

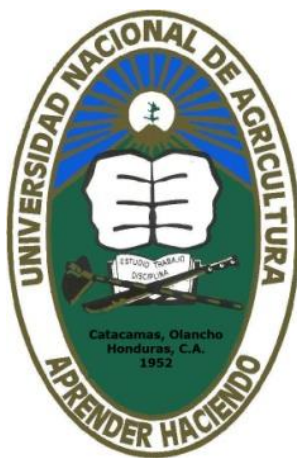
UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA

**SALUD Y CALIDAD DEL SUELO Y BALANCE DE NUTRIENTES EN SISTEMAS
DE PRODUCCION AGROECOLÓGICO Y CONVENCIONAL EN EL RUBRO DE
CAFÉ, MARCALA, LA PAZ**

POR:

FANY YAMILETH GONZALEZ BENAVIDEZ

TESIS



CATACAMAS, OLANCHO

HONDURAS, C.A

JUNIO 2016

**SALUD Y CALIDAD DEL SUELO Y BALANCE DE NUTRIENTES EN SISTEMAS
DE PRODUCCION AGROECOLÓGICO Y CONVENCIONAL EN EL RUBRO DE
CAFÉ, MARCALA, LA PAZ**

POR

FANY YAMILETH GONZALEZ BENAVIDEZ

**WENDY LEONELA M.Sc.
Asesor Principal**

**TESIS PRESENTADO A LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA COMO
REQUISITO PREVIO A LA OBTENCION DEL TITULO DE**

INGENIERO AGRONOMO

CATACAMAS, OLANCHO

HONDURA, C.A

JUNIO 2016

ACTA SUSTENTACIÓN

DEDICATORIA

A DIOS TODO PODEROSO

Por darme la fortaleza en todos los momentos de mi vida por brindarme luz cuando me he sentido a oscuras por escuchar mis oraciones en todo momento.

A MIS PADRES

Miguel Ángel González y Cruz Marina Benavidez Por brindarme su apoyo incondicional en cada momento de mi vida, sus consejos, valores, y por sus ejemplos de perseverancia en cualquier circunstancia de la vida. Los admiro y los amo mucho.

A MI HIJO

Fernando Josué González Benavidez por ser mi motivación al levantarme cada mañana por despertar en mí ese sentimiento tan puro de amor, gracias hijo por existir te amo

A MI HERMANO

Luis Miguel González Benavidez por brindarme su apoyo por su agradable compañía y sobre todo por su cariño

AGRADECIMIENTOS

Primeramente doy infinitas gracias a **Dios**, por haberme dado fuerza y valor para terminar con mis estudios.

A LOS, M. Sc. LEONELA CASTELLANOS, M. Sc. JOSUE MATUTE, M. Sc. OSCAR FERREIRA, LIC. ALBERTO IREAETA 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: LUIS EDGARDO GAMERO, ELIN FRANCISCO GONZALES, PABLO GUEVARA, JORGE GONZALES, LUIS GONZALES, ONASIS G. MARTA RAMOS, CARLA ORTIZ, MAIRA RODRÍGUEZ ONEYDA HERNÁNDEZ, por brindarme su gran amistad, los amigos son una familia que se elige

CONTENIDO

	Pág.
ACTA SUSTENTACIÓN	i
DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTOS	iii
CONTENIDO	iv
LISTADO DE CUADROS.....	vi
LISTADO DE FIGURAS.....	vii
LISTA DE ANEXOS.....	viii
RESUMEN	ix
I INTRODUCCIÓN	1
II OBJETIVOS	3
2.1 General	3
2.2 Específicos.....	3
III REVISIÓN DE LITERATURA	4
3.1 Importancia del café en Honduras	4
3.2 La Agricultura convencional	5
3.3 Agricultura orgánica y agroecológica	6
3.5 Agroecosistema	7
3.6 El suelo	11
3.6.1 Características biológicas del suelo	12
3.6.2 Características químicas del suelo	13
3.6.3 Características físicas	16
IV MATERIALES Y MÉTODO.....	19
4.1 Ubicación del experimento.....	19
4.2 Características químicas del suelo.....	20
4.3 Estimación de las propiedades físicas del suelo:	21

4.4 Características biológicas del suelo.....	25
V RESULTADOS Y DISCUSIÓN	26
5.1. Información taxonómica de la macrofauna del suelo.....	26
5.3. Propiedades físicas de los suelos	32
5.4. Componentes principales para propiedades químicas	42
5.5 Infiltración del suelo.....	43
VI. CONCLUSIONES.....	45
VII RECOMENDACIONES	46
VIII BIBLIOGRAFÍAS	47
ANEXO.....	53

LISTADO DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 1. clasificación del pH de suelos agrícolas propuesta por (Villarroel 1988).....	20
Cuadro 2. clasificación de la pedregosidad que se encuentra dispuesta en el suelo.	22
Cuadro 3. Categorización de la consistencia del suelo.	23
Cuadro 4. categorización de suelo friable y muy friable.....	23
Cuadro 5. Clasificación taxonómica de cada individuo. Encontrados en el estudio de macrofauna del suelo, en la finca Dios con nosotros Marcala La Paz	26

LISTADO DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Delimitación de las parcelas de la finca agroecología “Dios con Nosotros”	19
Figura 2. Grupos funcionales de macroorganismo que predominan en el subsistema café y maderable, en la Finca agroecológica “Dios con Nosotros”	27
Figura 3. Grupos funcionales de macroorganismo del suelo en el subsistema café y huerta, en la Finca agroecológica “Dios con Nosotros”	28
Figura 4. Grupos funcionales de macro organismo que predominan en el uso de suelo café y frutales, en la Finca agroecológica Dios con nosotros Marcala, La Paz.	29
Figura 5. Grupos funcionales de macro organismo que predominan en el uso de suelo pasto, en la Finca agroecológica “Dios con Nosotros” Marcala, La Paz.	30
Figura 6. Grupos funcionales de macroorganismo que predominan en la Finca convencional “Las Marías” Marcala, La Paz.	31
Figura 7. Distribución de la densidad aparente en las fincas Dios con Nosotros y las Marías	32
Figura 8. Distribución de la porosidad en las fincas Dios con Nosotros y Las Marías	33
Figura 9. Distribución de la profundidad en las fincas Dios con Nosotros y las Marías	34
Figura 10. Distribución de la Humedad en finca Dios con Nosotros y las María	35
Figura 11. Componentes principales para las propiedades físicas cuantitativas de las Dios con Nosotros y Las Marías.	36
Figura 12. Propiedades físicas cuantitativas del suelo en las fincas “Dios con Nosotros” y Las Marías	37
Figura 13. Características físicas de la finca Las Marías.	38
Figura 14. Características físicas de la finca Dios con Nosotros.	39
Figura 15. Componentes principales para propiedades químicas cuantitativas de la finca agroecológica Dios con nosotros y la finca convencional “Las Marías”.	42
Figura 16. Infiltración de agua en las fincas; agroecológica Dios con nosotros y convencional “Las Marías”.	43

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 1. Características físicas cualitativas del suelo	54
Anexo 2. Características y formas utilizadas para la determinación de la textura del suelo en campo.	55
Anexo 3. Descripción y láminas para la determinación de la estructura del suelo	56
Anexo 4. Forma tilizada para determinar los macroorganismos que se encuentran en el suelo	57
Anexo 5. Imagen para determinar la profundidad del suelo	58
Anexo 6. Forma de determinar la infiltracion del agua en el suelo.....	58

GONZALEZ BENAVIDEZ, F.Y. 2016. Salud y calidad del suelo y balance de nutrientes en sistemas de producción agroecológico y convencional en el rubro de café, Marcala, la paz. Tesis. Ing. Agrónomo. Universidad Nacional de Agricultura, Catacamas, Olancho, Honduras. 58 pág.

RESUMEN

Este estudio se realizó en el municipio de Marcala, en el departamento de La Paz entre los meses de octubre y diciembre del año 2015. Se comparó indicadores de calidad del suelo a nivel químico, físico y biológico (macroorganismos) en el rubro de café en dos sistemas de producción, la finca agroecológica “Dios con Nosotros” y “Las Marías” de manejo convencional. Se evaluó cuál de los dos sistemas ofrece mayor resiliencia, y proporciona mayor seguridad alimentaria a las familias productoras. Las fincas están ubicadas en la misma zona geográfica. Los resultados demuestran que la finca agroecológica “Dios con Nosotros” presenta mejores condiciones edáficas en las siguientes variables: materia orgánica, densidad aparente, profundidad e infiltración y presenta una mayor diversidad de macroorganismos. Por lo que es más apta para el crecimiento y desarrollo de plantas, animales y sobre todo la salud del ser humano, esto debido diferentes prácticas agrícolas que realiza el productor como control cultural de plagas, incorporación de abonos orgánicos, y sobre todo el conocimiento y la disposición del productor en querer hacer su trabajo de la mejor manera.

Palabras claves: Ambiente, agroecosistema, biológico, edáficas, infiltración, resiliencia

I. INTRODUCCIÓN

Uno de los problemas mundiales en la actualidad son el hambre y la desnutrición se estima que 1.200 millones de personas padecen de hambre y desnutrición, con dietas que no cumplen el mínimo necesario de calorías (Sarandón y Flores 2014). Debido a esta situación los organismos internacionales, ONGS y gobiernos han enfocado sus esfuerzos hacia la seguridad alimentaria y nutricional para asegurar en todo momento, y a toda la población, la posibilidad material y económica de obtener los alimentos básicos que necesiten, proporcionen nutrientes y energía en cantidad, calidad y oportunidad adecuadas, para satisfacer, las necesidades individuales (Bressani 1989 y Shama 1992).

Honduras es un país cuyo producto interno bruto depende del sector agrícola, donde la mayoría de los productores se dedican a producir bajo el sistema tradicional cuyos objetivos son la maximización de la producción y las ganancias. Este sistema promueve un aumento de producción mediante el uso de labranza intensiva, monocultivo, irrigación, aplicación de fertilizantes sintético, control químico de plagas y manipulación genética de los cultivos lo cual eleva los costos que este sistema requiere. El acceso es limitado solo para grandes productores, caso contrario los pequeños productores que se les dificultan un financiamiento de parte del gobierno y las financieras.

Un modelo de agricultura costoso e inadecuado para las condiciones agroecológicas del país, promueve bajos ingresos per cápita (2774 lempiras mensuales) con el que no se pueden suplir las necesidades básicas. Estos factores han contribuido al aumento en un 68.2 por ciento de pobreza, la migración de 246,620 personas al año y el 29% de los niños y niñas sufren desnutrición en nuestro país (INE 2014)

Debido a lo anterior es necesaria la gestión del conocimiento hacia sistemas de producción sostenibles enfocados a un mejor manejo del suelo y un fomento al uso de insumos locales, un mayor valor agregado y una cadena de comercialización más justa (CATIE 2003). Estos sistemas deben reducir los costos de producción y mantener la seguridad alimentaria, la salud y la calidad de vida de las familias hondureñas.

Considerando que la producción y calidad de los alimentos depende de las características del suelo, se planteó como objetivo en el presente trabajo hacer un análisis comparativo de los suelos en dos tipos de sistemas de producción (agroecológico y convencional) se consideraron las características físicas, químicas y biológicas para inferir cuál de los dos sistemas ofrece mayor resiliencia al suelo, se adapta mejor a las condiciones del productor proporciona mayor seguridad alimentaria y causa menos daños al ambiente

II. OBJETIVOS

2.1 General:

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

2.2 Específicos:

Analizar la microbiología del suelo, la diversidad y clasificación de la mesofauna del suelo.

Evaluar las características físicas y químicas del suelo.

III. REVISIÓN DE LITERATURA

3.1. Importancia del café en Honduras

El café es la mercancía más importante en el comercio agrario internacional y la segunda del mundo, después del petróleo, representando una fuente importante de ingresos en la mayoría de los países de Latinoamérica (De Miguel 2007). El cultivo de café es uno de los rubros agrícolas de mayor importancia económica en Honduras debido a su fuerte aporte económico en la generación de divisas, también tiene gran importancia en la industria, alimentación e investigación, además constituye fuentes de empleos directos e indirectos se estima que alrededor de 500,000 personas dependen de la actividad cafetalera, los cultivos absorben más del 13% de la fuerza laboral. Honduras con una superficie total cultivada con café de 236,462 ha, producen un 3% del café mundial y aproximadamente el 10% de la población depende de este rubro (De Miguel 2007).

Como vemos el cultivo de café en Honduras se ha convertido en la manera más viable para el pequeño productor de obtener sus requerimientos mínimos de sobrevivencia, a pesar de los bajos precios que obtiene y del acceso limitado al crédito, la tecnología y la comercialización.

Por otra parte, la producción de café por situarse en territorio montañoso, en áreas de ladera con altas pendientes es muy susceptible a la erosión, establecimiento de cárcavas y derrumbes ante condiciones climáticas adversas como la alta pluviosidad. Pero, debido al sistema predominante de cultivo bajo sombra, no se ha desplazado totalmente la cubierta arbórea natural, conservando muchas especies forestales y a la vez todavía constituye un hábitat para

varias especies de la fauna del país, por ello, en comparación con otros cultivos, representa una opción conservacionista de importancia (CLACDS 1999).

- **Requerimientos edafoclimáticas en el cultivo de café**

Textura de suelo: Prefiere suelo franco y franco-arcilloso, aunque se puede dar en una amplia gama de suelos, profundidad de 90 cm, no tolera salinidad ni alcalinidad. El pH: 4.5-7.0, con un óptimo de 5-6 (Benacchio 1982).

3.2. La agricultura convencional

- **Revolución verde**

No es posible entender la agricultura actual, sin analizar la influencia que en ella ha tenido lo que se conoce como Revolución Verde. El término “Revolución Verde” refiere el incremento sorprendente y repentino de la producción de granos que ocurrió en varios países en vías de desarrollo a mediados de los años 60. El problema de hambre y desnutrición en el mundo llevo a los gobiernos de los países industrializados en colaboración con las transnacionales a invertir en la investigación química y fitotécnica con el fin de disminuir la baja producción de la agricultura

La Revolución Verde introdujo y generalizó la idea de modificar el ambiente para permitir expresar el alto potencial de rendimiento de pocas variedades en lugar de conservar una alta variabilidad genética para adecuarse a la gran diversidad de ambientes que constituyen los agroecosistema. El problema de este enfoque es el alto costo ambiental que genera. (Sarandón y Flores 2014). La aplicación a la producción agrícola de semillas mejoradas, fertilizantes químicos, pesticidas, herbicidas y monocultivos, logró que esta incrementara considerablemente el nivel de producción (Torres y Trápaga 1997).

