

UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA

**CARACTERIZACIÓN DE SUELOS EN SISTEMAS DE PRODUCCIÓN
AGROECOLOGICA Y CONVENCIONAL EN LA PRODUCCIÓN DE HORTALIZAS**

POR:

LUIS ALFREDO GARCÍA RAMÍREZ

TESIS

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

INGENIERO AGRONOMO



CATACAMAS

OLANCHO

JUNIO, 2016

**CARACTERIZACION DE SUELOS EN SISTEMAS DE PRODUCCION
AGROECOLOGICA Y CONVENCIONAL EN LA PRODUCCION DE HORTALIZAS**

POR:

LUIS ALFREDO GARCÍA RAMÍREZ

JOSUE MATUTE M, Sc.

Asesor principal

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

CATACAMAS

OLANCHO

JUNIO, 2016

DEDICATORIA

A **DIOS** porque sin la ayuda de él nada hubiese sido posible; por darme la sabiduría la fortaleza para poder cumplir uno de mis mayores logros de mi vida y ver realizados mis sueños después de tantos obstáculos y adversidades que me ayudo a superar, por la salud durante los cuatro años de carrera.

A **MIS PADRES** Miguel Ángel García y Transito Ramírez. Por siempre apoyarme de una u otra forma durante toda mi vida y por el apoyo incondicional para con mi vida.

A **CADA UNO DE MIS HERMANOS** porque siempre estuvieron y están día a día brindándome su apoyo tanto moral como económico para poder ver uno de mis sueños culminados.

A **MIS AMISTADES DE MI LUGAR.** Que siempre creyeron en mí y me inspiran a dar lo mejor de mí y que siempre me motivaron en cada uno de mis viajes a mi lugar para poder creer en mí y ser de apoyo para cada uno de ellos.

AGRADECIMIENTO

A DIOS es el, el que me permitió estar en este lugar y me dio la fortaleza espiritual y emocional para poder enfrentar cada una de las adversidades de mi vida.

A MI FAMILIA EN GENERAL Siempre estaré agradecido con cada uno de los miembros de mi familia que me apoyaron y por la confianza otorgada a mi persona en cada momento vivido en la institución.

A COMPAÑEROS DE CUARTO Luis B, Denis G, Rene L, Luis M, Alex R, Luis R y Rudy S, por haberme brindado su apoyo en las buenas y en las malas y por compartir momentos inolvidables.

A MIS AMIGOS Enrique D, Miguel G, Luis C, Hermelinda S, Licin S, Marta S, Gaby P, Karen S, Amy P y Kristian L por el apoyo moral e intelectual brindado en el desarrollo de esta investigación.

A MIS ASESORES M.Sc Wendy Leonela, M.Sc Josué Matute y M.Sc Erlin Escoto; por brindarme su confianza y ayudarme a realizar este trabajo con sus consejos e ideas y por sus conocimientos brindados sin egoísmo alguno.

CONTENIDO

	Pág.
DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
LISTA DE CUADROS.....	vi
LISTA DE FIGURAS.....	vii
LISTA DE ANEXOS.....	viii
RESUMEN	ix
I. INTRODUCCION.....	1
II. OBJETIVOS	3
2.1 Objetivo General.....	3
2.2 Objetivo Especifico.....	3
III. REVISION DE LITERATURA	4
3.1 Paradigma de la agroecología y de la agricultura orgánica	4
3.1.1 Enfoque de sistema aplicado a finca.....	5
3.1.2 Interacciones a nivel de finca.....	6
3.2.3 Resiliencia de sistemas agroecológicos	6
3.2 Salud y calidad de suelos	7
3.2.1 Materia orgánica	8
3.2.2 Interacciones en el suelo	9
3.2.3 Macro organismos del suelo	9
3.2.4 Propiedades químicas del suelo	10
3.2.4 Física de los suelos	11
IV. MATERIALES Y MÉTODOS.....	13
4.1 Descripción del área de estudio	13
4.2 Metodología	14

V.	RESULTADOS Y DISCUSIONES	18
5.3	Macro organismos del suelo	18
5.4	Características físicas cualitativas.....	32
VI.	CONCLUSIONES	39
VII.	RECOMENDACIONES	40
VIII.	BIBLIOGRAFIA	41
IX.	ANEXOS	44

LISTA DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 1. Clasificación taxonómica de los macroorganismos encontrados en la finca los Cascabeles	18
Cuadro 2. Características físicas cualitativas de la Finca orgánica los Cascabeles	35
Cuadro 3. Características físicas cualitativas Finca convencional Los Pimientos	36

LISTA DE FIGURAS

	pág.
Figura 1. Localización de las fincas en el municipio de Marcala, La Paz.	13
Figura 2. Mapa de la Finca Orgánica Los Cascabeles.....	14
Figura 3. Mapa de Finca Convencional Los Pimientos.....	14
Figura 4. Medidas de bloque de suelo para la toma de muestras	15
Figura 5. Clasificación de los distintos grupos funcionales de macro organismos en los subsistemas de producción de la Finca orgánica Los Cascabeles.	21
Figura 6. Clasificación de los distintos grupos funcionales de macro organismos finca convencional los Pimientos.	22
Figura 7. Análisis multivariado de las propiedades físicas del suelo Finca orgánica Los Cascabeles.	23
Figura 8. Análisis multivariado de las propiedades físicas de suelo Finca convencional Los Pimientos.	24
Figura 10. Profundidad de suelos presente Finca convencional Los Pimientos	26
Figura 11. Densidad aparente Finca orgánica Los Cascabeles.....	27
Figura 12. Mapa de la distribución de la densidad aparente en el suelo Finca convencional Los Pimientos.	28
Figura 13. Mapa de distribución de la porosidad Finca orgánica los Cascabeles	29
Figura 14. Mapa de la distribución de la porosidad Finca convencional Los Pimientos	30
Figura 15. Retención de agua en el suelo finca orgánica Los Cascabeles.	31
Figura 16. Retención de agua en el suelo Finca convencional Los Pimientos.....	32
Figura 17. Características visuales de la finca los Cascabeles	35
Figura 18. Características visibles de la finca los Pimientos	36
Figura 19. Análisis multivariado de los elementos minerales que se detectaron en el análisis de suelos Finca orgánica Los Cascabeles.	37
Figura 20. Análisis multivariado de los nutrientes Finca convencional Los Pimientos.....	38

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 1. Características biológicas del suelo	44
Anexo 2. Características químicas del suelo	45
Anexo 3. Características físicas del suelo	45
Anexo 4. Clasificación de la Consistencia del Suelo	48
Anexo 5. Análisis de suelo del área de pastos Finca Convencional Los Pimientos	50
Anexo 6. Análisis de suelo en cultivo de maíz Finca Convencional Los Pimientos	50
Anexo 7. Análisis de suelo en cultivo de hortalizas Finca Convencional Los Pimientos....	51
Anexo 8. Análisis de suelo en cultivo de café Finca Convencional Los Pimientos	51
Anexo 9. Anexo. Análisis de suelo en el área de bosque Finca Orgánica Los Cascabeles..	52
Anexo 10. Análisis de suelo en cultivo de café Finca Orgánica Los Cascabeles	52
Anexo 11. Análisis de suelo en cultivo de hortalizas Finca Orgánica Los Cascabeles	53
Anexo 12. Anexo. Análisis de suelo en abono orgánico Finca Orgánica Los Cascabeles ..	53
Anexo 13. Análisis de suelo en cultivo de caña Finca Orgánica Los Cascabeles.....	54
Anexo 14. Medición de profundidad.....	55
Anexo 15. Capas de suelo visibles Finca convencional Los Pimientos	55
Anexo 16. Macroorganismos encontrados en las fincas estudiadas.....	56
Anexo 17. Huevos de lombriz de tierra en las fincas	56
Anexo 18. Recolección de muestras para medir densidad aparente.....	57
Anexo 19. Recolección de muestras para análisis químico.....	57

García Ramírez. L.A. 2016. Caracterización de suelos en sistemas de producción agroecológica y convencional en la producción de hortalizas. Tesis Ing. Agro. Universidad Nacional de Agricultura. Catacamas, Olancho, Honduras, C.A. pag. 65

RESUMEN

La investigación se realizó en las comunidades de Chusmuy y La Esmeralda en el municipio de Marcala, ubicados en el departamento de la Paz en los meses comprendidos de Octubre de 2015 a Enero de 2016, la cual empezó con la empezó con la caracterización de las fincas, georeferenciando, identificando microorganismos del suelo, se tomaron 10 sub muestras para conocer las características químicas las cuales se tomaron a 10 centímetros de profundidad, para conocer la estructura se utilizó la metodología de Hulak (1981), así como también se identificó los tipos de textura del suelo mediante características visuales, la pedregosidad, profundidad, color del suelo, su consistencia y la densidad aparente así como su porosidad. El objetivo fue comparar el efecto de las prácticas de manejo del suelo, en las características físicas, químicas y biológicas en una finca agroecológica de producción de hortalizas en relación a una de manejo convencional. En las fincas evaluadas la macrofauna predominante fueron las hormigas, las cuales siempre son las más abundantes en los suelos de los climas tropicales. En la finca convencional se encontraron gallinas ciegas que no se encontraron en la finca orgánica. Para las propiedades físicas del suelo el área donde está el cultivo de café (menor pendiente) y las hortalizas presentaron la mayor retención de agua y profundidad, La mayor profundidad del suelo se encontró en las zonas de menor pendiente donde se encuentran los cultivos de hortalizas, maíz y café, por tanto es donde se pudo encontrar las mayores profundidades (28 a 43 cm). La mayor densidad de 1.24 a 1.54 se presentó en el área de pastos, probablemente sea debido al pastoreo de ganado bovino, por tanto hay mayor compactación a causa del pisoteo afectando la densidad y el espacio poroso, esto causa pérdida en la permeabilidad al aire, en el flujo de agua y de iones, y restricciones en el crecimiento de las raíces, los subsistemas de hortalizas, café y maíz tienen una porosidad mayor (entre 53 a 62%) Esto nos indica una posible buena capacidad de retención de humedad y c estructura del suelo, la mayor parte del suelo de la finca los cascabeles presento una humedad de entre 24.66 a 35.86%, correspondiente a el café y el área de hortalizas. La finca orgánica los Cascabeles se encontró una estructura blocosa angular, esto está relacionado con un cantidad media de materia orgánica en los suelos. En las fincas seleccionadas se encontró una desigualdad en las condiciones de suelo, presentando mayor ventaja en las características físicas de la finca convencional en comparación a la orgánica

Palabras clave: Caracterización, identificación, químicas, macrofauna, agricultura convencional, agricultura orgánica

I. INTRODUCCION

Según la FAO para el 2015 se calculaba que 1,200 millones de personas en los países en desarrollo vivían en condiciones de pobreza extrema, por la falta de alimentos disponibles y dietas que no cumplen las cantidades de calorías que el cuerpo necesita. Los gobiernos y transnacionales promueven mejorar rendimientos de los cultivos, con la promoción de alto uso de agroquímicos, maquinaria agrícola y mejoramiento genético (Sarmiento y Flores 2014).

El 78 % de los pobres extremos del mundo viven en zonas rurales y la mayoría de ellos dependen de la agricultura. Honduras tiene el mayor porcentaje a nivel de Centroamérica con un 68.9 % (FAO 2011). La condición de pobreza que vive los pobladores rurales, deja evidenciado que los procesos de reforma agraria y la adopción de las practicas revolución verde no dieron los resultados.

En Honduras el problema de seguridad alimentaria se agravo en los años 90, debido a la eliminación de la atención del agro hondureño, dejó sin protección a los pequeños. Este proceso incremento la pobreza y migraciones, anudado en el año de 1998 el huracán Mitch destruyo 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. Esta se ha disminuido, por la degradación de suelos, escases de agua, uso de agroquímicos, ausencia de políticas públicas, bajos precios para la venta de productos

y la variabilidad climática, como ser sequías e inundaciones. Esto hace necesaria la búsqueda de alternativas para la producción sostenible de alimentos.

Se estima que 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 (FAO 2015). Gliessman (1988) menciona que provee el conocimiento y metodología necesarios para desarrollar una agricultura que sea ambientalmente adecuado y por otro lado altamente productivo y económicamente viable.

El suelo es un recurso no renovable indispensable para la agricultura y sobre el que más tiene efecto las prácticas de la agricultura convencional. La presente investigación estudiara las condiciones de suelo en una finca agroecológica y su homóloga convencional en el rubro de hortalizas. En la cual podremos comparar características físicas, químicas y biológicas para conocer el efecto de las prácticas de producción sobre estas.

II. OBJETIVOS

2.1 Objetivo General

- Comparar el efecto de las prácticas de manejo del suelo, en las características físicas, químicas y biológicas en una finca agroecológica de producción de hortalizas en relación a una de manejo convencional.

2.2 Objetivo Especifico

- Analizar la diversidad y función de la microbiología y mesofauna del suelo.
- Evaluar las características químicas y físicas del suelo.

III. REVISION DE LITERATURA

3.1 Paradigma de la agroecología y de la agricultura orgánica

La agroecología según Gliessman (1988) es la aplicación de conceptos y principios ecológicos para el diseño y manejo de agro ecosistemas sostenibles. La agroecología toma principios como ser: el reciclaje de nutrientes y energía, la sustitución de insumos externos; el mejoramiento de la materia orgánica y la actividad biológica del suelo, en lugar de los rendimientos aislados de las distintas especies la integración de los cultivos con la ganadería, y la optimización de las interacciones y la productividad del sistema agrícola en su totalidad.

La agroecología para Altieri (1999) es una forma de producción de alimentos que tiene un gran sentido social, no solo hay que centrarse en la producción agrícola y el ecosistema. Los sistemas agrícolas no están estrictamente determinados por factores de origen biótico o ambiental, sino que factores sociales como ser el colapso del mercado o cambios en la tenencia de tierras.

Para Odum (1988) el sistema de producción agroecológico busca aprovechar al máximo la energía producida en el sistema, eliminando la dependencia de energía a base de petróleo o de alto costo. El sistema convencional ha aumentado los rendimientos al corto plaza, a costo de un aumento en la cantidad de energía usada y dependencia de insumo externos, aun con todos los problemas de carácter ambiental que se generan (Sarandon 2007).

Según datos de la FAO (2009), más del 80% del alimento del mundo viene de los pequeños sistemas de producción. En los sistemas de producción agroecológicos se ha demostrado que los sistemas agrícolas de baja escala son mucho más productivos que los grandes. Si se

considera la producción total y la eficiencia energética (Rosset 1999). La mayoría de los productores en distintas zonas de Latinoamérica tienen un tamaño medio de una parcela de 1.8 hectáreas que producen el 51% del maíz, el 77% de los granos y el 61% de la papa que se consume en la región (Altieri 1999). Como se ve claramente no es necesario tener grandes cantidades de tierra para producir los alimentos necesarios para la población.

La agricultura orgánica es una alternativa en la cual se enfoca en la producción agrícola en la cual evitamos el uso productos como ser fertilizantes y pesticidas químicos (Oelhaf 1978, citado por Altieri 1999). La agricultura orgánica como sistema de producción promueve y mejora la salud del agro ecosistema, que se logra al utilizar en lo posible métodos culturales, biológicos y mecánicos en oposición a materiales sintéticos para satisfacer cualquier función específica dentro del sistema (Hernández 2010).

3.1.1 Enfoque de sistema aplicado a finca

Un sistema es un conjunto de elementos que se relacionan que interactúan entre sí realizando una actividad operando con y sobre información/energía/materia, para alcanzar un objetivo. En un sistema nos encontramos con un conjunto de individuos recursos bióticos y no bióticos que se complementan para el funcionamiento del sistema. Los recursos de un agro ecosistema se agrupan en cuatro categorías; recursos naturales, recursos humanos, recursos de capital, recursos de producción (Altieri 1999).

De acuerdo con el concepto de Har (1990) un sistema de finca se define como uno de los niveles de una jerarquía de sistemas agrícolas. Las fincas son sistemas con diferentes recursos, procesos y componentes de producción que los agricultores individuales o colectivamente, combinan para formar subsistemas. Estos convierten recursos en productos y productos en recursos mediante la asignación sistemática de recursos.

