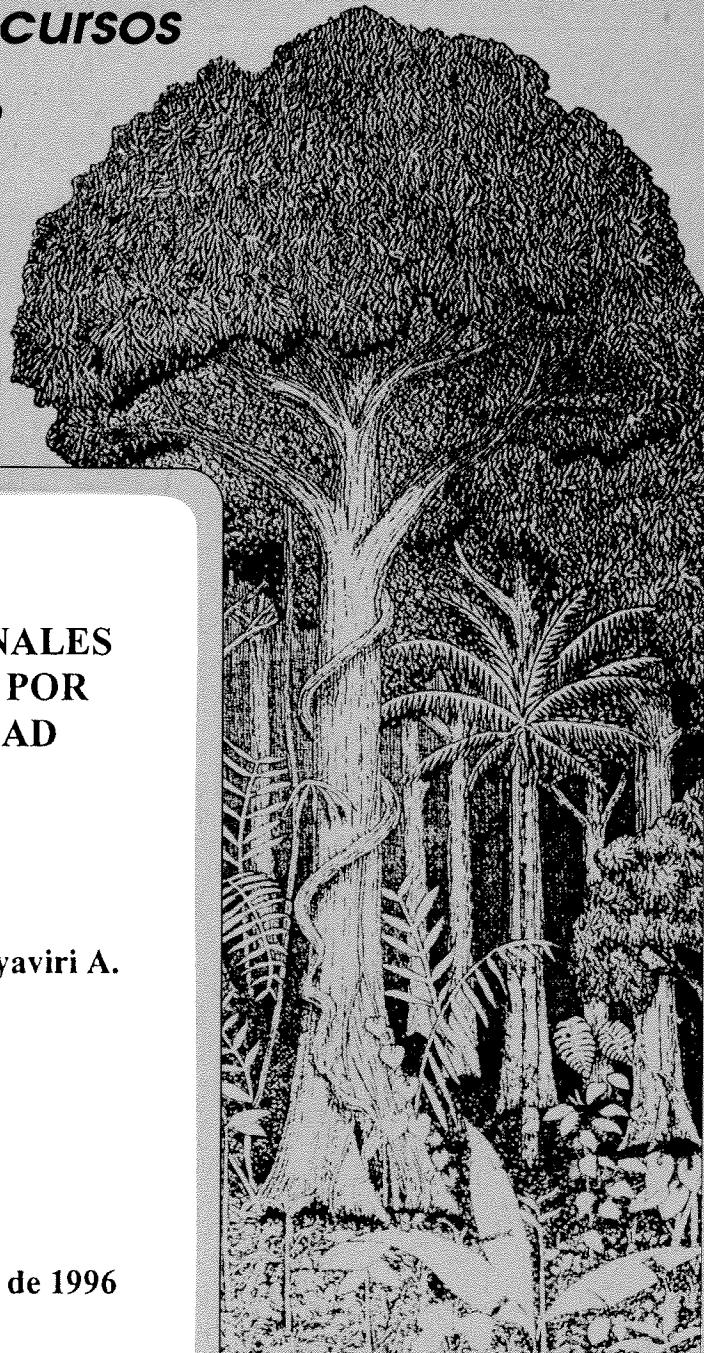


Proyecto "Apoyo al Manejo, Conservación y Explotación de los Recursos Forestales en el Trópico de Cochabamba"

**PLANES FORESTALES COMUNALES
CLASIFICACION DE SUELOS POR
EL SISTEMA POR FERTILIDAD
Y CAPACIDAD (FCC)**

RESPONSABLE:
Ing. Agr. Trifón Ayaviri A.

Cochabamba, Octubre de 1996



"Qatun Sacha"



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

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

PLANES FORESTALES COMUNALES CLASIFICACION DE SUELOS POR EL SISTEMA POR FERTILIDAD Y CAPACIDAD (FCC)

RESPONSABLE:

Ing. Agr. Trifón Ayaviri A.

Cochabamba, Octubre de 1996



**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 fue elaborado con el fin de otorgar la información necesaria, para la interpretación de las unidades FCC expresados en cada uno de los mapas correspondientes a los diferentes Planes Forestales Comunales (PFCs).

El informe en su primera parte muestra ampliamente el sistema empleado para la clasificación y mapeo de suelos (sistema por Fertilidad y Capacidad), describe en detalle el concepto de los "tipos" y "modificadores" específicos, que han sido identificados, para cada una de las áreas observadas; así mismo describe el tipo de manejo recomendado para el Trópico de Cochabamba.

Finalmente se hace una descripción, interpretación y manejo de todas las unidades encontradas en cada una de las áreas destinadas a la ejecución de los PFCs.

Contenido

PRÓLOGO	1
1. JUSTIFICACIÓN	1
2. OBJETIVOS	2
3. METODOLOGÍA DEL MAPEO DE SUELOS DE LAS ÁREAS DESTINADAS A LOS PLANES FORESTALES COMUNALES	2
4. EL SISTEMA DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS POR SUS FERTILIDAD Y CAPACIDAD (FCC)	3
5. UNIDADES DE CLASIFICACIÓN DEL SISTEMA FCC	3
5.1. Tipos	3
5.1.1. Tipo textural Franco "L"	4
5.1.2. Tipo textural Arenoso "S"	4
5.1.3. Tipo textural Arcillosa "C"	5
5.2. Indicadores de fragmentos gruesos	5
5.3. Modificadores	6
5.4. Pendiente	7
5.5. Significación de elementos de la clasificación FCC, interpretación para manejo de los suelos	8
5.5.1. Capacidad de intercambio catiónico (CIC) del suelo (modificador "e")	8
5.5.2. Acidez del suelo (modificadores "a" y "h")	9
5.5.3. Suelos con problemas de drenaje (modificador "g")	12
5.5.4. Capacidad del suelo para abastecer potasio (modificador "k")	13
6. RESULTADOS OBTENIDOS	15
6.1. Zona 1. Colonia Arani	15
6.1.1. Fisiografía	15
6.1.2. Suelos	16
6.1.3. Interpretación y manejo de unidades FCC encontradas en el área destinada a los PFCs de la colonia Arani	16

6.2. Zona 2. Colonia 1ro. de mayo	19
6.2.1. Fisiografía	19
6.2.2. Suelos	19
6.2.3. Interpretación y manejo de unidades FCC encontradas en el área destinada a los PFCs de la colonia Arani	19
6.3. Zona 3. Propiedad de la señora Nelly Ramos, colonia Palmeras	23
6.3.1. Fisiografía	23
6.3.2. Suelos	23
6.3.3. Interpretación y manejo de unidades FCC encontradas en el área destinada a los PFCs de la colonia Arani	23
BIBLIOGRAFÍA	27
ANEXO 1 MAPAS DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS (FCC). PFCs	28

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1	Criterios en FCC de tipos superficiales y subsuperficiales	4
Cuadro 2	Criterios en FCC para la identificación de las clases de fragmentos de roca.....	5
Cuadro 3	Criterios en FCC que identifican los modificadores	6
Cuadro 4	Porcentaje de saturación de Aluminio Tolerable (SAT) para algunos cultivos.....	11
Cuadro 5	Adaptabilidad de varios cultivos a condiciones de saturación, indicados por los modificadores g-, g, y g+	14
Cuadro 6	Unidades FCC halladas en el área correspondiente al PFCs de la colonia Arani, 1996.....	16
Cuadro 7	Unidades FCC halladas en el área correspondiente al PFCs de la colonia 1ro. de mayo, 1996.	20
Cuadro 8	Unidades FCC halladas en el área correspondiente al PFCs de la propiedad de la señora Nelly Ramos, colonia Palmeras, 1996.	24

PLANES FORESTALES COMUNALES
CLASIFICACIÓN DE SUELOS POR EL SISTEMA POR FERTILIDAD
Y CAPACIDAD (FCC)

1. JUSTIFICACIÓN

La base de la agricultura del Trópico de Cochabamba, que básicamente es de subsistencia, y la falta de una asistencia técnica adecuada, hacen que los recursos naturales sean utilizados indiscriminadamente, sin tomar en cuenta el efecto perjudicial al ecosistema. La no selección de suelos, de acuerdo a su capacidad, hacen que gran parte de ellos sean desmontados y quemados, solamente para producir una sola cosecha; luego son sometidos una regeneración natural, el mismo que tarda varios años en recuperar sus condiciones de fertilidad natural inicial; rompiendo así el ciclo cerrado de los nutrientes que existía en un bosque primario.