La experiencia histórica de las últimas cuatro décadas, donde se le dio prelación a este modelo, viene sufriendo transformaciones, ya que no a logrando reducir la pobreza rural especialmente en los países conocidos como del tercer mundo (Restrepo 2000), lo anterior es atribuido al poco valor que se le dio a los factores ambientales para el funcionamiento y mantenimiento del sistema económico y social. De hecho, se asumía que el medio ambiente era exógeno al sistema y que la disponibilidad de los recursos naturales no representaba ninguna restricción. Hoy se considera que existe un capital natural, el cual es necesario mantener para asegurar la sostenibilidad del sistema socio económico en el largo plazo (Restrepo 2000).

A partir de los años cuarenta del presente siglo. La agricultura industrial ha ocasionado efectos negativos sobre los recursos naturales abióticos y los propios seres vivos, incluido el ser humano por la incorporación de tecnologías altamente contaminantes (plaguicidas, abonos químicos...), desarrollo de prácticas destructivas como (quema de residuos de cosechas, laboreos profundos y reiterativos) y ha uniformizado su materia prima básica semillas y razas animales (Guzmán y Martínez 2006).

3.3. Agricultura orgánica y agroecológica

La agricultura orgánica es un sistema global de gestión de la producción que fomenta y realza la salud de los agroecosistema, la diversidad biológica, los ciclos biológicos y la actividad biológica del suelo. Esto se consigue aplicando, en forma armónica, métodos agronómicos, biológicos y mecánicos, en contra posición a la utilización de materiales sintéticos, para desempeñar cualquier función específica dentro del sistema (INIA 2005).

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).

En el corazón de la agroecología está la idea que un campo de cultivo es un ecosistema dentro del cual los procesos ecológicos que ocurren en otras formaciones vegetales, tales como ciclos de nutrientes, interacción de depredador/presa, competencia, comensalía y cambios sucesionales, también se dan. La agroecología se centra en las relaciones ecológicas en el campo y su propósito es iluminar la forma, la dinámica y las funciones de esta relación. Estos procesos y relaciones de los sistemas agroecológicos pueden ser administrados mejor, con menores impactos negativos en el medio ambiente y la sociedad, más sostenidamente y con menor uso de insumos externos (Hecht 1999).

Se considera que los sistemas productivos que protejan y mejoren el suelo, permiten asegurar una mayor estabilidad de los sistemas en el tiempo, favoreciendo la seguridad alimentaria de las familias productoras, gracias al uso de abonos orgánicos y prácticas de conservación de suelos (CATIE 2003).

La seguridad y la soberanía alimentaria. La dependencia de la economía familiar de un solo cultivo, ya sea para mercado local o la exportación, orgánico o convencional, hace vulnerable al productor por las variaciones del mercado y los impactos climáticos. En cambio, la producción agroecológica y orgánica promueve la biodiversidad en las fincas, no solo porque es indispensable para el funcionamiento del equilibrio biológico, que son necesarios para el manejo de plagas y enfermedades, sino también para aumentar la sostenibilidad económica del sistema. (CATIE 2003).

3.5 Agroecosistema

Los agroecosistemas son ecosistemas semi-domesticados que se ubican en un gradiente entre una serie de ecosistemas que han sufrido un mínimo de impacto humano. Debe contar con por lo menos una población de utilidad agrícola, una comunidad biótica y un ambiente físico

con el que interactúa. La comunidad incluye normalmente poblaciones de plantas y de animales. En un agroecosistema algunas poblaciones tienen un valor agrícola este difiere de un ecosistema natural por que está regulado por la intervención del hombre el cual sigue un plan de manejo preconcebido para alcanzar objetivos específicos como ser las salida de los productos agrícolas, y la entrada de estos que son importantes porque integran la base de alimentación para el país y más aún la economía de un país puede depender en gran parte de los agroecosistema que generan productos para la exportación según Hart (1979).

La función de los agroecosistema se relaciona con el flujo de energía y con el ciclaje de los nutrientes que pueden sufrir modificaciones mediante el manejo de los insumos que se introducen. El flujo energético se refiere a la fijación inicial a través del agroecosistema por las cadenas tróficas y su dispersión final por la respiración. El ciclaje de nutrientes se refiere a la circulación continua de elementos desde una forma inorgánica a una orgánica y viceversa. La cantidad total de energía que fluye a través de un agroecosistema depende de la cantidad fijada por las plantas o productores y los insumos que éstas recibieron durante este proceso. A medida que la energía pasa de un nivel trófico a otro siempre se pierde una cantidad considerable para la futura transferencia (Restrepo 2000).

- **Recursos de un Agro-ecosistema.**

La combinación de recursos encontrados comúnmente en un agroecosistema 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 (Restrepo 2000).

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, evaporación, irradiación solar y temperatura y la vegetación natural como fuente importante de alimento, forraje para animales, materiales para construcción o medicinas para los seres humanos (Restrepo 2000).

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 agrícola (Restrepo 2000).

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).

- **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 biogeoquímicos. Son un proceso fundamental en los ecosistemas, tanto naturales como agrícolas, impulsados por la energía que atraviesa el sistema. Son transformaciones químicas que los materiales van sufriendo, a través de su paso por el suelo, el agua y el aire con intervención de componentes biológicos, en muchos casos microorganismos, que resultan fundamentales en este proceso. Así las bacterias celulíticas, ni tratadoras, etc., tiene un importante rol en la descomposición de la materia orgánica y su puesta a disposición para la planta en forma de nutrientes algunos ciclos importantes para los agroecosistemas son el ciclo del nitrógeno, fósforo y potasio se presentan en muchos ecosistemas agrícolas y se transfieren de los suelos hacia las plantas y animales y viceversa (Sarandón 2002).

Procesos hidrológicos. El agua es parte importante de los sistemas agrícolas. Además de su papel fisiológico, el agua influye en la entrada y salida de los nutrientes por medio de la lixiviación y la erosión. El agua ingresa en el agro-ecosistema en forma de precipitaciones, aguas que fluyen constantemente y por el riego; se pierde a través de la evaporación, la transpiración, del escurrimiento y del drenaje. El agua se almacena en el suelo, en donde es utilizada directamente por los cultivos y la vegetación en forma de agua subterránea (Restrepo 2000).

Procesos sucesionales: Los ecosistemas no son estáticos, cambian en el tiempo y tienden a su desarrollo. Este fenómeno es conocido como sucesión o desarrollo del ecosistema, y distingue claramente a los sistemas que tienen componentes biológicos de los que son fundamentalmente físicos. Todos los ecosistemas, tanto naturales como agrícolas, tienen una tendencia hacia un cambio dinámico en el tiempo, que es consecuencia de fuerzas que irrumpen desde el exterior y de procesos de desarrollo generados dentro del sistema. El termino sucesión describe los cambios estructurales y funcionales que experimenta un ecosistema en el transcurso del tiempo (Odum 1998, citado por Sarandón 2002).

Procesos de regulación biótica: El control de la sucesión (invasión de plantas y su competencia) y la protección contra los insectos plaga y enfermedades, son los principales problemas a vencer para mantener la continuidad de la producción en los agro-ecosistema. En general los agricultores han utilizado diversos métodos los cuales son: ninguna acción, acción preventiva (semilla sana, variedades resistentes, fechas de siembra, etc.) o las acciones de control (plaguicidas químicos, técnicas culturales, control biológico). Las estrategias ecológicas para el manejo de plagas emplean una combinación de estos tres métodos, que apuntan a hacer del campo un lugar menos favorable para ellas, pero más atractivo para los enemigos naturales (Restrepo 2000).

3.6 El suelo.

Un suelo vivo presenta una gran actividad biológica, producto de la enorme cantidad de microorganismos que lo habitan, en él se encuentran: bacterias, hongos, algas, protozoarios, anélidos etc., que se cuentan por varios cientos de miles en un gramo de suelo y su población aumenta mucho más cerca de la zona radicular inmediata (rizosfera). La acción conjunta de los factores bióticos y abióticos en el proceso de formación del suelo contribuye a la formación de una capa superficial humosa muy apreciada por los agricultores (ACTAF 1999).

La calidad del suelo: Es la capacidad de una clase determinada de suelo para funcionar dentro los límites de un ecosistema natural o gestionado, sostener la producción de las plantas y animales, mantener o aumentar la calidad ambiental en una escala amplia de tiempo (Doran y Parkin 1995).

Las características físicas del suelo son una parte necesaria en la evaluación de la calidad de este recurso porque no se pueden mejorar fácilmente. Las propiedades físicas que pueden ser utilizadas como indicadores de la calidad del suelo son aquellas que reflejan la manera en que este recurso acepta, retiene y transmite agua a las plantas, así como las limitaciones que se pueden encontrar en el crecimiento de las raíces, la emergencia de las plántulas, la infiltración o el movimiento del agua dentro del perfil y que además estén relacionadas con el arreglo de las partículas y los poros. La estructura, densidad aparente, estabilidad de agregados, infiltración, profundidad del suelo superficial y capacidad de almacenamiento del agua son las características físicas del suelo que se han propuesto como indicadores de su calidad (Singer y Ewing 2000, citado por Etchevers y Bautista 2004).

En cambio la salud del suelo se definida como la condición de un organismo o alguna de sus partes de mantener normales sus funciones y propiedades vitales. Es decir, que la salud del suelo hace referencia a la auto-regulación, estabilidad y resiliencia del suelo como ecosistema. Las propiedades dinámicas del suelo son aquellas que cambian a corto plazo,

tales como: contenido de materia orgánica, la integridad biológica de la comunidad del suelo es decir el balance entre los organismos del suelo y el ambiente (Romig 1995).

3.6.1 Características biológicas del suelo

Los componentes biológicos del suelo constituyen una comunidad organizada y muy bien balanceada entre productores, consumidores y transformadores, el tamaño de sus poblaciones depende del espacio disponible en la fase porosa del suelo, alimento primario y de las condiciones climáticas que rigen su tasa de crecimiento, duración del ciclo y cumplimiento de su actividad específica a cada una de las poblaciones presentes en el ecosistema (Bello 2001).

Generalmente nadie pone atención a los macroorganismos del suelo, mientras no sean una plaga y no incomode. Muy pocos sabemos y entendemos, porque algunos constituyen una plaga y son combatidos con defensivos de alta toxicidad. La protección de plagas con agrotóxicos ha puesto en peligro toda la vida silvestre tanto del agua como del campo. Las prácticas de agricultura convencional como el arado, la quema, la exposición del suelo al sol y el uso de fertilizantes amoniacales hacen que la mayoría de la mesofauna desaparezca. En países tropicales estas prácticas no son recomendadas y se propone la labranza mínima y uso de coberturas o abonos verdes (Primavesi s.f).

La mayoría de los componentes de la mesofauna (0.2-2mm) y muchos de la macrofauna (> 2mm), mejoran el suelo, en especial en lo que respecta a la movilización de nutrientes, a través de enzimas, y el mejoramiento de la estructura, a través de la activación en el micro vida. En parte mejoran las características físicas del suelo, revolviéndolo y cavándolo. La meso fauna viven mayormente en los poros del suelo y esta puede ser asignada dentro de una o más de las cuatro categorías funcionales genéricas, basándose en la función particular que desempeñan o en el proceso específico del suelo del que son mediadores (Primavesi s.f).

Herbívoros: animales que consumen y parcialmente digieren tejidos vivientes de plantas, que incluyen minadores de hojas y de tallos, y chupadores de sabia. Por otra parte, los Ingenieros del ecosistema (macrofauna como termitas y lombrices de tierra): organismos que causan un impacto físico mayor en el suelo mediante su transporte, construcción de estructuras agregadas y formación de poros, incluyendo el ciclaje de nutrientes. Pueden incluir predadores como hormigas. Transformadoras de hojarasca (muchas macrofauna y mesofauna): invertebrados que se alimentan de desechos orgánicos 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 (Swift y Huising s.f.).

Los depredadores de otros animales del suelo contribuyen en gran manera en procesos orgánicos de trituración a pequeña escala y ejercen un importante papel regulatorio dentro de la biota del suelo (Swift y Huising s.f.).

3.6.2 Características químicas del suelo

Los elementos químicos del suelo pueden estar contenidos en la fase sólida, formando parte de la estructura de los minerales o incluidos en compuestos orgánicos. Mientras la fase líquida, está contenida en el agua del suelo. Por lo general, las moléculas están total o parcialmente disociadas en iones. El agua del suelo, junto con los nutrientes disueltos, recibe el nombre de solución del suelo (Dewis y Freitas 1984).

El pH del suelo: la cantidad de iones de hidrogeno (H^+) disociados y, por lo tanto, libres. Cuanto más iones libres de H^+ , tanto más ácida se torna la solución. De ello se concluye que el suelo es ácido cuando posee muchos iones de H^+ y pocos iones de calcio, magnesio, potasio, y sodio absorbidos en su complejo coloidal, es decir, de cambio. Cuando el pH baja mucho más allá de los límites, esto también indica un suelo compacto, sujeto a erosión. Lo mismo ocurre cuando el pH se desvía mucho para el lado alcalino (PPI s.f.).

La materia orgánica frecuentemente llamada humus, es uno de los constituyentes más importantes del suelo vivo en lo que concierne al desarrollo de las plantas. La cantidad total de materia orgánica contenida en un suelo es la fracción que permanece sin descomponer o que está en proceso de descomposición, y que por las influencias químicas y biológicas continuas se transforman gradualmente en humus, o sea la porción totalmente descompuesta que se encuentra al estado coloidal y que por consiguiente es apta para desempeñar las funciones importantes (Teuscher s.f.).

La materia orgánica transformada en humus tiene mayor capacidad para absorber y retener agua. Al mismo tiempo actúa como una especie de filtro, reteniendo gran parte de las sales nutritivas disueltas en la solución del suelo, cuando se presenta la sequía, para luego liberar lentamente los nutrimentos cuando se añade agua. Su carácter coloidal le da fuerza cohesiva, lo cual significa que es capaz de mantener unidas a las partículas del suelo, y de esta forma hacer que los suelos arenosos retengan mayor cantidad de agua y elementos nutritivos, y que en los arcillosos pesados aumente el espacio de poro, enlazando íntimamente las pequeñas partículas de suelo y constituyendo agregados (Teuscher s.f.).