3.1.2 Interacciones a nivel de finca

Dentro de la finca, se encuentran diferencias tanto entre los componentes de un mismo tipo, como entre los componentes de tipos diferentes, ocurren interrelaciones que de acuerdo a la forma y a la magnitud en que se den, le dará actividad diferencial a los sistemas estas interacciones pueden ser suelo-planta, microorganismos-suelo (CATIE 1983).

Las interacciones entre un grupo de especies modifica y mantienen el medio donde viven Las interacciones mutualistas en un agro ecosistema son importantes para los distintos individuos por que aumentan la resistencia del sistema a los impactos negativos (Gliessman 1998). En un agro ecosistema donde sabemos cómo interactúan los distintos componentes podremos identificar las rutas para una producción sostenible y con un impacto ambiental mínimo

3.2.3 Resiliencia de sistemas agroecológicos

La resiliencia es la capacidad de un sistema para mantener su estructura organizacional y su productividad tras una perturbación. La resiliencia tiene dos dimensiones: resistencia a los shocks (eventos extremos) y la recuperación. Un sistema resiliente cuando se enfrenta a una perturbación su recuperación es más rápida y su productividad no se ve menos afectada.

Los sistemas agrícolas diversificados como sistemas agroforestales, sistemas silvopastoriles y policultivos son capaces de adaptarse y resistir los efectos del cambio climático. Los sistemas agroforestales tienen complejidad estructural, que han demostrado servir como amortiguador frente a cambios bruscos de temperatura, manteniendo así el cultivo principal más cerca a sus condiciones óptimas Altieri *et al.* (2013). Estudio hecho por Holtz-Gimenez (2002) revelo que después del huracán Mitch en varios departamentos de Honduras, Nicaragua, y Guatemala las parcelas diversificadas (“sostenibles”) tenían un 20-40% más de capa arable de suelo, mayor humedad en el suelo, menos erosión y experimentaron menores pérdidas económicas que sus vecinos “convencionales”.

3.2 Salud y calidad de suelos

Es un sistema dinámico de complejas interrelaciones reciprocas entre sus componentes físicos, químicos y biológicos. El principio que sustenta la agricultura orgánica o ecológicamente apropiada es considerar el suelo como un organismo vivo que siendo dinámico, nace, madura y muere. El suelo no puede ser reducido a un simple soporte de plantas, así como tampoco podemos utilizar una fórmula universal para cultivarlo y fertilizarlo. Este ha sido el error cometido al aplicar en los suelos tropicales, las técnicas agrícolas utilizadas en los suelos de las regiones templadas (Restrepo, 2000?).

Tradicionalmente el concepto de suelo fértil ha sido el término más usado para medir el estado y la manera como se comportan los suelos en el contexto agropecuario y forestal (Brady 1990), pero esta definición se considera limitada. Doran *et al.* (1994) no solo concibe el suelo para la producción de alimentos sino clave para el mantenimiento de la calidad ambiental a nivel local, regional y global, lo cual lleva implícito la obtención de mejores condiciones de salud para los consumidores, por lo que la salud del suelo no solo va afectar la producción de alimentos, sino que va afectar la calidad de todo el ecosistema.

La calidad de suelos Parr *et al.* (1994) mencionan que es la capacidad que tiene el suelo de producir cultivos sanos y nutritivos en forma sostenida a largo plazo, y de promover, al mismo tiempo, la salud humana y animal sin detrimento de los recursos naturales base o del medio ambiente circundante.

Doran y Parkin (1994) ven la calidad del suelo no es la capacidad de producir alimentos sino de sostener la productividad biológica y mantener la calidad ambiental. La calidad del suelo va depender salud vegetal, animal, y humana, por lo cual la calidad de suelo nos afecta todos los aspectos de un ecosistema y su productividad.

Para considerar la calidad de suelos hay que tener en cuenta tres principios importantes: a) La productividad del suelo, la cual además de ser productivo el suelo, este no debe perder

sus propiedades físicas, químicas y biológicas; b) la calidad medio ambiental, referida como la capacidad de un suelo para disminuir el impacto que puede ocasionar contaminantes ambientales, y darnos servicios ecosistémicos como ser reservorio de carbono, mantenimiento de la biodiversidad, recarga de acuíferos que mejoran la calidad del ecosistema; y c) la salud, que se refiere a la capacidad de un suelo para producir alimentos sanos y nutritivos para los seres humanos y organismos (Astier 2001).

3.2.1 Materia orgánica

Restrepo (2000?) lo define como todos los desechos o residuos de vegetales y animales. Astera (2000?) menciona que la materia orgánica pasa todo un proceso de descomposición lo cual se forma el humus para ello requiere la acción de los microorganismos del suelo, lombrices, hongos e insectos. Primavessi (1984) dice que no solo el humus es materia orgánica y no toda materia orgánica es humus.

La materia orgánica es descompuesta a una forma simple mediante la descomposición y mineralización. Los macro organismos en el suelo consumen material fresco de plantas y lo convierten en material parcialmente descompuesto, tanto en forma de excreta como por su propio cuerpo muerto. Este material es entonces descompuesto por microorganismos, principalmente bacterias y hongos, que lo convierten en un conjunto de compuestos tales como carbohidratos, ligninas, grasas, resinas, ceras y proteínas.

La importancia de la materia orgánica no solo es de aportar nutrientes, Primavessi (1984) menciona que también aporta sustancias agregantes de suelo los cuales son fuente de carbono a microorganismos que son pueden ser fijadores de nitrógeno. Altieri (1998) relaciona la materia orgánica con la productividad del suelo sino también que funciona como un método de control contra la erosión.

La materia orgánica mejora la capacidad Buffer del suelo lo cual nos da mayor resistencia a los cambios bruscos de pH. La materia orgánica además está muy ligada con la sanidad

vegetal de los cultivos. En un suelo pobre, que ha sufrido un mal manejo es difícil producir cultivos sanos, Primavessi (1984) dice que la presencia de compuestos orgánicos disminuye la incidencia de plagas además de volver a las plantas más resistentes a la sequía.

3.2.2 Interacciones en el suelo

La agroecología y la agricultura orgánica potencian los beneficios de la actividad biológica del suelo, requiere una mejor comprensión de las relaciones entre los organismos y las funciones del ecosistema del suelo (Callaba *et al.* 2002). Cuando el suelo es considerado como un sistema dinámico viviente -un ecosistema-el manejo para la sostenibilidad se convierte en un proceso integrado y del sistema en su totalidad. Enfocarse sobre los procesos que promueven el mantenimiento de un sistema productivo, dinámico y saludable es absolutamente esencial.

El manejo de la fertilidad está basado en el entendimiento de los ciclos de nutrimentos, del desarrollo de la materia orgánica y del balance entre los componentes vivientes y no vivientes del suelo. Al poner en práctica nuestro entendimiento de los procesos ecológicos que mantienen el aura y función del ecosistema suelo en el tiempo (Gliessman 1998).

3.2.3 Macro organismos del suelo

Según Marín *et al.* (2001) los macro invertebrados desempeñan un papel importante en los procesos que determinan la conservación y la fertilidad del suelo, al regular la disponibilidad de nutrimentos asimilables para las plantas y estructura del suelo. De la macro fauna del suelo influye en las condiciones de vida y determina la abundancia y estructura de otras comunidades del suelo. Los macro organismos son uno de los principales indicadores de la calidad de suelos sirven como una señal temprana de degradación o de mejoría de los suelos (Cruz *et al.* 2004). Siendo de vital importancia conocer su presencia y diversidad dentro los suelos.

Los procesos que ocurren en el suelo son mediados por los organismos que lo habitan. Entre ellos se destaca la macroorganismos, porque directa o indirectamente afecta la estructura y fertilidad del suelo. Los organismos del suelo deben tomar energía y nutrientes para ejercer sus funciones con eficiencia, por ello descomponen la materia orgánica, produciendo humus y liberando compuestos útiles para las plantas superiores. Todo lo anterior contribuye a mejorar la estructura del suelo, tanto por la acción de los productos de la degradación (SAG 2013).

Para poder la clasificar los macroorganismos en el suelo se hace según las actividades que realizan. Tenemos los descomponedores de hojarasca que trituran los residuos vegetales y animales, los. Los ingenieros del sistema son organismos que activamente formando canales, poros, agregados y montículos, y moviendo partículas de un horizonte a otro. Otro grupo de clasificación el suelo son las plagas, este grupo de organismos son capaces de invadir plantas y animales y causan enfermedades y muerte (Moreira 2012). También se definirá dos clasificaciones según su alimentación el cual son animales herbívoros que basan su dieta exclusivamente de alimento de origen vegetal y depredadores que son organismos que se alimentan de otros animales.

3.2.4 Propiedades químicas del suelo

Son las que dependen de la parte más íntima del suelo como es su propia composición química. Las más importantes desde el punto de vista de la génesis del suelo son la alteración mineral y la formación de nuevas especies, así como lo relativo a la destrucción de la materia orgánica fresca y la formación de las sustancias húmicas.

La agricultura convencional se fundamenta a los contenidos de diferentes sustancias importantes como macronutrientes (N, P, Ca, K, Mg, S) y micronutrientes (Fe, Mn, Cu, Zn, B, Mo, Cl) para las plantas, además la agricultura convencional los principales fertilizantes que propone para su uso están basados en nitrógeno, fósforo y potasio. Primavessi (1984) considera limitada la propuesta que solo estos elementos no son necesarios para la planta así,

por ejemplo, el silicio no está considerado importante pero ayuda a fortalecer la estructura celular de la planta. Cuando más inhóspito se el ambiente que rodea la planta más silicio contendrá la planta.

El silicio no es el único mineral que presenta importancia en las plantas, tenemos otros ejemplos como ser el cromo que aumenta la producción de papas, el plomo que no es considerado nutriente de importancia vegetal pero su presencia mejora la producción de avena.

La productividad es un término creado por el hombre, este recurre al saqueo y desequilibrio del suelo para producir alimentos que el hombre necesita (Restrepo 2002). Para entender la productividad del suelo, se debe reconocer las relaciones suelo-planta existente, concebir que el suelo no solo es un soporte para las plantas sino un sistema de relaciones físico, biológico y químico.

3.2.4 Física de los suelos

Las propiedades físicas del suelo son un indicador de la salud y calidad de suelo dependen del mantenimiento y manejo que le demos a nuestro suelo. Las propiedades físicas afectan el transporte del aire, del agua, del calor, y de las sustancias solubles a través del suelo (Sánchez 1981). El estudio de las características del suelo es de vital importancia porque muchas características físicas pueden ser modificadas debido a la lluvia o a labranza.

La densidad del suelo es una de las características que se modifican al ser uso de excesivo de la labranza mecanizada. Según Primavessi (1984) las plantas respiran en su mayoría por las raíces y la mecanización aumenta la cantidad de microporos y hay una disminución del oxígeno lo cual promueve una respiración anaeróbica y disminuye la productividad de las plantas.

La densidad del suelo tiene influencia en la infiltración del agua, aspecto importante en el ciclo hidrológico y en la planta además puede afectar características químicas como ser cambios en el pH, saturación de bases y aumentar el aluminio, provocando una pérdida de la salud de nuestro suelo (Primavessi 1984).

Según Gliessman (1999) la textura del suelo junto con la materia orgánica es uno de los principales factores que determinan la estructura del suelo. La estructura en la cual nos indican como están cohesionadas las partículas y forman agrupamientos de diferentes tamaños llamados agregados. Las partículas se pueden agregar de distintas maneras como ser granular, prismática, laminar, bloques o grumosa. La estructura tipo grumosa o granular mejora otras características del suelo como ser la porosidad del suelo y esta se afecta el intercambio de gases en la raíz así como la infiltración del agua.

Para Gliessman (1984) el color del suelo es importante debido a que nos ayuda a la identificación del tipo de suelo que tengamos, además nos da información del manejo y desarrollo del suelo. El suelo también nos puede indicar la cantidad de materia orgánica que se suele relacionar con colores más oscuros, en cambio la presencia de óxidos en el suelo con colores amarillos y pardos (Navarro 2013).

Se considera un factor formador de suelo el relieve. Una de las características del relieve como ser la pendiente que modifica algunas condiciones como el drenaje, la profundidad, la susceptibilidad a la erosión, el acumulo de materiales, afectando el desarrollo y evolución de un perfil en el tiempo, su grado de utilidad agrícola, así como su clasificación dentro de un sistema establecido.

Solís (2000) menciona que la posición geográfica y especialmente la altura de las pendientes modifican las condiciones climáticas del suelo, una de ellas es el régimen de temperatura. La posición geográfica afecta el régimen ambiental del suelo por las diferencias en exposición solar incidente, afectan el tipo de vegetación que se desarrolla.

IV. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1 Descripción del área de estudio

La investigación se realizó en las comunidades de Chusmuy y La Esmeralda en el municipio de Marcala, ubicados en el departamento de la Paz (Figura 1). En este municipio el clima es fresco y agradable, la temperatura tiene un promedio de 21 C° presentándose las más bajas en el mes de diciembre. La estación lluviosa y la época seca están claramente definidas, comenzando la primera en mayo y finalizando en noviembre.

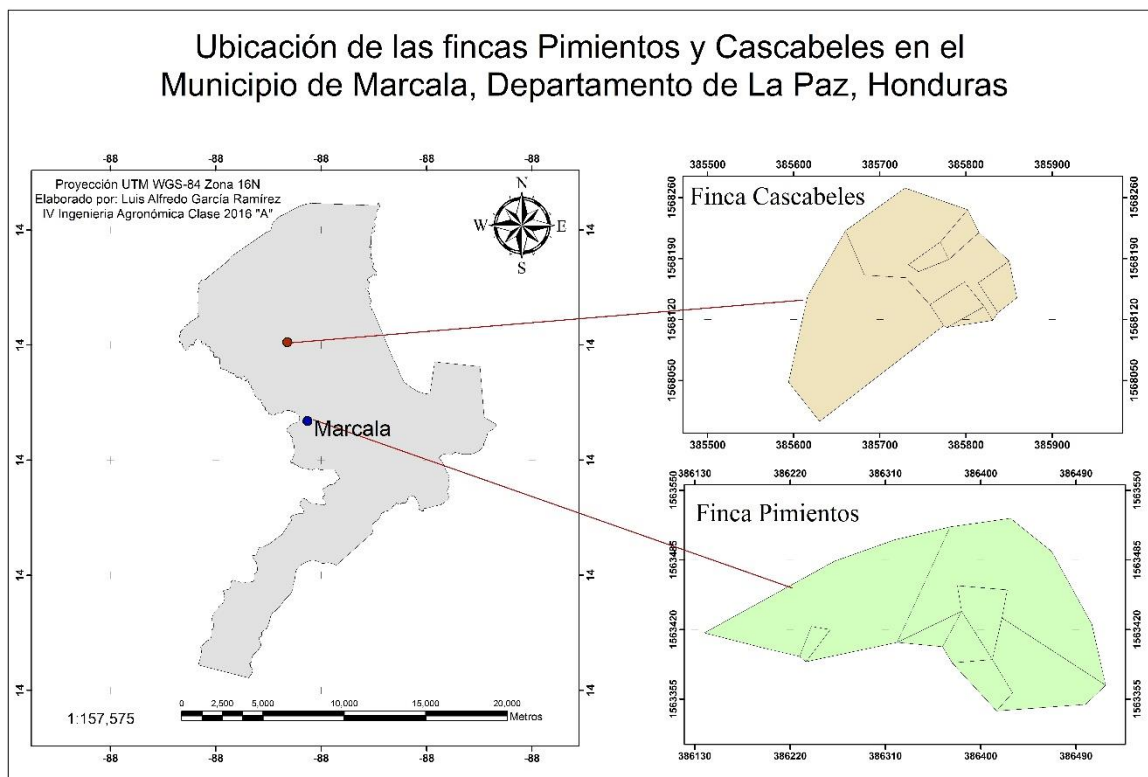


Figura 1. Localización de las fincas en el municipio de Marcala, La Paz.

