

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES



**EVALUACIÓN DE INDICADORES DE CALIDAD DE SUELO EN PARCELAS
DE MANEJO ORGÁNICO Y CONVENCIONAL EN EL CASERÍO TINGO DE
UCHIZA, DISTRITO DE UCHIZA**

Tesis para optar el título profesional de:

INGENIERO EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES

MENCIÓN CONSERVACION DE SUELOS Y AGUA

Presentado por:

LORENA HERRERA DEL CASTILLO

2019



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
Tingo María – Perú



FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS


Los que suscriben, Miembros del Jurado de Tesis, reunidos con fecha 30 de mayo del 2019, a horas 6:00 p.m. en la Sala de Conferencias de la Facultad de Recursos Naturales Renovables, para calificar la Tesis titulada:


“EVALUACIÓN DE INDICADORES DE CALIDAD DEL SUELO EN PARCELAS DE MANEJO ORGÁNICO Y CONVENCIONAL EN EL CASERÍO TINGO DE UCHIZA, DISTRITO DE UCHIZA”

Presentado por la Bachiller: **LORENA HERRERA DEL CASTILLO**, después de haber escuchado la sustentación y las respuestas a las interrogantes formuladas por el Jurado, se declara aprobado con el calificativo de **“MUY BUENO”**

En consecuencia, el sustentante queda apto para optar el Título de **INGENIERO EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES**, mención **CONSERVACIÓN DE SUELOS Y AGUA**, que será aprobado por el Consejo de Facultad, tramitándolo al Consejo Universitario para el otorgamiento del Título correspondiente.

Tingo María, 30 de mayo del 2016.


Ing. MSc. **SANDRO JUNIOR RUIZ CASTRE**
PRESIDENTE


Dr. **LUCIO MANRIQUE DE LARA SUAREZ**
MIEMBRO


Ing. **ERLE OTTO J. BUSTAMANTE SCAGLIONI**
MIEMBRO


Ing. MSc. **JOSÉ LÉVANO CRISÓSTOMO**
ASESOR



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN CONSERVACIÓN

DE SUELOS Y AGUA



EVALUACIÓN DE INDICADORES DE CALIDAD DE SUELO EN PARCELAS

DE MANEJO ORGÁNICO Y CONVENCIONAL EN EL CASERÍO TINGO DE

UCHIZA, DISTRITO DE UCHIZA

Autor : Bach. Lorena Herrera Del Castillo

Asesor : Ing. José D. Lévano crisóstomo

Programa de Investigación : Manejo y conservación de suelos

Línea (s) de Investigación : Evaluación de parámetros físico químicos
y biológicos

Eje Temático de Investigación : Agroforestería comunitario

Lugar de Ejecución : Caserío Tingo de Uchiza, distrito Uchiza.

Duración **Fecha de Inicio** : 05/04/2018

Término : 25/03/2019

Financiamiento : s/. 2,056.00

FEDU : NO

Propio : NO

Otros : SI

DEDICATORIA

A Dios por la fortaleza de siempre, por permitirme tener y disfrutar a mi familia, y llegar a este momento tan especial en mi vida, por los triunfos y momentos difíciles que me han enseñado a valorar cada día más.

Gracias a mi familia por apoyarme en cada decisión y proyecto y así cumplir con excelencia en el desarrollo de esta tesis.

A mis queridos padres Víctor Manuel y Isidora, gracias a ellos por cada día confiar y creer en mí, por desear y anhelar siempre lo mejor, por cada consejo y por cada una de sus palabras que me guiaron durante mi vida, A mis hermanos por la motivación constante que me ha permitido ser una persona de bien.

AGRADECIMIENTOS

- A la Universidad Nacional Agraria de la Selva, en especial a la Facultad de Recursos Naturales Renovables que contribuyó en mi formación profesional.
- A los miembros integrantes del jurado de tesis: Ing. M.Sc. Ruiz Castre, Sandro Junior; Ing. Rengifo Trigozo, Juan Pablo; Dr. Manrique De Lara Suarez, Lucio; Ing. Bustamante Scaglioni, Erle Otto J.
- Al Ing. M.Sc. Levano Crisostomo, José, docente de la Facultad de Recursos Naturales Renovables de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, asesor del presente trabajo, por su labor como formador, su amistad, su apoyo desinteresado y supervisión de la presente tesis.
- A mi esposo, quien me apoyo desinteresadamente en el transcurso de la elaboración de la tesis, y a mis hijos, por ser los principales promotores de mis sueños. Les agradezco, y hago presente mi gran afecto hacia ustedes, mi hermosa familia. Gracias a ellos por cada día confiar y creer en mí y en mis expectativas.
- A todas aquellas personas que en forma directa o indirecta colaboraron en la realización del presente trabajo.

ÍNDICE

	Página
I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Objetivo general	2
1.2. Objetivo específicos	3
II. REVISIÓN DE LITERATURA	4
2.1. Taxonomía del café.....	4
2.1.1. Fertilización foliar	5
2.1.2. Factores que afectan la absorción de nutrientes vía foliar	6
2.1.3. Los fertilizantes foliares orgánicos	7
2.2. Agricultura orgánica	9
2.2.1. Regulaciones	10
2.2.2. Productividad en las parcelas de café orgánico	10
2.2.3. Café con sombra	11
2.3. El sistema suelo	12
2.4. La calidad y salud del suelo	13
2.4.1. La materia orgánica del suelo	13
2.4.2. Biomasa microbiana	14
2.4.3. Las propiedades físicas y químicas del suelo	16

2.4.4.	Factores que afectan la dinámica de nutrientes	19
2.4.5.	Influencia de las condiciones ambientales	20
2.4.6.	Acumulación de materia orgánica	21
2.5.	Estudios similares realizados	21
III.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	23
3.1.	Lugar de ejecución	23
3.1.1.	Ubicación política del caserío	24
3.1.2.	Ubicación geográfica de las parcelas	24
3.2.	Materiales y equipos	26
3.2.1.	Hardware y software	26
3.2.2.	Materiales y equipo utilizados en campo	26
3.2.3.	Materiales, equipos e insumos de laboratorio	26
3.3.	Metodología	26
3.3.1.	Reconocimiento de las zonas de estudio	26
3.3.2.	Selección de parcelas	27
3.3.3.	Tratamientos seleccionados	27
3.3.4.	Variables de estudio	28
3.3.5.	Área de muestreo	29
3.3.6.	Época y sitio de muestreo	29

3.3.7. Muestreo de caracterización de parcelas (encuestas)	29
3.3.8. Muestreo de suelo para variables químicas	30
3.3.9. Muestreo de suelo para variables biológicas	30
3.3.10. Muestreo y análisis de las variables físicas	31
3.4. Diseño de la investigación.....	32
3.4.1. Población y muestra	33
3.5. Variables evaluadas	34
3.5.1. Variables independientes	34
3.5.2. Variables dependientes	35
3.6. Análisis de datos	35
IV. RESULTADOS	36
4.1. Caracterización del manejo orgánico y convencional en sistemas agroforestales de café.....	36
4.1.1. ¿Qué insumo y dosis utiliza como fertilizante?	36
4.1.2. ¿Qué plagas presenta su parcela?	37
4.1.3. ¿Qué tipo de enfermedades presenta su cafetal?	38
4.1.4. ¿Realiza actividades culturales en su cafetal?	40
4.1.5. ¿Cuánto es la producción de café por hectárea?	41
4.2. Características fisicoquímicas del suelo en sistemas de producción de café orgánico y convencional.....	42

4.2.1. Propiedades físicas	42
4.2.2. Propiedades químicas	44
4.2.3. Propiedades biológicas (carbono y nitrógeno microbiano)	45
V. DISCUSIÓN.....	47
VI. CONCLUSIONES	52
VII. RECOMENDACIONES.....	54
VIII. ABSTRACT	55
IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	57
ANEXO	63

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro	Página
1. Métodos para determinar los indicadores físicos	28
2. Indicadores químicos	28
3. Métodos para determinar los indicadores biológicos	28
4. Tipo de fertilizante y cantidad utilizado en el cultivo de café.....	37
5. Tipos de plagas presentes en las parcelas de café	38
6. Enfermedades presentes en el cultivo de café	39
7. Actividades culturales realizadas en los cafetales	40
7. Producción de café bajo sistema de manejo orgánico y convencional (t. ha/año).....	41
9. Propiedades físicas del suelo determinado en los suelos con parcelas agroforestal de café bajo sistema de manejo orgánico y convencional.....	43
10. Propiedades físicas del suelo determinado en los suelos con parcelas agroforestal de café bajo sistema de manejo orgánico y convencional.....	44
11. Valores de carbono y nitrógeno microbiano en parcelas de café con sistemas de manejo orgánico y convencional.....	45

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Página
1. Mapa de ubicación de las parcelas agroforestales de café con sistemas de manejo orgánico y convencional en estudio.	25
2. Parcela agroforestal de café con sistema de manejo orgánico del Sr. Bertoldo Barrios Pérez, caserío Tingo de Uchiza.	64
3. Parcela agroforestal de café con sistema de manejo convencional del Sr. Grober Paredes Carlos, caserío Tingo de Uchiza.	65
4. Parcela agroforestal de café con sistema de manejo orgánico de la Sra. Miranda Ríos Carmen, caserío Tingo de Uchiza.	65
5. Parcela agroforestal de café con sistema de manejo convencional de la Sra. Moreno Miranda, Jeidi, caserío Tingo de Uchiza.	66
6. Parcela agroforestal de café con sistema de manejo orgánico del Sr. Moreno Jimenez Urbano, caserío Tingo de Uchiza.	66
7. Parcela agroforestal de café con sistema de manejo convencional del Sr. Maslucan Rodríguez Segundo, caserío Tingo de Uchiza.	67
8. Extracción de muestras de suelo de parcela con sistema de manejo orgánico, caserío Tingo de Uchiza.	68
9. Extracción de muestras de suelo de parcela con sistema de manejo convencional, caserío Tingo de Uchiza.	69
10. Codificación de muestras de suelo de parcela con sistema de manejo orgánico, caserío Tingo de Uchiza.	70

11. Extracción de muestras de suelo de parcela con sistema de manejo convencional, caserío Tingo de Uchiza.	71
12. Determinación de pH de suelo	71
13. Determinación de textura de suelo.....	72
14. Determinación de la textura del suelo	72

RESUMEN

La investigación se realizó en parcelas con sistemas agroforestales de café, bajo manejo orgánico y convencional, situados políticamente en el caserío Tingo de Uchiza, distrito Uchiza, región San Martín. Con la finalidad de caracterizar las estrategias de manejo, propiedades fisicoquímicas del suelo y cuantificar la biomasa microbiana. Se realizaron encuestas a los agricultores; se estableció parcelas de 1000m² (50 x 20m) como área de muestreo. La extracción de las muestras de suelos fue correspondiente a los primeros 30 cm. De los resultados: En las parcelas con manejo orgánico, los abonos utilizados con frecuencia son: guano de isla, roca fosfórica y compost. Los nematodos fue identificado como la plaga de mayor incidencia. Entre enfermedades la roya anaranjada, ojo de gallo y antracnosis. El 35.7% realiza manejo de sombra, 32.5% control de maleza y 29.4% podas. El 79.5% produce de 2 a 4 t., el 15.6% de 4 a 6 t. y el 4.6% de 1 a 2 t. Texturas franco arcilloso limoso, arcillo limoso y franco arcilloso arenoso, 1.46 g/cm³ DA, 2.13 kg/cm² de Rp, 6.18 de pH, 3.25% de M.O., 0.17% de N., 19.90 ppm de P., 301.50 kg/ha de K₂O y 15.92 meq/100 g suelo de CIC, 184.09 mg/kg de carbono microbiano y 15.34 mg/kg de nitrógeno microbiano.