Los micronutrientes: son biocatalizadores responsables por la síntesis de las sustancias vegetales. Hay fácilmente carencia de ellos en suelos arenosos y suelos arcillosos tropicales cultivados durante años, en especial cuando son fertilizantes deben existir en niveles tóxicos, y que nunca faltan. Del mismo modo se piensa que en los suelos alcalinos el molibdeno nunca podrá llegar a ser deficiente. Sin embargo, los elementos de menor frecuencia, cuando es tan permanentemente disponible, son lixiviados por las aguas y absorbidos por las plantas y entonces comienza su carencia (Primavesi 2000).

Los macronutrientes son bioelementos esenciales para las plantas que es absorbido, fundamentalmente del suelo, en formas inorgánicas, (N, S, P, K, Ca, Mg) o el aire y el agua (CHO). Se denominan macronutrientes porque se encuentran en concentraciones elevadas en los tejidos vegetales superiores, normalmente al 0,1% de la materia seca. En general, se reserva el nombre de macronutrientes para los procedentes principalmente del suelo (N, P,

K, Ca, Mg y S), denominado macronutrientes primarios a N, P, K y macronutrientes secundarios a Ca, Mg y S. a los otros tres C, H, O, se les suele denominar elementos esenciales no minerales. Todos ellos participan en numerosas funciones fisiológicas y de manera fundamental en compuestos constituyentes de la estructura de la planta (Porta 2014).

- **Capacidad de intercambio catiónico**

Los nutrientes son absorbidos por las plantas en forma de iones, disponibles en la solución suelo o en sus coloides. Los iones producto de la respiración de las raíces, HCO_3^- y H^+ son intercambiados por iones como el H_2PO_4^- , NO_3^- , Cl^- , K^+ , Mg^{2+} , etc..., y existe una gradiente de absorción que hace imposible evitar la absorción de iones in-necesario o dañinos. Los iones son el resultado de la disposición de sustancias moleculares o átomos pudiendo ser de carga positiva (cationes) o negativa (aniones) (Kolmans y Vásquez 1999).

Los nutrientes pueden encontrarse en forma libre en la solución suelo o también como compuestos orgánicos e inorgánicos insolubles o de lenta solubilidad. Parte de los iones libres son absorbidos por los coloides del suelo, evitando de esta manera su fácil lavado, así como una elevada concentración de iones libres. Esta capacidad de amortiguación de los nutrientes del suelo se conoce como "buffering" ya que evita el efecto tóxico de altas concentraciones y desequilibrios en el suelo. El pH influye para que los iones sean retenidos por los coloides del suelo o queden disueltos en el agua. Un pH bajo disminuye la capacidad de fijación de los coloides del suelo, especialmente para cationes facilitando su lavado. El pH es pues muy importante para la absorción de nutrientes. Las diversas especies de plantas requieren también diferentes niveles de pH (Kolmans y Vásquez 1999).

3.6.3 Características físicas

Las propiedades físicas de los suelos, determinan en gran medida, la capacidad de muchos de los usos a los que el hombre los sujeta. La condición física de un suelo, determina, la rigidez y la fuerza de sostenimiento, la facilidad para la penetración de las raíces, la aireación, la capacidad de drenaje y de almacenamiento de agua, la plasticidad, y la retención de nutrientes. Se considera necesario para las personas involucradas en el uso de la tierra, conocer las propiedades físicas del suelo, para entender en qué medida y cómo influyen en el crecimiento de las plantas, en qué medida y cómo la actividad humana puede llegar a modificarlas (Rucks y García 2004).

Textura: Se llama textura a la composición mineral de muestra de suelo, definida por las proporciones relativas de sus separados individuales en base a masa (arena, limo y arcilla). Los hay diferentes clases de textura que se utilizan para identificar grupos de suelos con mezclas parecidas de partículas minerales. Los suelos minerales pueden agruparse de manera general en cinco clases texturales que son: textura arcillosa, textura arenosa, textura franca, textura franco-arenosa y textura franco-arcillosa (Arias 2007).

La estructura: Se define estructura del suelo como el tamaño, la forma y el arreglo de las partículas primarias que forman las partículas compuestas. Para que se considere como buena estructura esta depende de la velocidad con que el aire y el agua se muevan a través del suelo. Un suelo con buena estructura es fácil de cultivar, no es arrastrado por la lluvia ni por el viento, el agua y el aire penetran muy bien, las raíces de las plantas tienen buen desarrollo. Por el contrario, en un suelo con mala estructura el aire no puede penetrar, se pegan las herramientas de trabajo ya que cuando están húmedos son como una masa (Hudson 2006).

De grano simple: La presentan los suelos arenosos pobres en materia orgánica (los suelos arcillosos, pesados, ricos en limo y pobres en materia orgánica) así como el polvo suelto de los caminos. No hay unidades estructurales definidas. La agregación es limitada o nula en

suelos con escasa materia orgánica al igual que su poder retentivo (Kolmans y Vásquez 1999).

Estructura laminar y prismática: Estas estructuras se encuentran, por lo general, en suelos pesados, pobres en materia orgánica, biológicamente casi inertes. No ofrecen buenas condiciones para el desarrollo de las plantas. El suelo con estructura columna está muy seco por exceso de aeración, mientras que el de tipo laminar es muy húmedo debido a su mal drenaje (Kolmans y Vásquez 1999).

Estructura granular: Es la estructura ideal llamada también "migajón". Los agregados son partículas redondeadas, humosas y porosas de 1 a 10 mm de diámetro y se denominan gránulos, si son mayores de 10 mm (Kolmans y Vásquez 1999).

Pedregosidad: Las piedras presentan interés e importancia para 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, ya que estas pueden interferir en la práctica de laboreo. 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 (Hodgson 1987).

Color del suelo: Tiene un papel más 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 (Gliessman 2002).

Pendiente: La topografía del suelo determina en gran parte la cantidad de escurrimiento y erosión. También determina el método de riego, drenaje y las demás prácticas de manipulación necesarias para conservar el suelo y el agua. Mientras más pronunciada sea la pendiente, mayor será la manipulación necesaria y mayores los costos de mano de obra y equipo. A ciertos niveles de pendiente el suelo se vuelve no adecuado para los cultivos en hileras. La facilidad con que un suelo se erosiona, junto con el porcentaje de pendiente, constituye un factor determinante del potencial de productividad del suelo (PPI s.f.).

Consistencia del suelo: está relacionada con 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: Es la relación de la masa de las partículas del suelo seco con el volumen contenido de las partículas y los poros. La densidad ideal son las inferiores a 0.80 g/kg (FAO 2000 y Núñez s.f.). De la porosidad del suelo depende la circulación del aire, del agua y de la propia fauna edáfica. Un suelo compacto no solo es anaerobio, también es inadecuado para muchos animales, oponiéndose a sus muchas migraciones, impidiendo así su existencia, las hormigas, termitas, larvas de coleópteros y dípteros, y chinches cavan con toda facilidad. La presencia de termitas siempre es señal de suelos compactados. Las lombrices, aunque son buenas cavadoras, en la acumulación de CO₂ encuentran una limitación a su existencia. En suelos compactados puede haber concentraciones de hasta 9.4% de CO₂ mortíferas para la mayoría de los seres vivos (Primavesi 1982).

IV. MATERIALES Y MÉTODO

4.1 Ubicación del experimento

La investigación se realizó en el municipio de Márcala departamento de La Paz Honduras, en los períodos de septiembre del 2015 a enero del 2016. Se estudiaron las características físicas, químicas y biológicas de dos fincas cuyo cultivo principal es café, pero con diferente grado de complejidad. Una finca agroecológica con una complejidad, ambas se encuentran en las mismas condiciones agroecológicas, a una altitud de 1270 msnm, con una temperatura media de 21C°, y una precipitación anual de 800mm.

Para el estudio de las características del suelo, se utilizó un mapa de la finca, al momento de elaborarlo se consideró la topografía y diseño de la misma, para delimitar cuatro parcelas por uso de suelo las cuales son: pastos, café más frutal, café más maderable y café más huerta

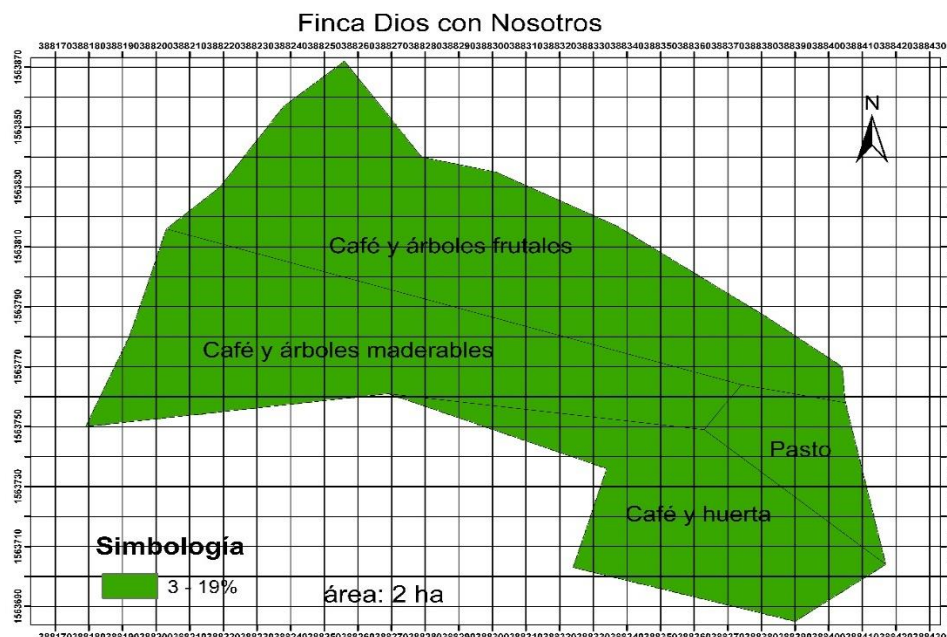


Figura 1. Delimitación de las parcelas de la finca agroecología “Dios con Nosotros”

4.2 Características químicas del suelo

Para la finca agroecológica “Dios con Nosotros”. En forma aleatoria se tomaron 5 sub muestras por cada uso de suelo, de las cuales se formó una muestra compuesta para las diferentes parcelas en total se obtuvieron 4 muestras que se enviaron al laboratorio para determinar las características químicas: pH, capacidad de intercambio catiónico, materia orgánica, macronutrientes y micronutrientes

En la finca convencional “Las Marías” debido a que cuenta con una menor área se tomaron 5 sub muestras de suelo, formando una sola muestra compuesta que posteriormente fue secada bajo sombra y tamizada para finalmente enviarla al laboratorio y determinar las características químicas pH, capacidad de intercambio catiónico, materia orgánica, macronutrientes y micronutrientes

Cuadro 1. Clasificación del pH de suelos agrícolas propuesta por (Villarreal 1988).

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

4.3 Estimación de las propiedades físicas del suelo:

Para medir las características físicas del suelo se tomaron 4 sub muestras dentro de cada parcela de cada uso de suelo.

La textura: La determinación de textura se hizo mediante la metodología Trejo *et al.* (1999), que indica tomar un volumen de suelo del tamaño de un recipiente que contenga aproximadamente 50 gramos de suelo y se colocó en la mano izquierda. Se agregó agua gota a gota lentamente. Con la mano derecha y se manipuló hasta que tomó consistencia pegajosa, con la cual se formó una bola de unos 2 a 5 cm de diámetro. El volumen del suelo se vuelve maleable se puede determinar su textura. Para esta determinación se tuvo el cuidado de que el suelo no estuviera demasiado húmedo, ya que la investigación se desarrolló durante la época lluviosa, en algunos casos la muestra fue llevada para ser calculada bajo techo (Ver anexo 2).

La estructura: para la determinación de la estructura se utilizó la metodología de Hulaf (1981), se tomó una muestra de suelo, procurando mantenerlo con la forma original hasta que se proceda a manipularlo se presionó ligeramente al principio y poco a poco se aplicó mayor presión para permitir que se rompa de tal manera que quedaron de forma natural los agregados. Cuando la muestra del suelo se identificó la estructura a través de la forma que tomo con láminas graficas llevadas al campo debidamente laminadas para su protección.

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

Cuadro 2: clasificación de la pedregosidad que se encuentra dispuesta en el suelo.

Variable	Descripción
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

La profundidad del suelo: se utilizo un barreno de colcho con el fin de medir hasta donde penetra el barreno. Se hace una asignación de valores dependiendo de las profundidades obtenidas.

El color del suelo: se determinó por comparación a los colores que se encuentran recopilados en la tabla Munsell, se utilizaron terrones húmedos para obtener el nombre del color y su nomenclatura.

La consistencia del suelo: para la determinación 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 a la dureza del mismo. Si el estudio se realiza en un momento que hay lluvia, las muestras de suelo para el cálculo de la consistencia en suelo se dejara varios días para que se seque a temperatura ambiente

Cuadro 3: Categorización de la consistencia del suelo.

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 quebradiza entre los dedos pulgar e índice
Duro a muy duro	El terrón es muy resistente a la presión, puede ser quebrado con la manos con dificultad, pero no podrá ser quebrado con la presión de los dedos índice y pulgar

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

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

Cuadro 4: categorización de suelo friable y muy friable.

Variable	Descripción
Fiable	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

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

La densidad aparente: para extraer la muestra del suelo se utilizó el método del cilindro con un volumen conocido. Se tiene el cuidado de que la muestra no sea alterada por residuos vegetales o por interferencias en la extracción. La muestra se secó 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 utilizó la densidad aparente (Da) y la densidad real (Dr)

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

Capacidad de retención de humedad (CRH): a la muestra extraída del cilindro se le agregó agua hasta saturarla, luego se secó 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 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.

La Infiltración: se utilizó un cilindro de tubo de PVC de 6 pulgadas, este se introdujo en el suelo hasta unos 10 cm de profundidad. Se colocó un plástico sobre el cilindro y agregó agua, registrando la altura de esta. Al quitar el plástico se registró el nivel del agua a 1, 5, 10, 15, 30 y 45 minutos, hasta que toda el agua se haya infiltrado

4.4. Características biológicas del suelo.

Para medir las características biológicas del suelo se tomó 1 muestra dentro de cada parcela en los diferentes usos de suelo.