4.2 Metodología usada en las fincas.

Para la caracterización de los suelos de las fincas se va seguir los siguientes pasos:

Se elaboraron los mapas de la finca utilizando el software Qgiss, en el cual se consideró la pendiente y el uso de suelo como posibles fuentes de variación. Tomando esos dos criterios se realizaron los lotes en el mapa y cada uno fue dividido con una cuadrícula., De la cual cada punto fue identificado con un número y seleccionado al azar Figura 2 y3. Se extrajeron las coordenadas del software y estas fueron identificadas en campo para medir las variables. En el punto definido se delimitó un perímetro de tres metros a la redonda a partir del punto.

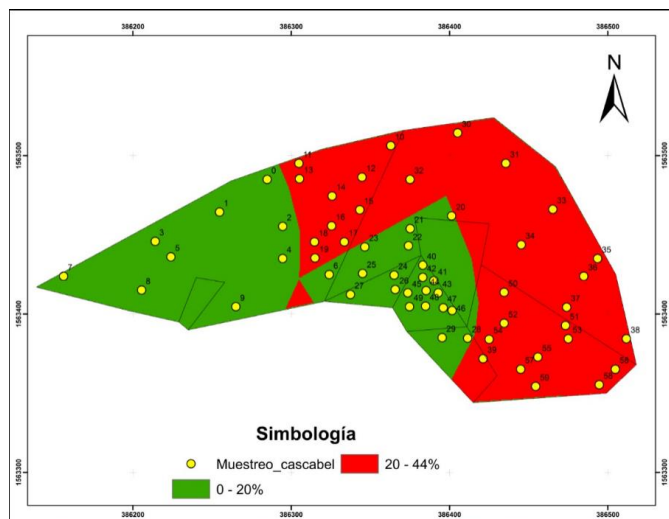


Figura 2. Mapa de la Finca Orgánica Los Cascabeles

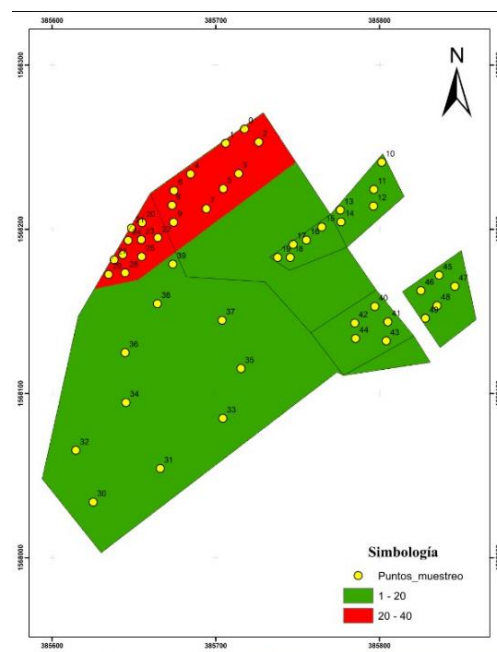


Figura 3. Mapa de Finca Convencional Los Pimientos

Los macroorganismos del suelo: Para la identificación se tomaron 3 muestras por cada cultivo de la mesofauna los cuales fueron elegidos al azar. Para la evaluación de la macrofauna del suelo en la cual utilizó la metodología de Anderson e Ingram (1993). Para ello en cada punto se tomó muestras de bloques de suelo (Figura 4), cada uno se tamizó y se identificó las especies y la cantidad de individuos por especie. Posteriormente se les realizó

la identificación taxonómica de las especies y una clasificación de grupos funcionales de la biota del suelo utilizando la metodología Swift *et al.* (2005).

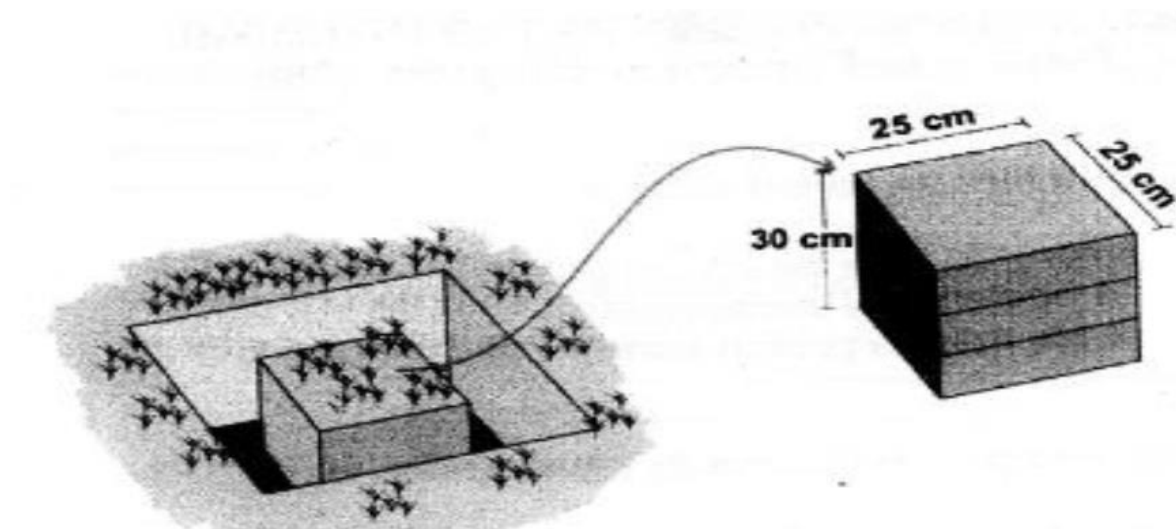


Figura 4. Medidas de bloque de suelo para la toma de muestras

Las características químicas: se utilizaron 10 submuestras por cultivo obteniendo una muestra para identificar las características químicas,, se tomó la submuestra a 10 cm profundidad del suelo estas, en la finca orgánica se enviaron 4 muestras de suelo y 4 muestras en la finca convencional . Las muestras fueron enviadas al laboratorio de la FHIA (Fundación Hondureña de Investigación Agrícola) para su análisis posterior. Con el análisis químico se obtuvo el resultados de nitrógeno, fosforo, potasio, calcio, magnesio, hierro, manganeso, cobre, zinc, materia orgánica y pH.

Características físicas: Para determinar las características físicas del suelo se seleccionaron 10 puntos por cada cultivo y por el grado de pendiente

La estructura: se utilizó la metodología de Hulak (1981). Se tomó una muestra de suelo, procurando mantenerlo con la forma original hasta manipularlo, se presionó ligeramente al principio y poco a poco se aplicó mayor presión para permitir que se rompa, de manera tal que quedaran en la forma original los agregados. Cuando la muestra de suelo cedió, se identificó la estructura a través de la forma que tomó con láminas gráficas.

La textura del suelo: se identificó las clases texturales utilizando el método propuesto por que consiste en hacer una bola con el suelo. La formación o no de la bola y las características visuales que presentó esta nos determinaron la textura del suelo

La pedregosidad: se determinó de manera visual se clasificó si hay o no pedregosidad, es no limitante si el porcentaje es menor al 35%, y limitante si es mayor al 35%.

Profundidad: en cada una de los puntos de muestreo para medir la capa arable del suelo se trabajó con un barreno el cual se introducía en el suelo y se medía cuando se notaba mayor dificultad a la penetrar el suelo.

Color del suelo: se tomó una muestra del suelo y se definió el color con la tabla de munsell para suelos.

La consistencia de suelo seco y húmedo se realizó siguiendo la metodología de Trejo *et al.* (1999). Se tomó un terrón de suelo seco y se trató de romperlo manualmente y categorizándole de acuerdo de la dureza del mismo. Para la consistencia del suelo húmedo se agregó agua gota a gota permitiendo que el agua se filtre en su totalidad de la superficie del terrón, luego se procedió a determinar la consistencia.

La densidad aparente se utilizó el método del cilindro con un volumen conocido, con el cuidado de la muestra no fuera alterada por residuos vegetales o por interferencias en la extracción. La muestra se obtuvo 50 gramos los cuales se secó en horno microondas en tiempos de 10 a 12, luego se pesó y el dato obtenido se hizo una relación para determinar la humedad total de la muestra del cilindro.

La porosidad: se obtuvo dividiendo la densidad aparente previamente obtenida, la cual se dividió entre la densidad real, este resultado se multiplico por 100% y se obtuvo la porosidad en porcentaje.

En las distintas fincas se realizó un análisis multivariado de las propiedades físicas y se utilizó el software estadístico InfoStat. Además, se evaluó la cantidad de macro organismos presentes se clasificaron en distintos grupos funcionales basados en la función que realizan en el suelo.

V. RESULTADOS Y DISCUSIONES

5.3 Macro organismos del suelo

Cuadro 1. Clasificación taxonómica de los macroorganismos encontrados en la finca los Cascabeles

Clase	Orden	Familia	Especie	Nombre común	Individuo Finca Cascabeles	Individuos finca Pimientos
Insecta	Orthoptera	Trigonopterygoidea		Saltamontes	3	2
Insecta	Hemiptera	Pentatomidae	<i>Disdercus sp</i>	hormigas	225	245
Insecta	Coleoptera	Scarabidae	<i>Phyllophaga sp</i>	Gallina ciega		5
Oligochaeta	Haplotaxida	Lumbricidae	<i>Lumbricus terrestris</i>	Lombriz de tierra	266	225
Diplopoda	Spirobolida	Spirobolidae		Milpiés	5	
Paupoda	Hexamerocerata				33	
Arachnida	Araneae	Araneidae	<i>Araniella sp</i>	Araña	5	
Total de macroorganismos					537	477

En la finca orgánica los cascabeles se encontraron mayor diversidad de grupos taxonómicos (6 grupos) en relación a la finca convencional con 4 grupos taxonómicos, esto implica una mayor diversidad de organismos en la finca orgánica.

Los organismos más abundantes presentes en las fincas fueron hormigas en la macrofauna edáfica, están siempre entre los grupos más abundantes, en los suelos de selvas tropicales de varias partes del mundo ocupan el segundo lugar en abundancia (Lavelle *et al.* 1981, Camacho 1995).

La cantidad presente de macroorganismos en las fincas una mayor cantidad de lombrices en la finca los Cascabeles. En la finca convencional se encontraron gallina ciegas (*phyllophaga* sp.) los cuales son considerados como de las plagas por el daño a las raíces que estas provocan, en la finca orgánica no se encontró., también fue notable la presencia de arácnidos en la finca orgánica

En la finca orgánica se encontró organismos de la orden paurópoda los cuales la principal fuente de alimento viven en grietas del suelo y entre hojarasca. Se alimentan de hongos o de sustancias semilíquidas resultantes de la descomposición de plantas o animales. El resto de organismos fue el mismo en ambas fincas.

Grupo funcionales de los macroorganismos

En cuanto a la función que cumplen los macroorganismos en el ecosistema en ambas fincas se encontraron 5 grupos funcionales: Ingenieros del sistema, descomponedores de hojarasca, plagas, herbívoros, carnívoros. Naeem *et al* (1999) esto indica que el funcionamiento ecosistémico, refleja las actividades colectivas de plantas, animales y microbios y los efectos que estas actividades – alimentarse, crecer, moverse, excretar desechos, etc. – tienen en las condiciones físicas y químicas de su ambiente

En la finca orgánica los Cascabeles se encontró que los sub sistemas más diversos fueron el bosque y la caña de azúcar con 5 grupos funcionales (Figura 17) probablemente debido a la poca intervención del productor estos se desarrollan como ecosistemas naturales.

En subsistema de hortalizas se encontró menor diversidad y cantidad de macroorganismos, ya que el productor emplea como practica de bioseguridad la protección de cierta área de cultivo con malla antivirica, cuya función está basado en evitar el ingreso de cualquier tipo de macroorganismos. . Este tipo de estructuras también permite manejar las condiciones

microclimáticas dentro de la estructura, de manera que no sean favorables para el desarrollo de las poblaciones (Castellanos 2009).

Los grupos funcionales predominantes en los subsistemas del cultivo de café fueron ingenieros del sistema y *transformadores* de hojarasca. Esto puede ser atribuido a la cantidad de biomasa encontrada en el café. Se estima que a la cobertura arbórea puede proveer al sistema agroforestal de 5 a 20 toneladas de hojarasca y ramas dependiendo de la especie usada (Heuvelop *et al.* 1985). Según Guharay *et al.* (2001), la hojarasca es la base de nutrientes y energía de los organismos del suelo, afirma que la sombra protege a los organismos de altas temperaturas y cambios bruscos en humedad.

La macrofauna del suelo considerada como plaga fue encontrada en los subsistemas del bosque y caña de azúcar respectivamente. La baja presencia de plagas, depredadores y descomponedores podría considerarse un indicador de un ecosistema saludable y en equilibrio biológico. Dentro de las producciones orgánicas se encuentra mayor abundancia y diversidad de microorganismos, de predadores, de parasitoides crece mayor diversidad de malezas, por esta razón la agricultura orgánica es un sustituto de indicador de biodiversidad (Hyvönen *et al.* 2003, Büchs 2003).

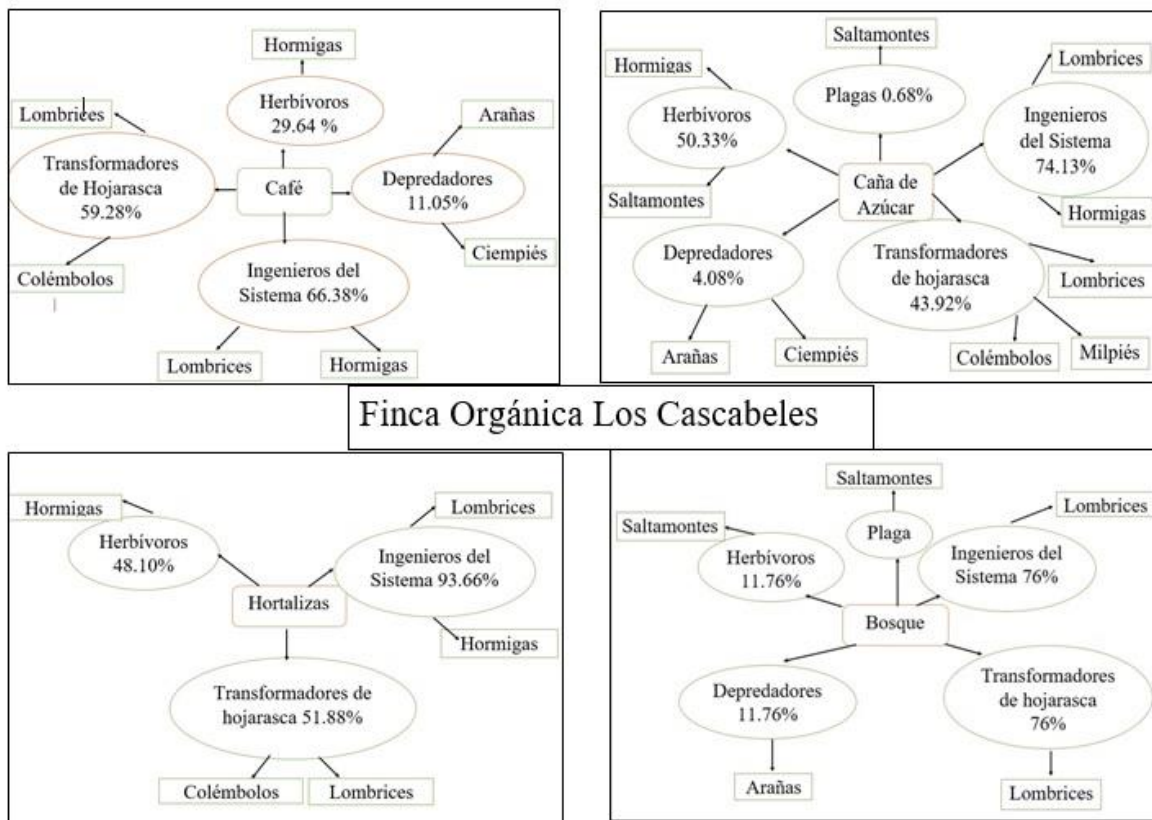


Figura 5. Clasificación de los distintos grupos funcionales de macro organismos en los subsistemas de producción de la Finca orgánica Los Cascabeles.

