

UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA

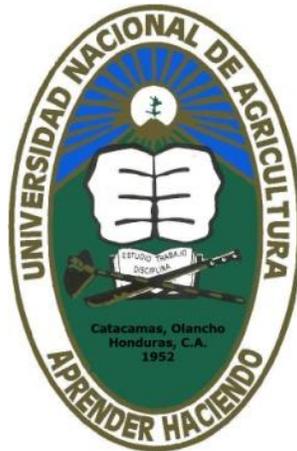
**CARACTERÍSTICAS FÍSICAS, QUÍMICAS Y BIOLÓGICAS DEL SUELO EN
SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AGROECOLÓGICO Y CONVENCIONAL EN EL
RUBRO DE GANADERÍA Y CAFÉ EN LA ALDEA DE RÍO TINTO,
DEPARTAMENTO DE OLANCHO**

POR:

LUIS EDGARDO GAMERO TORRES

**TESIS PRESENTADA A LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA
COMO REQUISITO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE**

INGENIERO AGRÓNOMO.



CATACAMAS,

OLANCHO

JULIO DE 2016

UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA

**CARACTERÍSTICAS FÍSICAS, QUÍMICAS Y BIOLÓGICAS DEL SUELO EN
SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AGROECOLÓGICO Y CONVENCIONAL EN EL
RUBRO DE GANADERÍA Y CAFÉ EN LA ALDEA DE RIO TINTO,
DEPARTAMENTO DE OLANCHO**

POR

LUIS EDGARDO GAMERO TORRES

M.Sc JOSUE MATUTE

Asesor Principal

**PRESENTADO A LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA COMO
REQUISITO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE**

INGENIEROAGRONÓMO

CATACAMAS

OLANCHO

JUNIO 2016



UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA

**ACTA DE SUSTENTACIÓN DE
PRACTICA PROFESIONAL SUPERVISADA**

Reunidos en el Departamento Académico de Investigación y Extensión Agrícola de la Universidad Nacional de Agricultura: **M.Sc. JOSUÉ DAVID MATUTE**, **M.Sc. ERLIN VIANNEY ESCOTO**, **M.Sc. WENDY LEONELA CASTELLANOS**, Miembros del Jurado Examinador de Trabajos de P.P.S.

El estudiante **LUIS EDGARDO GAMERO TORRES** del IV Año de la Carrera de Ingeniería Agronómica presentó su informe.

**“CARACTERISTICAS FÍSICAS QUÍMICAS Y BIOLÓGICAS DEL SUELO EN
SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AGROECOLÓGICO Y CONVENCIONAL EN EL
RUBRO DE GANADERIA Y CAFÉ EN LA ALDEA DE RIO TINTO DEPARTAMENTO
DE OLANCHO”**

El cual a criterio de los examinadores, Aprobó este requisito para optar al título de Ingeniero Agrónomo.

Dado en la ciudad de Catacamas, Olancho, a los veinticuatro días del mes de junio del año dos mil dieciséis.


M.Sc. JOSUÉ DAVID MATUTE

Consejero Principal


M. Sc. ERLIN VIANNEY ESCOTO

Examinador


M. Sc. WENDY LEONELA CASTELLANOS

Examinador

DEDICATORIA

A DIOS TODO PODEROSO

Por darme la fortaleza y sabiduría, para poder culminar con éxito mi meta y ayudarme a salir delante de toda dificultad. Y por mi familia que me apoyo y deposito su confianza y fé en mí, y que ahora es parte de este logro tan importante en mi vida.

A MIS PADRES

Luis Alberto Gamero Cuevas y Norma Hayde Torres Gonzales y mis abuelas Aminda Gonzales y Sonia cuevas, y mis abuelos que en paz descansen Carlos Gamero y Adán Torres. Por ser un ejemplo a seguir por sus consejos y apoyo incondicional. Mil gracias mis viejos.

A MIS HERMANOS

Carlos y Jessy por brindarme su apoyo y estar apoyándome siempre por su cariño. Y ser un ejemplo de superación

A MI NOVIA

Karol Meza por estar a mi lado y apoyarme darme todo su cariño y amor por su comprensión mil gracias cariño

AGRADECIMIENTO

A DIOS TODO PODEROSO, por brindarme la vida, por iluminarme y ayudarme siempre cuando más lo necesite y no desamparándome en cada uno de los retos que se presentaron en el transcurso de los días.

A LOS, M. Sc. JOSUE MATUTE, M. Sc. LEONELA CASTELLANOS, M. Sc. ERLIN ESCOTO, LIC. ALBERTO IREAETA, RONY CORTES, ING EFRAIN SINCLAIR por permitirme desarrollar mi tema de investigación a lado de cada uno de ellos, y poder brindarme el apoyo para poder culminar con éxito mi investigación.

A MIS AMIGOS:

ELIN FRANCISCO GONZALES, PABLO GUEVARA, JORGE GONZALES,LUIS GONZALES, FANY GONZALEZ, EDAS CARRANZA, JARKIN BRAN, PEDRO DIAS, CARLOS PADILLA, ANTONIO MARTINES, FERNANDO SANDOBAL Y ALOS COMPAÑEROS Y VECINOS DEL CUARTO 66, por brindarme su gran amistad, su compañerismo, y ser gran parte de mi nueva gran familia, una familia que siempre pudimos contar unos con otros, en las buenas y en las malas, en cada uno de los días en este largo camino que hemos recorrido juntos a lo largo de estos cuatro años, gracias compañeros, amigos, hermanos.

CONTENIDO

	Pág.
ACTA DE SUSTENTACION.....	i
DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
LISTA DE FIGURAS.....	vi
LISTA DE ANEXOS.....	viii
LISTA DE TABLAS.....	ix
I INTRODUCCION	1
II OBJETIVOS.....	3
2.1 General.	3
2.2 Específicos.....	3
III REVISIÓN DE LITERATURA	4
3.1 Revolución verde.....	4
3.2 La Agroecología.....	5
3.3 Agricultura orgánica.....	9
3.4 Generalidades del cultivo de café.....	10
3.5 Importancia de la ganadería en Honduras	11
3.6 Suelos	12
IV. MATERIALES Y METODO.....	19
4.1 Ubicación del experimento.....	19
4.2 Materiales y equipo	20

4.3 Metodología.....	20
4.4. Análisis de datos.....	21
V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	22
5.1. Cuadro resumen de los macroorganismos encontrados en el estudio.	22
5.3. Análisis de macro y micronutrientes	35
5.4 Análisis de infiltración y comparación.....	37
VI. CONCLUSIONES.....	44
VII RECOMENDACIONES	45
VIII BIBLIOGRAFÍA.....	46
ANEXOS	53

LISTA DE FIGURAS

	Pag.
Figura 1. Macroorganismos que predominan en los suelo de la finca Bernabé Río Tinto, Catacamas, Olancho	24
Figura 2. Grupo funcional que predomina en los pastos de la finca Isabela en Río Tinto, Catacamas, Olancho.	25
Figura 3. Análisis de componentes principales evaluando la características físicas del suelo como ser: porosidad, densidad, profundidad y humedad de la finca Bernabé propiedad del ing. Efraín Sinclair, ubicada en la comunidad de Río Tinto, Catacamas, Olancho, Honduras.	26
Figura 4 . Análisis de componentes principales de las características físicas del suelo, en varios usos de del mismo. En la finca propiedad del señor Rony Cortes, ubicada en la comunidad de Río Tinto, Catacamas, Olancho, Honduras.	27
Figura 5. Distribución de la densidad aparente en el suelo en los diferentes puntos de muestro del terreno de 10.6 ha en el estudio de comparación de características físicas químicas y meso-fauna de la finca propiedad del Ing. Efraín Sinclair en la aldea de Río Tinto, Catacamas, Honduras	28
Figura 6. Distribución de humedad en el suelo en los diferentes puntos de muestro del terreno de 10.6 ha en el estudio de comparación de características físicas químicas y meso-fauna de la finca Bernabé propiedad del Ing. Efraín Sinclair en la aldea de Río Tinto, Catacamas, Honduras	29
Figura 7. Distribución de humedad en el suelo en los diferentes puntos de muestro del terreno de 10.6 ha en el estudio de comparación de características físicas químicas y meso-fauna de la finca propiedad del Ing. Efraín Sinclair en la aldea de Río Tinto, Catacamas, Honduras	30
Figura 8	31
Figura 9. Distribución de la porosidad en el suelo los diferentes puntos de muestro del terreno de la finca Isabel, propiedad del señor Rony Cortes en la aldea de Río Tinto, Catacamas, Honduras	33

Figura 10. Distribución de la densidad aparente en el suelo en los diferentes puntos de muestro del terreno de la finca Isabela propiedad del señor Rony Cortes en la aldea de Río Tinto, Catacamas, Honduras	34
Figura 11. Análisis de componentes principales evaluando los macro y micronutrientes del suelo como ser: N, P, K, Mg, Zn, Ca y otros, de la finca Bernabé propiedad del ing. Efraín Sinclair, ubicada en la comunidad de Rio Tinto, Catacamas, Olancho, Honduras	35
Figura 12. Análisis de componentes principales de los macro y micro-nutrientes del suelo, en varios usos de del mismo. En la finca propiedad del señor Rony Cortes, ubicada en la comunidad de Rio Tinto, Catacamas, Olancho, Honduras	36
Figura 13. Comparación de la infiltración del área de estudio en la finca convencional y orgánica.	37

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1. Conteo de meso fauna del suelo	53
Anexo 2. Resultados del análisis químico. Y Recolección de muestras para el análisis químico	54
Anexo 3. Prueba de infiltración con el método del cilindro.	54
Anexo 4. Medición de la profundidad con un barreno	55
Anexo 5. Prueba de consistencia	55
Anexo 6. Pesado y secado de las muestras de suelo para calcular la densidad aparente	56
Anexo 7. Calculo de textura	56
Anexo 8. Laminas para determinar la estructura del suelo	58
Anexo 9. Recolección de muestras para calcular la densidad aparente	58
Anexo 10. Análisis cualitativo descripción.	59
Anexo 11. Determinar la biología del suelo	60
Anexo 12. Características Químicas del suelo	61
Anexo 13. Determinación de las propiedades físicas del suelo	62

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Recolección de datos para un posterior análisis de Macro-fauna y comparación entre sistemas.	60
Tabla 2. Existen muchas tablas de clasificación de pH de suelos agrícolas, en el presente trabajo se incluye la propuesta por Cochrane	62
Tabla 3. Relación textura densidad aparente	68

RESUMEN

Se compararon dos fincas que tienen la ganadería como actividad principal, la finca Isabela con manejo convencional y las Araucarias de Bernabé en proceso de transición hacia el manejo agroecológico. En cada finca se evaluaron las características físicas, químicas y (Macrofauna) del suelo con el objetivo de valorar las prácticas que realizan cada uno de los productores y el impacto de la misma sobre el agroecosistema. Los resultados muestran que la finca las Araucarias de Bernabé mostró las mejores condiciones para que se cumplan las diferentes funciones ecológicas y el desarrollo de la vida, los niveles de materia orgánica y diversidad de macro-organismos y nutrientes especialmente la diversidad de las especies de macroorganismos, en la finca Bernabé es mayor a los niveles de la finca Isabela. Posiblemente los buenos resultados de la finca las Araucarias se debe a que se realizan prácticas orgánicas como incorporación de compostas, se ha diversificado el sistema tiene sistemas agroforestales, y un elemento importante son las capacidades que ha desarrollado el productor porque es una persona que se ha capacitado en agricultura y ganadería ecológica.

Palabra clave: Agroecología resiliencia, ganadería sostenible, suelos.

I INTRODUCCION

El 78 % de los pobres extremos del mundo se encuentran en zonas rurales, y su actividad principal es la agricultura. Para el caso de Centroamérica es una de las regiones donde se concentra la población pobre de América Latina. El mayor porcentaje de población en situación de pobreza se encuentra en Honduras con (68,9%), seguido de Nicaragua (61,9%), Guatemala (54,8%) y El Salvador (47,9%). Costa Rica y Panamá están muy por debajo de la media centroamericana (18,9% y 25,8% respectivamente). PRESANCA II, FAO (2011).

Cuando se desagregan estas cifras para los países Centroamericanos, las cifras de pobreza en las zonas rurales tienen la misma tendencia que la del mundo y América Latina. Honduras con (62,8%) con respecto a Instituto Nacional de Estadística (INE) según área urbana y rural, se evidencia que donde existe el mayor porcentaje de población que vive por debajo de la línea de la pobreza y de la indigencia, es en el área rural. Población que se ha dedicado históricamente a la agricultura. La condición de pobreza que vive los pobladores rurales, deja evidenciado, que los procesos de reforma agraria y la adopción de las prácticas de revolución verde, no dieron los resultados esperados.

Para la década de los 90 en Honduras, el problema de pobreza se agrava. Se inició la eliminación de atención al agro hondureño, el Estado deja sin protección a los pequeños productores, e inicia a fortalecer productores con capacidades para realizar exportación de cultivos no tradicionales. Este proceso incrementó la pobreza, migraciones, anudado en Honduras para el año de 1998 el huracán Mitch destruyó gran parte de los bienes de producción y empleo. Debilitando la agricultura general y en especial la agricultura familiar (CEPAL 2003).

Datos de la FAO (2015) reflejan que más del 90 % de todas las granjas son explotaciones familiares, que producen la mayor parte de los alimentos del mundo. Las cifras mundiales son equiparables a los datos hondureños donde la producción de alimentos depende de la pequeña agricultura. Pero esta agricultura se ha disminuido, por la degradación de suelos y agua por uso agroquímicos, ausencia de políticas públicas, bajos precios para la venta de productos y la variabilidad climática, como ser sequías e inundaciones. Por la problemática planteada, se hace necesaria la búsqueda de alternativas para la producción sostenible de alimentos.

La FAO (2015), considera 1,8 millones de productores en 162 países han abandonado los agroquímicos y ahora son productores orgánicos, incluyendo cultivos, ganado, peces y productos de recolección silvestre. La agricultura orgánica y la agroecología es una opción para la producción de alimentos sostenible(Gliessman 1988)

En ese sentido este documento presenta el estudio de dos fincas una con manejo agroecológico y otra con manejo convencional evaluando las condiciones físicas, químicas y biológicas del suelo.

II OBJETIVOS

2.1 General.

- Comparar las características físicas, químicas y biológicas del suelo, en una finca agroecológica en relación a una convencional en la aldea Río Tinto, Catacamas, Olancho.

2.2 Específicos

Analizar meso-fauna del suelo su diversidad taxonómica y función.

Evaluar las características físicas y químicas del suelo.

Comparar la capacidad de infiltración de las finca Bernabé e Isabela.

III REVISIÓN DE LITERATURA

3.1 Revolución verde

A lo largo de la historia de la humanidad, se han tenido problemas para la obtención de alimento, para resolver esos problemas de hambrunas se han implementado diversas técnicas. Como la llamada Revolución Verde que consistió en la siembra de maíz y trigo y otros granos, cultivados en un terreno durante todo el año (monocultivo), y la aplicación de agua, fertilizante y plaguicida. Esta es una medida tomada por los países desarrollados para aumentar la producción de alimento (Torres 1997).

Por otro lado, la experiencia histórica de las últimas cuatro décadas, donde se le dio mayor importancia, al modelo conocido como la “revolución verde” en la agricultura por parte de la mayoría de los gobiernos y las instituciones internacionales, viene sufriendo transformaciones, debido a que la pobreza no se redujo como lo esperaban en los países del tercer mundo el cual, era su principal objetivo (Restrepo 2000).

El Enfoque de la Agricultura Convencional y su Impacto en el Ambiente

Este enfoque de la agricultura convencional-modernizante-comercial no ha estado con las necesidades y potencialidades de los productores rurales de la región. Este desajuste lo podemos caracterizar brevemente en las siguientes consideraciones:

a) Los paquetes tecnológicos agrícolas son homogéneos y no se adaptan a la heterogeneidad de los productores rurales y sus diversas condiciones agroecológicas y sólo funcionan en condiciones similares a las de los países industrializados y estaciones experimentales.

b) El cambio de los paquetes tecnológicos impuesto por el proceso de la revolución verde beneficia principalmente la producción de bienes agrícolas de exportación. Se enfatiza la producción a gran escala, en detrimento de los pequeños productores impactando marginalmente la productividad de los productos alimentarios, que son cultivados en gran medida por el mediano y pequeño sector productivo.

Esta situación ha convertido a casi todos los países latinoamericanos en importadores netos de insumos de agroquímicos y maquinaria agrícola aumentando los gastos de los gobiernos regionales. A esto se añade la alta disparidad en la distribución de la tierra, los marcados niveles de pobreza rural que acentúan el desplazamiento de la población a los espacios urbanos y una degradada base de los recursos naturales. Esta agricultura convencional-comercial ha demostrado ser no sustentable, debido a los altos costos de los insumos y los problemas tecnológicos, productivos, ambientales, sociales y culturales que ha ocasionado (Núñez 2000).

3.2 La Agroecología

El término agroecología a menudo incorpora ideas sobre un enfoque de la agricultura más ligado al medio ambiente y más sensible socialmente; centrada no sólo en la producción sino también en la sostenibilidad ecológica del sistema de producción. A esto podría llamarse el uso normativo o prescriptivo del término agroecología, porque implica un número de características sobre la sociedad y la producción que van mucho más allá de los límites del predio agrícola. (Restrepo 2000)

Es claro es que a fines del siglo XX la modernización agrícola no ha ayudado a solucionar el problema generalizado de la pobreza rural ni ha mejorado la distribución de la tierra agrícola. Los pequeños agricultores, que representan en promedio el 80% del total de los agricultores de LAC, quedaron al margen del desarrollo, debido a que las opciones que se han ofrecido para modernizar la agricultura han sido inadecuadas a sus necesidades y posibilidades.

Los proyectos que impulsaron la diversificación de la agricultura de exportación lograron que el uso de la tierra se destinara a los cultivos de exportación desplazando la producción de granos para el consumo doméstico. La integración de los países tropicales al mercado internacional, ignora las necesidades de los mercados locales-regionales y socavan las oportunidades de mejorar la balanza de pagos regionales a través de un programa de seguridad alimentaria que podría establecer las bases para reducir la pobreza masiva y crear un modelo más equitativo y sustentable de desarrollo (Altieri & Nicholls 2001).