Los suelos, que no tienen la capacidad de sostener cultivos por tiempos prolongados o no tienen vocación agrícola, tienden con facilidad a erosionarse, la degradación de estos suelos, suele tener consecuencias irrecuperables, dentro del ecosistema.

Una de las alternativas para un mejor manejo de las tierras del trópico cochabambino, es la que se refiere a su explotación de acuerdo a su capacidad; para ello, el sistema de Clasificación de Suelos por Capacidad y Fertilidad (FCC), puede utilizarse como una herramienta para lograr este fin. Este sistema obliga a los técnicos a estudiar las características más sobresalientes del suelo, de modo que produzca un entendimiento de la relación de las propiedades del suelo con la adaptabilidad del cultivo a esas condiciones. Este sistema (FCC) de clasificación interpretativa, es mas adecuado que los sistemas multifacéticos diseñados para estudiar los suelos por si solos.

Con el fin de poder otorgar asistencia técnica, a nivel agricultor, el Proyecto AD/BOL/92/582 (Proyecto de “Apoyo al Manejo, Conservación y Explotación de los Recursos Forestales en el Trópico de Cochabamba”); ejecuta conjuntamente con grupos de agricultores y propietarios individuales: “**Planes Forestales Comunales**”, para un aprovechamiento racional de los recursos naturales. Para apoyar estas actividades se realizó un mapeo y clasificación de suelos, aplicando el sistema FCC; con el valor único de proveer una base únicamente: 1) para tener un entendimiento de la relación de las propiedades del suelo y 2) seleccionar suelos de acuerdo a su capacidad y su aptitud. Este tipo de sistema, aunque bastante cualitativo en la práctica, satisface una necesidad definida. Basándose en diversos criterios físico-químicos específicos, muestra suelos que no tienen limitaciones para la agricultura, hasta los que tienen severas limitaciones. En

cuanto sea posible, las limitaciones específicas y los potenciales agrícolas y forestales son señalados, en éste documento, para cada una de las unidades FCC encontradas.

2. OBJETIVOS

El objetivo principal de este estudio fue: llevar a cabo un mapeo y clasificación de suelos, identificando superficies, de acuerdo su vocación:

- * suelos aptos para el desarrollo de una agricultura sustentable;
- * suelos aptos para el desarrollo de actividades pecuarias (implantación de pastos);
- * suelos aptos para el desarrollo de actividades netamente forestales.
- * suelos de protección o áreas restringidas.

Dentro las actividades agrícolas, se incluye las actividades agroforestales como un sistema para poder crear tecnologías de bajo costo que requieran poca mano de obra, y además, estén adaptados a las limitaciones de los suelos fértiles y no fértiles.

3. METODOLOGÍA DEL MAPEO DE SUELOS DE LAS ÁREAS DESTINADAS A LOS PLANES FORESTALES COMUNALES

El mapeo de suelos por el sistema FCC, para las superficies destinadas a la ejecución de planes forestales comunales (PFCs), se basó primeramente en la clasificación macro (Escala 1:100 000), que se realizó de la zona del Trópico de Cochabamba, con el mismo sistema, esto para tener una idea del tipo de suelo que predominaba en el sector. La clasificación y mapeo de suelos de los PFCs, indicaron las principales limitaciones para el desarrollo de los cultivos y/o sistemas integrados y en base a ello, se realizó las recomendaciones respectivas para un manejo adecuado. Las escalas que se emplearon para un muestreo detallado fue de 1: 5.000, para la colonia de Arani, 1: 12.500, para la colonia 1ro. de mayo y 1:10.000 para la propiedad de la señora Nelly Ramos (Colonia Palmeras).

Cabe resaltar que los mapas FCC a esas escalas, fueron elaborados identificando en campo, las principales limitaciones de tipo físico-químico, como ser: la saturación por agua del suelo (observación de colores grises, gleyzación, tabla Munsell), las pendientes excesivas (observación con clinómetro), en lo referente a la textura (método del tacto) se describió suelos con contenidos de limo, arena,

arcilla y fragmentos de roca; para estimar la acidez del suelo se empleo un kit de pH (cromatografía). Para la localización de las líneas divisorias de las unidades FCC en campo, se realizó con lecturas de coordenadas UTM, leídas por un GPS (Magellan), que luego fueron ploteados a un mapa a escala variable, según los casos. Es de hacer notar que el GPS, bajo las condiciones del Trópico puede tener un error de 10 a 20 m, a la redonda.

4. EL SISTEMA DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS POR SU FERTILIDAD Y CAPACIDAD (FCC)

El sistema FCC agrupa suelos con características físico-químicos similares relacionados con la fertilidad. Con el FCC, se emplea el termino *fertilidad* en el sentido de la adaptabilidad de suelos para la producción y manejo de cultivos. El sistema identifica características del suelo que limitan la producción de cultivos y manejo de suelos. El usuario debe aplicar tecnologías similares a suelos en un grupo para corregir las limitaciones de producción. Los grupos pueden ser empleados 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 describe problemas generales ya conocidos como las limitaciones de producción de cultivos. El sistema supone que se emplea 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 clases del sistema FCC son indicadores directos de problemas del manejo de fertilidad éste sistema da interpretaciones de las características del suelo que afectan el uso y manejo del mismo.

5. UNIDADES DE CLASIFICACIÓN DEL SISTEMA FCC

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

5.1. 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.

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

TIPO	CRITERIO
S (arenoso)	texturas arenas y arenas francas
L (franco)	texturas con menos de 35% de arcilla, excepto arenas y arenas francas
C (arcilloso)	suelos con texturas con 35% o mas de arcilla
R (roca)	roca sólida

Fuente: Monteith, 1995.

Si los tipos superficiales y subsuperficiales son iguales, solo un símbolo es empleado. Si hay una diferencia entre los tipos texturales de las capas, se emplean los dos símbolos.

Ejemplos: **Lak** = suelo franco en la capa superficial y subsuperficial (0 - 50 cm)

LCak = suelo franco en la capa superficial (0 - 20 cm), suelo arcilloso en la capa subsuperficial (20 - 50 cm).

5.1.1. Tipo textural Franco “L”

Este tipo textural tiene las menores limitaciones para los cultivos. Texturas dentro del Tipo “L” son favorables para el drenaje y permeabilidad. Donde existe saturación con agua de suelos de Tipo “L” es usualmente por alta napa freática o inundación en vez de permeabilidad lenta. Estas texturas son fáciles para cultivar, sembrar; las plantas brotan y las raíces crecen fácilmente. El contenido de arcilla es suficiente para producir una CICE la cual puede absorber cationes contra la lixiviación. Los tipos L tienen la capacidad mas alta que otros tipos texturales para almacenar agua disponible para las plantas. Sin embargo, este tipo es mas fácil compactar por tráfico humano o equipos de cultivo. Por lo tanto las prácticas de manejo deben ser empleadas, las cuales reducen la compactación como limitar tráfico de personas, animales y equipos, y mantener cultivos de cobertura.