Para este parámetro en cada punto de muestreo, se recogieron bloques de suelo de 25 cm por 25 cm y 30 cm de profundidad según la metodología TSBF (Tropical Soil Biology and Fertility) (Anderson e Ingram 1993). Se midió un marco de 25 x 25 cm para marcar la posición del monolito, luego se cavó una zanja para extraerlo completamente, aislando el monolito como un pilar no perturbado. En algunos suelos con textura arenosa el monolito no se podía extraer como pilar no perturbado, entonces se hacía rápidamente el agujero y se sacaba la tierra y se colocaba en una lámina de plástico para contar los macro organismos.

Se identificaron los organismos que estaban presentes en la hojarasca y 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

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 0.00625m^3 en cada estrato.

Biomasa fresca por grupo de organismo o especie por cada 0.00625m^3 en cada estrato.

V RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1. Información taxonómica de la macrofauna del suelo.

En la finca orgánica “Dios con Nosotros” se registraron 146 especímenes pertenecientes a la macrofauna edáfica, distribuidos en cuatro diferentes usos de suelo. Se identificaron ocho taxones; Haplotaxida (la lombriz de tierra) fue más abundantes en todas las muestras, con un 62.32% del total de individuos. Se encuentran en segundo y tercer lugar las hormigas con un 20.54% y los gusanos medidores 6.16% del total de individuos. Siendo las especies con menor representación la gallina ciega con un 4.80%, chinches 2.73%, mariquitas 2.73% y la araña blanca 0.68% con respecto a la finca convencional.

Cuadro 5. Clasificación taxonómica de cada individuo. Encontrados en el estudio de macrofauna del suelo, en la finca Dios con Nosotros Marcala, La Paz.

Clase	Orden (Taxón)	Familia	Especie	Nombre común	% finca Agroecológica	% finca Convencional
Insecta						
	Coleóptera	Scarabaeidae	<i>Phyllophaga sp.</i>	Escarabajo larva	4.79	-
	Himenóptera	Formicidae	<i>Solenopsis sp</i>	Hormiga	20.54	25
	Hemíptera	Pentatómidae	<i>Disdercus sp</i>	Chinche	2.73	-
	Coleóptera	Coccinellidae	<i>Epilachna spp</i>	Mariquita	2.73	-
Oligochaeta	Haplotaxida	Lumbricidae	<i>Lumbricus terrestris</i>	Lombriz de tierra	62.32	74
Diplopoda	Spirobolida	Spirobolidae	<i>Spirobolus marginatus</i>	Milpiés	3	-
Chilopoda	Geophilomorfa	Himantariidae	<i>Subterraneus</i>	Ciempiés	3.17	-
Arachnida	Araneae	Araneidae	<i>Araniella sp.</i>	Araña	0.68	-

En la finca convencional Las Marías se encontraron dos especies; Haplotaxida (la lombriz de tierra) que es la más abundante y Himenoptera (hormigas) con estos resultados se observa que no hay una conservación de la biodiversidad en el suelo lo que según (Swift s.f), desfavorece la regulación de la población biológica provocando una dependencia de productos químicos para el control de plagas viéndose afectados los demás grupos funcionales.

En café y maderables se encontró un porcentaje del 87% de ingenieros del ecosistema (hormigas y lombrices), estos mismos realizan la función de transformar la hojarasca por lo que son muy importantes debido a su influencia en la descomposición de la materia orgánica, estas labores son importantes para los herbívoros (28%) y depredadores (25%), se encontraron en menor cantidad y plagas con un 3% que fueron encontradas larvas de escarabajos, estas en condiciones de poca materia orgánica dañan las raíces de las plantas y podrían ocasionar la muerte de estas.

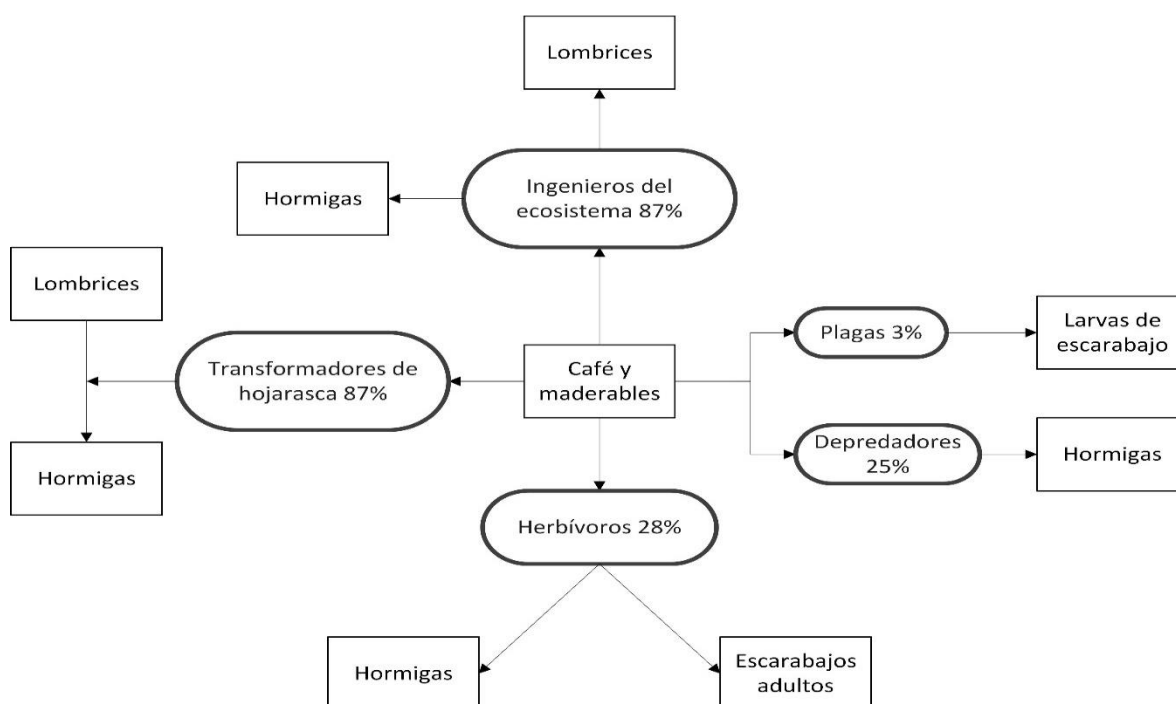


Figura 2. Grupos funcionales de macroorganismo que predominan en el subsistema café y maderable, en la Finca agroecológica “Dios con Nosotros”

En el uso de suelo café y huerta se encontró que de los macroorganismos el mayor porcentaje lo representan los ingenieros del ecosistema con el 74%, seguido por los transformadores de hojarasca con un 69% estos contribuyen en gran medida a la transformación de materia orgánica, las especies con habito alimentario herbívoros 29% integran, seguidos por las plagas con un 17%, aquí se observa un aumento en comparación con el cultivo de café y maderables debido al tipo de vegetación, ya que las musáceas proporcionan mayor humedad, por ultimo esta la representación de depredadores con un 12%.

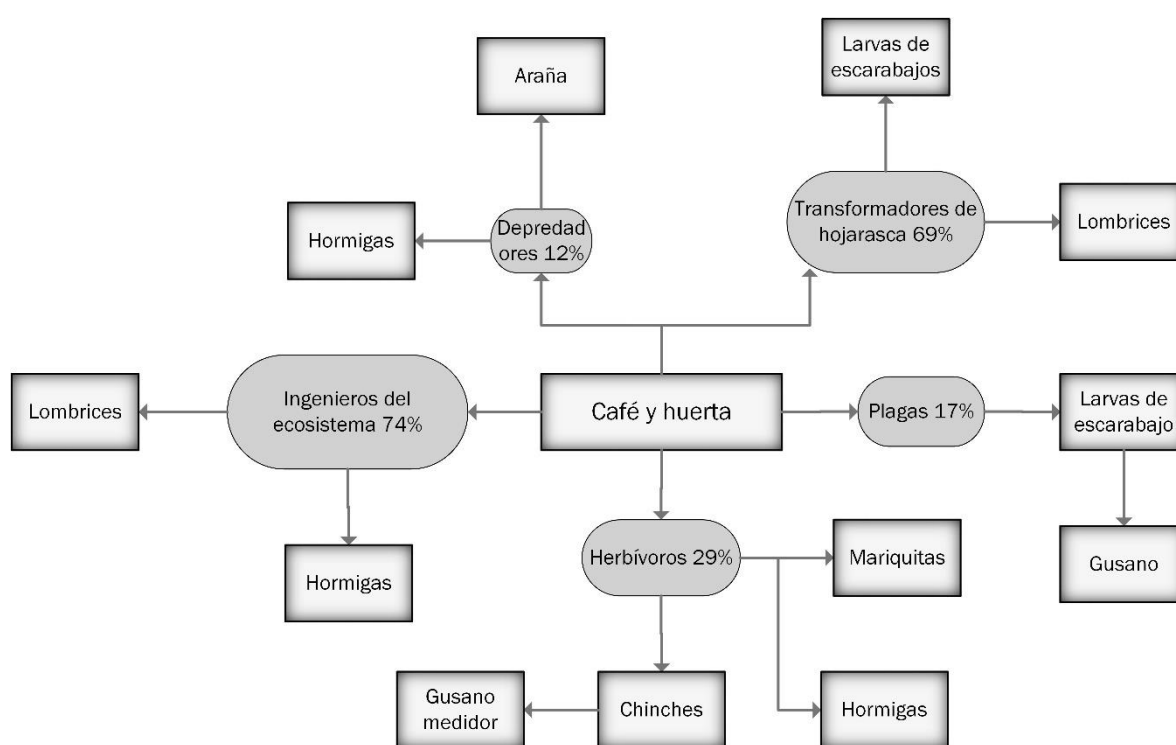


Figura 3. Grupos funcionales de macroorganismo del suelo en el subsistema café y huerta, en la Finca agroecológica “Dios con Nosotros”.

Los grupos funcionales del subsistema de café y frutales, está representada en mayor parte por los ingenieros del ecosistema con un 77%, precedida por los transformadores de hojarasca con 64%. Las características de este subsistema son similares al de café y huerta

probablemente por la cercanía que hay entre estos dos usos de suelo. Los herbívoros con un 25%, y los depredadores 21% y las plagas un 8%.

Como podemos observar los organismos más abundantes en estos suelos son las lombrices de tierra *Lumbricus terrestris* y las hormigas, mientras que los demás organismos se encuentran en cantidades menores. Sin embargo en los sub sistemas de la finca “Dios con Nosotros” se pueden considerar como una alta diversidad de la macrofauna del suelo. La coexistencia de varias especies podría darle mayor estabilidad en el sistema natural del agroecosistema, ya que la cantidad y estabilidad del suelo es mayor cuanto mayor diversidad de organismos sustente ya que estos son los causantes de todas las reacciones bioquímicas que se producen en su seno para favorecer en mayor o menor medida la supervivencia de los microorganismos (Flores 2009, SAG)

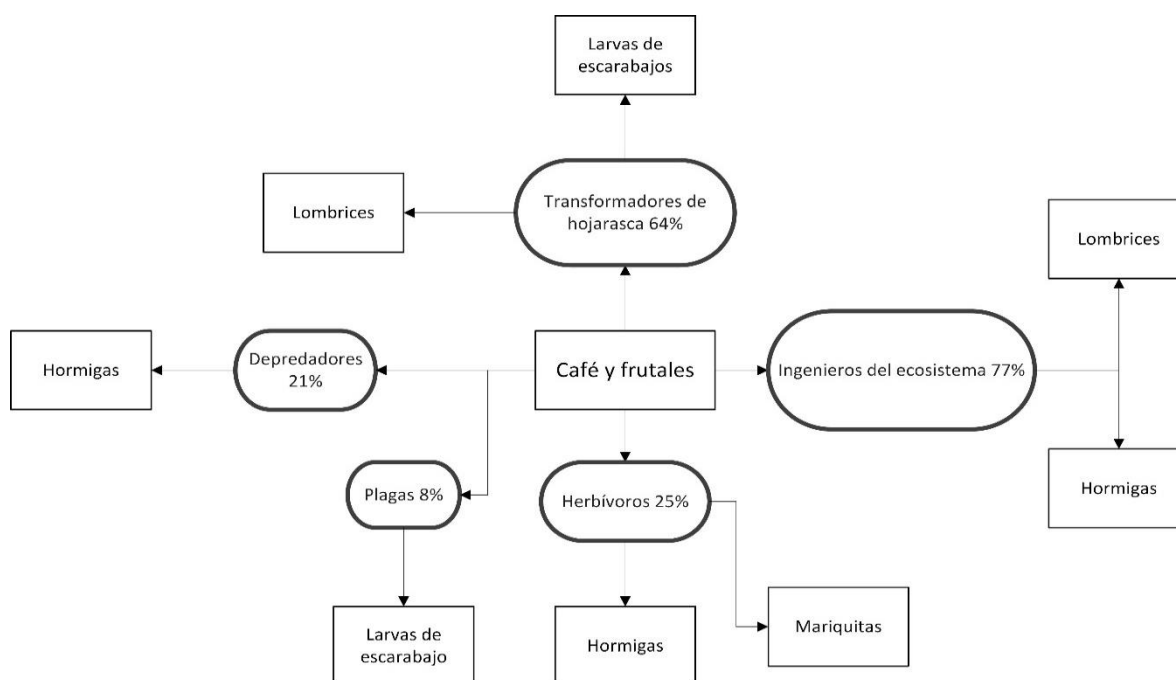


Figura 4. Grupos funcionales de macro organismo que predominan en el uso de suelo café y frutales, en la Finca agroecológica Dios con Nosotros Marcala, La Paz.

En el sub sistema de pastos el 99% de los organismos encontrados son ingenieros del sistema seguido de los transformadores de hojarasca con 69%, en este subsistema se observa una menor diversidad de los macroorganismos del suelo debido a la vegetación establecida, destacándose más en este uso de suelo los depredadores, según Altieri (2000). La importancia de estos radica en el control biológico natural, en un sentido estrictamente ecológico es considerada como una estrategia válida para restaurar la biodiversidad funcional en ecosistemas agrícolas ya que ellos disminuyen el grado de desarrollo de las plagas o reducen la infestación, cabe mencionar que las arañas tiene un tremendo efecto estabilizador en sus presas.