En la Finca convencional los Pimientos en los subsistemas del café hortalizas, pastos y maíz tuvo una mayor presencia macroorganismos con la función de ingenieros del sistema (90 al 100%), seguido de los transformadores de hojarasca (45 al 55%) siendo de gran importancia porque trituran los residuos vegetales reduciendo su tamaño y volumen. De esta manera prepara los materiales para los macroorganismos los degraden y conviertan en fuente de nutrientes para las plantas (Correa *et al*, 2002) En los subsistemas de maíz, pasto y hortalizas no se cuenta con presencia arbórea lo cual hay disminuye la cantidad de alimento.

En el café se encontró mayor cantidad de grupos funcionales (5) en relación a las hortalizas (3). (Figura 18). Menor diversidad de macroorganismos en las hortalizas puede ser afectado por alto ingreso de insumos agrícolas (fertilizantes y agroquímicos) que producen una dramática disminución de la riqueza, densidad y biomasa total de la macrofauna del suelo

(Decaëns *et al.* 2001). En cambio el subsistema café se ve favorecido por la sombra arbórea y que solo aplican fertilizantes de origen sintético 3 veces por año.

En el pasto solo dos tipos de organismos que fueron hormigas y lombrices según Seasted *et al.*, 1988 las lombrices son favorecidas cuando la carga animal es media, pero cuando es muy alta, con excepción de las hormigas, hay disminución en la densidad de los grupos que viven en el suelo (Hutchinson y King, 1980).

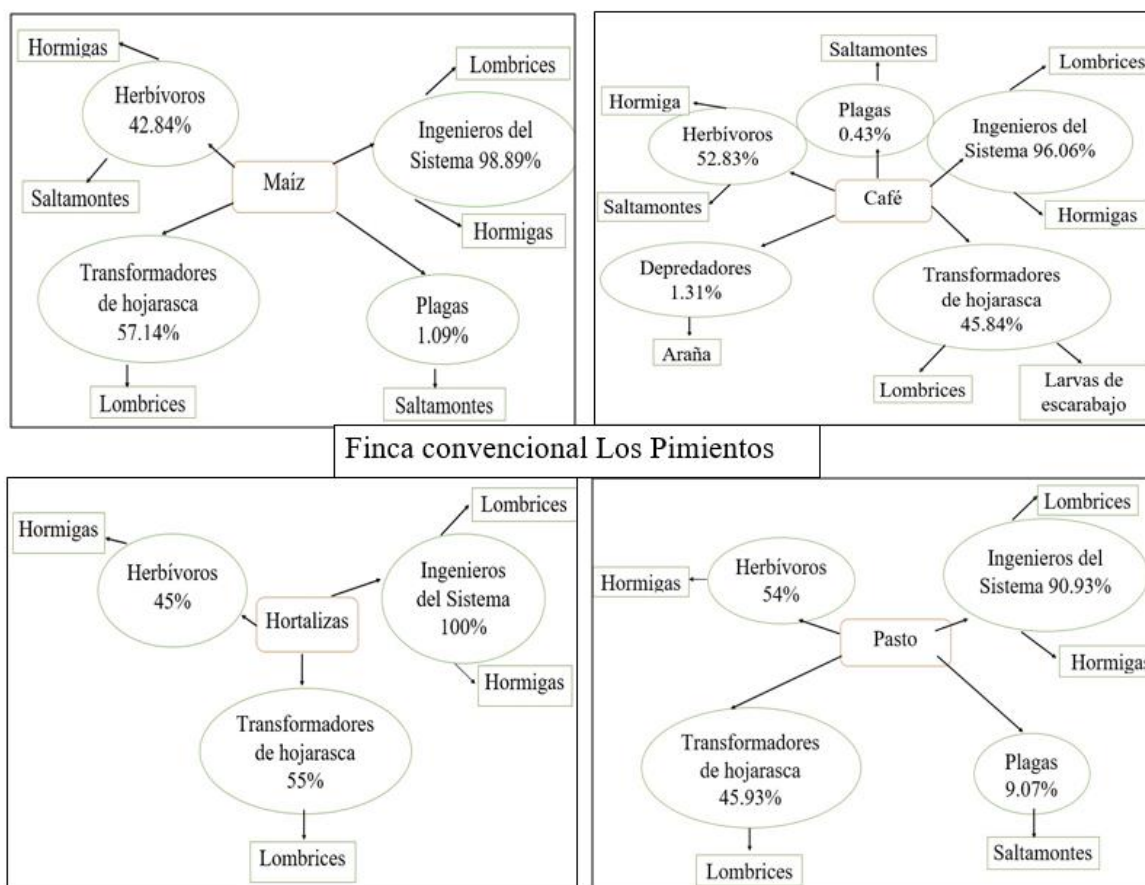


Figura 6. Clasificación de los distintos grupos funcionales de macro organismos finca convencional los Pimientos.

Propiedades físicas del suelo

En la Figura 7 la densidad aparente no se tiene relación con las otras variables, se orienta en el subsistema bosque donde se tiene en promedio la mayor densidad aparente. El área donde está el cultivo de café (menor pendiente) y las hortalizas presento una mayor relación entre

las variables profundidad y retención de agua. En un grado menor es la relación entre la porosidad con la profundidad y la retención de agua.

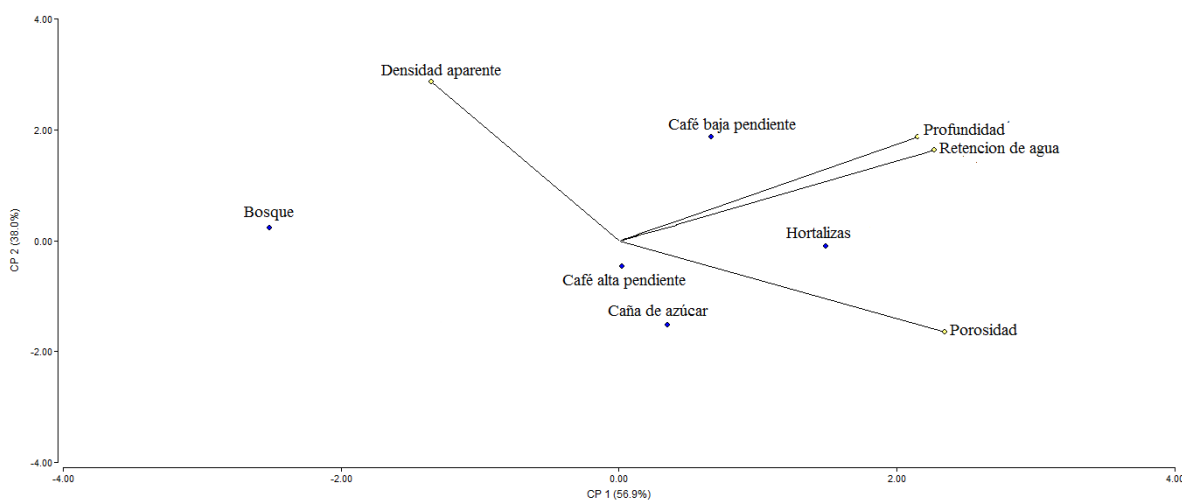


Figura 7. Análisis multivariado de las propiedades físicas del suelo Finca orgánica Los Cascabeles.

En la Finca convencional Los Pimientos (Figura 8) la porosidad, profundidad y retención de humedad influyen tiene una interacción más cercana beneficiando de forma positiva en los cultivos de hortalizas y café, esto tipo de características benefician el crecimiento radicular de las plantas y. El área de cultivo de maíz de baja pendiente presento mayor profundidad en comparación al área donde es alta pendiente esto se debe porque en las laderas se presenta mayor erosión del suelo.

El cultivo de pastos en la zona de mayor pendiente se relaciona con una alta densidad aparente, lo cual provoca un efecto negativo en la porosidad, aireación de suelo y en la retención de humedad.

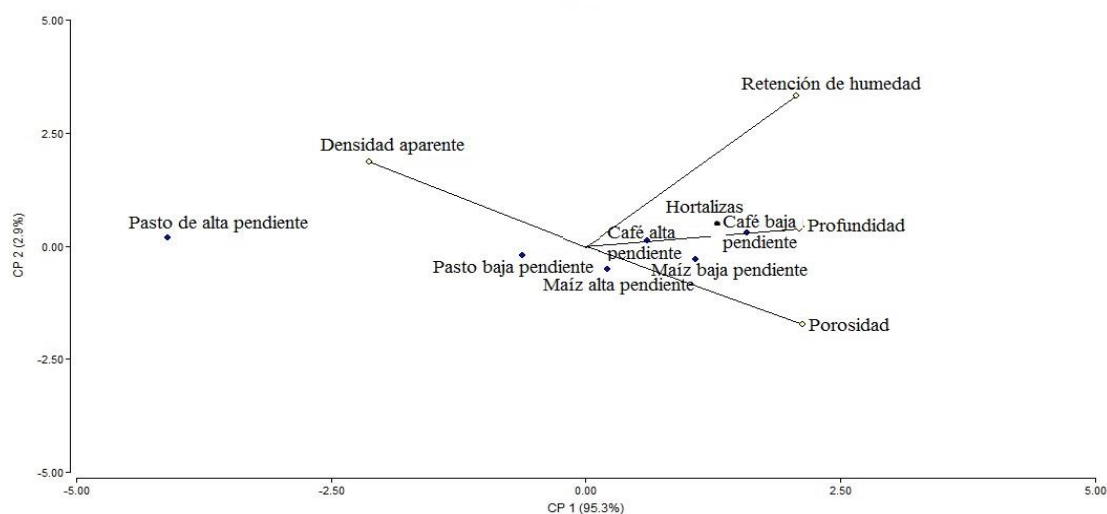


Figura 8. Análisis multivariado de las propiedades físicas de suelo Finca convencional Los Pimientos.

Profundidad del suelo

En el área del bosque, caña de azúcar y los frutales no es tan pronunciada, se encontraron profundidades las profundidades más bajas de la finca (14 a 27 cm), probablemente a que están en mayor pendiente y han sido las áreas menos trabajadas en la agricultura orgánica. La profundidad del suelo es un factor limitante para el desarrollo de las raíces y de disponibilidad de humedad y nutrimentos para las plantas, afectando además la infiltración y las opciones de labranza (FAO 1997).

En la figura 9 se observa que la una mayor profundidad está en los cultivos de café y en las hortalizas (27 a 37 cm), en estos cultivos se tienen las menores pendientes y son las zonas más trabajadas en los últimos años. En estas áreas se ha eliminado el uso de agroquímicos y el laboreo del suelo, se hace una constante aplicación de abonos orgánicos y biofertilizantes.

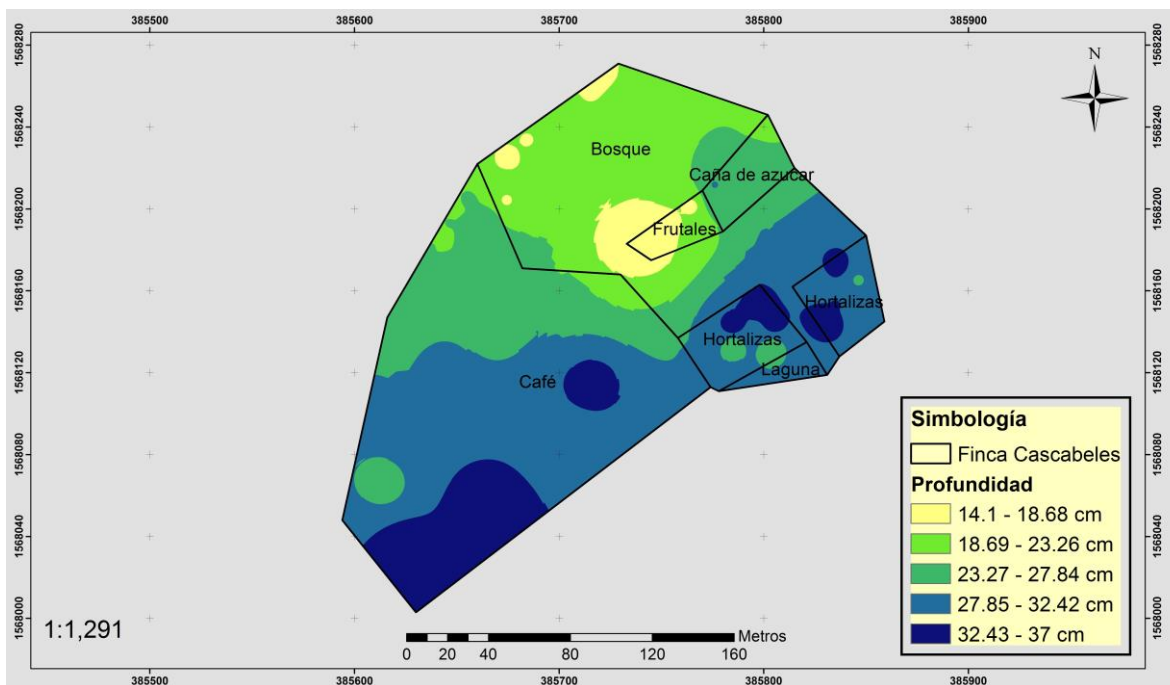


Figura 9. Profundidad del suelo Finca Orgánica los Cascabeles

En la Finca convencional Los Pimientos una mayor proporción de la finca presentó baja profundidad (14 a 28 cm) encontrada en zona del pasto, en el cultivo de café con una pendiente del 20-40% a profundidad se encuentra muy relacionado con la pendiente del suelo (Figura 10). La erosión en el subsistema de pastos es mayor debido a que no se encuentra vegetación y es más afectada por el pisoteo del ganado bovino.

La mayor profundidad del suelo se encontró en las zonas de menor pendiente donde se encuentran los cultivos de hortalizas, maíz y café, por tanto es donde se pudo encontrar las mayores profundidades-(28 a 43 cm) beneficiado por la erosión que presenta esta finca.

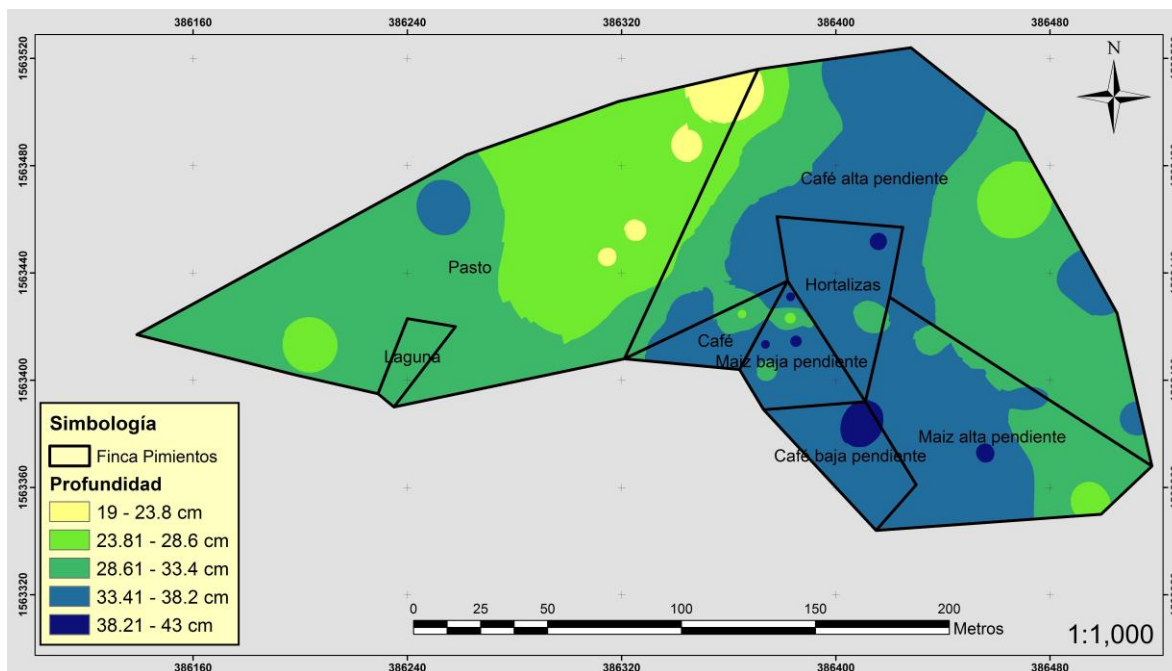


Figura 10. Profundidad de suelos presente Finca convencional Los Pimientos

La densidad aparente del suelo

En la finca Los Cascabeles la densidad aparente dominante fue el rango que de 1.34-1.44 g/cm³, siendo una densidad la cual se encontró en las zonas de más baja pendiente.