Por otra parte, las parcelas bajo sistema de manejo convencional utilizan en proporción 10 – 30 – 10 (N-P-K) en un 39.5%, identificándose a los nematodos con mayor incidencia de plagas. Las enfermedades mas frecuentes son: ojo de gallo, roya anaranjada y antracnosis. El 42.6% no ejecuta manejo cultural, el 23.4% realiza control de malezas, 21.5% manejo de sombra y 12.5%

realiza poda. Finalmente, el 72.4% producen de 4 a 6 t., 25.5% de 6 a 8 t., 2.4% de 2 a 4 t. Textura franco arcilloso, arcilloso y franco, 1.46 g/cm³ DA, 2.13 kg/cm² Rp, 5.57 pH, 2.17% M.O., 0.13% N, 15.28 ppm de P, 454.69 kg/ha K₂O y 15.60 meq/100 g de CIC., 165 mg/kg de carbono microbiano y 12.77 mg/kg de nitrógeno microbiano. Concluyéndose que los sistemas de manejo orgánico y convencional no influyen en la calidad de los suelos.

Palabras clave: propiedades, suelo, carbono, café, físicas, químicas.

I. INTRODUCCIÓN

En la mayor parte de países ubicados en Centroamérica, la implementación tecnológica en los cultivos del cafeto generó resultados favorables que se traducían en elevados rendimientos y buena calidad del producto. Sin embargo, el incremento en el rendimiento ocasionó consecuencias negativas sobre la producción.

En diferentes lugares del país se observa plantaciones de cafeto sin asocio alguno donde los terrenos presentan pendientes elevadas (áreas montañosas) y los suelos se encuentran expuestos a los factores erosivos del ambiente. Además, los usos de una gran cantidad de agroquímicos en estos últimos años principalmente en los sistemas intensivos favorecen a que se tenga mayores contaminantes en las aguas que muchas veces son utilizadas para el consumo, se observa disminución de la diversidad biológica del suelo y favorecen la aparición de plagas secundarias y cepas resistentes a pesticidas.

Los altos rendimientos alcanzados en los cultivos durante los últimos tiempos no mantuvieron la sostenibilidad de las parcelas asociadas ya que se observó pérdida de fertilidad de los suelos, levado valor en los precios de los insumos a utilizar, sobre producción a nivel mundial y consecuentemente bajos precios por el producto de exportación y además es un generador de divisas muy importante para el país.

Diversos estudios demostraron el valor de los sistemas agroforestales y sistemas de café orgánico multiestratificados y en la conservación del suelo, manejo de enfermedades y la biodiversidad. Sin embargo, existe una limitante de información cuantitativa para garantizar las generalizaciones debido a la influencia de las actividades de manejo orgánico en el componente biológico del suelo. Por lo expuesto, en el presente estudio comparativo, se exponen datos cuantitativos de los grupos de parámetros claves del suelo que serán utilizados como indicadores de la calidad del suelo y se tratará de determinar la relación existente con las prácticas agronómicas efectuadas en las diversas parcelas.

En tal sentido, la presente investigación contribuye a la comprensión de factores que influyen en las diferentes prácticas de manejo en los agroecosistemas de café, así como su efecto sobre los diferentes componentes del suelo. Teniéndose como interrogante de investigación: ¿de qué manera las prácticas de manejo de sistemas orgánicos y convencionales tienen influencia sobre los diferentes componentes del suelo?

Concluyéndose que los sistemas de manejo orgánico del cultivo de café presentan mejores condiciones de sostenibilidad del ecosistema suelo sobre el sistema de manejo convencional.

1.1. Objetivo general

- Evaluar el efecto de prácticas de manejo orgánico y convencional sobre los indicadores fisicoquímicos, biomasa microbiana del suelo

en parcelas con cultivo de café en el caserío Tingo de Uchiza, distrito Uchiza.

1.2. Objetivo específicos

- Caracterizar las estrategias de manejo orgánico y convencional en sistemas agroforestales del cultivo de café.
- Caracterizar las propiedades fisicoquímicas del suelo en sistemas de producción de café orgánico y convencional.
- Cuantificar y comparar la biomasa microbiana en sistemas de manejo orgánico y convencional en sistemas agroforestales del cultivo de café.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Taxonomía del café

Reino	: Vegetal
División	: Magnoliophyta
Clase	: Dicotiledónea
Subclase	: Asteridae
Orden	: Rubiales
Familia	: Rubiaceae
Género	: Coffea
Especie	: Robusta
Nombre científico	: Coffea arábica.
Nombre común	: Café, cafeto (ALVARADO, 1994).

El cafeto, es una planta gimnosperma, leñosa, perennifolia, de producción bianual que prefiere crecer bajo sombra (FUNDEYRAM, 2010).

MONROIG (2013) menciona que “los cafetos de la especie *Coffea arabica* crecen y se desarrollan mejor bajo temperaturas que fluctúan entre los 15 a 230 C, siendo esta última la ideal para el cultivo. Bajo estas condiciones

de temperatura, el cafeto crece bien desarrollando ramas fuertes y vigorosas con hojas moderadamente grandes de color verde oscuro”.

Los estudios realizados demuestran que la precipitación pluvial adecuada para el café es de entre 1778.0 a 2540.0 mm anuales con un promedio de 1905 mm. Estas deben estar bien distribuidas durante el año. Los entendidos en la materia coinciden en que el mejor desarrollo y calidad del café se consigue a altitudes entre los 900 a 1,828 metros de altura sobre el nivel del mar. El arbusto de café crece mejor bajo condiciones de alta humedad relativa (70 a 85%). Si la humedad relativa excede el 85% se afecta la calidad del café y se favorece la incidencia de enfermedades. Los suelos para el establecimiento de cafetales deben ser fértiles, profundos, de buen drenaje, preferiblemente arcillosos, sueltos y arenosos, ya que estos últimos retienen poca humedad y la pierden más rápidamente. El pH adecuado para el crecimiento del cafeto fluctúa entre 5.5 a 6.5. Cuando los suelos son muy ácidos u alcalinos no se observa el desarrollo normal (ALVARADO, 1994).

2.1.1. Fertilización foliar

SINCÉ (1988) señala que, “es de conocimiento general que los nutrientes son absorbidos por las raíces de las plantas, pero existen evidencias de la absorción de sales minerales y sustancias orgánicas a través de las hojas, tallos, frutos y otras partes de las plantas”.

PERDOMO y HAMPTON (sf) indican que “los nutrimentos que pueden ser aplicados efectivamente en aspersiones foliares son: nitrógeno,

fósforo, potasio, calcio, magnesio, azufre, hierro, manganeso, zinc, molibdeno. Además, señalan que los macro elementos pueden ser aplicados en aspersiones, únicamente como suplemento nutricional a los cultivos durante los períodos críticos del crecimiento”. SINCE (1988) refiere que existen dos condiciones que favorecen las aspersiones son:

- 1) Cuando se necesitan en forma inmediata los micro elementos hierro, zinc, manganeso, molibdeno y cobre y,
- 2) Cuando se debe añadir nutrientes a los cultivos en suelos arenosos. En los suelos arenosos, las pérdidas por lavado pueden ser astronómicas con lluvias o riegos excesivos, pues las arenas retienen pocos nutrimentos).
- 3) La penetración foliar se realiza a través de los pelos epidérmicos que abundan más en el envés de las hojas, lo que explica la penetración mucho más extensa de nutrimentos a través del envés. Por otro lado se indica que no existe penetración por los estomas, por cuanto que los poros estomáticos están llenos de gas y sus células internas se hallan suberizadas y cutinizadas. Además, se ha comprobado experimentalmente que la absorción no guarda relación con el número de estomas

2.1.2. Factores que afectan la absorción de nutrientes vía foliar

Para CHONAY (1990), “los factores que influyen en la absorción de los nutrimentos vía foliar, entre los que se presentan están: la especie y el

estado nutricional de la planta, la naturaleza morfológica del órgano absorbente, el pH, la temperatura, la luz, el ángulo de contacto y la superficie de mojado, la humedad, edad y estado nutricional de la hoja, composición química de los nutrimentos que se aplican al follaje, pérdida de nutrimentos y concentración de nutrimentos en la solución a aplicar”.

2.1.3. Los fertilizantes foliares orgánicos

CHONAY (1990) añade que “los fertilizantes orgánicos, son productos elaborados a base de materiales naturales (orgánicos), los cuales para su uso se diluyen en agua y se aplican en dosis según el material que se utilice como materia prima. Además indica que previo a su aplicación, los fertilizantes foliares orgánicos deben de someterse a un proceso de cocción o de fermentación, siendo la fermentación el proceso más adecuado de elaboración”.

TENCHNIDEA (2013) refiere que las ventajas y desventajas de la fertilización foliar son las siguientes:

2.1.3.1. Ventajas

- Uso de elementos requeridos en menores proporciones en el momento de utilización de los mismos, independizándose de la provisión del suelo.
- Uso aún en momentos de dificultad de provisión de los nutrientes por el suelo, stress hídrico temporario.

- Absorción y respuesta inmediatas.
- Mejoramiento de procesos parciales (calidad de grano, FBN).
- Trofobiosis: interacción Nutrición – sanidad.
- Uso uniforme de nutrientes.
- Uso tardía dentro del ciclo de desarrollo del cultivo.
- Uso de nutrientes aprovechando la aplicación de otros fitoterápicos.
- Sinergismo con fungicidas e insecticidas (residuales por ingesta).
- Es independiente de la disponibilidad del nutriente en suelo.

