



**Por un Desarrollo
Agrario Integral
y Sostenible**

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

**FACULTAD DE RECURSOS NATURALES Y
DEL AMBIENTE**

Trabajo de graduación

**Estado de los suelos y capacidad de uso de la tierra
en la finca El Cacao, La Fonseca – Kukra Hill.**

Autores

Br. César Miguel Reynosa Correa.

Br. Franklin Miguel Díaz Mena.

Tutores

Dr. Efraín Acuña.

MSc. César Aguirre.

Managua, Nicaragua, Abril, 2016



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
FACULTAD DE RECURSOS
NATURALES Y DEL AMBIENTE

Trabajo de graduación

**Estado de los suelos y capacidad de uso de la tierra
en la finca El Cacao, La Fonseca – Kukra Hill**

Autores

Br. César Miguel Reynosa Correa

Br. Franklin Miguel Díaz Mena

Tutores

Dr. Efraín Acuña

Managua, Nicaragua, Abril, 2016



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

FACULTAD DE RECURSOS NATURALES Y DEL AMBIENTE

Este trabajo de graduación fue evaluado y aprobado por el honorable tribunal examinador designado por la decanatura de la facultad de **Recursos Naturales y del Ambiente** como requisito parcial para optar al título profesional de:

INGENIERIA EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES

Miembros del tribunal examinador.

Ing. MSc. Reynaldo Mendoza

Presidente

Ing. MSc. Leonardo Garcias

Secretario

Ing. Oscar valle

Vocal

Managua, Nicaragua, Abril, 2016

ÍNDICE

DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTO	iii
ÍNDICE DE CUADROS	iv
ÍNDICE DE FIGURAS	v
ÍNDICE DE ANEXOS	vi
RESUMEN	vii
SUMMARY	viii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. OBJETIVOS	3
2.1. Objetivo general	3
2.2. Objetivos específicos	3
III. MATERIALES Y METODO	4
3.1. Ubicación del área de estudio	4
3.2. El diseño metodológico del estudio	5
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	9
4.1. Análisis de la génesis del suelo	9
4.1.2. Relación Suelo – geología	9
4.1.3. Relación suelo - factores bióticos	9
4.1.4. Relaciones suelos – clima	10
4.1.5. Relación suelo-relieve	10
4.2. Clasificación taxonómica de los suelos.	24
4.2.1. Orden Inceptisols	13
4.2.2. Orden Ultisols	20
4.3. Capacidad de uso de la tierra en la finca El Cacao	27
4.4. Conflictos de uso de la tierra	29
4.5. Uso potencial de la tierra y alternativas de manejos de suelos	31
V. CONCLUSIONES	35
VI. RECOMENDACIONES	36
VII. LITERATURA CITADA	40
VIII. ANEXOS	44

DEDICATORIA

Dedico este trabajo principalmente a Dios con todo mi amor y cariño por haberme permitido la vida en este mundo y por dejarme llegar hasta este momento tan importante de mi formación profesional.

Con mucho cariño a mi hijo Francell Díaz, a mi hermana María Nileyda, a mis tías Argentina Mena, Ligia Mena por el apoyo que me dieron. A mi madre Milagro Mena, por darme la vida y de haber estado con migo en todo los momentos. Gracias mama por darme una carrera para mi futuro y por creer en mí, por guiar mis pasos y por sacarme adelante, dándome ejemplo digno de superación y entrega, porque en gran parte gracias a usted mama hoy pude alcanzarmis metas, aunque he pasado momentos difíciles siempreha estado a mi lado apoyándome y brindándome todo su amor incondicional, por todo lo que lucho les agradezco de corazón.

A los profesores, que han estado en la elaboración de esta investigación, gracias por los conocimientos compartidos y la paciencia que tuvieron. Este trabajo es de ustedes también y sin su ayuda no lo hubiésemos concretado.

DEDICATORIA

A Dios, sobre todas las cosas y por haberme brindado la sabiduría para culminar mis estudios y por escoger esta carrera tan importante en mi vida, por todas las cosas que me ha brindado en esta vida.

A mis padres Leticia Mercedes Correa Rugama, Augusto Cesar Reynosa Velásquez por haberme brindado el apoyo incondicional, moral, económico, para poder culminar mis estudios universitarios.

A mi abuela Guillermina Rugama por brindarme ese apoyo económico tan importante en la culminación de mi carrera.

A mi familia:mi esposa Johanna Espinosa Martínez a mis hijos por brindarme su calor, cariño, amor en estos años de estudios universitarios.

A la empresa Ritter-Sport por haberme brindado la confianza de realizar este estudio, amistad, consejos.

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Nacional Agraria por ser la impulsadora de nuestra formación profesional y por brindarnos el apoyo con los recursos necesarios para la realización de esta investigación, en especial a la vice decanatura de FARENA por la disponibilidad y siempre apoyo incondicional en el presente estudio.

A la Empresa Ritter-Sport por el apoyo en términos de financiamiento para la realización de este estudio. También por el apoyo incondicional que nos brindaron los trabajadores de la empresa y por darnos las condiciones necesarias de trabajo; Por facilitarnos información importante para la investigación.

A las personas que se involucraron y comprometieron a apoyarnos incondicionalmente para la culminación de este trabajo, Dr. Efraín Acuña y MSc. César Aguirre, por sus aportes en esta tesis, por el asesoramiento brindado y por el apoyo que siempre mostraron ante las inquietudes presentadas.

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Clases de capacidad de uso de la tierra en la finca El Cacao.....	28
Cuadro 2. Categorías de conflictos de uso de la tierra en la finca El Cacao.....	30

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación de la finca El Cacao, Comarca La Fonseca, Municipio de Kukra-Hill, RAAS.....	4
Figura 2. Diseño metodológico del estudio.....	5
Figura 3. Mapa de órdenes de suelo.....	11
Figura 4. Mapa de taxonomía de suelos.....	12
Figura 5. Perfil Aquic Dystrudepts.....	14
Figura 6. Paisaje.....	14
Figura 7. Perfil Fluventic Humic Dystrudepts.....	16
Figura 8. Paisaje.....	16
Figura 9. Perfil Fluventic Hapludepts.....	18
Figura 10. Paisaje.....	18
Figura 11. Perfil Typic Hapludults.....	21
Figura 12. Paisaje.....	21
Figura 13. Perfil Plinthaquic Hapludults.....	23
Figura 14. Paisaje.....	23
Figura 15. Perfil Plinthaquic Kandiudults.....	25
Figura 16. Paisaje.....	25
Figura 17. Mapa de clase de uso del suelo.....	28
Figura 18. Mapa de conflicto de uso de la tierra.....	29
Figura 19. Mapa de uso potencial	32

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Características de los subgrupos taxonómicos.....	44
Anexo 2. Clasificación agrologica según sus limitaciones.....	44
Anexo 3. Tarjeta de descripción Aquic Dystrudepts.....	45
Anexo 4. Tarjeta de descripción Fluventic Humic Dystrudepts.....	46
Anexo 5. Tarjeta de descripción Fluventic Hapludepts.....	47
Anexo 6. Tarjeta de descripción de Typic Hapludults.....	48
Anexo 7. Tarjeta de descripción Plinthaquic Hapludults.....	49
Anexo 8. Tarjeta de descripción Plinthaquic Kandiudults.....	50
Anexo 9. Resultado de laboratorio.....	51
Anexo 10. Leyenda de interpretativa para levantamientos.....	52
Anexo 11. Escala de interpretación para análisis químicos de suelos.....	53

RESUMEN

El presente documento contiene resultados del estudio de suelos en la finca El Cacao, comunidad La Fonseca, municipio de Kukra Hill, referente a los tipos de suelos, sus propiedades físico – químicas, su clasificación taxonómica y las clases de capacidad agrológica, información que permitió generar medidas para el manejo sostenible del recurso suelos. Los suelos encontrados son arcillosos, ácidos a muy ácidos, contenido bajo a medio en materia orgánica, los cuales se desarrollaron a partir de sedimentos, plintita e ignimbrita. Se elaboraron los mapas de Sub grupo Taxonómicos, Clases de Capacidad de Uso de la Tierra y Uso del Suelo. La metodología consistió en tres etapas: planificación de trabajo, fase de campo y procesamiento y análisis de los datos. De acuerdo con el nivel del estudio se realizaron observaciones (barrenadas y calicatas) en un rango de 1 a 7 observación por Km².

Los suelos son muy profundos a pocos profundos, sobre una capa impermeable, en un relieve de plano ha ondulado; presentan saturación de agua y encharcamiento, volviéndose vulnerables ante lixiviación muy prolongada, pérdida excesiva de nutrientes y disminución de materia orgánica, una baja capacidad de intercambio catiónica y una saturación de base baja. Se recomienda que para un aprovechamiento sostenible y amigable con el medio ambiente, se deben manejar los suelos bajo sistemas agroforestales, aplicación de cal y materia orgánica. Estos resultados son un insumo importante para el manejo de la tierra, ya que permite la definición de estrategias y acciones para el aprovechamiento sostenible de los suelos.

SUMMARY

The document present contains results of the study of soils in the estate The Cocoa, community The Fonseca, Kukra Hill's municipality, modal to the types of soils, his properties physical - chemical, his classification taxonómica and the classes of capacity agrológica, information that allowed to generate measures for the sustainable managing of the resource soils. The found soils are clayey, acid to very acids, low content to way in organic matter, which developed from sediments, plintita and ignimbrita. Sub's maps elaborated group taxonómicos, Classes of Capacity of Use of the Earth and Use of the Soil. The methodology consisted of three stages: planning of work, phase of field and processing and analysis of the information. In agreement with the level of the study there fulfilled observations (barrenadas and calicatas) in a range from 1 to 7 observation for Km2.

The soils are very deep to deep few ones, on an impermeable cap, in a relief flatly it has undulated; they present water saturation and encharcamiento, becoming vulnerable before very long, lost excessive leaching of nutrients and decrease of organic matter, a low cationic capacity of exchange and a base saturation goes down. There is recommended that for a sustainable and friendly utilization with the environment, they must handle the soils under agroforestales systems, application of lime and organic matter. These results are an important input for the managing of the land, since it allows the definition of strategies and actions for the sustainable utilization of the soils.

INTRODUCCIÓN

El suelo es un sistema natural abierto y complejo que se forma en la superficie de la corteza terrestre, donde viven las plantas y gran diversidad de seres vivos, cuyas características y propiedades se desarrollan por la acción de los agentes climáticos y bióticos actuando sobre los materiales geológicos, acondicionados por el relieve y drenaje, durante un período de tiempo.

Los suelos de Nicaragua se han clasificado en 9 órdenes principales, dependiendo del origen. También se clasificaron en subgrupos taxonómicos, que combinan suelos y los diferentes elementos climáticos, lo que sirve para definir el uso potencial del mismo en la planificación agropecuaria (Zúñiga, 2012).

De acuerdo con la FAO (2009), para prevenir la degradación del suelo y rehabilitar el potencial de los suelos con deficiencia de nutrientes, se requiere como pre-requisito datos edáficos confiables, como insumo para el diseño de sistemas de uso de la tierra y prácticas de manejo de los suelos apropiados, así como para lograr un mejor entendimiento del medio ambiente. Esto es importante en áreas donde los suelos se ven afectados por las actividades humanas, tales como la agricultura, la industria y fenómenos climáticos, que a menudo resulta en la degradación del suelo y pérdida o reducción de sus funciones.

En la Región Autónoma del Caribe Sur (RACS), la mayor parte del territorio presenta una topografía plana y alguna parte ondulada, con un clima de trópico húmedo, lo cual facilita que se realice agricultura, pero con prácticas inadecuadas de manejo y usos de suelos que no corresponden a su vocación productiva. Esto ha provocado la compactación de los suelos, erosión y disminución de la fertilidad.

No existe un levantamiento previo de toda la región, pero existe información privada de algunas áreas pero de difícil acceso. Sólo se cuenta con información de los mapas de clasificación de suelos del Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales (INETER), los cuales se encuentran desactualizados y son de poca utilidad debido a los cambios de usos de los suelos y la escala en la que fue trabajada esta información. Por lo tanto, generar

información de suelos puede aportar a los esfuerzos en la actualización de los tipos de suelos existentes en la región, como el que realizó INETER.

Debido a la magnitud del proyecto de Ritter-Sport en Nicaragua, el no tener conocimiento de los suelos del territorio, se convierte en una necesidad impostergable, ya que se requiere tener una base de datos de suelos que sirva para el manejo de la plantación de Cacao, en esto radica la importancia del presente estudio de suelos.

Entre los resultados se encuentra que en la finca El Cacao hay encharcamiento por el exceso de lluvia, deficiencia de materia orgánica, prolongada lixiviación, poca profundidad del sub suelo, pH fuertemente ácido, lo cual dificulta el manejo de suelos.

I. OBJETIVOS

1.1.Objetivo general

Evaluar el estado de los suelos y capacidad de uso de la tierra en la finca El Cacao, La Fonseca, Kukra Hill, con el propósito de generar información que permita implementar medidas para el manejo sostenible de este recurso.

1.2.Objetivos específicos

- a- Determinar los tipos de suelos en la finca El Cacao, sus propiedades físico – químicas, y su clasificación taxonómica.

- b- Evaluar la capacidad de uso de la tierra para determinar la potencialidad de los suelos.

- c- Identificar estrategias de manejo sostenibles de la tierra, adecuadas al trópico húmedo.

II. MATERIALES Y METODO

2.1. Ubicación del área de estudio

El área de estudio se encuentra ubicada en la comarca La Fonseca, municipio de Kukara-Hill, Región Autónoma del Atlántico Sur, en la finca El Cacao propiedad de la empresa Ritter-Sport; se ubica en las coordenadas UTM 171113 y 1357514, con un área de 2508.07ha. La zona se caracteriza por tener un clima del trópico húmedo y precipitaciones que oscilan entre 3000mm a 3600mm anual, durante nueve meses del año.

