



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
FACULTAD DE AGRONOMIA

TRABAJO DE GRADUACION

**ESTABILIDAD ESTRUCTURAL DE LOS AGREGADOS
DEL SUELO EN LA FINCA EL PLANTEL MUNICIPIO DE
TIPITAPA**

Br. Francisca Liseth Blandón Molina

Br. Basilio de Jesús Ramírez Guzmán

Asesores:

MSC. Gerardo Murillo Malespín

MSC. Rodolfo Munguía Hernández

Ing. David Antonio López Campos

Managua, Nicaragua

Marzo 2016



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
FACULTAD DE AGRONOMIA

TRABAJO DE GRADUACION

**ESTABILIDAD ESTRUCTURAL DE LOS AGREGADOS
DEL SUELO EN LA FINCA EL PLANTEL MUNICIPIO DE
TIPITAPA**

Elaborado por:

Br. Francisca Liseth Blandón Molina

Br. Basilio de Jesús Ramírez Guzmán

**Presentado a la consideración del honorable tribunal examinador
requisito final, para optar al título de Ingeniería: Ingeniero
Agrícola e Ingeniero en Sistemas de Protección Agrícola y Forestal.**

Managua, Nicaragua

Marzo 2016

CONTENIDO

SECCIÓN	PÁGINA
DEDICATORIA.....	7
AGRADECIMIENTO.....	8
RESUMEN.....	9
ABSTRACT.....	10
I. INTRODUCCIÓN.....	11
II. OBJETIVOS.....	13
2.1 Objetivo general.....	13
2.2 Objetivo específicos.....	13
III. MATERIALES Y METODOS.....	14
3.1 Descripción del área de estudio.....	14
3.2 Descripción del ensayo.....	14
3.3. Metodología para el muestreo de suelo.....	15
3.4. Procedimientos en el laboratorio.....	15
3.5. Variables a evaluar.....	17
3.5.1. Estabilidad estructural del suelo:.....	17
3.5.2. Abundancia de poros del suelo.....	18
3.5.3. Abundancia de raíces.....	18
4. Textura de los agregados y del perfil del suelo.....	19
4.1. Materia orgánica de los agregados y del perfil del suelo.....	20
4.2. Conductividad eléctrica (CE) del perfil del suelo.....	20
4.3. pH del suelo del perfil del suelo.....	22
4.4. La densidad aparente del perfil del suelo.....	22
4.5. Densidad real del perfil del suelo:.....	23
4.6. Macro y micros nutrientes del perfil del suelo.....	23

5. Cálculo de la materia orgánica, estabilidad de los agregados del suelo, densidad aparente y densidad real del suelo.	24
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	26
4.1 Estabilidad estructural de los agregados del suelo en la finca el plantel.....	26
4.6 Relación de la materia orgánica con respecto a la porosidad del suelo.....	29
V. CONCLUSIONES.....	30
VI. RECOMENDACIONES.....	31
VII. BIBLIOGRAFIA CITADA.....	32
VIII. ANEXOS.....	33

INDICE DE CUADROS

CUADRO	PÁGINA
Cuadro 1. Clasificación del pH de los suelos.....	22
ANEXO.....	34
2. Estabilidad estructural vs Materia Orgánica.....	35
3. Estabilidad estructural de los agregados del suelo y cantidad de poros en un dcm ²	36
4. Estabilidad estructural de los agregados del suelo y cantidad de raíces en un dcm ²	36
5. Estabilidad estructural de los agregados del suelo, textura y clase textural.....	37
6. Estabilidad estructural de los agregados del suelo, textura y clase textural.....	37
7. pH de los horizontes superficial de cada lote según su uso agrícola planificado.....	39
8. Conductividad eléctrica del superficial de cada lote según su uso agrícola planificado.....	40
9. Resultados de los análisis de los nutrientes disponibles en el suelo (macros y micros nutrientes).....	40
10. Especies de cultivos a establecer en los diferentes lotes bajo condiciones de riego en las 38 hectáreas en la finca el plantel.....	41

INDICE DE FIGURAS

FIGURA	PÁGINA
VIII.ANEXO.....	34
1. Resultados de la Estabilidad Estructural del suelo a tres y cinco minutos.....	35
2. Regresión lineal.....	38
3. Regresión lineal.....	38
4. Regresión lineal.....	38

DEDICATORIA

A Dios por darme salud y brindarme la oportunidad de realizar este trabajo de investigación.

A mis padres que siempre han estado pendientes y me han brindado su apoyo, Teresa Serrano Guzmán y Santiago Ramírez Sequeira.

Dr. Basilio Ramírez

A Dios por brindarme salud y mucha sabiduría para llegar a cumplir esta meta en mi vida.

A mis padres los cuales siempre han estado conmigo en todo momento, apoyándome, a Rufina Molina Centeno y Medardo Blandón.

Dr. Francisca Blandón

AGRADECIMIENTO

En especial a mis hermanos y hermanas: Eduardo, Pablo, José, Santiago, Mateo, Raúl, María y Ángela que han estado pendiente en su momento para alcanzar este triunfo.

A mis profesores, asesores Gerardo Murillo Malespín, David López y Rodolfo Munguía.

Agradezco a todo el personal del comedor, en especial: Ricardo Zelaya, Karla Calero, Eliza Valladares, Alva Siesa.

A la jefa del comedor doña Luz Marina y la Lic. Lorena.

A la familia Vallecillo Segura.

A Doña Cornelia Palacios técnica del Laboratorio de física de suelos (LABSA)

Dr. Basilio Ramírez

En especial a todas mis hermanas y hermano: María Luisa Blandón Molina, Cándida Rosa Blandón Molina, Carmen Isabel Blandón Molina y Medardo Blandón Molina gracias por todos sus apoyos.

A mis profesores, asesores Gerardo Murillo Malespín, David López y Rodolfo Munguía

Agradezco a todo el personal del CENIDA especialmente a doña Katty Cruz.

A doña Ileana Arróliga, Bióloga de la UNA que siempre me aconsejo y me apoyo en todo momento siempre le agradeceré cada detalle que tuvo conmigo.

A Doña Cornelia Palacios técnica del Laboratorio de física de suelos (LABSA)

Dr. Francisca Blandón

RESUMEN

La estructura del suelo, es el ordenamiento de las partículas individuales en partículas secundarias o agregados y el espacio poroso que llevan asociado, todo como resultado de alteraciones físico-químicas entre las arcillas y los grupos funcionales de la materia orgánica. El propósito de este estudio es evaluar la estabilidad estructural del suelo para contribuir a un mejor uso y manejo sostenible de este recurso. El estudio se realizó en la finca El Plantel de la Universidad Nacional Agraria (UNA), ubicada en el km 30 carretera Tipitapa – Masaya, localizada entre las coordenadas 12° 06` 24`` y 12° 06` 30`` latitud norte y 86° 04` 46`` y 86° 05` 27`` longitud oeste. La metodología del estudio consistió en evaluar la estabilidad estructural de los agregados del suelo en parcelas con diferentes cultivos a establecer. En cada parcela se evaluaron los siguientes parámetros: Estabilidad Estructural, Textura, Materia Orgánica, pH, Porosidad, Conductividad Eléctrica, Densidad Aparente y Densidad Real. Los resultados indican que existen suelos sometidos altamente a la agricultura, los cuales en su mayoría presentan horizontes poco profundos, contienen niveles de medio a alto de materia orgánica, niveles bajo de estabilidad de los agregados del suelo, un tipo de suelo que va de franco arenoso a franco limoso arcilloso y franco arcilloso limoso, es un suelo de pH ligeramente ácido a neutro. Sin embargo estos suelos tienen potencial para la actividad agropecuaria, siempre y cuando se realicen prácticas de manejo adecuadas, para garantizar la sostenibilidad del recurso suelo.

Palabra clave. Suelo, Estabilidad Estructural de los Agregados del Suelo.

STRUCTURAL STABILITY SOIL AGGREGATES FARM CAMPUS TOWNSHIP TIPITAPA

ABSTRACT

The soil structure is the arrangement of the individual particles or aggregates secondary particles and the pore space associated bearing, especially as a result of physicochemical changes from clays and functional groups of organic matter. The purpose of this study is to assess the structural stability of the soil to contribute to a better use and sustainable management of this resource. The study was conducted at the farm Squad of the National Agrarian University (UNA), located at km 30 road Tipitapa - Masaya, located between coordinates $12^{\circ} 06' 06'' 30'' 24''$ and 12° North latitude and $86^{\circ} 04' 46''$ and $86^{\circ} 05' 27''$ west longitude. The methodology of the study was to assess the structural stability of soil aggregates in plots with different crops to establish. Structural Stability, texture, organic matter, pH, porosity, electrical conductivity, density and Real Density: In each plot, the following parameters were evaluated. The results indicate that there are soils under highly agriculture, which mostly have shallow horizons, contain levels of medium to high organic matter levels low stability of soil aggregates, a type of soil to be frank loamy sandy to silty clay loam and silty loam, soil pH is slightly acidic to neutral. However, these soils have potential for agricultural activities, provided that appropriate management practices are carried out, to ensure the sustainability of soil resources.

Keywords: soil, structural stability of aggregates.

I. INTRODUCCIÓN

La estructura del suelo, es el ordenamiento de las partículas individuales en partículas secundarias o agregados y espacio poroso que llevan asociado, todo como resultado de alteraciones físico-químicas entre las arcillas y los grupos funcionales de la materia orgánica (Porta *at al*, 1999).

Por otro lado se refiere al tamaño, forma, arreglo de partículas sólidas, poros, continuidad de poros y su capacidad de retener o transmitir fluidos, sustancias orgánicas, así como la habilidad para garantizar el crecimiento, desarrollo de raíces (Montenegro, 1991).

