la tierra podría producir mejor ganancia, y otras opciones podrían mejorar la vida de los habitantes de la zona por largo plazo, mas que la opción de agricultura de subsistencia, apoyado artificialmente por programas de asistencia inadecuados.

9. MAPA Y PLAN DE USO DEL SUELO (PLUS)

Después de elaborar el mapa de suelos por el sistema FCC, de la zona colonizada del TIPNIS, la próxima etapa fue a utilizar esta información para elaborar un mapa y plan de uso del suelo (PLUS).

El mapa de uso de suelo fue construido para mostrar los usos potenciales mas rentables de la tierra. en la elaboración del mapa, se toma en cuenta las características de la tierra misma, como se ilustra en la tabla previa, y además otros factores incluyendo el acceso y transporte para insumos y productos, además se considera el uso actual de la tierra. Como se ha declarado previamente, el mejor o más rentable uso de la tierra dependerá de factores económicos, como precios de los insumos y los productos. También porque no existe infraestructura de transporte, hay que tomar en cuenta el costo de construcción de caminos y puentes, los mismos que facilitarían la comercialización de productos que se obtengan. Además se deben considerar factores de índole político o cultural, los mismos que ejercerán influencia sobre el uso potencial de la tierra. Estos tipos de factores a veces son difíciles de valorar económicamente, pero deben ser tomados en cuenta.

Entonces los factores que pueden influir en el uso potencial de la tierra son los siguientes:

- a). Factores naturales (suelos, pendientes, clima...)
- b). Factores económicos, sociales y políticos (precios de insumos, productos, infraestructura, mercados, leyes)

La clasificación de tierras en este mapa se ha tomado en cuenta en su mayor parte los factores naturales; solamente hasta un menor punto, se ha considerado los factores económicos, tales como la presencia actual de infraestructura, y factores sociales como el uso actual de la tierra; en muchas instancias, el uso mejor no es obvio. Para determinar el uso potencial más rentable se requiere de un análisis económico detallado de los costos de insumos, productos, y los costos de infraestructura y el desarrollo de mercados. Además, el uso potencial dependerá de las decisiones políticas que se tomen al respecto del uso genera; de esas tierras. Estas decisiones toman en cuenta los valores sociales como el bienestar de los habitantes actuales o usos alternativos que darían sus beneficios a largo plazo al pueblo en general en vez de beneficios inmediatos a algunas personas individuales.

Por eso, en varias unidades en el mapa existen dos símbolos del uso de la tierra. El propósito de este proyecto es dar información que ayudará en la toma de decisiones sobre el uso y manejo de la tierra en el futuro y quizás evitar errores del pasado y de este modo no solamente tener una sola opción sino diversas alternativas de acuerdo a la potencialidad de ese territorio.

Las categorías de uso del suelo, que se encuentran en el mapa, se han elaborado en base a los criterios que se propone en el "Plan de Uso del Suelo del Departamento de Santa Cruz", y son resultados de una recomendación hecha por la Subsecretaría de Recursos Naturales y Ordenamiento Territorial. Con el objetivo de orientar la elaboración y presentación de los Planes Departamentales de Uso del Suelo, estas categorías corresponden a las categorías que se han utilizado en el Plan del Trópico del Departamento de Cochabamba. En el standard nacional se han presentado 6 categorías con varias sub-categorías (Documento del 8 de marzo de 1995).

- 1) Tierras de Uso Agropecuario Intensivo
- 2) Tierras de Uso Agropecuario Extensivo
- 3) Tierras de Uso Agrosilvopastoril
- 4) Tierras de Uso Forestal
- 5) Tierras de Protección con Uso Restringido
- 6) Áreas Naturales Protegidas

En la zona colonizada del TIPNIS, no se encuentra grandes superficies de tierra que sirva como: 1) Tierras de Uso Agropecuario Intensivo, ni 2) Agropecuario Extensivo, debido a las pendientes excesivas, mal drenaje, alta acidez y deficiencias de nutrientes para las plantas. Existen algunas áreas pequeñas, pero la mayoría de éstas no son lo suficientemente grandes para ser mostrados al nivel de intensidad utilizado en el mapeo de la zona. Estas áreas han sido incluidas en la unidad de Tierras de Uso Agrosilvopastoril (3). Se debe considerar que el uso agrosilvopastoril incluye varios usos agropecuarios además de pastos y componentes forestales.

La aptitud de las varias unidades FCC para producir varios cultivos, pastos y forestales se resume en el cuadro que sigue la descripción de unidades del uso de la tierra. Esta categoría incluye las siguientes sub-categorías. La siguiente tabla muestra los porcentajes de las varias unidades de uso de la tierra en el mapa. Se debe notar que estos porcentajes son estimaciones.

Cuadro 7. Proporciones de las varias unidades de uso de la tierra en la zona colonizada de TIPNIS

UNIDAD DEL USO DE LA TIERRA	PORCENTAJE DEL SUPERFICIE DEL TIPNIS
AS1	16
AS1/F1	8
AS3/F1	8
F1/AS2	15
F2	2
F2/P2	17
PR1/F3	28
PR2	6
Total	100

La siguiente sección describe los criterios de las categorías y sub-categorías de uso de la tierra que se ha utilizado en la elaboración del mapa del TIPNIS. También se describe las características de la tierra dentro de las categorías y sub-categorías en el TIPNIS. En las unidades del mapa que contienen dos sub-categorías, se debe considerar que las dos tienen potenciales casi iguales dentro de esta unidad. No obstante, se ha puesto la sub-categoría, que parece ser lo más compatible, en la primera posición y la segunda alternativa en la segunda posición.

AS - Uso agrosilvopastoril. El uso agrosilvopastoril incluye la agroforestería a nivel de pequeña agricultura migratoria o de un nivel más sostenible con insumos. Incluye componentes agropecuarios, pastos, ganadería, y forestales. Estos componentes se encuentran en asociación cercana o con un componente dentro de los otros componentes. La ventaja de tal sistema es que puede aprovecharse de los nichos agroecológicos naturales, que como campos para la explotación de un solo cultivo. Estos sistemas agrosilvopastoriles son fáciles de adaptar a cultivos extensivos con bajos insumos. El sistema produce una variedad de productos en un espacio limitado y son compatibles con métodos de control de plagas naturales o biológicos.

AS1 - Uso agroforestal. Esta sub-categoría incluye unidades FCC que tienen como sus mayores limitaciones problemas de fertilidad o problemas químicos. Estos problemas incluyen la acidez (FCC modificador "a" o "h"), deficiencias de potasio (FCC modificador "k", "k+"), y/o baja capacidad de retener nutrientes (FCC modificador "e") Estos modificadores implican también deficiencias de otros nutrientes. Por ejemplo las unidades FCC en esta sub-categoría son Lak, LCak, Cak, y Lak+e con pendientes menos de 25%. Estos suelos requieren la aplicación de insumos a base de fertilizantes y materiales encalantes para la nutrición de las plantas para una producción sostenible.

AS2 - Uso agroforestal. Esta sub-categoría cuenta con limitaciones de drenaje del suelo, además de limitaciones de fertilidad que se encuentra en AS1. Esta sub-categoría incluye unidades FCC con el modificador 'g-' como Lg-ak y LCg-ak. Se deben utilizar cultivos y cultivares tolerantes a los problemas de drenaje y emplear otras formas de manejo para minimizar los efectos del exceso de agua, como la construcción de canales de drenaje artificial. Además de los problemas de drenaje, los suelos en esta sub-categoría tienen los mismos problemas de fertilidad de los suelos en la sub-categoría AS1 (modificadores "a", "k", "k+", y/o "e").

AS3 - Uso agroforestal. Sub-categoría que tiene limitaciones de pendientes excesivas y problemas de fertilidad. Esta sub-categoría incluye unidades de FCC con pendientes más de 25%. Las áreas de esta sub-categoría incluyen terrazas antiguas con tapas que tienen pendientes de 0-5%. Las terrazas son disectadas por varios arroyos, y los lados cerca de los arroyos tienen pendientes más altas como 10 a 25%. Este sector tienen aproximadamente 50% de tierra con pendientes de 0-5% y 50% de tierra con pendientes de 10-25%. Además de los problemas de pendientes excesivas, los suelos en esta sub-categoría tienen los mismos problemas de fertilidad que los suelos en la sub-categoría AS1 y se incluye en FCC aquellas unidades similares excepto con pendientes más altas. Las áreas con pendiente altas en esta sub-categoría presentan el peligro de la ocurrencia de una erosión hídrica y además se hace más dificultoso la aplicación de prácticas de cultivo y cosecha. Se debe emplear cubiertas vegetales en forma permanente o de lo contrario realizar prácticas de manejo para minimizar la erosión en las áreas con pendientes excesivas.