5.1.2. Tipo textural Arenoso “S”

Estos tipos son limitados para la producción de cultivos principalmente por su CICE baja y bajo contenido de nutrientes. Su permeabilidad es rápida y el agua se

muere por el suelo rápidamente. Por lo tanto, la permeabilidad también permite la lixiviación rápida de nutrientes de las plantas. Hay una pérdida rápida de nutrientes después de la quema de bosque y de nutrientes aplicados por fertilizantes. La capacidad de almacenar agua disponible para las plantas es baja en Tipos "S", pero esto es un problema solamente en temporadas secas, no frecuentes en el Chépere. Las prácticas de manejo para suelos arenosos incluyen aumentos de materia orgánica para así aumentar la CICE y la capacidad de almacenar agua. Debe seleccionar cultivos adaptados a condiciones secas y de alta acidez.

5.1.3. Tipo textural Arcilloso "C"

Las propiedades físicas de suelos arcillosos dan problemas de manejo. La permeabilidad es frecuentemente lenta: los suelos a menudo son saturados por agua y tienen colores de gris, los que indican épocas de saturación. Sin embargo, los suelos arcillosos en posiciones altas con buena estructura son bien drenados. La CICE de suelos arcillosos es usualmente mas alta que los suelos con menos arcilla. Por lo tanto, la pérdida de nutrientes es mas lenta, pero cantidades mas elevadas de materiales encalantes y fertilizantes son necesarios para cambiar el pH o saturación de bases en estos suelos. El usuario del suelo debe seleccionar sitios bien drenados con buena estructura y cultivos adaptados a condiciones de humedad y acidez en suelos arcillosos.

5.2. Indicadores de Fragmentos Gruesos

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

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

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

5.3. Modificadores

Los símbolos para *modificadores* identifican las limitaciones de manejo y fertilidad.

Los modificadores representan condiciones dentro los primeros 50 cm del suelo.

Son indicados con letras minúsculas. Un suelo puede tener mas de un modificador (para detalle ver cuadro 3.).

Cuadro 3. Criterios en FCC de los modificadores

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 gris dentro los 50 cm de la superficie del suelo.
g	Moteados comunes de gris dentro los 25 cm y/o matriz 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 gris.
k	Valores bajos de K intercambiable en cualquiera de los primeros 50 cm., definidos por: Tipos frances (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% minerales meteorizables además de los criterios de 'k' mencionados previamente.
e	Capacidad de Intercambio de Cationes Efectivo (CICE) < 4 meq/100g suelo.
#	Suelos con compactación, debido al tráfico de animales en los primeros 15 cm del suelo.

Definiciones:

- Gris - color con croma de Munsell de 2 o menos
- Pocos moteados - menos del 2% del horizonte es cubierto con moteados
- Moteados comunes - 2 al 20% del horizonte es cubierto con moteados
- Moteados frecuentes - mas del 20% del horizonte es cubierto con moteados.
- Matriz - la mayor parte del horizonte (mas de 50%).
- CICE (Capacidad Intercambio Cationes Efectivo) - la suma de los cationes intercambiables (Ca, Mg, K, Al).
- Saturación de aluminio -- el porcentaje de la CICE 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%.

5. 4. 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. La mayoría de la tierra incluida en los mapas de FCC, las pendientes son ligeras (menos de 20%) y la pendiente no está indicada en los símbolos de la clasificación FCC.

Ejemplos de la clasificación FCC:

Lak = Suelo con textura francesa en los primeros 50 cm, con pH ácido (saturación de aluminio > a 60%) y baja capacidad de abastecer potasio.

L'Sak = Suelo franco en los primeros 20 cm, pero con la presencia de fragmentos rocosos de 15 - 35% con diámetros de 2 mm a 25 cm; textura arenosa en la siguiente capa (20 a 50 cm), suelo ácido (saturación de aluminio > a 60%) y baja capacidad de abastecer potasio.

LCak (0 - 20%) = Suelo con textura franca en la capa superficial (0 - 20 cm) y textura arcillosa en la capa subsuperficial (20 - 50 cm), suelo ácido (saturación de aluminio > a 60%) y baja capacidad de abastecer potasio; además el terreno tiene desnivel, baja o sube 20 metros cada 100 metros de distancia horizontal.

Lg-hk = Suelo con textura franca en los primeros 50 cm, saturación por agua por periodos cortos (presencia de pocos moteados grises, menos del 2% o menos; suelo con acidez media (saturación de aluminio entre 10 a 60%) y baja capacidad de abastecer potasio.

5. 5. Significación de elementos de la clasificación FCC e interpretación para manejo de suelos

5.5.1. Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC) del suelo (modificador “e”)

La Capacidad de Intercambio Cationico (CIC) de los suelos esta definido como una de las propiedades más importantes del suelo con respecto al crecimiento de las plantas, y significa directamente la capacidad del suelo para poder absorber y almacenar iones de carga positiva (cationes). Los cationes adsorbidos son relativamente resistentes a la lixiviación (lavado por agua a capas más profundas); pero estos cationes son disponibles a ser empleados por las raíces de las plantas. La CIC del suelo varia generalmente con la clase de mineral y el tipo de arcilla, así la caolinita (1:1) con carga eléctrica dependiente del pH, presentan menor CIC que la montmorillonita (2:1), con carga eléctrica poco dependiente del pH. La CIC de la materia orgánica viene a ser en su totalidad dependiente del pH del suelo. Los suelos del Chapare, en su generalidad tienen arcillas del Tipo 1:1, con baja CIC, donde el mayor aportador a esta característica es la presencia de la materia orgánica.

La CICE (Capacidad de intercambio Catiónico Efectivo) es un estimador de suelos que tienen cargas permanentes y muy variables, los valores de la CICE es obtenido por la sumatoria de los cationes incluido el aluminio (Al) y el hidrogeno (H) existentes en el suelo.

En resumen la CICE es la capacidad de los suelos de absorber iones con carga positiva (cationes). Los cationes mas abundantes incluyen calcio, magnesio, potasio, aluminio. Los cationes absorbidos son retenidos de una manera que sean disponibles para las plantas, pero no fácilmente perdidos por lixiviación. Las mayores fuentes de CIC en suelos son arcillas y 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.

Suelos con baja CIC y pobemente amortiguados requieren fertilización más frecuente, encalado si es ácido, que aquellos suelos altos en CIC y bien amortiguados. Los suelos altamente amortiguados son ventajosos ya que proveen un suministro más estable de nutrientes y son más resistentes contra la acidificación y sobreencalado.

El modificador “e” está directamente relacionado principalmente con los suelos de textura arenosa, ubicados en áreas cercanas a los ríos, los cuales son altamente meteorizados y han sufrido un lavado de sus bases cambiables por el buen drenaje interno (Ca, Mg y K son lixiviados). Suelos que tienen bajo porcentaje de materia orgánica, debido al manejo también presentan el modificador “e” o están muy cercanos a tener una CICE menor a 4 cmol(+)/kg. En general el mayor

aportador a la CICE en el Trópico de Cochabamba es el aluminio intercambiable, considerándose el catión principal, tóxico para las plantas, en altos niveles de saturación. La materia orgánica es el mayor aportador de cargas negativas en el suelo (adsorción de cationes), las arcillas y la materia orgánica tienen cargas variables dependientes del pH del suelo, por lo que es necesario incrementar el pH para incrementar la CICE. Debido a los regímenes de temperatura y humedad del área de estudio las descomposiciones de la materia orgánica es mayor y más rápida que en zonas frías, perdiéndose de suelos donde no existe un reciclaje de material vegetal.

Manejo.

- Incremento del pH pueden incrementar la CICE del suelo.
- Análisis de suelo y tejido foliar son necesarios realizar frecuentemente.
- Aplicación de altas dosis de fertilizantes deben ser realizadas de manera fraccionada para evitar su pérdida por lavado.
- Manejo de suelos que mantengan o incrementen la materia orgánica del suelo deben ser practicadas, tales como coberturas vegetales, mulch, abonos verdes, desecho de animales, etc.
- Las dosis de cal debe ser fraccionada y aplicada con más frecuencia.
- Un sobreencalado del suelo puede causar desbalances nutricionales, especialmente de K.
- Estos suelos están pobemente amortiguados contra la acidificación de fertilizantes.