2.1.3.2. Desventajas

- Poco efecto residual, por lo tanto su implementación debe ser estratégica
- Limitada a productos con cierta movilidad en la planta, o debe ser inducida
- Necesita de productos específicamente formulados, para no quemar y poder ingresar adecuadamente a la planta
- Necesita de aplicaciones extra, salvo que se pueda incorporar a la aplicación de distintos agroquímicos.

2.2. La agricultura orgánica

Para FAO (2003) “el término agricultura orgánica tiene varios sinónimos: ecológica, biológica, etc. según los idiomas. Los principios de la agricultura orgánica están en armonía con los principios de la agricultura biodinámica y la permacultura. Se puede definir la agricultura orgánica como un proceso que utiliza métodos que respetan el ambiente, desde las etapas de producción hasta las de manipulación y procesamiento”. La agricultura orgánica no solamente enfoca al producto, sino también a la totalidad del sistema que se utiliza para la producción y entrega del producto al consumidor final.

Considerando la normativa principal sobre la Federación Internacional del Movimiento de Agricultura Orgánica (IFOAM) en el 2002, considera como definición que es "un enfoque integral basado en un conjunto de procesos que resulta en un ecosistema sostenible, alimentos seguros, buena nutrición, bienestar animal y justicia social. La producción orgánica es, por lo tanto, mucho más que un sistema de producción que incluye o excluye un determinado insumo" (FAO, 2003).

Por otra parte, para Codex Alimentarius, "la agricultura orgánica se basa en un sistema de manejo holístico de la producción que promueve y mejora la salud del ecosistema, incluyendo los ciclos biológicos y la actividad biológica del suelo" (FAO 2003). SOSA *et al.* (2004) añaden que, "la agricultura orgánica se caracteriza porque se basa en el uso mínimo de insumos externos, evita los fertilizantes y plaguicidas sintéticos, y se utilizan métodos para reducir al mínimo la contaminación del aire, suelo y el agua. Éste sistema de

producción no permite las prácticas de irradiación de los cultivos y el uso de ingeniería genética en el mejoramiento genético de plantas y animales”.

2.2.1. Regulaciones

En la cadena de producción se encuentran regidas por la normatividad con fines de mantener su integridad de los productos orgánicos. A nivel internacional, la agricultura orgánica se encuentra regidas por los principios y requisitos que están a cargo de las directivas del Codex Alimentarius y el IFOAM en caso de las actividades como producción, procesamiento, etiquetado y comercialización de los alimentos orgánicos. La organización internacional del sector privado denominado IFOAM es un ente que cuenta como miembros a 750 instituciones distribuidos en más de 100 países. Dicha organización se encarga de definir y revisar habitualmente consultando con sus miembros, la normatividad del término "orgánico".

2.2.2. Productividad en las parcelas de café orgánico

“La producción de café es limitada por varios factores tales como plagas, enfermedades, baja disponibilidad de nutrientes, pobre control de malezas etc. Muchos de estos factores pueden ser corregidos por las aplicaciones de agroquímicos en las parcelas convencionales para asegurar la cosecha. Bajo el manejo orgánico no existe esta opción de efecto inmediato y como consecuencia, la producción bajo este sistema podría ser entre 10 y 50% menor que la producción convencional o integrada” (SOSA *et al.*, 2004). Cuando uno utiliza agroquímicos siempre lo relacionan con el costo-beneficio,

ya que en el sistema convencional se son más rentables. Los mismo autores, SOSA *et al.* (2004) afirman que en dicha relación, “el precio pagado por el producto orgánico final debe ser mayor, para que los sistemas de producción orgánica sean tan rentables como los sistemas de producción que emplean agroquímicos”.

2.2.3. El café con sombra

LOCK (1888) señala que, “el uso de árboles de sombra en los cafetales se remonta desde la cultivación comercial del café y en estos sistemas tradicionales, predominaba una sombra intensa bajo el dosel de diversos árboles nativos”. Para MUSCHLER (2004), “la mayoría de las plantaciones de café en América Latina incluye especies arbóreas leguminosas tales como Inga, Erythrina, y Glyricidia no solamente para proveer sombra sino también como fuente de abono verde. En Costa Rica, la poda de los árboles de sombra en los cafetales es una práctica multipropósito. La disminución de la sombra sirve para bajar la incidencia de enfermedades y estimular la floración y maduración de los frutos”.

Para MUSCHLER (2004), “durante los últimos 50 años, la intensificación de la producción del café en América latina resultó en la adopción de un paquete tecnológico que promovió el empleo de diversos agroquímicos, una disminución en el número de árboles de sombra en los cafetales, mayor densidad de plantas de café y la poda controlada de los árboles de sombra. Bajo condiciones óptimas, los árboles de sombra podrían ser no necesarios. La sombra puede disminuir el estrés hídrico, prolongar la

vida del cultivo de café, reducir pérdidas de frutos, disminuir los requerimientos de insumos, proteger los recursos naturales tales como el suelo, el agua y la biodiversidad y mejorar la calidad del grano de café”.

Además, BEER (1987) indica otras ventajas que están enfocadas a los cultivos como el cacao, café y té, siendo: diversificación de productos de la finca, supresión de malezas, reciclaje de nutrientes y la reducción tanto del ataque de plagas, así como de las enfermedades. Entre las desventajas resaltadas por el mismo indica: el daño al cultivo de interés debido a la caída de ramas o la cosecha de madera, requerimientos de mano de obra adicional para podar árboles de sombra, efectos alelopáticos entre el árbol de sombra y el cultivo, competencia por agua y nutrimentos durante la época seca, reducción en la productividad debido a menor cantidad y calidad de luz.

2.3. El sistema suelo

Dicho sistema se encuentra constituido en tres fases; líquida, sólida y gaseosa. La fase sólida presenta partículas con tamaños variables rodeadas por gases y agua, cuya composición y cantidad fluctúan en el tiempo y el espacio. En base al peso, el sistema suelo está compuesto por: 45% de materia inorgánica, entre 20-30% de agua, 20-30% de aire y solo 5% de MO (BRADY y WEIL, 1996). Los espacios libres de agua se encuentran ocupados por aire y otros gases volátiles (STOZKY, 1997). DORAN *et al.* (1994) añaden que, “hay un intercambio continuo de moléculas e iones entre las tres fases, mediados por procesos físicos, químicos y biológicos. El balance dinámico de estos procesos es fundamental para la salud y calidad del suelo”.

2.4. La calidad y salud del suelo

2.4.1. La materia orgánica del suelo

MAGDOFF (1995) y SCNITZER (1982) señalan que, “generalmente se pueden encontrar tres diferentes tipos de MO en los suelos: 1) organismos vivos, 2) MO activa muerta y 3) materiales bien descompuestos (humus) y relativamente estables. El componente vivo de la MO del suelo esta formado por varios grupos de organismos, incluyendo los virus, los hongos, los protozoarios, las bacterias, los pequeños y medianos artrópodos, las lombrices de tierra, los nematodos, siendo algunos de estos organismos fitoparásitos. La mayoría de los organismos del suelo se alimentan de los residuos de las plantas, materiales orgánicos u otros organismos del suelo y no causan problemas en los cultivos”. Además, se les considera de importancia durante los procesos de control de plagas, ciclaje de nutrimentos, la producción de humus y el fortalecimiento de los agregados del suelo (MAGDOFF, 1995).

En la cadena trófica, los diversos organismos del suelo ocupan diferentes posiciones, esto debido a que hay una interdependencia entre las fuentes de alimentos y los hábitos de consumo en los diferentes niveles de la cadena trófica. En base a lo expuesto, se obtiene a los consumidores primarios, secundarios y terciarios, de los cuales, los primeros organismos que obtienen su energía de los residuos orgánicos son los consumidores primarios como es el caso de varios hongos, nematodos, bacterias y algunas lombrices de tierra. La actividad alimenticia de los consumidores primarios facilita el

consumo de dichos residuos por parte de los consumidores secundarios (MAGDOFF, 1995).

“La fracción de humus forma asociaciones de enlaces con partículas de arcilla, las cuales incrementan la agregación del suelo y la formación de micro-poros. Una estructura mejorada del suelo resultará en mayor capacidad de infiltración y de retención del agua, limita la erosión superficial y previene el desecamiento y contracción del suelo” (VASST y SNOECK 1999).

No existe diferencia notoria en la MO dentro del primer metro de los suelos tropicales en comparación al de las zonas templadas (SÁNCHEZ 1976). En la antigüedad se creía que el contenido de MO estaba relacionado al color de los suelos, pero en la actualidad se conoce que no existe alguna relación directa entre las dos variables. El mismo autor compiló varios artículos de contenidos de MO en varios suelos del trópico y encontró que “muchos Oxisoles y Ultisoles presentaron niveles elevados de MO. Los Inceptisoles con características ándicas como grupo presentó el nivel de MO más alto de los suelos minerales. La alofana que predomina en estos suelos reacciona con los ácidos orgánicos para formar complejos que son muy resistentes a la mineralización, consecuencia de ello la MO se acumula en estos suelos”.

2.4.2. Biomasa microbiana

La biomasa microbiana está referida a la microflora desintegradora, que están conformadas por las bacterias y los hongos, además se les incluye a

los invertebrados detritívoros. Todos estos organismos se interaccionan positivamente entre ellos. Al consumir una parte de los detritos y desmoronarlo el resto existe un incremento de la actividad de los detritívoros, esto conlleva al incremento de los espacios de aire y se expone un área mucho mayor de la superficie del detrito, incentivando a aumentar los microorganismos desintegradores (ULRICH *et al.*, 1981). Esta acción genera una sucesión de organismos correspondiente a los diferentes estratos del suelo ya sea de acuerdo al grado que presenta su descomposición de la materia (ETHERINGTON, 1982). A pesar que durante el proceso de desintegración de la materia orgánica interviene la meteorización, dicha secuencia de descomposición principalmente se debe a las actividades de la diversidad de organismos heterótrofos al utilizar las sustancias que contiene el sustrato y le sirve como base de energía y los elementos contenidos en ello utilizados para la síntesis de su protoplasma (ALEXANDER, 1977).

Los restos orgánicos que se encuentran en el suelo son atacados muy rápido por los hongos y bacterias, dicha actividad hace que se libere dióxido de carbono hacia la atmósfera y se produzca fluctuaciones en el contenido del nitrógeno total en el suelo. El ataque ocurre básicamente porque la materia orgánica que cae al suelo suplementa los requerimientos metabólicos, citoplasmáticos, favoreciendo al crecimiento de la población de esta fracción (CAMPBELL y BIEDEBECK, 1982). Para VAN VEEN *et al.* (1986) “la proporción del ataque de la biomasa microbiana es determinado directamente por la disponibilidad de carbono orgánico y por el estado nutricional del suelo”.