La estructura es el ordenamiento espacial de las partículas minerales del suelo (arena, Limo y arcilla) en agregados, las cuales se encuentran alcanzadas por materia orgánica e hidróxido de hierro, aluminio. La estructura por tanto, hace referencia a la forma en la que los agregados se encuentran ordenados en el suelo (Porta *et al*, 1999).

La estructura del suelo, tiene influencia en la mayoría de los factores de crecimiento de las plantas, siendo en determinado casos un factor limitante en la producción. Una estructura desfavorable presenta problemas en el desarrollo de las plantas, tales como el exceso o deficiencia de agua, la falta de aire, la incidencia de las enfermedades, la baja actividad microbiana, el experimento para el desarrollo de las raíces, por el contrario, una estructura favorable permitirá que los factores de crecimiento actúen eficientemente y se obtengan, en consecuencia los mayores rendimientos de las cosecha (Montenegro, 1991).

Las partículas minerales sueltas se pueden unir de forma natural para formar unidades de mayor tamaño que se denominan agregados, su existencia tiene una gran importancia para la vida vegetal que se puede desarrollar sobre el suelo, debido a que las partículas no forman una masa continua al estar constituida por huecos (poros, canales, fisuras), que se comunican entre sí, (Porta *at al*, 1999), permiten el paso del agua y el aire, elementos esenciales para la vida no solo de las planta sino también de los micro organismos que viven en el suelo.

Los suelos con buena estructura favorecen el flujo de aire, agua y nutrientes a través de los espacios porosos, ofrecen una resistencia natural a los embates del uso agrícola intensivo del impacto de la lluvia, del viento. Por lo tanto se puede considerar que el tamaño, forma, organización del conjunto de poros y agregados son factores claves de la calidad del suelo.

Los suelos con agregados de poca cohesión e inestables son los más susceptibles a sufrir daños estructurales. Un suelo inestable puede tener una buena estructura, pero sus agregados se desintegran fácilmente bajo el efecto de la lluvia o de la labranza, cuando esto sucede, se forma a menudo un encostramiento superficial, verdadero sello que obstaculiza la germinación de las plantas, reduce la porosidad e incrementa la erosión.

La degradación de la estructura de los suelos a causa del uso agrícola asido documentada en numerosos estudios (Low, 1972; Eliot, 1986). Generalmente se traduce en una disminución de la estabilidad estructural y un aumento de los micro agregados estable al agua a expensas de lo macros agregados (Vidal *et al* 1981). Así mismo, resulta del efecto combinado de las partículas de la materia orgánica la disminución de la porosidad y del aumento de la densidad aparente del suelo.

Las principales fuentes agrícolas contaminantes las constituyen los fertilizantes, pesticidas y la ausencia del manejo de desechos sólidos. La agricultura no es solamente el mayor consumidor de los recursos hídricos, si no que debido a las ineficiencias de su distribución y aplicación sus efluentes que retoman los recursos de agua superficiales o subterráneas contienen grandes cantidades de sales, nutrientes, productos agro químicos que también contribuyen al deterioro de su calidad (FAO, 1993).

Desde el punto de vista cualitativo la estructura del suelo puede ser estudiada, haciendo énfasis en los aspectos morfológicos, que distinguen diferentes tipos de estructuras; tales como: la forma (grano simple, granular, laminar, bloques angular, bloques subangular, prismática, columnar y masiva), el tamaño (muy fina, fina, media, gruesa y muy gruesa) y el grado de desarrollo de la estructura (sin estructura, débil, medio, y fuerte) en función de la fuerza que debe ejercer para romperla (Soil Survey división staff, 1995).

La estructura también se puede valorar desde el punto de vista cuantitativo mediante, índices estructurales tales como, la densidad aparente, la porosidad total, la distribución de tamaño de poros, la consistencia y a través de la evaluación de la estabilidad de los agregados.

Se entiende por agregado de suelo a un a un grupo o conjunto de partículas donde las fuerzas de unión entre sí superan a las existentes entre este y otros grupos adyacentes y por estructura, al arreglo u ordenamiento espacial de los agregados y poros en el suelo (Oades, 1984).

II. OBJETIVOS

2.1 Objetivo general

- ✓ Determinar la Estabilidad Estructural de los agregados del suelo en las 38 hectáreas de terreno que serán utilizadas para cultivos perennes y anuales en la Finca El Plantel Municipio de Tipitapa.

2.2 Objetivo específicos

- ✓ Evaluar la estabilidad estructural que presenta los agregados de los suelos en la finca El Plantel.

- ✓ Relacionar la estabilidad estructural del suelo con respecto a la materia orgánica, abundancia de poros, abundancia de raíces y clase textural.

III. MATERIALES Y METODOS

3.1 Descripción del área de estudio

El estudio se realizó en la Finca El Plantel propiedad de la Universidad Nacional Agraria (UNA), ubicada en el km 30 carretera Tipitapa-Masaya departamento de Managua Nicaragua. El área se localiza entre las coordenadas, 12° 06` 24`` y 12° 06` 30`` de Latitud Norte y entre 86° 04` 46`` y 86° 05` 27`` de Longitud Oeste. La zona se caracteriza por poseer suelos francos arcillosos, muy ligeramente ácidos (pH, 6.79), la altitud es de 96 a 120 msnm con precipitaciones de 800 a 1000 mm anuales y temperatura promedio de 26°C anual. La humedad relativa es de 75 %, con velocidad del viento de 3.5 m/s, según, (INETER, 2010).



Figura 1 puntos de muestreo Finca El Plantel 2015.

3.2 Descripción del ensayo

El estudio se realizó en la Finca el área de 38 hectáreas, divididas en 14 parcelas donde se establecerán los diferentes cultivos (perennes, anuales), que estarán siendo regados con dos tipos de riego, (riego por aspersión, riego por goteo).

Se extrajeron bloques de tierra a una profundidad de 0.20 m de cada área en estudio con un total de 42 muestras, se determinó los porcentajes de la Estabilidad Estructural del Suelo, Materia Orgánica, Densidad del suelo, Porosidad y Clase Textural.

3.3. Metodología para el muestreo de suelo

Para realizar el muestreo tomamos los siguientes criterios, elegimos tres puntos, los tres puntos se ubicaron de forma diagonal, donde las muestra uno y tres se tomaron de los extremos en cada área, la muestra dos se ubicó en el centro de cada área con el propósito de combinar el tipo de suelo de cada bloque de suelo extraído con los cuadrantes metálicos.



3.4. Procedimientos en el laboratorio

Las muestras de suelo en el laboratorio, se retiraron de los marcos metálicos con las dimensiones de 20 x 20 x 15 cm³ para un total de 6000 cm³ a una profundidad 0.20 m, posteriormente se procedió a manipularse con las manos realizando las siguientes actividades:

- Se Fragmentó el bloque de suelo en dos porciones facilitados por una de sus fracturas naturales.
- La muestra se manipuló manualmente o tamizado con el objetivo de obtener agregados de diferentes tamaños (menores, medios y grandes), solo los pequeños fueron seleccionados.
- Se Pesaron 4 gramos de agregados secados al aire de 1 a 2 mm en los tamices.
- Se colocaron las latas pesadas y numeradas.
- Se colocó suficiente agua destilada en las latas para cubrir el suelo. El agua se puede poner en las latas a través de un embudo que pueda llenar las aberturas en el soporte del tamiz. Durante el tamizado es importante que las muestras sean movidas bajo el agua (lo que se sugiere añadir suficiente agua a las cajas construidas en las paradas de las latas para cubrir los vacíos.
- Se revisó si el interruptor principal está en la posición "Off"
- Se pone el adaptador en un enchufe de pared
- Se enciende el motor poniendo el interruptor principal en la posición "3 minutos" y le permiten subir y bajar el tamiz durante tres minutos, más o menos cinco segundos. (carrera = 1,3 cm, aproximadamente 34 veces / minutos) A l final de este tiempo el motor se detendrá automáticamente.

- Se levantó el soporte del tamiz fuera del agua y colocarlo en la posición de fugas del agua, poniendo el soporte en el primer agujero en el eje. Cuando no hay agua que se escapa de los otros tamices, tomar las latas (numeradas) (que contienen las partículas y fragmentos de agregados que se han roto y llegado a través de los tamices) en una bandeja.
- Recoloque esas latas con otro conjunto de ellas pero ya pesadas (numeradas)
- Llenar las latas con una solución de dispersión (que contiene 2 g de sodio hexametfosfato / L) para los suelos con $\text{pH} > 7$ o 2 g NaOH / l para los suelos con $\text{pH} < 7$. (Por el procedimiento de llenado véase el punto 4 y 5).
- Coloque el soporte del tamiz en la posición de arranque.
- Encienda el motor poniendo el interruptor principal en “continuar” posición y continuar los tamizados hasta que solo las partículas de arena (y fragmentos de raíces) se quedan en el tamiz. Si algunos agregados se mantienen estables después de 5 a 8 minutos de tamizado, detener el tamiz al poner el interruptor principal en la posición “off” y frotarlos por la pantalla con una barra de goma puntuda hasta que se desintegran.
- Continuar el tamizado hasta que los materiales sean pequeños para que pasen por las aberturas de la pantalla.
- Para dispersar los agregados puede llevar algún tiempo, ya que la arcilla tarda más, aunque no existe un estándar de tiempo de reaccionar. La utilización del reactivo en combinación con el lavado es el mejor método para asegurarse de que todos los agregados están dispersos.
- Levante el soporte del tamiz y colóquelo en la posición de fugas. Cuando no hay una solución de dispersión que pase más por las malla de los tamices, que adopte las (numeradas o pesadas) latas y segundo agujero en el primer hoyo del eje y colocarlos en una bandeja aparte.
- Estas latas pueden contener los materiales a partir de los agregados que se mantuvieron estables, a excepción de las partículas de arena demasiado grandes para pasar por la pantalla del tamiz. Ambos grupos de latas se colocan en un horno de convección a 110°C hasta que el agua se haya evaporado.
- El peso de los materiales en cada una puede entonces se determina pesando la lata, además de los contenidos, y restando el peso de la lata. En las latas, que se llenaron con la dispersión de la solución, habrá 0,2 g del soluto dispersante junto con el

suelo. En consecuencia, 0,2 g debe restarse del peso de los contenidos para obtener el peso del suelo.