La reacción del suelo debería estar monitoreada frecuentemente.

5.5.2. Acidez del suelo (modificadores "a" y "h").

Anteriormente, el encalado de suelos de los trópicos húmedos, a menudo no producían resultados favorables. Frecuentemente, los suelos se encalaban para obtener un pH de 7 que resultó en una disminución de rendimientos debida a deficiencias de micronutrientes y disponibilidad reducida de fósforo. En los últimos años, sin embargo, se ha demostrado que el aluminio es el catión principal en los suelos ácidos con un pH de 5 ó menor. Como resultado de estos nuevos conceptos, el enfoque al encalado de suelos ácidos altamente intemperizados se ha modificado considerablemente. Las dosis de cal se basan ahora en cantidades requeridas para neutralizar el aluminio intercambiable en vez de tratar de elevar el pH del suelo a 6,5 ó 7, (Kamprath, 1973).

El intento de FCC es separar suelos que tienen: 1) niveles bajos de acidez que el crecimiento de los cultivos no es afectado; 2) niveles moderados de acidez que retarda el crecimiento de los cultivos; y 3) tiene un nivel alto de acidez que retarda el crecimiento de las plantas más cultivadas (Smith, 1989).

La causa principal de acidez en suelos tropicales, como ya se dijo anteriormente, es debido a la hidrólisis del Al trivalente en el complejo de intercambio (Buol, 1988; Smith, 1989). Las fuentes pueden ser orgánicas o inorgánicas, los primeros tienen que ver con aquellos procesos que favorecen las pérdidas de Ca++, Mg++, K+ y Na+ y la acumulación de H+ y Al+++, principalmente en suelos bien drenados con alta precipitación. Además, la remoción de estos nutrientes por las cosechas también disminuye sus contenidos en el suelo con el consiguiente reemplazo de los iones H+ y Al+++,

El interés del FCC es proveer información referente a propiedades de suelo que se está manejando, está planteado para identificar si los suelos requieren cal o si el cultivo es sensible a la acidez, o aquellos que generalmente no requieren cal a menos que haga uso extensivo de fertilizantes acidificantes (sulfato de amonio, urea, fosfato de amonio, azufre, amonio anhídrico) (Uribe, 1989).

En la medida en que aumenta el contenido de materia orgánica en los suelos, los niveles de aluminio en la solución del suelo, típicamente disminuye debido a la formación de complejos de materia orgánica-aluminio fuertes (Kamprath, 1972).

Debido a que el aluminio es el elemento principal que retarda el crecimiento de los cultivos no tolerantes o moderadamente tolerantes, afecta en diferentes formas a los cultivos, los mismos que a continuación se señala:

- Alteración de los procesos de división celular en los puntos de crecimiento de la raíz.
- Impide la absorción y transporte de Ca y P a la parte aérea de la planta.
 - A nivel foliar se presenta en muchos casos parecida a una deficiencia de P, las plantas se muestran raquícticas, pequeñas de color verde oscuro opaco, coloraciones purpúreas en los tallos hojas y venas foliares, y ocurre el amarillamiento o muerte de la punta de la punta de las hojas (Uribe, 1989).
 - A nivel molecular impide la división molecular y la síntesis de proteína (Foy, 1990; Uribe, 1989).

Manejo.

Los modificadores "a" y "h" son asociados con toxicidad de aluminio y 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 Trópico de Cochabamba, (Monteith, 1995).

La tabla siguiente indica los porcentajes de saturación de aluminio que varios cultivos pueden soportar. Sin embargo, puede existir reducciones en el rendimiento a niveles mas bajos sin un síntoma evidente de toxicidad.

Cuadro 4. Porcentaje de Saturación de Aluminio Tolerable (SAT) para algunos cultivos

Cultivo	% SAT
Arroz	70
Banano	30
Cítricos	50
Fríjol	10
Maíz	25
Maracuyá	30
Pimenta*	30
Piña	60
Tembe*	50
Yuca	75

Fuente: Monteith, Quiroga y Ayaviri, 1995.

*Estimación, se necesitan mas investigaciones para estos cultivos.

Para el manejo de los suelos con problemas de acidez (modificadores "h" y "a") es necesario considerar aspectos económicos y disponibilidad de materiales que reduzcan la acidez del suelo en la región del Chapare. Algunos aspectos de manejo de este tipo de suelos son señalados a continuación:

- Utilización de variedades resistentes a la saturación de aluminio (cuadro anterior).
- Aplicaciones de cal son requeridas para cultivos no tolerantes a la acidez.
- Debido a la presencia de Al se reduce la absorción de Mg (Kamprath y Foy, 1971) y el encalado puede disminuir los niveles disponibles debido a la coprecipitación con el Al (Myers, 1988).
- Donde los cultivares tolerantes a la saturación de aluminio se están desarrollando y la adición de cal no supera pHs de 5.5, la roca fosfórica puede ser utilizada efectivamente.

-Si la saturación de aluminio excede la SAT por el cultivo, la zona radicular estará restringida principalmente por la profundidad de incorporación de la enmienda hasta que algún lavado de Ca y Mg a capas más profundas ocurra. Aplicaciones de dolomita al hoyo al momento de la siembra puede garantizar el desarrollo inicial de las plantas en el Chapare.

- La neutralización del aluminio intercambiable incrementa mucho la absorción del fósforo. (Fox, 1964). incrementa el nivel de fósforo disponible en el suelo, de éste modo se reduce la necesidad de aplicaciones de fósforo. La mineralización del fósforo orgánico también aumenta (Awan, 1964).

-Al ajustar el pH de suelos ácidos a 7, se baja drásticamente la absorción de fósforo (Fox, 1964). La formación de fosfatos de calcio aparentemente es la razón principal de una menor asimilación de fósforo. De igual manera, la capacidad de fijación de fósforo de los suelos ácidos aumenta cuando se eleva el pH a más de 5.8 (Fassbender y Molina, 1969).

- Debido a las restricciones de disponibilidad de materiales encalantes en nuestro medio, se puede aplicar técnicas de manejo de la materia orgánica del suelo, mediante la incorporación de abonos verdes, estas pueden ser leguminosas herbáceas o leguminosas arbóreas adaptadas a suelos ácidos (Ej.: *Pueraria phaseoloides*, *Mucuna* sp., *Desmodium ovalifolium*, *Inga edulis*, *Cassia reticulata*, etc.) que además de mejorar las condiciones físicas, fijan nitrógeno, incrementan la actividad biológica, protegen de la erosión, adicionan nutrientes y disminuyen la toxicidad de Al. Aunque esta práctica no es eficiente como la aplicación de cal o dolomita para disminuir la acidez puede proveer beneficios temporales (Develois, 1990).

-Evitar la aplicación de fertilizantes de reacción ácida en el suelo como: urea, sulfato de amonio y nitrato de amonio (Uribe, 1987).

5.5.3. Suelos con problemas de drenaje (modificador “g”)

El drenaje del suelo se refiere al paso interno del agua a través del suelo, la ocupación por el agua de los poros del suelo se conoce como saturación; la saturación puede ser producida por una napa freática alta o por la inundación de la superficie. Estos modificadores indican saturación con agua a varias dimensiones.

El modificador “g-” indica condiciones de saturación por un tiempo muy corto que no llegan a las capas superficiales.

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 saturación del suelo con agua. El modificador "g" indica saturación por largo plazo en las capas profundas y saturación intermitente en las capas superiores.

El modificador "g+" indica saturación por largo plazo en todas las capas hasta la superficie. La tabla siguiente indica la sensibilidad de algunos cultivos a la saturación como es indicado por los modificadores.

Manejo

- Selección de cultivos adaptados a las condiciones existentes, es la mejor práctica de manejo.
- Sistemas de drenaje son necesarios en algunos lugares, pero en muchos lugares no funcionan y son económicamente no recomendados.