La sostenibilidad agrícola (agroecología) es una medida que toma en cuenta no solo la producción si no también la actividades biofísicos y microbianas del organismo en la producción y cuidado del medio ambiente sin afectar a las futura generaciones. El concepto “oficial” y generalmente aceptado de Desarrollo Sustentable es el acuñado por la Comisión Brundtland como “aquél que permite la satisfacción de las necesidades de esta generación sin comprometer la satisfacción de las necesidades de las generaciones futuras” (CMMAD, 1988).

El manejo sustentable de los agroecosistemas, requiere abordarlos como un tipo especial de ecosistema, teniendo en cuenta las interacciones de todos sus componentes físicos, biológicos y socioeconómicos y el impacto ambiental que éstos producen (Sarandon & flores 2014).

Hay que tener en cuenta que la solución para abordar este problema de producir manteniendo una un equilibrio con el medio no es fácil hay muchas formas de producir alimentos pero son pocas las que lo hacen tomando en cuenta el medio en que producen, como un ecosistema

tomando todos los factores físicos, químicos, biológicos y socio-económicos si se tomaran en cuenta cada uno de ellos tendríamos un mejor balance en nuestro agro-ecosistemas.

De manera que no sería necesario tener que suministrar productos o suplementos químicos a la planta en grandes cantidades para que estas produzcan más si no; que la planta tendría los nutrientes necesarios en el suelo y en todo caso sería con alternativas orgánicas perfectamente la suplementación de los nutrientes que ella necesite para su desarrollo y productividad ya que una planta bien nutrida tiene mayor eficiencia y mayor tolerancia a las plagas, cambios climáticos (sequías).

Sistema agroecológico

Recursos de un Agro-ecosistema

La combinación de recursos encontrados comúnmente en un agro-ecosistema son agrupados de la forma siguiente:

Recurso humano. Conformado por las personas que habitan y trabajan en una parcela y explotan sus recursos para la producción agrícola basándose en sus incentivos tradicionales o económicos

Recurso natural. Son los elementos que provienen de la tierra, el agua, el clima y de la vegetación natural y que son explotados por personas para la producción agrícola. Los aspectos a considerar aquí son principalmente: área de la parcela incluyendo topografía, fragmentación de la propiedad, ubicación respecto a mercados; profundidad, propiedades químicas y físicas del suelo; disponibilidad de agua superficial y en el subsuelo; precipitaciones.

Recursos de capital. Son los bienes y servicios creados, comprados o prestados por las personas relacionadas con la parcela para facilitar la explotación de los recursos naturales para la producción

Recursos de producción. Comprende la producción agrícola de la parcela y también la pecuaria. Se transforman en recursos de capital si se venden y los residuos (rastrojo, estiércol) son insumos nutrientes reinvertidos en el sistema (Restrepo 2000)

Los requisitos básicos para un agro-ecosistema sustentable son la conservación de los recursos renovables, la adaptación del cultivo al ambiente y el mantenimiento de un nivel alto, pero estable de productividad. Para enfatizar la sostenibilidad ecológica a largo plazo, más que la productividad de corto plazo, el sistema debe:

- ✓ Reducir el uso de energía
- ✓ Emplear métodos de producción que reestablezcan los mecanismos homeostasis conducentes a la estabilidad de la comunidad, a la optimización de las tasas de reciclaje de materia orgánica y nutriente, a la utilización al máximo de la capacidad multiuso del sistema.
- ✓ Fomentar la producción local de productos alimenticios, adaptados al entorno socioeconómico y natural.

Reducir los costos, y aumentar la eficiencia y la viabilidad económica de los pequeños y medianos agricultores, fomentando a si un sistema agrícola potencialmente resistente y diverso (Altieri 1987)

Procesos Ecológicos en el Agro-ecosistema

Para producir, un agricultor debe manipular los recursos físicos y biológicos de su parcela. De acuerdo al grado de manejo tecnológico que se les dé, estas actividades influyen en los siguientes procesos:

Procesos energéticos. La energía ingresa al agro-ecosistema como luz solar y sufre numerosas transformaciones físicas; la energía biológica se transfiere a las plantas mediante la fotosíntesis y de un organismo a otro a través de la cadena alimenticia. Aunque la mejor fuente de energía es la luz solar, también son fuente de energía el trabajo humano y animal, la energía mecanizada y el contenido energético de los productos químicos utilizados (Primavesi 1981).

Las anteriores fuentes de energía pueden ser cuantificadas en valores energéticos, de igual forma los productos obtenidos: vegetales y animales también pueden expresarse en términos de energía. El costo y la disponibilidad de insumos para la agricultura provenientes de derivados del petróleo (energía, combustible fósil) han sido cuestionados por ser recursos finitos; por lo que los insumos y los productos se han cuantificado para diferentes tipos de agricultura con el objeto de comparar su intensidad, rendimientos y productividad laboral.

3.3 Agricultura orgánica

La agricultura orgánica es entregarse a la tarea de desenterrar y rescatar el viejo paradigma (no agotado) de las sociedades agrarias que practicaron y garantizaron durante mucho tiempo la autodeterminación alimentaria de sus comunidades, a través del diseño de auténticos modelos de emprendimientos familiares rurales, donde conjugaron sabiduría y habilidades para garantizar la sostenibilidad y el respeto por la naturaleza, esta misma agricultura, es

mucho más que una simple revolución en las técnicas agrícolas de producción. Es la fundación práctica de un movimiento espiritual, de una revolución, para cambiar la forma de vivir de los seres humanos” (Restrepo 2007).

Por consiguiente la agricultura orgánica no es un término muy preciso, para algunas personas es el tipo de agricultura que se basa en abonos orgánicos o insumos naturales, o sea mineral u otros pesticidas de origen de vegetal IFOAM (2002). También la agricultura orgánica describe sistemas alternativos de producción agrícola y es considerado sinónimo de agricultura biológica, ecológica o alternativa, aunque los cuatro términos enfatizan aspectos diferentes (Céspedes 2005).

Además la agricultura debe estar basada en sistemas y ciclos ecológicos vivos, trabajar con ellos, y ayudar a sostenerlos. La aplicación de estos principios en la agricultura permiten el entendimiento de sistemas ecológicos vivos, con una producción basada en procesos ecológicos y el reciclaje de nutrientes , dando resultados de bienestar y de un ambiente productivo sostenible (IFOAM 2005).

3.4 Generalidades del cultivo de café

El origen del café arábico, se considera que fue, al igual que la mayoría de las especies descritas, en las tierras altas de Etiopía y Sudán, África, situadas a más de 1000 msnm. En esa región crece en estado silvestre y sub-silvestre y presenta una amplia variedad de tipos de cafés que han sido trasladados a numerosos países (Santacreo s.f.)

El café se produce en más de 50 países a nivel mundial, Brasil, Vietnam, Indonesia y Colombia son los países que producen el 65.8% del café del mundo. Siendo Brasil el de mayor participación con un 35.0%, Vietnam con el 15.1%, Indonesia 8.8% y Colombia con un 6.9%. Los demás países representaron el 34.2% de la producción mundial (IHCAFE 2013).

Importancia del café en Honduras

El área de cultivo de café en Honduras es de 270 millones de hectáreas, manejadas por un promedio de 110 mil familias. Las áreas de café se encuentran distribuidas en cuatro zonas del país, en la zona Occidental con 45%, zona Oriente 25%, zona Centro-Sur 20% y zona Norte con 10%. El cultivo de café, genera un millón de empleos directos, esto significa más del 8% de la generación de empleo en Honduras, del cual la mayor parte está representada en el empleo rural. Además aporta el 8% del PIB nacional (IHCAFE 2014).

Según datos del Banco Central de Honduras (2012) las divisas generadas por el rubro de café son un soporte importante en la economía del país. En el sector agrícola el valor de ingresos por exportaciones de café representa el 39.61%. El rubro de café es el principal contribuyente de las divisas agrícolas a la cual aporta 1,439 millones de dólares, obteniendo así una participación del 38.1%, en el total Producto Interno Bruto Agrícola nacional (IHCAFE 2012).

3.5 Importancia de la ganadería en Honduras

En Honduras la ganadería representa 1,532,907 ha en pasturas, el 92% de los productores ganaderos posee el 52% del área y del 56% del ganado. El 8% restante posee el 48% del área y 44% del hato general de ganado.

La actividad pecuaria requiere de largos períodos de tiempo para recuperar la inversión y este punto no es tomado en consideración por la industria bancaria de Honduras, que pertenece al sector privado. Algunas líneas de crédito están disponibles para la agricultura, pero son a corto plazo (< 1 año), además la tasa de interés real de estos préstamos a corto plazo es alta (14%) (CIAT 2006).

Se presentan los problemas para seguir la producción ganadera por la falta de pastos en épocas secas. En el trópico seco de América Central, se sufre una sequía cíclica que afecta la respuesta productiva y reproductiva del ganado, en el corto y mediano plazo. Para mitigar el déficit de alimentación durante ese período, los productores comúnmente recurren al uso de rastrojos agrícolas, pastos de corte generalmente en estado de madurez muy avanzado y pastoreo libre en potreros donde sólo están disponibles pastos secos o forrajes residuales (también conocidos como henos en pie) (CATIE 2009).

El pasto en el suelo es responsable del almacenaje de nutrientes de más de 90% de nutrientes (C,N y K) que se encuentran a un metro de profundidad del ecosistema (CAMARGO 1999)

3.6 Suelos

El suelo es la base de la agricultura, y el medio donde se desarrollan las raíces de las plantas en donde ellas toman el agua y alimento. Debido al gran número de microorganismos que se encuentran en él: bacterias, anélidos, hongos, nematodos y otros. Y la acción conjunta de los factores abióticos en el proceso de formación del suelo. Contribuye a la formación de una capa superficial humosa muy apreciada por los agricultores (Kolmans & Vásquez,1999).

Según Primavesi (1981). El suelo es la parte esencial para que las plantas obtengan sostén o soporten. Además de obtener los nutrientes necesarios para su desarrollo y producción. Así mismo es importante como se forma el suelo y los factores que influyen en su formación:

Al tener suelos de buena calidad y libre de toxicidad por el uso de malas prácticas de manejo obtendremos alimentos de buena calidad por eso es importante tener una buena salud del suelo. La salud del suelo, se refiere a la capacidad de un suelo para producir alimentos sanos y nutritivos para los seres humanos y otros organismos (Navarrete , Vela, López &Rodríguez 2011)

Propiedades físicas del suelo

Profundidad de suelo

Esta característica ayuda para determinar el tipo de planta que se puede cultivar en el suelo. Cuando se trata de suelos que se consideran profundos. Permite un mejor desarrollo radicular de las plantas perennes, caso contrario en suelo poco profundos, que solo sirven a plantas de ciclo corto o raíces superficiales. La retención de agua que tenga el suelo para que pueda ser aprovechada por las plantas. Es muy importante para obtener un crecimiento y desarrollo adecuado de la mismas (Valdes. Z, J.I, M.H, Bandii, Guillen. A., Zepeda A 2015)

La profundidad del suelo es muy importante ya que de ella depende el volumen de agua que el suelo puede almacenar para las plantas. Un suelo de textura y estructura uniforme de 0.60m de profundidad puede almacenar el doble de agua, que un suelo de 0.30m de profundidad, y también tendrá el doble de volumen para las raíces de las plantas.

Con frecuencia, a mayor profundidad mayor densidad aparente y menor porosidad de tamaño medio y grande. Las raíces de las plantas profundizan hasta donde las condiciones de aireación y drenaje le permitan respirar adecuadamente.

Para que las plantas tengan un buen desarrollo radicular tiene que profundizar el suelo. Y esto lo hace, en busca de nutrientes y agua. Al no encontrarlos en la superficie ella profundiza a un más sus raíces, si el suelo lo permite. Y no se presentan problemas de suelo compactados para que no se dé un buen desarrollo radicular de la planta.

Consistencia

Consistencia del suelo es usualmente definida como el término que designa las manifestaciones de las fuerzas físicas de cohesión y adhesión, actuando dentro del suelo a varios contenidos de humedad. Estas manifestaciones incluyen:

- a) El comportamiento con respecto a la gravedad, presión y tensión.
- b) La tendencia de la masa del suelo de adhesión a cuerpos extraños o sustancias.
- c) Las sensaciones que son evidenciadas y sentidas por los dedos del observador

Un terrón seco de arcilla es normalmente duro y resistente a la fractura; a medida que se agrega agua y este se humedece, su resistencia a la rotura se reduce; con más agua, en vez de fracturarse, tiende a formar una masa compacta e informe que cuando se la comprime se vuelve maleable y plástica; si se agrega más agua aun, tiende a adherirse a las manos. Esta resistencia del suelo a la rotura, su plasticidad y su tendencia a adherirse a otros objetos son aspectos de la consistencia del suelo que dependen de su textura, del contenido de materia orgánica, de la mineralogía del suelo y del contenido de humedad (FAO 2000)

Densidad del suelo

La densidad aparente es una de las medidas de determinar el estado físico del suelo. La buena calidad física del suelo determina un ambiente adecuado para el desarrollo de las raíces, además del ingreso y almacenamiento óptimo del agua necesaria para el crecimiento de las plantas (Taboada & Alvarez 2008). La densidad aparente es la relación de la masa de las partículas del suelo seco con el volumen contenido de las partículas y los poros. (FAO 2000)

Pedregosidad del suelo

La consistencia del terreno es de suma importancia para los suelos ya que por medio de esta, es un indicador del tipo de suelo según como este compuesto su perfil y cada perfil tiene una consistencia diferente.

Según Hodgson, 1987 Algunos perfiles del suelo se componen completamente de material fino pero otros contienen una proporción de materia mineral inalterada o solo parcialmente alterada de más de 2mm de diámetro. Las piedras presentan interés e importancia para el edafólogo y el agricultor por el tipo de piedra y su grado de alteración ofrece indicaciones acerca del origen e intensidad de la alteración del material original. Los efectos físicos de las piedras son de gran importancia para los agricultores. La cantidad de piedras en un volumen dado de suelo determina en parte el agua disponible para las plantas; las piedras, en efecto, reducen el agua almacenada por la tierra fina lo cual ayuda a una mejor absorción por parte de la planta.

Color del suelo

El color varia de un suelo a otro y dentro de un mismo suelo, por lo cual es la propiedad más utilizada para diferenciar a estos. Los colores del suelo pueden ser negro, oscuro, ocre, café, rojo, amarillo, pardo, gris, etc.

El color indica si un suelo es o no bueno para la agricultura. Suelos oscuros indican un mayor contenido de materia orgánica y, por lo tanto, aptos o buenos para la agricultura; suelos rojos contienen mucho hierro y manganeso, por lo que hay que mejorarlos; suelos amarillos contienen mucha arcilla y poca materia orgánica, por lo que hay que fertilizar fuertemente los cultivos (Valdes. Z, J.I, M.H, Bandii, Guillen. A & Zepeda A 2015).

El color es un carácter del suelo, fácil de observar y de uso cómodo para identificar un tipo de suelo dentro del cuadro regional o local. Generalmente está en relación con los procesos de pedogénesis o con uno de los factores de formación. Pero, por una parte, el proceso que colorea el suelo no es siempre fundamental, y por otra parte, la misma coloración, o matices vecinos bien pueden resultar de causas diferentes. Es así que ese carácter debe ser utilizado con circunspección y sabiendo que raramente tiene valor como criterio de clasificación al nivel de los grandes tipos de suelos (Rucks 2004)

El color del suelo tiene un papel importante en la identificación de los tipos de suelo, pero al mismo tiempo puede decirnos mucho sobre la historia del manejo y desarrollo del suelo. Los colores oscuros generalmente son una identificación de altos contenidos de materia orgánica. Los suelos rojos y amarillos, generalmente indican altos niveles de óxido de hierro, formados bajo condiciones de buena aireación y drenaje pero también pueden deberse al material parental. Los colores grises o pardos amarillentos pueden ser indicadores de drenaje pobres. Los colores blancuzcos frecuentemente indican la presencia de cuarzo, carbonatos o yeso. (CATIE 2002)

Textura del suelo

Los suelos son mezclas de partículas minerales y orgánicas de diferentes formas y tamaños, su distribución por tamaños, considerándolas esféricas, se denomina textura y se realiza su fracción mediante el análisis mecánico de Bouyoucos o de Robinson.

La textura nos ayuda a determinar la capacidad de intercambio catiónico que puede haber en el suelo según las partículas que se encuentren en él ya sea arena, limo y arcilla. Se refiere a las cantidades relativas de partículas de diverso tamaño que contiene el suelo. Es importante en conexión con la estructura, como se verá más adelante, y por qué muchas de las propiedades físicas y químicas de la porción mineral del suelo dependen de la proporción de partículas de tamaño pequeño que contienen. Las partículas minerales de acuerdo a su tamaño se clasifican en tres grupos o separados se denominan arena, limo y arcilla (Suarez, 1979).

Estructura del suelo

El descanso de la tierra bajo un barbecho de vegetación sin cultivar, recupera la estructura del suelo, y con ello la capacidad de un enraizamiento mayor y, en parte, aumenta el complejo de cambio por sustancias humificadas lo que aumenta el reabastecimiento.

Las partículas del suelo se suelen agrupar en un conjuntos de diferentes formas y tamaños que se conocen como agregados y determinan la estructura del suelo son: laminar prismática, columnar, en bloque, granular y grumosa (FAO-ISRIC 1990).

El mayor problema es que las raíces ya no pueden explorar más en busca de nutrientes por la compactación o estructura y partículas de los suelos lo que viene a provocar un déficit en la planta debido no obtiene los nutrientes necesarios para su desarrollo adecuado.

También el crecimiento de las plantas afecta la estructura del suelo. Los pastos la estabilizan, la alfalfa mejora la estructura, y el maíz ejerce un efecto nocivo sobre la estructura. El algodón deja una mejor estructura en el suelo que la soya y el maíz (Wooding 1967).

Interacciones de la meso-fauna del suelo

Desde el momento que un sistema natural es modificado para desarrollar actividades agrícolas, los mayores cambios ocurren en las propiedades del suelo y en su biota asociada. Las actividades humanas a través de las distintas prácticas de manejo y tecnologías aplicadas ejercen importantes efectos en los determinantes de la biota del suelo y sobre ella misma, lo que afecta la composición de las comunidades y su nivel de actividad (Lavelle 1993).