F - Tierras de uso forestal - Esta categoría incluye tierras con la capacidad de producir productos forestales en una manera rentable y sostenible. Muchas de estas áreas presentan problemas de drenaje o pendientes excesivas y no son aptas para uso agropecuario. Como se ha discutido previamente, los mejores suelos para uso agropecuario son también los mejores para uso forestal, pero las especies forestales pueden tolerar tales problemas más que las especies agropecuarias. Para poner una área dentro de esta clasificación se consideró factores como presencia de un potencial forestal, uso actual, características del suelo no aptas para uso agropecuario, y la posibilidad de acceso caminero. Algunas unidades se han clasificado con el uso forestal como la segunda opción de uso. Se debe seleccionar

El uso más rentable según un análisis económico. El uso forestal también requiere infraestructura como caminos y desarrollo de mercados. Esta categoría incluye las siguientes sub-categorías.

F1 - Tierras de uso forestal - Esta sub-categoría es de aptitud forestal sostenible sin limitaciones de exceso de agua o pendientes excesivas. Existen limitaciones de fertilidad que podrían tardar la regeneración del bosque. Los suelos en áreas de esta sub-categoría pertenecen a FCC clases como Lak, Lak+e, Cak, Lg-ak, o LCg-ak con pendientes menos que 45%. Como muestran los modificadores FCC de 'a', 'k', 'k+', y 'e', los mayores problemas son los asociados con la fertilidad. El modificador 'g-' muestra algunos problemas de drenaje natural en algunos lugares, pero algunas especies están adaptadas y crecen en estas zonas y los problemas de drenaje no son tan graves como para impedir el manejo por tiempos largos.

F2 - Uso forestal con limitaciones de exceso de agua. Esta sub-categoría incluye tierras con la capacidad de producir productos forestales en una manera rentable y sostenible pero con problemas de exceso de agua. El exceso de agua puede presentarse como napa freática fluctuante, que se queda cerca de la superficie por períodos largos y/o como inundación por períodos largos. Esta unidad también presenta los mismos problemas de baja fertilidad que presentó la unidad F1. Las especies forestales que existen en esta unidad son adaptadas al exceso de agua. Si se introdujera nuevas especies en el curso del manejo del bosque, se debe seleccionar especies tolerantes a las condiciones de saturación con agua. También las prácticas de manejo forestal deben conformar con estas condiciones. Por ejemplo, se debe planificar tala de troncos en la estación seca. Esta sub-categoría de uso de la tierra incluye las unidades FCC como Lgak, LCg+ak, y Lgk.

F3 - Uso forestal con limitaciones de pendientes excesivas. Esta sub-categoría tiene la misma capacidad de producción forestal como la unidad F1, pero tiene limitaciones debido a pendientes excesivas que llegan hasta 90% o más. Las pendientes no son limitaciones serias para el crecimiento de los árboles, tanto como lo es para realizar la cosecha y el manejo de bosques. Las pendientes limitan el acceso a los bosques, y hacen la cosecha y transportación de madera más difícil. Además existe un alto riesgo de erosión cuando se va a quitar la cobertura de vegetación de estas tierras. Existen los mismos problemas de fertilidad como en muchas otras tierras de la zona. Las especies que existen naturalmente son adaptadas a la baja fertilidad, pero van a crecer a una tasa más lenta que en aquellos lugares con fertilidad natural alta.

PR- Tierras de protección con uso restringido (Tierras frágiles con usos de mínimo impacto). Esta categoría contiene tierras que, por factores de la fisiografía como pendientes o ubicación cerca de un río, tienen un alto riesgo de erosión hídrica, deslizamiento, y/o contaminación o perturbación de los ríos y arroyos. Usos como para la producción agropecuaria, pastos, o producción forestal no son compatibles porque su alto impacto de sus actividades produciría erosión y

deslizamiento que destruiría la productividad del suelo por largo plazo y además de contaminar los ríos y arroyos con sedimentos y subproductos que persistiría en el mismo lugar por muchos años. Un uso de bajo impacto, como reserva de la biodiversidad, extracción de productos naturales a un nivel sostenible, y el ecoturismo son mas compatibles y aconsejables.

PR1 - Tierras de protección y uso restringido con limitaciones de pendientes excesivas. También, los suelos de esta sub-categoría, tienen texturas que son fácilmente sujetos a la erosión hídrica. Algunas tierras en esta sub-categoría tienen capas de sedimentos no consolidados a profundidades grandes que también son sujetos a una erosión profunda o deslizamiento. Otras tierras tienen capas subsuperficiales de roca, las capas planas y su alto ángulo de inclinación (pendientes excesivas), son altamente susceptibles a deslizamientos. Las pendientes, además de las características de la tierra, en esta sub-categoría, producen un alto riesgo de erosión y deslizamiento, y será mucho peor cuando se perturbe la cobertura vegetal o la capa protectora de hojarasca. Este ultimo aspecto incluye los usos relacionados a la producción agrícola, explotación ganadera, y además se incluye también la mayoría de las practicas forestales. Adicionalmente, los suelos en esta sub-categoría son frágiles en el sentido de tener un contenido muy bajo de nutrimentos para las plantas. Por el proceso natural que utiliza la selva tropical de crecer y sostenerse, los pocos nutrimentos que existen son concentrados en la biomasa de los troncos, ramas, y hojas de la selva misma, en la hojarasca en el piso del bosque, y en una delgada capa superficial de suelo. Cualquier acción que se quite esta biomasa disminuirá los nutrimentos. Si se saca la cobertura protectora (hojarasca), la superficie del suelo, donde los nutrimentos son concentrados, estará expuesto a la erosión y estará perdido por siempre. El suelo y el ecosistema requerirán períodos muy largos para recuperarse o en muchos lugares, el suelo nunca se recuperaría. Por eso, en tierras con esta sub-categoría debe practicarse solamente usos que no quiten la biomasa en cantidades significativas y que no quiten la capa protectora de hojarasca. Tales usos incluyen actividades extractivas de productos vegetales como nueces, frutas, plantas con propiedades medicinales, caza y pesca de subsistencia, cosecha de árboles muy limitados y con métodos de mínimo impacto, ecoturismo, y protección de cauces de ríos y calidad del agua.

PR2 - Tierras de protección y uso restringido. Franjas de los ríos trenzados y fajas amortiguadoras de ríos y arroyos. Esta sub-categoría consiste en agrupar tierras cerca de los ríos y arroyos trenzados o de cursos meandricos o que tienen la tendencia a cambiar su curso. En tales ríos, las orillas son inestables y no aptos para ningún uso. También, cualquier uso que se haga cerca de la orilla de un río causará perturbación que contribuirá a la contaminación del agua del Río, o puede aumentar la inestabilidad de la orilla del río. Además la presencia de viviendas con asentamientos humanos o cualquier tipo de ganado cerca de un Río puede contribuir a la contaminación del río en forma de desechos biológicos y sedimentos. Por eso, es recomendable establecer una franja de 100 o 200 m de ancho que se extiende paralelo al río para servir como una franja amortiguadora para prevenir la

contaminación y para filtrar la contaminación del agua que corre hacia el río. Esta sub-categoría está conformada por tierras de tales franjas, la presencia de los cuales pueden proteger las aguas y los ríos: puede consistir de suelos de varias unidades FCC porque su ubicación es que determina su valor como franja de protección del río.

P - Areas Naturales Protegidas. Esta categoría incluye tierras que son designados como reservas. El propósito de estas áreas es preservar la tierra, la flora, la fauna y cualquier otro recurso en su estado natural. El uso es limitado a actividades como turismo o la pesca restringida, actividades que no cambian ni perturban la ecología de la zona. Esta categoría incluye la parte del TIPNIS fuera de la zona colonizada. La categoría también incluye otras áreas de protección que debido a su carácter fuera de lo común, su ubicación estratégica, o factores sociales o políticos se designen como área protegida.