- La fracción estable es igual al peso del suelo obtenida en las latas de solución dispersante dividido por la suma de los pesos obtenidos en las latas de solución dispersante y latas de agua destilada.
- Para esta actividad se requiere de los siguientes instrumentos: Tamices en húmedo, pipetas, bandejas y espátulas.

3.5. Variables a evaluar

Para cumplir con los objetivos se definieron un conjunto de variable que se describen a continuación.

3.5.1. Estabilidad estructural del suelo:

El equipo de tamizado en húmedo se usa para determinar la estabilidad de los agregados en el suelo, el equipo estándar incluye una maquina tamizadora para el método de tamizado en húmedo (incl. Adaptador 100-240 VCA) que admite 8 tamices de acero inoxidable $\text{Ø } 64 * 45 \text{ mm}$ vasos de diámetros $\text{Ø } 39 * 39 \text{ mm}$ con una luz de malla de 0.250 mm y una de superficie de tamiz de 10.2 cm^2 . La estabilidad en humedad de agregados se determina



por el principio de que los agregados inestables se rompen con mayor facilidad que los agregados estables cuando se sumergen en agua.

La estructura del suelo según (Montenegro, 1991), tiene influencia en la mayoría de los factores de crecimiento de las plantas, siendo en determinados casos, un factor limitante en la producción. Una estructura desfavorable puede acarrear problemas en el desarrollo de las plantas, tales como el exceso o deficiencia de agua, la falta de aire, la incidencia de enfermedades, la baja actividad microbiana, el impedimento para el desarrollo de las raíces, por el contrario, una estructura favorable permitirá que los factores de crecimiento actúen eficientemente y se obtengan, en consecuencias, los mayores rendimientos de las cosechas.

Para el estudio de esta variable se utilizaron cuadrantes metálicos de $20 * 20 * 15 \text{ cm}^3$ (6000 cm^3) con ello se extrajo tres bloques de suelo en cada parcela experimental distribuidos en forma diagonal, a cada uno de los bloques de suelo fueron cubiertos con

tela para evitar la destrucción, identificados y transportados desde el campo al laboratorio de suelo y agua de la (UNA), donde fue aplicado el método del tamizado en húmedo (wet sieving apparatus) que consiste en:

- Se Fragmentó el bloque de suelo en dos porciones facilitados por una de sus fracturas naturales.
- Manipulamos la muestra manualmente o tamizado con el objetivo de obtener agregados de diferentes tamaños (menores, medios y grandes), solo los pequeños serán seleccionados
- Se eligieron los agregados de 10 mm de diámetro.
- En cada uno de los 8 tamices fue colocado un agregado y sumergido en agua destilada hasta que el nivel de agua lo cubriera todo.
- Encender el equipo y esperar que realice el movimiento vertical durante tres minutos.
- Pasados los tres minutos fue apagado el equipo y se procedió a levantar el soporte del tamiz y hacer un conteo de los agregados que no se desintegraron.

3.5.2. Abundancia de poros del suelo.

Esta variable se obtuvo de manera empírica mediante los recuentos de los poros, tamaño y abundancia que se encuentran en 1 dm² en cada uno de los bloques de tierras extraídos y clasificado (FAO, 1993.)



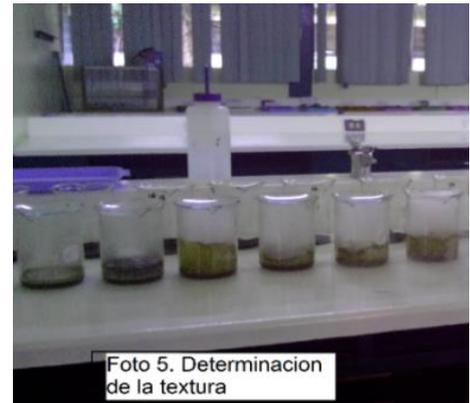
3.5.3. Abundancia de raíces.

Al igual que la anterior el método fue empírico, a través de recuentos de raíces tomando como parámetro el diámetro y la abundancia de las raíces en un 1 dm², clasificándose desde diámetro de 0.5 mm hasta 0.7 mm. (FAO, 1993)



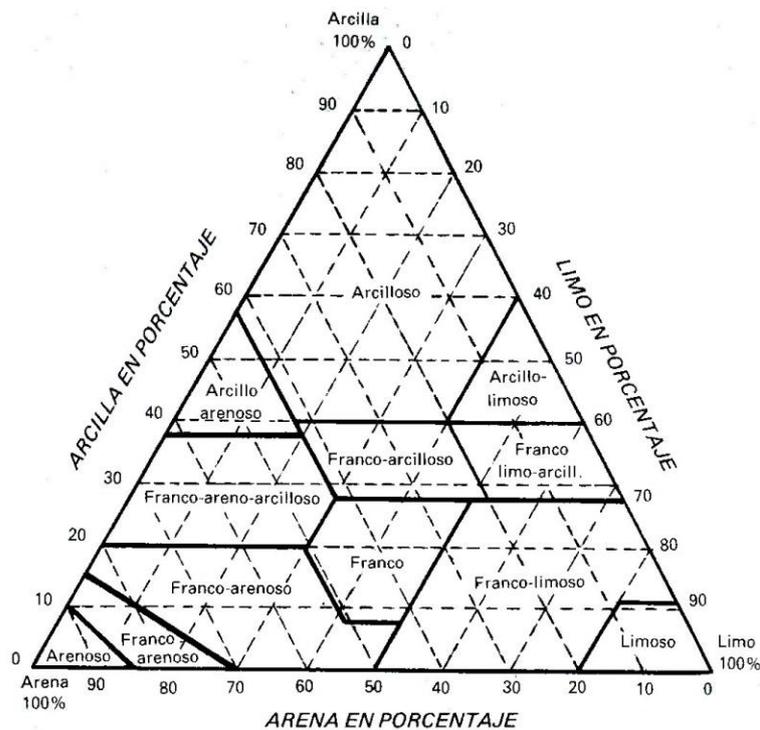
4. Textura de los agregados y del perfil del suelo.

La muestra de suelo obtenida de la prueba del tamiz húmedo se recolecto hasta obtener 20 gr de suelo. Esta muestra fue preparada pasando por una serie de proceso como secado al ambiente, tamizo con una criba de 0.002 mm, se aplicó dispersante y se destruyó la materia organica siguiendo exhaustivamente el método de la pipeta (USDA, 1996) que se utiliza en el laboratorio de Suelos y Agua de la UNA.



El resultado obtenido nos permite conocer las fracciones del suelo como arena, limo y arcilla del suelo para cada una de las muestra, cuyos valores son introducidos en el triángulo textura (véase figura 2), para determinar el nombre de la clase textural del agregado en estudio.

Figura 2. Triangulo para dar nombre textural o clasificación al suelo arena, limo y arcilla.



Fuente: Ortiz, 1990

4.1. Materia orgánica de los agregados y del perfil del suelo.

La materia orgánica del suelo es un cementante que ayuda a los agregados del suelo a tener una mayor resistencia a ser destruidos por el agente agua (erosión hídrica) o bien por un agente externos como el viento (erosión eólica). Los suelos con mayor contenido de materia orgánica son más resistentes, tienen mejor



aireación y son fáciles de manejar. Para el presente estudios se determinó el contenido de la materia orgánica de cada uno de los agregados del suelo utilizando el método propuesto por Walkley-Black, 1946. El cual describe a continuación:

Procedimiento

- ✓ Se pesaron 0.05 gr de suelo seco al aire libre y tamizado
- ✓ Se colocó la muestra en un Erlenmeyer de 500 ml y se le adicionaron 10 ml de dicromato de potasio y 20 ml de ácido sulfúrico concentrado, se agito y se dejó enfriar por 30 min
- ✓ Luego de dejar las muestras enfriarse, se diluyeron 50 ml de agua destilada y se le agregaron 5 ml de ácido fosfórico, de tres a cinco gotas de difenilamina o de ortofenantrolina
- ✓ Se prepararon un blanco, es decir una mezcla de todos los reactivos antes mencionados pero sin suelo
- ✓ Se titularon la mezcla inicial y el blanco con una solución de sulfato ferroso, la titulación está completa cuando se obtiene un color verde.

4.2. Conductividad eléctrica (CE) del perfil del suelo

La CE es un parámetro importante ya que las sales contribuyen a la formación de agregados y por tanto afecta de forma negativa la estructura del suelo y los agregados del mismo ocasionando problemas de drenajes y a la acción de riegos continuados, seguidos de evaporación y sequía.

El análisis de la CE en suelos se hace para establecer si las sales solubles se encuentran en cantidades suficientes como para afectar la germinación normal de las semillas, el crecimiento de las plantas o la absorción de agua por parte de las mismas.

Las sales solubles que se encuentran en los suelos en cantidades superiores al 0.1 % están formadas principalmente por los cationes Na^+ , Ca^{2+} y Mg^{2+} asociados con los aniones Cl^- , SO_4^{2-} , NO_3^- y HCO_3^- .

La CE de una solución se mide a través de la resistencia que ofrece el paso de la corriente la solución que se encuentra entre los dos electrodos paralelos de la celda de conductividad al sumergirla en la solución.

La CE se informa siempre a 25°C porque varía con la temperatura. La variación es del orden de un 2 % por cada 1°C .

La presencia de cationes de Na^+ en el suelo afecta de forma negativa la formación de agregados estables debido al radio iónico que tiene el cual es más grande. Por tal razón dentro del estudio se procedió a determinar los valores de CE para cada uno de los agregados del suelo utilizando el método del electrodo en $\mu\text{S}/\text{cm}$ o miliS/cm (véase anexo 9 cuadro 8), y su procedimiento se describe a continuación:



foto 7. determinación de la conductividad eléctrica.