Condiciones favorables de humedad para la producción de arroz de inundación.

5.5.4. Capacidad del suelo para abastecer potasio (modificador "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 los cultivos, en comparación a suelos que abastecen de una cantidad sustancial 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 por el 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 perdida por cosecha bajo cultivación intensiva.

Cuadro 5. Adaptabilidad de Varios Cultivos a Condiciones de Saturación Indicados por Modificadores g-, g, y g+.

CULTIVO	...	g-	g	g+
Arroz		T	S	NT
Banano		S	NT	NT
Cítricos		S	NT	NT
Maíz		T	S	NT
Maracuyá		NT	NT	NT
Pimenta Negra		NT	NT	NT
Piña		NT	NT	NT
Tembe		S	NT	NT
Mucuna		S	NT	NT
Yuca		S	NT	NT
Frijol		S	NT	NT
Kudzu		T	S	NT

Fuente: Monteith, Quiroga y Ayaviri, 199

Leyenda:

- T. Tolerantes.
- S. Sensitivo.
- NT. No tolerante.

Según la definición, hay dos criterios alternativos para determinar si un suelo debe tener el modificador "k". Una en base a las millequivalentes de K intercambiable y el otro en base al contenido de minerales meteorizables. Dentro de los resultados del ensayo de los suelos del Chapare, la gran mayoría de suelos tienen el modificador "k". Casi todos se conforman con el requisito de K intercambiable, pero solamente algunos conforman el requisito de bajo contenido de minerales meteorizables (Monteith, 1995). Todos que conforman el requisito de minerales meteorizables también conforman el requisito de K intercambiable. Mientras que los suelos con bajo potasio intercambiable tienen baja o lenta capacidad de 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 aún muy lentamente. Por lo tanto, suelos con bajo potasio intercambiable y baja cantidad de minerales meteorizables se identificará con el modificador "k⁺".

Suelos con baja cantidad de potasio intercambiable pero con mas del 10% de minerales meteorizables se identificará con el modificador "K" (Monteith, 1995).

Manejo

- Las aplicaciones de fertilizantes de potasio son la mejor respuesta a esta deficiencia. Después de repetidas cosechas, un suelo con el modificador k puede desarrollar una deficiencia de potasio. Es aún mas probable en cultivos con alta exigencia de potasio como el banano.

- Monitoreo constante de deficiencias de K. Sin embargo, los rendimientos pueden bajar antes que aparezcan síntomas de deficiencias. Por lo tanto, debe hacerse análisis de tejidos y suelos y aplicaciones de fertilizantes de potasio según los análisis. Por lo menos las aplicaciones de potasio (y otros elementos) deben ser aplicados de acuerdo a la tasa de absorción de las cosechas.

6. RESULTADOS OBTENIDOS

El Proyecto UNO/BOL/025/DCP-FAO; realiza su trabajo de implementación de Planes Forestales Comunales en las comunidades de Arani, 1ro de Mayo y la propiedad perteneciente a la señora Nelly Ramos.

6.1. Zona 1. Colonia Arani. (Ver mapa adjunto)

La colonia Arani está situada a 25 km. aproximadamente del centro urbano de Chimore. Área que pertenece a la Sub-Región III.

6.1.1. Fisiografía.

La unidad en la cual está ubicada, esta colonia, es la de mayor importancia, por las labores agrícolas que se desarrollan en ella, esta unidad es la denominada llanura aluvial de inundación. Es una zona de terreno con pendiente plana, cuya formación se debe a los desplazamientos laterales de los ríos y la constante sedimentación dentro de los cauces de los ríos en períodos de desborde. Es característica la presencia de cauces abandonados con estrangulaciones de meandros, que en algunos casos se presentan como lagunas dentro la inundación.

6.1.2. Suelos.

Los suelos de este sector, llanura aluvial, son poco desarrollados, en condiciones naturales o sin ninguna alteración, cuentan con una capa superficial orgánica, de color pardo oscuro, con texturas franco-limosas, tipo "L"; por la posición geográfica que ocupan y la excesiva precipitación pluvial, mas la influencia del río Chimore, son suelos moderadamente bien drenados a mal drenados, con porcentajes altos de saturación de bases, buena capacidad de retener nutrientes y pH con acidez media, con contenidos moderados de Al. Por estas condiciones son considerados de fertilidad natural alta, no descartándose que existen suelos con fertilidad media a baja, por las condiciones de influencia del río y los arroyos.

6.1.3. Interpretación y manejo de unidades FCC encontradas en el área destinada a los PFCs de la colonia Arani

El manejo y la interpretación de las unidades FCC, estarán basados en las consideraciones generales realizadas en páginas anteriores para cada uno de los tipos y modificadores.

Cuadro 6. Unidades FCC halladas en el área correspondiente al PFCs de la colonia Arani, 1996.

Unds FCC	Banano	Piña	Palmito	Cítricos	Maracuyá	Pimienta	Goma	Pastos	Arboles Forestales
Lhk	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Lg-hk	1	3	1	1	3	3	1	1	1
Lghk	2	3	2	2	3	3	2	2	1
Lg+hk	3	3	3	3	3	3	3	3	2

ESCALA DE CLASIFICACIÓN

1. Se puede producir el cultivo con insumos "normales" insumos necesarios para establecer y reemplazar los nutrientes extraídos en las cosechas). Ya que casi todos los suelos tienen el modificador "k", se considera 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 prohibido bajo circunstancias actuales.

Descripción de unidades.

Los suelos de este lote son de naturaleza aluvial, es decir recibe sedimentos laminares del río Chimore, estos sedimentos son ricos en cationes (Ca, Mg, K, etc.) otorgando al suelo una fertilidad natural alta, pero, debido a estas condiciones, el suelo tiene el modificador "g-" predominantemente; sin embargo en

las depresiones naturales se encuentran suelos con diferentes períodos de saturación por agua (modificadores "g" y "g+").

Debido a las condiciones de fertilidad en este tipo de suelos (unidades Lg-hk) se desarrollan bien las plantaciones de banano, plátano y guíneo, además de palmito y cítricos, las condiciones de saturación de agua limitan el establecimiento de cultivos como pimienta, maracuyá y piña; a los cultivos adaptados a estas condiciones se deberán realizar prácticas de manejo del aspecto fitosanitario y manejo de producción (embolsado, desbellotado, etc. en bananos especialmente).

Sin embargo a pesar de las condiciones de practicar una agricultura con insumos normales, no se debe descartar la posibilidad de aquellos suelos con limitaciones serias para la agricultura sean manejados desde el punto de vista forestal; ya que es importante mantener la cobertura natural (bosque arbóreo), ya que tienen varias estructuras únicas adaptadas a este ambiente en particular. Muchas de las especies existentes cuentan con una morfología de hoja de punta goteante, que en cierta manera disminuyen la erosión hídrica del suelo. En las ramas superiores de algunos árboles aparecen epífitas o plantas sin raíces en tierra que atrapan hojas en sus raíces aéreas y forman un "suelo" del que extraen elementos nutritivos.

El ciclo de nutrientes entre el bosque y el suelo es esencialmente cerrado. La caída constante de hojarasca y la descomposición durante todo el año, y la virtual ausencia de lixiviación, permiten el desarrollo de bosques exuberantes sin síntomas de deficiencias nutritivas en suelos de baja fertilidad natural. La única diferencia marcada de la vegetación, con excepción de los pantanos, que pueden correlacionarse con los suelos, es el tamaño reducido de bosques que crecen en aquellos suelos con limitaciones de textura, drenaje, etc.

Lhk: Suelo con textura francesa en las dos capas, superficial y subsuperficial, medianamente ácidos, saturación de aluminio entre 10 y 60%; baja capacidad de abastecer potasio.