P1 - Territorio Indígena Parque Nacional Isiboro Sécuré. Área demarcada por la línea roja que actualmente tiene el status legal de **parque nacional**. (Esta área es fuera de la zona de colonización). Se observa en el mapa del uso de la tierra los límites de la zona colonizada y las características del suelo en estas tierras adyacentes.

P2 - Otras áreas naturales protegidas. Esta sub-categoría incluye tierras cuyas características internas y características de sus alrededores, su inaccesibilidad y falta de infraestructura caminera, no son aptos para ningún otro uso. En su mayor parte, estas áreas son inundadizas o saturadas con agua por períodos largos que las deja no aptos para cualquier uso agrosilvopastoril. La producción forestal es posible, pero por la inaccesibilidad y dificultad en las actividades de cosecha y manejo; el uso forestal podría ser poco rentable bajo las condiciones actuales. También, estas áreas son cerca del límite del TIPNIS (la línea roja) y su designación como área protegida puede proveer una zona amortiguadora que aumentaría la protección del TIPNIS mismo. Esta área no necesariamente tiene que tener las mismas restricciones que el TIPNIS mismo, pero debe tener restricciones similares según las características de la tierra y el propósito específico que se elija para el área.

RESUMEN

La clasificación de suelos dentro de la zona colonizada del Territorio Indígena Parque Nacional Isiboro-Sécure, por el sistema FCC y la aplicación de esta información para elaborar un mapa de uso potencial de la tierra, se elaboró básicamente para proporcionar información que será útil para la planificación del uso futuro de la zona y de este modo dar pautas para la toma de decisiones de índole político sobre el uso de las tierras en la zona. El mapa de uso del suelo y su descripción se puede considerar como un Plan de Uso del Suelo (PLUS) provisional de la zona colonizada. El mapa de suelos muestra el mejor uso de la tierra en base a características del suelo, fisiografía de la tierra, infraestructura, uso actual, y rentabilidad potencial de los varios usos. En algunos sectores donde no se ha podido penetrar, el uso del suelo no es obvio, esto dependerá de la accesibilidad de infraestructura en lo futuro, la accesibilidad hacia los mercados y la facilidad para conseguir insumos para la producción, además de los costos y precios relativos de estos factores. Muchos de estos factores dependerán de las decisiones desde el aspecto político y en base a ello tener una orientación de cual debe ser el camino a seguir en el desarrollo de esta zona. La clasificación de esta zona se la efectuó con dos opciones: para el uso del suelo, un primario y un secundario. La opción primaria parece ser la mas rentable en base a las condiciones actuales, pero se debe llevar a cabo un ensayo económico para determinar las rentabilidades relativas de las varias opciones de uso de estas tierras. Tal ensayo debe incluir un análisis real de los costos y beneficios de construcción de la infraestructura (mayormente infraestructura caminera) necesario para implementar las opciones de uso. Sea costo muy alto para solamente mantener un tipo de vida de subsistencia y también, tendría un costo alto el desperdicio de recursos naturales incluyendo recursos de suelos, forestales, agua y vida silvestre.

El ensayo de suelos encontró que una extensión grande de tierra en la zona colonizada tiene limitaciones significativas para usos agrosilvopastoriles. Los mayores problemas de los suelos son pendientes excesivas y un exceso de agua en el suelo. No existen medidas practicas para superar estos problemas. Además la mayoría de la tierra en la zona tiene problemas de fertilidad incluyendo acidez y deficiencias de nutrimentos esenciales para las plantas. Algunos de estos problemas de fertilidad se puede superar con insumos y manejo. Pero el costo de insumos y la capacitación técnica esta fuera del alcance de la mayoría de los habitantes actuales de la zona.

Los problemas de los suelos presentan limitaciones aún para la producción forestal. Las pendientes y el exceso de agua impiden la cosecha y el manejo de recursos forestales. La baja fertilidad es una limitación seria que tiene su efecto en la baja tasa de crecimiento de los árboles. Sin embargo, las especies forestales se han adaptado a las condiciones de la zona a través del proceso de selección natural, por miles de años. El uso forestal presenta la ventaja de esta adaptación natural, la necesidad de menos infraestructura, más flexibilidad en la estación de cosecha, y

requisitos de manejo menos precisos que en suelos con usos agropecuarios. Aún para el uso forestal, la falta de un sistema mejor de comercialización, para proporcionar ingreso inmediato y sostenible de largo plazo, se hace evidente; así mismo la falta de infraestructura, y capacitación técnico en manejo y comercialización de madera se hace evidente.

Alguna tierra tiene limitaciones serias para cualquier uso agrosilvopastoril o forestal y estos usos podrían destruir el valor de esta tierra por largo plazo o permanentemente. El mejor uso de estas tierras sería la protección con uso restringido. Las categorías de uso restringido y reserva pueden facilitar los fines como la preservación de la biodiversidad, colección de productos naturales en una manera sostenible, protección de cuencas, y ecoturismo, etc.

Por lo general, existe una gama amplia de suelos en la zona colonizada del TIPNIS equivalente a la variedad ancha de suelos en el resto del Trópico de Cochabamba así como mostró el mapeo FCC de aquella zona. Existe una proporción más pequeña de suelos aptos para la producción agropecuaria en la zona colonizada del TIPNIS y una proporción más grande de suelos con limitaciones de altas pendientes y exceso de agua. Las pocas áreas de suelos en la zona colonizada que son aptos para uso agrosilvopastoril tienen las mismas limitaciones de baja fertilidad que existe en mucha de la superficie del Trópico de Cochabamba que actualmente se utilizan para usos agrosilvopastoriles o agropecuarios. Actualmente, la producción de hoja de coca es la única actividad rentable que practican los habitantes de la zona. Se espera que esta información sobre la productividad de los suelos de la zona colonizada del TIPNIS, el uso potencial de la tierra, junto con la experiencia con el desarrollo alternativo en el resto del Trópico de Cochabamba, pueda servir como base para tomar decisiones racionales sobre el uso de largo plazo de la tierra en el TIPNIS y evitar algunos de los errores y desperdicios del pasado.

BIBLIOGRAFÍA

Buol, S.W., Sanchez, P.A., Cate, R.B., and Granger, M.A. 1975. Soil Fertility capability classification system for fertility management. *In* E. Bornemisza and A. Alvarado (Eds.) Soil Management in Tropical America. N.C. State Univ., Raleigh, NC: pp 45-50.

Iriarte, R. and A. Quiroga. 1993. Uso de Cal y Dolomita en Suelos del Chapare. CORDEP-DAI. Cochabamba, Bolivia.

GTZ-GFA/CES Saltzgitter/ Plan de Tropico / Prefectura de Cochabamba. 1996. Plan de Uso del Suelo, Plan de Desarrollo Sostenible del Tropico de Cochabamba. Cochabamba.

Monteith, S.E. 1995. Uso de los Mapas FCC del Chapare para Manejo de Cultivos Prioritarios. CORDEP/DAI. Cochabamba, Bolivia..

Smith, C.W. 1989. The Fertility Capability Classification System (FCC) - 3rd Approximation: A Technical Soil Classification System Relating Pedon Characterization Data to Inherent Fertility Characteristics. Ph.D. Thesis. NCSU. Dept; of Soil Sci. Raleigh, NC.

ANEXOS

ANEXO 1

CRITERIOS PARA LA CLASIFICACIÓN DEL TIPNIS, POR EL SISTEMA POR FERTILIDAD Y CAPACIDAD (FCC)

ANEXO 1.

1. CRITERIOS DE LOS MODIFICADORES FCC, IDENTIFICADOS EN MAPEO DEL TIPNIS

Cuadro 8. Criterios de los modificadores.

(Este cuadro proporciona definiciones generales de los criterios. Ver el anexo para definiciones más detalladas y técnicamente preciso.)