El desarrollo de la actividad microbiana está influenciado por manejo otorgado al suelo, el tipo de cobertura vegetal que presenta, la aplicación de fertilizantes en los cultivos, el origen de los suelos y las variaciones de los factores climáticos. Además, los efectos mencionados son más resaltantes en la parte más superficial del suelo, donde se encuentran mayores fluctuaciones de humedad y temperatura (LADD *et al.*, 1994).

2.4.3. Las propiedades físicas y químicas del suelo

La actividad de los organismos que llevan a cargo la descomposición de la materia orgánica presente en el suelo se encuentran afectadas por los elementos químicos y las propiedades físicas del sustrato. La materia orgánica presenta una descomposición mayor o menor de acuerdo a la disponibilidad del nitrógeno, el bajo contenido de dicho elemento en tejidos vegetales está relacionada directamente con su velocidad de descomposición, de manera contraria, otros compuestos vegetales que merman la rapidez de descomposición son la hemicelulosa, lignina y celulosa. Esto conlleva a deducir que el fuste y las ramas de los árboles presentan un índice de descomposición mucho menos que los tallos, frutos y las hojas, por presentar mayor contenido de los compuestos estructurales mencionados (FINEGAN, 1995).

2.4.3.1. La textura del suelo

Esta propiedad del suelo se encuentra constituida por la cantidad contenida de partículas minerales inorgánicas (consideradas como valores porcentuales en peso) de diferentes tamaños (arena, limo y arcilla). La textura

del suelo rige diferentes proporciones y magnitudes de varias reacciones físicas, químicas y biológicas en dicho medio, esto ocurre porque ésta propiedad indica el tamaño superficial sobre la cual ocurren las reacciones, además de la permeabilidad, plasticidad, sequedad, fertilidad, facilidad para trabajar la tierra y la productividad que varían en dependencia a la región geográfica (BUCKMAN y BRADY, 1966).

2.4.3.2. La densidad aparente del suelo

Propiedad del suelo que mide el peso del suelo por unidad de volumen que generalmente se expresa en gramos por centímetros cúbicos (g/cc), su análisis se realiza con suelos secados al aire o en la estufa a una temperatura de 110 °C. Esta propiedad del suelo se encuentra asociada con el peso específico de las partículas minerales y orgánicas, así como con su porosidad de la misma. En caso de considerarse cierto volumen de suelo bajo sus condiciones naturales, será notorio que solo cierta cantidad de dicho volumen se encontrará ocupada por el material del suelo (AGUILERA, 1989), ya que lo restante lo constituirán los espacios intersticiales que, bajo condiciones normales en campo, estarán ocupados por aire y agua, de manera general, la densidad aparente está dada por el peso de la unidad de volumen de suelo con espacios intersticiales (WOODING, 1967).

2.4.3.3. La resistencia a la penetración en el suelo

El grado de compactación de los suelos puede ser estudiada por varios parámetros. La medida de la resistencia mecánica a la penetración (RP)

concierno en una vía sencilla que detecta las variaciones en el perfil que pueden relacionarse con la exploración de las raíces (PIRES DA SILVA *et al.*, 2003). Para JORAJURIA (2004), “la variación espacial de la RP es más apropiada que la densidad aparente en la determinación de capas limitantes al crecimiento radical, porque presenta mayor sensibilidad en la detección de sectores diferenciados en grados de compactación”.

2.4.3.4. La materia orgánica del suelo

BORNEMISZA (1982) señala que, “la materia orgánica del suelo constituye la fracción orgánica que incluye residuos vegetales y animales en diferentes estados de descomposición, tejidos y células de organismos, así como sustancias producidas por los organismos del suelo. La parte más estable de esta materia orgánica se llama humus, que se obtiene de la descomposición de la mayor parte de las sustancias vegetales o animales añadidas al suelo. La fracción orgánica del suelo regula los procesos químicos, influye sobre las características físicas y es el centro de casi todas las actividades biológicas en el mismo, incluyendo la microflora y la fauna”.

El mismo autor citado indica que, “la materia orgánica también influye sobre algunas propiedades físicas importantes del suelo como es su estructura; con ello favorece la formación de agregados individuales, reduciendo la agregación global del suelo y disminuyendo la plasticidad del mismo; el uso más eficiente del agua; se sabe que la materia orgánica mejora la infiltración del agua en el suelo”.

MONTENEGRO (1991) señala que, “en caso de que la materia orgánica de los vegetales se descompone por la actividad de los micro y macroorganismos presente en el suelo, los productos generados, así como las secreciones de los organismos vivos, suministran materiales muy adecuados para unir las partículas del suelo entre sí”.

En particular, los polisacáridos favorecen su estabilidad de los agregados naturales; las moléculas están conformadas por una estructura lineal, alargada y flexible que provoca el contacto estrecho de las partículas, generando la unión entre ellas por el llenado del vacío.

Los compuestos orgánicos poseen acción cementante diferente, siendo referido a sus cantidades totales, a los productos como resultado de la humificación o a su propia composición. Los productos resultantes del proceso de humificación son los agentes cementantes principales y de conservación de la estructura en los suelos en los bosques del trópico.

2.4.4. Factores que afectan la dinámica de nutrientes

Para autores como SWIFT *et al.* (1981), “el primer paso para la entrada de los nutrientes al sistema inicia al descomponerse la materia orgánica, además de ello desempeñan dos papeles fundamentales: El proceso de mineralización de los elementos esenciales contenidos en la fitomasa; ayudar a formar el suelo (ped, agregados, con la formación de ácidos húmicos sirviendo como cemento). La descomposición se define como desintegración paulatina de materia orgánica muerta y es producto de la interacción de dos

fuerzas: la reducción mecánica del tamaño de las partículas y la mineralización del material, o sea la conversión de los elementos de su forma orgánica a su forma inorgánica. Este proceso de descomposición se regula con el efecto combinado que ejercen el tipo de sustrato y el ambiente sobre las poblaciones de organismos descomponedores”.

2.4.5. Influencia de las condiciones ambientales

La temperatura y humedad ambiental corresponden a los factores reguladores de mayor importancia para la descomposición al influenciar en su distribución de los organismos descomponedores relacionados con la gradiente latitudinal, llegando a afectar de manera muy sensible el ciclo de los nutrientes en el suelo.

Así, por ejemplo, se encuentran mayor cantidad de detritívoros en los medios tropicales que en los lugares extremos como los polos; y aún mucho mayor en lugares con mayor humedad. Los factores citados se encuentran ligados de manera indirecta con la tasa de descomposición y específicamente también con la mineralización de nutrientes (JORDAN, 1985).

A su vez, JONES (1985) añade que “estos factores reguladores están influenciados por el microclima, y siendo éste, el factor más importante para definir las temperaturas y humedades en las cuales se desarrollarán los microorganismos. Las variables que definen el microclima interactúan simultáneamente entre sí y los microorganismos y las plantas, de manera que no se puede conocer el efecto de una determinada variable sin definir el estado de las demás”.

2.4.6. Acumulación de materia orgánica

Para FASSBENDER (1993), “la materia orgánica se acumula durante el proceso fotosintético y de la absorción de elementos nutritivos, dicho comportamiento es reflejada con la biomasa acumulada de los sistemas de producción agroforestal. El patrón mensual de aporte de residuos al suelo en sistemas agroforestales, depende de las características fisiológicas de las especies involucradas en el sistema y las condiciones climáticas reinantes, pero puede ser modificada por el manejo de podas”.

En loa sistemas silvopastoriles, RUIZ (1983) “estimula el ciclo de renovación orgánica y fertilización al retornar al suelo hojas, frutos, ramas, rastrojos, heces y orina. Así mismo, el componente arbóreo permite extraer nutrientes que normalmente quedan fuera del alcance del sistema radical de los pastos. Cuando se utilizan árboles leguminosos, éstos contribuyen con nitrógeno al suelo, ya sea por fijación de nitrógeno atmosférico como por sus hojas y ramas que caen naturalmente o son podadas”.

2.5. Estudios similares realizados

El MINAG y PROAMAZONÍA en el año 2003, referente al café y las mismas actividades de campo, para la zona de Tingo María, encontraron que en dicho año, solo el 5.0 % de dichos productores aplicaba fertilizantes a sus cultivos y en caso del año 2008 se observó un incremento de hasta el 10 %. Si es muy favorable que hubo un incremento del 5 %, dicho valor resulta reducido. Además, se reporta que solo el 35 % de los encuestados realizaban

actividades como: manejo de sombra, podas de mantenimiento, raspa y control de malezas, como se recomienda en las asistencias técnicas y, el 20 % de dichos productores realizaban el control de plagas por campaña. Comparándose los dos períodos respecto a las labores mencionadas, se puede indicar que se incrementó un 5% referente a los agricultores que fertilizaban, así como el aumento de las labores culturales (manejo de sombra, podas de mantenimiento, raspa y control de malezas). En cuanto al control de plagas de manera anual, se mantuvo a través del tiempo con un 20 % de valor.

La práctica de la quema como manejo en el control de los residuos de cosecha o control de malezas, genera una disminución de la cantidad de biomasa microbiana (CARRY *et al.*, 1985). Además, HENROT y ROBERTSON (1994) mencionan que “la remoción de una cobertura de árboles y arbustos de 20 años en la región húmeda de Costa Rica, aumenta la cantidad de biomasa microbiana inmediatamente después de la labor, pero esta disminuye hasta un 35% de su valor original luego de dos años. También mencionan que la intensidad de remoción de la cobertura afecta directamente la cantidad de biomasa microbiana”.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Lugar de ejecución

EL estudio se realizó en áreas con sistemas agroforestales de café, diferenciados por el tipo de manejo (convencional y orgánico), situados políticamente en el caserío Tingo de Uchiza, distrito Uchiza, provincia Tocache, región San Martín. Así mismo, el trabajo de gabinete se llevó cabo en el laboratorio de suelos de la Facultad de Recursos Naturales Renovables de la Universidad Nacional Agraria de la Selva (UNAS).

El distrito de Uchiza está ubicado exactamente en la parte Suroeste del departamento de San Martín; sus coordenadas geográficas son: Longitud Oeste $75^{\circ} 33' 00''$ y latitud sur $09^{\circ} 18' 00''$ y altitud 560 m.s.n.m. Se encuentra geográficamente en la región de la Selva donde casi la totalidad de su territorio presenta un relieve totalmente arbóreo con territorios planos (valles) y en la parte alta que limita con el distrito de Cholon fuerte pendientes, razón por la cual el 63.32% en su territorio posee capacidad de uso mayor para producción forestal y protección, lo que demuestra la alta fragilidad presentando un conglomerado de ecosistemas. Sin embargo el 83.56% de la población económicamente activa se dedica a la agricultura, pecuaria, comercio, servicio, caza y silvicultura, lo que indica que se está sub utilizando el territorio.