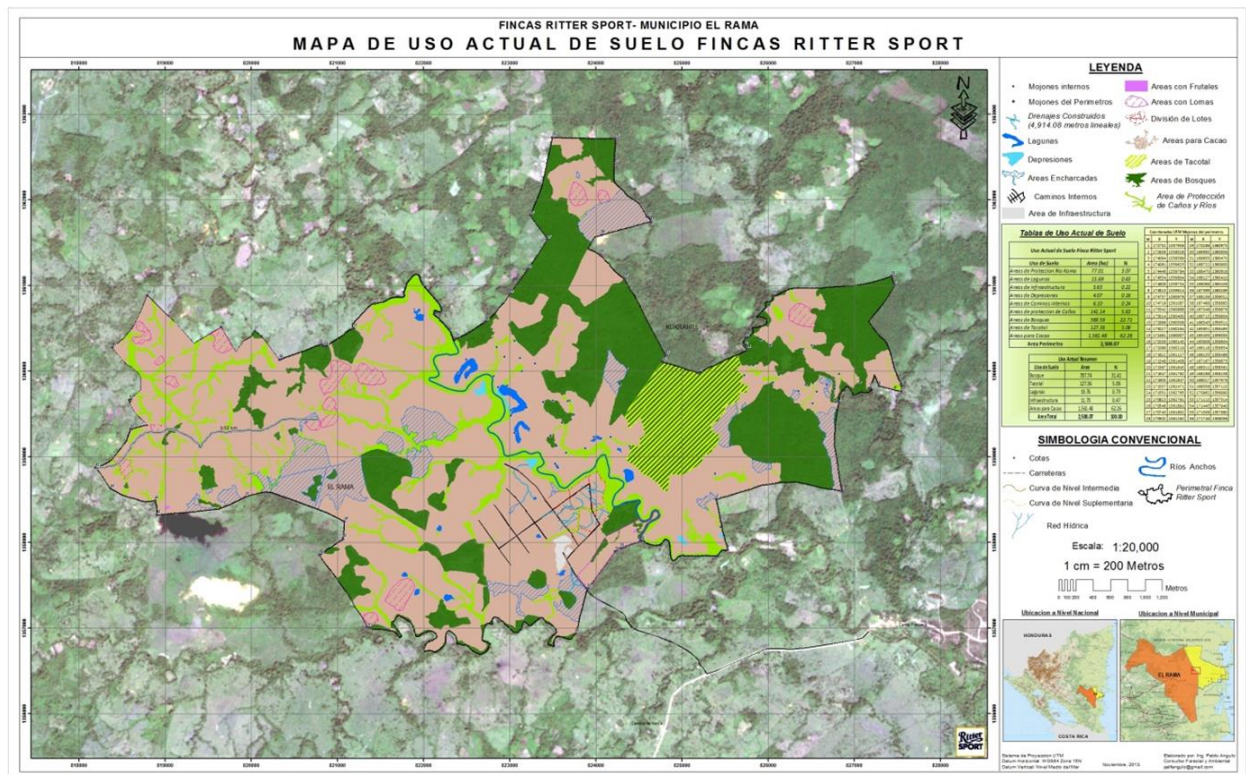


Figura 1. Ubicación de la finca El Cacao, Comarca La Fonseca, Municipio de Kukra-Hill, RAAS.

2.2.El diseño metodológico del estudio

El estudio se realizó en tres etapas, las cuales se describen a continuación(ver figura 2):

a- Etapa de planificación.

El estudio inicio con una reunión de planificación entre el encargado de la empresa Ritter-Sport, docentes y tesistas de la Universidad Nacional Agraria, en la cual definieron el propósito del estudio de los suelos, la organización del trabajo de campo, las responsabilidades de tesistas y los docentes asesores de la investigación.

Los docentes y tesistas definieron el diseño metodológico requerido para el estudio de suelo.

El estudio se realizó como un levantamiento de suelos a escala de semidetalle de baja intensidad (1:20,000); para una mejor precisión se georreferenciaron las observaciones de suelos y de los perfiles representativos.

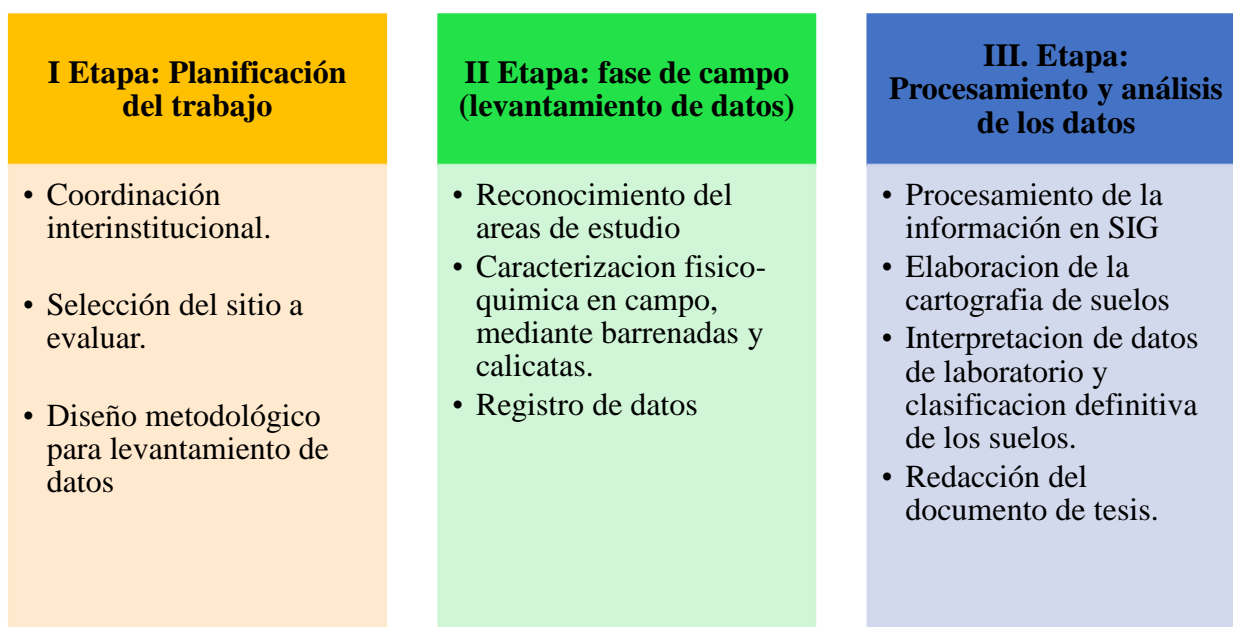


Figura 2. Diseño metodológico del estudio

b- Etapa de campo

La etapa de campo inició el 21 de julio y finalizó 29 de agosto -2014; se realizaron las siguientes actividades:

- Ubicación de las calicatas y barrenadas.
- Estudio morfológico y descriptivo del perfil.

De acuerdo a la cantidad de área y su accesibilidad, se ubicaron los transeptos utilizando las principales vías de acceso del territorio y así garantizar cubrir mediante el muestreo las diferentes áreas de la finca. Utilizando las normas técnicas de Soil Survey Staff a escala 1:20,000 y de acuerdo con el nivel del estudio se realizaron observaciones (barrenadas y calicatas) en un rango de 2 a 7 observación por Km².

En cada sitio se realizó una descripción de las características externas del sitio y de la macro-morfología de los horizontes del suelo, las cuales se registraron en Boletas de Campo.

La información recolectada en las barrenadas y calicatas incluye:

- Características internas: reacción del suelo, color, textura, consistencias, estructura, raíces, porosidad
- Características externas: pendiente del terreno, drenaje, geología, clase de capacidad de uso de la tierra, uso actual, clasificación taxonómica tentativa.

Con la información recabada se definieron las unidades de suelos y se ubicaron los sitios para realizar las calicatas que permitió describir cada horizonte de cada perfil representativo.

Se tomaron muestras de suelos de los horizontes de los perfiles representativos de cada unidad y se llevaron al laboratorio de Suelos para su análisis. Se tomaron fotos de cada perfil de suelo representativo.

c- Etapa: Procesamiento y análisis de los datos

- Procesamiento de la información en SIG

Mediante el Sistema de Información Geográfico (SIG) y el software ArcGis 10.1 se elaborarán los siguientes mapas:

Mapa Base

En base al Mapa Topográfico se elaboró un mapa base a Escala 1:20,000, que contienen puntos de referencia más importantes del área como son: la infraestructura, ríos, áreas de bosques y caminos. Sobre este mapa se montó la información de suelos, pendientes y los derivados de la sobre posición de algunos de estos mapas como es el mapas de capacidad de uso de la tierra.

Mapa de Suelos

Los límites de las unidades de suelos se definieron de acuerdo con los resultados de correlación de las observaciones de campo, una vez corregida con los análisis de laboratorio. Usando la Soil Taxonomy (2010) se hizo la clasificación definitiva de los suelos y a partir de ello se elaboró el mapa de sub grupos taxonómicos.

Mapa de Capacidad de Uso de la Tierra

- El mapa de capacidad de uso se obtuvo a partir de la interpretación de las limitaciones que presentan cada unidad del mapa de suelos. Las limitaciones de los suelos determinadas en la etapa de campo, son las siguientes:
 - Profundidad.
 - Textura superficial y del subsuelo
 - Condiciones de drenaje.
 - Pendiente
 - Presencia de rocas en la superficie y en el perfil
 - Evidencias de erosión
 - Fertilidad natural.

- pH, porcentaje saturación de bases, porcentaje de arcilla, profundidad del horizonte A, porcentaje de materia orgánica.
- Condiciones climáticas
- Lixiviación de nutrientes

Con esta información se elabora una matriz expresando las características del suelo y sus limitaciones, el resultado es un valor que en escala ascendente identifica la Clase I a la Clase VIII.

Para la realización del levantamiento de suelo se utilizaron los siguientes materiales e instrumentos: G.P.S, Palines, Cuchillos, Cinta métricas, Barrenos, pH, Cámara fotográfica, Bolsas plásticas, Tablas de campo, Lápices, Tabla Munsell Soil Color Charts, Computadora, software ArcGis 10.1 y medios de transporte: Bestias mulares, vehículo de transporte; diferentes formatos para recolección de datos de las barrenadas y de los perfiles de suelo, la guía de descripción de perfiles FAO y la Clave de Taxonomía de Suelos (2010).

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Análisis de la génesis del suelo

La génesis de suelos está relacionada con sedimentos del terciario de origen aluvial y depósitos volcánicos que subyacen en áreas planas a onduladas, sobre los cuales actuaron a lo largo del tiempo el clima y los organismos. Se trata de suelos con ecosistemas muy dinámicos, en constante evolución y cambio. Tal como señala INETER (2012) se caracteriza por terrenos bajos, llanos y ondulados, entrecortados por pantanos y lagunetas, cubiertos por una franja de sedimentos jóvenes que recubre parcialmente las formaciones volcánicas terciarias, constituidas por areniscas y rocas sedimentarias. Las capas superficiales del litoral están constituidas principalmente por arcillas y arena fina.

4.1.2. Relación Suelo – geología

La geología de los suelos ha llevado a formar diferentes tipos de suelos, los cuales se han desarrollado a partir de depósitos aluviales de los ríos Kama, Valentín y Lapa. También se encuentran rocas ígneas representadas por la ignimbrita, la Formación Bragman Bluff y plintita formada a partir de arcillas de óxidos e hidróxidos de Fe y Al.

4.1.3. Relación suelo - factores bióticos

Los factores bióticos tienen importante relación en la formación de estos suelos, relacionado con el aporte de materia orgánica; pero, debido al drenaje pobre y los procesos de hidromorfismo el aporte y descomposición de la materia se reduce, por la baja actividad de los micro organismos. Esto incide de manera negativa en el escaso desarrollo de suelos en áreas inundables; mientras en los paisajes ondulados a semi-ondulados con buen drenaje los suelos presentan mayor grado de desarrollo, dado que se favorece la presencia de organismos, el aporte y descomposición de la materia orgánica, que se refleja en horizontes con más desarrollo. Según Stevenson (1982), la variación del contenido de materia orgánica en los suelos ha sido evaluada en diversas investigaciones y su mayor o menor proporción ha sido atribuida a diferentes factores: clima, vegetación, material parental, relieve, tiempo. La cantidad de agua y su flujo influye sobre gran cantidad de procesos

edáficos, movilizándolo e incluso eliminando componentes del suelo. Los procesos de cambio en el suelo atribuibles a factores bióticos, se deben tanto a una mala aireación y alteración del pH.

4.1.4. Relaciones suelos – clima

El clima influye mediante dos parámetros básicos: la temperatura y la humedad del suelo, en la composición físico-química y la evolución del suelo, ya que actúan sobre la velocidad de descomposición de los materiales y la distribución de los elementos liberados. Es propio de la zona precipitaciones entre los 3000mm a 3600mm anuales, lo cual provoca una severa lixiviación, procesos de acidificación; asimismo, las altas precipitaciones son en gran medida responsables del mayor grado de evolución de los suelos. Según Arias (1991), en todos los lugares de Nicaragua el clima varía, indicando la mayor intensidad de precipitación en el periodo lluvioso. Con el tiempo y con un clima más húmedo el suelo irá diferenciándose cada vez más del material formador. Los efectos combinados de temperatura y humedad son más prominentes que los efectos de temperatura solamente.

4.1.5. Relación suelo-relieve

El relieve ha incidido en la formación de estos suelos; en las zonas planas con problemas de anegamiento los suelos son menos desarrollados, debido a los procesos de hidromorfismo lo que dificulta su evolución. Mientras que en las zonas onduladas presentan más desarrollo, ya que las condiciones de mejor aireación favorecen la presencia de organismos, el traslado de componentes y una mejor estructuración de los horizontes del suelo. Según Jaramillo (2002), la influencia del relieve en el suelo es determinante en las propiedades físicas y químicas, que determinan la calidad de la materia orgánica; en muchos casos, con la altitud se manifiestan cambios en las características del suelo (pH, humedad, contenido de macro y micro-elementos, textura), en la precipitación, la temperatura y el tipo de vegetación, lo cual influye también en la biomasa microbiana y por ende en la actividad microbiológica del suelo.

4.2. Clasificación taxonómica de los suelos

Los suelos encontrados pertenecen a los órdenes Inceptisols, ubicado en las partes bajas y encharcada, y el orden Ultisols en las partes ligeramente inclinadas.

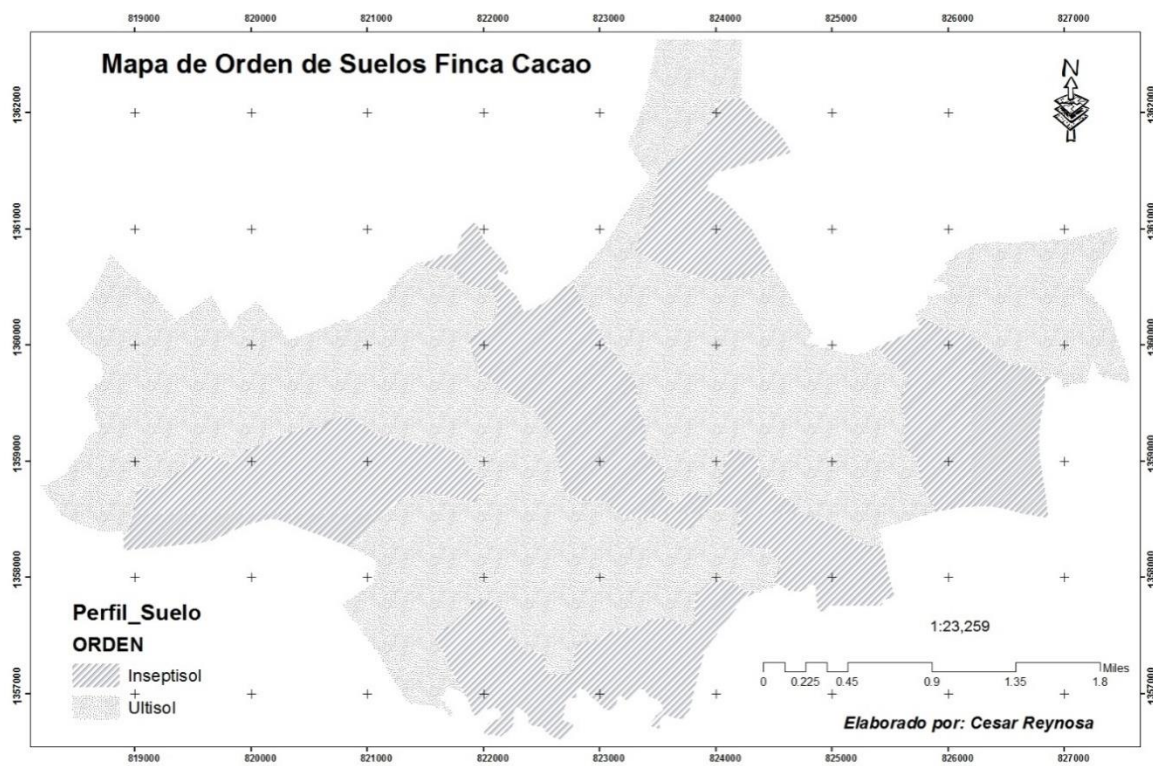


Figura 3. Mapa de órdenes de suelo.