MODIFICADOR	CRITERIO
a	Saturación de Aluminio >60 % en cualquier capa dentro los 50 cm de la superficie del suelo.
h	Saturación de Aluminio de 10 - 60 % en cualquier capa dentro los 50 cm de la superficie del suelo.
g-	Poco o ningún moteado de gris (croma de Munsell ≤ 2) dentro los 25 cm y no existe una matriz de gris dentro los 50 cm de la superficie del suelo.
g	Moteados comunes de gris dentro los 25 cm y/o matriz de gris dentro los 50 cm de la superficie. Pero la matriz de gris no alcanza la superficie como en g+.
g+	Todos los horizontes dentro los 50 cm tienen una matriz de gris.
k	Valores bajos de K intercambiable en cualquiera de los primeros 50 cm., definidos por: Tipos francos (L): < .24 meq/100g suelo, excepto tipos (L) con modificadores g, g-, g+; < .14 meq/100g suelo; Tipos arenosos (S): < .14 meq/100g suelo; Tipos arcillosos (C): < .34 meq/100g suelo.
k+	Menos del 10% de minerales meteorizables además de los criterios de 'k' mencionados previamente.
e	Capacidad de Intercambio Catiónico Efectivo (CICE) < 4 meq/100g suelo.

Definiciones:

GRIS - color con croma de Munsell de 2 o menos

POCOS MOTEADOS - menos del 2% del horizonte está cubierto con moteados

MOTEADOS COMUNES - 2 al 20% del horizonte está cubierto con moteados

MOTEADOS FRECUENTES - más del 20% del horizonte está cubierto con moteados.

MATRIZ - la mayor parte del horizonte (más de 50%).

CICE (Capacidad de Intercambio Catiónico Efectivo) - la suma de los cationes intercambiables (Ca, Mg, K, Al).

SATURACIÓN DE ALUMINIO -- el porcentaje de CICE que es atribuible al aluminio.

Por ejemplo, si un suelo tiene 2 meq/100g Ca, 2 meq Mg, 1 meq K, y 5 meq Al, la CICE es 10 meq/100g y la saturación de aluminio es de 50%.

2. SIGNIFICADO DE LOS ELEMENTOS DE LA CLASIFICACIÓN FCC

2.1. Factores químicos del suelo

a & h : Los modificadores 'a' y 'h' son asociados con la toxicidad de aluminio y la acidez. La diferencia entre las dos es la dimensión del problema y el efecto correspondiente en la adaptabilidad y crecimiento de las plantas. El problema de la acidez es una de las mas serias limitaciones para el cultivo de plantas en suelos del Chapare.

Los modificadores 'a' y 'h' son indicadores de saturación de aluminio (vea anterior definición de saturación de aluminio) el cual es el mayor aportador a la acidez del suelo. El aluminio es tóxico para las raíces de las plantas. La tabla siguiente indica los porcentajes de saturación de aluminio que varios cultivos pueden soportar. Sin embargo, pueden existir reducciones en el rendimiento a niveles más bajos sin un síntoma evidente de toxicidad.

Otros problemas causados por la acidez incluyen disponibilidad reducida de algunos nutrientes, especialmente Ca y Mg., también debido a la acidez se incluyen la toxicidad de manganeso y hierro, y condiciones no favorables para los microorganismos benéficos del suelo. Existe un boletín titulado "Uso de Cal y Dolomita en Suelos del Chapare" escrito por Iriarte y Quiroga y publicado por DAI el año 1993, que discute con más detalle la acidez de los suelos en el Chapare, sus efectos en las plantas y manejo de la acidez.

Cuadro 9. Porcentaje de Saturación de Aluminio Tolerable (SAT) para Algunos Cultivos

CULTIVO	% SAT
ARROZ	70
BANANO**	40
CÍTRICOS	50
FRIJOL	10
MAÍZ	25
MARACUJ	40
PIMIENTA*	30
PIÑA	60
TEMBE*	50
YUCA	75

* Estimación, se necesitan mayor investigación para estos cultivos.

** SAT generalmente reconocido. Existe conflictos en la literatura.

e : Suelos con baja capacidad efectiva de intercambio de cationes efectivo (CICE). Éste significa una baja capacidad de retener nutrimentos de plantas. Técnicamente la CICE es la capacidad de los suelos de adsorber iones con carga positiva (cationes). Los cationes mas abundantes incluyen calcio, magnesio, potasio, aluminio. Los cationes absorbidos son retenidos de manera que sean disponibles para las plantas, pero no fácilmente perdidos por lixiviación. Las mayores fuentes de CICE en suelos son las arcillas y la materia orgánica. Los suelos con baja CICE no pueden retener cationes suficientes para producir rendimientos económicos. Las aplicaciones de fertilizantes están en riesgo de pérdida por lixiviación.

g-, g, g+: Estos modificadores indican saturación con agua en varios grados. La letra 'g' representa el proceso de gleyzación donde el hierro en el suelo es reducido durante las condiciones de saturación con agua. La saturación produce condiciones anaeróbicas que causan reducción del hierro y el hierro reducido da al suelo el color gris. Las condiciones anaeróbicas también pueden dañar o matar las raíces. La severidad del daño depende de la tolerancia de la planta, duración de saturación y condiciones anaeróbicas. Algunos cultivos como el arroz son muy tolerantes a condiciones anaeróbicas. Otros como maracuyá o pimienta no pueden soportar la saturación del suelo con agua. El modificador 'g-' indica condiciones de saturación por un tiempo muy corto, que no llegan a las capas superficiales. El modificador g indica saturación por períodos largos en las capas profundas y saturación intermitente en las capas superiores. El modificador 'g+' indica saturación por

períodos largos en todas las capas hasta la superficie. La tabla siguiente indica la sensibilidad de algunos cultivos a la saturación, como es indicada por los modificadores.

Cuadro 10. Adaptabilidad de Varios Cultivos a Condiciones de Saturación para los Modificadores g-, g, y g+.

CULTIVO	g-	g	g+
ARROZ	1	1	1
BANANO	2	3	3
CÍTRICOS	2	3	3
MAÍZ	2	3	3
MARACUYÁ	3	3	3
PIMIENTA NEGRA	3	3	3
PIÑA	3	3	3
TEMBE	2	3	3

LEYENDA:

1. Adaptado
2. No bien adaptado, pero las variedades adaptadas pueden crecer bajo buen manejo.
3. No adaptado

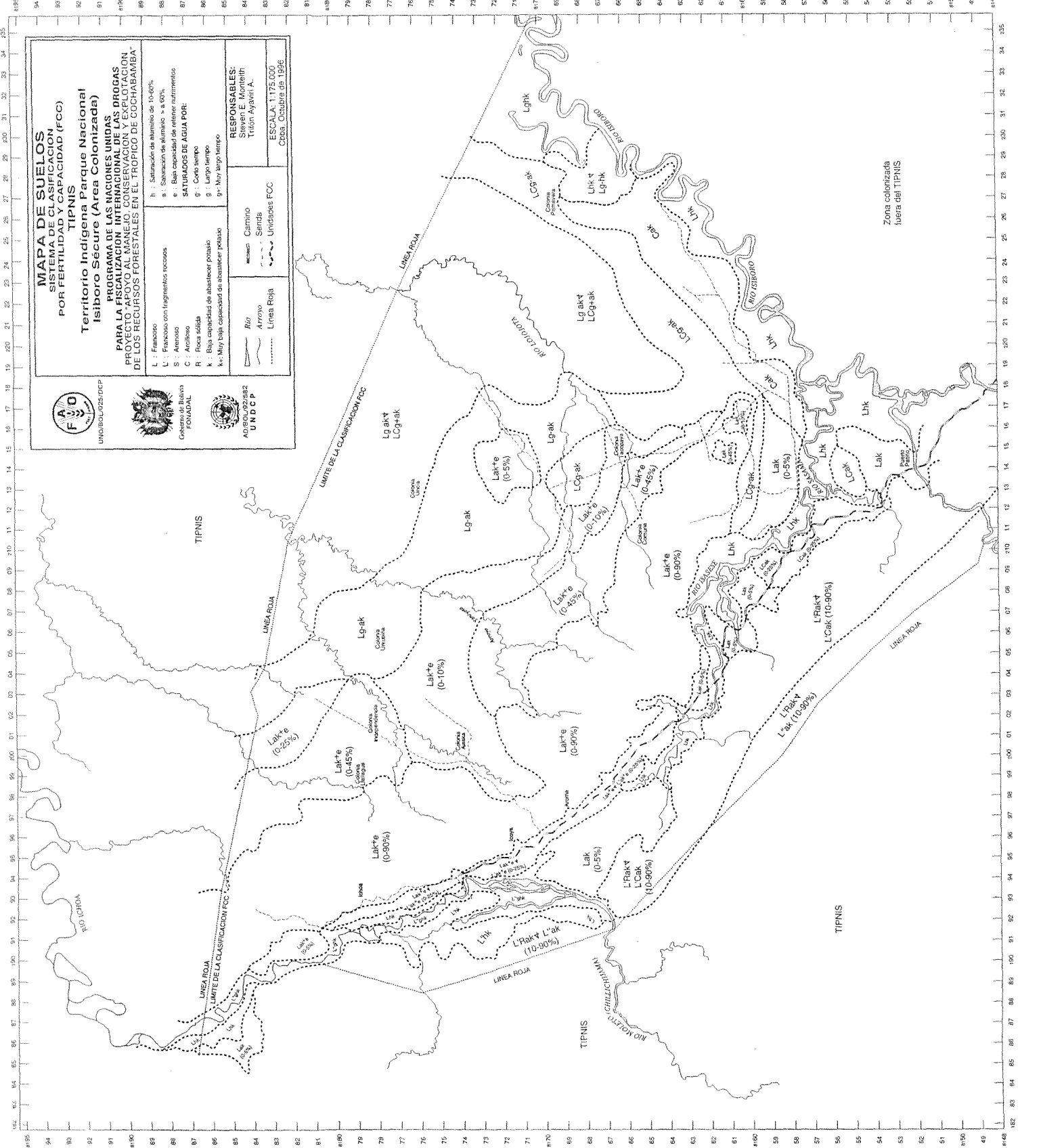
k: Suelos con baja capacidad de abastecimiento de potasio (K). El modificador k indica suelos que necesitan fertilizantes de potasio para abastecer la mayoría de los requerimientos de cultivo, en comparación a suelos que abastecen una cantidad substancial de potasio de manera sostenible, a través de la meteorización de los minerales ricos en potasio.