La principal vía de acceso es la carretera Fernando Belaunde Terry – Tingo María - Tocache, a veinte minutos antes de llegar a Tocache está el cruce que es una vía secundaria, desde este punto se parte a Uchiza pasando la balsa cautiva (rio Huallaga) que se encuentra en Santa Lucia, el tramo a recorrer es de 40 a 50 minutos en auto, la carretera es de pavimento flexible en buen estado de conservación.

El caserío Tingo de Uchiza se encuentra ubicado en la parte Sur Oeste del distrito de Uchiza, el recorrido se realiza a través de una carretera hasta la localidad de Crisnejas, para luego continuar con una caminata de 3 horas en medio de la espesura de un monte virgen en donde el mayor atractivo es la variedad de orquídeas, animales poco frecuente y agradable al turista.

3.1.1. Ubicación política del caserío

Región	: San Martín
Provincia	: Tocache
Distrito	: Uchiza
Caserío	: Tingo de Uchiza

3.1.2. Ubicación geográfica de las parcelas

La ubicación en coordenadas UTM corresponden a la Zona 18 L, Datum WGS 84, siendo: 326741 m Este, 9062048 m norte, altitud de 1132 msnm para la parcela con manejo orgánico; y coordenadas este: 328068 m, norte: 9061461 m, altitud: 1116 msnm para la parcela convencional.

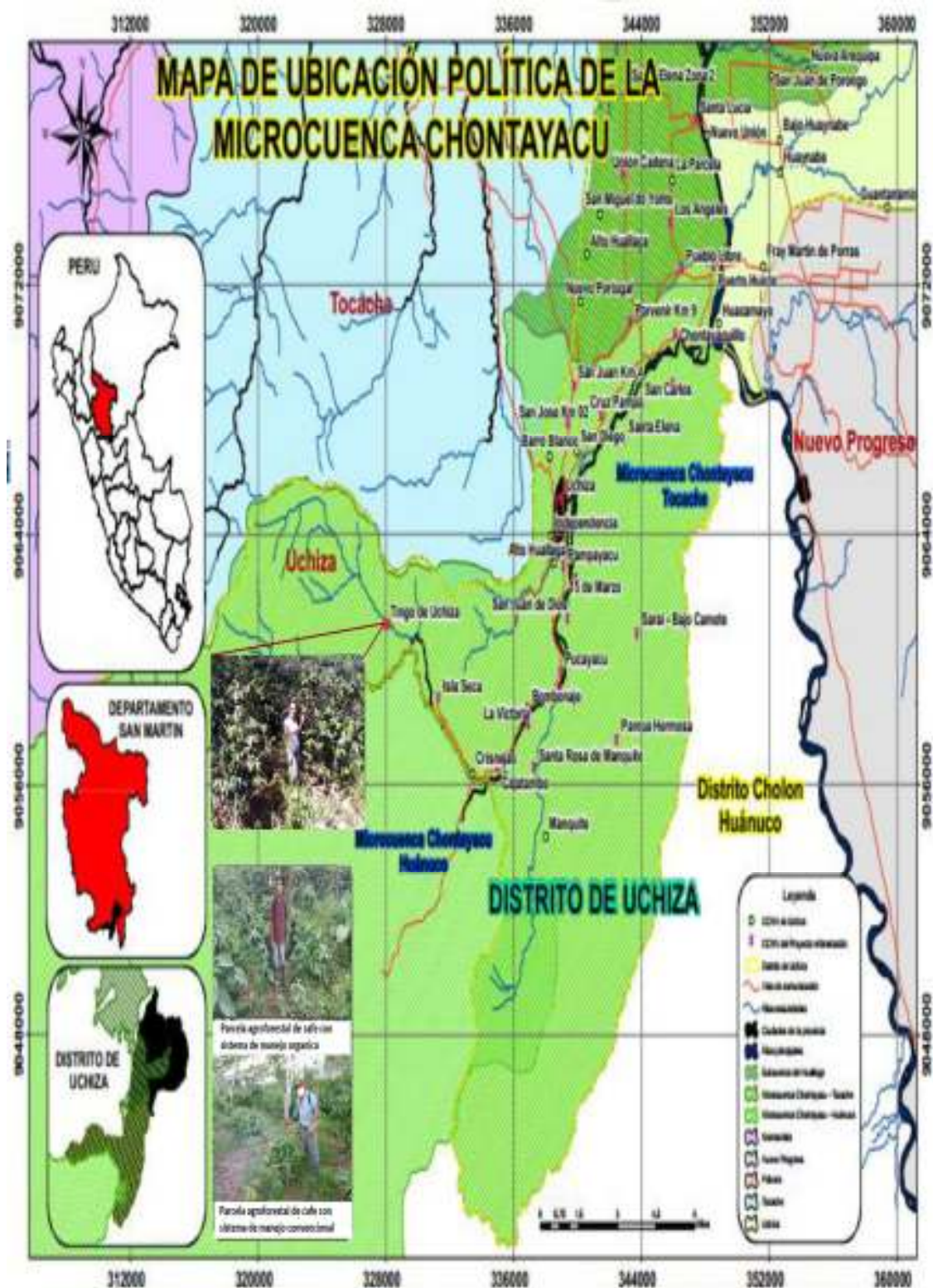


Figura 1. Mapa de ubicación de las parcelas agroforestales de café con sistemas de manejo orgánico y convencional en estudio.

3.2. Materiales y equipos

3.2.1. Hardware y software

Laptop CANON 435ZT, programa ArcGis10 versión en español, software Microsoft Office 2017, estadístico Infostad.

3.2.2. Materiales y equipo utilizados en campo

Flexómetro de 5 m, lima para afilar el machete, machetes, libreta de apuntes, martillo, pala recta, cilindro Uhland para la densidad aparente, wincha de 50 m, bolsas plásticas de 10 x 20 cm, receptor GPS marca Garmín y cámara fotográfica marca Kodak.

3.2.3. Materiales, equipos e insumos de laboratorio

Se utilizó la probeta graduada, el matraz de Erlenmeyer, la varilla, el vaso de precipitación, tamiz, balanza de precisión, la estufa, agua destilada, difenilamina sulfúrica, ácido sulfúrico, cloruro de potasio y sal de Mohr.

3.3. Metodología

Concerniente a la metodología, en la investigación se realizaron las siguientes actividades:

3.3.1. Reconocimiento de las zonas de estudio

Para seleccionar de parcelas, se procedió a recorrer en las parcelas agroforestales de café con sistemas de manejo convencional y

orgánico, situados políticamente en el caserío Tingo de Uchiza, distrito Uchiza, con la finalidad de reconocer la zona, coleccionar datos agronómicos sobre el cultivo del café así como el arreglo espacial de los árboles de sombra en los cafetales, para crear una base de datos sobre la producción de café en la zona.

3.3.2. Selección de parcelas

Las condiciones de selección de las parcelas en estudio fueron:

- Poseer un periodo mayor o igual a los cinco años con el manejo orgánico (tres años de transición y dos de certificado orgánico).
- Tener como cultivo principal la variedad de café caturra y que debe estar en edad de producción.
- Presentar algún tipo de sombra como árboles u palmeras.
- Tener el mismo orden de suelo. Como referencia. La parcela convencional fue seleccionada por su proximidad a la parcela orgánica, por presentar la misma variedad de café y orden de suelo, la misma estructura de sombra y por el interés demostrado por los productores para participar en el presente estudio.

3.3.3. Tratamientos seleccionados

Las parcelas de café convencional y orgánico compartieron condiciones socioeconómicas y biofísicas similares, por estar muy cercanas entre cada punto de muestreo.

3.3.4. Variables de estudio

Las variables del estudio se dividieron en tres grupos: químicas físicas y biológicas.

Cuadro 1. Métodos para determinar los indicadores físicos.

Indicadores físicos	Método
Textura del suelo	Del hidrómetro de Bouyoucos
Densidad aparente	Volumen, peso húmedo y seco del suelo
Resistencia a la penetración	Penetrómetro

Fuente: (MOSCATELLI *et al.*, 2005)

Cuadro 2. Indicadores químicos.

Aspectos químicos	Métodos
Materia orgánica (C y N orgánico)	Método de Walkley y Black
Reacción del suelo o pH	Método del potenciómetro
Nitrógeno total	Método de Kjeldahl
Fósforo disponible	Método de Olsen
Potasio disponible	Método del Ácido sulfúrico
Capacidad de intercambio catiónico	Método del Acetato

Fuente: MOSCATELLI *et al.* (2005) y ACEVEDO *et al.* (2005).

Cuadro 3. Métodos para determinar los indicadores biológicos.

Indicadores biológicos	Método
Carbono y nitrógeno microbiano	Técnica de fumigación-extracción

Fuente: ANDERSON e INGRAM (1993).

3.3.5. Área de muestreo

Para cada unidad de estudio se demarcó una parcela cuya área fue 1000 m² (50 x 20 m) como unidad de muestreo. Debido a que hubo variabilidad del distanciamiento de plantación en caso del cafeto y de la misma manera para los árboles utilizados como sombra, se tomó la decisión de instalar un área de muestreo que contenía como mínimo 10 % de la población de plantas de cafeto y árboles de sombra por una hectárea (en base al promedio de 5000 plantas/ha para el café y 250 árboles de sombra como base de referencia).

En cada parcela se realizó el marcado con una cinta plastificada de color rojo que se utilizó en la delimitación del área de muestreo y así facilitar la identificación de cada tratamiento en el sitio al realizar visitas posteriores por parte del investigador.

3.3.6. Época y sitio de muestreo

Se consideró el muestreo de seis sistemas agroforestales con café conformados por parcelas orgánicas y convencionales. Además, se encuestó a los caficultores sobre el manejo agronómico que practican e historial de los sistemas.

3.3.7. Muestreo de caracterización de parcelas (encuestas)

Consistió en la recopilación de información plasmada en las encuestas y fichas de evaluación realizadas in situ (parcela y agricultor).

3.3.8. Muestreo de suelo para variables químicas

La extracción de las muestras de suelos para el análisis químico y biomasa microbiana correspondientes a los primeros 30 centímetros, se realizaron con un barreno de suelos de 2 centímetro de diámetro. Por lo que, por parcela en estudio, se tomó al azar tres puntos de muestreo (cada punto de muestreo que representa un monolito). Extrayéndose un total de seis (06) muestras de suelo en total. Las muestras fueron colocadas en bolsas plásticas, rotuladas con la fecha de colecta, el código de parcela y luego se llevaron hacia el laboratorio para su respectivo análisis.