Los Policultivos según definición de Hard (1974), (citado por Altieri 1985), son sistemas en los cuales, dos o más especies se plantan con suficiente proximidad espacial para dar como resultado, una competencia y/o interacciones que pueden dar efectos inhibidores o estimulantes en los rendimientos.

Los microorganismos del suelo son importantes reguladores de muchos procesos del ecosistema: tienen efectos positivos en la estructura del suelo, y en la conservación y ciclo de nutrientes. (Wolters y Ekschmitt 1997 , Lavelle y Spain 2001)

La descomposición de materia orgánica, que ocurre principalmente por actividad enzimática de bacterias y hongos, en gran parte realizada por animales del suelo como ácaros, milpiés, lombrices de tierra y termitas, los cuales trituran los residuos de plantas y animales.

Indicadores químicos de la calidad del suelo

Los indicadores químicos de la calidad del suelo inciden en la relación suelo-planta como: la calidad del agua, la capacidad amortiguadora del suelo y la disponibilidad de nutrientes para las plantas, entre otros Etchevers *et al.* (2009). Propiedades químicas como la capacidad de intercambio catiónico (CIC) reducen la presencia de cambios drásticos en el pH y la disminución en la disponibilidad de nutrientes en el suelo (Astieri *et al.* 2002).

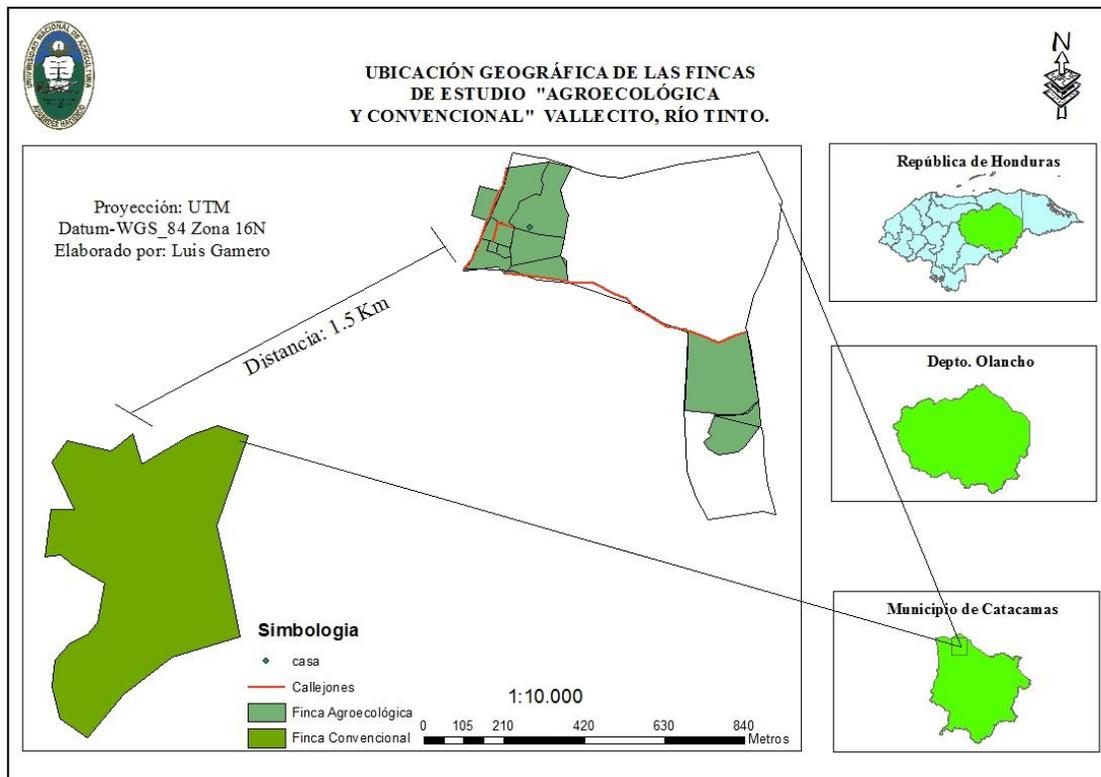
Doran y Parkin (1994), propusieron como indicadores químicos el contenido de materia orgánica (MO), carbono y nitrógeno orgánico, pH, conductividad eléctrica (CE), y N, P y K, disponibles. Los indicadores que reflejan estándares de fertilidad (pH, MO, N, P y K) son importantes en términos de la producción de los cultivos.

Por su parte Nortcliff (2002), propuso al pH, la conductividad eléctrica, el contenido de materia orgánica, la capacidad de intercambio catiónico y las concentraciones de elementos potencialmente tóxicos como el Al y Mn, a estos como exponentes e indicadores de la calidad del suelo.

IV. MATERIALES Y METODO

4.1 Ubicación del experimento

La investigación se realizó en la aldea de Río Tinto, municipio de CATACAMAS departamento de OLANCHO, Honduras. En los períodos de septiembre del 2015 a enero del 2016. El estudio de campo se llevó a cabo en dos fincas: la finca Bernabé que pasa por un periodo de transición de convencional a orgánico, con una complejidad de sistema de manejo de ganadería y café propiedad del Ing Agrónomo José Efraín Sinclair Gutiérrez, y la finca Isabela con una complejidad de un sistema de manejo de ganadería propiedad del señor Cortez. Ambas se encuentran en la mismas condiciones agroecológicas, una altitud de 750 msnm, con una temperatura media de 21C°, y una de precipitación anual de 1200mm.



4.2 Materiales y equipo

Se utilizaron barrenos, GPS, palas, tubo PVC de 2 pulgadas, sierra, un trozo, bolsas plásticas grade y medianas, machete, una balanza, martillo, microondas, platos, marcadores, recipiente graduado, un cronometro, un cilindro PVC 8 pulgadas con una cinta graduada en el interior, una tabla de madera, nivel de carpintería.

4.3 Metodología

Se identificaron las parcelas donde se realizó el estudio con esto obtuvimos el número de sitios donde se muestreo dentro de la finca.

Los puntos donde se realizó cada muestreo se, utilizo una cuadrícula en el mapa de cada finca con los puntos de georreferenciación, para la recolección de las muestras y un GPS para lograr ubicar cada punto dentro de la finca.

Las muestras para meso-fauna se recolectaron y fueron analizadas según el método de Anderson & Ingram (1993). La identificación ecológica se realizó con la clasificación de (Swift *et al.* 2005. Se analizaron los datos obtenidos con un gráfico de araña (Anexo 11).

Se utilizaron los mismos puntos de muestreo de la cuadrícula, para el análisis físico y químico. Los dato del análisis químico se envió a los laboratorio de la FHIA para determinar N, P, K, Ca, Mg, Mn, Zn, Cu, pH, MO. Se analizaran los datos en un análisis multivariable de componentes principales. (Anexo 12)

El análisis físico se determinó (Textura con el método adaptado de la UNA, Estructura con la metodología de Hulaf (1981), infiltración con el método adaptado del cilindro y contando el tiempo en que tarda infiltrarse el agua en el suelo, pedregosidad de forma visual,

profundidad capa arable método del barreno de colcho, color del suelo método de la tabla Munsell, consistencia del suelo con la metodología de Trejo (1999), pendiente con la metodología de SIG, densidad aparente con el método del cilindro y del hoyo en caso de no poder hacerlo con el cilindro. secando las muestras en un microondas, porosidad total del suelo con el método de la densidad aparente y densidad real). Se recolectaron una vez cada tres meses. (Anexo 13).

4.4. Análisis de datos

A través del programa InfoStat se analizó los datos químicos. Este consiste en agrupar y ver la relación de los distintos datos con el estudio y ArcGIS 10.3 este es un sistema de georreferenciación geográfica, para realizar los mapas de distribución de la densidad y porosidad y humedad. Para en análisis químico se recolectaron las muestras y se enviaron a los laboratorios de la FHIA, para ser analizados.

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1. Cuadro resumen de los macroorganismos encontrados en el estudio.

N°	Clase	Orden	Familia	Especie	Nombre común	Finca Bernabé	Finca Isabela
1	Insecta	Coleoptera	Scarabaeidae	<i>Philophaga sp.</i>	Larva de Gallina ciega, adulto	6	0
2	Insecta	Coleoptera	Coccinellidea	<i>Epilachna sp</i>	Mariquita	1	0
3	Insecta	Coleoptera	Elateridae	<i>Agriotes ipsilon</i>	Gusano alambre	3	0
4	Insecta	Hemiptera	Pentatomidae	<i>Disdercus sp</i>	Chinche	2	0
5	Insecta	Hymenoptera	Farmicidae	<i>Solenopsis sp</i>	hormiga	44	66
6	Oligochaeta	Heplotaxida	Lumbricidae	<i>Lumbricus terrestris</i>	Lombris de tierra	72	67
7	chilopoda	Geophilomora	Himantariidae	<i>Haplophilus subterrea</i>	ciempies	0	9
8	Arachnida	Araneae	Aranaidae	<i>Araniella sp</i>	Araña	2	0

En la finca Bernabé se encontraron siete especies de macroorganismos entre ellas: Gallina ciega, mariquitas, gusano alambre, chinche, hormigas y lombrices. Se agruparon en categorías taxonómicas y funcionales, la mayor diversidad de grupos taxonómico se encontró en la finca Bernabé. La mayor cantidad de organismos encontrados fueron: las lombrices y hormigas. En el caso de la finca Isabela que su único uso de suelo es el pasto, se encontraron solo tres especies que son: las lombrices, hormigas y ciempiés. Las condiciones de la finca Bernabé son más favorables que las de la Isabel, por la sombra y por la diversidad de cultivos pasto, café, la altura y topografía del terreno.

En el caso de las lombrices que son las que más se encontraron, son las encargadas de formar galerías las cuales ayudan a la textura, estructura, porosidad y/e infiltración del suelo (Mike J. Swift, David E. Bignell, Fátima M. S. Moreira y E. Jeroen Huising). Aristóteles las llamo “el intestino del mundo” y Charles Darwin, permaneció varios años observando la influencia que estas tenían en la formación de humus y transporte de suelo (Ríos, Y. 2003).

Así también la gallina ciega brinda beneficios a los suelos agrícolas al descomponer la materia orgánica y contribuir a la formación de sustancias húmicas de manera similar a como lo hacen las lombrices de tierra (Romero-López, A. A., Morón, M. A., Aragón, A., & Villalobos, F. J. 2010). Es considerada una plaga de importancia económica, en lugares con poca presencia de materia orgánica.

En los ambientes naturales del trópico húmedo, los macro-invertebrados del suelo son los mejores agentes reguladores de los procesos físico-químicos que afectan la fertilidad de los suelos (Lavelle, 1984; Lee, 1985 citado por Pashanasi, B. 2001).

Análisis de los grupos funcionales

En el café y pasto de la finca Bernabé se encontró un mayor número de hormigas y lombrices, pertenecen a la clasificación de ingenieros del ecosistema, seguido de larvas de escarabajo lombrices que también cumplen la función de transformadores de hojarasca (Figura 1). Las arañas y hormigas de la macro-fauna, integran a los depredadores. Plagas las conforman la gallina ciega. Los herbívoros que son las hormigas.

Mucha macro-fauna y meso-fauna, alguna micro-fauna: invertebrados que se alimentan de desechos orgánicos como los descomponedores de hojarasca, originados por microbios y por trituradores de este material, haciéndolo más accesible para los descomponedores o favoreciendo el crecimiento microbiano de excretas en forma de gránulos. Los ingenieros del ecosistema, organismos que causan un impacto físico mayor en el suelo mediante su transporte, construcción de estructuras agregadas y formación de poros, incluyendo el ciclo de nutrientes. Pueden incluir depredadores; por ejemplo, muchas hormigas (Mike J. Swift, David E. Bignell, Fátima M. S. Moreira y E. Jeroen Huising).

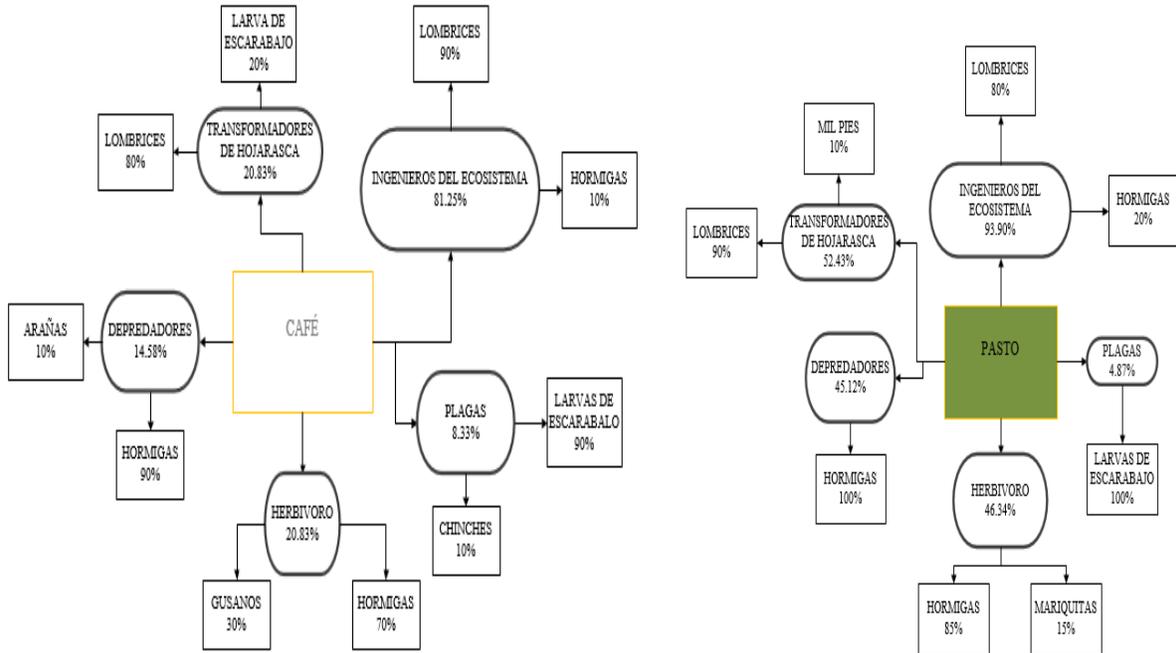


Figura 1. Macroorganismos que predominan en los suelo de la finca Bernabé Río Tinto, Catacamas, Olancho

En los pastos de la finca Isabela se registró el mayor número hormigas y lombrices que pertenecen al grupo funcional ingenieros del ecosistema, siendo un valor parecido a los de la finca Bernabé, en cambio los transformadores de hojarasca está compuesto por lombrices y milpiés es similar al grupo de la finca Bernabé. Los herbívoros los cuales todos son hormigas, incluyendo a los depredadores del total de la macro-fauna. Porque no se encontraron plagas de importancia agronómica en este sitio. Los ingenieros del ecosistema, los descomponedores de hojarasca, los depredadores, y herbívoros. Son de mucha importancia para la estructura, descomposición de materia orgánica y ciclo de nutrientes (Ríos, Y. 2003).

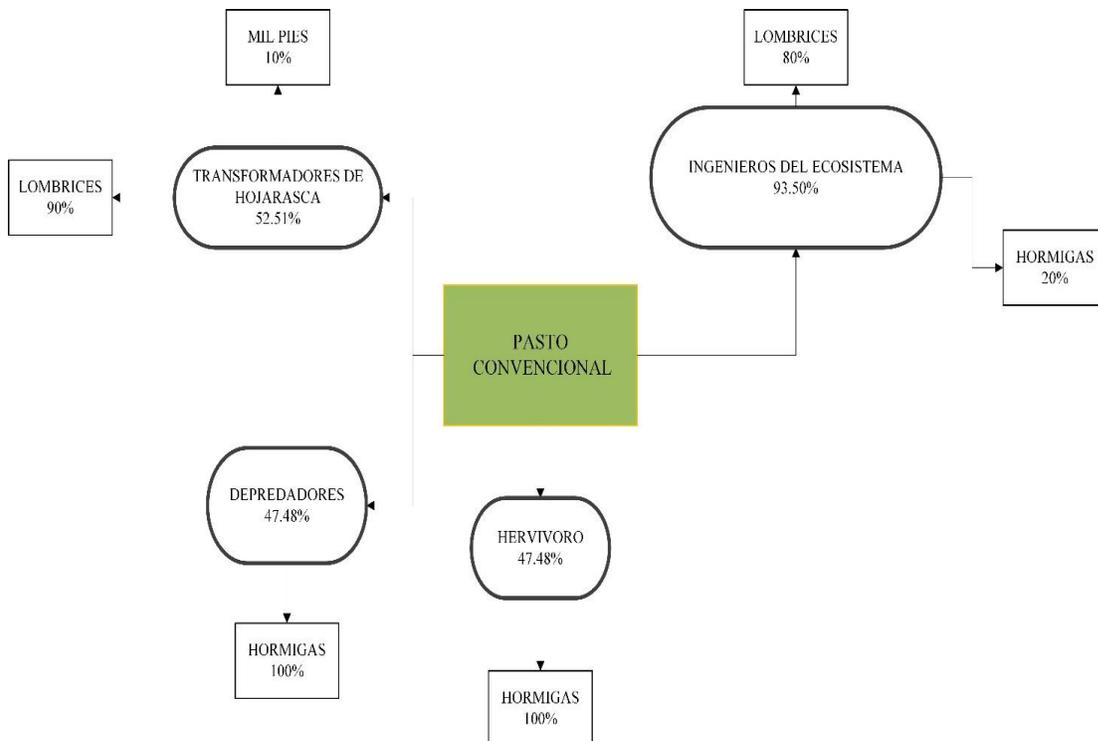


Figura 2. Grupo funcional que predomina en los pastos de la finca Isabela en Río Tinto, Catacamas, Olancho.

5.2. Comparación de las propiedades físicas de las fincas

Las fincas Isabela y Bernabé son similares, en cuanto a las propiedades físicas. Como lo son: la porosidad y la humedad se encuentran algunas diferencias, la profundidad y densidad aparente (D_a), es mayor en la finca Isabela en relación a la de la finca Bernabé. Debido a las condiciones del suelo.