Los suelos encontrados se clasifican en seis subgrupos taxonómicos, lo cual está relacionado a condiciones de relieve, drenaje, profundidad y características físico-químicas.

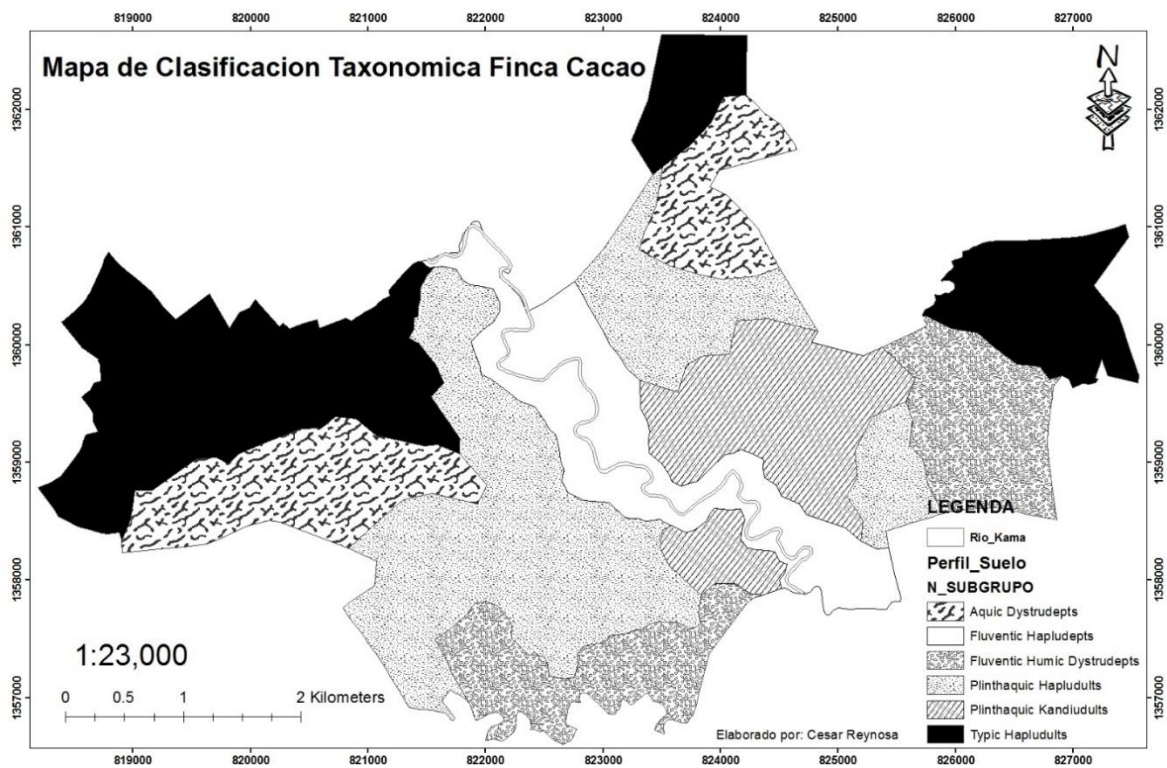


Figura 4. Mapa de taxonomía de suelo.

4.2.1. Descripción de los suelos a nivel de órdenes y subgrupo taxonómico

4.2.1.1. Orden Inceptisols

Son suelos jóvenes poco desarrollados, poco profundos a moderadamente profundos, textura franco-arcillo-arenosa a arcillosa, con permeabilidad moderadamente lenta, alta capacidad de humedad disponible y una zona radicular moderadamente profunda a profunda, con colores rojizo, amarillento grisáceo y gris, drenaje interno imperfecto y saturado de agua en época lluviosa, la cual da origen a procesos de gleyzación.

Se encuentran en relieve de plano a ligeramente plano; son desarrollados a partir de sedimentos aluviales e ignimbrita. Se encuentran usados con bosques, tacaños y áreas de regeneración; cubren un área de 941.9 ha, equivalente al 37.6% del área de la finca.

Los suelos de este orden encontrados corresponden al **Suborden Udepts**, ya que tienen horizonte cámbico dentro de los 50 cm de la superficie del suelo mineral.

Descripción general

Son suelos que se encuentran en regiones húmedas con algún horizonte que ha perdido bases o Fe+Al, pero retiene algún mineral original del material parental. Presentando un horizonte cámbico, con evidencia de desarrollo de suelos y colores de gran intensidad de 10YR o 2.5Y (amarillos).

Subgrupos

Aquic Dystrudepts

Consisten de suelos en un relieve plano, poco profundos a moderadamente profundos, franco arcillo arenosos, marrón en la superficie, rojo pálido y rojo amarillento en el subsuelo, en pendientes de 2 a 3 %, mal drenado, con una zona radicular moderada a poco profunda, sin evidencia de erosión. Debido al exceso de agua en el periodo lluvioso se favorece el proceso de hidromorfismo, ocurre el proceso de gleyzación, un desequilibrio de nutrientes y se dificulta la respiración de las raíces.

Tienen un pH muy fuertemente ácido (5.1), contenido medio en materia orgánica (2.49%), son bajos en fósforo y bajos en potasio, con una CIC baja y una saturación de base (97.3%). Se encuentran usados con pastos con árboles dispersos y áreas de bosques. Son aptos para bosque, plantaciones forestales y sistemas agroforestales. Ocupan un área de 311.78 ha, equivalente al 12.43% del área de la finca.



Figura 5. Perfil *Aquic Dystrudepts*



Figura 6. Paisaje

Horizontes**Características**

A 0-26 cm	Color 10 YR 4/3 en húmedo, textura franco arcillo arenosa, estructura en bloque subangulares, consistencia friable en húmedo, ligeramente plástica y ligeramente adhesivo en mojado, abundantes macro y meso poros, límite neto y ondulado, raíces abundantes finas y gruesas. Con pH muy fuertemente ácido (5.1), contenido medio de materia orgánica (2.49%), bajo en fósforo (3.6ppm) y bajo en potasio disponible (0.2 meq/100 g de suelo), CIC baja (7.6 meq/100 g) y una saturación de bases alta (97.3 %).
Bwg 26-47 cm	Color 7.5 YR 5/3 90%, 5 YR 4/6 10% en húmedo, con evidencia de gleyzación textura arcillo arenosa, estructura en bloques sub-angulares, consistencia muy friable en húmedo, plástica y adhesiva en mojado, abundantes macro y meso poros, límite neto y ondulado, pocas raíces finas. Con pH muy fuertemente ácido (4.8), contenido bajo de materia orgánica (0.94%), bajo en fósforo (3.5 ppm) y bajo en potasio disponible (0.2 meq/100 g de suelo), CIC muy baja (2.3 meq/100 g) y una saturación de bases alta (86.9 %).
Cgv >47 cm	Color 2.5 YR 6/2 70%, 5 YR 4/6 30% en húmedo, textura arcillo arenosa, con evidencia de gleyzación, estructura en bloques sub-angulares, consistencia moderadamente friable en húmedo, plástica y adhesiva en mojado, abundante macro y meso poros, límite neto y plano, sin presencia de raíces.

Fluventic Humic Dystrudepts

Consiste de suelos pocos profundos a moderadamente profundos, franco arcillosos a arcillosos, amarillo grisáceo oscuro en la superficie y gris marrón claro en el subsuelo, con permeabilidad moderadamente lenta, alta capacidad de humedad disponible y una zona radicular moderada a poco profunda. En el periodo lluvioso sufren hidromorfismo, debido que la presencia de plintita, favorece el exceso de agua en el subsuelo; esto dificulta la respiración de las raíces y se provoca un desequilibrio de nutrientes debido a procesos de reducción.

Tienen pH extremadamente ácido (4.4), contenido alto de materia orgánica (7.34%), son bajos en fósforo y medios en potasio disponible, con una CIC baja y una saturación de bases (66.6%). Se encuentran en las planicies ligeramente inclinadas en los alrededores del río Lapa, al noreste de la finca El Cacao; están usados con pastos y en menor medida por bosques. Son apto para bosque de galería y sistemas agroforestales. Ocupan un área de 336.16 ha, equivalente al 13.40% del área de la finca.



Figura 7. Perfil *Fluventic Humic Dystrudepts*



Figura 8. Paisaje

Horizontes**Características**

A 0-16 cm	Colores 2.5 Y 5/3 en húmedo, con textura franco arcilloso, estructura granular compuesta, consistencia friable en húmedo, ligeramente plástica y adhesiva en mojado, abundantes macro y micro poros, límites difuso y ondulado, raíces finas y gruesas. Con pH extremadamente ácido (4.4), contenido alto de materia orgánica (7.34%), bajo en fósforo (8.3 ppm) y medio en potasio disponible (0.3 meq/100 g de suelo), CIC muy baja (2.2 meq/100 g) y una saturación de bases alta (77.2 %).
Bwg1 16-38 cm	Color 2.5 Y 5/4 80%, 10 YR 6/8 20% en húmedo, textura arcillosa, estructura en bloques sub angulares medios y finos, consistencia friable en húmedo, plástica y adhesiva en mojado, abundantes meso y micro poros, límite difuso y ondulado, raíces finas. Con pH extremadamente ácido (4.4), contenido medio de materia orgánica (2.03 %), bajo en fósforo (0.7 ppm) y bajo en potasio disponible (0.1 meq/100 g de suelo), CIC muy baja (0.9 meq/100 g) y una saturación de bases alta (66.6 %).
Bwg2 38-54 cm	Color 2.5 Y 5/4 70%, 10 YR 6/8 20%, 2.5 YR 4/8 10% en húmedo, textura arcilloso, en bloques sub angulares medios y finos, consistencia friable en húmedo, plástica y adhesiva en mojado, abundantes meso y micro poros, límite difuso y ondulado. Con pH extremadamente ácido (4.2), contenido medio de materia orgánica (1.42 %), bajo en fósforo (1.8 ppm) y bajo en potasio disponible (0.1 meq/100 g de suelo), CIC muy baja (1.2 meq/100 g) y una saturación de bases alta (75 %).
Cv >54cm	Color 2.5 Y 5/4 30%, 10 YR 6/8 10%, 2.5 Y 6/1 60% en húmedo, textura arcilloso.

Fluventic Hapludepts

Consiste de suelos moderadamente profundos a poco profundos, franco arcillosos, pardo amarillentos en la superficie y marrón amarillentos en el subsuelo, con permeabilidad moderadamente lenta, alta capacidad de humedad disponible y una zona radicular moderadamente profunda.

Tienen pH fuertemente ácido (5.2), son medio a alto en materia orgánica(4.17%), pobres en fósforo y potasio disponible, con una CIC y saturación de bases (97.9%). Presentan erosión leve a moderada. Se encuentran en la orillas del río Kama, con un relieve ligeramente plano. Son aptos para sistemas silvopastoriles, sistemas agroforestales, forestal y bosque latifoliado – galería. Ocupan un área de 289 ha, equivalente al 11.52% del área de la finca.



Figura 9. Perfil *Fluventic Hapludepts*



Figura 10. Paisaje

Horizontes**Características**

A 0-20 cm	Color 7.5 YR 4/4 en húmedo, textura franco arcillosa, estructura granular compuesta y en bloques sub angulares, consistencia friable en húmedo, ligeramente adhesiva y plástica en mojado, abundantes micro y meso poros, límite gradual y ondulado, raíces abundantes finas, medias y gruesas. Con pH fuertemente ácido (5.2), contenido alto de materia orgánica (4.17%), bajo en fósforo (3.2ppm) y alto en potasio disponible (0.4meq/100 g de suelo), CIC baja (14.5meq/100 g) y una saturación de bases alta (97.9 %).
Bw1 20-45cm	Color 7.5 YR 4/6 en húmedo, textura arcillosa, estructura en bloques angulares finos, medios y gruesos, consistencia friable en húmedo, ligeramente adhesiva y plástica en mojado, abundantes micro y meso poros, límite difuso y ondulado, abundantes raíces finas y pocas raíces medias. Con pH fuertemente ácido (4.9), contenido bajo de materia orgánica (1.02%), bajo en fósforo (4.1ppm) y bajo en potasio disponible (0.2meq/100 g de suelo), CIC baja (8.4meq/100 g) y una saturación de bases alta (96.4 %).
Bw2 45-81cm	Color 2.5 YR 4/6 en húmedo, textura arcillo arenosa, estructura bloques angulares medios y gruesos, consistencia friable en húmedo, ligeramente adhesiva y plástica en mojado, abundantes micro y meso poros, límite difuso y ondulado, pocas raíces finas. Con pH fuertemente ácido (4.9), contenido alto de materia orgánica (8.4%), bajo en fósforo (2.8ppm) y bajo en potasio disponible (0.2meq/100 g de suelo), CIC baja (6.5meq/100 g) y una saturación de bases baja (93.8 %).
Bw3 81->100 Cm	Color 2.5 YR 4/6 textura arcillo arenosa, estructura bloques angulares medios y más finos, consistencia friable en húmedo, ligeramente adhesiva y plástica en mojado, abundantes micro y meso poros, límite difuso ondulado, raíces pocas finas.

4.2.2. Orden Ultisols

Suelos muy evolucionados en un relieve ligeramente inclinado, profundos a pocos profundos, de textura franco arcillosa a arcillosa, con permeabilidad moderadamente lenta, alta capacidad de humedad y una zona radicular moderadamente profunda, con colores rojizo a rojo amarillento, bien drenados y con presencias de gravas (hasta 15%) y rocas en la superficie (hasta 5%).

Están siendo usados con bosque latifoliado del trópico húmedo, pastos, cacao y regeneración natural. Ocupan una extensión de 1584.41 ha, equivalente al 63.2% del área de la finca.

Los suelos encontrados corresponden al **Suborden Udults**, ya que tienen un horizonte kándico dentro de los 80 cm de la superficie del suelo mineral.

Descripción general

Se representa por tener horizonte que tiene cantidades apreciables de arcilla aluvial (argílico o kándico) y estructura de un epipedón mólico, pero está separado del horizonte superficial por un horizonte albico; y por ser altamente meteorizados de zonas húmedas con saturación de bases de 50 por ciento o más; en todos los horizontes ya sea entre el límite superior de cualquier horizonte argílico, kándico o nátrico a una profundidad de 125 cm.

Sub-grupos

Typic Hapludults

Consisten de suelos en pendientes de 4 a 25% moderadamente profundos a pocos profundos, arcillosos, café amarillento oscuros en la superficie y amarillo rojizos en el subsuelo, con permeabilidad moderadamente lenta, alta capacidad de humedad disponible y una zona radicular moderadamente profunda, sin evidencia de erosión y con presencia de fragmento de riolita en un 5%.