3.3.9. Muestreo de suelo para variables biológicas

De las muestras de suelo extraídas para la determinación de propiedades químicas, se tomó 500 g de suelo para la evaluación de los parámetros biológicos, siendo el contenido de carbono y nitrógeno microbiano del suelo.

Para determinar el carbono y nitrógeno microbiano se utilizó la técnica de fumigación-extracción, prosiguiendo la metodología propuesta por VANCE *et al.* (1987) en caso del carbono y se prosiguió lo considerado por BROOKES *et al.* (1985) para determinar el nitrógeno; estas metodologías que fueron modificadas posteriormente por ANDERSON e INGRAM (1993).

La variable biomasa microbiana fueron expresados en términos de carbono y nitrógeno microbiano de la siguiente manera:

Carbono microbiano = (Carbono extraíble en suelo sin fumigar - Carbono extraído en suelo fumigado)

Nitrógeno microbiano = (Nitrógeno extraíble en suelo sin fumigar - Nitrógeno extraído en suelo fumigado)

3.3.10. Muestreo y análisis de las variables físicas

3.3.10.1. Densidad aparente (DA)

Para determinar la densidad aparente de los suelos no disturbados, se utilizó cilindros metálicos con diámetro y altura de 5 cm respectivamente. Dichos cilindros se enumeraron y rotularon con el código de cada parcela. Se extrajeron tres muestras separados a 15 cm de profundidad por parcela, utilizando un mazo y un bloque de madera para poder introducir el cilindro en el suelo. Una pala y un cuchillo se utilizó para sacar el cilindro y quitar el exceso de suelo de los costados. Las muestras rotuladas se trasladaron al laboratorio de Suelos de la Facultad de Recursos Naturales Renovables en la Universidad Nacional Agraria de la Selva en donde se determinó el peso húmedo y luego fueron acondicionados en bolsas de papel para ser secadas en una estufa a una temperatura de 110 °C por 24 horas. El cálculo de la densidad aparente se encontró dividiendo el peso seco alcanzado por cada muestra de suelo con el volumen del cilindro en donde se encontraba. En caso de querer encontrar el contenido de agua en las muestras, se puso a secar 100 g de suelo de cada repetición. La cantidad de humedad expresada en porcentaje fue obtenido

mediante la diferencia del peso húmedo inicial con el peso seco final de la muestra.

3.3.10.2. Resistencia a la penetración

Para esta variable se utilizó el penetrómetro con fines de medir la resistencia a la penetración de los suelos en cada sitio en estudio. La parte superficial del suelo fue liberada de piedras y material vegetal antes de efectuar el muestreo y se tomaran diez lecturas por cada sitio (HENRÍQUEZ y CABALCETA 1999). Los datos de las lecturas fueron convertidos de lbs/pulg² a kilopascales (KPa) (1 KPa = 0.1450389 lbs/pulg²).

3.4. Diseño de la investigación

De acuerdo a la clasificación considerado por HERNÁNDEZ *et al.* (2010), el diseño de la investigación corresponde al “no experimental” en su forma transversal causal para los factores influyentes, debido a que los datos fueron recolectados en un solo momento dado ya que se hizo un corte en el tiempo.

El diseño fue no Experimental debido a que no hubo manipulación deliberadamente las variables independientes. Dicho de otra manera, se trató de un estudio donde no se hizo variar en forma intencional las variables independientes para ver su efecto sobre las demás variables. “Los diseños de investigación transaccional o transversal recolectan datos en un solo momento, en un tiempo único.

Su propósito es describir variables y analizar su incidencia e interrelación en un momento dado” (HERNÁNDEZ *et al.*, 2010). El esquema del estudio considerado fue el siguiente:



n : Muestra de suelos.

Ox : Análisis del tipo de sistema de manejo orgánico y convencional.

Oy : Análisis de la calidad del suelo.

r : Relación unidireccional entre las variables.

3.4.1. Población y muestra

La población estuvo constituida por 60 agricultores enfocados en la agricultura en el caserío de Tingo de Uchiza; información recogida de la Dirección de Medio Ambiente del Proyecto Especial Alto Huallaga.

La muestra fue calculada por medio de la fórmula estadística correspondiente al tamaño de la muestra para una población conocida o finita.

$$n = \frac{N * Z_{1-\alpha}^2 * S^2}{d^2 * (N - 1) + Z_{1-\alpha}^2 * S^2}$$

Tamaño poblacional (N)	:	60.0
Error tipo alpha (α)	:	0.05
Nivel de confiabilidad (1- α)	:	0.95
Z de 1- α Z (1- α)	:	1.96
Desviación típica (s)	:	1.2
Varianza	:	1.44
Precisión (d)	:	0.12
Tamaño muestral (n)	:	47.32 ~ 48

El muestreo del estudio fue probabilístico de tipo aleatorio simple debido a que cualquiera de los 60 integrantes de la población tuvo la misma probabilidad de pertenecer a los 48 productores que constituí la muestra. Antes de las reuniones que se sostuvo se consideró a 24 agricultores con sistema orgánico y 24 agricultores con sistema convencional de acuerdo a su disponibilidad de los productores de querer aportar en el estudio (Ver Anexo 3).

3.5. Variables evaluadas

Las variables a evaluar estuvieron distribuidas en dependientes e independientes, siendo estas:

3.5.1. Variables independientes

Parcelas agroforestales de café con sistemas de manejo orgánico y convencional.

3.5.2. Variables dependientes

- Caracterización de manejo orgánico y convencional.
- Propiedades físicas (textura, densidad aparente).
- Propiedades químicas (Materia orgánica - C y N orgánico, reacción del suelo o pH, capacidad de intercambio catiónico, potasio disponible, fósforo disponible, nitrógeno total).
- Propiedades biológicas (carbono y nitrógeno microbiano).

3.6. Análisis de datos

Los resultados obtenidos se analizaron aplicando estadística descriptiva en un inicio para evaluar su comportamiento entre las unidades en estudio. Para presentar los resultados se utilizó los cuadros para variables cuantitativas y figuras de barras para su análisis descriptivo.

IV. RESULTADOS

4.1. Caracterización del manejo orgánico y convencional en sistemas agroforestales de café

De las encuestas realizadas a los agricultores de cultivo de café del caserío Tingo de Uchiza, referente a las características de los sistemas de manejo orgánico y convencional, se obtuvo los siguientes resultados:

4.1.1. ¿Qué insumo y dosis utiliza como fertilizante?

En el Cuadro 4, se observa los tipos de fertilizantes utilizados por los agricultores del caserío Tingo de Uchiza en el cultivo de café bajo sistemas de manejo orgánico y convencional. Existiendo en las parcelas de café con sistema de manejo orgánico un mayor uso del guano de isla como fertilizante en un 56.6% del total de las parcelas, con dosis en abonamiento de 200 g/planta, seguido por roca fosfórica (14.6%), con una dosis de 100 g/planta y el compost con un 12.6% y una fertilización de 1,000 g/planta. Por otra parte, los agricultores del cultivo de café con sistema de manejo convencional utilizan fertilizantes inorgánicos en proporción 10 – 30 – 10 (N-P-K) en un 39.5% de las parcelas en estudio, seguido por la proporción 19 – 5 – 13, con una dosis de abonamiento de 60 g/planta., y Maxi Grow en un 12.4% de las parcelas con dosis en abonamiento de 8.2 g/planta.

Cuadro 4. Tipo de fertilizante y cantidad utilizado en el cultivo de café

Manejo	Fertilizante	Dosis (g/planta)	% de parcelas
Organico	Compost	1000	12.6
	Guano de isla	200	56.6
	Roca fosfórica	100	14.6
	Bocashi	150	6.3
	Magnocal	25	6.4
	Otros	variado	3.5
Convencional	10 – 30 - 10	70	39.5
	19 – 5 - 13	60	34.6
	Maxi Grow	8.2	12.4
	Urea	4.1	9.7
	Ulexita (B-Cl+otros)	100	2.5
	Otros	variado	1.3

4.1.2. ¿Qué plagas presenta su parcela?

Los nematodos es la principal plaga identificado con mayor incidencia (45.6%) en las parcelas con sistema de manejo organico. Seguido por la broca con 16.8% y el minador de hoja con 12.6%. Sin embargo, en las parcelas con sistema de manejo convencional se identifico a los nematodos en un 63.8% de presencia en las parcelas, seguido por la broca en un 21.5% y minador de hojas en 5.8% de incidencia, siendo superior en comparacion con el sistema de manejo organico (Cuadro 5). Los datos obtenidos a traves de la

manifestación de los agricultores en las encuestas realizadas se ven contrastados y corroborado in situ en las visitas realizadas a las parcelas con ambos sistemas de manejo.

Cuadro 5. Tipos de plagas presentes en las parcelas de café

Manejo	Plagas	% de parcelas
Organico	Minador de la hoja	12.6
	Cóccidos o pulgones	5.5
	Pseudocóccido de las raíces	4.2
	Nematodos	45.6
	Broca del café	16.8
	Hormiga	4.8
	Otros	10.5
Convencional	Minador de la hoja	5.8
	Cóccidos o pulgones	4.1
	Pseudocóccido de las raíces	3.5
	Nematodos	63.8
	Broca del café	21.5
	Hormiga	1.3

4.1.3. ¿Qué tipo de enfermedades presenta su cafetal?

Entre las principales enfermedades que afectan a las parcelas con sistemas de manejo orgánico esta la roya anaranjada, encontrándose en un 36.8% de las parcelas en estudio, seguido por el ojo de gallo con 26.5% y

antracnosis en 12.5%, siendo controlados a través de prácticas culturales como la poda, limpieza de malezas u otros de manera que cumpla con los lineamientos de manejo orgánico. Por otra parte, en las parcelas con sistema de manejo convencional, se identificó al ojo de gallo en un 35.3% de presencia, roya anaranjada con 33.4% y antracnosis en 12.9% de presencia en el total de las parcelas consideradas en el presente estudio (Cuadro 6).

Cuadro 6. Enfermedades presentes en el cultivo de café

Manejo	Plagas	% de parcelas
Organico	Roya anaranjada (<i>Hemileia vastatrix</i>)	36.8
	Ojo de Gallo (<i>Mycena citricolor</i>)	26.5
	Mancha de Hierro (<i>Cercospora coffeicola</i>)	8.9
	Mal de hilachas (<i>Corticium koleroga</i>)	5.6
	Antracnosis (<i>Colletotrichum coffeanum</i>)	12.5
	Requemo (<i>Phoma costarricensis</i>)	9.4
Convencional	Roya anaranjada (<i>Hemileia vastatrix</i>)	33.4
	Ojo de Gallo (<i>Mycena citricolor</i>)	35.5
	Mancha de Hierro (<i>Cercospora coffeicola</i>)	8.7
	Mal de hilachas (<i>Corticium koleroga</i>)	4.7
	Antracnosis (<i>Colletotrichum coffeanum</i>)	12.9
	Requemo (<i>Phoma costarricensis</i>)	4.7

Esta mayor incidencia de enfermedades respecto a la parcela con sistema de manejo orgánico se debe a que los agricultores están siendo sensibilizados por proyectos públicos y privados con el fin de promover el uso de

pesticidas para el control de enfermedades y optar por prácticas culturales que contribuyan a la sostenibilidad del cultivo, según manifiesto de los agricultores encuestados.