El análisis de componente principal es: porosos, donde la porosidad, densidad y la profundidad son las variables físicas del suelo, de mayor importancia en la finca Bernabé (Figura 3). La porosidad y la densidad aparente tienen una relación inversa, cuando una es mayor la otra disminuye, el componente principal expresa un 55.2% del estudio.

En el caso del componente secundarias representa un 33.1% es la humedad y la profundidad que están más relacionada.

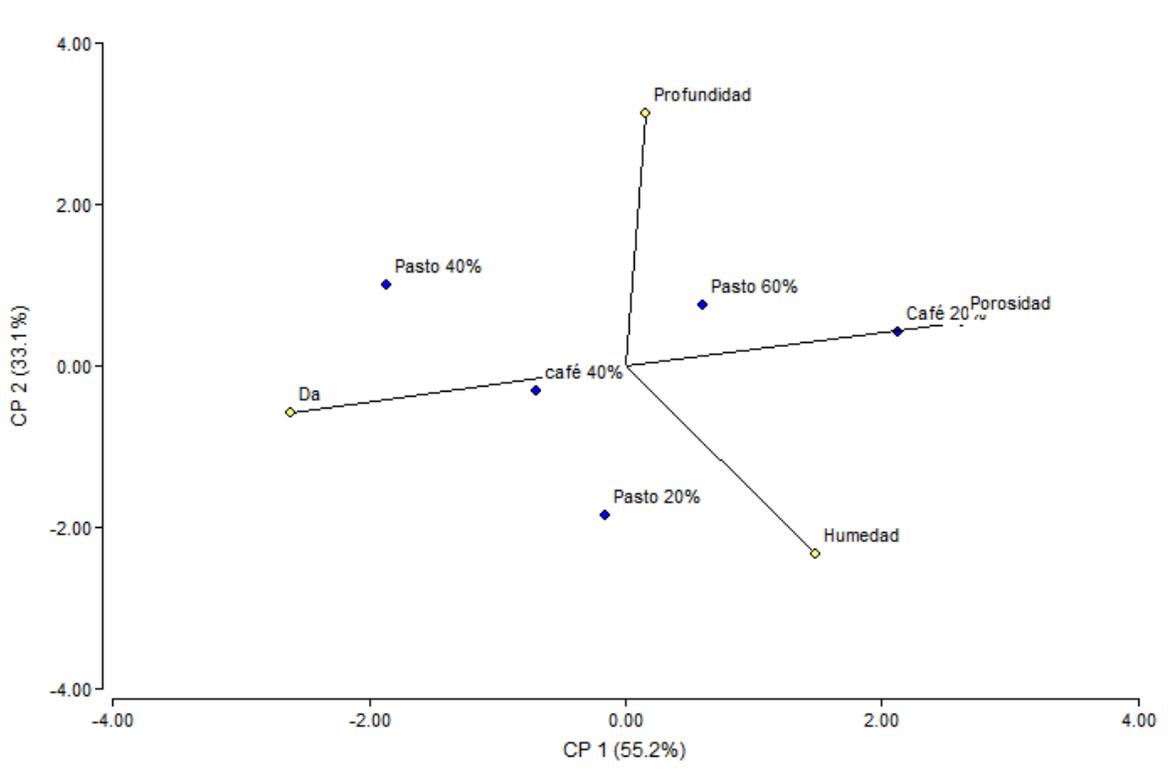


Figura 3. Análisis de componentes principales evaluando la características físicas del suelo como ser: porosidad, densidad, profundidad y humedad de la finca Bernabé propiedad del ing. Efraín Sinclair, ubicada en la comunidad de Rio Tinto, Catacamas, Olancho, Honduras.

En la finca Isabela la humedad y profundidad que son las de mayor importancia en el estudio realizado ya que reflejan un 72.3% del estudio realizado. Sin embargo se sabe que la densidad y la porosidad presentan una relación inversamente proporcional (Figura 4). En el caso de la porosidad y densidad están son las características de se reflejan de menor importancia en el estudio o en menor proporción en este caso de 27.6% del estudio en este caso.

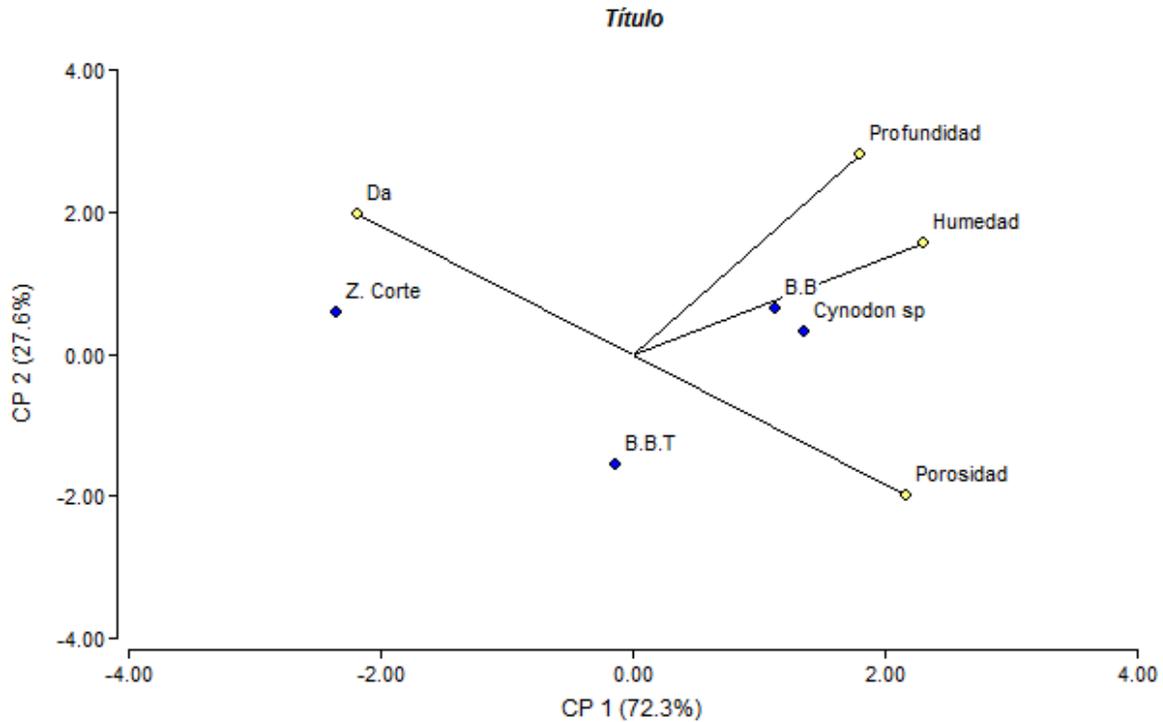


Figura 4 . Análisis de componentes principales de las características físicas del suelo, en varios usos de del mismo. En la finca propiedad del señor Rony Cortes, ubicada en la comunidad de Rio Tinto, Catacamas, Olancho, Honduras.

Discusión de los mapas de distribución de las propiedades físicas

En la finca Bernabé la densidad aparente fue de: 0.54-1.26 g/cm³ (Figura 5). Se ve que no tiene una distribución uniforme de la densidad dentro de la finca, ya que pueden aparecer en la zona baja, media y alta, y a pesar que no está cerca, seda una densidad en los pastizales 0.69-83 g/cm³, ya que estas áreas son utilizadas para el pastoreo de ganado.(Figura 5).

El suelo puede sufrir mucho daño con el pastoreo de animales, como el ganado principalmente, este terreno cuenta con una topografía quebrada. En este sentido, cabe destacar el impacto directo que produce la acción de la pezuña de los animales al transitar por el suelo. La presión que ejerce la pezuña, a través del peso del animal y de la propia

acción de caminar, provoca sobre el suelo una alteración de la estructura por compactación Pérez y Díaz-Fierros, 1988 (citado por Blanco Sepúlveda, R. 2008), lo que tiene graves repercusiones sobre las propiedades físicas del suelo.

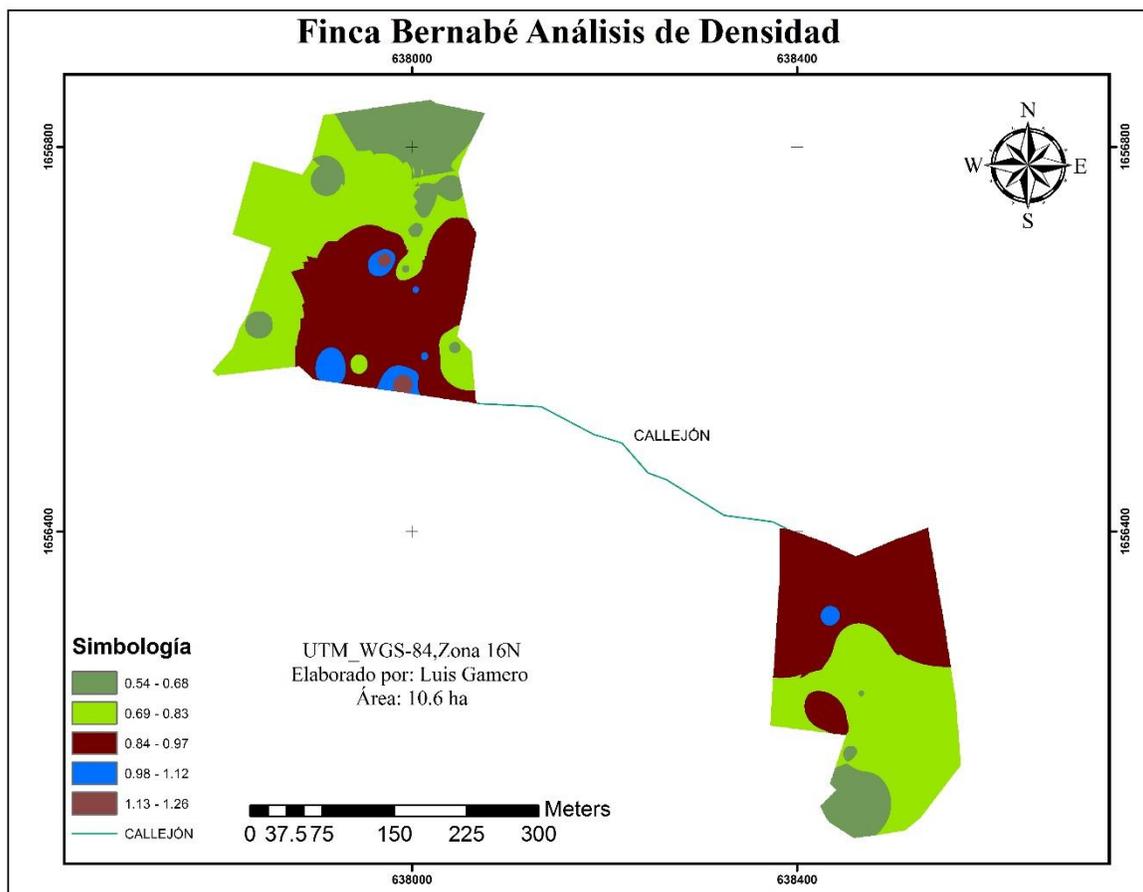


Figura 5. Distribución de la densidad aparente en el suelo de la finca Bernabé propiedad del Ing. Efraín Sinclair en la aldea de Río Tinto, Catacamas, Honduras

En la finca Bernabé se encuentra un mayor porcentaje de humedad 72% en los pastos es donde hay fuentes de agua cerca. Por lo que se mantiene esa humedad casi durante todo el año. pasan algunos riachuelos y quebradas. La humedad promedio de 37-48%(Figura 6). Es en los cafetales y parte del pasto, en el caso del café están bajo buena cobertura de árboles maderables y hojarasca que cubre el suelo y ayuda a mantener y retener humedad en el suelo.

Además de ser una zona de mayor altitud y con mayor frescura por la cobertura vegetal y de árboles.

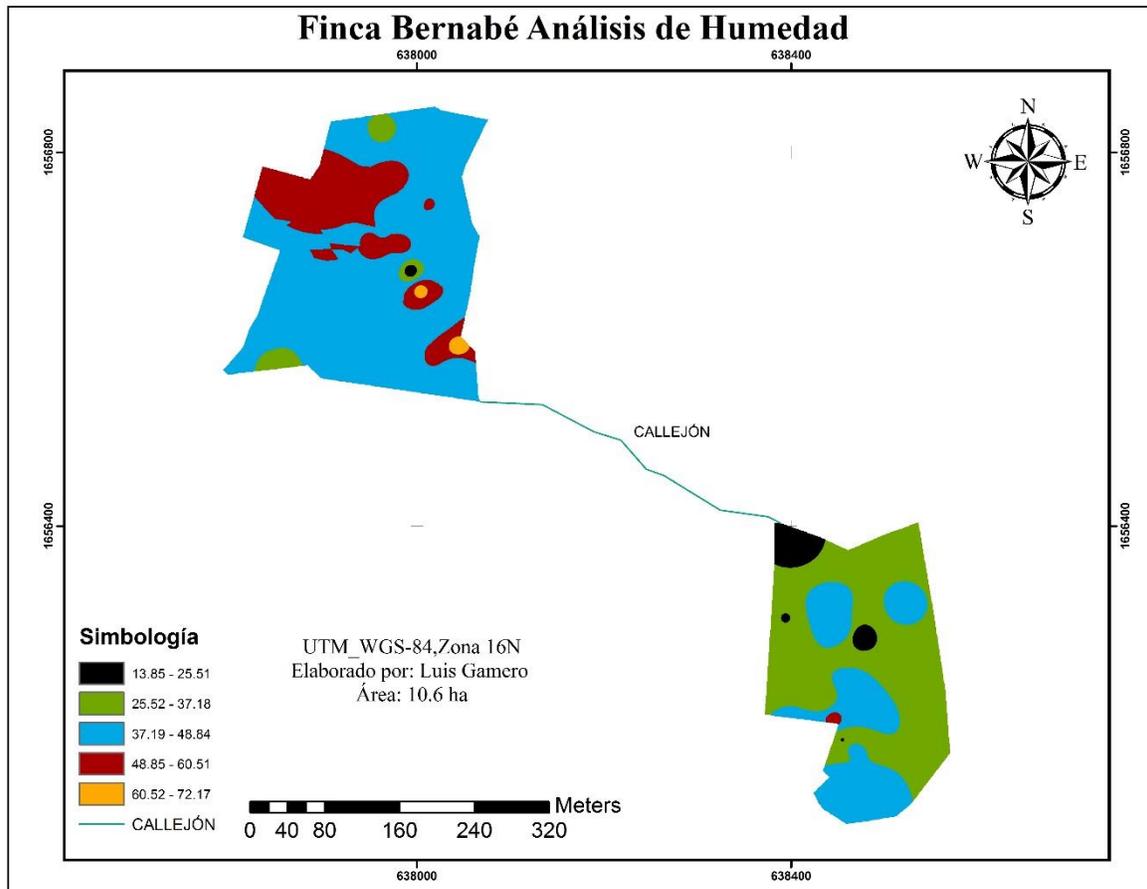


Figura 6. Distribución de humedad en el suelo en los de la finca Bernabé propiedad del Ing. Efraín Sinclair en la aldea de Río Tinto, Catacamas, Honduras

La porosidad que predomina en la finca Bernabé 68-74% (Figura 7) en los cultivos de café ya que hay una relación entre la densidad y la porosidad. La densidad en el café es menor. Esto explica de alguna manera la porosidad, ya que la relación es inversa entre la densidad y la porosidad. En las demás parcelas de pasto, presentan una porosidad de 52-57%. (Figura 7). Sin embargo el terreno se utiliza para pastoreo y el pisoteo del ganado, provoca problemas de compactación en el suelo, afectando la textura y por ende la aireación y como se sabe la

porosidad se determina de cantidad de espacios porosos que están presentes en el suelo (Pinzón y Amézquita, 1991).

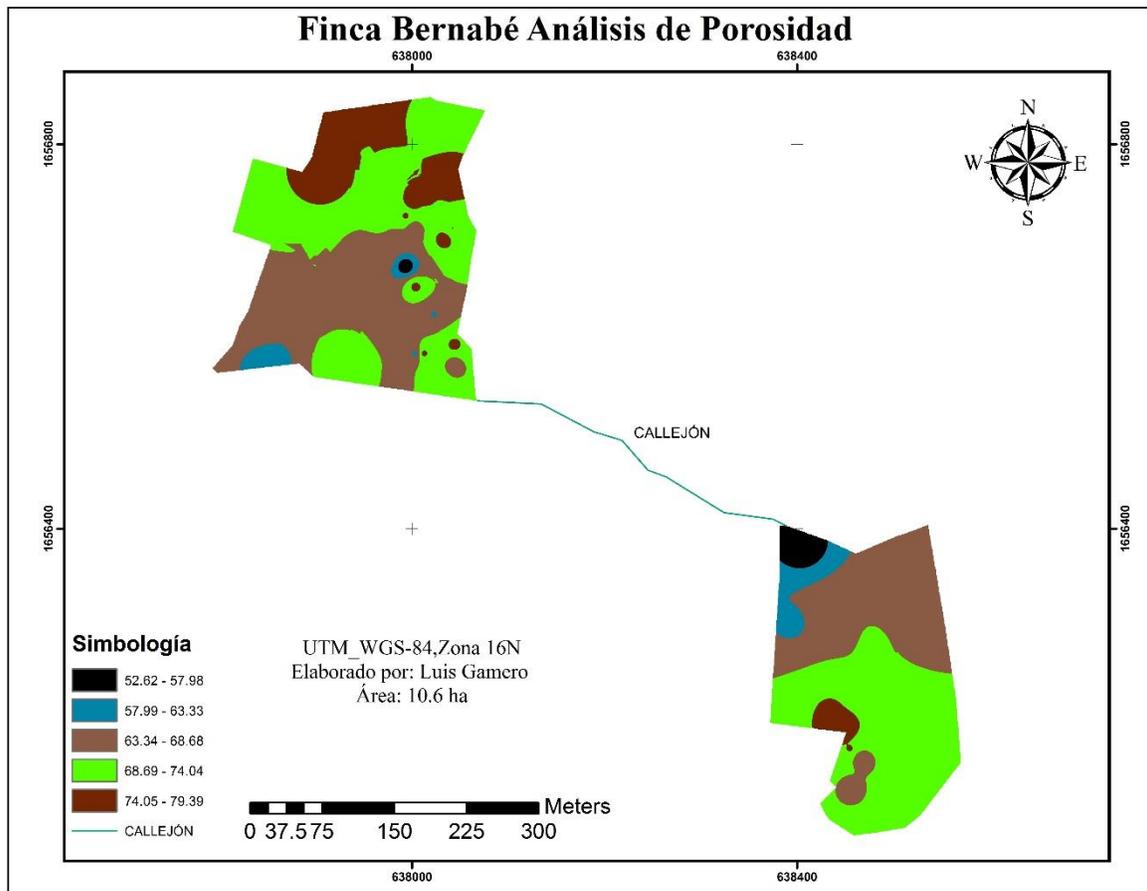


Figura 7. Distribución de humedad en el suelo de la finca Bernabé propiedad del Ing. Efraín Sinclair en la aldea de Río Tinto, Catacamas, Honduras

La humedades promedio que predomino en las finca Isabela es de 40-52% (, (Figura 8), esta se debe a que el rio pasa cerca de estas parcelas. Seguida de una humedad de 20-32%. La parte que presento una menor humedad 11% es la más árida y con una mayor cantidad de piedras. Y la cobertura que presenta este terreno es poca, no tiene ningún tipo de cobertura que proteja el suelo, esto es un factor de importancia, para mantener las buenas condiciones edafológicas en el suelo.