La mayor densidad encontrada fue de 1.56 a 1.65 g/cm³ en el cultivo del café y una pequeña área en zona de bosque además se cierta cantidad de pedregosidad Las menores densidades se presentaron en los cultivos de caña de azúcar, hortalizas y frutales en rango de 1.12 a 1.44 g/cm³ y estos terrenos además presentaron menor presencia de pedregosidad. La pedregosidad ayuda en un suelo a frenar la erosión por lo cual esta zona es más susceptible a perdida por erosión que en cualquier otra zona de la finca

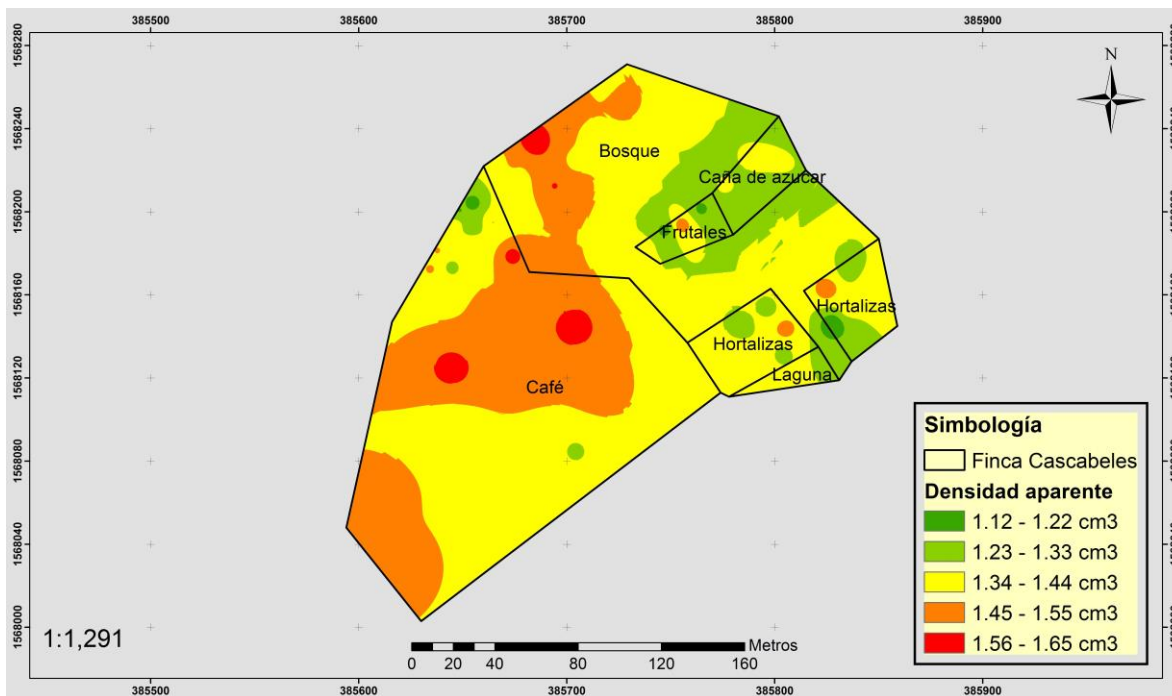


Figura 11. Densidad aparente Finca orgánica Los Cascabeles

Las mayores densidades de 1.24 a 1.54 se presentaron en el área de pastos (Figura 12). Probablemente sea debido al pastoreo de ganado bovino, por tanto hay mayor compactación a causa del pisoteo afectando la densidad y el espacio poroso. Esto causa pérdida en la permeabilidad al aire, en el flujo de agua y de iones, y restricciones en el crecimiento de las raíces (Amezquita, 1999). En la zona cultivada de café, hortalizas y maíz la densidad aparente es menor (1 a 1.23 cm³/gr). En estas áreas el propietario de la finca es donde realiza la mayoría de sus actividades agrícolas.

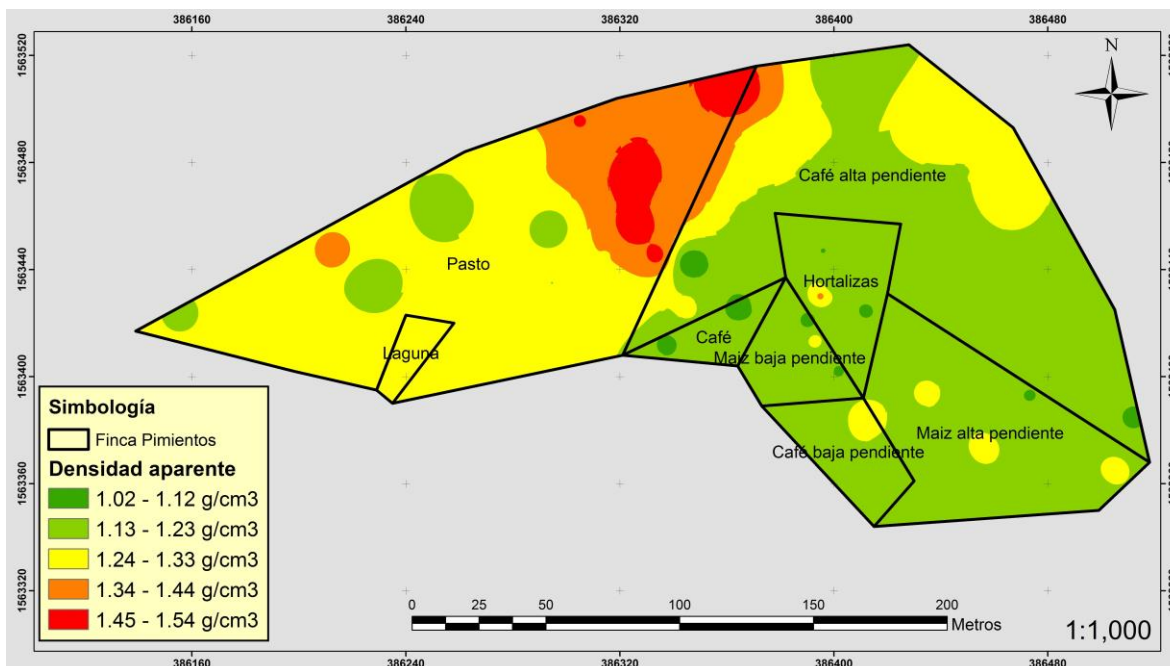


Figura 12. Mapa de la distribución de la densidad aparente en el suelo Finca convencional Los Pimientos.

Porosidad de suelo

La finca Los Cascabeles presentó una mayor proporción de entre 43 y 53% del espacio poroso del suelo. La distribución de la porosidad observando a la distribución de la densidad aparente es en cierta manera igual, ya que hay una relación existente que denota que a mayor densidad hay menor porosidad en el suelo.

La porosidad del suelo ejerce influencia sobre el abastecimiento de agua y de aire a las raíces, sobre la disponibilidad de los nutrimentos, sobre la penetración y desarrollo de las raíces y sobre el desarrollo de la microfauna del suelo (FAO 1997). Esta se considera un indicador de la calidad del suelo por su capacidad para almacenar agua y permitir el intercambio físicoquímico y biológico entre las diferentes fases presentes en el suelo (Karlen et al., 1997; Sojka y Upchurch, 1999; Ruiz-Camacho *et al*, 2009).

La mayor porosidad se encontró en las áreas de hortalizas, frutales y caña de azúcar, estas se pueden considerar como las que presentan mejores condiciones para cultivo ya que la porosidad favorece la una mayor infiltración de agua.

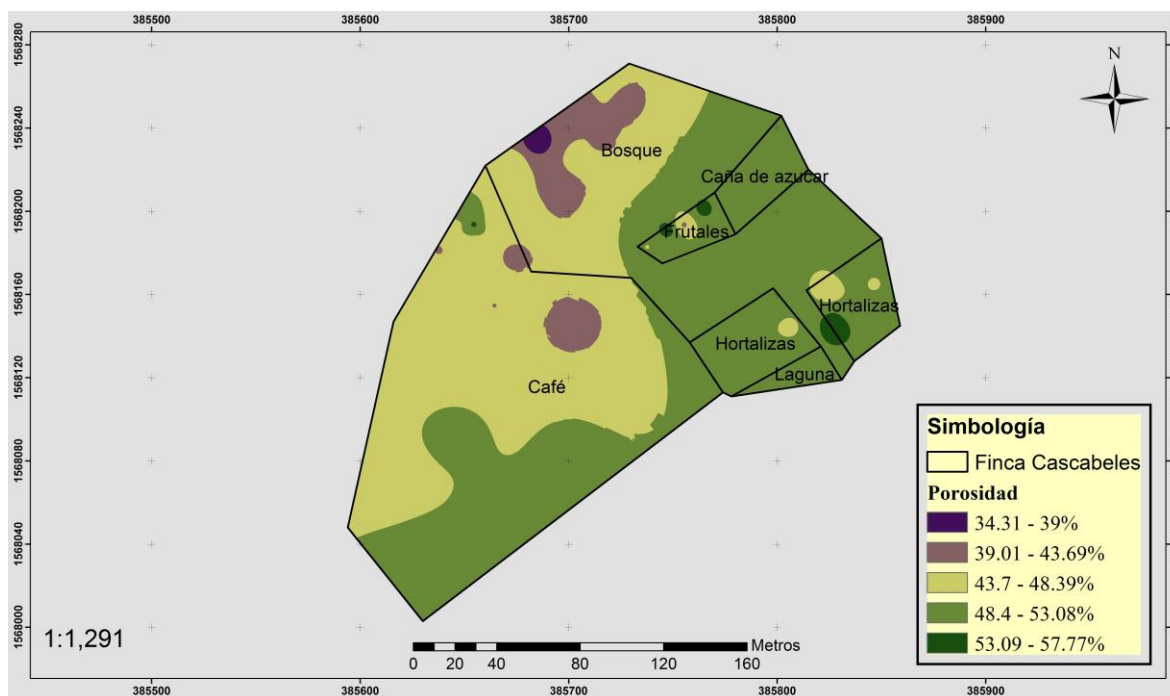


Figura 13. Mapa de distribución de la porosidad Finca orgánica los Cascabeles

La mayor proporción de la finca los Pimientos presento una porosidad de entre 49 y 58%. (Figura 14). Según Kaurichev (1984) citado por García (2015) estos rangos tienen una porosidad de satisfactoria a excelente.

El área del pasto fue la que obtuvo la menor porosidad (entre 41 y 53%) debido a que es una área donde se encuentra ganado vacuno y el pisoteo perturba del espacio poroso, provocada por una carga que supera la resistencia del suelo y produce el colapso de los poros, conduce a procesos de degradación edáfica, declinación productiva de los ecosistemas e impactos hidrológicos importantes (Li *et al.* 2009; Muhammad y Rattan, 2009).

Los subsistemas de hortalizas, café y maíz tienen una porosidad mayor (entre 53 a 62%) indicando una posible buena capacidad de retención de humedad y c estructura del suelo.

Una estructura de buena calidad significa una buena calidad de espacio de poros, con buena continuidad y estabilidad de los poros y una buena distribución de su medida, incluyendo macroporos y microporos (Cabeda, 1984 citado por FAO 1997).

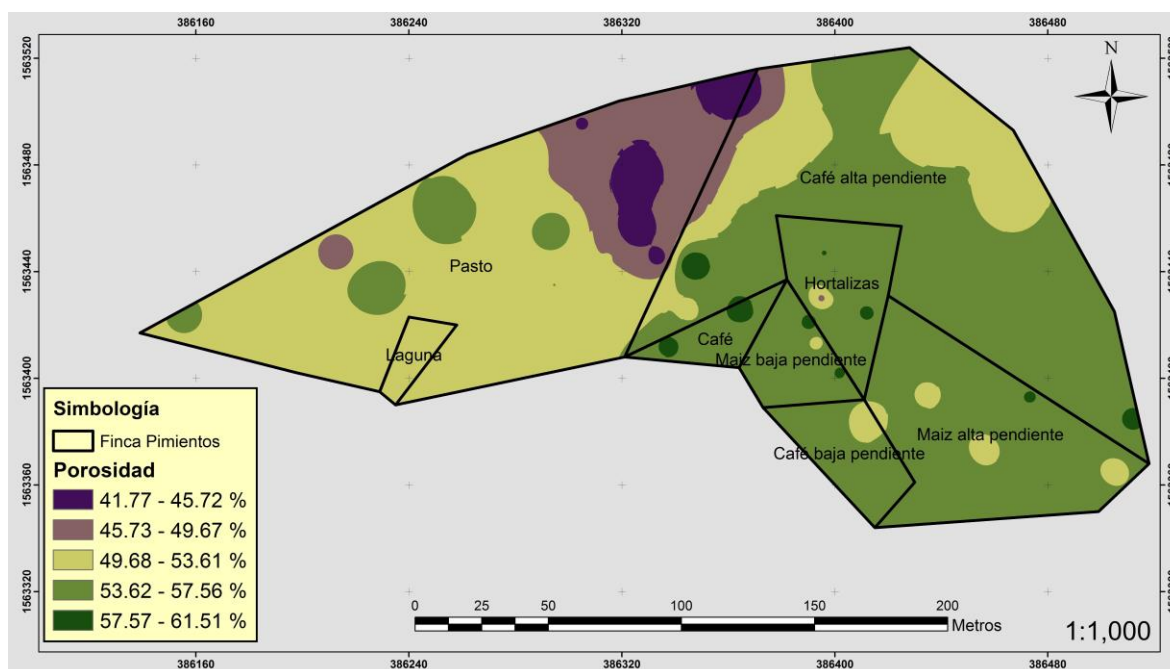


Figura 14. Mapa de la distribución de la porosidad Finca convencional Los Pimientos

La humedad del suelo

La mayor parte del suelo de la finca los cascabeles presento una humedad de entre 24.66 a 35.86%, correspondiente a el café y el área de hortalizas. Posiblemente esta retención de humedad está relacionada con los sitios donde se ha incorporado altas cantidades abonos orgánicos Carter (2002), Castillo y Amésquita (2004) señalan que la materia orgánica es uno de los indicadores de calidad de suelos más usados en el mundo ya que influye directamente la capacidad de retención de humedad.

La más alta retención de humedad fue en el bosque, frutales y en caña de azúcar (19-30%).esto puede estar relacionado con lo que se observó que el área del bosque era un suelo con bajos contenidos de materia orgánica. Izquierdo *et al.* (1997) menciona que el escaso contenido de materia orgánica implica menor capacidad de retención de agua.

En la finca orgánica los Cascabeles las zonas del café de baja pendiente se encontró la mayor retención de agua debido a la presencia de sombra por los árboles que allí se encuentra y la gran cantidad de hojarasca que ayuda más a la conservación de la humedad.