El potasio existe en el suelo en dos formas: (1) en forma disponible a las plantas o K absorbido, y (2) K en formas insolubles en minerales que no son disponibles a las plantas. El potasio en minerales insolubles cambia lentamente a formas disponibles a través del proceso de meteorización. Los minerales más comunes que contienen potasio meteorizable son micas y feldespatos. El proceso de meteorización es lento y generalmente la tasa de liberación de potasio por meteorización de minerales es más lenta que la tasa de pérdida por cosecha bajo cultivo intensivo.

Según la definición, hay dos criterios alternativos para determinar si un suelo debe tener el modificador 'k'. Uno en base a las mequivalecentes de K intercambiable y el otro en base al contenido de minerales meteorizables. Dentro de los resultados del ensayo de los suelos del Parque Isiboro la gran mayoría de suelos tiene el modificador 'k'. Casi todos conforman el requisito de K intercambiable, pero solamente algunos conforman el requisito de bajo contenido de minerales meteorizables. Todos los que cumplen el requisito de minerales meteorizables también cumplen el requisito de K intercambiable. Mientras que los suelos con bajo potasio intercambiable tienen capacidad baja o lenta para abastecer potasio a cultivos con rendimientos altos, existe en estos suelos un surtido de potasio pero en formas no muy disponibles o muy lentamente disponibles. En suelos que no tienen minerales meteorizables, no existe ningún surtido de potasio; entonces tales suelos no tienen ninguna capacidad para abastecer potasio aun muy lentamente. Por lo tanto, suelos con bajo potasio intercambiable y baja cantidad de minerales meteorizables se identificarán con el modificador 'k+'. Suelos con baja cantidad de potasio intercambiable pero con más del 10% de minerales meteorizables se identificarán con el modificador 'k'.

ANEXO 2

**MAPA DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS (FCC)
MAPA DE USO MAYOR DE LA TIERRA
(TIPNIS)**



MAPA DE SUELOS
SISTEMA DE CLASIFICACION
POR FERTILIDAD Y CAPACIDAD (FCC)
TIPNIS

Territorio Indígena Parque Nacional
Isiboro Sécura (Area Colonizada)

PROGRAMA DE LAS NACIONES UNIDAS
PARA LA FISCALIZACION INTERNACIONAL DE LAS DROGAS
PROYECTO APOYO AL MANEJO, CONSERVACION Y EXPLORACION
DE LOS RECURSOS FORESTALES EN EL TROPICO DE COCHABAMBA

UNO/BSL/025/0CF
FAO
GOBIERNO DE BOLIVIA
FONADAL
ADON/02/92/82
UNDCP

L: Fertilidad
L': Fertilidad con nutrientes esenciales
S: Acidez
C: Arcilla
R: Roca sólida
k: Baja capacidad de abastecer potasio
K: Muy baja capacidad de abastecer potasio

h: Saturación de aluminio de 10-60%
e: Saturación de aluminio > a 80%
s: Baja capacidad de retener nutrientes

SATURADOS DE AGUA POR:
0: Corto tiempo
1: Largo tiempo
2: Muy largo tiempo

RESPONSABLES:
Steven E. McArthur
Trilón Aylwin

ESCALA: 1:175.000
1986, Octubre de 1986

Linea Roja
Camino
Arroyo
Senda
Unidades FCC

Rio
Rio
Rio
Rio

Zona colonizada fuera del TIPNIS

LEYENDAS DE SIMBOLOS DEL SISTEMA DE CLASIFICACION POR CAPACIDAD Y FERTILIDAD (FCC)

Los símbolos del mapa FCC tienen dos partes: tipo del suelo y modificadores. La primera letra (mayúscula) representa el tipo textural de los primeros 50 cm. Si la textura de la capa de 20 a 30 cm es diferente de los primeros 20 cm, se emplean dos símbolos; uno que representa cada capa.

La segunda parte del símbolo (modificador) se representa por una letra minúscula, o un serie de letras minúsculas. Los modificadores describen limitaciones de productividad y manejo de suelos.

TIPOS DE SUELOS (Superficial y Subsuperficial)

L - - FRANCOSO: Todas las texturas con menos de 35% de arcilla excepto las texturas arena y arena franca.

S - - ARENOSO: Texturas arena y arena franca.

C - - ARCILLOSO: Texturas con mas de 35% arcilla.

R - - ROCOSO: Roca Sólida.

' - - APOSTROFE: Un apostrofe después del tipo indica la presencia de fragmentos de roca dura. Un apostrofe indica la presencia de 15 a 35% del volumen del suelo de piedras del tamaño de 2mm a 25cm. Ejemplo: L'ak = suelo franco pero con 15 a 35% de grava.

MODIFICADORES (Para el TIPNIS)

a Suelos muy ácidos con saturación de aluminio más de 60%. Este nivel de aluminio es tóxico para una mayoría de los cultivos.

h (Hidrógeno) Suelos ácidos con saturación de aluminio que sea tóxico a algunos cultivos. Saturación de aluminio es entre 10% y 60%. Cultivos resistentes o aplicaciones de cal son recomendados según el porcentaje de saturación de aluminio.

e Baja capacidad intercambio catiónico. La CICE es menos de 4 cmol (+)/kg de suelo. Estos suelos están sujetos a pérdida rápida de nutrientes por lixiviación.

g- Suelos sujetos a saturación de agua por tiempo corto. Poco o ningún moteado de gris (croma de Munsell <=2) dentro los primeros 20 cm y no existe una matriz (color base) de gris dentro los 50 cm de la superficie del suelo. Algunos cultivos sensitivos a un exceso de humedad pueden crecer con buen manejo.

g (Gleyización) Suelos húmedos sujetos a saturación de agua. Moteados comunes de gris dentro los primeros 20 cm y/o matriz (color base) de gris dentro los 50 cm de la superficie. Pero la matriz de gris no alcanza la superficie, como en g+. Plamas sensitivas a un exceso de humedad están sujetas a daños.

g+ Suelos con saturación de agua por tiempo largo. Todos las capas dentro los 50 cm hasta la superficie tienen una color base de gris. Estos suelos tienen peor drenaje que los suelos con modificador "g" y no son apropiados para cultivos.

k (Potasio) Baja capacidad de suplir K. Potasio intercambiable en los primeros 50 cm menos de 0.24 meq/100g en tipos "L", menos de 0.14 meq/100g en tipos "S", y menos de 0.34 meq/100g en tipos "C".

k+ Menos de 10% minerales metesozizables además de los criterios de k mencionados previamente

Un suelo puede tener más de un modificador. Por ejemplo, la unidad "Lghk" tiene textura francosa en las capas de 0-20 y 20-50 cm; saturación de agua en el suelo por tiempo prolongado donde algunos cultivos sensitivos pueden sufrir daños; la saturación de aluminio varia entre 10 y 60 por ciento que puede limitar algunos cultivos; y tiene baja provisión de potasio.