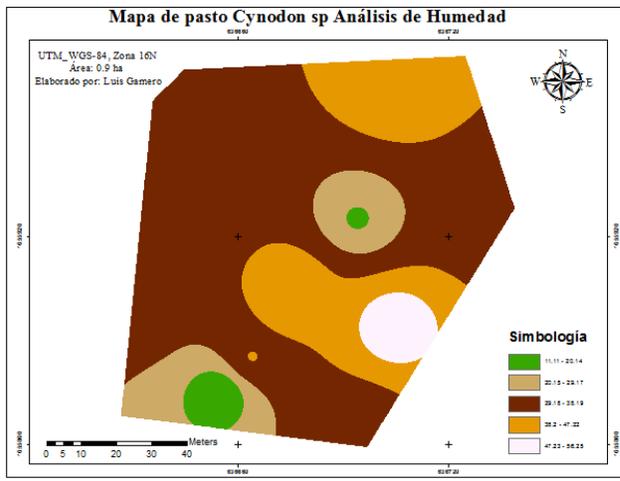
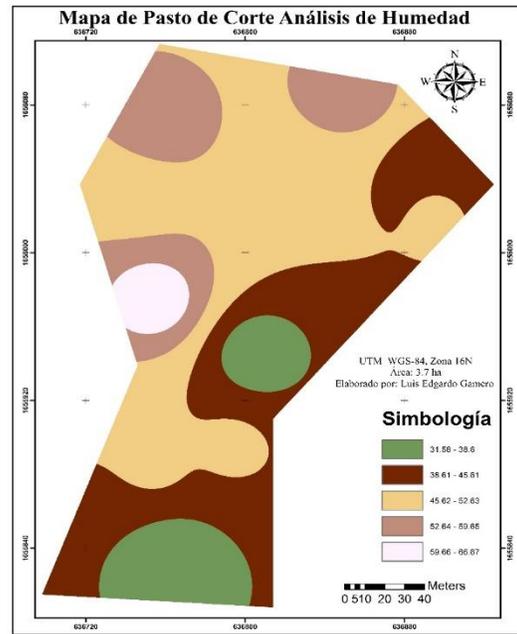
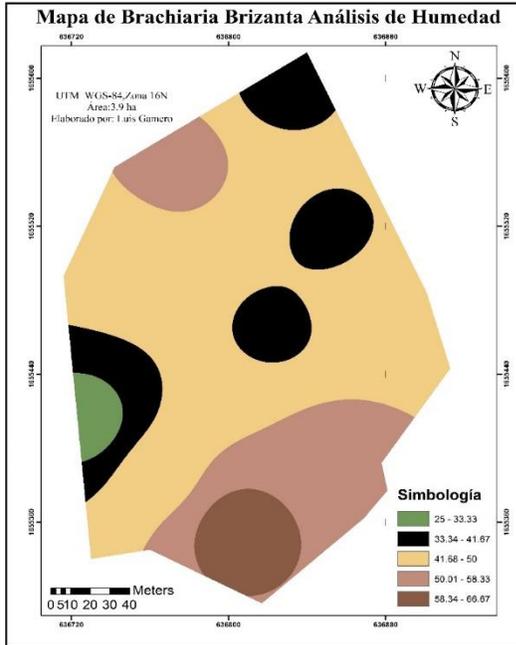


Figura 8. Distribución de la humedad en el suelo de la finca Isabela propiedad del señor Rony Cortes en la aldea de Río Tinto, Catacamas, Honduras

Se presentó una porosidad de 63-73% en promedio que se encontró en esta zona. Son las áreas de la finca de mayor aprovechamiento con las que cuentan. La porosidad más alta 74-76% se encontró las partes donde el suelo es más friable, además está cerca de las proximidades del río y se encuentra piedra (Figura 9).

Esto puede relacionarse que el terreno cuenta con una gran cantidad de piedra. De los factores intrínsecos a la piedra destaca la porosidad Grolier et al., 1990; Quénard y Sallée, (1991) (citado por Esbert, R. M., & Alonso Sánchez, J. 1995), influyendo no sólo el valor de la misma (porosidad abierta) sino también el modelo tridimensional y el grado de conectividad de los distintos espacios vacíos Esbert y Díaz Pache, (1993) (citado por Esbert, R. M., & Alonso Sánchez, J. (1995)).

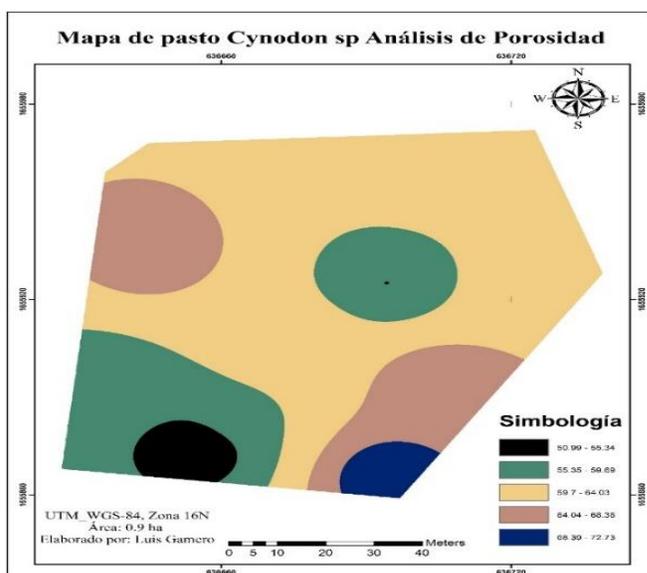
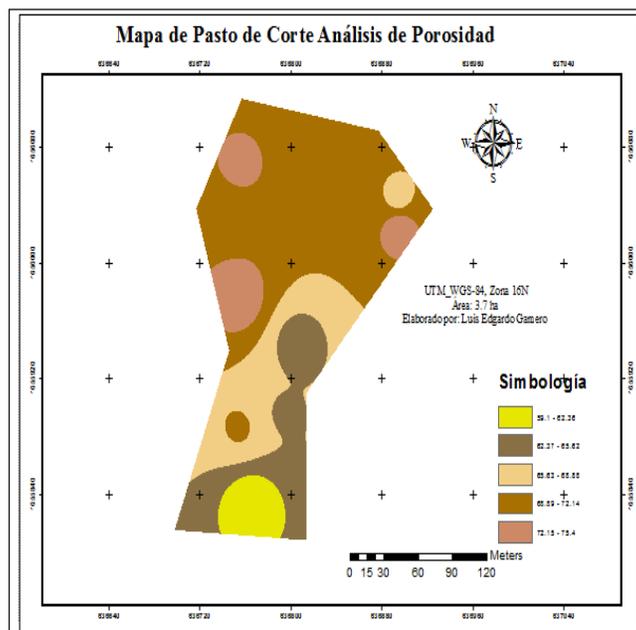
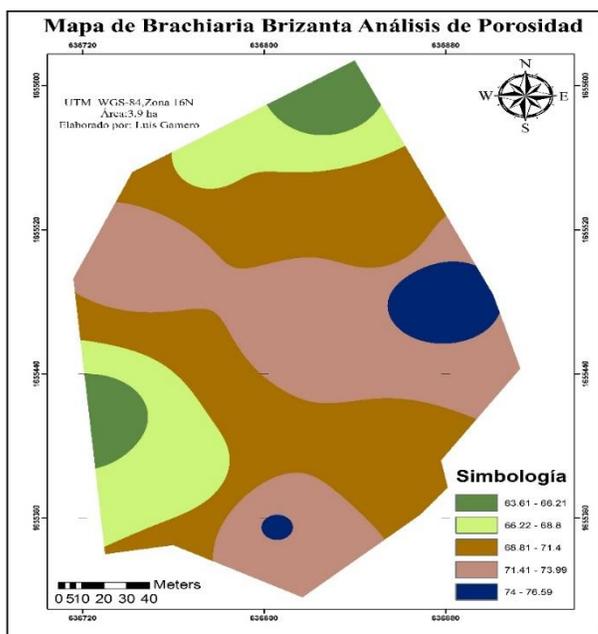


Figura 9. Distribución de la porosidad en el suelo de la finca Isabel, propiedad del señor Rony Cortes en la aldea de Río Tinto, Catacamas, Honduras

La densidad que presento la finca Isabela es la 0.70-0.82% g/cm^3 (Figura 10) que es la que encontré en la mayoría de las zonas, esto debido a las condiciones y manejo del terreno. Estas áreas son pasturas, se utilizan para el pastoreo del ganado, y esto tiene repercusiones en el suelo, por la compactación que produce el sobre pastoreo del ganado.

Se sabe que al aumentar la densidad g/cm^3 aumenta la compactación y afecta las demás propiedades edafológicas del suelo Pinzón y Amézquita (1991). Stephenson y Veigel (1987) obtiene que la densidad aparente se recuperó a un 92% de sus valores iniciales después de 16 meses de haber finalizado el pastoreo (Blanco Sepúlveda, R. 2008).

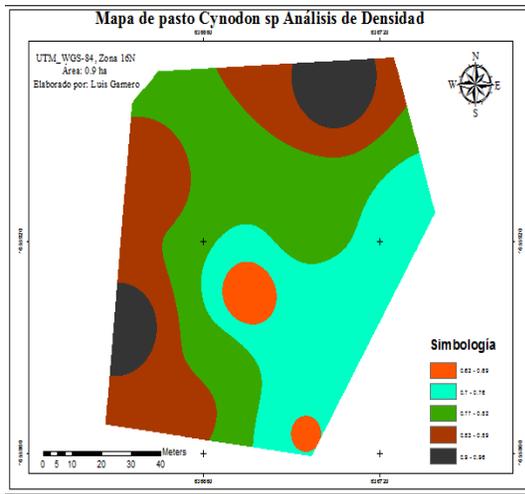
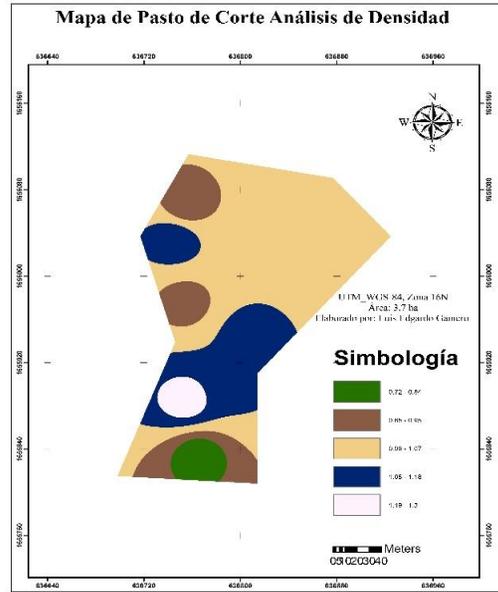
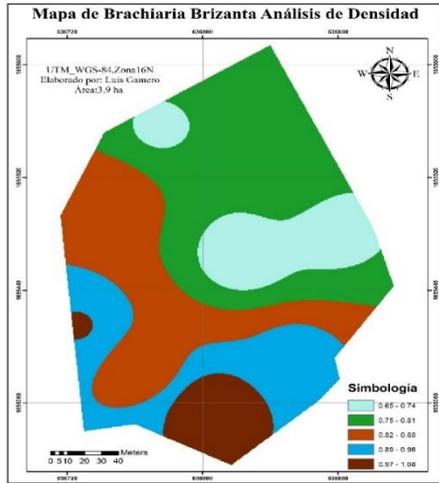


Figura 10. Distribución de la densidad aparente de la finca Isabela propiedad del señor Rony Cortes en la aldea de Río Tinto, Catacamas, Honduras

5.3. Análisis de macro y micronutrientes

La interacción que tiene los macro y micro-nutrientes, en el suelo es mucha importancia, ya que este determinara el potencial de este para alimentar a los cultivos que se desarrollen sobre él. Teniendo en cuenta esto se observa que la materia orgánica, predomina en el café de 20% de pendiente. Los demás nutrientes tienen una relación más cercana con lo que es el pasto de 20% de pendiente.

El pasto que está en un piso altitudinal más elevado 40% y 60% de pendiente muestran una relación con el molibdeno (Mn) con alguna representación significativa. (Figura 11).

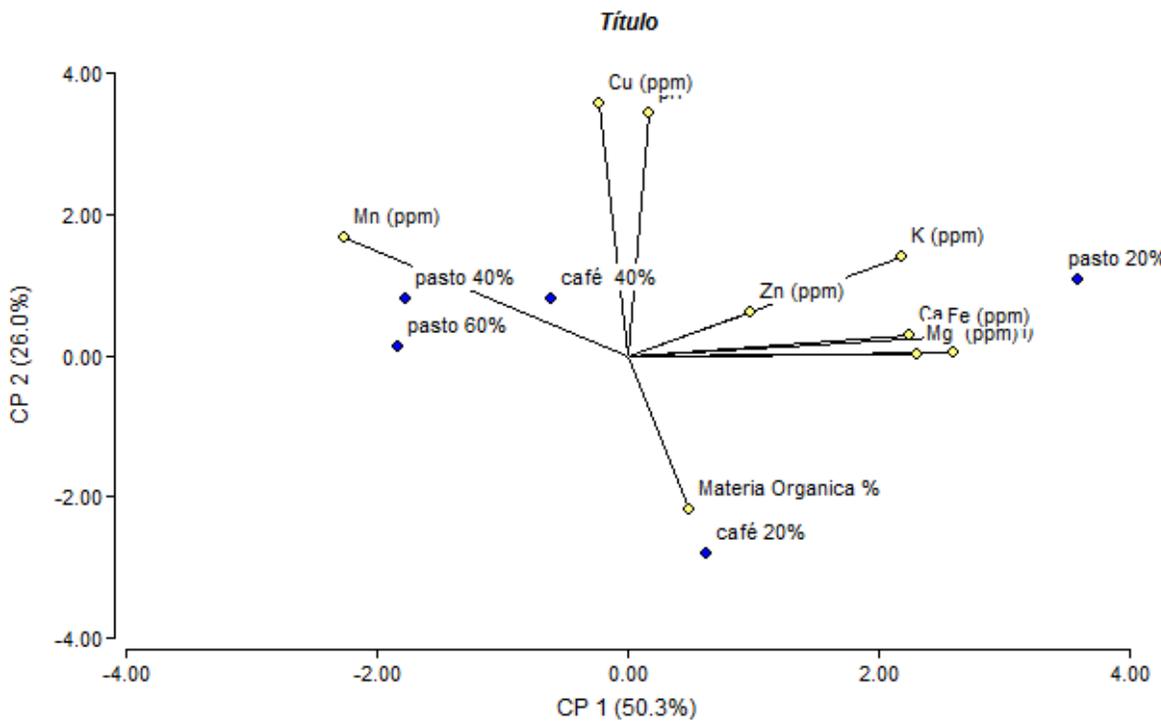


Figura 11. Análisis de componentes principales evaluando los macro y micronutrientes del suelo como ser: N, P, K, Mg, Zn, Ca y otros, de la finca Bernabé propiedad del ing. Efraín Sinclair, ubicada en la comunidad de Rio Tinto, Catacamas, Olancho, Honduras

En el caso de la materia orgánica es el componente principal el cual representa el 5% del nitrógeno que se encuentra en el suelo en este estudio, es de mayor importancia junto con el potasio, pH y calcio. Los nutrientes que son de mucha importancia, para el suelo tanto los micro como macro-elementos. Cada uno de ellos cumple una función específica y tienen una relación entre ellos.

En el caso del calcio (Ca) es la variable de mayor importancia o el nutriente que se presenta en mayor cantidad en el uso de suelo donde se encuentra el *cynodon sp*, y el pasto de *Brachiaria Brizanta* el fosforo (P) es el que tiene mayor representatividad, así mismo se ve el caso del pasto de corte que no presenta ningún nutriente de importancia y no presenta ninguna relación con ninguno de ellos (Figura 12).