Manejo:

Unidades que por la textura franca con que cuentan poseen un buen drenaje y buena permeabilidad; tienen buena capacidad de retener agua disponible para los cultivos, son suelos bien aireados, fácil penetración de raíces y laboreo, el porcentaje de arcilla es lo suficiente como para poder garantizar la buena retención de los nutrientes, especialmente los cationes; por esa razón, este tipo textural presentan una acidez media, lo que implica un contenido medio de Ca, Mg y K, la mayoría de los cultivos se adaptan a estas condiciones, no es necesario la aplicación de cal o dolomita. La aplicación periódica de fertilizantes, especialmente potásicos, es necesario, según sea el requerimiento del cultivo a establecerse y de acuerdo a la cantidad de nutrientes que tenga el suelo. A fin de mantener las características físico-químicas del suelo es necesario asociar

algunos cultivos como los citricos con leguminosa herbáceas (mucuna, kudzu, calopogonium, etc.).

Las especies forestales, adaptadas a estas condiciones suelen desarrollar en forma satisfactoria, alcanzando un grosor y altura comercial en pocos años.

Lg-hk: Suelo con textura francesa en los primeros 50 cm de profundidad: suelos con saturación de aluminio entre 10 y 60% (suelos poco ácidos); saturación de agua hasta los 50 cm, por periodos suficientes como para producir moteados grises poco frecuentes. Baja capacidad de abastecer potasio.

Manejo:

Por la fertilidad natural alta de éste tipo de suelos, las prácticas de manejo deben estar dirigidas mas al aspecto fitosanitario, control de malezas, etc. de acuerdo a las exigencias de cada cultivo, ya que la saturación de agua (permanencia de agua en el sector) dura por poco tiempo (horas solamente), o la napa freática fluctuante no alcanza a saturar con agua, los 50 cm observados; lo que no perjudica el desarrollo de la mayoría de los cultivos adaptados a éstas condiciones. Programas de fertilizaciones a base de potasio serán necesarias, en aquellos cultivos que son explotados por periodos de mas de tres años.

Lghk: Suelo con textura francesa dentro los primeros 50 cm; suelos poco ácidos (saturación de aluminio entre 10 y 60%); saturación de agua por períodos largos, condición en el suelo que muestra colores grises en todo el horizonte; baja capacidad de abastecer potasio.

Manejo:

Este tipo de unidades ocupan pequeñas superficies del área observada y se encuentran generalmente al los lados del río y arroyos. Las condiciones de fertilidad natural, son buenos en éste tipo de suelos, pero la principal limitante es la saturación del suelo por agua, por períodos relativamente largos, para el mayor aprovechamiento de las superficies con estos modificadores es recomendable realizar una selección de cultivos adaptados a estas condiciones, luego se vera la posibilidad de construir canales de drenaje, tomando en cuenta la profundidad radicular del cultivo. En este tipo de condiciones algunas variedades de arroz de inundación suelen comportarse en forma excelente. Si las condiciones de terreno no permite realizar el manejo anteriormente mencionado, es mejor dejar este tipo de suelos en condiciones naturales o mejor aun enriquecer con especies forestales adaptadas a estas condiciones.

Lg+hk: Suelo con textura franca en la dos capas observadas (50 cm), suelo con porcentaje de saturación de aluminio entre 10 y 60% (suelo poco ácido); baja capacidad de abastecer potasio. Suelo con saturación por agua por periodos muy largos.

Manejo:

Este tipo de suelos ubicados en depresiones naturales donde existe acumulaciones de agua por periodos muy largos, estas condiciones impide generalmente el desarrollo de la mayoría de los cultivos; el mejor modo de manejar este tipo de suelos es buscar algún tipo de desnivel del terreno, para poder realizar, quizás, la excavación de canales de drenaje, si el caso no se diere es mejor reservar estos suelos para actividades forestales, se puede realizar enriquecimientos con especies adaptadas a este tipo de suelos; o dejar en estado natural.

6.2. Zona 2. Colonia 1ro. de Mayo (Ver mapa adjunto).

La colonia 1ro de Mayo esta ubicada a 42 km. aproximadamente del centro poblado de Villa Tunari; área que pertenece a la Sub-Región IV.

6.2.1. Fisiografía.

La unidad en la cual esta ubicada, esta colonia, son las terrazas que están caracterizadas por la presencia de restos de antiguas llanuras por donde corrieron los ríos y que por la incisión de los mismos en sedimentos blandos, constituyen plataformas en los interfluvios. Las profundidades de la napa freática en las terrazas alta, media y baja son fluctuantes pero por lo general se presentan entre los 2 y 3 metros.

6.2.2. Suelos

Los suelos de este sector, en general son suelos profundos, limitados por la presencia de una napa freática fluctuante, con problemas de mal drenaje (modificador "g"), con procesos de óxido reducción que se deducen de la presencia de un manto rojizo a plomo intenso en las capas superficiales y sub-superficiales (gleyzación); las texturas varían de francas a franco arcillosas, los pH tienen valores de 4,6 a 4,8 indicador de una fertilidad natural media. A pesar de las condiciones de deficiencia de drenaje existe en gran parte de la superficie ocupada por el sindicato, suelos bien drenados.

6.2.3. Interpretación y manejo de unidades FCC encontradas en el área destinada a los PFCs de la colonia 1ro. de mayo

El manejo y la interpretación de las unidades FCC, estarán basados en las consideraciones generales realizadas en páginas precedentes para cada uno de los tipos y modificadores

Cuadro 7. Unidades FCC halladas en el área correspondiente al PFCs de la colonia 1ro de Mayo, 1996.

Unds FCC	Banano	Piña	Palmito	Cítricos	Maracuya	Pimienta	Goma	Pastos	Arboles Forestales
Lak	2	1	2	2	2	2	2	1	1
Lg-ak	2	3	2	2	3	3	2	2	1
Lgak	3	3	3	2	3	3	2	2	2
LCak	2	2	2	2	2	2	2	2	1
LCg-ak									
LCak									
LCg-ak									
LCgak									
									NO CLASIFICADO

ESCALA DE CLASIFICACIÓN

1. Se puede producir el cultivo con insumos "normales" insumos necesarios para establecer y reemplazar los nutrientes extraídos en las cosechas). Ya que casi todos los suelos tienen el modificador "k", se considera 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 prohibido bajo circunstancias actuales.

Descripción de unidades.

A pesar de las condiciones de fertilidad natural que tiene el bosque, a través del reciclaje cerrado de los nutrientos, y la ausencia de los problemas de lixiviación; las diferencias pueden ser notables dentro del bosque mismo, debidas principalmente a las limitaciones de textura y drenaje. Este tipo de suelos una vez efectuado el desmonte y la quema posterior puede sostener cultivos por varios años, luego es sometido a una regeneración natural, donde los nutrientos se acumulan gradualmente y sirve como una alternativa de la fertilización. Sin embargo las actividades de desbosque y quema ocasionan cambios en las propiedades físicas y químicas del suelo aumentando la temperatura del suelo, los regímenes de humedad del suelo también se alteran, con menos remoción de humedad, erosión de la capas arables, disminución gradual de los nutrientos, especialmente los cationes. Disminución gradual de los rendimientos cuando no se fertiliza, este ultimo depende de las propiedades del suelo, el clima y la vegetación. Para mantener las condiciones naturales del suelo a veces es mejor no realizar el desmonte en aquellos suelos que no tienen la capacidad de soportar cultivos agrícolas por mucho tiempo, especialmente aquellos que tienen limitaciones de drenaje (modificador g, y g+), debido a una napa freática fluctuante, que afecta principalmente a área de mayor desarrollo de las raíces.

Las unidades FCC halladas en el sector del sindicato 1ro de Mayo: tienen una amplia variabilidad en cuanto a textura y drenaje principalmente; existen suelos bien drenados (Lak), donde se puede realizar el cultivo de la mayoría de las especies agrícolas existentes en el Chapare, pero no se descarta que dentro de estas unidades se encuentren inclusiones de unidades menores que tengan problemas de drenaje (modificadores g-, g y g+).