Tienen un pH fuertemente ácido (5.3), contenido medio de materia orgánica (5.9%), son bajo en fósforo y en potasio, con una CIC baja y una saturación de base (96.9%). Son aptos para plantaciones forestales, cultivos semi-perenne bajo sistemas agroforestales, forestal y bosque. Ocupan un área de 624.27ha, equivalente al 24.89% del área de la finca.



Figura 11. Perfil *Typic Hapludults*



Figura 12. Paisaje

Horizontes**Características**

A 0-15 cm	Color 10 YR 4/4 en húmedo, textura arcillosa, estructura granular compuesta, consistencia friable en húmedo, ligeramente plástica y adhesiva en mojado, abundantes meso poros, límite difuso y ondulado, abundantes raíces medias. Con pH fuertemente ácido (5.3), contenido alto de materia orgánica (5.9%), bajo en fósforo (1.1 ppm) y bajo en potasio disponible (0.2 meq/100 g de suelo), CIC baja con un (6.6 meq/100 g) y una saturación de bases alta (96.96 %).
Bt 15-39 cm	Color 5 YR 4/6 en húmedo, textura arcillosa, estructura en bloques angulares medios y gruesos, consistencia ligeramente friable en húmedo, plástica y adhesiva en mojado, abundantes micro y meso poros, límite difuso y ondulado, pocas raíces finas. Con pH fuertemente ácido (5.3), contenido bajo de materia orgánica (1.72%), bajo en fósforo (3.6 ppm) y bajo en potasio disponible (0.1 meq/100 g de suelo), CIC baja (11.2 meq/100 g) y una saturación de bases alta (94.6 %).
Btg1 39-64 cm	Color 2.5YR 4/8 70%, 10 YR 5/4 30% en húmedo, textura arcillosa, estructura en bloques angulares, consistencia ligeramente friable en húmedo, plástica y adhesiva en mojado, abundantes micro y meso poros, límite difuso y ondulado, sin presencia de raíces. Con pH muy fuertemente ácido (4.8), contenido bajo de materia orgánica (0.9%), alto en fósforo (51.2 ppm) y bajo en potasio disponible (0.1 meq/100 g de suelo), CIC baja (5.6 meq/100 g) y una saturación de bases alta (94.6 %).
Btg2 64-89 cm	Color 5YR 4/6 en húmedo, textura arcillosa, estructura en bloques angulares medios y gruesos, consistencia ligeramente friable en húmedo, plástica y adhesiva en mojado, abundantes micro y meso poros, límite difuso y ondulado, sin presencia de raíces.
Cv >89cm	Riolita saprolizada.

Plinthaquic Hapludults

Consisten de suelos en pendientes de 4 a 15 %, poco profundos, arcillosos, color grisáceo oscuro marrón en la superficie y rojo, amarillo rojizo en el subsuelo, con un 35% de gravas, con permeabilidad moderadamente lenta, alta capacidad de humedad disponible y una zona radicular moderadamente profunda. Debido a la presencia de horizonte arcilloso y plintita en el subsuelo ocurre un exceso de agua en el periodo lluvioso, lo cual favorece el proceso de hidromorfismo que dificulta la respiración de las raíces y provoca un desequilibrio de nutrientes.

Tienen un pH fuertemente ácido (5), contenido alto en materia orgánica (6.78%), contenido medio en fósforo y en potasio, con una CIC muy baja y una saturación de base (93.8%). Se encuentran usados con bosque y cacao; son aptos para plantaciones forestales, sistemas agroforestales y bosques. Ocupan un área de 668.89 ha, equivalente al 26.66% del área de la finca.



Figura 13. Perfil *Plinthaquic Hapludults*



Figura 14. Paisaje

Horizonte	Características
A 0-15 cm	Color 10 YR 4/2 en húmedo, textura franco arcillosa, estructura granular compuesta y bloques sub angulares finos, consistencia friable en húmedo, ligeramente plástica y adhesiva en mojado, abundantes macro y meso poros, límite neto y ondulado, abundantes raíces finas, medias y gruesas. Con pH fuertemente ácido (5), contenido alto de materia orgánica (6.78 %), contenido medio en fósforo (13 ppm) y medio en potasio disponible (0.3 meq/100 g de suelo), CIC muy baja (4.9 meq/100 g) y una saturación de bases alta (93.8 %).
AB 15-31 cm	Color 10 YR 5/8 en húmedo, textura franco arcillosa, estructura en bloques subangulares medios y finos, consistencia friable en húmedo, plástica y adhesiva en mojado, abundante macro y meso poros, límites difuso y ondulado, abundantes raíces gruesas y medias. Con pH fuertemente ácido (4.7), contenido medio de materia orgánica (2.18%), bajo en fósforo (6 ppm) y bajo en potasio disponible (0.1 meq/100 g de suelo), CIC muy baja (1.1 meq/100 g) y una saturación de bases alta (72.72 %).
Btg1 31-47 cm	Color 7.5 YR 5/8 en húmedo, textura arcillosa 5% de grava, estructura en bloques angulares, consistencia friable en húmedo, plástica y adhesiva en mojado, abundante macro y meso poros, límites difuso y ondulado, pocas raíces finas y gruesas. Con pH fuertemente ácido (4.7), contenido bajo de materia orgánica (1.13 %), bajo en fósforo (4.7 ppm) y bajo en potasio disponible (0.1 meq/100 g de suelo), CIC muy baja (1 meq/100 g) y una saturación de bases alta (80 %).
Btg2 47-68 cm	Color 2.5 YR 4/8 80%, 7.5 YR 6/8 20% en húmedo, textura arcillosa 10% de grava, estructura en bloques angulares medios y finos, consistencia ligeramente firme en húmedo, plástica y adhesiva en mojado, abundantes micro poros, límites difuso y ondulado, sin presencia de raíces.
Cgv >68 cm	Color 2.5 YR 5/8 50%, 7.5 YR 6/8 50% en húmedo, textura arcilloso, estructura en bloques angulares medios y finos, consistencia ligeramente firme en húmedo, plástica y adhesiva en mojado, abundantes micro poros, límites difuso y ondulado, sin presencia de raíces.

Plinthaquic Kandiudults

Consisten de suelos en pendientes de 2 a 3%, moderadamente profundas a profundas, arcillosas, color café rojizo en la superficie y rojo grisáceo en el subsuelo, presentan mal drenaje, sin evidencia de erosión, alta capacidad de humedad disponible y una zona radicular moderadamente profunda a profunda. Debido a la frecuencia de las inundaciones del río Kama, en algunas épocas del año se induce procesos de hidromorfismo en el suelo, que dificulta la respiración de las raíces y provoca un desequilibrio de nutrientes.

Tienen un pH extremadamente ácido (4.4), contenido alto en materia orgánica (4.76%), bajo en fósforo y medio en potasio, con una CIC baja y una saturación de base (95.7%). Se encuentran usados con sistemas agroforestales, bosque y tucotales. Son aptos para plantaciones forestales, cultivos semi-perennes bajo sistemas agroforestales, forestal y bosque latifoliado – galería. Ocupan un área de 291.79ha, equivalente al 11.63% del área de la finca.



Figura 15. Perfil *Plinthaquic Kandiudults*



Figura 16. Paisaje

Horizontes**Características**

A 13 cm	Color 2.5 YR 4/3 en húmedo, textura arcillo limosa, estructura granular compuesta y bloques sub-angulares, consistencia ligeramente firme en húmedo, ligeramente adhesiva y plástica en mojado, abundantes macro y micro poros, límite gradual y ondulado, abundantes raíces finas y medias. Con pH extremadamente ácido (4.4), contenido alto de materia orgánica (4.76%), bajo en fósforo (1ppm) y medio en potasio disponible (0.3meq/100 g de suelo), CIC baja (7.1meq/100 g) y una saturación de bases alta (95.7 %).
Btg1 13-37 cm	Color 7.5 YR 4/6 en húmedo, textura arcillo limosa, estructura en bloques angulares medios, finos y gruesos, consistencia firme en húmedo, plástica y adhesiva en mojado, abundantes micros y meso poros, límite difuso y ondulado, sin presencia de raíces. Con pH extremadamente ácido (4.3), contenido alto de materia orgánica (4.3%), bajo en fósforo (2.5ppm) y bajo en potasio disponible (0.1meq/100 g de suelo), CIC muy baja (3.5meq/100 g) y una saturación de bases alta (88.5 %).
Btg2 37-56 cm	Color 7.5 YR 4/6 en húmedo, textura arcillosa, estructura en bloques angulares medios, finos y gruesos, consistencia friable en húmedo, plástica y adhesiva en mojado, abundantes micros y pocos meso poros, límite difuso y ondulado, sin presencia de raíces. Con pH extremadamente ácido (4.1), contenido bajo de materia orgánica (1.15%), bajo en fósforo (2.6ppm) y bajo en potasio disponible (0.2meq/100 g de suelo), CIC muy baja (2.6meq/100 g) y una saturación de bases alta (88.4 %).
Btg3 56-71 cm	Color 7.5 YR 4/6 40%, 2.5 YR 3/6 30%, 2.5 Y 5/2 30% en húmedo, textura arcillosa, estructura en bloques angulares medios y gruesos, consistencia friable en húmedo, plástica y adhesiva en mojado, abundantes micro y pocos meso poros, límite gradual ondulado, sin presencia de raíces.
Cgv1 71-100 cm	Color 2.5 Y 5/2 60%, 2.5 YR 4/8 40% en húmedo, textura arcillosa, estructura en bloques angulares medios y gruesos, consistencia friable en húmedo, plástica y adhesiva en mojado, abundantes micro y pocos meso poros, límite gradual y ondulado, sin presencia de raíces.
Cgv2 100>cm	Color 2.5 Y 5/2 80%, 2.5 YR 4/8 20% en húmedo, textura arcillosa, estructura en bloques angulares medios y gruesos, consistencia friable en húmedo, plástica y adhesiva en mojado, abundantes micro y pocos meso poros, límite gradual ondulado, sin presencia de raíces.

4.3. Capacidad de uso de la tierra en la finca El Cacao

En vista que la finca El Cacao presenta suelos con moderadas a severas restricciones tales como textura arcillosa, drenaje imperfecto, bajo contenido de materia orgánica, la mayor parte del área es de vocación forestal, sistemas agroforestales y protección de la vida silvestre. A continuación se describen las principales restricciones:

Erosión, las áreas sometidas a ganadería están afectadas por erosión hídrica, la cual provocó compactación y daño a la estructura del suelo, que conllevó a la erosión de la capa superficial del suelo.

Disminución de materia orgánica, el cambio de uso del suelo y la erosión ha provocado la disminución de la MO en la capa superficial; asimismo, las condiciones de exceso de humedad afecta la acumulación y descomposición de la materia orgánica.

Baja disponibilidad de nutrientes, provocada por la lixiviación debido a que las arcillas de baja actividad y el bajo contenido de materia orgánica no logra retenerlos los nutrientes.

Presencia de gravas y piedras, en algunas áreas hay hasta un 10 % de piedras en la superficiales y 30% de grava.

Mal drenaje, relacionado con la presencia de capas impermeables de ignimbrita, plintita o una tabla de agua alta, que favorece condiciones de hidromorfismo.

En este sentido, las clases agrologicas encontradas tienen que ver con estas restricciones encontradas, siendo el mal drenaje y la baja disponibilidad de nutrientes los factores clave que restringen la capacidad de uso. Los suelos encontrados se ubican en la clase VI (aptos para cultivos perennes, forestal y cultivos semi-perennes bajo sistemas agroforestales; mientras que los suelos de la clase VII son aptos para cultivos perennes y forestales con moderadas restricciones. Los suelos de la clase VIII no reúnen las condiciones mínimas para actividades de producción agropecuaria o forestal. Estos resultados reflejan la necesidad de promover una agricultura sostenible que evite y reduzca el deterioro del recurso suelo.

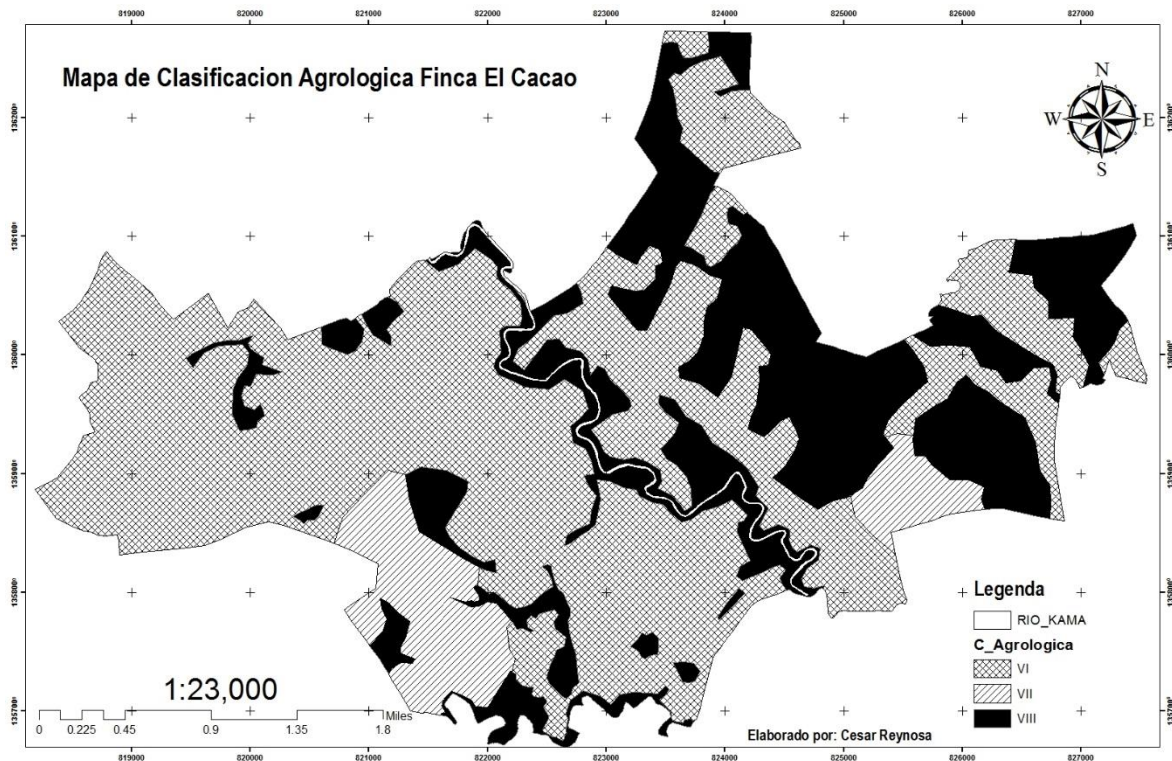


Figura 17. Mapa de clase de uso del suelo

Cuadro1. Clases de capacidad de uso de la tierra en la finca El Cacao

Clase	Descripción	Área/ %
VI	Son suelos que predominan en la mayor parte de la área estudiada, en pendientes de 2 a 15 %, con severas limitaciones tales como profundidad efectiva de 30 a 100 cm, arcillosos en todo el perfil, drenaje pobre, muy pobre o permanecen inundados durante gran parte del año, limitaciones que solas o combinadas restringen su uso a pastos, regeneración natural, forestales, SAF.	1519.45ha, 60.58% del área total
VII	Suelos en pendientes de 5 a 15%, bien drenados, profundos a poco profundos, sobre capas de cenizas volcánicas (riolita), alta presencia de gravas, texturas franco arcillosa a arcillosa; de baja fertilidad, contenido mediodo de materia orgánica y bajos en fósforo y potasio.	209.79ha, 8.36% del área total

Clase	Descripción	Área/ %
VIII	Suelos con limitaciones muy severas, tales como mal drenajes, encharcamiento y baja fertilidad, las cuales restringen su uso a preservación de flora y fauna, protección de áreas de recarga acuífera, reserva genética y belleza escénica.	779.46 ha, 31.06% del área total

4.4. Conflictos de uso de la tierra

El conflicto de uso es el resultado de comparar el Uso actual con el Uso potencial. Esta labor permitió identificar tres tipos de conflictos: **sobre-utilizado**, cuando el uso actual es mayor que el uso potencial que pueda soportar el suelo, con un deterioro alto; **adecuado**, cuando el uso potencial corresponde al actual, y **sub-utilizado**, cuando el uso actual es menor que el potencial. En el cuadro 2 y figura 18 se pueden identificar las tres categorías de conflictos y sus limitaciones en la finca El Cacao.