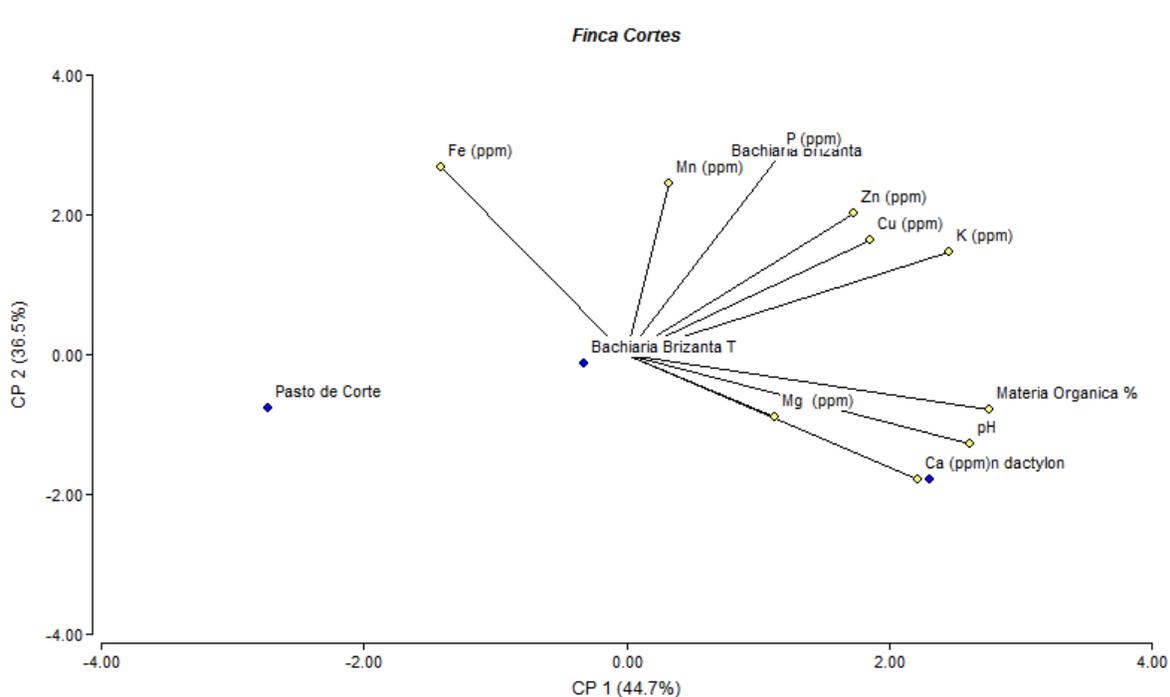


Figura 12. Análisis de componentes principales de los macro y micro-nutrientes del suelo, en varios usos de del mismo. En la finca Isabela propiedad del señor Rony Cortes, ubicada en la comunidad de Rio Tinto, Catacamas, Olancho, Honduras

5.4 Análisis de infiltración y comparación

Los resultados de infiltración en los suelos de las dos fincas son similares y continuos, como se observa en (Figura 13). Al haber una mayor cantidad de agua, aumenta la infiltración. Esto se ve claramente en el pasto *cynodon* que es que menor cantidad de agua tuvo y el café de 20% de pendiente es el presenta la infiltración más alta del estudio, por la cantidad de agua que se le agrego.

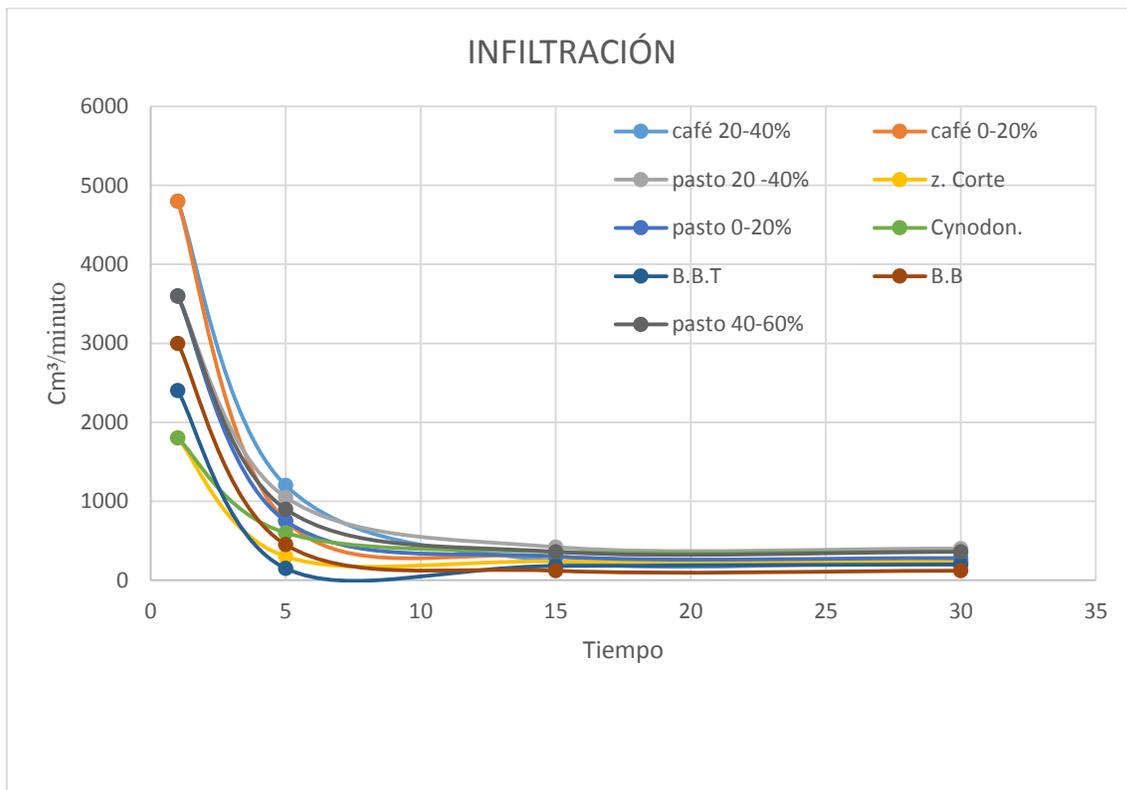
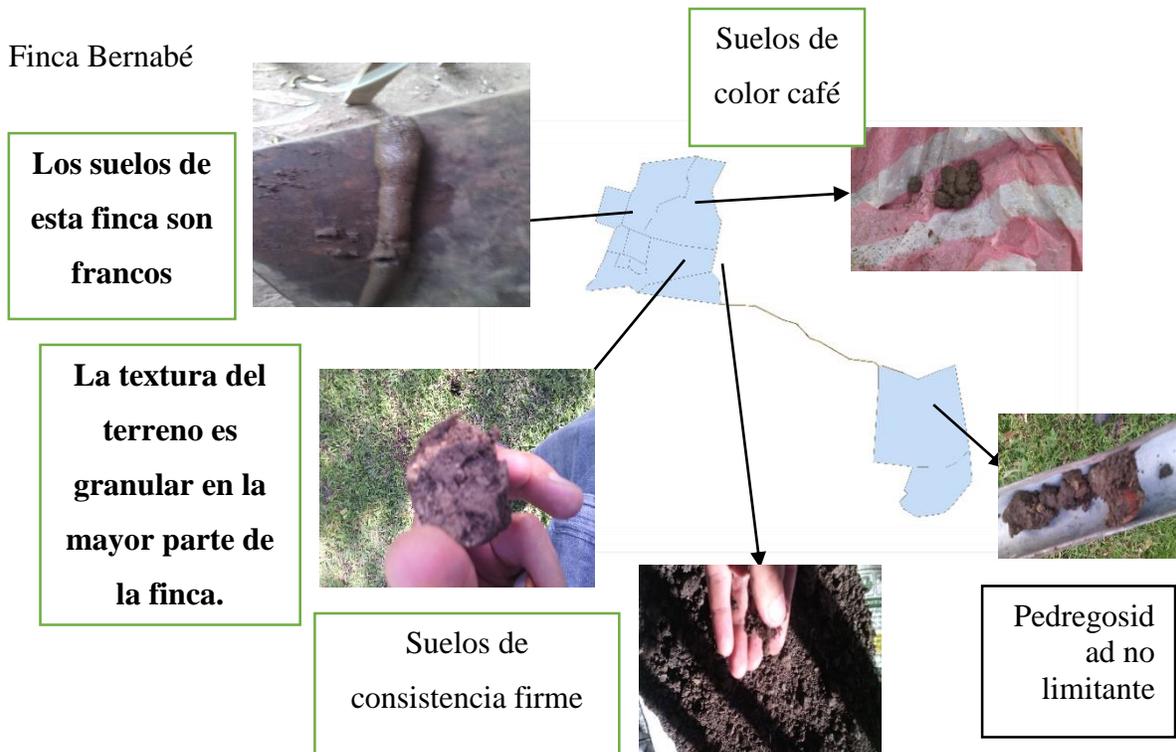


Figura 13. Comparación de la infiltración del área de estudio en la finca convencional y orgánica.

Análisis Características cualitativas



Textura

En la finca Bernabé se tomaron varias muestras de suelo, para determinar el tipo de textura que predomina, en la finca. Los suelos francos (arcilloso y limos), que son las dos categorías de suelo que predominan en la finca. Es importante saber qué tipo de suelo es el que tenemos, para un óptimo desarrollo del cultivo. Por ejemplo podemos establecer una plantación de lagunas para tilapia en un suelo con una textura arenosa, ya que se nos complicara el manejo, y el desarrollo de la tilapia, no sería el adecuado y el costo de producción sería muy elevado.

Estructura

La estructura encontrada en los suelos de la finca Bernabé, son de categoría granular en su mayoría, la estructura es buena en todas las parcelas de la finca. Ya que cuenta con dos cultivos, café y pasto. El uso de suelo con café no debe presentar muchos problemas de compactación, si ha tenido un buen manejo. El suelo donde se encuentra pasto es el que puede presentar algunos problemas con la compactación.

En este caso ya que una gran parte es utilizada para el pastoreo de animales, bovino específicamente, y esto a su vez producto del pisoteo del ganado, se va compactando el suelo. Y se altera la estructura del mismo. En términos físicos la compactación, disminuye el volumen de poros, modifica la estructura porosa y aumenta la densidad aparente (ρ_a) Baver *et al.*, 1991 (citado por Blanco-Sepúlveda, R, 2009).

La estructura es mucha importancia para que plantas, expresen su mayor potencial productivo. Ya que depende mucho el crecimiento plagiotrópico y aireación. Para que las raíces puedan desarrollarse adecuadamente y sin problemas.

Consistencia

En la finca Bernabé la consistencia en su mayoría es firme. Ya que la consistencia depende del grado de humedad del suelo, en este caso como el café y pasto que son los dos cultivos que predominan en la finca Bernabé. Y el café cuenta con una buena cobertura, de árboles maderables y hojarasca sobre el suelo, el pasto que mantiene siempre cubierto el suelo. Lo cual ayuda a retener humedad en el mismo, lo cual ayuda a su vez a la consistencia.

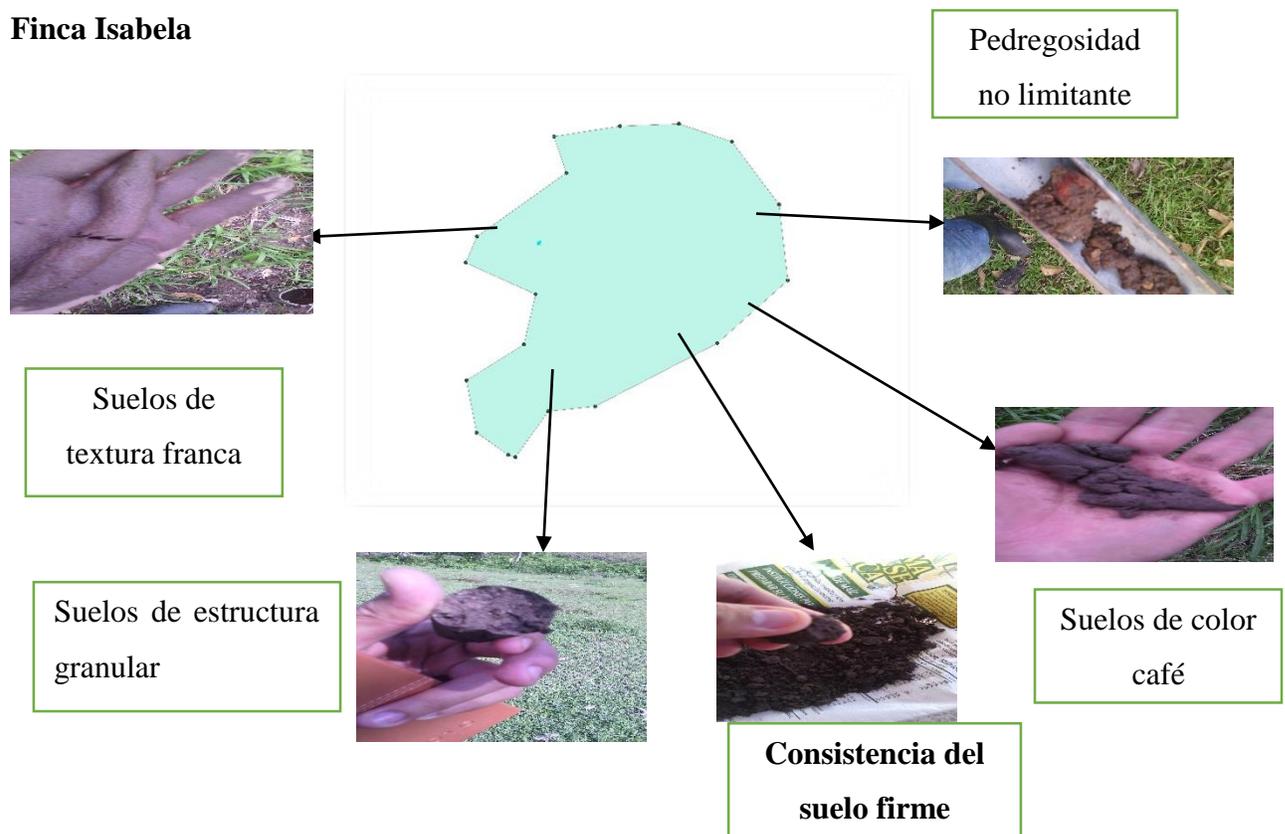
La pedregosidad

Se observó en la finca Bernabé una pedregosidad no limitante del menos de 35% en relación al suelo, de las parcelas donde se realizó el muestreo. Lo cual es bueno porque no dificulta realizar algún tipo de manejo en la finca.

Color

En la finca Bernabé predomina el color café. El cual es un indicador de materia orgánica presente en el suelo. La mayoría de los suelos de la finca son de este color, lo que indica que contienen un buen porcentaje de materia orgánica los suelos de la finca Bernabé.

Finca Isabela



Textura

La finca Isabel presenta suelos con características francas. Lo cual según la clasificación de los suelos son los que presenta una mayor aireación, porcentaje de minerales y materia orgánica. Son suelos con buenas características para implementar cualquier cultivo. Las parcelas están divididas y no están cerca una de la otra, por ser en la finca Isabel, las parcelas donde se muestreo solo tienen pasto. Ya que es de uso para el pastoreo del ganado e alimentación del mismo con forraje durante el año.

Estructura

La estructura de la finca Isabel es parecida o similar a la de la finca Bernabé son estructuras granulares. A pesar que la mayoría de los suelos de esta finca Isabel, son de uso para la explotación ganadera. La compactación del suelo por acción del pisoteo del ganado es inevitable. Con relación a la estructura, se encontró una pérdida de esta característica por pisoteo (Cuenca Piso, D. B, 2014).

Consistencia

En la finca Isabel la consistencia es firme. Es similar a la finca Bernabé. Como la consistencia depende la humedad que presente el suelo. La finca Isabel, cuenta con una cobertura de pasto lo cual ayuda a la retención de humedad.

Pedregosidad

La mayoría de las parcelas muestreadas de la finca Isabel presentaron una pedregosidad no limitante del 35% en relación al suelo de las muestras. Se encontró mucha partes rocosas y piedras, a medida se recolectaban las muestras y esto se puede deber a que se encuentran cerca del rio.

Color

El color que predominó en la finca Isabel es el color café. Este tipo de suelo es el que indica un mayor porcentaje de materia orgánica. Lo cual es un buen indicador del tipo de suelo que está presente en la finca

VI. CONCLUSIONES

La intensidad y diversidad de los grupos funcionales de las comunidades de macro-fauna son mucho más diversos en la finca Bernabé que en la Isabela, sea por la aplicación de fertilizantes orgánicos o cobertura del terreno. La diversidad de cultivos en comparación con la Isabela es mayor, el cafetal es el que presenta una mayor diversidad de macro-fauna que el pasto, por la cobertura y la cantidad de hojarasca en el suelo.

Las características físicas del suelo presentaron ciertas variaciones en el suelo, por las condiciones que se encuentran y el uso de suelo. Se presentaron datos mucho más eficientes en la finca Isabela como la profundidad densidad aparente por ejemplo, pero hay otros que es mucho mejor, en la finca Bernabé como ser la porosidad y la densidad y la infiltración del suelo.

Uno de los factores importantes es la cobertura del café, que tiene mucha influencia en la cobertura del suelo, por la cantidad de hojarasca que cubre el suelo. Esto ayuda a la mejorar las condiciones físicas y biológicas del suelo y a la retención de humedad.

La infiltración no presento una variación en ninguno de los resultados. Se determinó que las dos fincas eran similares en cuanto a la infiltración del agua en el suelo.

El análisis de macro y micro nutrientes nos indicó varios déficit en varias nutrientes, pero así mismo se determinó suelos, con buena cantidad de nutrientes como ser nitrógeno y la materia orgánica en la finca orgánica fueron más altos que en la convencional. Ya sea por la cantidad de hojarasca y por la aplicación de fertilizantes orgánicos.

VII RECOMENDACIONES

Para obtener mayor información de la macro-fauna del suelo en la comunidad de Río Tinto Catacamas, Olancho, es necesario realizar un estudio de este tipo refiriéndose a épocas del año tanto en temporada lluviosa y seca, ya que las comunidades de organismos necesitan dinámicas reproductivas en ciertas épocas.

Para tener un mayor indicador de la infiltración es necesario realizar un estudio, como este en mayor tiempo y en distintas épocas de lluviosa y secas. Así se puede ver la diferencia y la cantidad de infiltración en el suelo, y el déficit o la saturación de agua en el suelo.

Se necesita más tiempo para poder hacer un estudio con una mayor profundidad, ya que son muchas variables las que se miden y se necesita tiempo, para recolectar y analizar los datos del trabajo. Esto para que no se obvie ningún punto y se haga un análisis y estudio más meticuloso.

Una alternativa para que los suelos no sean tan deficientes sería el aumentar la cantidad de nutrientes que están deficientes en el suelo es aumentar la cobertura en el suelo e implementar más abonos orgánicos y enmiendas.