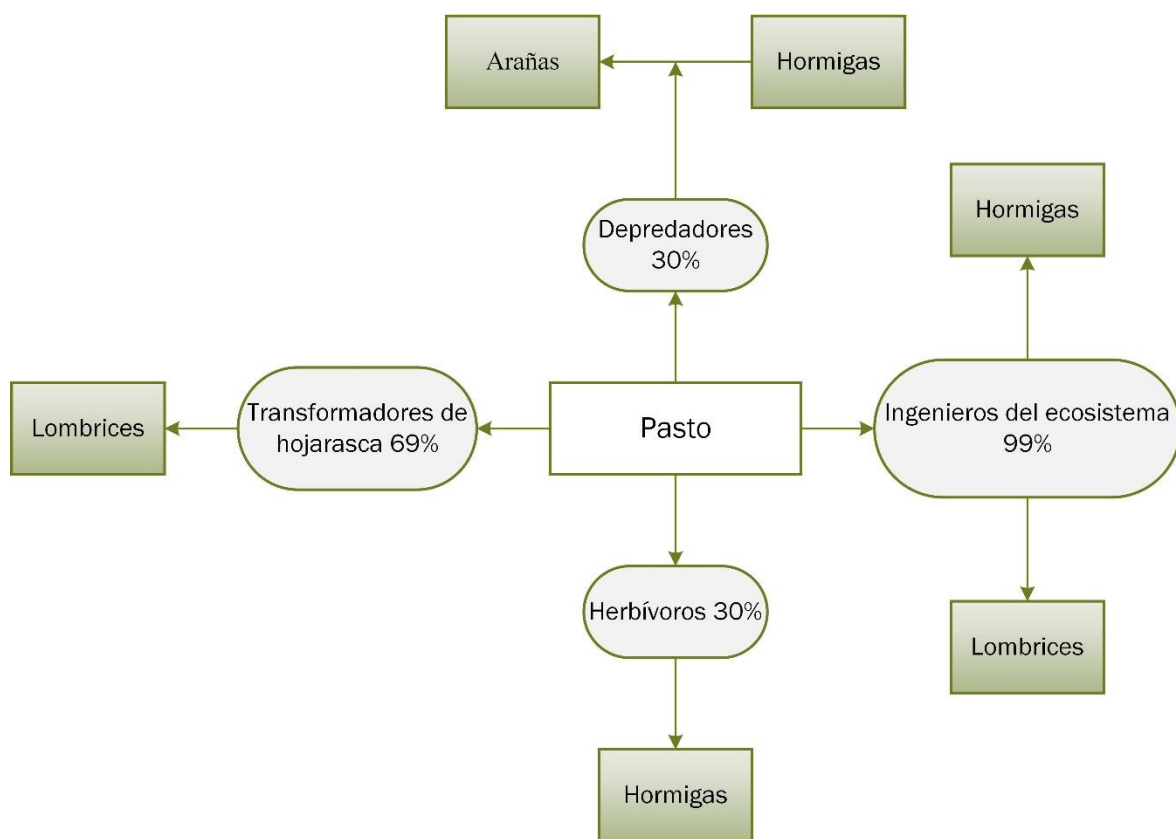


Figura 5. Grupos funcionales de macro organismo que predominan en el uso de suelo pasto, en la Finca agroecológica “Dios con Nosotros” Marcala, La Paz.

En la finca convencional “Las Marías”, se encontró la siguiente distribución en los grupos funcionales genéricos, los transformadores de hojarasca 99%, en igual relación para los ingenieros del ecosistema, los herviros y depredadores con un 25%.

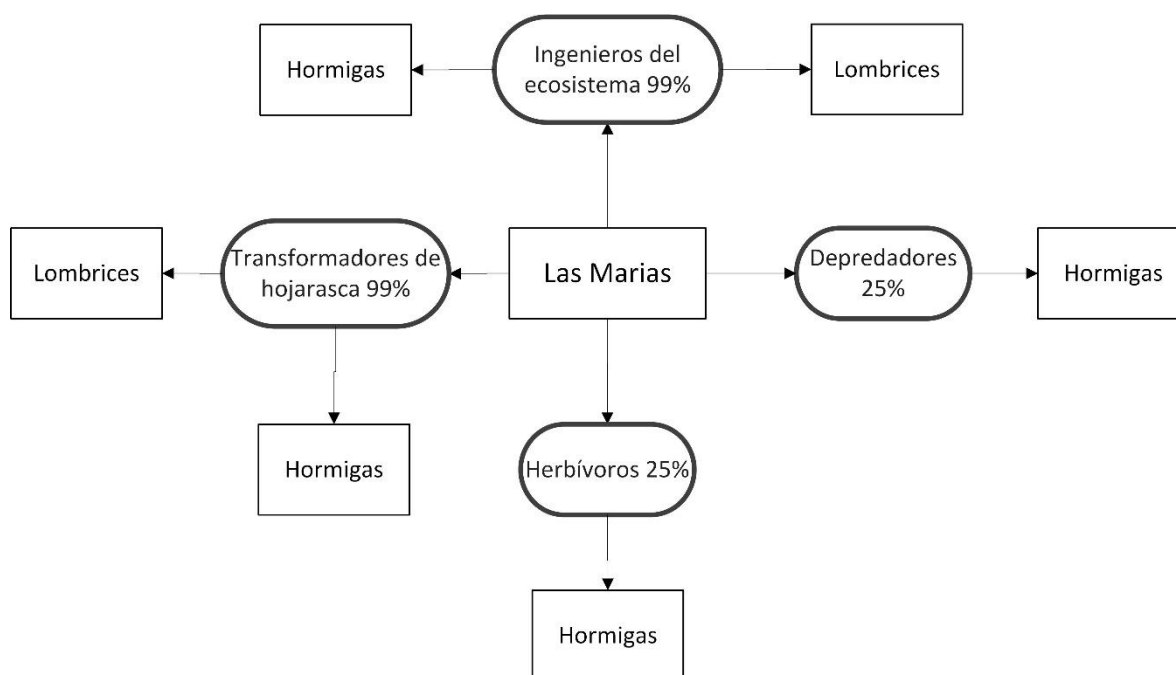


Figura 6. Grupos funcionales de macroorganismo que predominan en la Finca convencional “Las Marías” Marcala, La Paz.

Es importante resaltar que en esta finca se encontró baja diversidad de macroorganismos (lombrices y hormigas) probablemente se deba a las aplicaciones de insecticidas y fertilizantes. Esto tiene implicaciones sobre todo en la estabilidad del suelo ya que los macroorganismos son los que cumplen funciones importantes en las características físicas y químicas del suelo.

Las cuatro categorías funcionales genéricas descritas, desempeñan una función particular en el suelo del que son mediadores. Para poder interrelacionar es necesario contar con una

diversidad de especies. Estos aportes de ser una fuente importante de materia orgánica, mejoran las condiciones del suelo, aumentan la disponibilidad de algunos nutrientes para las plantas, algunos organismos como (arañas, ciempiés, coleópteros entre otros), mantienen en equilibrio las poblaciones de otros organismos. Mejoran la agregación y la porosidad e incrementan la actividad de microorganismos benéficos.

5.3. Propiedades físicas de los suelos.

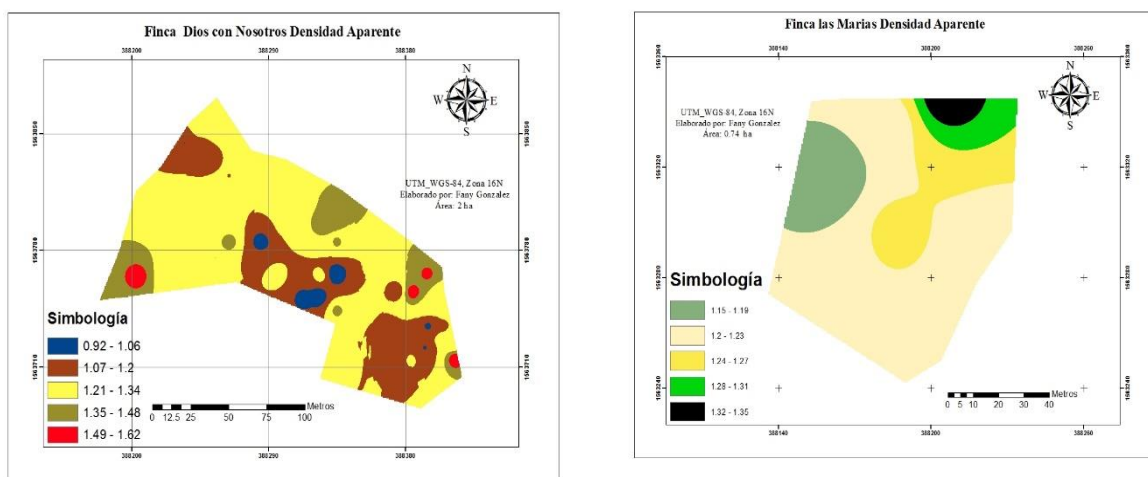


Figura 7. Distribución de la densidad aparente en las fincas Dios con Nosotros y las Marías

La mayoría de los suelos de la finca “Dios con Nosotros”, tienen una densidad entre 1.21 y 1.34 g/cm³ categorizándose como moderada y en segundo lugar esta una densidad entre 1.07 y 1.2 g/cm³ es donde se encuentra el subsistema café con huerta es buena ya que indica que el suelo no está compactado lo que favorece el desarrollo radicular, una adecuada aireación y buena infiltración del agua (FAO 2009), sin embargo se observa un impacto negativo en el área de pasto presenta valores altos que hace referencia a suelos compactados hay que tener en cuenta que esta es una propiedad dinámica y puede ser alterada por cultivación, pisoteo de animales y clima.

El suelo en la finca convencional “Las Marías”, en su mayoría tiene una densidad aparente de 1.2-1.23 g/cm³ seguido de un rango de 1.24-1.27 g/cm³ es moderada ya que carece de cobertura vegetal y además en comparación a la finca agroecológica tiene mayor pendiente.

La densidad aparente de la finca “Dios con Nosotros” estuvo en un rango de 0.92 a 1.62 más amplio que la finca convencional con un rango de 1.15 a 1.35 ambas fincas presenta una densidad aparente considerada como moderada debido en cierta parte al clima, para el periodo de la recolección de café es donde se contrata el mayor número de personas en vista que esta actividad se lleva a cabo en los meses que hay mayor precipitación favorece la compactación del suelo.

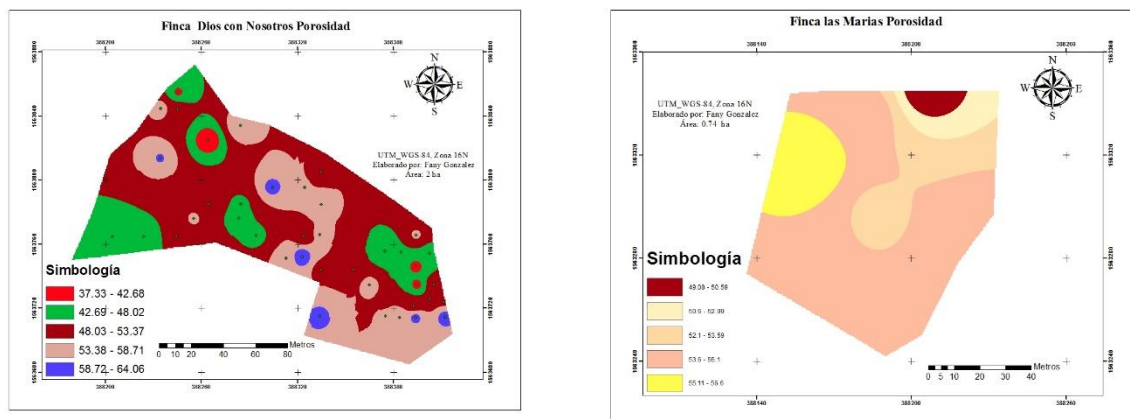


Figura 8. Distribución de la porosidad en las fincas Dios con Nosotros y Las Marías

La mayoría de los suelos de la finca “Dios con Nosotros” tiene una porosidad entre 48.03 a 53.37 la cual es considerada como excelente y en segundo lugar esta una porosidad entre 53.38 y 58.71 es una muy buena porosidad, estos resultados positivos son la consecuencia del manejo agrícola que se aplica en esta finca como la aplicación de fertilizante orgánicos restricción de plaguicidas estos suelos tienen la capacidad de retener la cantidad de agua necesaria, buena circulación de aire facilitando de esta manera la absorción de los nutrientes disponible en el suelo para el desarrollo idóneo de las plantas.

El suelo de la finca convencional “Las Marías” en su mayoría tiene una porosidad de 53.59 a 55.08% seguido de un rango de 52.59-53.58% estos dos datos que se obtuvieron hacen referencia a suelos muy buenos otra área significativa presenta un rango entre 55.09-56.57%. La cual es buena.

La porosidad de la finca “Dios con Nosotros” estuvo en un rango de 37.33 -64.06% más amplio que la finca convencional con un rango de 49.08-56.57% en la finca agroecológica se encontraron áreas con porosidad excelente lo que significa con el transcurso del tiempo se demuestra una notable mejorando en el suelo sin embargo en la finca convencional es notorio que el manejo agrícola empleado ocasiona una degradación del suelo.

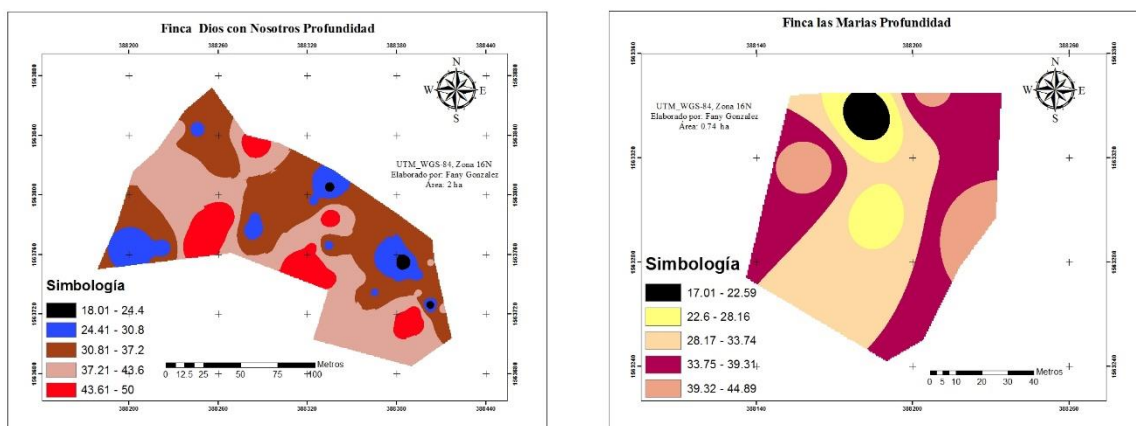


Figura 9. Distribución de la profundidad en las fincas Dios con Nosotros y las Marías

La finca agroecológica “Dios con Nosotros” en su mayoría tiene una profundidad de 30.81 a 43.6 cm es moderadamente profunda seguida de un rango entre 43.61 a 50 cm estos suelos son profundos. Debido a la agregación de materia orgánica que se ha hecho por largo periodo de tiempo favoreciendo el desarrollo radicular, de las plantas presentando una mayor resistencia a la sequía.