Procedimiento

- ✓ Se conectó el equipo a una fuente de poder apropiada y poner el botón “Function Switch en la posición de conductancia
- ✓ Se introdujo la celda de conductividad en la solución. Los electrodos deben ser sumergidos y la cámara del electrodo debe estar libre de aire atrapado
- ✓ Se giró el botón “Range Switch” a la posición de rango más bajo (el cual da una lectura dentro del rango) en la pantalla
- ✓ El valor de la conductancia de una solución es desplegada en el medidor (pantalla)
- ✓ La conductividad puede ser determinada multiplicando el valor de la conductancia por el valor de la constante k de la celda (en este caso $k=0.1/\text{cm}$). Las unidades son $\mu\text{S}/\text{cm}$ o miliS/cm
- ✓ La medida de la conductividad eléctrica (CE), junto con la de pH, son básicas en el análisis de suelos y aguas, puestos que de ellas se deducen muchas de las características del agua de riego y del suelo de cultivo, tales como las siguientes:

- Concentración de sales.
- Alcalinidad o acidez (reacción).
- Aproximadamente el tipo de sales.
- Fertilizantes más apropiados.
- Cuando la CE es muy alta,

4.3. pH del suelo del perfil del suelo

El pH del suelo es una medida de la acidez o la alcalinidad. Por lo general, el pH se considera como una propiedad muy importante ya que este tiende a estar correlacionado con otras propiedades, tales como el grado de saturación de bases, la disponibilidad de nutrientes, estabilidad de agregados, actividad biológica entre otras. La determinación de la concentración de iones de hidrogeno (H) en la solución del suelo, permite medir el grado de acidez o alcalinidad (Foth, 1985). El pH del suelo varía con la temperatura (T°) aumenta en verano y disminuye en invierno, las variaciones del pH afectan la disponibilidad de micro nutriente como Mn, Fe, Zn y aumenta la susceptibilidad a enfermedades, (Foth, 1987). (Véase anexo 8 cuadro 7).

Cuadro 1. Clasificación del pH de los suelos

pH	Clasificación
<4.6	Extremadamente ácidos
4.6 a 5.2	Muy fuertemente ácidos
5.2 a 5.6	Fuertemente ácidos
5.6 a 6.2	Medianamente ácidos
6.2 a 6.6	Ligeramente ácidos
6.6 a 6.8	Muy ligeramente ácidos
6.8 a 7.2	Neutros
7.2 a 7.4	Muy ligeramente alcalinos
7.4 a 7.8	Ligeramente alcalino
7.8 a 8.4	Medianamente alcalinos
8.4 a 8.8	Fuertemente alcalino
8.8 a 9.4	Muy fuertemente alcalinos
>9.4	Extremadamente alcalinos

Fuente: Quintana, 1983

4.4. La densidad aparente del perfil del suelo

Se define como el peso por unidad de volumen de una sustancia. Cuando se aplica a los suelos se denomina densidad aparente porque se induce en el espacio poroso. Los cambios

en la porosidad reflejan valores de densidad aparente variable como regla general, tiene un valor máximo en el suelo de textura gruesa por que tienden a menor porosidad, aun cuando el tamaño de los poros es grande. Inversamente, el espacio poroso de un suelo con textura fina tiende a ser mayor y por lo tanto su densidad aparente, baja, (foth, 1987).

La densidad aparente varía de acuerdo al estado de agregación del suelo, al contenido de agua y la proporción del volumen ocupado por los espacios que existen incluso en suelos compactos. La densidad aparente es afectada por la porosidad e influye en la elasticidad, conductividad eléctrica, conductividad térmica, en la capacidad calorífica a volumen constante y en la dureza, (foth, 1987).

4.5. Densidad real del perfil del suelo:

La densidad real del suelo es la relacion que existe entre el peso del suelo seco (pss) y el volumen real o sea el volumen de sus partículas (V, P) usualmente se expresa en g/cm^3 según (foth, 1987).

4.6. Macro y micros nutrientes del perfil del suelo.

Nutrientes primarios o principales Entre los que se pueden mencionar el N, P y K, los cuales son necesarios en cantidades relativamente grande, son los llamados macro nutrientes principales. Los macro nutrientes secundarios es la clasificacion dada al calcio, magnesio y azufre, debido a su existencia relativamente abundante tanto en suelo como en las plantas.

En los ultimos años algunos autores han considerado a estos dos grupos como uno solo, dándoles el nombre de macro nutrientes, existen otros grupos importantes para el desarrollo de las plantas. El término se refiere a aquellos elementos que son exigidos por las plantas en pequeñas cantidades y que en los suelos existen también en pequeñas cantidades. Sus proporciones se dan normalmente en partes por millón (ppm).

En la actualidad más de media docena de elementos menores se sabe, o se supone, son esenciales para el desarrollo normal de las plantas, entre ellos tenemos al Boro (B), zinc (Zn), hierro (Fe), manganeso (Mn), cobre (Cu), molibdeno (Mo) y el cloro (Cl). Además se ha demostrado que algunas especies de plantas se benefician de la presencia de sodio (Na), sílice (Si) y también vanadio (V) en el medio en que crecen.

5. Cálculo de la materia orgánica, estabilidad de los agregados del suelo, densidad aparente y densidad real del suelo.

- Los datos obtenidos en el campo se analizaron en el laboratorio de suelo y agua de la Universidad Nacional Agraria (UNA), se calcularon utilizando las ecuaciones desarrolladas para cada uno de los métodos. Se determinó la materia orgánica, estabilidad estructural del suelo, la textura, la densidad aparente y la densidad real. Para efectos de los métodos propuestos se utilizó una hoja en Excel.
 - Conociendo los valores de la materia orgánica su porcentaje se determinó con el método de (Walkley-Black, 1946).
- ✓ Cálculo de la materia orgánica.

$$1) \quad \%C = \frac{(\text{ML meq K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7) \times (1) - (\text{meq FeSO}_4 \times N) \times 0.003 \times 100}{P.m}$$

$$2) \quad \%Mo = \%C \times 1.724$$

✓ Dónde:

%c = porcentaje de carbono

%m = porcentaje de la materia orgánica

Meq K₂Cr₂O₇ (ml) = de mini equivalente de dicromato de potasio gastado en el blanco

Meq FeSO₄ (ml) = mini equivalente de sulfato ferroso gastado en la muestra de suelo

N= es la normalidad

0.003 = constante

100 = porcentaje

p.m = peso de la muestra de suelo en gramos

- Cálculo de la estabilidad del suelo con la ecuacion siguiente.
- Método del tamiz en húmedo.

$$\% Es = \frac{Ab}{Ta} \times 100$$

✓ Donde:

%Es = Porcentaje de Estabilidad estructural del suelo

Ab = Peso de los agregados buenos (gr)

Ta = Total de los Agregados (gr)

100 = Porcentaje de la estabilidad

✓ Para determinar la densidad aparente del suelo se utilizo el metodo del cilindro

$$Da = \frac{Pshu - Pssho}{Vt}$$

✓ En la cual:

Da = Densidad aparente del suelo en gr. /cm³.

Pshu = Peso del suelo en humedo en (gr)

Pssho = Peso del suelo secado al horno en (gr)

Vt = Volumen total en (cm³)

El cálculo de la densidad real se utilizó el método del picnómetro con la siguiente ecuación.

- Determinación de la densidad real, por el método del picnómetro.

$$Dr = \frac{(Mpss - Mpv)}{(Mpw - Mpv) - (Mpssw - Mpss)} \times Dw$$

✓ **Donde**

Dr = Densidad real

Mpss = Masa del picnómetro más suelo

Mpv = Masa del picnómetro vacío

Mpw = Masa del picnómetro más agua

Mpssw = Masa del picnómetro más agua más suelo seco

Dw = Densidad del agua

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Estabilidad estructural de los agregados del suelo en la finca el plantel

El estudio de estabilidad estructural de los agregados del suelo fue realizado en las 38 hectáreas que la Universidad Nacional Agraria a definido que serán utilizadas para implementar los módulos prácticos de los estudiantes de las diferentes carreras que oferta y donde los estudiantes tendrán la oportunidad de poner los conocimientos teóricos en práctica y adquirir habilidades y destreza en el manejo agronómico, manejo y control del sistema de riego que se establecerá dentro de este sistema, por tanto este estudio pretende con estos resultado aportar información como base de datos inicial del área de estudio al estudiar la estabilidad de los agregados del suelo que serán a corto plazo sometido a un régimen de agua como será el riego bajo diferentes sistemas como aspersión, micro aspersión y localizado .

Los agregados de suelo de acuerdo con su forma se clasifican en granular, esferoidales, o de tipo laminar, de bloques o prismáticos, bloques subangular, prismática y columnar.

El tamaño macroscópico de la mayoría de los agregados del suelo conduce a la existencia de espacios intermoleculares, que son mucho más grandes que los que existen entre partículas adyacentes de arena, limo y arcilla. Ese efecto de la estructura sobre las relaciones de los espacios porosos es el que confiere a la estructura la gran importancia que tiene. Facilitan el movimiento del aire y del agua. Los espacios intermedios sirven también como corredores para la extensión de las raíces y como camino para los animales pequeños (microorganismos) que existen dentro del mismo, (Foth, 1987).