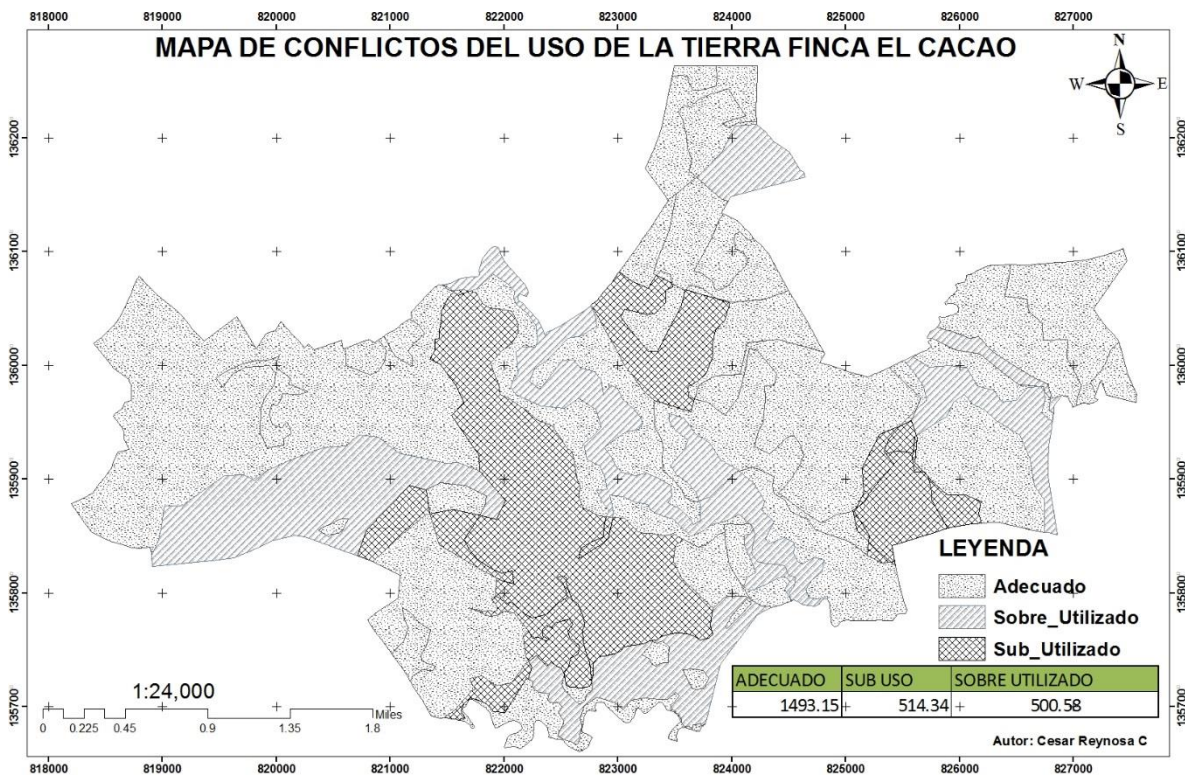


Figura 18. Mapa de conflictos de uso de la tierra

Cuadro 2.Categorías de conflictos de uso de la tierra en la finca El Cacao

Conflicto	Descripción	Área/%
Adecuado	Son suelos con un uso adecuado acorde con su potencial, manteniendo un equilibrio entre el desarrollo de la actividad agrícola y la preservación de los recursos naturales.	1493.15ha , 59.5% del área total
Subutilizado	Suelos que están siendo aprovechados por debajo de su uso potencial; por ejemplo, su uso potencial es plantaciones forestales y bosques, pero se encuentran con barbecho.	514.34ha, 20.5% del área total
Sobre utilizado	Áreas donde el uso actual no es el adecuado, afecta el uso potencial del suelo, ya que se afectan las propiedades físicas, químicas y biológicas de los suelos; por ejemplo, áreas con sistemas agroforestales pero que son aptas para bosques.	500.58ha, 20% del área total

Estrategias de manejo para los suelos de la finca el cacao

- Utilizar el mapa de las unidades de suelos para formular estrategias de manejo, según parámetros como son profundidad, drenaje, pendiente, tipos de arcillas.
- Hacer uso de curvas a nivel y un modelo de elevación digital (DEM) para trazado de un sistema de canales de drenajes, la profundidad y ancho de los canales se formularía tomando como parámetro la profundidad edáfica y metros sobre el nivel del mar.
- Diseñar drenajes en las unidades con problemas de anegamiento.
- Al utilizar maquinaria agrícola para preparar suelos no exponer el material parental a la superficie.
- Establecer un programa de manejo que incluya encalado, aplicación de materia orgánica.

- La aplicación de enmienda agrícola como es la cal dolomita a 40 cm de profundidad o en el segundo horizonte de suelos, con el fin de disminuir la acidez presente en este horizonte.
- Utilización de materia orgánica o humus para retención de nutrientes.
- Antes de la siembra se puede aplicar cal, materia orgánica o humus y fosforo luego proceder a la siembra, aplicar sobre el surco cal dolomita de forma boleada.
- Crear un sistema de muestreo de suelos según las unidades de suelos descritas en el estudio, para crear formulaciones especiales de fertilizantes y enmiendas agrícolas como cal + magnesio + yeso puede ser en forma de carbonatos, óxidos o bien en formas de hidróxidos.
- Los suelos no aptos para cultivos o sistemas agroforestales se pueden utilizar para producción de materia orgánica.
- Para producción de biomasa se debe utilizar gandul, alfalfa tropical y canavalía.

4.5. Uso potencial de la tierra y alternativas de manejos de suelos

El Uso Potencial es una representación de las condiciones ambientales (en especial de las condiciones del suelo), consideradas como factores limitantes del uso agrícola, forestal y de conservación, es decir, describe el conjunto de condiciones ambientales que enfrenta al transformar o adaptarse para aprovechar mejor el suelo. Tal como puede apreciarse en la figura 19, el uso potencial de los suelos de la finca El Cacao corresponde a bosques, plantaciones forestales y sistemas agroforestales.

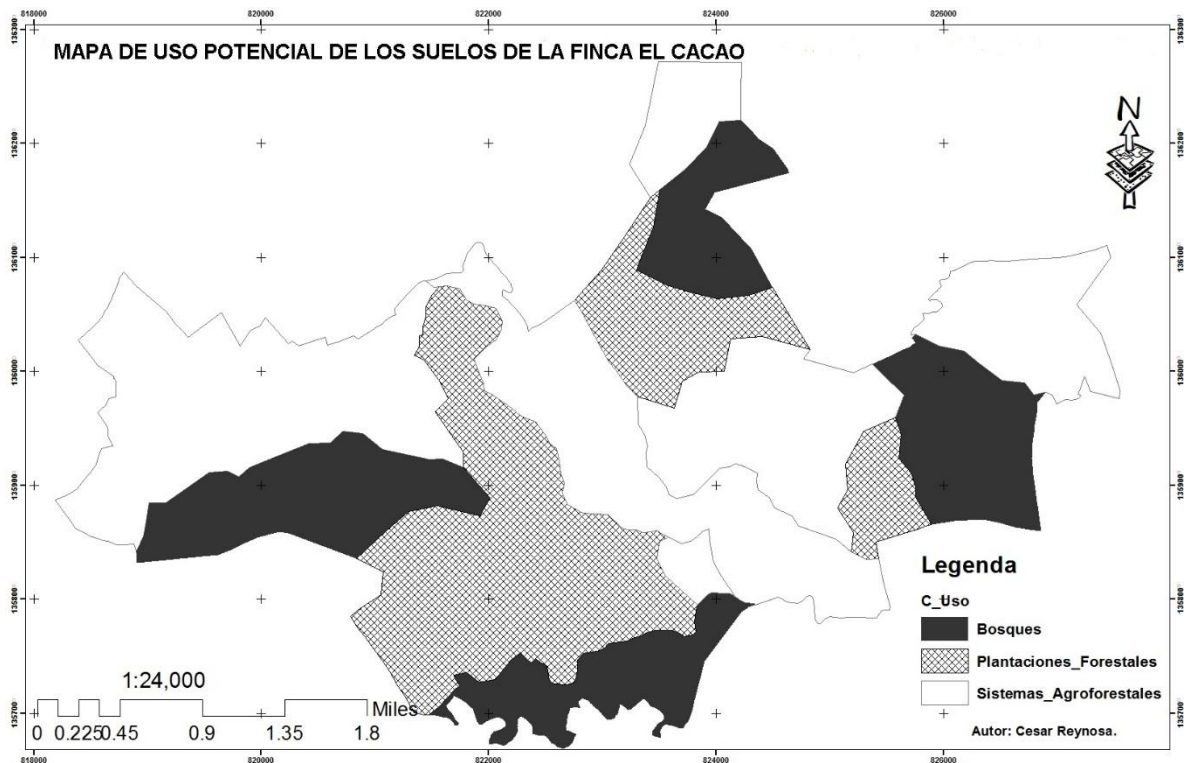


Figura 19. Mapa de uso potencial

Si el área estudiada no hubiera sido sometida a las interferencias antropogénica, ésta seguiría cubierta por bosques tropicales húmedos. Sin embargo, debido a las actividades agropecuarias se han transformado extensas áreas de bosques en pastos y cultivos, afectando los suelos frágiles de esta zona.

Son necesaria nuevas estrategias de manejo de suelos dirigidas a enfrentar los problemas de erosión, pH ácido, disminución de materia orgánica, poca profundidad efectiva, baja fertilidad y mal drenaje. Para ello se requiere de alternativas de manejo de suelos que contribuyan a aumentar su capacidad productiva, para que éstos sean capaces de soportar cultivos tales como la palma de aceite, plantaciones forestales y cacao, que están tomado auge en la Región del Caribe de Nicaragua.

Dadas las características físico-químicas, se recomienda un drenaje de ≤ 90 cm en las áreas susceptibles a inundación, la incorporación de materia orgánica, incorporación de óxido de calcio, óxido de magnesio, fósforo y yeso, utilización de leguminosa de cobertura y leguminosa arbustiva; siendo estas alternativas útiles para el mejoramiento de los suelos, ya

que aportan nutrientes e incrementa la disponibilidad de materia orgánica, ayudando a mejorar su estructura y regular el pH.

- ❖ **Implementación de camellones:** para mejorar el drenaje y la aireación del suelo.
- ❖ **Utilización de cal/yeso:** con el fin de aumentar la cantidad de calcio y magnesio disponible; en vista que se trata de un proceso lento, permite reducir la acidez por aluminio e incrementa el pH. Al utilizar yeso se fija el aluminio contenido en los primeros 40 cm, el cual se traslada a capas más profundas mejorándose la estructura del suelo y se libera más cantidad de nutrientes para las plantas. Pueden utilizarse los siguientes productos: óxido de cal, óxido de magnesio, óxido de fósforo (CaO-72%, MgO 60%, P₂O₅, 200 Mesh); carbonato de calcio, carbonato de magnesio, sulfato, yeso. (CaCO₃, MgCO₃, P₂O₅, 200 Mesh). La utilización de estas enmiendas permite aumentar el pH, reducir la acidez, complejar el aluminio (Al) y profundizarlo en las capas adentro del suelo, aumentar el calcio disponible y magnesio.
- ❖ **Utilizar abonos orgánicos,** tales como bocachi, compost y mulch para incrementar los niveles de N, P, K, aumentar la CIC y la saturación de base. De esta manera decrece su toxicidad y disminuye el aluminio, liberando el fósforo retenido.
- ❖ **Utilizar nutrientes en forma de óxido,** las aplicaciones de fósforo en forma de óxido de fósforo (P₂O₅), aplicaciones de boro en forma de óxido de boro (BO₂), zinc en forma de óxido de zinc (ZnO), magnesio en forma de óxido de magnesio (MgO) y potasio en forma de óxido de potasio (KO₂), óxido de azufre (SO₂), y en forma granular pueden hacerse al pie de la planta o de forma foliar, los cuales actúan de manera lenta ayudando al proceso de oxidación.
- ❖ **Drenaje superficial,** es necesario profundizar los canales de drenajes a 90 cm y así eliminar los procesos de hidromorfismo presente en los suelos; estos canales se deben de construir según la profundidad efectiva o hasta donde se presente el moteado en los suelos.
- ❖ **Sombra temporal,** antes de la siembra de cacao se debe establecer sombra temporal con gandul y crotalaria para permitir que estas plantas se desarrollen y pueda ofrecer la sombra necesaria para el cacao.

Entre las especies herbáceas que se pueden implementar para el mejoramiento de los suelos, se encuentran las siguientes:

- **El maní forrajero (*Arachipintoikrapov*)**, se adapta bien en suelos ácidos, con fertilidad media-alta, resistente a mal drenaje, pero no inundación. Su rango de adaptación va de bosques húmedos hasta sub-húmedos (1200 mm – 3500 mm/año), altura de 0-1800 m.s.n.m., tolera sombra y es apropiado para áreas en pendientes. Ayuda a mejorar las condiciones físicas y químicas del suelo.
- **El Gallito (*Centrosema plumieri*)**, se adapta de 0-1100 m.s.n.m., precipitación entre 700 – 3000 mm/año. Se adapta a un rango amplio de suelos, desde arenoso-franco a arcillo-limosos. Tolerar suelos con baja fertilidad y pH de 4.5 – 7.0. Tolerar inundaciones moderadas.
- **Fríjol Jacinto (*Lablab purpureus*)**, tiene rango alto de adaptación a diferentes suelos y climas, suelos francos a pesados bien drenados, pH de 4.5 a 8.0, crece desde 0-2100 m.s.n.m.; con precipitaciones entre 700 a 2500 mm/año.
- **Desmodio (*Desmodium heterocarpon*)**, crece desde 0-1800 m.s.n.m., con precipitación >1800 mm/año. Se adapta bien a un amplio rango de suelos de baja fertilidad, con pH de 4 – 7. Tolerar suelos ácidos e inundados, sombra y pisoteo, no soporta sequía prolongada.
- **Kudzú tropical (*Pueraria phaseoloides*)**, crece bien en suelos ácidos, soporta encharcamiento. En condiciones tropicales se adapta hasta los 1600 m.s.n.m., suelos con fertilidad media-alta, su rango de adaptación va de bosques húmedos hasta subhúmedos, con rango de precipitación de >1500 mm/año, aguanta sombra moderada.