VIII BIBLIOGRAFÍA

Altieri, M. Agroecología: principios y estrategias para diseñar sistemas agrarios sustentables. Consultado el 01/07/2015. Disponible <http://agroeco.org/wp-content/uploads/2010/10/cap2-Altieri.pdf>

Altieri, M.A. 1987. Agroecology. The scientific basis of alternative agricultura. Westview pass, Boulder 2227 p

Altieri M, Diciembre 1994. Bases agroecológicas para una producción agrícola sostenible. Consultado 01/07/2015. Disponible https://www.socla.co/wpcontent/uploads/2014/altieri_revista_INIA1.pdf

Anderson, J. M., & Ingram, J. S. 1993. Tropical Soil Biology and Fertility A Handbook of Methods (Segunda ed.). Wallingford, Inglaterra: CAB Internacional.

Altieri. M.A. 1985. Sistemas de Policultivos. Agroecologías. Bases científicas de la agricultura alternativa. Ediciones CETAL. Valparaiso Chile.. p.89-92.

Blanco Sepúlveda, R. 2008. La evaluación de la vulnerabilidad del suelo a la degradación por uso ganadero en espacios montañosos. Análisis metodológico. *Estudios geográficos*, 69(264), 51-80. Disponible. En línea. <http://estudiosgeograficos.revistas.csic.es/index.php/estudiosgeograficos/article/view/79/76>

Blanco-Sepúlveda, R. 2009. La relación entre la densidad aparente y la resistencia mecánica como indicadores de la compactación del suelo. *Agrociencia*, 43(3), 231-239. Disponible. En línea. <http://www.scielo.org.mx/pdf/agro/v43n3/v43n3a2.pdf>

Cuenca Piso, D. B. 2014. Impacto de la ganadería sobre las características físicas-químicas del suelo predio Los Altares. Disponible. En línea. <http://66.165.175.249/bitstream/10596/2652/1/1117495827.pdf>

Castro T, Mercedes M; Liñares, M; Diéguez V, González A, Evolución temporal de la infiltración superficial a escala de parcela. Consultado 24/07/15. <http://ruc.udc.es/bitstream/2183/10923/1/CC%2052%20art%204.pdf>

Calderón. F; Pavlova, M.1999. Metodología para análisis químico.(en línea).consultado 31/07/2015 formato HLM disponible en http://www.drcalderonlabs.com/Metodos/Análisis_De_Suelos/MétodosQuimicosSuelos.htm

Céspedes L, M. 2005. Agricultura orgánica: Principios y prácticas de producción. s.ed. Chile. Pag. 131.

Esbert, R. M., & Alonso Sánchez, J. 1995. Waterproofing of porous carbonate rocks: Efficiency-controlling its properties. *Materiales de Construcción*,45(237), 15-30. Disponible. En línea. <http://materconstrucc.revistas.csic.es/index.php/materconstrucc/article/view/564/613>

FAO. 1996. ECOLOGIA Y ENSEÑANZA RURAL; Nociones ambientales básicas para profesores rurales y extensionistas. Roma, ITALIA: FAO.

Federación internacional de movimientos de agricultura orgánica (IFOAM). 2002. Manual de Capacitación en Agricultura Orgánica para los Trópicos. s.ed. Alemania. Pag. 198.

Federación internacional de movimientos de agricultura orgánica (IFOAM). 2005. Normas de IFOAM para la producción y el procesamiento orgánicos. (en línea). Consultado 13 de marzo de 2014. Disponible en <http://somexpro.org/wp-content/uploads/2008/12/ifoam.pdf>

Gonzales López, E. 2014. Complejidad Del Cultivo De Café En Sistemas De Producción Agroecológico Y Convencional En Los Municipios De El Paraíso Y

Gliessman.2002 agroecología procesos ecológicos en agricultura sostenible. Editor CATIE. p 107.

INE 2013. INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICA. CIFRAS DEL 2013.

IHCAFE. 2013. Informe estadístico anual cosecha 2012/2013. Honduras. 78p

IHCAFE. 2014. Información general de café de Honduras. (en línea). Citado el 19 de noviembre 2014. Disponible en <http://www.ihcafe.hn/>

Klosman, E & Vasquez, D. 1999. Manual de agricultura ecológica(en línea) La Habana (ACTAF)consultado el 10/09/2015, Disponible. En www.innovacion.gob.sv/inveta/attachments/article/2188/14592.pdf.

Lavelle, P., Blanchart, A., Spain, M., & Martin, S. 1992. Impact of soil fauna on the properties of soils in the humid tropics. (R. Lal, & P. Sánchez, Edits.) Myths and science of soils in the tropics.(29).

Mike J. Swift, David E. Bignell, Fátima M. S. Moreira y E. Jeroen Huising. El inventario de la biodiversidad biológica del suelo: conceptos y guía general. cap 1. Consultado 31/07/2015 (en línea). Disponible <http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones/libros/667/cap1.pdf>

Navarrete A, Correa G, López G, Rodríguez L. 2011. Naturaleza y utilidad de los indicadores de calidad del suelo. (En línea). Consultado 31/07/2015. Disponible <http://www.izt.uam.mx/newpage/contactos/anterior/n80ne/suelo.pdf>

Núñez. fundamentos de edafología editor. EUNED

Pérez, Holmann, Schuetz y Fajardo, Septiembre. 2006. Evaluación de ganadería bovina en países de América Central Costa Rica, Guatemala, Honduras y Nicaragua. Consultado el 01/07/2015. Disponible http://ciatlibrary.ciat.cgiar.org/ciat_digital/CIAT/books/Evolucion_Ganaderia_Bovina_Paises_America_Central.pdf

POTASH & PHOSPHATE INSTITUTE OF CANADA. manual de fertilidad de los suelos. p 13.

Primavesi. Manejo Ecológico del Suelo. Quinta edición. P 73-83.

Pashanasi, B. 2001. Estudio cuantitativo de la macrofauna del suelo en diferentes sistemas de uso de la tierra en la Amazonia Peruana. *Folia Amazónica*, 12(1-2), 75. Disponible. En línea. <http://www.iiap.org.pe/publicaciones/folias/folia12/folia%2012%20completa.pdf#page=72>

Ríos, Y. 2003. Importancia de las lombrices en la agricultura. *Sistema integrado de producción con no nutrientes*. Universidad Centro Occidental, 47-52. Disponible. En línea

https://scholar.google.es/scholar?q=IMPORTANCIA+DE+LAS+LOMBRICES+EN+LA+AGRICULTURA&btnG=&hl=es&as_sdt=0%2C5

Romero-López, A. A., Morón, M. A., Aragón, A., & Villalobos, F. J. 2010. La “gallina ciega”(Coleoptera: Scarabaeoidea: Melolonthidae) vista como un “ingeniero del suelo”. *Southwestern Entomologist*, 35(3), 331-343. Disponible. En línea. <http://www.bioone.org/doi/abs/10.3958/059.035.0312>

Rodríguez, I., Torres, V., Crespo, G., & Fraga, S. 2002. Biomasa y diversidad de la macrofauna del suelo en diferentes pastizales. *Rev. cubana Cienc. agríc*, 36, 403. Disponible. En línea. https://www.researchgate.net/profile/Verena_Torres/publication/237028196_Biomasa_y_diversidad_de_la_macrofauna_del_suelo_en_diferentes_pastizales/links/54e5d1fd0cf2bff5a4f1c722.pdf

Rojas, J. 2009. Densidad aparente Efecto de las rotaciones en siembra directa sobre parámetros físicos de suelo. Centro Regional chaco Formosa. Estacion Experimental Agropecuaria Saenz Peña. Consultado 10/07/2015. Disponible En http://inta.gob.or/documentos/densidad_aparente/at_multi_descarga /INTA

Restrepo 2000. Agroecología. (En línea) consultado el 30/06/2015. Disponible en www.fao.org/fileadmin/user_upload/training.../Agroecologia.pdf

Rucks L., García F, Kaplán A, Ponce de León y Hill M. 2004. Propiedades físicas del suelo. (en línea). Montevideo, URU, consultado el 24 de sept. 2015. Disponible, <https://www.google.hn/#q=propiedades+f%C3%ADsicas+del+suelo+pdf>.

Sánchez, S., & Crespo, G. 2004. Comportamiento de la macro-fauna del suelo en pastizales con gramíneas puras o intercaladas con leucaena. *Pastos y Forrajes*, 27(4). Disponible. En línea.

https://scholar.google.es/scholar?q=swift+clasificacion+de+los+macro+fauna+&btnG=&hl=es&as_sdt=0%2C5

Swift, M. J., Bignell, D. E., Moreira, F. M., & Huising, E. J. El inventario de la biodiversidad biológica del suelo: conceptos y guía general. Disponible. En línea. <http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones/libros/667/cap1.pdf>

Santacreo sf. Historia de café en Honduras. En línea. Consultado el 11/07/2015. Disponible en www.ihcafe.hn/index.php?option=com...historia-cafe

Sarandon & Flores 2014. Bases teóricas para el diseño y manejo de Agro-ecosistemas sustentables. Primera edición p 21-87

Sánchez A, Marzo 2009. Conductividad hidráulica en diferentes suelos en el departamento de Boaco. (En línea). Consultado 24/072015. Disponible <http://cenida.una.edu.ni/Tesis/tnp33s211.pdf>

Suarez de Castro F. 1979. conservación de suelos. Tercera edición. p 14-15

Teuscher sf El suelo y su fertilidad. Disponible en la Biblioteca de la Universidad Nacional de Agricultura

Torres 1997. Agricultura sustentable vs. Convencional consultado el 01/07/2015. Disponible en www.bioculturaldiversityandterritory.org/.../14_300000176_sistematizac

Valdez, Z. J.I, M.H. Badii. A, Guillen. & M.S. A, Zepeda.2015. Causas e impacto Socio Económico y Ambiental de la erosión (en línea), Mexico consultado el 10/09/2015, disponible en <http://www.spentamexico.org/v10-n1/A6.10%281%2976-87.pdf>

Villarroel J, Agosto. 1988. Manual práctico para la interpretación de análisis de suelos en laboratorio. Consultado 24/07/15. Disponible <http://atlas.umss.edu.bo:8080/jspui/bitstream/123456789/142/1/MANUAL%20PRACTICO%20ST10.pdf>

ANEXOS

Anexo 1. Conteo de meso fauna del suelo



Anexo 2. Resultados del análisis químico. Y Recolección de muestras para el análisis químico

FOIA
FUNDAÇÃO FLORENÇA DE INVESTIGAÇÃO AGRÍCOLA

La Lima, Cerro
04 de febrero del 2016

EQA 1133-16

Informe
DOI 144313 2013/517-VV
Evidencias M 1141

Estimados señores:

Recibió un email adjunto describiendo casos en sus cultivos de banana.

Adjunto a la presente, encuentro los resultados de análisis realizado en 75 muestras sustratadas por vía aérea, el 21 de enero del 2016, según SRI 17965, con Informe No. 01573.

Esperamos que el servicio analítico sea para su beneficio y si tiene alguna pregunta sobre los resultados o por cualquier otro motivo, no dude en consultarnos.

Atentamente,



Centro Científico, Pinar
Jefe Lab. Química A201612

Apertado Postal 2007, San Felipe de, Guaya, Honduras, C.A.
Tel: 999 8461111 ext: 2222 9999 / 2222-9999 / 2222-9999
Correo electrónico: info@foia.org
La Lima, Cerro, Honduras, C.A. www.foia.org.hn



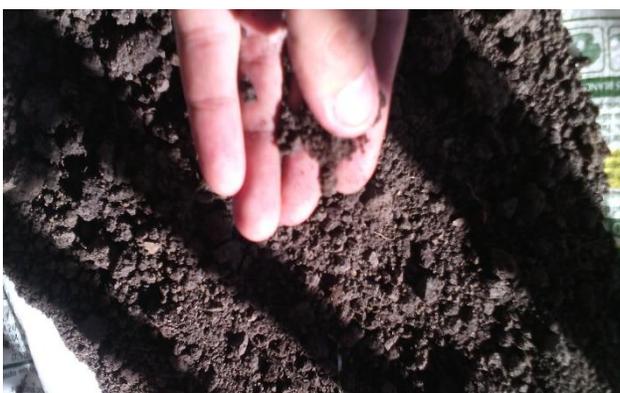
Anexo 3. Prueba de infiltración con el método del cilindro.



Anexo 4. Medición de la profundidad con un barreno



Anexo 5. Prueba de consistencia



Anexo 6. Pesado y secado de las muestras de suelo para calcular la densidad aparente



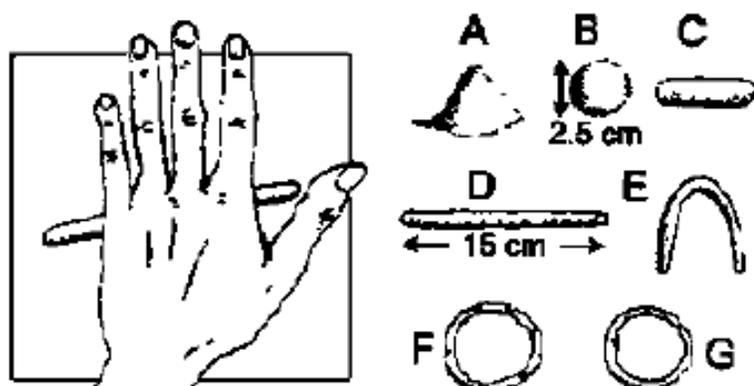
Anexo 7. Calculo de textura



Anexo 1. Características y formas utilizadas para la determinación de la textura del suelo en campo

Textura	Características	Figura
Arenoso	El suelo permanece suelto y separado, y puede ser acumulado solo en forma de pirámide	Figura A
Arena Franca	El suelo contiene suficiente limo y arcilla para volverse pegajosos y se le puede dar forma de una bola que fácilmente se deshace	Figura B
Franco limoso	Parecido a la arena franca, pero al suelo se le puede dar forma enrollándolo como un pequeño y corto cilindro	Figura C
Franco	Contiene casi la misma cantidad de arena, limo y arcilla. Puede ser enrollado como cilindro de seis pulgadas de largo aproximadamente que se quiebra cuando se dobla	Figura D
Franco Arcilloso	Parecido al franco, aunque puede ser doblado en forma de U sin excederse y no se quiebra	Figura E
Arcilla fina	El suelo puede tomar forma de círculo, pero mostrando grietas.	Figura F
Arcilla Pesada	El suelo puede tomar forma de círculo sin mostrar ninguna grieta	Figura G

Fuente: Agricultural Compendium for Rural Development in the Tropical (Perez 2010)

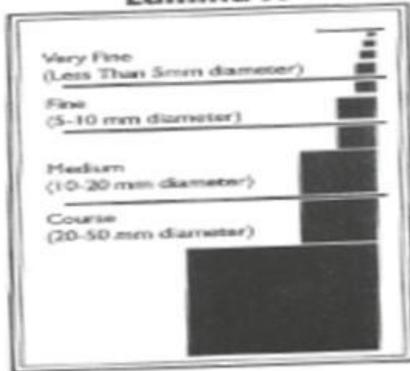


Fuente: Agricultural Compendium for Rural Development in the Tropical (Perez 2010)

Anexo 8. Laminas para determinar la estructura del suelo

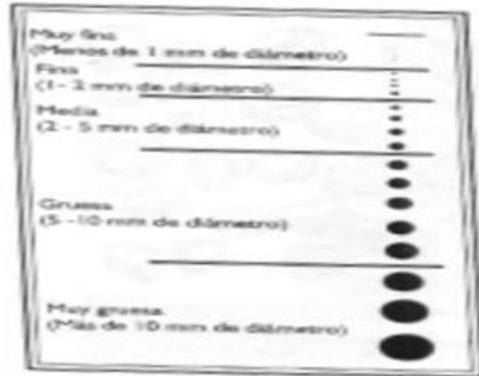
Determinación de Estructura Blocosa Angular y Subangular

Lámina A



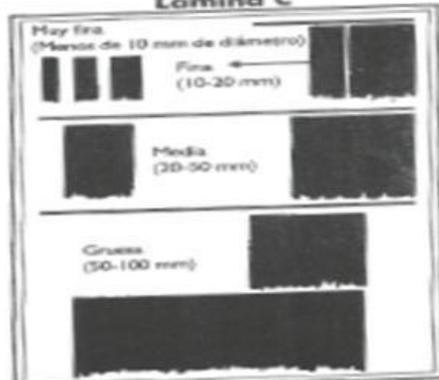
Determinación de estructura granular

Lamina B



Determinación de Estructura Prismática y Columnar

Lámina C



Determinación de Estructura Laminar

Lámina D



Anexo 9. Recolección de muestras para calcular la densidad aparente



Anexo 10. Análisis cualitativo descripción.