Los estudios realizados de estabilidad estructural de los agregados del suelo en la finca El Plantel se muestran en El gráfico 1 (Anexo 1) y representa el porcentaje de resistencia que oponen los agregados del suelo en un tiempo dado a los tres y cinco minutos de movimiento vertical (proceso de agitación) de las muestras de suelo en el equipo de Tamizado en húmedo, obteniéndose como resultado los porcentaje de disgregación de partículas oscila de un 62.5 % a 87.5 % a un tiempo dado de tres minutos (que menos se destruyó su estabilidad), estos porcentajes disminuyeron al ser sometidos los agregados de las misma muestras pero con un tiempo dado a los cinco minutos con valores de 37,5 % a 62,5 % de estabilidad estructural del suelo, alcanzando valores hasta de un uno por ciento de estabilidad estructural del suelo en algunas áreas en las mismas muestras de suelo, con los diferentes tiempos dados a los tres y cinco minutos de agitación vertical.

Según (Martínez, 1999). Para la formación de agregados es relevante la calidad y conservación de suelo y por tanto la calidad de los ecosistemas se ha evidenciado que las hifas del hongo de las micorrizas en cooperación con otros microorganismos, interaccionan en tal proceso. En primer lugar, el micelio desarrolla un esqueleto que mantiene las partículas adheridas, después, tanto las raíces como las hifas aportan productos orgánicos que se incorporan a la estructura de formación. Los microorganismos excretan o exudan agentes compactos ante mucilagos y polisacáridos que provocan una cementación de los micros agregados en formación. Finalmente estos se unen en macro agregados, a merced a la cooperación de las hifas de la micorriza y la acción cementante de los productos de origen microbiano y vegetal.

4.2 Relación de la estabilidad estructural del suelo a los tres y cinco minutos con respecto a la materia orgánica

Según el análisis de Correlación cuadro 2 (anexo 2). Para conocer la intensidad de la relación entre las variables, estabilidad estructural y materia orgánica, aplicamos un análisis de correlación de Pearson la cual mostró que ambas variables están correlacionadas de forma positiva, obteniendo un coeficiente de correlación de 0.63 a los tres minutos y 0.66 a los cinco minutos, lo que indica una dependencia, de manera que al aumentar una aumenta la otra. Pero en este caso ocurrió lo contrario en alguna muestra analizada, esto es debido a que los factores cementantes no están presentes en el suelo, y los agregados se desintegran fácilmente al ser sumergidos en el agua, con el movimiento de agitación vertical.

4.3 Relación de la estabilidad estructural del suelo con respecto a la abundancia de poros

Según (Cairo, 1995). El hecho de evaluar la porosidad del suelo en función del tiempo permite tener criterios acerca de la estabilidad de los agregados ya que si la porosidad disminuye con el tiempo, resulta que hay alteración de la estructura del suelo, si la variación de la porosidad es poca, muestra que no hay alteración notable de la estructura y esta se mantiene a pesar de las inclemencias climáticas y el laboreo del suelo.

En cuanto a la abundancia de poros con respecto a la estabilidad estructural el análisis reflejó que el coeficiente de correlación a los tres minutos de agitación vertical fue de 0.17 con diámetros de poros de 0.5mm y de 0.16 a los cinco minutos. En la cantidad de poros de diámetros de 0.7mm con respecto a los tres minutos la correlación es de 0.24 y a los cinco

minutos fue de 0.23. Lo cual nos indica que no existe una relación entre dichas variables ya que la estabilidad estructural de acuerdo a los resultados con una mayor o menor cantidad de poros la disgregación del suelo también puede ser mayor o menor o viceversa.

Cuadro 3 (anexo 3)

4.4 Relación de la estabilidad estructural del suelo con respecto a la abundancia de raíces.

Las plantas ayudan a agregar las partículas de suelo en muchas formas. La más importante quizás, la excreción de los compuestos orgánicos por las raíces que servirán como ligamento entre las sustancias inorgánicas (Cairo, 1995).

Según los datos obtenidos la estabilidad estructural y cantidad de raíces en las muestras de suelo con diámetros de (0.5 mm), se encontró un coeficiente de correlación de 0.24 a los tres minutos de agitación vertical y 0.23 a los cinco minutos, con respecto a los diámetros de (0.7 mm), con un coeficiente de correlación de 0.25 a los tres minutos y un 0.23 a los cinco minutos, lo que implica que su relación entre estabilidad estructural y las raíces están entre lazadas negativamente, esto quiere decir que no hay una dependencia entre sí, por lo tanto las raíces destruyen la estabilidad de los agregados al momento de la penetración radicular de las plantas, rompiendo o fracturando al suelo. Cabe mencionar que las raíces protegen al suelo de las escorrentías por la acción de las lluvias extensivas, a si tanto el follaje, como raíz proporcionan la base alimentaria de los microorganismos, que son unos de los principales factores agregantes del suelo. Cuadro 4 (anexo 4)

4.5 Relación de la estabilidad estructural a los tres y cinco minutos con respecto a la clase textural del suelo.

Al realizar los análisis de textura en relación con la estabilidad estructural del suelo, se observa que la arena, limo y arcilla tienen relación negativa entre sí, ya que por medio de su uniones se forman los agregados tanto primarios como secundarios, en las muestras analizadas observamos los porcentajes y clasificación textural del suelo, con altos porcentajes de arena que van de un 11.49 % a 59.12 %, limo con valores de 26.42 % a 52.98 % y arcilla con valores desde 14.52 % a 47.59 % presentando clases texturales desde Franco arenoso, franco limoso, arcilloso, y arcillo limoso. Teniendo una variabilidad en cuanto a su estabilidad estructural presentándose en algunos casos disgregación de partículas mayores en suelos con alto contenido de arena y limo o viceversa. Cuadro 5 (anexo 5)

4.6 Relación de la materia orgánica con respecto a la porosidad del suelo

Según el análisis de regresión lineal (gráficos 2, 3 y 4), demuestra que la relación entre las muestras 1, 2, y 3, con la porosidad-materia orgánica del suelo, es de 0.8246 %, 0.7410 % y 0.9274 %. Existiendo una dependencia de una variable con respecto a la otra respectivamente, de modo que, a mayor contenido de materia orgánica mayor porosidad, la densidad aparente disminuye y viceversa. Lo mismo sucede con la estabilidad del suelo cuando mejora la materia orgánica mejora su estabilidad estructural del suelo y sus agregados, Aunque la estabilidad se ve afectada por otras propiedades del suelo. **Gráfico 2, 3 y 4** (anexo 6).

4.7 Micros y Macros Nutrientes del Suelo

En nuestro estudio realizado, basándonos en el cuadro de resultados del análisis de los nutrientes del suelo fueron N, P, K como macros, obteniendo valores de 0.05 % a 0.24 % de Nitrógeno (N) y Fósforo (P) con porcentajes que van de 10.22 % a 28.88 % disponibles en suelo, así como, también el Potasio (K) los valores obtenidos van de 0.1 a 0.98 partes por millón (ppm) disponibles en el suelo, los micros nutriente que fueron analizados en el laboratorio Fe, Cu, Zn y Mn las cantidades que se encuentran estos nutrientes disponibles en el suelo en el caso del Fe en horizonte "A" de 0-20 cm no está disponible en el "B" de 20 a 40 cm, si está disponible esto es en la muestra 1, en la muestra 2 y 3 de los horizonte "A" a una profundidad de 0 a 20 cm con valores 13.4 y 60.5 partes por millón (ppm), están disponible y en los horizontes siguientes no está disponible, a diferencias de los Cu, Zn y Mn que están disponible en el suelo. En el cuadro siguiente se muestran los valores de cada uno de los elementos contenidos del suelo cuadro 9 (anexo 10).

V. CONCLUSIONES

- La estabilidad estructural de los agregados, tiene relación con respecto a la materia orgánica del suelo. Los análisis determinaron valores de disgregación del agregado hasta un cien % con contenidos de materia orgánica entre los rangos 1.44 – 4.65 % cuando el agregado fue sometidos a los 3 – 5 minutos a la fuerza vertical de sumersión.
- Se muestra que la estabilidad estructural de los agregados del suelo tienen una mejor resistencia en las parcelas que serán usadas para; maíz 1 y níspero. La resistencia del agregado del suelo se ve disminuidas en las parcelas restantes debido a una disminución de la materia orgánica, es importante resaltar que este efecto se ve disminuido por la presencia de las partículas de limo en mayor porcentaje implicando posiblemente una disminución de la resistencia de los agregados.
- La estabilidad estructural del suelo con respecto a la abundancia de poros que influyen en el movimiento del agua y la estabilidad presentan un mayor contenido de poros de diámetros de 0.5 mm y menos de 0.7 mm en todas las muestras que fueron sometidas a la sumersión en el tamiz húmedo en 3 minutos presentaron valores que van de 62.5 a 87.5 % mostrando mayor presencia de raíces finas con valores que van desde 15 a 27 mm de diámetro.
- El análisis de regresión lineal indica que las variables estabilidad estructural, porosidad del suelo es influenciada por el contenido de materia orgánica del suelo, al aumentar la el porcentaje de materia orgánica aumenta la porosidad.
- La estabilidad estructural del suelo se ve influenciado por la presencia de las partículas de arcilla y limo en las parcelas que serán usadas en Papaya, Maíz 1 y Maíz 2, con clases texturales, arcillo limoso y franco arenoso, así como, las pácelas frutales, Plátano y Níspero mostró una relación de las fracciones del suelo con una ligera tendencia al limo, clase textural franco limoso (f.li), también, la estabilidad estructural mostro para las parcelas que serán utilizadas por Piña, Guayaba, Aguacate, Mango, Sorgo 1, Sorgo 2, Zapote y Pasto una clase textural de limo arcilloso, franco limo arenoso lo que influye en una menor resistencia de la estabilidad de los agregados del suelo con valor de disgregación de 1.0 hasta un 87.5 %.

VI. RECOMENDACIONES

- Implementar prácticas de manejo conservacionista del suelo que permitan mejorar la estructura del suelo incluyendo la mecanización.
- Continuar con el proceso de evaluación sistemática en las áreas cultivadas, con los diferentes sistemas de riegos para determinar tendencias con mayor claridad y analizar cambios que puedan ocurrir con estos diferentes cultivos y sistemas de riego.
- Hacer prácticas agrícolas que conserven y/o mejoren la materia orgánica del suelo dado que representa un factor de estabilidad estructural.
- Aplicar este estudio con diferentes manejos de labranza o uso de la tierra.