IV. CONCLUSIONES

De acuerdo a las propiedades físicas y químicas de los suelos encontrados, éstos corresponden al orden Inceptisols (37.6% del área total), subgrupos Aquic Dystrudepts, Fluventic Humic Dystrudepts, Fluventic Hapludepts, y al orden Ultisols (63 % del área total), Typic Hapludults, Plinthaquic Hapludults, Plinthaquic Kandudults.

La evaluación de la capacidad de uso de la tierra determinó que los suelos son de vocación forestal y protección de la vida silvestre, ya que corresponden a las clases de capacidad VI (60.6%), VII (8.4%) y VIII (31%).

El estado en que se encuentran los suelos representa un serio problema para el manejo de los mismos debido al contenido de acidez, la pérdida excesiva de nutrientes, disminución de la materia orgánica y baja capacidad de intercambio catiónico. Además, las altas precipitaciones favorecen la lixiviación y el mal drenaje y los problemas de anegamientos producen procesos de gleyzación que generan desequilibrio de nutrientes.

El manejo adecuado de estos suelos contribuirá al mejoramiento de su capacidad productiva, para que sean capaces de soportar cultivos de palma de aceite, plantaciones forestales y cacao, que están tomando auge en la zona de estudio. Esto implica el drenaje adecuado de las áreas susceptibles a inundación, la incorporación de materia orgánica, encalado y el uso de abonos verdes.

V. RECOMENDACIONES

Aquic Dystrudepts

- ✓ Construcción red de canales de drenajes y verticales a estos utilizar drenajes topos, que desagüen en los drenajes principales.
- ✓ Profundizar los canales de drenajes a 90 cm o buscar material parental.
- ✓ Dejar reposar los suelos, para que los procesos de oxidación se estabilicen y se puedan hacer correcciones con enmiendas agrícolas.
- ✓ Disminuir la maquinaria agrícola.
- ✓ Utilización de cal/yeso.
- ✓ Utilizar nutrientes en forma de óxido.
- ✓ Aplicación de yeso como enmienda agrícola.
- ✓ Enterrar la cal a 40 cm de profundidad sobre el surco de siembra.
- ✓ Aplicar antes de la siembra en el hoyo de siembra cal, materia orgánica o humus y osforo.
- ✓ Establecer sombra temporal con gandul, crotalaria y canavalia para permitir que el sistema agroforestal se desarrolle y pueda ofrecer la sombra necesaria para la plantación de cacao durante el primer año.
- ✓ Construir cajuelas a los lados de la planta sobre el surco y aplicar humus o materia orgánica para fijar nutrientes, mejor la CIC y evitar la lixiviación de nutrientes. En las cajuelas se debe aplicar fertilizantes.
- ✓ Aplicar cal con un mesh de 200 diluida en agua, sobre el surco sembrado, para lograr mejor profundización de la enmienda y corrección a corto plazo.

Fluventic Hapludepts

- ✓ Construcción de canales de drenajes.
- ✓ Utilización de cal/yeso como enmienda.
- ✓ Utilización de materia orgánica.
- ✓ Utilizar nutrientes en forma de óxido.
- ✓ Enterrar la cal a 40 cm de profundidad sobre el surco de siembra.

- ✓ Aplicar antes de la siembra en el hoyo de siembra cal, materia orgánica o humus y fosforo.
- ✓ Establecer sombra temporal con gandul, crotalaria y canavalia para permitir que el sistema agroforestal se desarrolle y pueda ofrecer la sombra necesaria para la plantación de cacao en el primer año.
- ✓ Construir cajuelas a los lados de la planta sobre el surco y aplicar humus o materia orgánica para fijar nutrientes, mejor la CIC y evitar la lixiviación de nutrientes. En las cajuelas se debe aplicar fertilizantes.
- ✓ Aplicar boleada sobre el surco basándose en análisis químicos y tomando en cuenta acidez intercambiable.

Fluventic Humic Dystrudepts

- ✓ Construir canales de drenajes y verticales a ellos construir drenajes topo que drenen a los drenajes principales.
- ✓ Utilización de cal/yeso.
- ✓ Utilizar nutrientes en forma de óxido.
- ✓ Profundizar los canales de drenajes a 90 cm.
- ✓ Aplicar antes de la siembra en el hoyo de siembra cal, materia orgánica o humus y fosforo.
- ✓ Construir cajuelas a los lados de la planta sobre el surco y aplicar humus o materia orgánica para fijar nutrientes, mejor la CIC y evitar la lixiviación de nutrientes. En las cajuelas se debe aplicar fertilizantes.
- ✓ La fertilización se debe hacerse en tiempos con presencia de menos lluvias para evitar lixiviaciones severas y después de un mes de haber aplicado cal.
- ✓ Aplicar boleada sobre el surco basándose en análisis químicos y tomando en cuenta acidez intercambiable.
- ✓ Aplicar cal con un mesh de 200 diluida en agua, sobre el surco sembrado, para lograr mejor profundización de la enmienda y corrección a corto plazo.

Plinthaquic Hapludults

- ✓ Construir canales de drenajes.
- ✓ Utilización de óxido de cal/yeso.

- ✓ Utilizar nutrientes en forma de óxido.
- ✓ Disminuir la maquinaria agrícola.
- ✓ Aplicar antes de la siembra en el hoyo de siembra cal, materia orgánica o humus y fosforo.
- ✓ Construir cajuelas a los lados de la planta sobre el surco y aplicar humus o materia orgánica para fijar nutrientes, mejor la CIC y evitar la lixiviación de nutrientes. En las cajuelas se debe aplicar fertilizantes.
- ✓ La fertilización se debe hacerse en tiempos con presencia de menos lluvias para evitar lixiviaciones severas.
- ✓ Aplicar boleada sobre el surco basándose en análisis químicos y tomando en cuenta acidez intercambiable.
- ✓ En las áreas con mayor presencia de gravas utilizar estos suelos para siembra de producción de biomasa y crear composteras para utilizar en la plantación de cacao como enmienda. Otro uso es para producir combustible para los hornos de secado del cacao.

Plinthaquic Kandiudults

- ✓ Construcción de canales de drenajes y vertical a estos construir drenajes topos que drenen al drenaje principal.
- ✓ Utilización de cal/yeso como enmienda.
- ✓ Utilizar nutrientes en forma de óxido.
- ✓ Aplicar antes de la siembra en el hoyo de siembra cal, materia orgánica o humus y fosforo.
- ✓ Construir cajuelas a los lados de la planta sobre el surco y aplicar humus o materia orgánica para fijar nutrientes, mejor la CIC y evitar la lixiviación de nutrientes. En las cajuelas se debe aplicar fertilizantes.
- ✓ La fertilización se debe hacerse en tiempos con presencia de menos lluvias para evitar lixiviaciones severas.
- ✓ Aplicar boleada sobre el surco basándose en análisis químicos y tomando en cuenta acidez intercambiable.

Typic Hapludults

- ✓ Crear canales de drenajes.
- ✓ Utilización de cal/yeso.
- ✓ Utilizar nutrientes en forma de óxido.
- ✓ Aplicación de yeso como enmienda agrícola.
- ✓ Establecer sombra temporal con gandul, crotalaria y canavalia para permitir que el sistema agroforestal desarrolle y pueda ofrecer la sombra el primer año, para la plantación de cacao.
- ✓ Aplicar antes de la siembra en el hoyo cal, materia orgánica o humus y fósforo.
- ✓ Construir cajuelas a los lados de la planta sobre el surco y aplicar humus o materia orgánica para fijar nutrientes, mejorar la CIC y evitar la lixiviación de nutrientes. En las cajuelas se debe aplicar fertilizantes.
- ✓ La fertilización se debe hacer en tiempos con presencia de menos lluvias para evitar lixiviaciones severas y después de un mes de haber aplicado cal.
- ✓ Aplicar los fertilizantes de forma boleada sobre el surco basándose en análisis químicos y tomando en cuenta acidez intercambiable.
- ✓ Aplicar cal con un mesh de 200 μ m diluida en agua, sobre el surco sembrado, para lograr mejor profundización de la enmienda y corrección a corto plazo.

Recomendaciones Generales del Estudio.

- ✓ Utilizar sistemas de análisis más confiable para análisis de laboratorio en muestras de suelos del trópico húmedo.
- ✓ Realizar los envíos de muestras a otros laboratorios fuera del país que tengan más experiencias en suelos ácidos del trópico húmedo.
- ✓ Para suelos del trópico húmedo se debe utilizar metodologías la metodología de Mellic III.
- ✓ El dato más confiable, para obtener datos de encalados debe de ser acidez total, la CICE debe de ser muy bien evaluada.

VI. LITERATURA CITADA

Aguirre, C; Acuña, E.2009.Suelos, capacidad de uso de la tierra y conflictos de uso en el municipio Moyogalpa.NI.Asociación de municipios de Rivas, INAFOR.39p.

Áreas, H, A.1991.La descomposición de la materia orgánica y su relación con algunos factores climáticos y microclimáticos.(En línea). Colombia. 8(2).384 – 388. Consultado 01 feb 2015.Disponible en: <http://www.bdigital.unal.edu.co/24027/1/21129-71663-1-PB.pdf>

Artola Medina, I.1998.Actualización del Levantamiento de suelos y Capacidad de Uso de la Tierra Zona de Amortiguamiento en el Municipio de El Castillo Río San Juan.(En línea).Managua.NI.Universidad nacional agraria.140p.consultado 17 jun 2014.disponible en:<http://cenida.una.edu.ni/Tesis/tnp32a792.pdf>

Barrera Berrios, J; Zapata Amaya, B.2014.Laboratorio químico S.A.34p.León.NI. Consultado 18 sep2014.Disponible en: laquis@gmail.com

Campillo, R; Sadzawka, A.2009.La acidificación de los suelos. Origen y mecanismo involucrado.(En línea).17p.consultado 17 mar 2015.Disponible en: http://datateca.unad.edu.co/contenidos/30160/30160_AVA/30160_DocsAVA_U2/Acidificacion.pdf

Errazuriz Korner, A, M.1976 -1977.Una nueva visión de la cartografía.(En línea). (Spanish).Santiago, CL.Universidad Católica de CL.4 (5).Consultado 5 jun 2014. Disponible en: http://www.geo.puc.cl/html/revista/PDF/RGNG_N5/Art01.pdf

FAO.2007.Base referencial mundial del recurso suelo.(En línea).RO.130p.Consultado 19 jun 2014. Disponible en: <ftp://FTP.FAO.org/docrep/fao/011/a0510s/a0510s/a0510s00.pdf>

FAO (Food and Agriculture Organization).2009.Textura del Suelo, (En línea), Consultado el 7 de abril del 2014.Disponible en: ftp://ftp.fao.org/fi/CDrom/FAO_training/FAO_training/general/x6706s/x6706s06.htm

FAO (Food and Agriculture Organization). Guía para la descripción de suelos. (En línea), Consultado el 7 de abril del 2014. Disponible en: <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/011/a0541s/a0541s00.pdf>

Fassbender, W. 1987. Química de Suelo con Énfasis en Suelos de América Latina. (En línea). 2ed. San José, Costa Rica. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. 419p. Consultado 05 nov 2014. Disponible en: <http://orton.catie.ac.cr/repdoc/A9793E/A9793E.PDF>

Martínez, A; Santiago C, L; Rolong, N; Muñiz, E; Matos, M; Figueroa, M; Cortés, M; Lugo, J, L. 2010. Claves para la taxonomía de suelos del USDA. (En línea). 11ed. Montecillo, México. 374p. Consultado 07 oct 2014. Disponible en:

http://www.nrcs.usda.gov/Internet/FSE_DOCUMENTS/nrcs142p2_051546.pdf

Gomero Osorio, L; Velásquez Alcántara, H. 1999. Manejo Ecológico de Suelos. (En línea). Lima, Perú. Red de Acción en Alternativas al uso de Agroquímicos – RAAA. 228p. Consultado 08 abr 2015. Disponible en: http://www.cepes.org.pe/pdf/manejo_ecologico_de_suelos.pdf

Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales, 2012. Estudio del Suelo del departamento de Río San Juan. (En línea). Managua. NI. 84p. Consultado 14 enero 2015. Disponible en: http://www.ineter.gob.ni/Ordenamiento/files/suelos_rio_san_juan.pdf

Jaramillo, D, F. 2002. Introducción a la ciencia del suelo. (En línea). Medellín, Colombia. Universidad Nacional de Colombia Facultad de Ciencias Medellín. 619p. Consultado 07 feb 2015. Disponible en: <http://www.bdigital.unal.edu.co/2242/1/70060838.2002.pdf>

Klingebiel; Montgomery. 1961. Clases de capacidad de uso del USDA. (En línea). Consultado 17 jun 2014. Disponible en: <http://www.cebra.com.uy/renare/media/Clases-de-Capacidad-de-Uso-del-USDA-.pdf>

- Navarro, S.2008.** Escala de Tiempo Geológico para la Geología de Nicaragua.(En línea).14p.Consultado 15 ene 2015.Disponible en:
<https://sjnavarro.files.wordpress.com/2008/09/apuntes-geologia-de-nicaragua.pdf>
- Porta, J; Lopes Acevedo, M. Roquero, C.2003.**Edafología Para La Agricultura y El Medio Ambiente.(En línea). Consultado 19 jun 2014.disponible en:www.iec.cat/mapaso/s/docuinteres/pdf/l libre03.pdf.
- PROMIPAC (Programa de Manejo Integrado de Plagas en América Central).2009.**Manual Conservación de Suelos.(En Línea).Consultado el 7 de abril del 2014. Disponible en:<http://www.se.gob.hn/UnidadMedia2/Manuales/Modulo3.pdf>
- Raudes, M.Sagastume, N.2009.**Manual de Conservación de Suelos.Programa para la Agricultura Sostenible en Laderas de América Central. (En línea).Carrera de Ciencia y Producción Agropecuaria. Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, Honduras.Consultado 10 jul 2014.75p.disponible en:<http://www.se.gob.hn/UnidadMedia2/Manuales/Modulo3.pdf>
- Stevenson, F, J.1982.** Humus Chemistry.Genesis, Composition,Reactions.John Wiley and Sons.New York. 443 p.
- Sagnona.2005.**Protocolo de Caracterización del Suelo.(En línea).Globe.14p.Consultado 10 jul 2014. Disponible en:http://globeargentina.org/guia_del_maestro_web/suelos/protocolos/protcaracterizaciondelselo.pdf
- Sánchez, B; Ruiz, M; Ríos, M.2005.**Agronomía Tropical.Materia orgánica y actividad biológica del suelo en relación con la altitud, en la cuenca del río Maracay (En línea).Aragua, Venezuela.Universidad Rómulo Gallegos.55(4).507-534p. consultado 13 ene 2015. Disponible en:
<http://www.scielo.org.ve/pdf/at/v55n4/art04.pdf>

Simone.2014.Conservación de los recursos naturales para una Agricultura sostenible.

Manejo de la humedad del suelo.(En línea). 34p. Consultado 05 feb 2015.

Disponible en:http://www.fao.org/ag/ca/training_materials/cd27-spanish/sm/soil_moisture.pdf

Zapata Amaya, B; Barrera Berrio, J.2014.Informe de Análisis de suelo. Laboratorio

Químico Suelo y Agua.(En línea) León, Nicaragua.LAQUISA.34p.Consultado 18 set 2014. Disponible en: laquisa@gmail.com

Zuñiga, C.2012.Introducción a la ingeniería civil.Tipos de suelos en Nicaragua, química y formación de suelo.(En línea).NI.Universidad nacional de ingeniería.Consultado 04

jul 2014. Disponible en: <http://ingenieriaciviluninorte.files.wordpress.com/2012/05/suelos.doc>.