La mayor parte de la finca convencional “Las Marías” tiene una profundidad de 28.17 a 44.89 características de suelos moderadamente profundos, seguido por un rango de 17 a 28.16 cm estos son suelos superficiales que dificultan la retención de humedad y por consiguiente la disponibilidad de nutrientes para la planta.

La profundidad de la finca “Dios con Nosotros” estuvo en un rango de 18.01-50 más amplio que la finca convencional con un rango de 17-44.89 ambas fincas presenta una profundidad moderada debido a las características locales de la zona, relieve, clima y el resultado de la dinámica física, química y biológica de los materiales alterados del coluvión

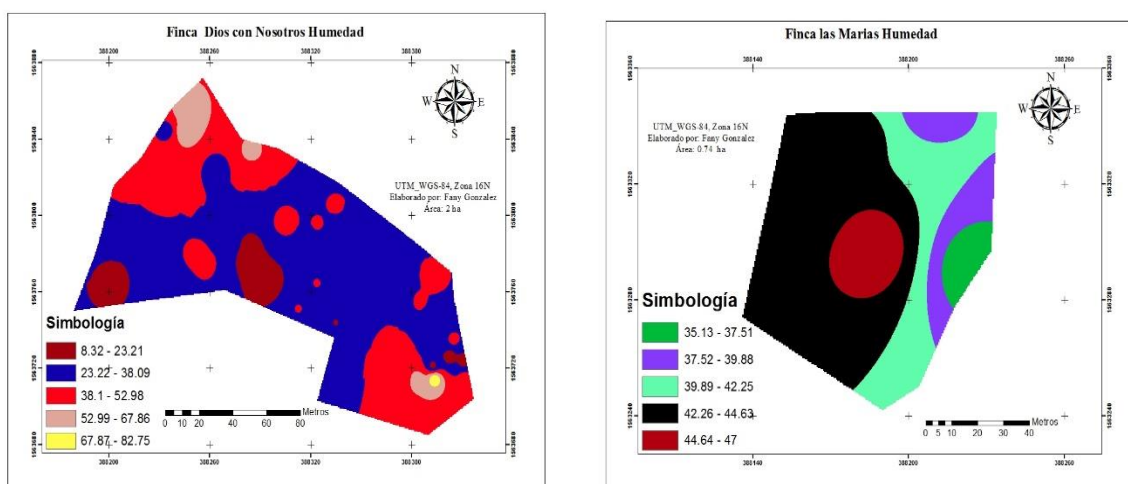


Figura 10. Distribución de la Humedad en finca Dios con Nosotros y Las María

En la finca agroecológica “Dios con Nosotros” la retención de humedad en su mayoría es de 23.22 - 52.98% este valor indica que es un suelo húmedo se clasifica como excelente seguido de un rango entre 8.32-23.21% en el subsistema café con maderables, estos son suelos ligeramente húmedos seguramente porque en esa área hay población de plantas y el sol penetra con más facilidad

En la finca convencional “Las Marías” la retención de humedad en su mayoría está entre un rango de 42.26-44.63% se categoriza como muy buena en general, según los resultados obtenidos se catalogó a esta finca por contar con suelos húmedos, esto debido en parte a que está ubicada cerca de una fuente de agua y a la época en que se tomaron los datos.

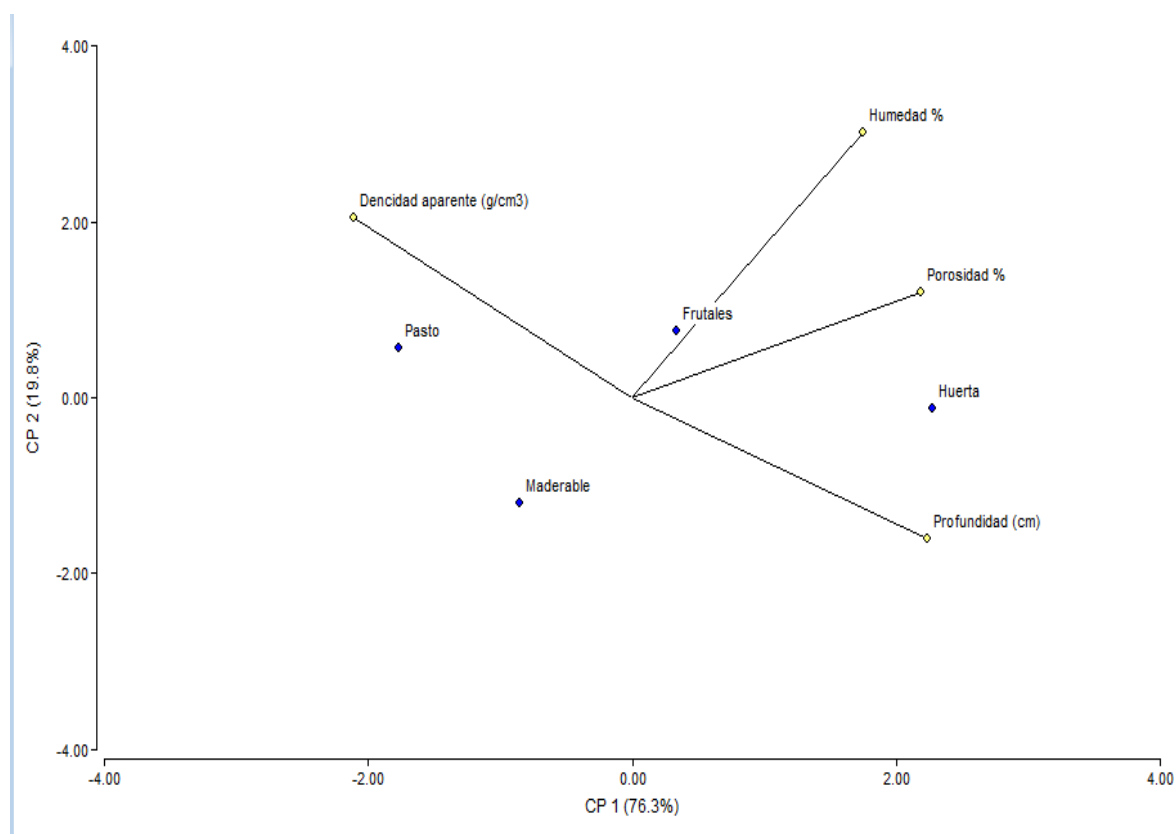


Figura 11. Componentes principales para las propiedades físicas cuantitativas de la finca “Dios con Nosotros”

La retención de humedad en la finca agroecológica “Dios con Nosotros” en el subsistema café con frutales esta la variable más importante en el componente principal uno. Cuenta con el mayor porcentaje de humedad, por otra parte la densidad aparente también es muy importante en el subsistema pasto

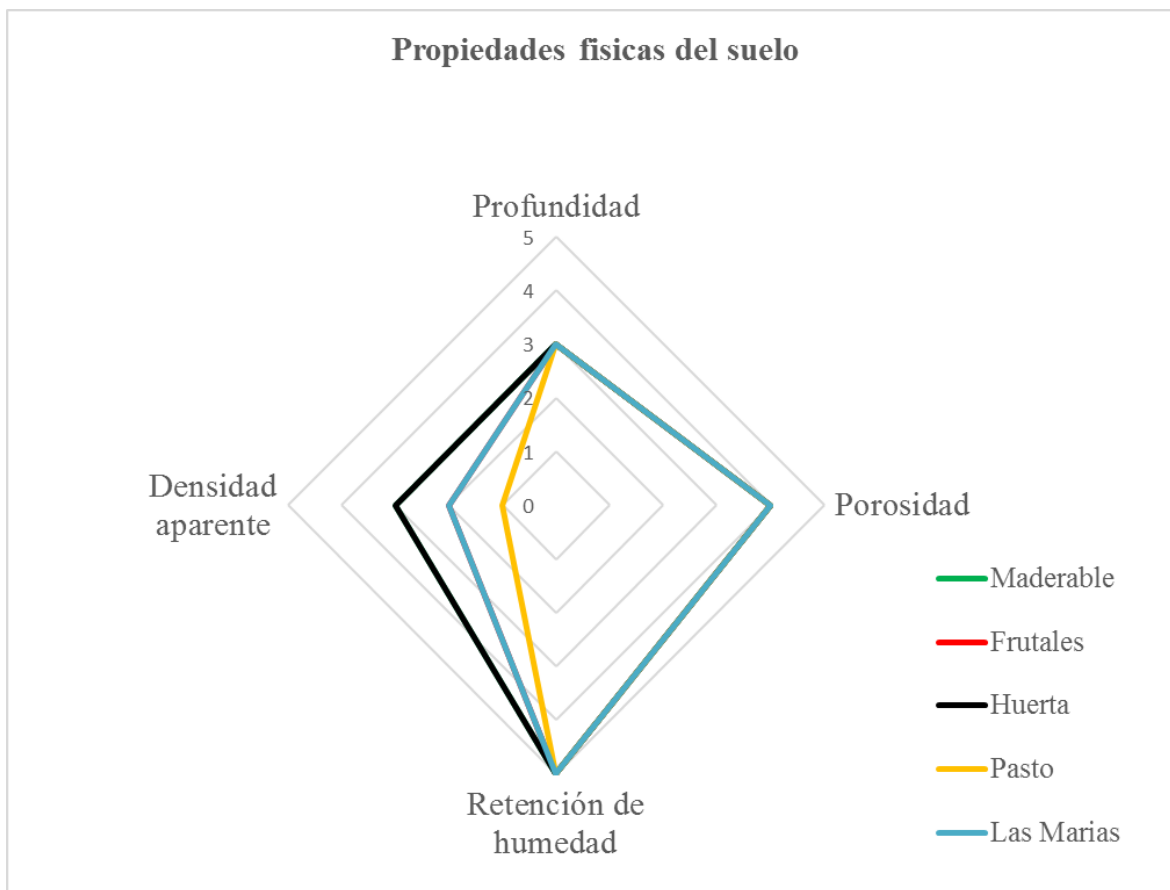


Figura 12. Propiedades físicas cuantitativas del suelo en las fincas “Dios con Nosotros” y Las Marías

El subsistema mas complejo es el que se acerca a cinco en todas las variables con base a los resultados obtenidos el subsistema café con huerta es el que mas se aproxima a esos valores, sin embargo se deben mejorar las características de porosidad que tiene un valor de cuatro. La profundidad tiene un valor de tres igual que la densidad aparente seguido por la finca convencional “Las Marias” que es un subsistema con menos grado de complejidad que tiene una porosidad de cuatro, densidad aparente de dos, y una profundidad de tres.

- Descripción de las propiedades físicas cualitativas

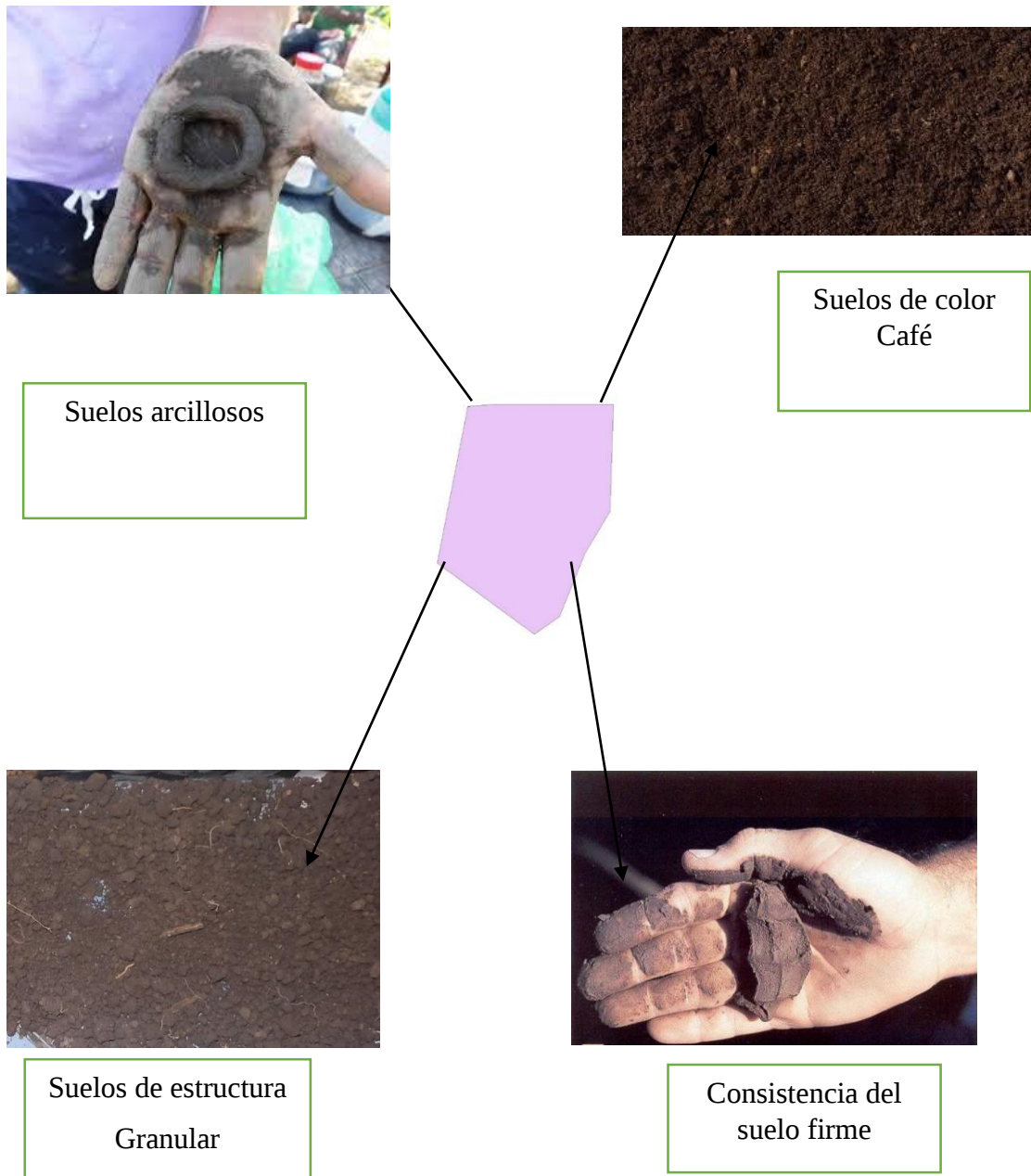


Figura 13. Características físicas de la finca Las Marías.