VII. BIBLIOGRAFIA CITADA

- Acuña, A. 2012.** Macro poros en el suelo, Consultado el 15 de noviembre 2015. Disponible en línea. <http://globalcesped.org/noticias-mainmenu-2/los-suelos/745-macrotest>
- Cairo, P. 1995.** La Fertilidad Física de suelo y la Agricultura Orgánica en el Trópico. UNA - Managua, Nicaragua.
- Elliot E. T. 1986.** Aggregate structure and carbon, nitrogen and phosphorus in native and cultivated soils. *Soil Sci. Am. J.* 50:627-633.
- Ineter, (Instituto de Estudios Territoriales de Nicaragua) 2010.** Departamento de Agrometereologia. Managua, Nicaragua.
- Fortun, C. y A. Fortun. 1989.** Diversos aspectos sobre el papel de la materia orgánica humificador en la formación y estabilización de los agregados del suelo. *Edafol. Agrobiol.* 48: 185-204.
- FAO, 1993.** Desarrollo sostenible de las tierras áridas y lucha contra la desertificación, Roma.
- Foth, H. D. 1987.** Fundamentos de la Ciencia del Suelo. Compañía editorial Continental, S.A. de C.V. Calz. De Tlalpan número 4620, México 22, D.F
- López, T. G. 2007.** Sistemas agroforestales 8. SAGARPA. Subsecretaría de Desarrollo Rural. Colegio de Post-graduados. Puebla. 8 p.
- Low, A. J. 1972.** The effect of cultivation on the structure and other physical properties of grassland and arable soils (1945-1970). *Journal of Soil Science* 23:363-380, interpretación de Análisis de Suelos, Plantas y Aguas para riego". Sociedad Colombiana de la Ciencia del Suelo Bogotá D.E .Colombia.
- Matheus, C. E. A. J. Moraes, T. M. Tumdisi y J. G. Tundisi. 1995.** Manual de análisis Limnológicas. Universidad de sao paulo. Centro de recursos hídricos e Ecología aplicada. P 30-32
- Márquez, C. O. V. J. García, C. A. Cambardella, R. C. Schultz, and T. M. Isenhardt. 2004.** Aggregate size stability distribution and soil stability. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 68: 725-735.
- Mc Lean, E. O. 1982.** Soil and Lime Requirement. In: A.L. Page, R.H. Miller and D.R. Keeney (Eds). *Methods of Soil Analysis. Part 2. Chemical and Microbiological Properties.* 2nd ed. *Agronomy* 9:199-224.
- Mendoza, M. 1996.** Impacto de la tierra, en la calidad del agua de la micro cuenca rio sábalos. Cuenca del rio san juan Turrialba, CR, CATIE. 81 p.

- Montenegro, G. H. 1991.** Interpretación de las propiedades Físicas del Suelo (Textura Estructura, Densidad, Aireación, etc.) En: Seminario-Taller “Fundamentos para la interpretación de Análisis de Suelos, Plantas y Aguas para riego”. Sociedad Colombiana de la Ciencia del Suelo Bogotá D.E .Colombia.
- Núñez Solís, J, 1981.** Tercera reimpresión. Editorial EUNED, san José costa rica 2000. Fundamentos de edafología. Disponible Universidad Nacional Agraria Managua Nicaragua 30p
- Oades, J. M. 1984.** Soil organic matter and structural stability mechanisms and Implication for management. *Plan and soil* 76, 319_337.
- Ortiz, B. & Ortiz. C. 1990.** Edafología. Editora V. Gómez Cueva, Universidad Autónoma de Chapingo. Texcoco, México.
- Pagliai, M. 2003.** Soil surface sealing and crusting-soil compaction. In: *College on Soil Physics. International Centre for Theoretical Physics. Trieste, Italy.* 24 p.
- Porta, J. et al. 1999.** Edafologia. Para la agricultura y el Medio ambiente. 2ª editions. Ed. Mundi-prensa. Madrid.
- Quintana, O. Blandón. J. Flores. A. & Mayorga, E. 1983.** Manual de Fertilidad para los suelos de Nicaragua. Editorial Primer Territorio Indígena Libre de América Latina, Nueva York. Managua.
- Salamanca, J. A. 2005.** La densidad aparente y su relación con otras propiedades del suelo en zonas cafeteras de Colombia. *Canicafé* 56(4): 381-397, 2005.
- Tisdal, J. M. and oasde J. M. 1982.** organic matter and wáter stable aggregates in soil. *Journal, of soil Science*, 33:141:163.
- USDA. (1996).** *soil survey laboratory methods Manual.* Washington: Version 3.
- Walkley, A. and Black, I, A .1946.** An examination of the method for determining soil organic matter and a proposed modification of the chromic acid titration method.

VIII. ANEXOS

ANEXO 1

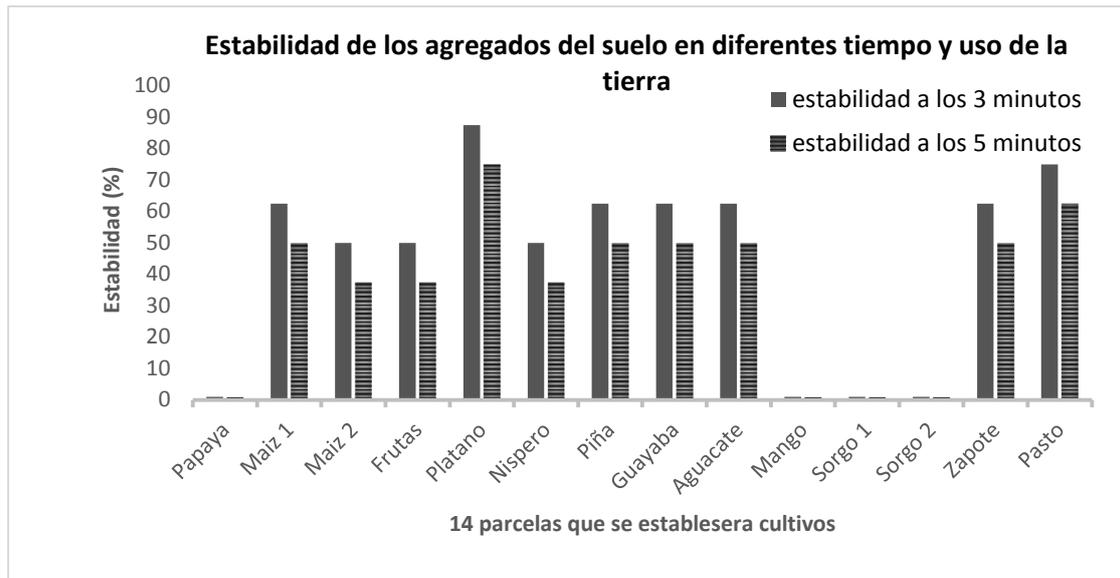


Grafico 1. Resultados de la Estabilidad Estructural del suelo a tres y cinco minutos

ANEXO 2

Cuadro 2. Estabilidad estructural, materia orgánica

Actividad	Estabilidad a los 3 minutos			Estabilidad a los 5 minutos			Materia Orgánica.		
	% de los agregados						En %		
	M1	M2	M3	M1	M2	M3	M1	M2	M3
Papaya	1.0	50.0	50.0	1.0	37.5	37.5	2.0	3.1	3.5
Maíz 1	62.5	62.5	50.0	50.0	50.0	37.5	3.7	3.8	2.9
Maíz 2	50.0	1.0	62.5	37.5	1.0	50.0	3.2	2.4	3.9
Frutas	50.0	50.0	1.0	37.5	37.5	1.0	3.3	2.7	3.3
Plátano	87.5	1.0	1.0	75.0	1.0	1.0	4.4	3.8	3.7
Nispero	50.0	62.5	25.0	37.5	50.0	12.5	3.2	3.8	2.0
Piña	62.5	1.0	87.5	50.0	1.0	75.0	3.7	3.0	3.8
Guayaba	62.5	50.0	1.0	50.0	37.5	1.0	4.1	3.5	1.4
Aguacate	62.5	62.5	1.0	50.0	50.0	1.0	3.8	3.6	3.6
Mango	1.0	25.0	1.0	1.0	12.5	1.0	2.9	2.0	1.5
Sorgo 1	1.0	75.0	87.5	1.0	62.5	75.0	3.2	4.1	4.6
Sorgo 2	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	2.1	3.2	3.1
Zapote	62.5	1.0	75.0	50.0	1.0	62.5	4.0	3.7	3.8
Pasto	75.0	1.0	62.5	62.5	1.0	50.0	4.2	3.3	3.7

Muestra 1 (M1), Muestra 2 (M2) y Muestra 3 (M3)

ANEXO 3

Cuadro 3. Estabilidad estructural de los agregados del suelo y cantidad de poros en un dcm²