Finca	Tratamiento	Textura	Estructura	consistencia	pedregosidad	color
Araucaria Bernabé	café de 0-20%	Arcilla fina	Granular 5-10 mm	Firme	No Limitante	Grisaceo muy oscuro
Araucaria Bernabé	café de 0-20%	Franco	Granular 2-5 mm	Firme	No Limitante	Café muy oscuro
Araucaria Bernabé	café de 0-20%	Franco limoso	Granular 1-2 mm	Firme	No Limitante	Negro
Araucaria Bernabé	café de 0-20%	Arena Franca	Granular 5-10 mm	Firme	No Limitante	Café oscuro
Araucaria Bernabé	café de 0-20%	Franco arcilloso	Granular 1-2 mm	Firme	No Limitante	café
Araucaria Bernabé	Café de 20-40%	Arcilla fina	Prismatico 2-5 mm	Firme	No Limitante	Grisaceo oscuro
Araucaria Bernabé	Café de 20-40%	Franco arcilloso	Granular 5-10 mm	Firme	No Limitante	Luz café oscuro
Araucaria Bernabé	Café de 20-40%	Arena franca	Granular 5-10 mm	Firme	No Limitante	Café oscuro
Araucaria Bernabé	Café de 20-40%	Franco	Granular 2-5 mm	Firme	No Limitante	Grisaceo oscuro
Araucaria Bernabé	Café de 20-40%	Franco limoso	Granular 1-2 mm	Firme	No Limitante	Grisaceo muy oscuro
Araucaria Bernabé	Pasto de 0-20%	Franco limoso	Granular 1-2 mm	Firme	No Limitante	café oscuro
Araucaria Bernabé	Pasto de 0-20%	Franco	Granular 2-5 mm	Firme	No Limitante	Negro
Araucaria Bernabé	Pasto de 0-20%	Arena Franca	Granular 5-10 mm	Firme	No Limitante	Grisaceo oscuro
Araucaria Bernabé	Pasto de 0-20%	Arcilla Fina	Granular 5-10 mm	Firme	No Limitante	Grisaceo oscuro
Araucaria Bernabé	Pasto de 0-20%	Franco limoso	Granular 1-2 mm	Firme	No Limitante	Grisaceo muy oscuro
Araucaria Bernabé	Pasto de 20-40%	Arcilla fina	Granular 2-5 mm	Firme	No Limitante	Luz muy oscuro
Araucaria Bernabé	Pasto de 20-40%	Arena Franca	Granular 5-10 mm	Firme	No Limitante	Café oscuro
Araucaria Bernabé	Pasto de 20-40%	Franco	Granular 2-5 mm	Firme	No Limitante	Café grisaceo muy oscuro
Araucaria Bernabé	Pasto de 20-40%	Arcilla Pesada	Blocoso Sub Angular 5-10mm	Firme	No Limitante	Café muy oscuro
Araucaria Bernabé	Pasto de 20-40%	Franco arcilloso	Granular 5-10 mm	Firme	No Limitante	Grisaceo oscuro
Araucaria Bernabé	Pasto 40-60%	Arcilla fina	Granular 1-2 mm	Firme	No Limitante	Café oscuro
Araucaria Bernabé	Pasto 40-60%	Franco	Granular 2-5 mm	Firme	No Limitante	Luz café osuro
Araucaria Bernabé	Pasto 40-60%	Arcilla Pesada	Blocoso Sub Angular 5-10mm	Firme	No Limitante	Café oscuro

Finca	Tratamiento	Textura	Estructura	consistencia	pedregosidad	color
Isabel	B.Brizanta	Arcilla Fina	Granular 2-5 mm	Firme	No limitante	Luz Café Oscuro
Isabel	B.Brizanta	Franco	Granular 5-10 mm	Firme	No limitante	Café Amarillento
Isabel	B.Brizanta	Franco limoso	Granular 1-2 mm	Firme	No limitante	Amarillento Oliva
Isabel	B.Brizanta	Franco	Granular 2-5 mm	Firme	No limitante	Café Oscuro
Isabel	B.Brizanta	Franco limoso	Granular 1-2 mm	Firme	No limitante	Café Oscuro
Isabel	B.B. Toronjos	Arcilla fina	Granular 2-5 mm	Firme	No Visible	Olivo
Isabel	B.B. Toronjos	Franco arcilloso	Granular 5-10 mm	Firme	No Visible	Café Oscuro
Isabel	B.B. Toronjos	Arcilla Pesada	Blocoso Sub Angular } 5-10mm	Firme	No Visible	Luz Café Oscuro
Isabel	B.B. Toronjos	Franco	Granular 2-5 mm	Firme	No Visible	Grisaceo Oscuro
Isabel	Z.Corte	Franco	Ggranular 2-5 mm	Firme	No Visible	Luz Café Oscuro
Isabel	Z.Corte	Franco limoso	Granular 1-2 mm	Firme	No Visible	Café Amarillento
Isabel	Z.Corte	Arenoso	Granular 10 mm	Firme	No Visible	Amarillento Oliva
Isabel	Z.Corte	Franco arcilloso	Granular 5-10 mm	Firme	No Visible	Café Oscuro
Isabel	Z.Corte	Arena franca	Granular 5-10 mm	Firme	No Visible	Café Oscuro
Isabel	C.Dactylon	Arcilla fina	Blocoso Sub Aangular 5-10mm	Firme	No limitante	Café muy Oscuro
Isabel	C.Dactylon	Franco arcilloso	Granular 5-10 mm	Firme	No limitante	Café Oscuro
Isabel	C.Dactylon	Franco limoso	Granular 1-2 mm	Firme	No limitante	Café Grisaceo muy Oscuro
Isabel	C.Dactylon	Arena franca	Granular 5-10 mm	Firme	No limitante	Café Oscuro
Isabel	C.Dactylon	Arcilla fina	Granular 2-5 mm	Firme	No limitante	Luz Café Oscuro

Anexo 11. Determinar la biología del suelo

1. Características biológicas del suelo

Se tomaron en cuenta la temperatura para determinar, si es un factor influyente en nuestro análisis y si se ven afectadas por este la calidad física del suelo.

Para medir las características físicas del suelo se tomaran 5 sub muestras dentro de cada parcela de 100 m² .

Microbiología del suelo. Se tomara una porción de las muestras extraídas para el análisis químico para hacer los conteos de hongos, bacteria y actinomicetos.

Determinación de Macro-Fauna

Se utilizó la metodología de Anderson e Ingram, (1993), para ello en cada punto de muestreo se tomaron muestras de bloques de suelo de 25 cm por 25 cm hasta 30 cm de profundidad de acuerdo con el método estándar. Con un marco se delimitará el área del monolito y en el contorno se cavara una zanja para extraerlo completamente. El suelo se extraerá 3 capas de 10 cm hasta llegar a los 30 cm de profundidad. Posteriormente se revisó cada muestra colectada para determinar presencia de organismos presentes dispersos en el sitio.

.Se clasificaron los grupos funcionales de la biota del suelo (Swift *et al.* 2005).

- A) Herbívoros:
- B) Ingenieros del ecosistema
- C) Transformadoras de hojarasca
- D) Depredadores

Tabla 1. Recolección de datos para un posterior análisis de Macro-fauna y comparación entre sistemas.

Microorganismos	café 20%	pasto 20%	café 40%	pasto 40%	pasto 60%
<i>Lombrices</i>	25	26	7	6	8
<i>Hormigas</i>	6	18	1	4	15
<i>Araña blanca</i>	1	0	1	0	0
<i>Gallina ciega</i>	3	0	0	1	2
<i>Gusanos</i>	3	0	0	0	0
<i>Chinches</i>	0	0	1	1	0
<i>Mariquitas</i>	0	0	0	1	0
Total	38	44	10	13	25

CLASIFICACIÓN	café 20%	pasto 20%	café 40%	pasto 40%	pasto 60%
<i>Transformadores de hojarasca</i>	7	1	2	3	2
<i>Ingenieros del ecosistema</i>	31	44	8	10	20

Macro-Fauna	<i>B. brizanta</i>	<i>B. brizanta</i> <i>T</i>	<i>Maralfalfa</i>	<i>Cynodon</i> <i>sp</i>
<i>cien pes</i>	0	0	9	0
<i>hormigas</i>	15	20	13	18
<i>lombrices</i>	13	19	16	16

CLASIFICACIÓN	<i>B.B</i>	<i>Brachiara</i> <i>brizanta. T</i>	<i>MARALFALF</i> <i>A</i>	<i>Cynodon</i> <i>sp</i>
<i>Transformadores de hojarasca</i>	0	0	9	0
<i>Ingenieros del ecosistema</i>	28	39	29	39

Anexo 12. Características Químicas del suelo

Medición del pH

El término reacción o pH, se emplea universalmente para expresar el contenido de iones hidrógeno que se encuentran una solución en forma activa en suspensión de cualquier material. Los valores de pH del suelo varía de acuerdo a las condiciones de humedad, cuánto

más diluida sea la suspensión de un suelo tanto más alto será el valor de pH hallado, ya sea en el suelo ácido o en suelo alcalino.

- 1- Se identificó el área de muestreo y se procedió a sacar la sub-muestra para el análisis.
- 2- Se retiró toda imperfección hasta dejar solamente la parte del suelo que se necesita para la sub-muestra
- 3- Se recolecto una muestra por cada cultivo y pendiente que se encuentro para ser analizada en laboratorio cada una marcada y etiquetada con el cultivo la fecha que fue recolectada

Tabla 2. Existen muchas tablas de clasificación de pH de suelos agrícolas, en el presente trabajo se incluye la propuesta por Cochrane

<i>Clasificación</i>	<i>Ph</i>
<i>Muy fuertemente acido</i>	<4.5
<i>Fuertemente acido</i>	4.6-5.2
<i>Moderadamente acido</i>	5.3-5.9
<i>Débilmente acido</i>	6.0-6.5
<i>Neutro</i>	6.6-7.0
<i>Débilmente alcalino</i>	7.1-7.5
<i>Moderadamente alcalino</i>	7.6-8.0
<i>Fuertemente alcalino</i>	8.1-9
<i>Muy fuertemente alcalino</i>	>9

Fuente Cochrane.

Anexo 13. Determinación de las propiedades físicas del suelo

Infiltración:

Se utilizó un cilindro de tubo de PVC de 6 pulgadas, este se introducirá en el suelo hasta unos 10 cm de profundidad. Se colocó un plástico sobre el cilindro y agrego agua, registrando

la altura de esta. Al quitar el plástico se registrara el nivel del agua a 1, 5, 15, 30 minutos, hasta que toda el agua se infiltro.

- 1- Se ubicaron las áreas de muestreo.

Se tomaron las áreas donde se encuentran los cultivos de pastos y café cada uno tiene un manejo diferente y se encuentran en distintas zonas son cinco zonas de las cuales, tres son de uso ganadera que contienen pastos y las otras dos son de café; El café al igual que el pasto se encuentra en distintos manejos y topografía.

- 2- Se dividió el área de muestreo según la pendiente del terreno

Se tomaron y dividieron los muestreos según la topografía del terreno donde se encuentren los cultivos.

- 3- Se tomaron 2 sub-muestras por cada parcela según la topografía que presente el suelo.
- 4- Colocar el cilindro sobre el suelo introducirlo aproximadamente 10cm
- 5- Nivelar el cilindro
- 6- Cubrir el interior del cilindro con una bolsa plástica transparente
- 7- Llenar el cilindro asta faltar 2cm para alcanzar el borde
- 8- Nivelar el cilindro
- 9- Retirar la bolsa tomar anotaciones de la cantidad de agua que se filtra a los 5, 10, 15, 30 y 45 minutos.

La Pedregosidad

Se determinó visualmente al momento de la toma de las muestras. Se consideraron los siguientes criterios:

No hay pedregosidad. si no se observan rocas, gravas o fragmentos de roca en la muestra.

Pedregosidad no limitante: Cuando se encuentren rocas, gravas o fragmentos de roca en una cantidad de 35% o menos, por volumen de suelo.

Pedregosidad interna limitante: Será limitante cuando dentro del perfil del suelo se encuentren fragmentos de grava o roca en más de 35% por volumen.

Características físicas

Textura: Las características físicas del suelo son esenciales para saber si el manejo que se está dando al suelo es el mejor o nos está ocasionando algún problema afectando a la fertilidad y disponibilidad de los nutrientes para las plantas ya que al momento de implementar un cultivo la textura y estructura del suelo son importantes tomarlas en cuenta.

Para medir las características físicas del suelo se tomarán 5 sub muestras dentro de cada parcela de 100 m².

La textura se determinó con un método adaptado. Que nos indica la textura que presenta el suelo según la forma que este adopte cuando lo moldeamos.

Estructura Para la determinación de la estructura se utilizó la metodología de Hulaf (1981) se tomaron muestras de suelo, procurando mantenerlo con la forma original hasta que se proceda a manipularlo se presionara ligeramente al principio y poco a poco se aplicara mayor presión para permitir que se rompa de tal manera que quedaron de forma natural los agregados. Cuando la muestra del suelo se desmenuza se identificó la estructura a través de la forma que tomo con láminas gráficas llevadas al campo debidamente laminadas para su protección

Profundidad de la capa arable

Para medir la profundidad de cada parcela se utilizó un barreno de colcho o ranura y se observó los cambios de color y tipo de material, en este punto se mide hasta

donde penetra el barreno. Para saber hasta dónde puede haber un buen y fácil desarrollo radicular de las plantas.

Color del suelo: se determinó por comparación de los colores que se encuentran recogidos en la tabla Munsell se utilizó terrones húmedos y secos para obtener el nombre del color y su nomenclatura.

Pendiente

Se hizo con SIG

Los grados de pendiente se clasificaron de la siguiente forma:

Pendientes suaves (0 a 20%)

Moderadamente fuertes (20 a 40%)

Muy fuertes (40 a 60%)

Consistencia del suelo: Para la estimación de la consistencia de suelo seco y húmedo se realizara siguiendo la metodología de Trejo *et al.* (1999). Que indica tomar un terrón de suelo seco y tratar de romperlo manualmente y categorizándole de acuerdo de la dureza del mismo. Si el estudio se realiza en un momento que hay lluvias, las muestras de suelo para el cálculo de la consistencia en suelo se dejara varios días para que se seque a temperatura ambiente.

Variable	Descripción
Blando	El terrón es débil, se rompe fácilmente y se desmenuza en polvo o granuloso.
Ligeramente duro	El terrón es débilmente resistente a la presión fácilmente quebradizo entre los dedos pulgar e índice.
Duro a muy duro	El terrón es muy resistente a la presión, puede ser quebrado con las manos con dificultad, pero no podrá ser quebrado con la presión de los dedos índice y pulgar.

Para la determinación de consistencia con el suelo húmedo se agregara agua gota a gota permitiendo que el agua se filtre en su totalidad de la superficie del terrón, luego se procederá a determinar la consistencia. Se determinara la consistencia usando cuadros con información para ello, categorizando el suelo de friable a muy firme.

Variable	Descripción
Friable	El terrón se desmenuza fácilmente bajo una ligera presión de los dedos pulgar e índice
Firme	El terrón se desmenuza bajo una moderada presión entre los dedos; débilmente resistente a la presión y fácilmente quebradiza entre los dedos pulgar e índice, pero se distingue claramente su resistencia.
Muy Firme	El terrón es muy resistente a la presión, se desmenuza con dificultad.

Medición de la densidad aparente

La densidad aparente se define como la masa de suelo por unidad de volumen (g. cm⁻³ o t. m³). Describe la compactación del suelo, representando la relación entre sólidos y espacio poroso (Keller & Håkansson, 2010). La densidad aparente varía con la textura del suelo y el contenido de materia orgánica; puede variar estacionalmente por efecto de labranzas y con la humedad del suelo sobre todo en los suelos con arcillas.(Taboada & Álvarez, 2008).

Método del cilindro

Es el método más utilizado en nuestro país para determinar la densidad aparente de una forma práctica y sencilla. Una de las desventajas de tomar la muestra con el cilindro, es que el valor puede variar con el tamaño del cilindro, siendo mayor la densidad cuando menor es el tamaño del cilindro, a causa de que no se captan los poros de mayor diámetro. En general, el método presenta poca variación, es fácil de repetir y su determinación es sencilla Se tendrá el cuidado

de que la muestra no sea alterada por residuos vegetales o por interferencias en la extracción. La muestra será secada en un Horno a 105°C por 24 horas

$$Da = \frac{Mss (g)}{V (cm^3)}$$

Donde:

Da = densidad aparente del suelo

Mss = masa o peso del suelo seco, V = volumen del cilindro

Toma de la muestra

- 1- En cada subsistema se realizará la toma de densidad aparente se utiliza el método del cilindro propuesto por (Taboada & Álvarez, 2008).
- 2- Se retira la maleza que se encuentra en la superficie del suelo y cualquier material ajeno a la muestra
- 3- Se tomaran seis muestras por cada subsistemas en cada una de las muestras se utilizara un cilindro de PVC, una tabla de madera, un martillo y una pala.
- 4- Colocar el cilindro en el suelo en la parte con una menor pendiente y una tabla sobre de este, se golpe con un martillo suavemente hasta que introduzca la mayor parte de él, para evitar compactación colocamos otro cilindro encima asta introducirlo completamente.
- 5- Al momento de retirarlo se realiza con mucho cuidado utilizando una pala excavando desde abajo asta sacar completamente el cilindro con tierra.
- 6- De cada cilindro se tomara el diámetro y altura para determinar el volumen del mismo.
- 7- Una vez recolectadas las muestras se llevaran al laboratorio para sacar la humedad del suelo en el horno o utilizando un microondas.

- 8- De cada muestra se tomaran 100g para calcular la perdida por humedad de la muestra y realizar el cálculo de densidad aparente.

Según los resultados obtenidos al momento de calcular la densidad aparente se clasifica la textura del suelo utilizando la tabla de relación textura densidad aparente

Tabla 3.Relación textura densidad aparente

<i>Textura del suelo</i>	<i>Densidad aparente (g cm³)</i>
<i>Arenoso</i>	<0.79
<i>Franco-arenoso</i>	0.8-0.99
<i>Franco</i>	1.-1.19
<i>Franco-arcilloso</i>	1.2-1.29
<i>Franco-limoso</i>	1.3
<i>Arcilloso</i>	>1.4

Fuente adaptada.

$$Densidad\ aparente(g.\ cm^3) = \frac{peso\ suelo\ seco\ (g)}{volumen\ del\ cilindro\ (cm^3)}$$

Volumen del cilindro

$$V=\pi*r^2*h$$

Donde:

V= volumen

π = constante

r²= radio al cuadrado

h= altura del cilindro

- ✓ **Porosidad total del suelo:** para esto se utilizara la densidad aparente (Da) y la densidad real (Dr)

$$\% \text{ Espacio porosos del suelo} = \frac{Da}{Dr} * 100$$

Capacidad de retención de humedad (CRH): la muestra extraída del cilindro se le agrega agua hasta saturarla, luego se pesó y seco al horno a 105°C por 10 minutos. Por diferencia entre el peso saturado y el peso seco, se conoce la cantidad de agua que ocupaba el espacio poroso de la muestra. Esta cantidad está expresada en unidades de peso, y suponiendo que la densidad del agua permanece incambiada igual a uno, un gramo de agua es igual a un cm³ de agua. Por lo tanto la diferencia entre los pesos saturado y seco de las muestras es igual a los cm³ de porosidad total que poseen.

Medición de un aproximado de la MO del suelo

En un agro-sistema, debido a la rotura del equilibrio dinámico en los contenidos de la materia orgánica del suelo (MOS), las cantidades de los residuos incorporados al suelo son generalmente menores que en los ecosistemas naturales (ANDREUX & CERRI, 1989). Ocurriendo reducciones del C y del N con el tiempo de cultivo.