Figura 14. Características físicas de la finca Dios con Nosotros.

Textura:

En la finca agroecológica “Dios con Nosotros” en el área donde están establecidos los cultivos de interés predominan los suelos francos con tendencia a limoso, esto significa que son suelos que poseen una cantidad moderada de partículas finas de arena, sólo una cantidad

reducida de arcilla y más de la mitad de las partículas pertenecen al tamaño denominado limo. El estado seco tiene apariencia aterronada, pero los terrones pueden destruirse fácilmente (Casanova 2004). Son muy buenos y aptos para los tipos de cultivos que se tienen establecidos en esa area. Por otra parte en el resto de la finca las texturas del suelo, se pueden observar francos y arcillosos.

Sin embargo en la finca “Las Marias” los resultados que se obtubieron, en los suelos completamente arcillosos constituyendo un suelo de textura fina que usualmente forma terrones duros y en estado seco y es muy plástico como también pegajoso al mojarse (Casanova 2004).

La estructura del suelo:

El resultado de los analisis que se realizaron en la finca “Dios con Nosotros” nos muestra que la misma esta representada en su mayor parte con suelos de estructura granular, y esto ayuda a que la finca sea favorecida con altos niveles de materia organica contribuyendo con la diversidad de los suelos lo que provoca que haya una excelente aireación.

En los suelos de la finca “Las Marias” predomina la estructura granular, lo que significa que esta característica no afecta directamente a la planta sino que es a través de uno o más de los siguientes factores, como ser: factor aireacion y compactacion, debido a que reduce el volumen de los poros y la relacion de agua y temperatura.

Pedregosidad

En la investigacion que se llevo a cabo en la finca agroecologica “Dios con Nosotros” en los suelos predomina la característica de pedregocidad no visible, significando que a simple vista no es observable la pedregocidad y permitiendo que se desarrollen con facilidad las plantas lo cual es muy bueno e importante para la finca ya que les permite cultivar una amplia gama de cultivos sin limitacion de componentes.

Por otra parte en la finca convencional “Las Marías” se destaca una pedregocidad no limitante, la cual no afecta de ninguna forma a las plantaciones que se tienen y que se pretenden cultivar puesto que no limita el uso de los suelos.

Consistencia

Como idea clave debemos señalar que la consistencia del suelo es un parámetro ligado al estado de humedad y que en gran medida nos puede indicar la degradación o aumento del riesgo de erosión de un suelo, pues a menor consistencia mayor facilidad de rotura de los agregados con el consecuente desmenuzamiento del perfil del suelo.

Color del suelo

Determinamos el color del suelo de acuerdo a la Tabla Munsell que usa tres elementos para realizar una notación específica de color: Matiz (composición espectral), Valor (brillo, claridad, escala entre el negro puro y el blanco puro) y Croma (profundidad o saturación del color). Según Casanova (2004), de acuerdo a esta notación científica en la finca “Dios con Nosotros” sobresalen los suelos color café oscuro a muy oscuro. Se relacionan con condiciones de niveles medios a bajos de materia orgánica y a un rango muy variable de fertilidad.

Por otra parte en la finca convencional “Las Marias” se destacan más los suelos café con tendencia a valores claros, por lo general es indicativo de meteorización en ambientes aeróbicos (oxidación), ocurre en climas templados, se relaciona con condiciones de media a baja fertilidad del suelo

5.4. Componentes principales para propiedades químicas

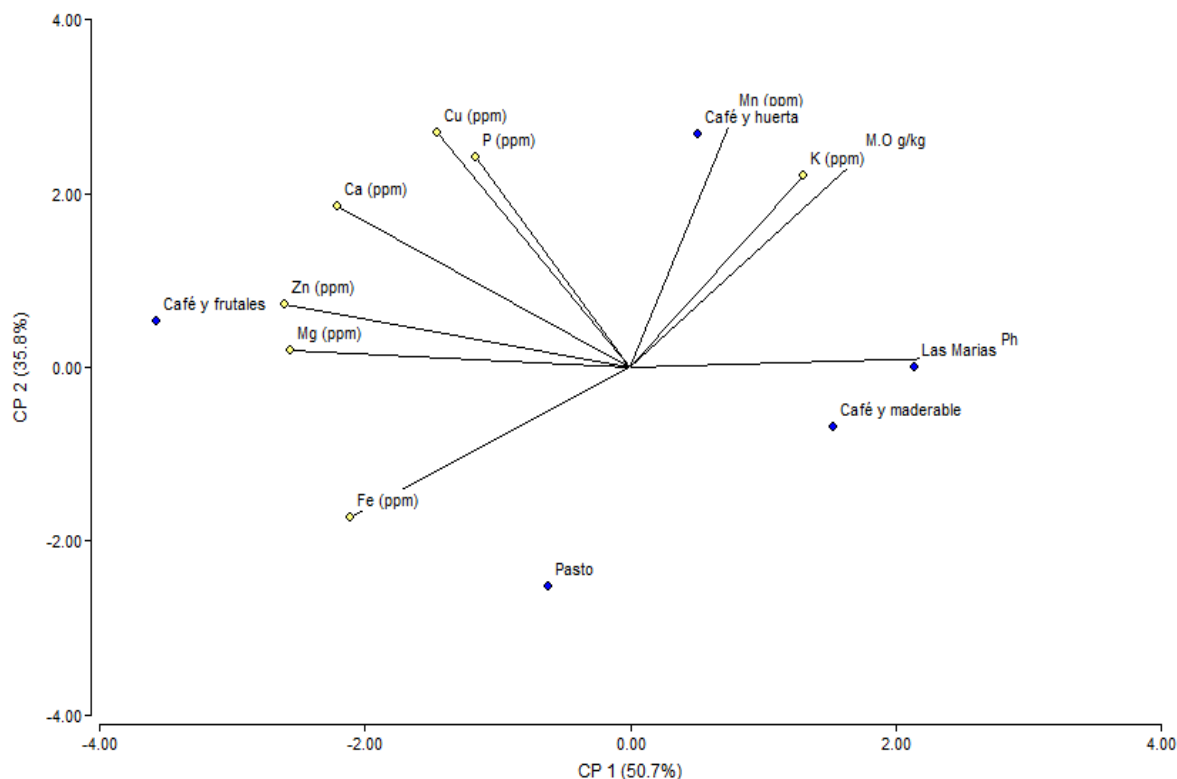


Figura 15. Componentes principales para propiedades químicas cuantitativas de la finca agroecológica Dios con nosotros y la finca convencional “Las Marías”.

La finca convencional “Las Marías” y el subsistema café con maderable de la finca agroecológica, el pH están correlacionado en forma positiva, ya que estos obtuvieron los pH más altos en relación a los demás con un rango 4.70–4.80 estos suelos son considerados por debajo del optimo, considerándose ligeramente ácidos.

La disponibilidad de nutrientes está altamente relacionada con el pH del suelo, siendo el ideal para la mayoría de los cultivos, un rango entre 5.5 y 6.5. Según Gliessman (2002), pocas plantas especialmente cultivos agrícolas se desarrollan bien fuera del rango del pH de 5 a 8. Los valores extremos tienen una repercusión negativa en el suelo y las plantas provocando una intensa alteración de los minerales y limitando la disponibilidad de nutrientes. Por otra

parte los nutrientes (Zn,Ca,Mg,Fe,Cu) se encuentran inversamente relacionados con el pH. Se presenta en el área de frutales. La mayor cantidad de nutrientes con un pH que se considera ligeramente ácido dificulta un poco la absorción de nutrientes (Gliessman 2002).

Mientras la materia orgánica del suelo también se destaca por su importancia en este estudio, pero con una leve inclinación así el uso de suelo café y huerta de la finca agroecológica “Dios con nosotros”; Según los resultados esta zona tiene el valor más alto en materia orgánica, la abundancia de esta es muy importante ya que constituye la fuente más obvia de nutrimentos para el crecimiento de las plantas, la materia orgánica construye, promueve, protege, y mantiene el ecosistema del suelo ella es un componente clave de una buena estructura del suelo, incrementa la retención de agua y de nutrimentos y es la fuente de alimento para los microorganismos del suelo gracias a la MO se inhibe la lixiviación de nutrientes y se regula el pH del suelo (Gliessman 2002).

5.5 Infiltración del suelo

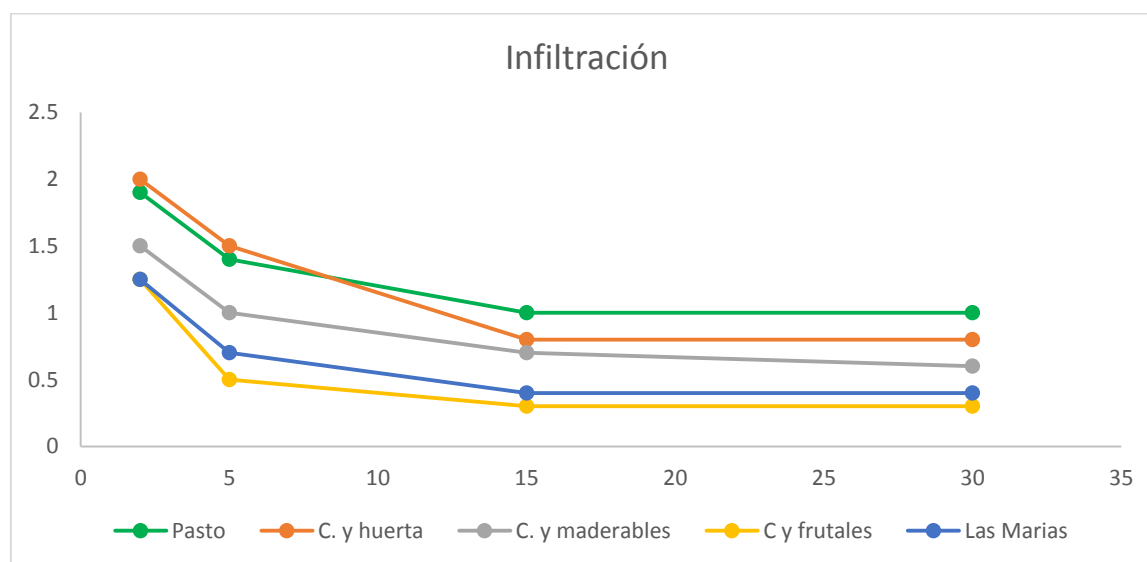


Figura 16. Infiltración de agua en las fincas; agroecológica Dios con nosotros y convencional “Las Marías”.

El uso de suelo que presenta la mejor velocidad de infiltración es café y frutales de la finca agroecológica “Dios con Nosotros” posee un drenaje moderadamente bueno. En esta zona el agua desaparece del suelo en forma algo lenta y el suelo se encharca por ciertos periodos en el año, mientras tanto el área de suelo con menor infiltración es pasto debido a que hay pastoreo, por otra parte la finca “Las Marías” presenta una infiltración de drenaje imperfecta que favorece a la lixiviación de nutrientes ya que presenta una pendiente medianamente pronunciada.

Cabe mencionar que la infiltración es afectada por el tipo de suelo, la cobertura vegetal y las características de la precipitación misma. Los suelos con gran porosidad y aquellos que tienen altos contenidos de materia orgánica, son más fácilmente infiltrados por el agua y una pendiente suave pierde más agua por escorrentía, la cobertura tanto viva como en forma de hojarasca sobre la superficie, ayuda mucho sobre la entrada inicial de agua (Gliessman 2002).

VI. CONCLUSIONES

El subsistema de pastos, de la finca Dios con Nosotros muestra deficiencias en características físicas como profundidad, porosidad e infiltración debido a que se encuentra sobre una roca en la que el productor ha trabajado para formar suelo. Sin embargo, los demás subsistemas presentan características muy buenas para el desarrollo de los cultivos.

La finca las Marías presentan un desequilibrio en la macrofauna del suelo por el establecimiento de monocultivos y la aplicación de químicos sintéticos en cambio la finca agroecológica cuenta con una variabilidad en el equilibrio del suelo.

La finca Dios con Nosotros presento las mejores condiciones físicas del suelo por la aplicación de abonos orgánicos, sin embargo, en el asocio de café con huerta es donde se encontró una mayor diversidad de macro organismo y alto contenido de materia orgánica los cuales han concluido en la calidad del suelo.

VII. RECOMENDACIONES

Es muy importante que los productores y técnicos de campo involucrados en la agricultura reflexione sobre la forma de producción mecanizada, destructiva, donde se quiere dominar, la naturaleza como un mecanismo de piezas sueltas rompiendo la interacción que tiene un ecosistema por lo consiguiente nuestra responsabilidad es desarrollar habilidades para una producción armonizada y sostenible. Para iniciar este cambio necesario conocer las funciones de las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo y su relación con el crecimiento de las plantas.

En el subsistema pasto de la finca “Dios con Nosotros” se recomienda la incorporación de gallinaza o estiércol a la hora de elaborar su Bocashi por su aporte básico en micronutrientes y macronutrientes para mejorar las características vitales y la fertilidad del suelo

En la finca “Las Marías” se recomienda una desintoxicación del suelo lo cual toma de dos a tres años con la ayuda del Bocashi fermentado y biofertilizantes que son súper abonos líquidos con mucha energía equilibrada

Se recomienda dejar de utilizar químicos sintéticos para el control de plagas en su lugar implementar prácticas culturales, principalmente el manejo de la sombra, distanciamiento de la siembra, las podas y la cobertura del suelo, colocar trampas, aplicar caldos minerales entre otros.