Pendiente: Las zonas con pendientes significativas, serán indicadas entre paréntesis después de la clasificación. La pendiente se indica en porcentajes que significan unidades de cambio de altura por unidades de cambio de distancia horizontal. Por ejemplo, una pendiente de 20% sube (o cae) 20 metros por cada 100 metros de distancia horizontal. Para las tierras que tienen pendientes ligeras (menos de 5%) la pendiente no está indicada en los símbolos de la clasificación FCC.

Ejemplo: Una unidad como LSa (5 a 15%) tiene textura francosa en los primeros 20 cm y textura arenosa en la capa de 20-50 cm. Además, esta unidad tiene alta saturación de aluminio. Pendiente es en el rango de 5 a 15%

MAPA DE USO DE LA TIERRA TIPNIS







Territorio Indígena Parque Nacional Isiboro Sécure (Area Colonizada)

PROGRAMA DE LAS NACIONES UNIDAS
PARA LA DEFENSA DEL MEDIO AMBIENTE
PROYECTO "APOYO AL MANEJO, CONSERVACION Y PROTECCION
DE LOS RECURSOS FORESTALES EN EL TROPICO DE COCHABAMBA"













CATEGORIAS DE USO DE LA TIERRA

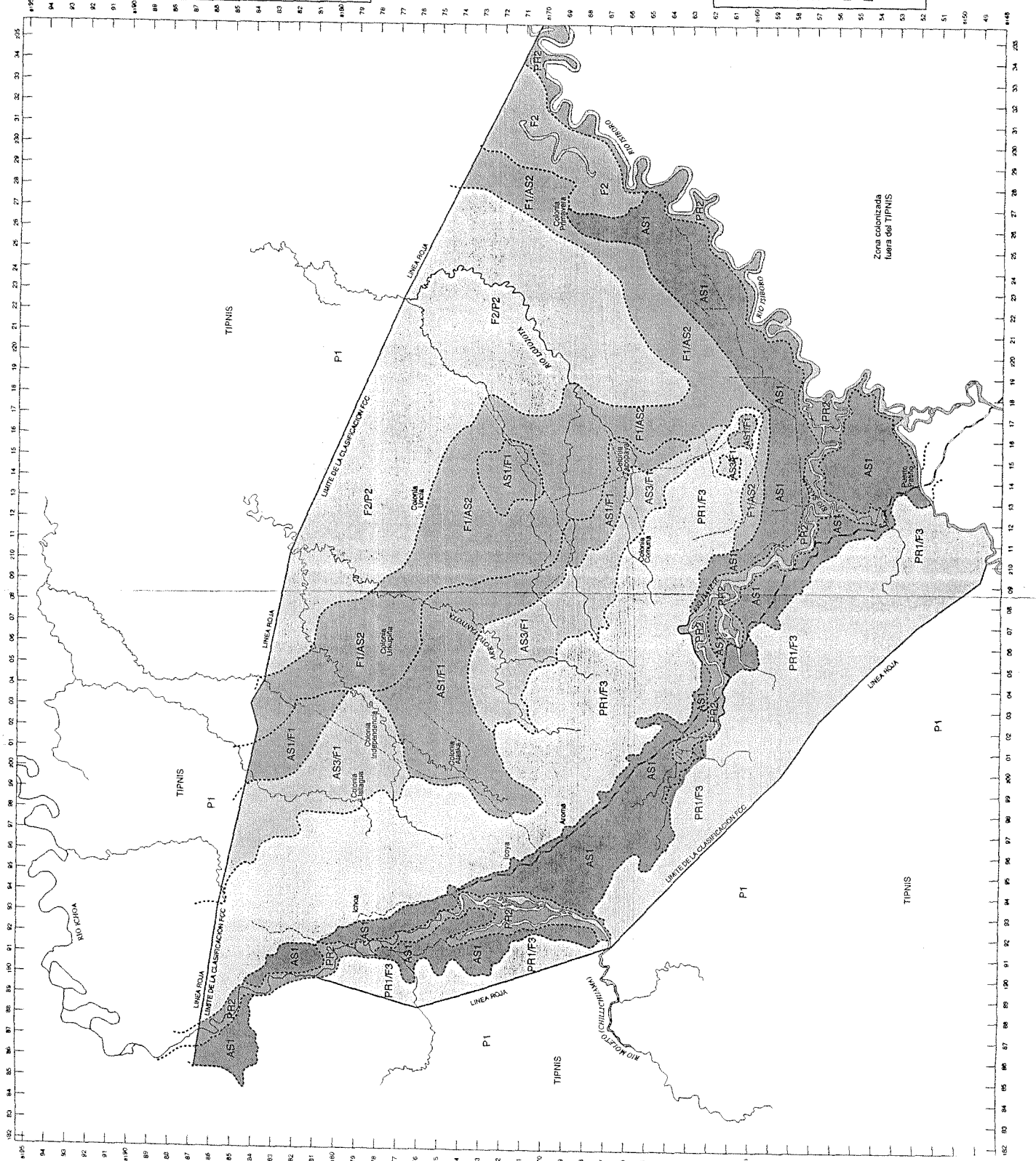
F1: Uso Forestal F2: Uso Forestal con limitaciones de acceso de agua F3: Uso Forestal con limitaciones de pendientes	ASI: Uso Agroforestal ASI/F1: Uso Agroforestal con limitaciones de acceso de agua ASI/F2: Uso Agroforestal con limitaciones de pendientes	P1: Uso Restringido por pendiente excesiva P2: Uso Restringido por potencial de riu
--	---	--

 Carretera  Arroyo  Línea Roja	 Campo  Savana  Unidades FCC	RESPONSABLES: F1, ASI, ASI/F1, ASI/F2: FONADAL F2, P1, P2: UNBCP P3: CODESA FONADAL UNBCP
---	---	---

MAPA DE USO DE LA TIERRA UNIDADES DEL MAPA DEL USO DE LA TIERRA DEL TIPNIS

 ASI  ASI/F1  ASI/F2  F2  F2/P2  PR1/F3  PR2  P1	Uso Agroforestal (con limitaciones debido a baja fertilidad) Uso Agroforestal (con limitaciones debido a baja fertilidad) o Uso Forestal Uso Agroforestal (con limitaciones debido a pendientes excesivas) o Uso Forestal Uso Forestal o Uso Agroforestal (con limitaciones debido a exceso de agua) Uso Forestal (con limitaciones debido a exceso de agua) Uso Forestal (con limitaciones debido a exceso de agua) o área natural protegida Uso Restringido o Uso Forestal (con limitaciones debido a pendientes excesivas) Uso Restringido (cuellos de nos trancados o franjas amoniguadoras paralelas a los nos) Parque Nacional Isiboro Sécure (parte no colonizada)
---	---

Algunas unidades contienen dos sub-categorías. En estas unidades, las dos sub-categorías tienen potenciales similares con relación a propiedades de la tierra. Se necesita un análisis económico para determinar el "mejor" uso.