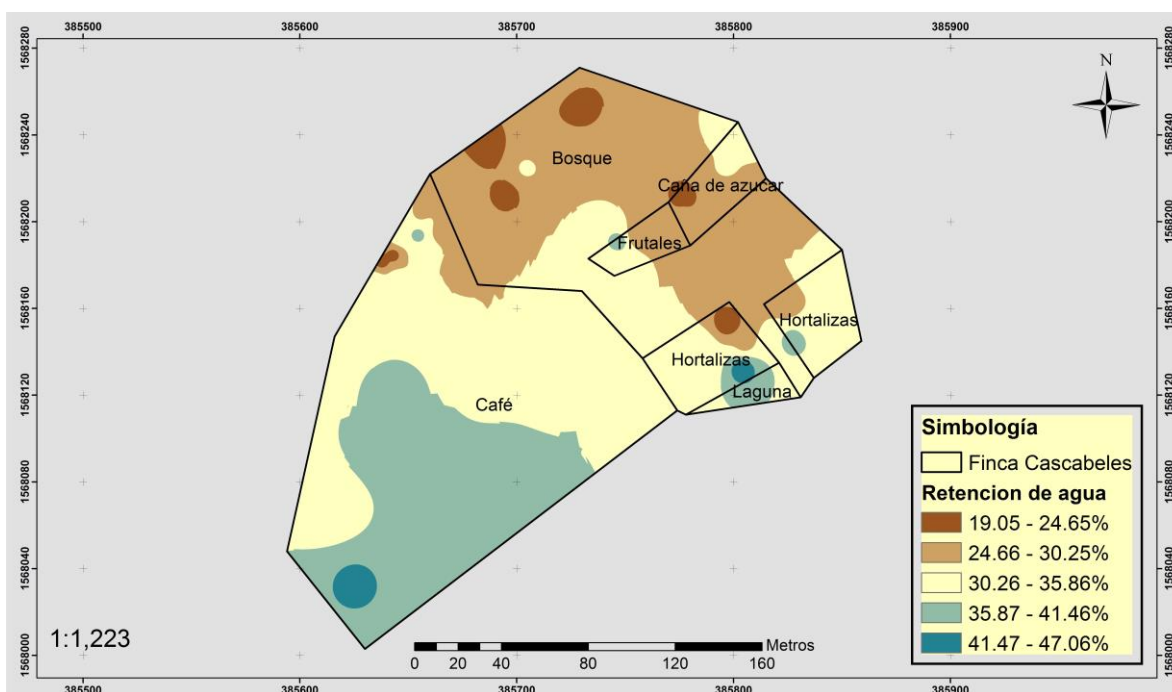


Figura 15. Retención de agua en el suelo finca orgánica Los Cascabeles.

La retención de agua en la Finca convencional Los Pimientos presentó mayor retención de humedad que los Cascabeles, ya que la mayor proporción de la finca obtuvo una humedad del suelo entre (32.26 al 41.46%). La menor humedad encontrada de pastos, algunos puntos en café y maíz. Esta baja humedad está relacionada con las partes más altas del terreno y esta tiende a aumentar hacia las regiones de menor pendiente.

En el café y maíz de alta pendiente que son subsistema con características de suelo y pendientes similares la retención fue mayor en el café causado por la vegetación presente que ayuda a la retención de agua.

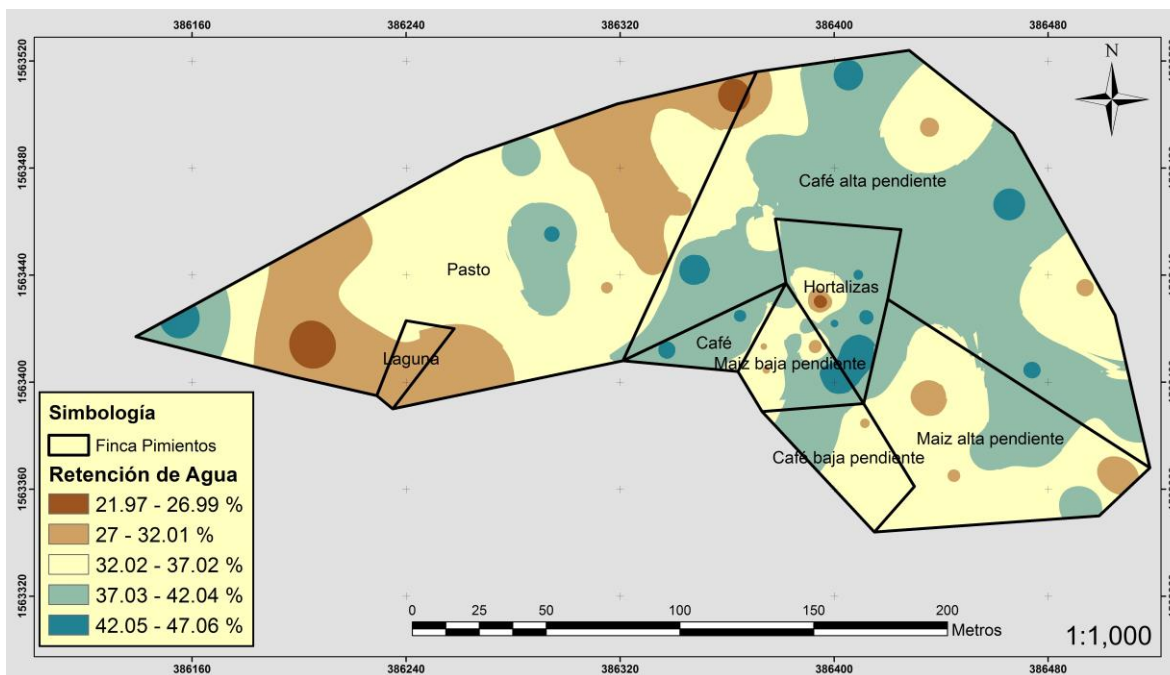


Figura 16. Retención de agua en el suelo Finca convencional Los Pimientosⁱ

5.4 Características físicas cualitativas

En las fincas estudiadas se encontró una diversidad en las características físicas cualitativas mostrándose diversidad en cada uno de los cultivos.

Estructura del suelo:

La finca orgánica los Cascabeles se encontró una estructura blocosa angular, esto está relacionado con un cantidad media de materia orgánica en los suelos de con este tipo de estructura tienden a ser suelos con una cantidad de materia orgánica baja en relación a los suelos con estructura grumosa (Moreno 2003). Este tipo de estructura resiste la penetración y el movimiento del agua, generalmente son suelos con presencia de arcilla (FAO 2003). Por otra parte la finca los Pimientos presentó una mayor ventaja en la estructura del suelo. Esta fue granular y es un indicativo de que el suelo presenta una excelente aireación, una alta cantidad de materia orgánica y una fácil penetración de raíces (Primavessi 1984).

Pedregosidad

La pedregosidad de la finca los Cascabeles vario de sitios donde no había pedregosidad (0%) hasta pedregosidad no limitante (0-35%) que se encontró en el subsistema café y el bosque, esta sugiere una ventaja ya que el productor no se ve afectado en cualquier actividad de laboreo del suelo ni tampoco se ve afectado el crecimiento de algún cultivo en específico. Según Poesen y Lavee (1984) citado por Andrade (2007) considera que un porcentaje moderado afecta positivamente los regímenes de temperatura y humedad en el suelo, por lo cual no es de considerarla una limitante.

La finca los Pimientos no presento ningún tipo de pedregosidad visible en el suelo. Las actividades agrícolas en esta finca no presentan dificultad alguna para realizarse tanto para el crecimiento del cultivo como para el laboreo del suelo.

La consistencia del suelo seco y húmedo

En la finca los cascabeles la consistencia en suelo seco fue ligeramente duro con excepción de las hortalizas. De igual forma la consistencia en suelo húmedo fue firme con excepto en el sub sistema de hortalizas que fue friable. La mejora en la consistencia del suelo probablemente se debido a la cantidad de materia orgánica usada con la incorporación de abonos orgánicos. La consistencia del suelo de hortalizas lo facilita el laboreo y es apropiado para las distintas actividades agrícolas que el productor desea realizar.

En la finca los Pimiento la consistencia del suelo seco fue blanda y en suelo húmedo fue friable en todos los subsistemas de la finca. Estos indican suelos aireados, con fácil de penetración y con una alta retención de humedad. Este tipo de consistencia de este tipo es muy deseable en la producción agrícola. Esta finca genera una ventaja ante las Finca los Cascabeles ya que de forma natural este suelo presenta características más deseables.

El color

Los colores que se presentaron en la finca Los Cascabeles fueron medianamente oscuros con la única particularidad del color del bosque, el cual es un color bastante claro por lo cual se nota una clara presencia de silicatos de calcio y de yeso en el suelo.

Contrario a la finca Los Pimientos donde los colores fueron oscuros en los distintos cultivos. Lo cual nos revela buenos contenidos de materia orgánica, debido a la formación de complejos de humus y arcilla en la estructura

La textura

La textura de la finca fue franco arcillosa a excepción del subsistema a distinción del subsistema del bosque que presentó una textura franco arenoso siendo esta característica un indicio de que el suelo es escaso en nutrientes (FAO 1991).

En la finca los Pimientos los subsistemas lucieron una textura franco limoso los cuales son suelos con una buena retención de humedad, gran cantidad de materia orgánica y una rápida infiltración



Figura 17. Características visuales de la finca los Cascabeles

Cuadro 2. Características físicas cualitativas de la Finca orgánica los Cascabeles

Variable	Café	Hortalizas	Bosque	Caña de azúcar
Estructura	Blocosa angular	Blocosa angular	Blocosa angular	Blocosa angular
Pedregosidad	No limitante	No hay pedregosidad	No limitante	No hay pedregosidad
Consistencia (suelo seco)	Ligeramente duro	Blando	Ligeramente duro	Ligeramente duro
Consistencia (suelo húmedo)	Firme	Friable	Firme	Firme
Color	Dark reddish gray (10R 5/1)	Dark Brown (7.5YR 3/4)	Light gray (2.5YR 7/1)	Light alive Brown (5Y 6/2)
Textura	Franco arcilloso	Franco arcilloso	Franco arenoso	Franco arcilloso

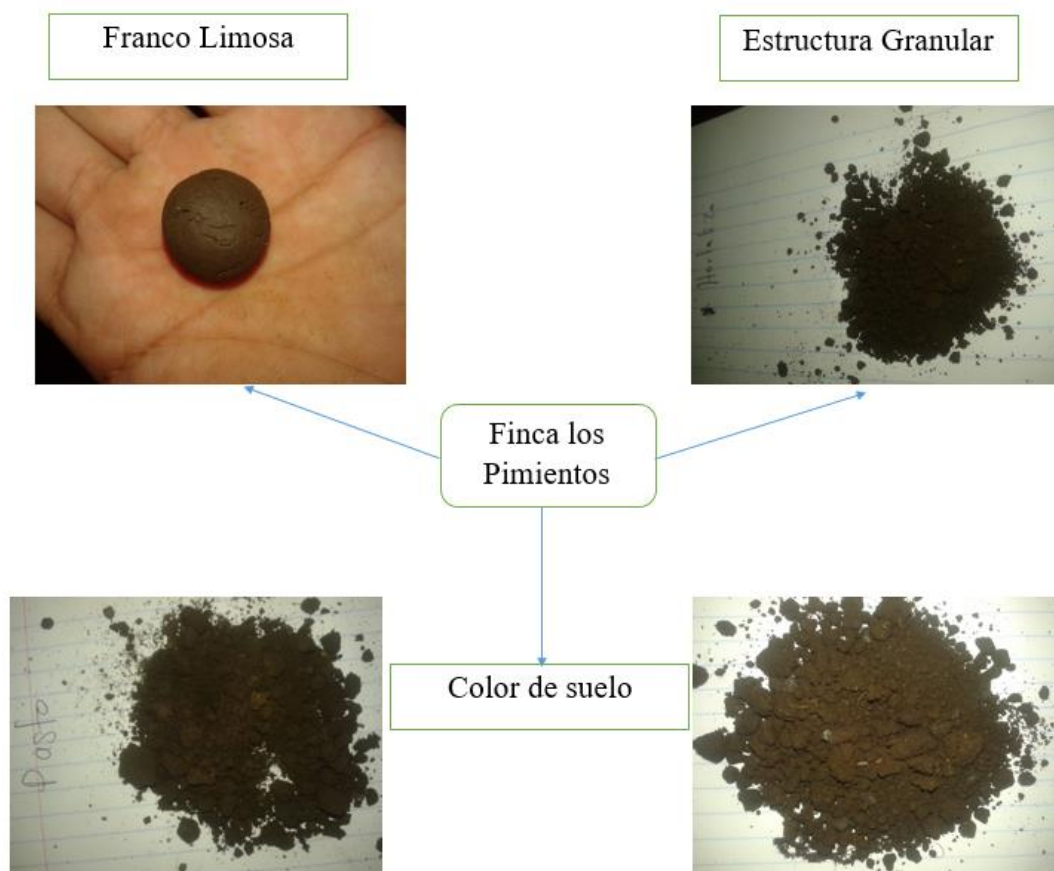


Figura 18. Características visibles de la finca los Pimientos

Cuadro 3. Características físicas cualitativas Finca convencional Los Pimientos

Variable	Café	Hortalizas	Maíz	Pasto
Estructura	Granular	Granular	Granular	Granular
Pedregosidad	No hay pedregosidad	No hay pedregosidad	No hay pedregosidad	No hay pedregosidad
Consistencia (suelo seco)	Blanda	Blanda	Blanda	Blanda
Consistencia (suelo húmedo)	Friable	Friable	Friable	Friable
Color	Dark Brown (10YR 3/3)	Dark Brown (10YR 3/3)	Dark reddish Brown (5YR 3/4)	Dark Brown (10YR 3/3)
Textura	Franco limoso	Franco limoso	Franco limoso	Franco limoso

Análisis nutricional del suelo

En los análisis multivariable de los nutrientes (Figura 7), se encontró que la variable de mayor importancia fue el manganeso en el bosque ya que según los análisis de laboratorio en esa zona es donde se encuentran los más altas concentraciones de este elemento. Su efecto en este subsistema es negativo debido a que puede ocasionarnos toxicidad en las planta por el pH bajo de zona del bosque, además de conducir a la deficiencia de hierro, calcio y magnesio

La segunda variable fue el potasio en mayor importancia y se acerca al café encontrándose las más altas concentraciones según el análisis de suelos. Según Ruano (2006) el potasio es de mucha importancia en el crecimiento y desarrollo del grano del café así como también en los aromas que expresa la bebida.

Para la caña de azúcar y frutales no hay una relación con las variables evaluadas Las hortalizas están relacionadas con altos contenidos de calcio y fosforo y con que son están mayormente

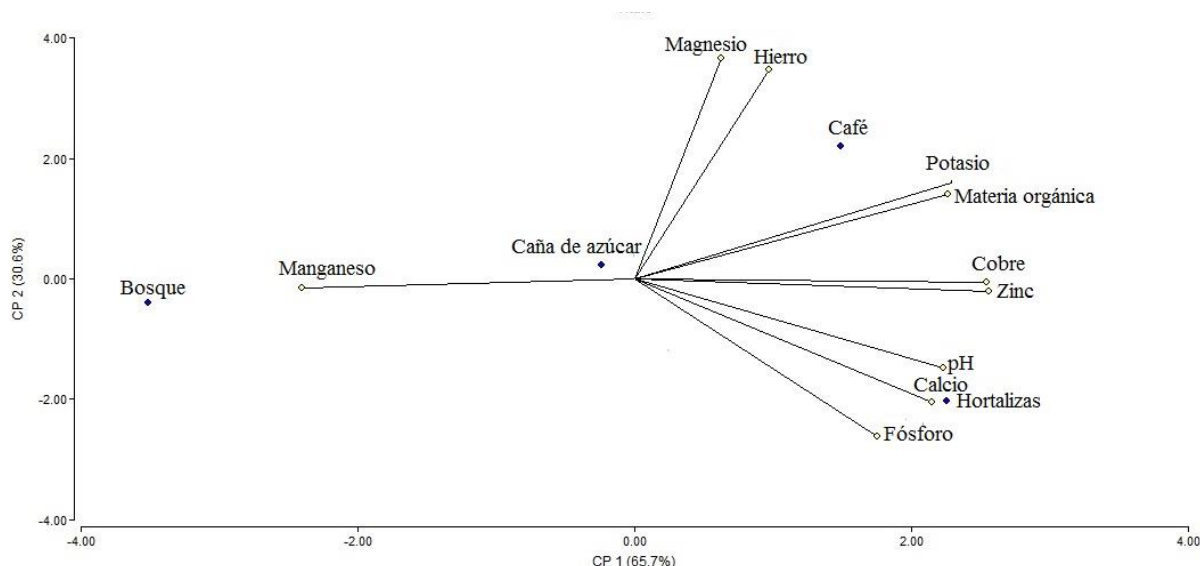


Figura 19. Análisis multivariado de los elementos minerales que se detectaron en el análisis de suelos Finca orgánica Los Cascabeles.