VIII. BIBLIOGRAFÍAS

Arias, A. 2007. Suelos tropicales. edit. Por C Zamora. 1ra edición. Universidad Estatal a Distancia. San José, Costa Rica. 143 p.

Altieri s.f. Agroecología (En línea). Consultado 14 de jul. 2015. Disponible en: Altieri - Montevideo: Nordan Comunidad, 1999 - buitrago.com.ve

_____. y Nicholls. 2000. Agroecología teoría y práctica para una agricultura sustentable. Primera edición México, México D.F. 147 p.

Bello, C. 2001. El suelo: maravilloso teatro de la vida. (En línea). Revista de la Academia colombiana deficiencias exactas, físicas y naturales no. 25(97), 483 p. Consultado el 22 de jun. 2016. Disponible en: CC Bello - Revista de la Academia colombiana deficiencias, 2001 - accefyn.org.co

CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza). 2003. Agricultura orgánica. Una herramienta para el desarrollo rural sostenible y la reducción de la pobreza (En línea). Turrialba, Costa Rica. Consultado 20 jun. 2015. Disponible en: www.fao.org/docs/eims/upload/230027/30476_es_RUTAtaller.pdf

CLACDS (Centro Latinoamericano para la Competitividad y el Desarrollo Sostenible).1999. La caficultura en Honduras (en línea). Consultado el 28 de jun. 2016. Disponible en:<http://www.google.hn/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0ahUKEwigrbjdzcvcNAhUDPT4KHdCCA1oQFggaMAA&url=http%3A%2F%2Fwww.incae.edu%2>

FES%2Fclacds%2Fpublicaciones%2Fpdf%2Fcen536_final.pdf&usg=AFQjCNGWEO9ym
yZdlaKYob1PtBDgUbGL3g&sig2=EDlmHxo3O0_iYk7jovtcZQ&bvm=bv.125596728,d.c
Ww

Dewis, J. y Freitas, F.1984. Métodos físicos y químicos para análisis de suelo y agua. FAO.
Roma, Italia. 252 p.

Etchevers, B. y Bautista, A 2004. La calidad del suelo y sus indicadores (en línea).
Ecosistemas, 13(2). Consultado 24 jun. 2016. Disponible en Cruz, A. B., Barra, J. E., del
Castillo, R. F., & Gutiérrez, C. (2004). La calidad del suelo y sus indicadores. *Revista*
Ecosistemas, 13(2).

FAO (Organización de las naciones unidas para la agricultura y alimentación). 2000 Manual
de prácticas integradas manejo y conservación de suelo. v8, 220 p.

_____. 2009. Guía para la descripción de los suelos. Roma, Italia. 51 p.

Flórez, J. 2009, Agricultura Ecológica, Edición Mundi-Prensa, Madrid. España. Pág. 37.

Gliessman, S. 2002. Agroecología procesos ecológicos en agricultura sostenible. CATIE.
Turrialba, Costa Rica. 359 p.

Guzmán, E. y Martínez, A. 2006. Agroecología y agricultura ecológica: Hacia una "RE"
construcción de la soberanía alimentaria. (En línea). Consultado el 23 de jun. 2016.
Disponible en E Sevilla Guzmán - 2006 - digitum.um.es

Hart, R. 1979. Agroecosistema;Conceptos Básicos (en línea). Consultado el 24 jun. 2016.
Disponible en RD Hart - 1979 - books.google.com

Hecht, S. 1999. La evolución del pensamiento agroecológico. Agroecología: bases científicas para una agricultura sustentable. (En línea). Consultado el 27 de jun. 2016. Disponible en: [S Hecht - Agroecología: bases científicas para una agricultura 1999 - socla.com](#)

Hodgson, J. 1987. Muestreo y descripción de suelos. Reverte. p. 50-51

Hudson, N. 2006. Soil consevation. Trad. B T Bastford. Ed en español. Reverte. Barcelona España. 337p.

INIA(Instituto de investigaciones agropecuarias). 2005. Agricultura orgánica. Principios y prácticas de producción. Editora Cecilia Céspedes. Chillán, chile.

Kolmans, E. y Vásquez, D. 1999. Manual de Agricultura Ecológica. Una introducción a los principios básicos y su aplicación. Edición Claudia Álvarez. Habana, Cuba. 150 p.

Sarandón, J. 2002. El agroecosistema: un sistema natural modificado. Agroecología: El camino para una agricultura sustentable. (en línea). Consultado el 23 de jun. del 2016. Disponible en: [SJ Sarandón. El camino para una agricultura sustentable, 2002 - agrotecnicounne.com.ar](#)

PPI (Potash y phosphate institute). s.f. Manual de fertilidad de los suelos. Capítulo 2, pág. 16

Primavesi, A. 1980, Manejo ecológico del suelo. Traducción de Silvia Lerendegui. Buenos Aires, Argentina. 296 p.

Porta, J. Poch, R. López, M y Reguerin, A. 2014. Edafología: uso y protección de suelos. 3 eds. 607 p.

Restrepo, J. Ivan, D. y Prager, M. 2000. Agroecología. (En línea) consultado el 30 de junio del 2015. Disponible en: www.fao.org/fileadmin/user_upload/training.../Agroecologia.pdf

Rucks, L., García, F., Kaplán, A. y Ponce de León, J. (2004). Propiedades físicas del suelo. Universidad de la República: Facultad de agronomía. Montevideo, Uruguay. (en línea). Consultado el 24 de jun. del 2016. Disponible en L Rucks, F García, A Kaplán... - Universidad de la..., 2004 - academia.edu

SAG (Secretaria de Agricultura y Ganadería). s.f. Agricultura Orgánica Nacional. Consultado el 5 de junio de 2016 Disponible en. www.sag.cl

Sarandón J. y Flores, C. 2014. Agroecología: bases teóricas para el diseño y manejo de agroecosistema sustentables. Buenos Aires, Argentina. pág. 15.

Sarandón, J. 2002. El agroecosistema: un sistema natural modificado. Agroecología: El camino para una agricultura sustentable. (En línea). Consultado el 23 de jun. del 2016. Disponible en: SJ Sarandón. El camino para una agricultura sustentable, 2002 - agrotecnicounne.com.ar

Santacreo s.f. Historia de café en Honduras. (En línea) consultado el 11 de julio del 2015. Disponible en: www.ihcafe.hn/index.php?option=com...historia-cafe

Swift *et al.* 2005. Manual de biología de suelos tropicales. Muestreo y caracterización de la biodiversidad bajo suelo. Editor Instituto Nacional de Ecología disponible en: <https://books.google.hn/books?isbn=6077908312>

Teuscher, H. s.f. El suelo y su fertilidad. pág.39

Torres, F.1997. Agricultura sustentable vs. Convencional consultado el 1 de julio del 2015.
Disponible en: www.bioculturaldiversityandterritory.org/.../14_300000176_sistematizac

ANEXOS

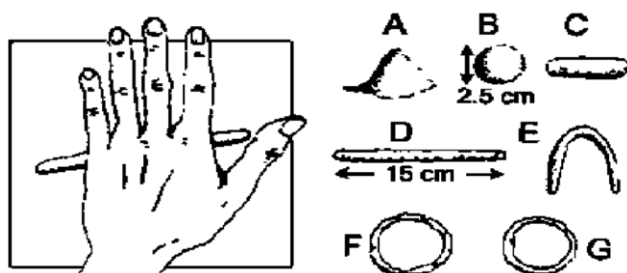
Anexo 1. Características físicas cualitativas del suelo

Fincas	Tratamiento	Textura	Estructura	Pedregosidad	Consistencia	Color
Dios con nosotros	Maderable	Franco limoso	Prismatico 10 a 20	No limitante	Blando	Café claro
Dios con nosotros	Maderable	Franco limoso	Granular 2 a 5	No visible	Blando	Café oliva oscuro
Dios con nosotros	Maderable	Franco limoso	Granular 2 a 5	No visible	Blando	Café oscuro
Dios con nosotros	Maderable	Franco limoso	Granular 1 a 2	No visible	Blando	Café oscuro
Dios con nosotros	Maderable	Arcilla fina	Granular 10 a 15	No limitante	Ligeramente duro	Café oliva oscuro
Dios con nosotros	Huerta	Franco limoso	Angular 5 a 10	No visible	Blando	Café oliva oscuro
Dios con nosotros	Huerta	Arcilla fina	Angular 5 a 10	No limitante	Blando	Café oliva oscuro
Dios con nosotros	Huerta	Arcilla pesada	Columnar < 10	No visible	Ligeramente duro	Café muy oscuro
Dios con nosotros	Huerta	Franco	Granular 1 a 2	No visible	Blando	Café muy oscuro
Dios con nosotros	Huerta	Franco arcilloso	Granular	No visible	Blando	Café oliva oscuro
Dios con nosotros	Frutales	Arcilla fina	Granular 5 a 10	No visible	Blando	Negro
Dios con nosotros	Frutales	Franco arcilloso	Columnar 10 a 20	No limitante	Blando	Café muy oscuro
Dios con nosotros	Frutales	Franco	Granular 5 a 10	No visible	Blando	Café oscuro
Dios con nosotros	Frutales	Arcilla pesada	Columnar 20 a 50	No visible	Ligeramente duro	Café muy oscuro
Dios con nosotros	Frutales	Franco	Granular 5 a 10	No visible	Blando	Café muy oscuro
Dios con nosotros	Pasto	Arcilla pesada	Columnar 10 a 20	No visible	Blando	Café oscuro
Dios con nosotros	Pasto	Franco	Angular 5 a 10	No limitante	Blando	Café muy oscuro
Dios con nosotros	Pasto	Arcilla pesada	Granular 5 a 10	No limitante	Ligeramente duro	Café muy oscuro
Dios con nosotros	Pasto	Franco limoso	Granular 2 a 5	No limitante	Blando	Café oliva oscuro
Dios con nosotros	Pasto	Franco arcilloso	Angular 5	No limitante	Blando	Negro
Las Marias	Café	Arcilla fina	Columnar 10 a 20	No limitante	Ligeramente duro	Café amarillento
Las Marias	Café	Arcilla pesada	Granular 5 a 10	No limitante	Duro a muy duro	Café muy oscuro
Las Marias	Café	Arcilla pesada	Columnar 10 a 20	No visible	Ligeramente duro	Café amarillento
Las Marias	Café	Franco arcilloso	Granular 5 a 10	No limitante	Ligeramente duro	Café claro
Las Marias	Café	arcilloso	Granular 5 a 10	No limitante	Ligeramente duro	Café oscuro

Anexo 2. 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 síes 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 circulo, pero mostrando grietas.	Figura F
Arcilla Pesada	El suelo puede tomar forma de circulo sin mostrar ninguna grieta	Figura G

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

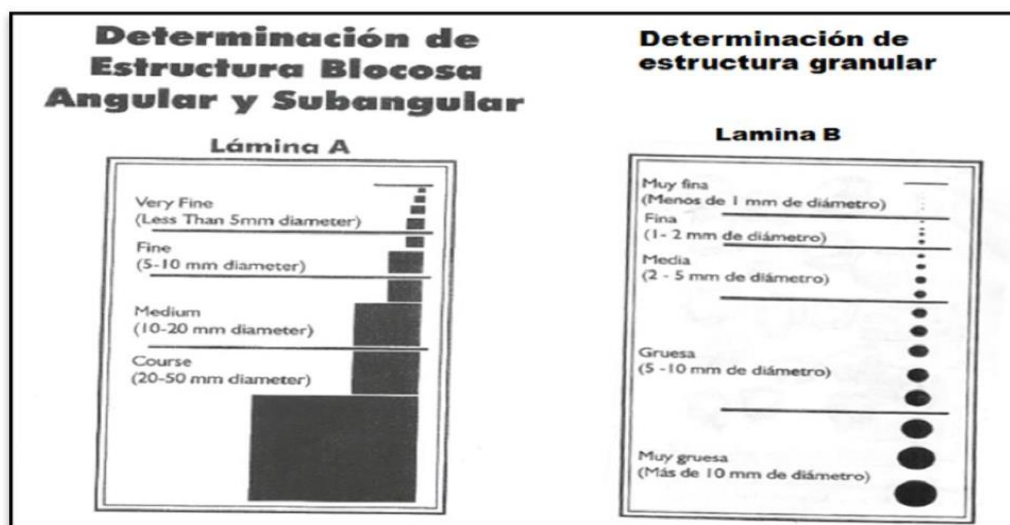


Fuente: Agricultural Compendium for Rural Development in the Tropical (Perez 2010)

Anexo 3. Descripción y láminas para la determinación de la estructura del suelo

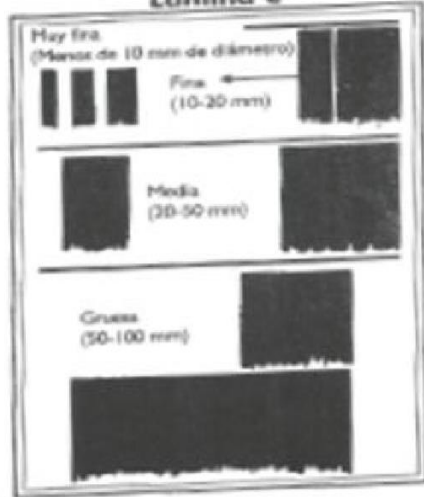
Forma	Descripción	Lámina
Blocoso angular	Las tres dimensiones son casi del mismo tamaño, las caras son angulares y los vértices fuertemente angulares	Lamina A
Blocoso angular	Similar al anterior, pero las caras son un tanto aplanadas como curvadas y muchos de los vértices redondeados	Lamina A
Granular	Las tres dimensiones son aproximadamente de la misma magnitud; superficies planas o curvas. Los agregados son relativamente no porosos	Lamina B
Prismática	Forma semejando prismas, con orientación vertical, caras verticales bien definidas; vértices angulares, la parte superior no es redondeada	Lamina C
Prismática	Semejando prismas como el anterior, pero la parte superior de ellos es redondeada	Lamina C
Laminar	Forma de láminas, con una orientación en un plano horizontal; sus caras son en su mayoría horizontal	Lamina D

Fuente: Hulak, (1981)



Determinación de Estructura Prismática y Columnar

Lámina C



Determinación de Estructura Laminar

Lámina D



Anexo 4. Forma tilizada para determinar los macroorganismos que se encuentran en el suelo



Anexo 5. Imagen para determinar la profundidad del suelo



Anexo 6. Forma de determinar la infiltracion del agua en el suelo