Existen suelos con deficiencias de drenaje (Lg-ak), donde solamente algunos cultivos como el banano, palmito, cítricos y las especies forestales adaptadas a estas condiciones pueden desarrollar bien; sin embargo se observaron inclusiones de unidades bien drenadas (Lak), donde pueden cultivarse algunos cultivos como la piña, maracuyá y pimienta, que requieren de suelos bien drenados.

Los suelos mas al norte del sindicato, inclusive cerca al río Eterazama, la textura se hace mas pesada, franco arcillosa (LCak), cuya característica principal es de ser bien drenado, donde se puede establecer cítricos, palmito, piña, pimienta, maracuyá y banano, este ultimo con altos insumos; dentro de esta unidad existen unidades menores (inclusiones) con deficiencias de drenaje.

Las unidades que se presentan con tres nominaciones ej: LCak, LCg-ak y LCgak, indican la presencia de los tres tipos de suelos encontrados a pocos metros distantes de unos a otros.

Lak: Suelos con textura franca hasta los primeros 50 cm del suelo, suelos ácidos debido a la alta concentración de aluminio (saturación de aluminio > a 60%), baja capacidad de abastecer potasio.

Manejo:

Unidades que debido a su textura franca presentan una buena capacidad de retener agua disponible para los cultivos, son suelos bien drenados, aireados, de fácil penetración de raíces; las actividades agrícolas se desarrollan también con relativa facilidad. La mayor limitante es la alta acidez del suelo (bajos contenidos de Ca, Mg y K), esta ultima limitación se debe principalmente a la lixiviación de nutrientes a capas inferiores o a las perdidas en las sucesivas cosechas; a la escasez de cationes paralelamente incrementa la concentración de aluminio (Al), tóxico para la mayoría de los cultivos, en estas condiciones. La selección de cultivos tolerantes a la alta toxicidad por Al es necesaria o la aplicación de cal o dolomita, en cantidades lo suficiente como para poder neutralizar el efecto tóxico del aluminio. La aplicación de fertilizantes potásicos es necesaria para la producción de cultivos. Otra actividad importante es asociar los cultivos mayores como los cítricos y bananos con coberturas vegetales (leguminosas herbáceas), tales como kudzu, calopogonium, mucuna, etc. Este tipo textural "franco", tiende a compactarse y perder su estructura fácilmente por tráfico de maquinaria o de animales mayores; por lo tanto deben emplearse prácticas de manejo que reduzcan la compactación.

Lg-ak: Unidad FCC con tipo textural superficial y sub superficial franco, saturación de aluminio mayor a 60%, baja capacidad del suelo para abastecer potasio y poco o ningún moteado de gris dentro los primeros 25 cm, sin matriz de gris hasta los 50 cm (saturación por agua por poco tiempo).

Manejo:

Suelo cuya limitante principal (modificador "g-"), causado por la presencia de una napa freática fluctuante y a la influencia de los arroyos pequeños que cruzan la superficie observada; sin embargo este modificador no resulta ser una limitante seria; estas unidades de suelos resultan ser buenos para el establecimiento de plátanos, bananos, palmito, goma, etc. se recomienda realizar la adición de fertilizantes y enmiendas para poder suplir las deficiencias de los nutrientes del suelo, lo que implica la aplicación de cal o dolomita, fertilizantes a base de potasio, en cantidades que el cultivo requiera y siempre tomando en cuenta la cantidad existente en el suelo; otro de los factores que se debe tomar en cuenta es la selección de cultivos para este tipo de suelos que tienen el modificador "g-", algunos cultivos como: maracuyá, piña, pimienta, te, etc., no son adecuados para estos suelos por la humedad existente. Si es que las condiciones del terreno lo permiten se deberá realizar la construcción de canales de drenaje artificiales.

LCak; LCg-ak: Suelos con textura francesa en los primeros 25 cm. y en los siguientes 25 cm la concentración de arcilla incrementa encontrándose texturas arcillosas, suelos ácidos (saturación de aluminio mayor a 60%), poco o ningún moteado de gris dentro los primeros 25 cm, sin matriz de gris hasta los 50 cm (saturación por agua por poco tiempo). Estas dos unidades se presentan en el terreno distante pocos metros de una a otra, entonces las delineaciones en el mapa a esta escala serían muy pequeñas de señalar.

Manejo:

La selección de cultivos tolerantes a la acidez y la saturación del suelo por agua durante breves períodos de tiempo es lo más aconsejable, además de la adición de fertilizantes potásicos; los cultivos sensibles a la acidez requieren de adiciones de dolomita, esta adición también incrementaría la disponibilidad de potasio en el suelo e incrementaría la capacidad de intercambio catiónico. Sin embargo un seguimiento de los contenidos de Ca, Mg, K y Al es importante.

El banano var. Mokotaqui, plátano de freír, cítricos y tembe, se desarrollan normalmente o sin aparentes síntomas relacionados con un exceso de humedad dentro el modificador g-.

LCak; LCg-ak; LCgak: Área del mapa que tienen estas unidades, no fueron clasificadas, debido a que los agricultores asentados en ese sector no estaban interesados en realizar trabajos conjuntos con el Proyecto FAO-UNDP. Las

nominaciones de unidades FCC, señalados en el mapa son suposiciones de los tipos de suelos predominantes.

6.3. Zona 3. Propiedad de la señora Nelly Ramos, colonia Palmeras (mapa adjunto).

La propiedad se encuentra a 4 km. aproximadamente al este de la carretera troncal que une las poblaciones de Ivirgarzama y Puerto Villarroel, en éste sector actualmente están asentados los agricultores pertenecientes a la Colonia Palmeras. Área que pertenece a la Sub-Región VI.

6.3.1. Fisiografía.

El sector en el cual esta ubicada, esta propiedad constituye una de las mas importantes por las condiciones de fertilidad natural con las que cuenta y de hecho las labores agrícolas que se desarrollan en ella, no requieren de altos insumos, para una buena producción: esta unidad es la denominada llanura aluvial de inundación. Es una zona de terreno con pendiente plana, cuya formación se debe a los desplazamientos laterales de los ríos, en éste caso particular el río Sacta, y la constante sedimentación dentro de los cauces de los ríos en periodos de desborde. Es característica la presencia de cauces abandonados con estrangulaciones de meandros, que en algunos casos se presentan como lagunas dentro el área de inundación.

6.3.2. Suelos.

Los suelos de este sector (llanura aluvial), son poco desarrollados, en condiciones naturales, cuentan con una capa superficial orgánica, de color pardo oscuro, las texturas con las que cuenta son franco-limosas, tipo "L"; dentro la observación de las diferentes capas del suelo se puede observar las deposiciones laminares, producto de las varias deposiciones de sedimentos arrastrados en las diferentes crecidas de los ríos; por la posición geográfica que ocupan y la excesiva precipitación pluvial, mas la influencia del río Sajta, son suelos moderadamente bien drenados a mal drenados, con porcentajes altos de saturación de bases, buena capacidad de retener nutrientos y pH con acidez media. Por estas condiciones son considerados de fertilidad natural alta, no descartándose que existen suelos con fertilidad media a baja, por las condiciones de influencia del río y los arroyos.

6.3.3. Interpretación y manejo de unidades FCC encontradas en el área destinada a los PFCs propiedad de la señora Nelly Ramos, colonia Arani

El manejo y la interpretación de las unidades FCC, estarán basados en las consideraciones generales realizadas en paginas que precedieron para cada uno de los tipos y modificadores.

Cuadro 8. Unidades FCC encontradas en el área correspondiente al PFCs de la propiedad de la señora Nelly Ramos, colonia Palmeras, 1996.