En la Finca convencional los Pimientos el análisis multivariable (Figura 8), presentó mayor relación el potasio, calcio, y el pH en el cultivo de café igual que en la finca orgánica, ya que

ambos subsistemas de café se encuentran en etapa productora y en esta etapa presenta importancia para desarrollo de grano.

El área del maíz el fósforo es el nutriente que más interacción tiene. En esta finca los contenidos de fósforo son bajos .y las limitaciones en la disponibilidad de fósforo reducen la acumulación de materia seca de los cultivos y la tasa de crecimiento del cultivo alrededor del momento de floración, implicando una disminución del número de granos y del rendimiento (Andrade et al., 1996; Fontanetto, 1993).

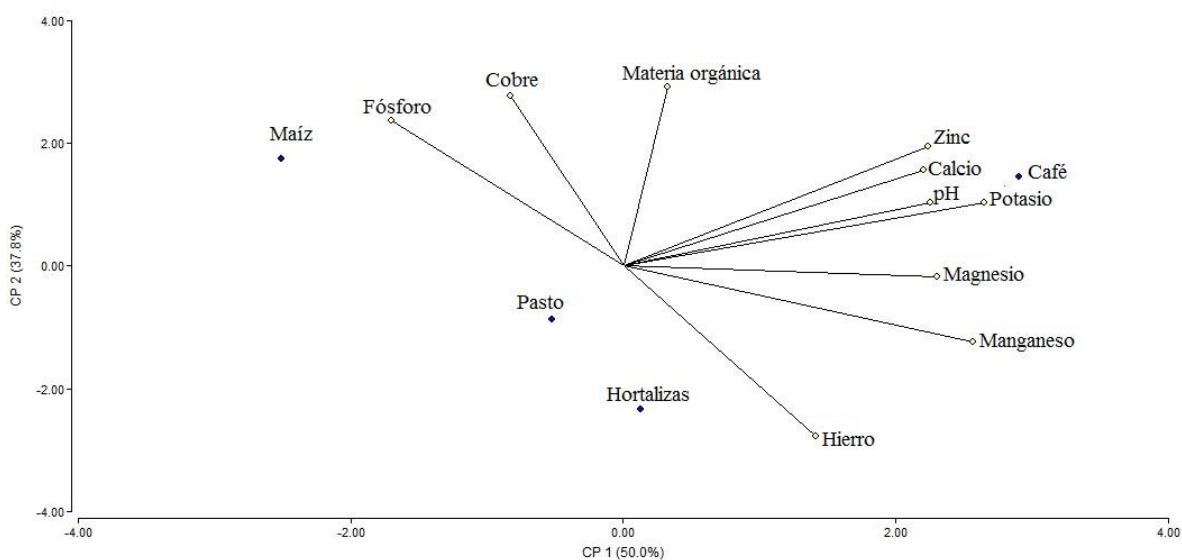


Figura 20. Análisis multivariado de los nutrientes Finca convencional Los Pimientos.

VI. CONCLUSIONES

En las fincas seleccionadas se encontró una desigualdad en las condiciones de suelo, presentando mayor ventaja en las características físicas y químicas de la finca convencional en comparación a la orgánica; a excepción de los macroorganismos que fue superior la finca orgánica

En las características químicas de Finca orgánica los Cascabeles demuestran que los sitios trabajados con agricultura orgánica hay una mayor presencia de materia orgánica, altos niveles de potasio y medios de nitrógeno y fósforo, favoreciendo el desarrollo de los cultivos.

La materia orgánica tiende a reducir la densidad suelo/masa debido a su propia baja densidad y a la estabilización de la estructura del suelo que resulta en mayor porosidad, los análisis de suelo en la Finca Los Pimientos presentó los mayores índices de materia orgánica comparándolos con la Finca orgánica Los Cascabeles.

El uso de la agricultura orgánica y de todas sus prácticas mejora la diversidad del suelo con una cantidad mayor órdenes y de individuos presentes en el suelo.

VII. RECOMENDACIONES

Realizar análisis físicos de los suelos en épocas secas del año para observar el comportamiento de los suelos en estas condiciones para las dos fincas.

Realizar un análisis microbiológico en ambas fincas para determinar la fauna microbiológica y comparar las poblaciones de ambas fincas.

Realizar un balance adecuado de manejo de químicos en la finca convencional para evitar el degrado de la materia orgánica, además de utilizar productos orgánicos para aumentar la microbiología del suelo.

Aplicar abonos naturales para la finca convencional para mejorar las condiciones de los suelos así como su fertilidad en macro elementos y micro elementos.

VIII. BIBLIOGRAFIA

Amézquita, E., & Chávez, L. F. 1999. La compactación del suelo y sus efectos en la productividad de los suelos. En *Proceedings of the Congreso Costarricense de la Ciencia del Suelo, San José, Costa Rica* (Vol. 9).

Andrades, J., Delgado, F., & López, R.(2007. Estimación de la pedregosidad volumétrica del suelo, con base en el área de fragmentos de roca expuestos, en un inceptisol de Los Andes venezolanos.*Revista Forestal Venezolana*,51(2), 219-229.

Andrade, F, Cirilo, A, Uhart S, Otegui M.1996. Ecofisiología del cultivo de maíz. Editorial Médica Panamericana, pp:292.

Altieri M. 1999. AGROECOLOGIA, Bases científicas para una agricultura sustentable. Editorial Nordan-Comunidad. Segunda Edición. Pag

Altieri M, Yurjevic A. 2000. La agroecología y el desarrollo rural, sostenible en América Latina. Centro de Educacion y Tecnologia, Santiago, Chile. Pag

Altieri *et al.* 2013. Agroecología y resiliencia socioecológica: adaptándose al cambio climático. Red Adscrita al Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo (CYTED). Medellin, Colombia.

Correa, C. R. B., López, D. G., & de Prager, M. S. (2002).*El suelo: los organismos que lo habitan*. Universidad Nacional de Colombia, Sede Palmira.

Castellanos Valerio, W. L. 2013. Caracterización de la capacidad de innovación de los actores involucrados en los sistemas de producción de hortalizas bajo ambiente controlado, en la Región Trifinio (Honduras, Guatemala y El Salvador) (Doctoral dissertation).

Echeverría, H.; García, F. 1998. Guía para la fertilización fosfatada de trigo, maíz, girasol y soja. EEA INTA Balcarce, Boletín técnico N°149.

Gliessman, S.1988. AGROECOLOGIA, Procesos Ecológicos en Agricultura Sostenible. Impresión LITOCAT, Turrialba, Costa Rica. Pag 58.

Hernández, J, *et al.* 2010. Agricultura Orgánica. Universidad Juárez del Estado de Durango. Primera Edición.

Holt-Giménez E. 2002.Measuring farmers' agroecological resistance after Hurricane Mitch in Nicaragua: a case study in participatory, sustainable land management impact monitoring. *Agriculture, Ecosystems & Environment* (Amsterdam). Pag 93: 87-105.

Lin BB, Perfecto I, Vandermeer J. 2008.Synergies between Agricultural Intensification and Climate Change Could Create Surprising Vulnerabilities for Crops. *BioScience*: Pag 58, 847-854.

Naeem, S., Costanza, R., Ehrlich, P. R., Golley, F. B., Hooper, D. U., & Timan, D. 1999 La Biodiversidad y el Funcionamiento de los Ecosistemas: manteniendo los procesos naturales que sustentan la vida. *Ecological Society of America. Tópicos en Ecología*, (4).

Navarro S, Navarro G. 2013. Química Agrícola: el suelo y los elementos químicos esenciales para la vida. Tercera Edición. Ediciones Mundi-Prensa Madrid. Pag

Odum, *et al.* 1988. ECOSISTEMAS Y POLITICAS PÚBLICAS. University of Florida, Gainesville 32611, USA. Pag

Sarandón, S, *et al.* 2014. Agroecología: bases teóricas para el diseño y manejo de agroecosistemas sustentables. Editorial de la Universidad de La Plata, Argentina.

Primavessi A. 1984. Manejo Ecológico del Suelo. La Agricultura en Regiones Tropicales. Trad. Silvia Lerendegui. Librería El Ateneo Editorial. Quinta Edición.

Parr, J, *et al.* 1992. Soil quality: Attributes and relationships to alternative and sustainable agriculture. American Journal of Alternative Agriculture. Pag 5-11.

PPCI (Potash & Phosphate Institute of Canada). 1988. Manual de Fertilidad de los Suelos. Primera Edición en Español.

Restrepo J. 2000. El suelo como base de los agroecosistemas disponibles.

Sarandon S, Flores C.2014. Agroecología: bases teóricas para el diseño y manejo de Agroecosistemas sustentables. Universidad Nacional de La Plata.

Solís J. 2000. Fundamentos de Edafología. Editorial Universidad Estatal a Distancia, San José Costa Rica. Segunda Edición.

Viani, F. A. O. (1991). Evaluación de la variabilidad de suelos a nivel de parcela, para el establecimiento en lotes experimentales en el estado Cojedes. Agronomía Tropical, 41(1-2), 5-22.

IX. ANEXOS

Anexo 1. Características biológicas del suelo

Para medir las características biológicas del suelo se tomarán 10 sub muestras dentro de cada parcela.

Microbiología del suelo. Se tomará una porción de las muestras extraídas para el análisis químico para hacer los conteos de hongos, bacteria y actinomicetos. Las muestras serán llevadas a un laboratorio para su análisis.

Densidad Mesofauna del suelo: Se utilizará la metodología de Anderson e Ingram, (1993), para ello en cada punto de muestreo tomaran 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 cavará una zanja para extraerlo completamente. El suelo se extraerá 3 capas de 10 cm hasta llegar a los 30 cm de profundidad. Posteriormente se revisará la muestra colectada para determinar presencia de organismos presentes dispersos en el sitio.

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

- A) Herbívoros:
- B) Ingenieros del ecosistema
- C) Transformadoras de hojarasca
- D) Depredadores
- E) Plagas y enfermedades del suelo

Abundancia: Número de individuos por grupo de organismo o especie por cada 0.00625m^3 en cada estrato.

Diversidad: Número de especie por grupo de organismo por cada 0.00625 m^3 en cada estrato.

Anexo 2. Características químicas del suelo

En forma de zig-zag se tomaran 10 sub muestras por zona agroecológica, las cuales formaran una muestra compuesta que se enviará al laboratorio para determinar las características químicas: pH, capacidad de intercambio catiónico, materia orgánica, macronutrientes y micronutrientes.

Anexo 3. Características físicas del suelo

Para medir las características físicas del suelo se tomaran 10 sub muestras dentro de cada de cada área definidas previamente

La textura: se determinara por el método proporcionado por Ferreira 2012:

Clase textural	Descripción
Franco limoso	Harinosa, ligeramente granular y pegajoso, sin grietas. Se puede moldear una bola cohesiva que se fisura cuando se aprieta.
Franco Arcilloso	Gránulos moderadamente pegajoso y plástico. Se puede moldear una bola cohesiva que se deforma sin fisurarse al apretarse.
Franco arenoso	Muy granosa y harinosa ligeramente arenosa. Se puede moldear una débil bola cohesiva que se fisura cuando se aprieta.
Arena franca, Arcilla	Arena franca: Presenta un grano muy arenoso y áspero. Casi se puede moldear una pelota pero esta se desintegra cuando se aprieta el suelo entre los dedos. Arcilla: Tacto muy liso, muy uniforme y muy plástica. Se moldea una bola cohesiva que se deforma sin fragmentarse.
Arena	Grano muy arenoso y áspero, no permite moldear una bola.

La estructura: Para su determinación se utilizara la metodología de Hulak (1981). Se tomara una muestra 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 manera tal que quedaran en la forma original los agregados. Cuando la muestra de suelo ceda, se identificara la estructura a través de la forma que tomara con láminas graficas llevadas a campo debidamente laminadas para su protección.

La pedregosidad: se determinará visualmente al momento de la toma de las muestras. Se elaborara. Se consideran 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.

Profundidad de la capa arable: se utilizara un barreno de colcho o ranura y se observaran los cambios de color y tipo de material, en este punto se mide hasta donde penetra el barreno.

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

Pendiente: se harán con SIG: Los grados de pendiente se clasificaran de la siguiente forma:

- Pendientes suaves (0 a 10%)
- Moderadamente fuertes (10 a 30%)
- Muy fuertes (30 a 50%)
- Escarpadas (> 50%)

Consistencia del suelo: Para la estimación de la consistencia de suelo seco y húmedo se realizó 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.

Clasificación de la Consistencia del suelo seco

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.

Fuente: Modificado de Trejo *et al.* (1999).

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.

Anexo 4. Clasificación de la Consistencia del Suelo

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.

Fuente: Modificado de Trejo *et al.* (1999).

Densidad aparente: para extraer la muestra del suelo se utilizara el método del cilindro con un volumen conocido. 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

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

$$(Dr) \% \text{ Espacio porosos del suelo} = (1 - \frac{Da}{Dr}) * 100$$

Capacidad de retención de humedad (CRH): la muestra extraída del cilindro se le agregará agua hasta saturarla, luego se pesará y secará al horno a 105°C por 24 horas. 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 cm^3 de agua. Por lo tanto la diferencia entre los pesos saturado y seco de las muestras es igual a los cm^3 de porosidad total que poseen.

Infiltración: se utilizara un cilindro de tubo de pvc de 6 pulgadas, este se introducirá en el suelo hasta unos 3 cm de profundidad. Se colocará un plástico sobre el cilindro y agregará agua, registrando la altura de esta. Al quitar el plástico se registrara el nivel del agua a 1, 5, 10, 15, 30 y 1 hora, hasta que toda el agua se haya infiltrado.