4.1.4. ¿Realiza actividades culturales en su cafetal?

De acuerdo a la información recopilada de la encuesta a los agricultores del cultivo de café con sistema de manejo orgánico referente a actividades culturales ejecutadas en las parcelas, el 35.7% realiza el manejo de sombra, un 32.5% efectúa el control de maleza y un 29.4% ejecuta podas en las plantaciones de café y sombra. Sin embargo, del total de agricultores con sistema de manejo convencional, un 42.6% no ejecuta prácticas de manejo cultural a la plantación de café, el 23.4% realiza control de malezas y 21.5% ejecuta manejo de sombra y un 12.5% realiza la poda.

Cuadro 7. Actividades culturales realizadas en los cafetales

Manejo	Plagas	% de parcelas
Organico	Podas	29.4
	Manejo de sombra	35.7
	Control de malezas	32.5
	otros	2
Convencional	Podas	12.5
	Manejo de sombra	21.5
	Control de malezas	23.4
	No realizan	42.6

4.1.5. ¿Cuánto es la producción de café por hectárea?

De las encuestas realizadas a los agricultores considerados en el presente estudio, referente a la comparación de la producción anual de café entre parcelas con sistema de manejo orgánico y convencional, se obtuvo que el 79.5% de las parcelas con sistema orgánico generan producción en el rango de 2 a 4 toneladas anuales de café, mientras que un 15.6% de las parcelas se encuentran en el rango de 4 a 6 t. ha/año. Y un grupo minoritario de 4.6% produce de 1 a 2 t. ha/año. Por otra parte, de las parcela bajo sistema de manejo convencional se obtuvo que el 72.4% de las parcelas producen de 4 a 6 t. ha/año. Mientras que el 25.5% logra una producción de 6 a 8 t. ha/año. El 2.4% produce de 2 a 4 t. ha/año.

Cuadro 8. Producción de café bajo sistema de manejo orgánico y convencional (t. ha/año)

Manejo	Produccion (t. ha/año))	% de parcelas
Organico	1 – 2	4.6
	2 - 4	79.5
	4 - 6	15.6
	6 - 8	0
Convencional	1 – 2	0
	2 - 4	2.4
	4 - 6	72.4
	6 - 8	25.5

4.2. Características fisicoquímicas del suelo en sistemas de producción de café orgánico y convencional.

Posterior al muestreo de suelos in situ en las seis parcelas con sistemas de manejo orgánico y convencional, y el análisis fisicoquímico ejecutado en el laboratorio de suelo, se obtuvo los siguientes resultados:

4.2.1. Propiedades físicas

Respecto a los suelos de parcelas con cultivo de café bajo el sistema de manejo orgánico, el análisis físico indica la presencia de texturas franco arcilloso limoso, con predominancia de la fracción limo, arcillo limoso y franco arcilloso arenoso, perteneciendo al grupo de suelos pesados; con una densidad aparente con valores que van de 1.56 g/cm^3 a 2.09 g/cm^3 y un promedio generado de 1.46 g/cm^3 , con una resistencia del suelo a la penetración cuyos valores fluctúan en el rango de 1.82 a 1.88 kg/cm^2 y un promedio de 2.13 kg/cm^2 .

Por otra parte, los suelos de parcelas con sistema de manejo convencional, presentan la textura es franco arcilloso, arcilloso y franco. Con una densidad aparente cuyos valores fluctúan de 1.42 g/cm^3 a 1.52 g/cm^3 y un promedio de 1.46 g/cm^3 . Finalmente con una resistencia a la penetración con valores que se encuentran en el rango de 1.90 kg/cm^2 a 2.30 kg/cm^2 y 2.13 kg/cm^2 (Cuadro 9).

Cuadro 9. Propiedades físicas del suelo determinado en los suelos con parcelas agroforestal de café bajo sistema de manejo orgánico y convencional

Manejo	Parcela	Arena (%)	Arcilla (%)	Limo (%)	Textura	Densidad aparente (g/cm ³)	Resistencia a la penetración (kg/cm ²)
Orgánico	SO01	17.68	35.04	47.28	Franco arcilloso limoso	1.56	1.82
	SO02	14.96	43.62	41.42	Arcillo limoso	1.56	1.85
	SO03	49.68	25.04	25.28	Franco arcilloso arenoso	2.09	1.88
Promedio						1.73	1.85
Convencional	SC01	30.96	33.76	35.28	Franco arcilloso	1.44	2.30
	SC02	29.02	44.35	26.53	Arcilloso	1.42	1.90
	SC03	40.64	21.12	38.32	Franco	1.52	2.19
Promedio						1.46	2.13

4.2.2. Propiedades químicas

En el Cuadro 10, se observa los valores de las propiedades químicas de los suelos en los sistemas de manejo en estudio (orgánico y convencional).

Cuadro 10. Propiedades físicas del suelo determinado en los suelos con parcelas agroforestal de café bajo sistema de manejo orgánico y convencional.

Manejo	Parcela	pH	Materia orgánica (%)	Nitrógeno (%)	Fósforo (ppm)	Potasio (kg/ha)	CIC (meq/100 g suelo)
Orgánico	SO01	6.32	3.51	0.21	20.54	416.40	21.26
	SO02	6.13	3.26	0.17	20.14	302.28	12.22
	SO03	6.09	2.97	0.13	19.02	185.81	14.28
	Promedio	6.18	3.25	0.17	19.90	301.50	15.92
Convencional	SC01	5.90	2.43	0.13	16.44	524.72	16.16
	SC02	5.42	2.13	0.13	15.24	370.36	14.53
	SC03	5.40	1.96	0.12	14.17	469.00	16.11
	Promedio	5.57	2.17	0.13	15.28	454.69	15.60

Las parcelas con sistema orgánico presentan un pH promedio de 6.18 encontrándose en el rango de suelos ligeramente ácidos (Cuadro 10), 3.25% de materia orgánica (nivel medio), 0.17% de nitrógeno total (nivel medio), 19.90 ppm de fósforo disponible (nivel normal), 301.50 kg/ha de potasio

(nivel medio) y una capacidad de intercambio catiónico de 15.92 meq/100 g suelo (nivel medio). Por otra parte, los suelos con sistema de manejo convencional ostentaron un pH de 5.57 (moderadamente ácido), 2.17% de materia orgánica (nivel medio), 0.13% de nitrógeno total (nivel medio), 15.28 ppm de fósforo disponible (nivel normal), 454.69 kg/ha de potasio (nivel medio) y 15.60 meq/100 g suelo (nivel medio).

4.2.3. Propiedades biológicas (carbono y nitrógeno microbiano)

En el cuadro 11 se detalla por valores obtenidos para la variable biomasa microbiana en los suelos de los dos sistemas de manejo en estudio (orgánico y convencional).

Cuadro 11. Valores de carbono y nitrógeno microbiano en parcelas de café con sistemas de manejo orgánico y convencional.

Variables	Tipo de sistema de manejo	
	Orgánico	Convencional
	184.35	175.65
Carbono microbiano (mg/kg)	172.52	165.78
	195.40	155.03
Promedio	184.09	165.48
	16.36	14.85
Nitrógeno microbiano (mg/kg)	12.45	12.14
	17.21	11.32
Promedio	15.34	12.77

Referente a la caracterización de biomasa microbiana o carbono y nitrógeno orgánico (Cuadro 11), se observó que las parcelas con sistema de manejo orgánico presentan un promedio de 184.09 mg/kg de suelo de carbono microbiano y 15.34 mg/kg de nitrógeno microbiano. Mientras que, las parcelas con sistema de manejo convencional presentan un promedio de 165 mg/kg de suelo de carbono microbiano y 12.77 mg/kg de suelo de nitrógeno microbiano.

V. DISCUSIÓN

De la caracterización de estrategias, las parcelas bajo sistema de manejo orgánico, usan con mayor frecuencia el guano de isla como fertilizante (56.6%), con una dosis de 200 g/planta, roca fosfórica (14.6%) con una dosis de 100 g/planta y compost (12.6%) con una fertilización de 1,000 g/planta. Como plagas están los nematodos (45.6%), broca (16.8%) y minador de hoja (12.6%). Entre principales enfermedades esta la roya anaranjada (36.8%), ojo de gallo (26.5%) y antracnosis (12.5%). De las actividades culturales, el 35.7% realiza manejo de sombra, 32.5% control de maleza y un 29.4% ejecuta podas de café y sombra. Respecto a la producción anual de café, se tiene que el 79.5% produce de 2 a 4 t. ha/año, el 15.6% de 4 a 6 t. ha/año y el 4.6% entre 1 a 2 t. ha/año.

Las parcelas bajo sistema de manejo convencional utilizan fertilizantes inorgánicos en proporción 10 – 30 – 10 (N-P-K) en un 39.5%, seguido por 19 – 5 – 13 y Maxi Grow (12.4%). Identificándose como plagas a los nematodos (63.8%), broca (21.5%) y minador de hojas (5.8%). Mientras las enfermedades frecuentes son el ojo de gallo (35.3%), roya anaranjada (33.4%) y antracnosis (12.9%). Asimismo, el 42.6% no ejecuta prácticas de manejo cultural, el 23.4% realiza control de malezas y 21.5% ejecuta manejo de sombra y un 12.5% realiza la poda. Finalmente, el 72.4% producen de 4 a 6 t. ha/año, el 25.5% de 6 a 8 t. ha/año y el 2.4% de 2 a 4 t. ha/año.

De nuestros resultados, se observa que la producción de café anual entre ambos sistemas de manejo difiere a gran escala, esta variabilidad se atribuye a la aplicación de fertilizantes sintéticos, mayor nivel de tecnologías utilizadas (variedad de café con bajo porte, mayor densidad de siembra, etc.) en las parcelas convencionales y a la escasa cantidad de abonos utilizados en las parcelas orgánicas. La diferencia en ataque de plagas y enfermedades en ambos sistemas de manejo en el cultivo de café, es atribuida a las prácticas culturales (poda, manejo de sombra, fertilización, la raspa, etc) que se realizan en las parcelas orgánicas. Siendo corroborado por BEER (1987) indicando que “las prácticas culturales generan: supresión de malezas, diversificación de productos de la finca (árboles maderables, frutales, etc.), reducción en el ataque de plagas y enfermedades y el reciclaje de nutrimentos”.