Actividad	Tiempo de exposición de los agregados del suelo (%)						Diámetro y cantidad de poros (1dcm ²)					
	3 minutos			5 minutos			0.5 mm			0.7 mm		
	M1	M2	M3	M1	M2	M3	M1	M2	M3	M1	M2	M3
Papaya	1.0	50.0	50.0	1.0	37.5	37.5	4.0	3.0	12.0	6.0	5.0	6.0
Maíz 1	63.0	62.5	50.0	E	50.0	37.5	9.0	3.0	3.0	4.0	3.0	7.0
Maíz 2	50.0	1.0	62.5	37.5	1.0	50.0	10.0	8.0	8.0	4.0	10.0	5.0
Frutas	50.0	50.0	1.0	37.5	37.5	1.0	4.0	4.0	7.0	2.0	2.0	3.0
Plátano	87.5	1.0	1.0	75.0	1.0	1.0	6.0	8.0	10.0	3.0	10.0	7.0
Níspero	50.0	62.5	25.0	37.5	50.0	12.5	5.0	10.0	3.0	3.0	4.0	2.0
Piña	62.5	1.0	87.5	50.0	1.0	75.0	5.0	9.0	6.0	0.0	0.0	0.0
Guayaba	62.5	50.0	1.0	50.0	37.5	1.0	8.0	14.0	5.0	4.0	6.0	1.0
Aguacate	62.5	62.5	1.0	50.0	50.0	1.0	4.0	9.0	7.0	2.0	4.0	4.0
Mango	1.0	25.0	1.0	1.0	12.5	1.0	11.0	11.0	10.0	7.0	3.0	14.0
Sorgo 1	1.0	75.0	87.5	1.0	62.5	75.0	5.0	5.0	7.0	3.0	1.0	4.0
Sorgo 2	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	9.0	10.0	10.0	5.0	3.0	3.0
Zapote	62.5	1.0	75.0	50.0	1.0	62.5	10.0	70.0	11.0	5.0	10.0	3.0
Pasto	75.0	1.0	62.5	62.5	1.0	50.0	8.0	12.0	8.0	14.0	5.0	6.0

Muestra 1 (M1), Muestra 2 (M2) y Muestra 3 (M3)

ANEXO 4

Cuadro 4. Estabilidad estructural de los agregados del suelo y cantidad de raíces en un dcm²

Actividad	Tiempo de exposición de los agregados del suelo (%)						Diámetro y cantidad de raíces (1dcm ²)					
	3 minutos			5 minutos			0.5 mm			0.7 mm		
	M1	M2	M3	M1	M2	M3	M1	M2	M3	M1	M2	M3
Papaya	1.0	50.0	50.0	1	37.5	37.5	27.0	23.0	19.0	7.0	5.0	4.0
Maíz 1	62.5	62.5	50.0	50.0	50.0	37.5	23.0	20.0	16.0	6.0	4.0	1.0
Maíz 2	50.0	1.0	62.5	37.5	1.0	50.0	22.0	21.0	14.0	5.0	4.0	2.0
Frutas	50.0	50.0	1.0	37.5	37.5	1.0	21.0	19.0	13.0	5.0	3.0	1.0
Plátano	87.5	1.0	1.0	75.0	1.0	1.0	20.0	16.0	15.0	5.0	3.0	2.0
Níspero	50.0	62.5	25.0	37.5	50.0	12.5.0	19.0	17.0	13.0	0.0	2.0	0.0
Piña	62.5	1.0	87.5	50.0	1.0	75.0	18.0	16.0	12.0	6.0	0.0	0.0
Guayaba	62.5	50.0	1.0	50.0	37.5	1.0	15.0	14.0	11.0	5.0	4.0	0.0
Aguacate	62.5	62.5	1.0	50.0	50.0	1.0	15.0	13.0	11.0	2.0	0.0	0.0
Mango	1.0	25.0	1.0	1.0	12.5	1.0	15.0	13.0	12.0	4.0	3.0	2.0
Sorgo 1	1.0	75.0	87.5	1.0	62.5	75.0	21.0	18.0	22.0	0.0	1.0	0.0
Sorgo 2	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	17.0	12.0	10.0	1.0	2.0	1.0
Zapote	62.5	1.0	75.0	50.0	1.0	62.5	18.0	14.0	13.0	3.0	1.0	4.0
Pasto	75.0	1.0	62.5	62.5	1.0	50.0	19.0	15.0	11.0	4.0	1.0	3.0

Muestra 1 (M1), Muestra 2 (M2) y Muestra 3 (M3)

ANEXO 5

Cuadro 5. Estabilidad estructural de los agregados del suelo, textura y clase textural

actividad	Estabilidad a los 3 minutos			Textura del suelo									Clase textural		
	M1	M2	M3	M 1			M2			M 3			M1	M2	M3
	Eg	Eg	Eg	Arena	Limo	Arcilla	Arena	Limo	Arcilla	Arena	Limo	Arcilla			
Papaya	1.0	50.0	50.0	35.8	32.2	31.6	16.5	40.9	42.0	11.4	41.3	47.1	f. are	arc.li	arc.li
Maíz 1	62.5	62.5	50.0	14.9	41.1	43.9	13.2	42.3	44.4	12.3	43.5	44.0	arc.li	arc.li	arc.li
Maíz 2	50.0	1.0	62.5	15.1	41.9	43.0	17.4	43.3	39.3	15.0	42.6	42.0	arc.li	f.li.arc	f.li.arc
Frutas	50.0	50.0	1.0	16.6	40.8	42.4	26.0	40.5	33.3	26.0	40.5	33.3	f.arc.li	f.li	f.li
Plátano	87.5	1.0	1.0	13.7	39.9	45.8	13.0	45.3	42.0	14.7	42.4	42.9	arc.li	f.li.arc	f.arc.li
Níspero	50.0	62.5	25.0	23.3	45.0	31.7	20.1	52.9	26.7	54.3	27.3	18.0	f.li	f.li	f. are
Piña1	62.5	1.0	87.5	15.0	40.8	44.3	16.6	42.6	40.4	17.7	42.4	39.6	arc.li	li.arc	f.li.arc
Guayaba	62.5	50.0	1.0	20.9	37.8	41.0	15.0	43.9	41.2	16.6	39.5	43.9	arc.li	li.arc	arc.li
Aguacate	62.5	62.5	1.0	26.6	38.9	34.6	33.2	47.0	19.7	13.1	43.8	42.7	li.arc	f.li	li.arc
Mango	1.0	25.0	1.0	22.2	37.6	39.9	59.1	26.4	14.5	13.9	40.8	45.1	arc.li	f. are	arc.li
Sorgo 1	1.0	75.0	87.5	21.4	42.6	35.8	19.1	43.2	37.6	14.2	46.7	38.5	li.arc	li.arc	f.li.arc
Sorgo 2	1.0	1.0	1.0	13.5	45.1	40.9	12.5	45.1	42.5	23.5	41.6	35.1	li.arc	f.li.arc	f.li
Zapote	62.5	1.0	75.0	20.8	42.1	37.0	30.4	39.7	30.2	22.0	39.2	38.6	li.arc	f.li	f.li.arc
Pasto	75.0	1.0	62.5	12.6	42.7	44.9	12.7	39.8	47.5	17.7	42.2	39.9	arc.li	arc.li	f.li.arc

Agregados (Eg).

Muestra 1 (M1), Muestra 2 (M2) y Muestra 3 (M3)

ANEXO 6

Cuadro 6. Estabilidad estructural de los agregados del suelo, textura y clase textural

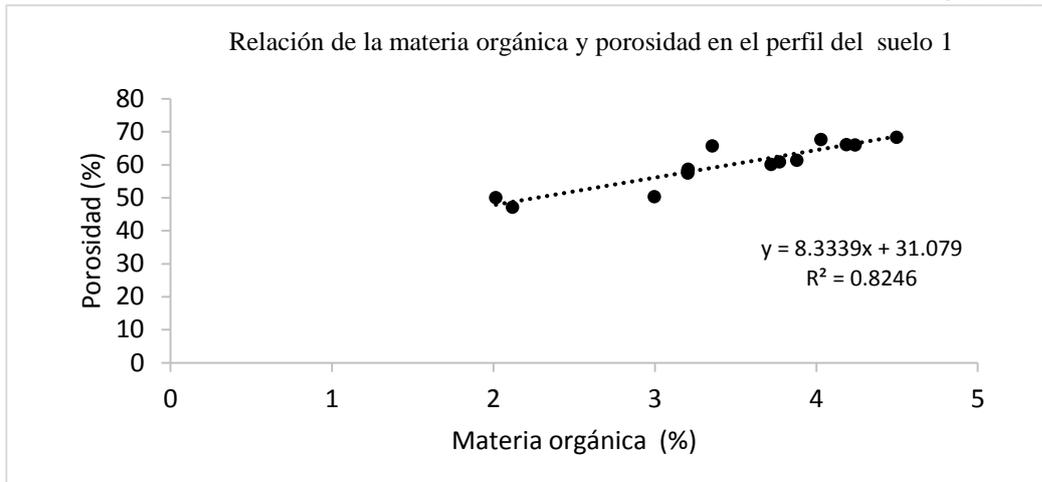
Actividad	Estabilidad a los 5 minutos			Textura del suelo									Clase textural		
	M1	M2	M3	M1. (%)			M2. (%)			M3. (%)			M1	M2	M3
	Eg	Eg	Eg	Arena	limo	Arcilla	Arena	Limo	Arcilla	Arena	Limo	Arcilla			
Papaya	1.0	37.5	37.5	35.8	32.2	31.6	16.5	40.9	42.0	11.4	41.3	47.1	f. are	arc.li	arc.li
Maíz 1	50.0	50.0	37.5	14.9	41.1	43.9	13.2	42.3	44.4	12.3	43.5	44.0	arc.li	arc.li	arc.li
Maíz 2	37.5	1.0	50.0	15.1	41.9	43.0	17.4	43.3	39.3	15.0	42.6	42.0	arc.li	f.li.arc	f.li.arc
Frutas	37.5	37.5	1.0	16.6	40.8	42.4	26.0	40.5	33.3	26.0	40.5	33.3	f.arc.li	f.li	f.li
Plátano	75.0	1.0	1.0	13.7	39.9	45.8	13.0	45.3	42.0	14.7	42.4	42.9	arc.li	f.li.arc	f.arc.li
Níspero	37.5	50.0	12.5	23.3	45.0	31.7	20.1	52.9	26.7	54.3	27.3	18.0	f.li	f.li	f. are
Piña	50.0	1.0	75.0	15.0	40.8	44.3	16.6	42.6	40.4	17.7	42.4	39.6	arc.li	li.arc	f.li.arc
Guayaba	50.0	37.5	1.0	20.9	37.8	41.0	15.0	43.9	41.2	16.6	39.5	43.9	arc.li	li.arc	arc.li
Aguacate	50.0	50.0	1.0	26.6	38.9	34.6	33.2	47.0	19.7	13.1	43.8	42.7	li.arc	f.li	li.arc
Mango	1.0	12.5	1.0	22.2	37.6	39.9	59.1	26.4	14.5	13.9	40.8	45.1	arc.li	f. are	arc.li
Sorgo 1	1.0	62.5	75.0	21.4	42.6	35.8	19.1	43.2	37.6	14.2	46.7	38.5	li.arc	li.arc	f.li.arc
Sorgo 2	1.0	1.0	1.0	13.5	45.1	40.9	12.5	45.1	42.5	23.5	41.6	35.1	li.arc	f.li.arc	f.li
Zapote	50.0	1.0	62.5	20.8	42.1	37.0	30.4	39.7	30.2	22.0	39.2	38.6	li.arc	f.li	f.li.arc
Pasto	62.5	1.0	50.0	12.6	42.7	44.9	12.7	39.8	47.5	17.7	42.2	39.9	arc.li	arc.li	f.li.arc

Agregados (Eg).