VII. ANEXOS

Anexo 1. Características distintivas de los subgrupos taxonómicos

Subgrupos	Características	Uso potencial
<i>Aquic Dystrudepts</i>	Presentan problemas de anegamiento por más de 90 días en el año, bajo contenido de nutrientes.	Bosque, plantaciones forestales y sistema agroforestales, si se realiza obra de drenaje.
<i>Fluventic Humic Dystrudepts</i>	Son depósitos de río, tiene un alto contenido en materia orgánica. Condiciones de moteado.	Bosque de galería y sistemas agroforestales.
<i>Fluventic Hapludepts</i>	Con horizonte cámbico, originado de depósitos de río, tienen desarrollo de color.	Sistemas silvopastoril, sistema agroforestales, forestales, bosque latifoliado y de galería.
<i>Plinthaquic Hapludults</i>	Presencia de plintita y exceso de agua.	Sistemas agroforestales, plantaciones forestales y bosque.
<i>Plinthaquic Kandiudults</i>	Dentro de los 80cm presenta un horizonte cámbico y se mantiene en constante evolución.	Sistemas agroforestales, plantaciones forestales, bosque latifoliado y de galería.
<i>Typic Hapludults</i>	Presencia de riolita, acumulación de arcilla y desarrollo de horizontes.	Sistemas agroforestales, plantaciones forestales, forestal y bosque.

Anexo 2. Clasificación agrologica según las limitaciones de los subórdenes

Clasificación Agrologica	Orden	Sub Orden	Uso actual	Limitaciones
VI	Ultisols.Inceptisols.	Typic Hapludults. Plinthaquic Hapludults. Plinthaquic Kandiudults. Fluventic Hapludepts.	Sistema Agroforestal con Cacao.	Bajo contenido en material orgánica. Bajo en nutrientes. Suelos poco profundos.
VII	Ultisols.	Plinthaquic Hapludults. Aquic Dystrudepts.	Regeneración natural, restauración del bosque y producción de biomasa.	Drenaje interno imperfecto. Abundante gravas en el perfil. Pobre en nutrientes y bajo en materia orgánica. Gran parte del año pasan anegado.
VIII	Inceptisols.Ultisols.	Aquic Dystrudepts. Fluventic Hapludepts. Fluventic Humic Dystrudepts. Plinthaquic Kandiudults.	Áreas de protección.	Están cubiertos por bosque, los cuales presentan características de protección de vida silvestre y no tienen las condiciones para la implementación de Sistemas Agroforestales.

Anexo 3. Tarjeta de descripción Aquic Dystrudepts

TARJETA PARA LA DESCRIPCIÓN DE PERFILES DE SUELOS

Fecha: 14/8/14	Observación N°: 2	
Clasificación taxonómica: Aquic Dystrudepts	Foto:	Alcalinidad:
Localización: Casa Noel	Coordenadas: X-819224-Y-1358409	Salinidad:
Uso actual: Barbecho	Elevación: 39 msnm	Pedregosidad: Sin presencia
Material madre: Ignimbrita	Relieve: Plano	Erosión: sin presencia
Drenaje: Mal drenado	Pendiente (%): 2%	Permeabilidad: Impermeable
Humedad: Saturado		

Hori- zonte	Prof. (cm)	Color		Textura	Estructura	Consistencia			pH	Límite	Poros	Raíces
		Seco	Hum.			Seco	Hum.	Mojado				
1-A	0-26		10YR4/3	F, A, ar	Bloq, sub angulares		Friable	Lig, plas, adhs		Neto, ondulado	Abud, mcra, mesos	Abud, gruesas medias, finas
2-Bwg	26-47	7.5YR 5/3 _{90%}	5YR4/6 10%	A, ar	Bloq, sub angu		Muy. Friable	plas, adhs		Neto, ondulado	Abud,macro,me sos	Pocas finas
3-Cgv	47- >	2.5YR 6/2 _{70%}	5YR 4/6 _{30%}	A, ar	Bloq, sub angu		Mod, friable	Plas, adhs		Neto y plano	Pocos macro, mesos	No

OBSERVACIONES: saturación de agua

Anexo 4. Tarjeta de descripción Fluventic Humic Dystrudepts

TARJETA PARA LA DESCRIPCIÓN DE PERFILES DE SUELOS

Fecha: 15/08/14	Observación N°: 4	
Clasificación taxonómica: Fluventic Humic Dystrudepts	Foto:	Alcalinidad:
Localización: Marcos Medina	Coordenadas: X-822464-Y-1357101	Salinidad:
Uso actual: Bosque en Regeneración	Elevación: 26 msnm	Pedregosidad: Nula
Material madre: Riolita	Relieve: Plano	Erosión: Sin Presencia
Drenaje: Mal Drenaje	Pendiente (%): 2%	Permeabilidad: Impermeable
Humedad: Saturado		

Horizonte	Prof. (cm)	Color		Textura	Estructura	Consistencia			pH	Límite	Poros	Raíces
		Seco	Hum.			Seco	Hum.	Mojado				
1-A	0-16		2.5Y 5/3	F,A	Gra, comp,		Friable	Lig, plast, adh		Dif, ond,	Abu, macr, micr	Finas, gruesas
2-Bwg1	16-38	2.5Y 5/4 80%	10YR 6/8 20%	A	Bloq, sub angu, med, finos		Friable	Plast, adhs		Difuso ondulado	Abu, mess, micro	Finas
3-Bwg2	38-54	2.5Y 5/4 70% - 2.5YR 4/8 10%	10YR 6/8 20%	A	Bloq, sub angulares, medios y finos		Friable	Plast, adhes.		Difuso ondulado	Abu, mess, micro	Finas
Cv	54>	2.5Y 5/4 70% - 2.5YR 4/8 10%	10YR 6/8 20%	A	Bloq, sub angulares, medios y finos.		Friable	Plast, adhes.		Difuso ondulado	Abu, mess, micro	Finas

OBSERVACIONES: saturación de agua

Anexo 5. Tarjeta de descripción Fluventic Hapludepts

TARJETA PARA LA DESCRIPCIÓN DE PERFILES DE SUELOS

Fecha: 15/08/14	Observación N°: 5	
Clasificación taxonómica: Fluventic Hapludepts	Foto:	Alcalinidad:-----
Localización: Frutales La Carmen	Coordenadas: X: 822665 Y:1359831	Salinidad:-----
Uso actual: Tacotal	Elevación	Pedregosidad:-----
Material madre:	Relieve: ligeramente plano	Erosión: ligeramente
Drenaje: Moderadamente Drenado	Pendiente (%): 2-4	Permeabilidad: impermeable
Humedad: Saturado		

Horizonte	Prof. (cm)	Color		Textura	Estructura	Consistencia			pH	Límite	Poros	Raíces
		Seco	Hum.			Seco	Hum.	Mojado				
A	0-20		7.5YR 4/4	F,A	Gran, compst, bloq sub ang,gru, med, fin		Friable	Lig, adhe, plas		Gradual ondulado	Abund, meso, micro	Abund, fin, med, gruesas
Bw1	20-45		7.5YR 4/6	A	Sub ang, grue, med, fin		Friable	Lig, plas, adhe		Difusoondulado	Abund, meso, micro	Abund, finas, pocas medias
Bw2	45-81		2.5YR 4/6	A, ar	Sub ang, grue, med, fin		Friable	Lig, plas, adhe		Difuso ondulado	Abund, meso, micro	Pocas finas
Bw3	81>		2.5YR 4/6	A	Sub ang, grue, med, fin		Friable	Lig, plas, adhe		Difuso ondulado	Abund, meso, micro	Muy pocas finas

Anexo 6. Tarjeta de descripción Typic Hapludults

TARJETA PARA LA DESCRIPCIÓN DE PERFILES DE SUELOS

Fecha: 14/08/14	Observación N°: 1	
Clasificación taxonómica: Typic Hapludults	Foto:	Alcalinidad:
Localización: Casa de Jesser	Coordenadas: X 819172-Y 1360057	Salinidad:
Uso actual: Barbecho	Elevación: 52 msnm	Pedregosidad: Sin Presencia
Material madre: Riolita	Relieve: Ondulado	Erosión: No Persistible
Drenaje: Bien drenado	Pendiente (%): 8 %	Permeabilidad: Moderada
Humedad: Saturado		

Horizonte	Prof. (cm)	Color		Textura	Estructura	Consistencia			pH	Límite	Poros	Raíces
		Seco	Hum.			Seco	Hum.	Mojado				
1-A	0-15		10YR 4/4	A	Granular compuesta		Friable	Pla, lig, adh		Difuso, ondulado	Abu, mesos, poros	Abu, finas
2-Bt	15-39		5YR 4/6	A	Bloq, ang, med, gru, fin		Lig, friable	Pla, adh		Difuso y ondulado	Abun, micr y mesos	Pocas finas
3-Btg1	39-64	10YR 5/4 _{30%}	2.5YR 4/6 _{70%}	A	Blo, ang		Lig friable	Pla, adh		Difuso ondulado	Abu, micr, mesos	No
4-Btg2	64-89	5YR 4/6 _{50%}	2.5YR 4/6 _{50%}	A	Blo, ang, med, gru		Friable	Pla, dh		Difuso ondulado	Abu, meso, micro	No
5-Cv	89->											

OBSERVACIÓN: Presencia de crotovinas

Anexo 7. Tarjeta de descripción de Plinthaquic Hapludults

TARJETA PARA LA DESCRIPCIÓN DE PERFILES DE SUELOS

Fecha: 14/8/14	Observación N°: 3	
Clasificación taxonómica: Plinthaquic Hapludults	Foto:	Alcalinidad:
Localización: Lote 49	Coordenadas: X-822648-Y-1358251	Salinidad:
Uso actual: Bosque en Regeneración	Elevación: 40 MSNM	Pedregosidad: -----
Material madre: Plintita	Relieve: Plano	Erosión: Sin Presencia
Drenaje: Moderadamente Drenado	Pendiente (%): 2%	Permeabilidad: Impermeable
Humedad: Saturado		

Hori - zont e	Prof. (cm)	Color		Textura	Estructura	Consistencia			pH	Límite	Poros	Raíces
		Seco	Hum.			Seco	Hum.	Mojado				
A	0-15		10YR 4/2	F.A	G,comp,bloq,su bang fin		Friable	Lig, plas, adhs		Net, ond	Abun, macr, mesos	Abund,fin, med, grus
Ab	15-31		10YR 5/8	F.A	Bloq, sub ang med, fin		Friable	Plas, adhs		Dif, ond	Abun, macr, mesos	Abund, grues, med
Btg1	31-47		7.5YR 5/8	A, 5% GRAVA	lmed, fin		Friable	Plas, adhs		Dif, ond	Abun, macr, mesos	Poc, fin, grues
Btg2	47-68	2.5 YR 4/8 80%	7.5 YR 6/8 20%	A, 10% GRAVA	Bloq. med, grue		Lig, firme	Plas, adhs		Dif, ond	Abun, micro	-----
Cgv	68>	2.5YR 5/8 _{50%}	7.5YR 6/8 _{50%}	A	Bloq. med, grue		Lig, firme	Plas, adhs		Dif, ond	Abun, micro	-----

Anexo 8. Tarjeta de descripción Plinthaquic Kandiuults

TARJETA PARA LA DESCRIPCIÓN DE PERFILES DE SUELOS

Fecha:15/08/14	Observación N°: 6	
Clasificación taxonómica: Plinthaquic Kandiuults	Foto:	Alcalinidad:
Localización: Lote # 2	Coordenadas: X: 823837 Y: 1358423	Salinidad:
Uso actual: Sistemas Agroforestales Cacao	Elevación: 21msnm	Pedregosidad: -----
Material madre: Plintita	Relieve: plano	Erosión: No perceptible
Drenaje: Mal Drenado	Pendiente (%): 2%	Permeabilidad: Impermeable
Humedad: Saturado		

Hori-zonte	Prof. (cm)	Color		Textura	Estructura	Consistencia			pH	Límite	Poros	Raíces
		Seco	Hum.			Seco	Hum.	Mojado				
A	0-14		2.5YR 4/3	A,L	Gran, comp, bloq sub ang		Ligfir	Lig. Ad, plas		Gradual, ondulado	Abun, macro, micro	Abu, fin med
Btg1	14-37		7.5YR4/6	A	Bloqang, med, fin,grue		Ligfir	Adh, plast		Difuso y ondulado	Abu,micro, mesos	Poc, fin
Btg2	37-56		2.5YR4/6	A	Bloq. med, grues		Friable	Adh, plast		Ii	Abu, micro,pocmesos	Muy poc fin
Btg3	56-71		2.5YR4/6 _{40%} , 2.5YR3/6 _{30%} , 2.5Y5/2 _{30%}	A	Bloq. med, grues		Friable	Adh, plast		Gradual, difu	Abu, micro,pocmesos	-----
Cgv1	71-100		2.5YR5/6 _{0%} , 2.5YR4/8 4 _{0%}	A	Bloq. med, grues		Friable	Adh, plast		Gradual, difu	Abu, micro,pocmesos	-----
Cgv2	100>		2.5YR5/8 _{0%} , 2.5YR4/8 2 _{0%}	A	Bloq. med, grues		Friable	Adh, plast		Gradual, difu	-----	-----

Anexo 9. Resultado de laboratorio

Taxonomía	Hor	Prf	MO %	pH	A	L	Y	CIC	CI CE	Ca	Mg	K	SB	N	P	Fe	Cu	Zn	Mn
										meq /100ml			µg/ml						
<i>TypicHapludults</i>	A	15	5.9	5.3	56.8	28	15.2	6.6	8	5.4	0.8	0.2	96.96	0.3	1.1	138.5	2	0.9	14.9
	Bt	39	1.72	5.3	24.8	35	40.2	11.2	13	8.3	2.2	0.1	94.6	0.09	3.6	102.9	1.5	3	3.7
	Bt1	64	0.9	4.8	22.8	25	52.2	5.6	12.8	3.3	1.9	0.1	94.6	0.05	4.6	51.2	2	0.4	2.2
<i>Aquic Dystrudepts</i>	A	26	2.49	5.1	53.5	30	16.5	7.6	8.9	6.2	1	0.2	97.3	0.12	3.6	121.2	3.5	1.3	41.4
	Bw g	47	0.94	4.8	45.5	26.5	26.5	2.3	6	1.2	0.6	0.2	86.9	0.05	3.5	91	2.6	1	23.7
<i>Plinthaquic Hapludults</i>	A	15	6.78	5	63.2	25.6 4	11.2	4.9	7.1	3.5	0.8	0.3	93.8	0.34	13	149.5	2.4	0.9	9
	Ab	31	2.18	4.7	60.8	24	15.2	1.1	3.5	0.6	0.1	0.1	72.72	0.11	6	197.5	2.3	0.5	0.9
	Btg 1	47	1.13	4.7	42.8	20	37.2	1	4.5	0.6	0.1	0.1	80	0.06	4.7	186.5	1.8	0.7	0.5
<i>Fluventic Humic Dystrudepts</i>	A	16	7.34	4.4	21.2	37.3	41.6	2.2	7.5	0.8	0.6	0.3	77.2	0.37	8.3	210.8	3.3	1	3.5
	Bw g1	38	2.03	4.4	25.2	27.3	47.6	0.9	7.3	0.4	0.1	0.1	66.6	0.1	0.7	194	2.7	0.5	0.5
	Bw g2	54	1.42	4.2	16.2	22.6	61.2	1.2	9	0.5	0.3	0.1	75	0.07	1.8	170.7	2.4	0.4	1.2
<i>Fluventic Hapludepts</i>	A	20	4.17	5.2	48.8	32	19.2	14.5	16.5	9.4	4.4	0.4	97.9	0.21	3.2	162.2	7.5	10.1	58.5
	BW 1	45	1.02	4.9	42.8	25	32.2	8.4	16.4	5.2	2.7	0.2	96.4	0.05	4.1	110.7	5.9	3.2	25.8
	BW 2	81	8.4	4.9	47.8	17	35.2	6.5	14.2	3.6	2.3	0.2	93.8	0.04	2.8	85.2	4.2	4.4	13.5
<i>Plinthaquic Kandiudults</i>	A	13	4.76	4.4	0	46.8	30	7.1	15.5	4.8	1.7	0.3	95.7	0.24	1	176.8	8.7	8.2	39.6
	Btg 1	37	2.17	4.3	35.8	27	37.2	3.5	13.2	2.1	0.9	0.1	88.5	0.11	2.5	118.9	8.6	4.5	17.6
	Btg 2	56	1.15	4.1	30.8	22	47.2	2.6	15.1	1.1	1	0.2	88.4	0.06	2.6	56.7	4.2	3.7	10