Anexo 5. Análisis de suelo del área de pastos Finca Convencional Los Pimientos

FUNDACIÓN HONDUREÑA DE INVESTIGACIÓN AGRÍCOLA
LABORATORIO QUÍMICO AGRÍCOLA
RESULTADOS E INTERPRETACIÓN DE ANÁLISIS DE SUELOS

Nombre: DCI F00D 2013/317-971 Municipio: Tegucigalpa M.D.C
Identificación: David Marquez Departamento: Tegucigalpa
No. Solicitud: 37963-11 Cultivo:
No. Laboratorio: 0045 Fecha: 2016/02/02

pH	4.66	B	Hierro (Fe)	34.8 mg/dm ³	A	Interpretación % = g/kg 10 ppm = mg kg ⁻¹ ppm = mg/dm ³ A = Alto M = Medio B = Bajo
Materia Orgánica	58.64 g/kg	A	Manganeso (Mn)	63.7 mg/dm ³	A	
Nitrogeno Total	2.93 g/kg	M	Cobre (Cu)	1.60 mg/dm ³	A	
Fosforo (P)	2 mg kg ⁻¹	B	Zinc (Zn)	6.08 mg/dm ³	A	
Potasio (K)	503 mg kg ⁻¹	A	Boro (B)	mg/dm ³	B	
Calcio (Ca)	1250 mg kg ⁻¹	M				
Magnesio (Mg)	255 mg kg ⁻¹	A				
Azufre (S)	mg kg ⁻¹	B				
Recomendación: Kilogramo/Hectarea Nitrogeno (N): Calcio (CaO): Zinc (Zn) Fosforo (P ₂ O ₅): Magnesio (MgO): Boro (B) Potasio (K ₂ O): Azufre (S)						
Comentario:						

Alfonso
Jefe del Laboratorio Químico

LAB. QUÍMICO AGRÍCOLA Y ANÁLISIS DE PLAGUICIDAS
La Lima, Cortés

Anexo 6. Análisis de suelo en cultivo de maíz Finca Convencional Los Pimientos

FUNDACIÓN HONDUREÑA DE INVESTIGACIÓN AGRÍCOLA
LABORATORIO QUÍMICO AGRÍCOLA
RESULTADOS E INTERPRETACIÓN DE ANÁLISIS DE SUELOS

Nombre: DCI F00D 2013/317-971 Municipio: Tegucigalpa M.D.C
Identificación: David Marquez Departamento: Tegucigalpa
No. Solicitud: 37963-12 Cultivo:
No. Laboratorio: 0046 Fecha: 2016/02/02

pH	4.8	B	Hierro (Fe)	17.6 mg/dm ³	A	Interpretación % = g/kg 10 ppm = mg kg ⁻¹ ppm = mg/dm ³ A = Alto M = Medio B = Bajo
Materia Orgánica	60.79 g/kg	A	Manganeso (Mn)	43.9 mg/dm ³	A	
Nitrogeno Total	3.04 g/kg	M	Cobre (Cu)	1.90 mg/dm ³	A	
Fosforo (P)	7 mg kg ⁻¹	B	Zinc (Zn)	6.06 mg/dm ³	A	
Potasio (K)	480 mg kg ⁻¹	A	Boro (B)	mg/dm ³	B	
Calcio (Ca)	1540 mg kg ⁻¹	M				
Magnesio (Mg)	184 mg kg ⁻¹	M				
Azufre (S)	mg kg ⁻¹	B				
Recomendación: Kilogramo/Hectarea Nitrogeno (N): Calcio (CaO): Zinc (Zn) Fosforo (P ₂ O ₅): Magnesio (MgO): Boro (B) Potasio (K ₂ O): Azufre (S)						
Comentario:						

Alfonso
Jefe del Laboratorio Químico

LAB. QUÍMICO AGRÍCOLA Y ANÁLISIS DE PLAGUICIDAS
La Lima, Cortés

Anexo 8. Análisis de suelo en cultivo de café Finca Convencional Los Pimientos

FUNDACIÓN HONDUREÑA DE INVESTIGACIÓN AGRÍCOLA
LABORATORIO QUÍMICO AGRÍCOLA
RESULTADOS E INTERPRETACIÓN DE ANÁLISIS DE SUELOS

Nombre: DCI FOOD 2013/317-971 Municipio: Tegucigalpa M.D.C.
Identificación: David Marquez Departamento: Tegucigalpa
No. Solicitud: 37963-10 Cultivo:
No. Laboratorio: 0044 Fecha: 2016/02/02

pH	5.17	M	Hierro (Fe)	31.0 mg/dm ³	A	Interpretación % = g/kg 10 ⁻¹ ppm = mg kg ⁻¹ ppm = mg/dm ³ A = Alto M = Medio B = Bajo
Materia Orgánica	62.63 g/kg	A	Manganeso (Mn)	72.8 mg/dm ³	A	
Nitrogeno Total	3.13 g/kg	M	Cobre (Cu)	1.58 mg/dm ³	A	
Fosforo (P)	3 mg kg ⁻¹	B	Zinc (Zn)	9.40 mg/dm ³	A	
Potasio (K)	709 mg kg ⁻¹	A	Boro (B)	mg/dm ³	B	
Calcio (Ca)	2260 mg kg ⁻¹	M				
Magnesio (Mg)	268 mg kg ⁻¹	A				
Azufre (S)	mg kg ⁻¹	B				

Recomendación: Kilogramo/Hectarea
 Nitrogeno (N): Calcio (CaO): Zinc (Zn):
 Fosforo (P₂O₅): Magnesio (MgO): Boro (B):
 Potasio (K₂O): Azufre (S):

Comentario:

David Marquez
Jefe del Laboratorio Químico
LAB. QUÍMICO AGRÍCOLA Y ANALISIS DE PLAGUICIDAS
Fundación Hondureña de Investigación Agrícola
Le Lima, Cortés

Anexo 7. Análisis de suelo en cultivo de hortalizas Finca Convencional Los Pimientos

FUNDACIÓN HONDUREÑA DE INVESTIGACIÓN AGRÍCOLA
LABORATORIO QUÍMICO AGRÍCOLA
RESULTADOS E INTERPRETACIÓN DE ANÁLISIS DE SUELOS

Nombre: DCI FOOD 2013/317-971 Municipio: Tegucigalpa M.D.C.
Identificación: David Marquez Departamento: Tegucigalpa
No. Solicitud: 37963-13 Cultivo:
No. Laboratorio: 0047 Fecha: 2016/02/02

pH	4.91	B	Hierro (Fe)	40.5 mg/dm ³	A	Interpretación % = g/kg 10 ⁻¹ ppm = mg kg ⁻¹ ppm = mg/dm ³ A = Alto M = Medio B = Bajo
Materia Orgánica	48.51 g/kg	M	Manganeso (Mn)	66.5 mg/dm ³	A	
Nitrogeno Total	2.43 g/kg	M	Cobre (Cu)	0.82 mg/dm ³	M	
Fosforo (P)	2 mg kg ⁻¹	B	Zinc (Zn)	5.42 mg/dm ³	A	
Potasio (K)	531 mg kg ⁻¹	A	Boro (B)	mg/dm ³	B	
Calcio (Ca)	1560 mg kg ⁻¹	M				
Magnesio (Mg)	215 mg kg ⁻¹	M				
Azufre (S)	mg kg ⁻¹	B				

Recomendación: Kilogramo/Hectarea
 Nitrogeno (N): Calcio (CaO): Zinc (Zn):
 Fosforo (P₂O₅): Magnesio (MgO): Boro (B):
 Potasio (K₂O): Azufre (S):

Comentario:

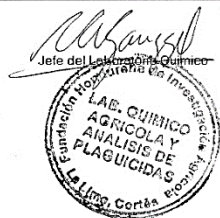
David Marquez
Jefe del Laboratorio Químico
LAB. QUÍMICO AGRÍCOLA Y ANALISIS DE PLAGUICIDAS
Fundación Hondureña de Investigación Agrícola
Le Lima, Cortés

Anexo 10. Análisis de suelo en cultivo de café Finca Orgánica Los Cascabeles

FUNDACIÓN HONDUREÑA DE INVESTIGACIÓN AGRÍCOLA
LABORATORIO QUÍMICO AGRÍCOLA
RESULTADOS E INTERPRETACIÓN DE ANÁLISIS DE SUELOS

Nombre: DCI FOOD 2013/317-971 Municipio: Tegucigalpa M.D.C
Identificación: Mario Perez, Los cascabeles Departamento: Tegucigalpa
No. Solicitud: 37963-15 Cultivo:
No. Laboratorio: 0043 Fecha: 2016/02/02

pH	5.63	M	Hierro (Fe)	81.6 mg/dm ³	A	Interpretación
Materia Organica	46.66 g/kg	M	Manganeso (Mn)	11.9 mg/dm ³	A	% = g/kg 10 ppm = mg kg ⁻¹ ppm = mg/dm ³ A = Alto M = Medio B = Bajo
Nitrogeno Total	2.33 g/kg	M	Cobre (Cu)	1.18 mg/dm ³	A	
Fosforo (P)	18 mg kg ⁻¹	M	Zinc (Zn)	4.60 mg/dm ³	M	
Potasio (K)	978 mg kg ⁻¹	A	Boro (B)	mg/dm ³	B	
Calcio (Ca)	3040 mg kg ⁻¹	M				
Magnesio (Mg)	340 mg kg ⁻¹	A				
Azufre (S)	mg kg ⁻¹	B				
Recomendación: Kilogramo/Hectarea						
Nitrogeno (N):		Calcio (CaO):		Zinc (Zn):		
Fosforo (P ₂ O ₅):		Magnesio (MgO):		Boro (B):		
Potasio (K ₂ O):		Azufre (S):				
Comentario:						

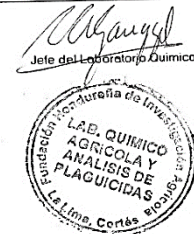


Anexo 9. Anexo. Análisis de suelo en el área de bosque Finca Orgánica Los Cascabeles

FUNDACIÓN HONDUREÑA DE INVESTIGACIÓN AGRÍCOLA
LABORATORIO QUÍMICO AGRÍCOLA
RESULTADOS E INTERPRETACIÓN DE ANÁLISIS DE SUELOS

Nombre: DCI FOOD 2013/317-971 Municipio: Tegucigalpa M.D.C
Identificación: Mario Perez Los cascabeles #17 Departamento: Tegucigalpa
No. Solicitud: 37963-17 Cultivo:
No. Laboratorio: 0051 Fecha: 2016/02/02

No. Laboratorio:	0051						
pH	4.40	B	Hierro (Fe)	35.8 mg/dm ³	A	Interpretación	
Materia Organica	27.94 g/kg	B	Manganeso (Mn)	46.8 mg/dm ³	A	% = g/kg 10	
Nitrogeno Total	1.4 g/kg	B	Cobre (Cu)	0.16 mg/dm ³	B	ppm = mg kg ⁻¹	
Fosforo (P)	4 mg kg ⁻¹	B	Zinc (Zn)	0.80 mg/dm ³	B	ppm = mg/dm ³	
Potasio (K)	287 mg kg ⁻¹	A	Boro (B)	mg/dm ³	B	A = Alto	
Calcio (Ca)	1320 mg kg ⁻¹	M				M = Medio	
Magnesio (Mg)	256 mg kg ⁻¹	A				B = Bajo	
Azufre (S)	mg kg ⁻¹	B					
Recomendación: Kilogramo/Hectarea							
Nitrogeno (N):		Calcio (CaO):		Zinc (Zn):			
Fosforo (P ₂ O ₅):		Magnesio (MgO):		Boro (B):			
Potasio (K ₂ O):		Azufre (S):					
Comentario:							



Anexo 12. Anexo. Análisis de suelo en abono orgánico Finca Orgánica Los Cascabeles

FUNDACIÓN HONDUREÑA DE INVESTIGACIÓN AGRÍCOLA LABORATORIO QUÍMICO AGRÍCOLA

RESULTADOS E INTERPRETACIÓN DE ANÁLISIS DE SUELOS

Nombre: DCI FOOD 2013/317-971 Municipio: Tegucigalpa M.D.C.
Identificación: Mario Perez, Los cascabeles #18 Departamento: Tegucigalpa
No. Solicitud: 37963-18 Cultivo:
No. Laboratorio: 0052 Fecha: 2016/02/02

pH	7.21	A	Hierro (Fe)	15.0 mg/dm ³	M	Interpretación
Materia Organica	104.99 g/kg	A	Manganeso (Mn)	47.6 mg/dm ³	A	% = g/kg 10 ppm = mg kg ⁻¹ ppm = mg/dm ³ A = Alto M = Medio B = Bajo
Nitrogeno Total	5.25 g/kg	A	Cobre (Cu)	3.74 mg/dm ³	A	
Fosforo (P)	2.815 mg kg ⁻¹	B	Zinc (Zn)	26.5 mg/dm ³	A	
Potasio (K)	6230 mg kg ⁻¹	A	Boro (B)	mg/dm ³	B	
Calcio (Ca)	9760 mg kg ⁻¹	A				
Magnesio (Mg)	2190 mg kg ⁻¹	A				
Azufre (S)	mg kg ⁻¹	B				
Recomendación: Kilogramo/Hectarea						
Nitrogeno (N):		Calcio (CaO):		Zinc (Zn):		
Fosforo (P ₂ O ₅):		Magnesio (MgO):		Boro (B):		
Potasio (K ₂ O):		Azufre (S):				
Comentario:						

[Firma]
Jefe del Laboratorio Químico



Anexo 11. Análisis de suelo en cultivo de hortalizas Finca Orgánica Los Cascabeles

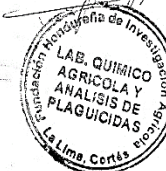
FUNDACIÓN HONDUREÑA DE INVESTIGACIÓN AGRÍCOLA LABORATORIO QUÍMICO AGRÍCOLA

RESULTADOS E INTERPRETACIÓN DE ANÁLISIS DE SUELOS

Nombre: DCI FOOD 2013/317-971 Municipio: Tegucigalpa M.D.C.
Identificación: David Marquez Departamento: Tegucigalpa
No. Solicitud: 37963-14 Cultivo:
No. Laboratorio: 0048 Fecha: 2016/02/02

pH	7.04	A	Hierro (Fe)	35.9 mg/dm ³	A	Interpretación % = g/kg 10 ppm = mg kg ⁻¹ ppm = mg/dm ³ A = Alto M = Medio B = Bajo
Materia Orgánica	40.83 g/kg	M	Manganeso (Mn)	7.1 mg/dm ³	M	
Nitrogeno Total	2.04 g/kg	M	Cobre (Cu)	1.34 mg/dm ³	A	
Fosforo (P)	102 mg kg ⁻¹	A	Zinc (Zn)	5.44 mg/dm ³	A	
Potasio (K)	752 mg kg ⁻¹	A	Boro (B)	mg/dm ³	B	
Calcio (Ca)	6310 mg kg ⁻¹	A				
Magnesio (Mg)	240 mg kg ⁻¹	M				
Azufre (S)	mg kg ⁻¹	B				
Recomendación: Kilogramo/Hectárea						
Nitrogeno (N):		Calcio (CaO):		Zinc (Zn):		
Fosforo (P ₂ O ₅):		Magnesio (MgO):		Boro (B):		
Potasio (K ₂ O):		Azufre (S):				
Comentario:						

[Firma]
Jefe del Laboratorio Químico



Anexo 13. Análisis de suelo en cultivo de caña Finca Orgánica Los Cascabeles

FUNDACIÓN HONDUREÑA DE INVESTIGACIÓN AGRÍCOLA
LABORATORIO QUÍMICO AGRÍCOLA

RESULTADOS E INTERPRETACIÓN DE ANÁLISIS DE SUELOS

Nombre: DCI F00D 2013/317-371

Municipio: Tegucigalpa M.D.C

Identificación: Mario Perez

Departamento: Tegucigalpa

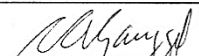
No. Solicitud: 37963-16

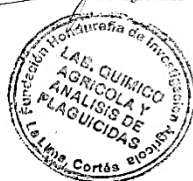
Cultivo: .

No. Laboratorio: 0050

Fecha: 2016/02/02

pH	6.17	M	Hierro (Fe)	57.5 mg/dm ³	A	Interpretación % = g/kg 10 ppm = mg kg⁻¹ ppm = mg/dm³ A = Alto M = Medio B = Bajo
Materia Organica	33.46 g/kg	M	Manganeso (Mn)	11.2 mg/dm ³	A	
Nitrogeno Total	1.67 g/kg	B	Cobre (Cu)	0.68 mg/dm ³	M	
Fosforo (P)	12 mg kg ⁻¹	M	Zinc (Zn)	3.08 mg/dm ³	M	
Potasio (K)	637 mg kg ⁻¹	A	Boro (B)	mg/dm ³	B	
Calcio (Ca)	3230 mg kg ⁻¹	M				
Magnesio (Mg)	285 mg kg ⁻¹	A				
Azufre (S)	mg kg ⁻¹	B				
Recomendación: Kilogramo/Hectarea						
Nitrogeno (N):		Calcio (CaO):		Zinc (Zn):		
Fosforo (P ₂ O ₅):		Magnesio (MgO):		Boro (B):		
Potasio (K ₂ O):		Azufre (S):				
Comentario:						


Jefe del Laboratorio Químico



Anexo 14. Medición de profundidad



Anexo 15. Capas de suelo visibles Finca convencional Los Pimientos



Anexo 16. Macroorganismos encontrados en las fincas estudiadas



Anexo 17. Huevos de lombriz de tierra en las fincas



Anexo 18. Recolección de muestras para medir densidad aparente



Anexo 19. Recolección de muestras para análisis químico