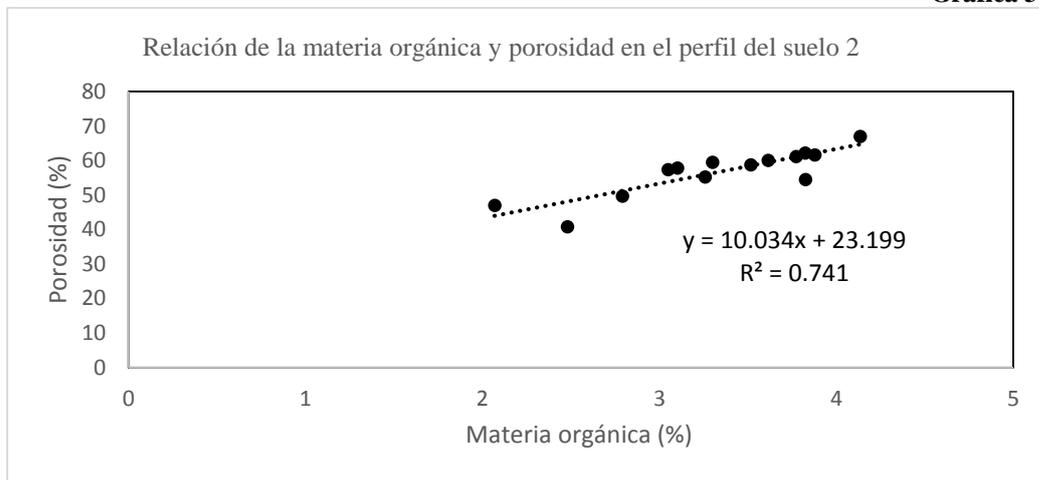
Muestra 1 (M1), Muestra 2 (M2) y Muestra 3 (M3)

ANEXO 7

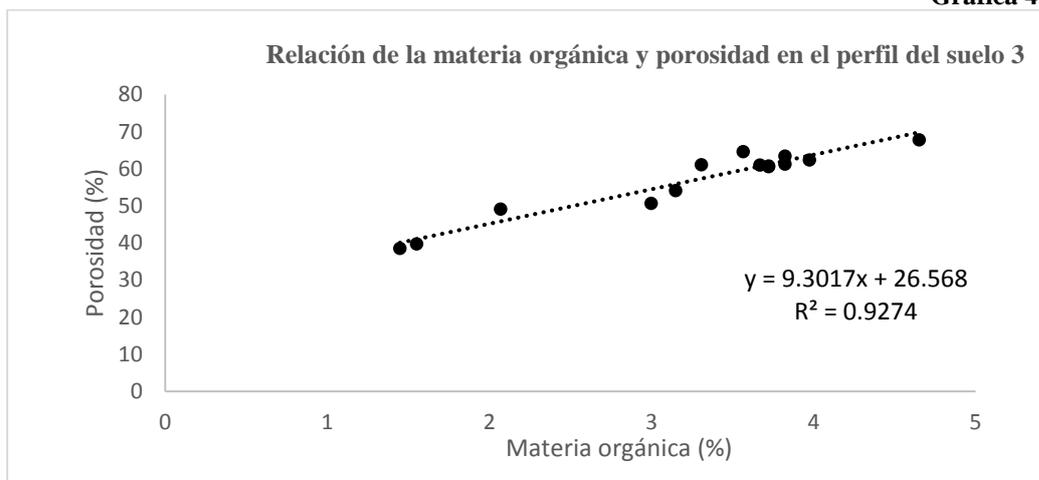
Grafica 2



Grafica 3



Grafica 4



ANEXO 8.

Cuadro 7. pH de los horizontes superficial de cada lote según su uso agrícola planificado.

Activada	pH del suelo					
	M1	Clasificación	M2	Clasificación	M3	Clasificación
Papaya	6.54	ligeramente acido	6.80	neutro	7.19	Neutro
Maíz 1	6.78	muy ligeramente acido	7.13	neutro	6.82	muy ligeramente ácidos
Maíz 2	6.51	ligeramente acido	6.70	muy ligeramente acido	7.07	Neutro
Frutas	6.34		6.42	ligeramente ácidos	6.45	ligeramente ácidos
Plátano	6.40		6.46		6.57	
Níspero	6.65		6.26		6.72	muy ligeramente ácidos
Piña	6.92		neutro	6.47	6.32	ligeramente ácidos
Guayaba	6.23	ligeramente acido	5.96	medianamente acido	4.47	extremadamente acido
Aguacate	5.56	fuertemente acido	6.12	medianamente acido	6.21	ligeramente ácidos
Mango	6.65	ligeramente acido	6.72	muy ligeramente acido	6.69	
Sorgo 1	7.29	muy ligeramente acido	7.26	muy ligeramente acido	7.21	muy ligeramente ácidos
Sorgo 2	7.28		7.02	neutros	7.19	Neutro
Zapote	6.23	ligeramente acido	6.44	ligeramente ácidos	6.02	medianamente ácidos
Pasto	7.41	muy ligeramente acido	6.28		6.20	

Muestra 1 (M1), Muestra 2 (M2) y Muestra 3 (M3)

ANEXO 9

Cuadro 8. Conductividad eléctrica superficial de cada lote según su uso agrícola planificado

	M1	M2	M3
Papaya	4.38	1.50	4.71
Maíz	1.84	2.08	7.68
Maíz	24.33	4.68	6.88
Frutas	5.39	2.95	44.70
Plátano	29.09	22.80	329
Níspero	18.15	3.75	1.66
Piña	18.24	12.23	23.20
Guayaba	1.80	11.62	58.90
Aguacate	31.70	80.80	89.80
Mango	45.40	4.35	39.00
Sorgo	9.19	38.90	126.10
Sorgo	75.60	57.70	61.40
Zapote	29.70	57.00	38.20
Past0	3.26	9.27	28.51

Muestra 1 (M1), Muestra 2 (M2) y Muestra 3 (M3)

ANEXO 10

Cuadro 9. Macro y micro nutrientes de los horizontes del suelo en la finca el plantel, 2014

Horizontes	Horizonte	Macro			Bases		Micros			
		N.	P-disp.	K-disp.	Ca-disp.	Mg-disp.	Fe	Cu	Zn	Mn
	Cm	%	ppm	me/100 g suelo			Ppm			
No.1 (A)	0-20	0,24	28,88	0,98	22,05	5,99	ND	7,60	3,35	46,85
No.1 (B)	20-40	0,06	12,91	0,33	30,51	10,42	11,2	11,30	1,85	13,35
No.2 (A)	0-20	0,16	11,55	0,30	19,75	6,38	13,4	9,00	3,45	56,85
No.3 (A)	0-20	0,12	12,91	0,31	18,06	4,76	60,5	11,80	3,25	58,15
No.3 (B)	20-40	0,05	10,22	0,10	31,79	9,54	ND	6,60	2,55	22,95
No.4 (A)	(0-20)	0,12	10,22	0,12	35,28	10,38	ND	5,90	2,75	22,75
No.4 (B)	(20-40)	0,17	18,48	0,86	30,43	7,74	ND	8,90	3,05	58,45

N: nitrógeno; P: fósforo; K: potasio; Ca: Calcio; Mg: Magnesio; Fe: hierro; Cu: Cobre; Zn: Zinc; Mn: Manganeseo.

ANEXO 11

Cuadro 10. Especies de cultivos a establecer en los diferentes lotes bajo condiciones de riego en las 38 hectáreas en la finca el plantel.

Nombre Científico	Nombre común	Familia	Origen	USO
Manilkara Huberi	Níspero	Rosáceas	Proviene del sur de China	Frutales
Annona muricata	Guanábana	Anonáceas	El Perú	Frutales
Manilkara zapote	Zapote	Zapotaceae	México centro américa	Frutales
Samanea Sam	Rambután	Perennifolio	Asiático	Frutales
Eugenia stipitata	Arazá	Myrtaceae	Sudamérica	Frutales
Borojoa Patinoi	Borojo	Rubiáceae	Amazonas	Frutales
Annona Cherimola	Chirimoya	Annonaceae	América del sur	Frutales
Mangifera indica	Mango	Anacardiácea e	Asiático principalmente de la india	Frutales
Persea americana	Aguacate	Mesoamérica	Mesoamérica	Frutales
Psidium Guajava	guayaba	Mirtaceas	Perù	Frutales
Carica	Papaya	Caricáceas	América Tropical	Frutales
Ananas comosus	Piña	Bromeliácea	América del sur	Frutales
Zeas mays	Maíz	Gramíneas	Indio caribeño	Grano básico
Sorghum vulgare	Sorgo	Gramíneas	África oriental	Grano básico