Anexo 10. Leyenda de interpretativa para levantamientos

LEYENDA INTERPRETATIVA PARA LEVANTAMIENTOS DE SUELOS DE NICARAGUA

CARACTERISTICAS DEL SUELO (numerador)	FACTORES LIMITANTES (denominador)																																																																																								
<p>PROFUNDIDAD EFECTIVA</p> <table border="0"> <tr><td>1</td><td>> 90 cm</td><td>Profundo</td></tr> <tr><td>2</td><td>60 – 90 cm</td><td>Moderadamente profundo</td></tr> <tr><td>3</td><td>40 – 60 cm</td><td>Poco profundo</td></tr> <tr><td>4</td><td>25 – 40 cm</td><td>Superficial</td></tr> <tr><td>5</td><td>< 25 cm</td><td>Muy superficial</td></tr> </table> <p>TEXTURA</p> <table border="0"> <tr><td>0</td><td>MUY GRUESA, Arena gruesa, grava</td></tr> <tr><td>1</td><td>GRUESA Arena media, arena fina, arena muy fina, areno francoso grueso y areno francoso medio.</td></tr> <tr><td>2</td><td>MODERADAMENTE GRUESA Arena franca muy fina, franco arenoso grueso, franco arenoso medio y franco arenoso fino.</td></tr> <tr><td>3</td><td>MEDIA Franco arenoso muy fino, franco, franco limoso y limo.</td></tr> <tr><td>4</td><td>MODERADAMENTE FINA Franco arcilloso, franco arcillo arenoso y franco arcillo limoso.</td></tr> <tr><td>5</td><td>FINA Arcillo arenoso, arcillo limoso y arcilloso con menos de 60% arcilla.</td></tr> <tr><td>6</td><td>MUY FINA Arcilla pesada (Vertisoles) con > 60% de arcilla.</td></tr> </table> <p>DRENAJE</p> <table border="0"> <tr><td>0</td><td>Drenaje excesivo</td></tr> <tr><td>1</td><td>Drenaje ligero o moderadamente excesivo</td></tr> <tr><td>2</td><td>Bien drenado</td></tr> <tr><td>3</td><td>Moderadamente bien drenado</td></tr> <tr><td>4</td><td>Drenaje imperfecto</td></tr> <tr><td>5</td><td>Drenaje pobre</td></tr> <tr><td>6</td><td>Drenaje muy pobre</td></tr> </table>	1	> 90 cm	Profundo	2	60 – 90 cm	Moderadamente profundo	3	40 – 60 cm	Poco profundo	4	25 – 40 cm	Superficial	5	< 25 cm	Muy superficial	0	MUY GRUESA, Arena gruesa, grava	1	GRUESA Arena media, arena fina, arena muy fina, areno francoso grueso y areno francoso medio.	2	MODERADAMENTE GRUESA Arena franca muy fina, franco arenoso grueso, franco arenoso medio y franco arenoso fino.	3	MEDIA Franco arenoso muy fino, franco, franco limoso y limo.	4	MODERADAMENTE FINA Franco arcilloso, franco arcillo arenoso y franco arcillo limoso.	5	FINA Arcillo arenoso, arcillo limoso y arcilloso con menos de 60% arcilla.	6	MUY FINA Arcilla pesada (Vertisoles) con > 60% de arcilla.	0	Drenaje excesivo	1	Drenaje ligero o moderadamente excesivo	2	Bien drenado	3	Moderadamente bien drenado	4	Drenaje imperfecto	5	Drenaje pobre	6	Drenaje muy pobre	<div style="text-align: center;"> <p>Nombre de la Serie</p> <p>Profundidad del suelo</p> <p>Textura del suelo</p> <p>Textura del subsuelo</p> <p>Drenaje</p> <p>Clase Agrológica</p> <p>Otras limitantes (tabla de agua, inundaciones, salinidad)</p> <p>Limitantes (gravas y piedras)</p> <p>Erosión</p> <p>Materiales que limitan la profundidad</p> <p>Rango de pendiente</p> </div> <div style="text-align: center; margin-top: 20px;"> <p>LR 2 4 4 2 IV</p> <p>D 5 e c g</p> </div>	<p>PENDIENTE DEL TERRENO</p> <table border="0"> <tr><td>A</td><td>< 1.5 % Casi horizontales</td></tr> <tr><td>B</td><td>1.5 – 4 % Muy ligeramente ondulado a ligeramente ondulado</td></tr> <tr><td>C</td><td>4 – 8 % Ligeramente ondulado a ondulado</td></tr> <tr><td>D</td><td>8 – 15 % Fuertemente ondulado o quebrado</td></tr> <tr><td>E</td><td>15 – 30 % Moderadamente escarpado – colinado</td></tr> <tr><td>F</td><td>30 – 75 % Escarpado a muy escarpado</td></tr> <tr><td>G</td><td>> 75 % Montañoso o precipicio</td></tr> </table> <p>MATERIALES QUE LIMITAN LA PROFUNDIDAD</p> <table border="0"> <tr><td>1</td><td>Arcilla impermeable o prácticamente impermeable.</td></tr> <tr><td>2</td><td>Arena gruesa – estrato demasiado grueso para retener agua para el mantenimiento de las plantas.</td></tr> <tr><td>3</td><td>Material cementado: grava, escoria, ceniza volcánica o pómez.</td></tr> <tr><td>4</td><td>Material suelto: grava, escoria, cenizas volcánicas o pómez.</td></tr> <tr><td>5</td><td>Duripán (talpetate) – principalmente sílice cementado.</td></tr> <tr><td>6</td><td>Toba (cantera).</td></tr> <tr><td>6p</td><td>Toba o conglomerado de fragmentos piroclásticos.</td></tr> <tr><td>7</td><td>Formaciones sedimentarias – principalmente lutita, areniscas o concha (roca sedimentaria).</td></tr> <tr><td>8</td><td>Piedra caliza.</td></tr> <tr><td>9</td><td>Rocas duras cristalinas: 9-ignimbritas; 9b-basalto y/o andesita; 9c-granito; 9r-rhyolita; 9m-brecha; 9n-esquisto.</td></tr> <tr><td>P</td><td>Material piroclástico (rocas piroclásticas) no diferenciado, esto incluye 3 – 4 – 6 y 6p. tPresencia de talpetate o duripán.</td></tr> </table> <p>EROSION</p> <table border="0"> <tr><td>E</td><td>Erosión moderada.</td></tr> <tr><td>Ee</td><td>Fuertes restricciones para uso y productividad.</td></tr> <tr><td>E</td><td>Erosión severa.</td></tr> <tr><td>V</td><td>Erosión de ligera a moderada ocasionada por el viento.</td></tr> </table>	A	< 1.5 % Casi horizontales	B	1.5 – 4 % Muy ligeramente ondulado a ligeramente ondulado	C	4 – 8 % Ligeramente ondulado a ondulado	D	8 – 15 % Fuertemente ondulado o quebrado	E	15 – 30 % Moderadamente escarpado – colinado	F	30 – 75 % Escarpado a muy escarpado	G	> 75 % Montañoso o precipicio	1	Arcilla impermeable o prácticamente impermeable.	2	Arena gruesa – estrato demasiado grueso para retener agua para el mantenimiento de las plantas.	3	Material cementado: grava, escoria, ceniza volcánica o pómez.	4	Material suelto: grava, escoria, cenizas volcánicas o pómez.	5	Duripán (talpetate) – principalmente sílice cementado.	6	Toba (cantera).	6p	Toba o conglomerado de fragmentos piroclásticos.	7	Formaciones sedimentarias – principalmente lutita, areniscas o concha (roca sedimentaria).	8	Piedra caliza.	9	Rocas duras cristalinas: 9-ignimbritas; 9b-basalto y/o andesita; 9c-granito; 9r-rhyolita; 9m-brecha; 9n-esquisto.	P	Material piroclástico (rocas piroclásticas) no diferenciado, esto incluye 3 – 4 – 6 y 6p. tPresencia de talpetate o duripán.	E	Erosión moderada.	Ee	Fuertes restricciones para uso y productividad.	E	Erosión severa.	V	Erosión de ligera a moderada ocasionada por el viento.
1	> 90 cm	Profundo																																																																																							
2	60 – 90 cm	Moderadamente profundo																																																																																							
3	40 – 60 cm	Poco profundo																																																																																							
4	25 – 40 cm	Superficial																																																																																							
5	< 25 cm	Muy superficial																																																																																							
0	MUY GRUESA, Arena gruesa, grava																																																																																								
1	GRUESA Arena media, arena fina, arena muy fina, areno francoso grueso y areno francoso medio.																																																																																								
2	MODERADAMENTE GRUESA Arena franca muy fina, franco arenoso grueso, franco arenoso medio y franco arenoso fino.																																																																																								
3	MEDIA Franco arenoso muy fino, franco, franco limoso y limo.																																																																																								
4	MODERADAMENTE FINA Franco arcilloso, franco arcillo arenoso y franco arcillo limoso.																																																																																								
5	FINA Arcillo arenoso, arcillo limoso y arcilloso con menos de 60% arcilla.																																																																																								
6	MUY FINA Arcilla pesada (Vertisoles) con > 60% de arcilla.																																																																																								
0	Drenaje excesivo																																																																																								
1	Drenaje ligero o moderadamente excesivo																																																																																								
2	Bien drenado																																																																																								
3	Moderadamente bien drenado																																																																																								
4	Drenaje imperfecto																																																																																								
5	Drenaje pobre																																																																																								
6	Drenaje muy pobre																																																																																								
A	< 1.5 % Casi horizontales																																																																																								
B	1.5 – 4 % Muy ligeramente ondulado a ligeramente ondulado																																																																																								
C	4 – 8 % Ligeramente ondulado a ondulado																																																																																								
D	8 – 15 % Fuertemente ondulado o quebrado																																																																																								
E	15 – 30 % Moderadamente escarpado – colinado																																																																																								
F	30 – 75 % Escarpado a muy escarpado																																																																																								
G	> 75 % Montañoso o precipicio																																																																																								
1	Arcilla impermeable o prácticamente impermeable.																																																																																								
2	Arena gruesa – estrato demasiado grueso para retener agua para el mantenimiento de las plantas.																																																																																								
3	Material cementado: grava, escoria, ceniza volcánica o pómez.																																																																																								
4	Material suelto: grava, escoria, cenizas volcánicas o pómez.																																																																																								
5	Duripán (talpetate) – principalmente sílice cementado.																																																																																								
6	Toba (cantera).																																																																																								
6p	Toba o conglomerado de fragmentos piroclásticos.																																																																																								
7	Formaciones sedimentarias – principalmente lutita, areniscas o concha (roca sedimentaria).																																																																																								
8	Piedra caliza.																																																																																								
9	Rocas duras cristalinas: 9-ignimbritas; 9b-basalto y/o andesita; 9c-granito; 9r-rhyolita; 9m-brecha; 9n-esquisto.																																																																																								
P	Material piroclástico (rocas piroclásticas) no diferenciado, esto incluye 3 – 4 – 6 y 6p. tPresencia de talpetate o duripán.																																																																																								
E	Erosión moderada.																																																																																								
Ee	Fuertes restricciones para uso y productividad.																																																																																								
E	Erosión severa.																																																																																								
V	Erosión de ligera a moderada ocasionada por el viento.																																																																																								

Anexo 11. Escala de interpretación para análisis químicos de suelos

ESCALA DE REFERENCIA PARA LA INTERPRETACIÓN DE ANÁLISIS QUÍMICO DE SUELO

NOMBRE	SÍMBOLOS	UNIDADES	BAJO MENOR O IGUAL QUE	MEDIO	ALTO MAYOR QUE	MÉTODO DE EXTRACCION	DETERMINACIÓN
pH	pH	pH	5.5	5.5-6.5	6.6	1 : 2.5 en agua.	Potenciométrico
MATERIA ORGÁNICA	M.O	%	1.8	1.9-4.2	4.3	K ₂ Cr ₂ O ₇	Volumétrico Azul de Molibdeno
FÓSFORO	P	µg/ml	10	11-20	21	2.5:25 Olsen Modificado.	Colorimétrico
POTASIO	K	meq/100ml	0.2	0.3-0.6	0.6	2.5:25 Olsen Modificado.	Espectrofotómetro de Absorción Atómica.
CALCIO	Ca	meq/100ml	4	4.1-20	20	2.5:25 KCl 1 N	Espectrofotómetro de Absorción Atómica.
MAGNESIO	Mg	meq/100ml	2	2.1-10	10	2.5:25 KCl 1N	Espectrofotómetro de Absorción Atómica.
HIERRO	Fe	µg/ml	10	11-100	100	2.5:25 Olsen Modificado.	Espectrofotómetro de Absorción Atómica.
COBRE	Cu	µg/ml	2	3-20	20	2.5:25 Olsen Modificado.	Espectrofotómetro de Absorción Atómica.
ZINC	Zn	µg/ml	3	3.1-10	10	2.5:25 Olsen Modificado	Espectrofotómetro de Absorción Atómica.
MANGANESO	Mn	µg/ml	5	6-50	50	2.5:25 Olsen Modificado.	Espectrofotómetro de Absorción Atómica.
AZUFRE	S	µg/ml	20	21-36	36	2.5:25 CaH ₄ (PO) ₂ H ₂ O	Turbidimétrica.
BORO	B	µg/ml	0.2	0.3-0.6	0.6	2.5:25 CaH ₄ (PO) ₂ 2H ₂ O	Colorimétrica Curcumina.
Molibdeno	Mo	ppm		<0.1	0.5		Colorimétrico Sulfocianuro
Ca+Mg/K			10	10.1-40	40		
Ca/Mg			2	2.1-5	5		
Ca/K			5	5.1-25	25		
Mg/K			2.5	2.6-15	15		