ANEXO 3

RESULTADOS DE LOS ANALISIS FISICO-QUIMICO DE LAS MUESTRAS DE SUELO TOMADAS DEL TIPNIS (AREA DE ESTUDIO)

Estación Experimental "San Benito"

INTERESADO: Ing. Trifon Ayavini
PROCEDENCIA: Proyecto FAO-UNDCP

ANÁLISIS QUÍMICO DE SUELOS

No.LA	IDENTIFICACION	pH	CE 1:2.5	Mat.Org %	N	ppm Millequivalente s/100 grs Suelo							H	%			TEXTURA
						P	K	Ca	Mg	Na	Al	Arena		Limo	Arcilla		
2527	2 (0-25)	4.35	0.046			5.60	0.12	0.52	1.07	0.03	4.90	0.80	32.50	55.70	11.80	FL	
2528	2 (25-50)	4.74	0.022			4.60	0.07	0.39	0.80	0.05	2.35	1.15	75.70	19.10	5.20	AF	
2529	4 (0-25)	4.50	0.023			3.30	0.19	1.05	0.33	0.07	12.40	0.80	15.70	55.90	28.40	FYL	
2530	4 (25-50)	4.67	0.009			3.50	0.19	0.41	0.16	0.10	17.60	0.80	10.20	53.80	36.00	FYL	
2531	5 (0-25)	4.58	0.037			8.60	0.17	1.04	0.43	0.08	3.70	1.2	56.10	31.30	12.60	FA	
2532	5 (25-50)	4.60	0.018			3.20	0.07	0.59	0.21	0.05	4.60	0.09	59.10	29.30	11.60	FA	
2533	8 (0-25)	4.30	0.046			3.90	0.13	0.67	0.16	0.05	6.60	1.20	34.10	47.30	18.60	F	
2534	8 (25-50)	4.46	0.017			1.60	0.08	0.50	0.10	0.05	7.65	0.75	32.10	45.30	22.60	F	
2535	9 (0-25)	4.30	0.034			4.40	0.18	1.52	0.60	0.07	11.70	1.10	26.50	45.50	28.00	FY	
2536	9 (25-50)	4.45	0.016			1.90	0.15	0.40	0.16	0.06	16.70	0.40	18.1	41.90	40.00	YL FYL	
2537	10 (25-0)	4.33	0.065			5.30	0.20	0.96	0.25	0.06	4.80	0.80	48.1	35.30	16.60	F	
2538	10 (25-50)	4.56	0.026			4.20	0.13	0.56	0.10	0.06	5.90	0.80	44.10	34.10	21.80	F	
2539	12 (0-25)	4.45	0.056			3.50	0.10	0.37	0.10	0.07	3.50	0.80	51.10	41.50	7.40	F	
2540	12 (25-50)	4.73	0.022			1.40	0.07	0.39	0.12	0.08	4.40	0.70	43.00	43.40	13.60	F	
2541	13 (0-25)	3.82	0.032			3.00	0.02	0.17	0.02	0.03	0.80	0.90	80.90	16.90	2.20	AF	
2542	13 (25-50)	4.11	0.025			1.90	0.03	0.22	0.04	0.05	1.40	1.10	76.90	18.70	4.40	AF	
2543	15 (0-25)	4.16	0.045			3.20	0.27	0.37	0.41	0.04	11.20	0.70	13.00	53.00	34.00	FYL	
2544	15 (25-50)	4.38	0.018			0.90	0.26	0.36	0.23	0.06	14.10	0.40	9.90	45.90	44.20	YL	
2545	16 (0-25)	4.09	0.031			4.00	0.04	0.25	0.04	0.03	3.30	1.00	63.90	26.30	9.80	FA	
2546	16 (25-50)	4.28	0.030			2.30	0.04	0.24	0.04	0.04	2.55	0.80	59.90	28.90	11.20	FA	
2547	17 (0-25)	3.90	0.098			7.40	0.12	0.25	0.10	0.03	3.30	1.00	51.00	39.60	9.40	F	
2548	17 (25-50)	4.30	0.023			1.90	0.05	0.31	0.06	0.05	2.60	0.70	47.10	40.50	12.40	F	
2549	19 (0-25)	3.97	0.040			2.80	0.04	0.27	0.06	0.05	2.50	0.90	58.90	36.30	4.80	FA	
2550	19 (25-50)	4.34	0.013			1.20	0.03	0.22	0.02	0.04	0.90	0.95	86.90	12.30	8.00	A-AF	
2451	20 (0-25)	4.30	0.043			4.00	0.10	0.44	0.08	0.05	3.00	0.70	55.90	35.10	9.00	FA	
2552	20 (25-50)	4.58	0.020			1.80	0.05	0.30	0.06	0.04	2.20	0.70	52.00	34.60	13.40	FA F	
2553	21 (0-25)	4.1	0.045			10.70	0.05	0.29	0.06	0.04	2.00	0.50	69.90	22.70	7.40	FA	
2554	21 (25-50)	4.49	0.019			2.80	0.04	0.25	0.04	0.04	1.40	1.00	63.90	25.60	10.50	FA	
2555	23 (0-23)	3.98	0.055			3.20	0.07	0.27	0.08	0.06	3.60	0.74	55.90	30.70	13.40	FA	
2556	23 (25-50)	4.60	0.015			0.90	0.11	0.62	0.14	0.10	3.60	0.60	52.90	27.10	20.00	FYA FA	
2557	23 (0-25)	4.68	0.023			3.70	0.10	0.41	0.10	0.05	2.00	0.80	63.70	28.50	7.80	FA	
2558	23 (25-50)	4.34	0.015			0.7	0.04	0.31	0.02	0.07	3.05	0.95	50.5	31.1	18.4	F	

OBSERVACIONES

ANÁLISIS QUÍMICO DE SUELOS

FECHA DE REGISTRO:
FECHA DE REPORTE:

IBTA
Estación Experimental "San Benito"

INTERESADO: Ing. Trifon Ayeviri
PROCEDENCIA: Proyecto FAO-UNDCP

No. LAB	IDENTIFICACION	pH	CE		N	Millequivalente/100grs Suelo						H	Areña	Limo	Arcilla	TEXTURA
			1:2.5	% Mat.Org.		P	K	Ca	Mg	Na	Al					
2559	24 (0-25)	4.80	0.017			0.90	0.05	0.30	0.14	0.04	0.80	0.60	86.30	13.70	0.00	A
2560	24 (25-50)	4.95	0.010			0.40	0.02	0.20	0.14	0.02	0.70	0.80	88.90	8.10	3.00	A
2561	25 (0-25)	4.38	0.019			1.60	0.08	0.14	0.02	0.04	3.90	0.70	58.90	24.30	16.60	FA
2562	25 (25-50)	4.60	0.011			1.40	0.05	0.30	0.02	0.05	4.00	0.50	57.50	23.90	19.20	FA
2563	26 (0-25)	4.45	0.065			5.10	0.12	2.88	1.25	0.07	2.80	1.10	34.90	52.80	12.30	FL
2564	26 (25-50)	4.85	0.027			2.60	0.09	2.50	1.40	0.05	3.40	1.00	20.10	57.30	22.60	FL
2565	27 (0-25)	5.04	0.015			0.90	0.15	1.00	0.68	0.04	1.30	0.45	73.10	20.50	6.40	FA
2566	28 (0-25)	4.05	0.038			2.80	0.05	5.19	0.04	0.06	3.40	0.90	57.10	29.30	13.60	FA
2567	28 (25-50)	4.40	0.020			1.40	0.04	0.24	0.04	0.06	3.10	1.30	51.50	29.20	10.30	F
2568	29 (0-25)	4.75	0.029			4.20	0.25	4.82	1.48	0.05	6.35	1.35	7.50	63.90	28.60	FYL
2569	29 (25-50)	4.75	0.019			3.50	0.14	2.17	0.76	0.08	9.80	0.80	8.50	56.30	35.20	FYL
2570	30 (0-25)	4.50	0.070			6.50	0.26	4.55	2.53	0.10	9.00	1.30	16.50	39.90	43.60	Y
2571	30 (25-50)	4.70	0.016			3.50	0.20	1.19	1.71	0.12	14.90	0.70	6.90	39.00	44.10	Y
2572	31 (0-25)	4.06	0.057			3.30	0.20	0.44	0.23	0.10	14.50	1.20	22.30	35.30	42.40	Y
2573	31 (25-50)	4.50	0.017			0.90	0.13	0.44	0.19	0.10	14.50	1.20	10.70	34.70	54.60	Y
2574	32 (0-25)	4.70	0.031			5.10	0.22	2.08	1.95	0.08	10.40	1.10	30.30	29.10	40.60	Y
2575	32 (25-50)	4.95	0.014			2.80	0.20	0.87	2.76	0.10	12.00	0.50	20.90	32.00	47.10	Y
2576	33 (0-25)	4.68	0.031			4.90	0.30	2.50	2.53	0.09	11.10	1.10	20.90	34.00	45.10	Y
2577	33 (25-50)	4.86	0.015			4.00	0.21	1.00	1.60	0.05	14.10	1.00	12.50	48.60	38.90	FYL
2578	34 (0-25)	4.66	0.029			3.90	0.22	2.62	1.36	0.06	12.20	0.50	23.20	34.40	42.40	Y
2579	34 (25-50)	4.84	0.014			12.30	0.21	1.22	1.77	0.08	15.60	1.50	11.30	30.60	58.10	Y
2580	35 (0-25)	4.76	0.014			8.10	0.20	0.51	1.30	0.08	12.20	0.80	28.00	25.90	46.10	Y
2581	35 (25-50)	5.02	0.009			2.10	0.17	0.37	1.81	0.07	9.90	0.90	35.30	20.90	43.80	Y
2582	36 (0-25)	4.49	0.035			6.10	0.31	0.82	0.72	0.07	8.55	1.00	31.00	34.90	34.10	FY
2583	36 (25-50)	4.74	0.014			5.80	0.20	0.35	0.43	0.06	7.10	1.10	37.00	28.60	34.20	FY
2584	37 (0-25)	4.14	0.048			3.00	0.22	0.36	0.33	0.08	11.25	1.35	19.90	45.90	34.20	FYL
2585	37 (25-50)	4.64	0.013			1.80	0.14	0.24	0.68	0.07	13.00	1.20	9.90	48.00	42.10	YL
2586	38 (0-25)	4.48	0.003			8.60	0.17	0.76	0.41	0.05	3.40	0.90	57.90	25.50	16.60	FA
2587	38 (25-50)	4.37	0.019			4.60	0.11	0.25	0.12	0.06	4.80	0.50	50.10	28.80	21.10	F
2588	39 (0-25)	3.85	0.072			5.80	0.12	0.04	0.10	0.01	4.85	0.75	52.10	34.80	13.10	FAF
2589	39 (25-50)	4.34	0.015			1.10	0.05	0.21	0.06	0.05	3.70	0.50	46.10	36.80	17.10	F
2590	40 (0-25)	4.05	0.015			7.20	0.06	0.01	0.08	0.01	4.70	0.70	43.00	45.90	11.10	F