Unds FCC	Banano	Piña	Palmito	Citricos	Maracuyá	Pimienta	Goma	Pastos	Arboles Forestales
Lg-hk	1	3	1	1	3	3	1	1	1
Lghk	2	3	2	2	3	3	2	2	1
Lg+hk	3	3	3	3	3	3	3	3	2

ESCALA DE CLASIFICACIÓN

1. Se puede producir el cultivo con insumos "normales" insumos necesarios para establecer y reemplazar los nutrientes extraídos en las cosechas). Ya que casi todos los suelos tienen el modificador "k", se considera 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 prohibido bajo circunstancias actuales.

Descripción de unidades.

Los suelos de éste lote tienen la limitante mayor que esta referida a la deficiencia en drenaje, por las condiciones de inundación que tiene donde el agua permanece por periodos relativamente cortos (modificador "g-"), sin embargo estos suelos son mas elevados que aquellos suelos que tienen los modificadores "g" y "g+", estos últimos están ubicados en sectores donde existen depresiones naturales del terreno: inclusive existen acumulaciones de agua en forma de lagunas, cuya área de influencia tienen suelos con mal drenaje. A pesar de ello los suelos de este lote son ricos en cationes (Ca, Mg, K, etc.), por la naturaleza de ser aluvial y recibir sedimentos ricos en estos elementos.

Debido a las condiciones de fertilidad en este tipo de unidades (Lg-hk) se desarrollan bien las plantaciones de banano, plátano y guineo, además de palmito y cítricos, las condiciones de permanencia de agua por periodos cortos, limitan el desarrollo satisfactorio de cultivos como la pimienta, maracuyá y piña.

Debido a la condición de alta fertilidad natural los cultivos adaptados a estas condiciones, deberá darse mas énfasis en lo referente al de manejo del aspecto fitosanitario, control de malezas y manejo de producción (embolsado, desbellotado, etc. en bananos especialmente).

Sin embargo a pesar de las condiciones de practicar una agricultura con insumos normales, no se debe descartar la posibilidad de aquellos suelos con limitaciones serias para la agricultura sean manejados desde el punto de vista forestal: ya que

es importante mantener la cobertura natural (bosque arbóreo), ya que las franjas de suelos aledaños a los ríos, constituyen fajas amortiguadoras o de protección, por ser la orilla misma del río una zona inestable, una vez retirado la cobertura vegetal, puede aumentar la inestabilidad de la orilla y causar deslizamientos y quizás el cambio del curso del agua, además los asentamientos humanos cerca de los ríos, pueden causar la contaminación de las aguas. El mejor modo de manejar tierras cerca de los ríos, es dejando franjas de hasta por lo menos 200 metros a fin de evitar los daños antes mencionado.

También es importante el mantenimiento de la cobertura vegetal natural, ya que estos cuentan con una formación morfológica que les permite mantener las condiciones naturales del ecosistema, las especies vegetales tienen varias estructuras únicas adaptadas a este ambiente en particular que en cierta manera disminuyen la erosión hídrica del suelo.

El bosque y el suelo tienen la particularidad de tener un ciclo cerrado de nutrientes; la caída constante de material vegetal y la descomposición durante todo el tiempo, y la virtual ausencia de lixiviación, permiten el desarrollo de bosques exuberantes sin síntomas de deficiencias nutritivas en suelos de baja fertilidad natural.

Lg-hk: Suelo con textura francesa en los primeros 50 cm de profundidad; suelos con saturación de aluminio entre 10 y 60% (suelos poco ácidos); saturación de agua hasta los 50 cm, por períodos suficientes como para producir moteados grises poco frecuentes. Baja capacidad de abastecer potasio.

Manejo:

Por la condición de tener aportes de sedimentos del río Sacta, la fertilidad natural es alta de éste tipo de suelos, las prácticas de manejo deben estar dirigidas más al aspecto fitosanitario, de producción, etc. de acuerdo a las exigencias de cada cultivo, las condiciones de permanencia de agua en este tipo de unidades suele durar poco tiempo (horas solamente), y no es necesario realizar la excavación de canales de drenaje artificiales; esta saturación de agua no perjudica el desarrollo de la mayoría de los cultivos adaptados a éstas condiciones. Programas de fertilizaciones a base de potasio serán necesarias, en aquellos cultivos que son explotados por períodos de más de tres años o en aquellos cultivos exigentes en este elemento como el banano.

Lghk: Suelo con textura francesa dentro los primeros 50 cm; suelos poco ácidos (saturación de aluminio entre 10 y 60%); saturación de agua por períodos largos, condición en el suelo que muestra colores grises en todo el horizonte; baja capacidad de abastecer potasio.

Manejo:

Este tipo de unidades ocupan superficies donde existen depresiones naturales del terreno. Las condiciones de fertilidad natural, son buenos en éste tipo de suelos, pero la principal limitante es la saturación del suelo por agua, por períodos relativamente largos, para el mayor aprovechamiento de las superficies con estos modificadores es recomendable realizar una selección de cultivos adaptados a estas condiciones, luego se vera la posibilidad de construir canales de drenaje, tomando en cuenta la profundidad radicular del cultivo. En este tipo de condiciones algunas variedades de arroz de inundación suelen comportarse en forma excelente. El mejor modo de manejar estas unidades en dejando en condiciones naturales o mejor aun enriquecer con especies forestales adaptadas a estas condiciones.

Lg+hk: Suelo con textura franca en la dos capas observadas (50 cm), suelo con porcentaje de saturación de aluminio entre 10 y 60% (suelo poco ácido): baja capacidad de abastecer potasio. Suelo con saturación por agua por períodos muy largos.

Manejo:

Este tipo de suelos ubicados en depresiones naturales donde existe acumulaciones de agua por períodos muy largos, además se encuentran en aquellas áreas cerca de la orilla del río, estas condiciones impide generalmente el desarrollo de la mayoría de los cultivos, el mejor modo de manejar estos suelos es dejar como reserva o franja protectora mas bien se debe realizar el enriquecimiento con especies forestales adaptadas a este tipo de suelos; o dejar en estado natural.

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, N. C.: pp 45-50.
- FASSBENDER, H. W. 1987. Química de suelos con énfasis en suelos de América Latina. 2ed. IICA., San José. C.R. p. 479.
- KAMPRATH, E.J. 1984. Crop Response to Lime on Soils in the Tropics. In Soil Acidity and Liming 2nd de. SSSA. Madison, WI: pp 349-368.
- MONTEITH, S.; QUIROGA, A. y AYAVIRI, T. 1995. Uso de los mapas FCC del Chapare para Manejo de Cultivos Prioritarios. CORDEP-DAI/USAID. Reporte Consultoria. 45 pag.
- MONTEITH, S. 1994. Mapeo de suelos del Chapare con el sistema FCC DAI/USAID Cochabamba, Bolivia. 27 pag.
- MONTEITH, S.; QUIROGA, A. y AYAVIRI, T. 1995. Mapas FCC de aptitud de suelos para cultivos prioritarios, para el Chapare tropical. DAI/USAID. Cochabamba, Bolivia. 15 mapas.
- SMITH, C.W. 1989. The Fertility Capability Classification System (FCC)- 3rd Aprroximation: A Technical Soil Classification System Relating Pedon Characteriztion Data to Inherent Fertility Characteristics. Ph. D. Thesis.NCSU. Dept; of Soil Sci. Raleigh. NC.
- TOSSI, J. 1983. Ecology and Land Capability Analysis of the Chapare Proyект Area. A report of USAID/BOLIVIA. 70 pag.
- URIBE, B.I. 1987. Concepto de fertilidad de suelos ácidos CIA XVI - Estación Experimental Yurimaguas. Programa de suelos tropicales. Lima, Peru.

ANEXO 1

**MAPAS DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS (FCC),
PLANES FORESTALES COMUNALES. ESCALA VARIABLE**



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

COCHABAMBA

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

LA PAZ

Av. 20 de Octubre N° 2658
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