IBTA

Estación Experimental "San Benito"

ANALISIS QUIMICO DE SUELOS

Y AGUAS

INTERESADO: Ing. Trifon Ayeviri
 PROCEDENCIA: Proyecto FAO-UNDCP

FECHA DE REGISTRO
 FECHA DE REPORTE

12 08 86
 16 09 96

No. LAB	IDENTIFICACION	pH	CE		%		N	ppm Millequivalentes/100 grs Suelo							H	Arcilla	Limo	TEXTURA
			1:1	1:2.5	Mat.Org			P	K	Ca	Mg	Na	Al	Arena				
2591	40 (25-50)	4.30	0.020				1.90	0.04	0.09	0.08	0.03	4.00	0.80	38.00	48.50	13.10	F	
2592	41 (0-25)	4.15	0.039				2.30	0.13	0.17	0.19	0.03	8.75	0.55	18.90	49.00	32.10	FYL	
2593	41 (25-50)	4.31	0.022				1.40	0.12	0.21	0.25	0.04	8.70	0.9	15.90	49.00	35.10	FYL	
2594	42 (0-25)	4.07	0.034				2.30	0.05	0.05	0.04	0.04	3.40	0.80	39.90	49.00	11.10	F	
2595	42 (25-50)	4.38	0.012				1.10	0.03	0.12	0.02	0.03	3.30	0.90	37.30	50.40	12.10	FL	
2596	43 (0-25)	4.19	0.027				1.90	0.16	0.16	0.12	0.03	13.35	1.45	7.90	51.00	41.10	YL	
2597	43 (25-50)	4.24	0.023				1.00	0.19	0.11	0.16	0.05	16.90	0.20	9.70	45.20	45.10	YL	
2598	44 (0-25)	4.40	0.076				9.60	0.29	0.07	0.10	0.03	3.30	0.85	50.90	37.60	11.50	F	
2599	44 (25-50)	4.05	0.044				18.90	0.14	0.07	0.06	0.05	4.20	0.70	49.90	36.10	14.00	F	
2600	45 (0-25)	4.40	0.017				4.20	0.04	0.01	0.02	0.01	2.50	0.80	57.90	34.20	7.90	FA	
2601	45 (25-50)	4.78	0.009				1.60	0.01	0.04	0.01	0.01	1.40	0.60	68.50	25.40	6.10	FA	
2602	46 (0-25)	4.44	0.027				3.00	0.08	0.21	0.29	0.03	3.80	0.90	51.70	34.20	14.10	F	
2603	46 (25-50)	4.52	0.017				1.60	0.06	0.25	0.19	0.05	2.80	0.90	55.50	32.40	12.10	FA	
2604	47 (0-25)	4.58	0.031				3.50	0.19	2.71	1.25	0.08	10.30	0.90	15.70	40.20	44.10	YL	
2605	47 (25-50)	4.75	0.015				4.40	0.16	1.28	0.84	0.05	12.85	1.05	7.30	40.80	51.90	YL	
2606	48 (0-25)	5.08	0.047				7.20	0.16	6.27	1.48	0.05	0.60	0.70	10.70	68.80	20.50	FL	
2607	48 (25-50)	5.16	0.035				21.20	0.15	5.40	1.42	0.02	1.00	0.60	14.70	65.80	19.50	FL	
2608	49 (0-25)	3.85	0.062				4.40	0.13	0.17	0.16	0.01	4.70	0.75	51.70	31.80	16.50	F	
2609	49 (25-50)	4.04	0.043				2.50	0.08	0.29	0.08	0.02	4.25	0.85	50.70	30.00	19.30	F	
2610	50 (0-25)	4.82	0.020				2.80	0.11	2.99	1.48	0.01	2.80	0.70	30.90	67.00	2.10	FL	
2611	50 (25-50)	4.77	0.015				2.80	0.13	2.31	1.73	0.01	5.50	0.60	27.90	44.00	28.10	FY	
2612	51 (0-25)	4.22	0.054				8.90	0.17	0.67	0.25	0.03	6.20	0.80	32.90	41.00	26.10	F	
2613	51 (25-50)	4.40	0.024				4.90	0.13	0.25	0.12	0.01	5.90	0.95	28.90	41.00	30.10	FY	
2614	52 (0-25)	4.80	0.039				3.20	0.15	2.56	0.70	0.01	2.85	0.75	52.90	36.00	11.10	FA	
2615	53 (0-25)	5.04	0.052				5.40	0.20	6.36	2.55	0.03	1.00	0.65	17.90	57.00	25.10	FL	
2616	53 (25-50)	4.85	0.020				3.30	0.16	2.94	1.73	0.02	5.70	0.80	11.90	60.00	23.10	FYL	

OBSERVACIONES

IBTA - MACA
EE. SAN BENITO

LABORATORIO DE SUELOS
PLANTAS Y AGUAS

ANALISIS QUIMICO - FISICO DE SUELOS

INTERESADO : Ing. Trifon Ayaviri
PROCEDENCIA : Proyecto FAO - UNDCP

REGISTRO: 11-09-96
REPORTE : 04-10-96

Nº de Lab.	2630	2631			
IDENTIF	0-25	25-50			
PH RELACION	4.90	5.02			
CE mmhs/cm 25°C	0.014	0.007			
MAT ORG %					
N%					
P ppm	1.80	0.50			
K meq/100	0.21	0.19			
Ca meq/100	3.43	2.10			
Mg meq/100	0.95	0.97			
Na meq/100	0.20	0.25			
Al meq/100	10.30	20.0			
H meq/100	0.50	0.90			
Fe ppm					
Mn ppm					
Cu ppm					
ARENA %	21.4	24.6			
LIMO %	48.2	39.0			
ARCILLA %	30.1	36.4			
TEXTURA	FY	FY			
DR					
DA					
%Porosidad					
% CC 0.3 atm					
% PMP 15 atm					

***Proyecto "Apoyo al Manejo, Conservación y Explotación
de los Recursos Forestales en el Trópico de Cochabamba"***

COCHABAMBA

**Av. D'Orbigni N° 1216
Telfs. (591-42) 41533 - 48124
Fax (591-42) 47987
Casilla 256**

LA PAZ

**Av. 20 de Octubre N° 2659
Telf. (591-2) 374242 - Fax (591-2) 356471
Cajón Postal 11880 CABI FS:FOODACRI
Telex 2375 FOODAGR BV**

CHIMORE

**Calle "ABECEDARIO" s/n
Telf./Fax (591-411) 4306**