Sin embargo, los agricultores de las parcelas convencionales minimizan el ataque a través del uso de altas aplicaciones de fertilizantes sintéticos nitrogenados y el uso de pesticidas en tratar de controlar las plagas, malezas y la incidencia de enfermedades. Esta actividad se refleja en la calidad de las plantas y en su producción. Considerando que SOSA *et al.* (2004) añade que “bajo el manejo orgánico no existe la opción de efecto inmediato y como consecuencia, la producción bajo este sistema podría ser entre 10 y 50 % menor que la producción convencional o integrada”.

Para MINAG y PROAMAZONÍA (2003), “en Tingo María, en el 2003, solo un 5 % de los productores fertilizaba el cultivo y en el 2008 fue de de 10 %. Solo un 35 % de ellos, realizaba labores como: podas de mantenimiento,

raspa, manejo de sombra y control de malezas, y, un 20 % de ellos, realizaba control de plagas por campaña”. Nuestros resultados corroboran lo encontrado por las entidades, referente a las parcelas con sistema de manejo convencional. Sin embargo, difieren con las parcelas orgánicas, esta variabilidad es atribuida al incremento de asistencia técnica personalizada por parte de instituciones públicas y privadas en la zona de influencia de la presente investigación. Quienes en el marco de la sostenibilidad, objetivos y metas planteadas en los proyectos productivos, exigen que el participante (agricultor) deba cumplir rigurosamente los lineamientos orgánicos para una posterior certificación y lograr incentivos por ello. Ante esto, SOSA *et al.* (2004) afirman que “el precio pagado por el producto orgánico final debe ser mayor, para que los sistemas de producción orgánica sean tan rentables como los sistemas de producción que emplean agroquímicos”.

El análisis físico-químico y biológico manifestó la presencia de texturas franco arcilloso limoso, arcillo limoso y franco arcilloso arenoso para la parcela bajo sistema de manejo orgánico, con una densidad aparente de 1.46 g/cm³ y 2.13 kg/cm² de resistencia a la penetración, 6.18 de pH (ligeramente ácidos), 3.25% de materia orgánica (nivel medio), 0.17% de nitrógeno total (nivel medio), 19.90 ppm de fósforo disponible (nivel normal), 301.50 kg/ha de potasio (nivel medio) y una CIC de 15.92 meq por cada 100 g de suelo (nivel medio), 184.09 mg/kg de suelo de carbono microbiano y 15.34 mg/kg de nitrógeno microbiano. Por otra parte, los suelos con sistema de manejo convencional, presentaron textura franco arcilloso, arcilloso y franco, 1.46

g/cm³ de densidad aparente y 2.13 kg/cm² de resistencia a la penetración, 5.57 de pH (moderadamente ácido), 2.17% de materia orgánica (nivel medio), 0.13% de nitrógeno total (nivel medio), 15.28 ppm de fósforo disponible (nivel normal), 454.69 kg/ha de potasio (nivel medio) y 15.60 meq/100 g suelo (nivel medio). Un promedio de 165 mg/kg de suelo de carbono microbiano y 12.77 mg/kg de suelo de nitrógeno microbiano.

De nuestros resultados, a pesar de la poca aplicación de enmiendas orgánicas en las parcelas con sistema de manejo orgánico, los niveles de las variables fisicoquímicas no difieren en gran escala entre ambos sistemas de manejo del cultivo de café. Los valores de textura y densidad aparente indican que los suelos pertenecen al grupo de suelos pesados, esto se atribuye a la acumulación de material vegetal senescente (hojarasca) bajo el dosel del cultivo y la especie utilizada como sombra (guaba), generando un microclima, en el suelo, brindando condiciones óptimas para el desarrollo de la macro y microfauna del suelo, suelos sueltos que facilitan el desarrollo radicular del cultivo. Estos factores son corroborados por los resultados de resistencia a la penetración del suelo en ambos sistemas de manejo, debido a que “la variación de la resistencia a la penetración es más apropiada que la densidad aparente en la determinación de capas limitantes al crecimiento radical” (JORAJURIA, 2004). Estos factores son favorables para en el crecimiento del sistema radicular, ya que, a mayor resistencia del suelo a la penetración, se encuentra limitantes en la disponibilidad de nutrientes, formación de coloides y agregados del suelo; esto se asume al mayor aporte de materia vegetal.

Respecto a los resultados obtenidos, LADD *et al.* (1994) indican que, “el manejo del suelo, la cobertura vegetal, la fertilización de los cultivos, el origen de los suelos y las fluctuaciones climáticas afectan el desarrollo de la actividad microbial. Así mismo, los efectos donde se dan mayor fluctuación de humedad y temperatura”. Corroboramos lo mencionado por el autor, al encontrarse niveles medios de materia orgánica en el suelo y el constante aporte de material senescente en el suelo. Siendo la proporción del ataque de la biomasa microbiana determinado directamente por la disponibilidad de carbono orgánico y por el estado nutricional del suelo (VAN VEEN *et al.*, 1986).

VI. CONCLUSIONES

1. De la caracterización de estrategias de manejo en el cultivo de café, se determinó que en las parcelas orgánicas, el guano de isla se utiliza con mayor frecuencia (56.6%), seguido por roca fosfórica (14.6%) y el compost (12.6%). Asimismo, los nematodos fue identificado como la plaga de mayor incidencia (45.6%), seguido por la broca (16.8%) y minador (12.6%). Entre las enfermedades esta la roya anaranjada (36.8%), ojo de gallo (26.5%) y antracnosis (12.5%). Referente a actividades culturales, el 35.7% realiza el manejo de sombra, 32.5% efectua el control de maleza y un 29.4% ejecuta podas en las plantaciones de café y sombra. En la produccion anual de café, el 79.5% produce de 2 a 4 t. ha/año, el 15.6% de 4 a 6 t. ha/año y el 4.6% entre 1 a 2 t. ha/año.

Por otra parte, las parcelas bajo sistema de manejo convencional utilizan fertilizantes inorgánicos en proporción 10 – 30 – 10 (N-P-K) en un 39.5%, seguido por la proporción 19 – 5 – 13 (N-P-K) y Maxi Grow en un 12.4%. Identificandose a los nematodos con mayor incidencia de plagas (63.8%), seguido por la broca en un 21.5% y minador de hojas (5.8%). Mientras las enfermedades mas frecuentes son el ojo de gallo (35.3%), roya anaranjada (33.4% y antracnosis (12.9%). Asimismo, el 42.6% no ejecuta practicas de manejo cultural, el 23.4% realiza control de malezas y 21.5% ejecuta manejo de sombra y un 12.5% realiza la poda. Finalmente, el

72.4% producen de 4 a 6 t. ha/año, el 25.5% de 6 a 8 t. ha/año y el 2.4% de 2 a 4 t. ha/año. Concluyéndose que en los sistemas de manejo órgano existe baja incidencia de plagas y enfermedades, sin embargo se obtiene menor producción respecto al sistema de manejo convencional.

2. El análisis fisicoquímico y biológico, la presencia de texturas franco arcilloso limoso, arcillo limoso y franco arcilloso arenoso para la parcela bajo sistema de manejo orgánico, 1.46 g/cm³ de densidad aparente, 2.13 kg/cm² de resistencia a la penetración, 6.18 de pH (ligeramente ácidos), 3.25% de materia orgánica (nivel medio), 0.17% de nitrógeno total (nivel medio), 19.90 ppm de fósforo disponible (nivel normal), 301.50 kg/ha de potasio (nivel medio) y una capacidad de intercambio catiónico de 15.92 meq/100 g suelo (nivel medio). Un promedio de 184.09 mg/kg de suelo de carbono microbiano y 15.34 mg/kg de nitrógeno microbiano.

Por otra parte, los suelos con sistema de manejo convencional, presentaron la textura franco arcilloso, arcilloso y franco, 1.46 g/cm³ de densidad aparente y 2.13 kg/cm² de resistencia a la penetración, 5.57 de pH (moderadamente ácido), 2.17% de materia orgánica (nivel medio), 0.13% de nitrógeno total (nivel medio), 15.28 ppm de fósforo disponible (nivel normal), 454.69 kg/ha de potasio (nivel medio) y 15.60 meq/100 g suelo (nivel medio). Un promedio de 165 mg/kg de suelo de carbono microbiano y 12.77 mg/kg de suelo de nitrógeno microbiano. Concluyéndose que los sistemas de manejo orgánico y convencional no influyen en la calidad de los suelos.

VII. RECOMENDACIONES

1. Incrementar los indicadores correspondiente a la caracterización de parcelas orgánicas y convencionales (calidad de vida, acceso a prestamos bancarios, etc.).
2. Mejorar el manejo de las parcelas con sistemas orgánico a través de más prácticas culturales con la finalidad de mermar la presencia de las plagas y las enfermedades.
3. Incentivar el manejo de los residuos pos cosecha de la pulpa de café (compost, lombricompost) con el fin de reducir el costo de mantenimiento de fertilidad en la plantación.
4. Realizar más estudios sobre los siguientes indicadores físicos, químicos biológicos respecto a la calidad del suelo: humedad, permeabilidad, nemátodos, colémbolos, micoparásitos, lombrices de tierra y actinomicetes para afinar su utilidad como buenos indicadores de calidad de suelos cafetaleros.

**EVALUATION OF SOIL QUALITY INDICATORS IN ORGANIC AND
CONVENTIONAL PLOTS OF MANAGEMENT IN THE CASERÍO TINGO DE
UCHIZA, DISTRICT UCHIZA**

VIII. ABSTRACT

The research was carried out in plots with coffee agroforestry systems, under organic and conventional management, located politically in the farmhouse Tingo de Uchiza, district Uchiza, region San Martin. In order to characterize the management strategies, physicochemical properties of the soil and quantify the microbial biomass. Surveys were conducted to farmers; plots of 1000 m² (50 x 20 m) were established as a sampling area. The extraction of the soil samples was corresponding to the first 30 cm. From the results: In the plots with organic management, the fertilizers frequently used are: island guano, phosphoric rock and compost. The nematodes were identified as the plague with the highest incidence. Among diseases are orange rust, cock's eye and anthracnose. 35.7% performed shade management, 32.5% weed control and 29.4% pruning. 79.5% produces from 2 to 4 t., 15.6% from 4 to 6 t. and 4.6% from 1 to 2 t. Textures loamy clay loam, clay loam and loamy clay loam, 1.46 g / cm³ DA, 2.13 kg / cm² of Rp, 6.18 of pH, 3.25% of MO, 0.17% of N., 19.90 ppm of P., 301.50 kg / ha of K₂O and 15.92 meq / 100 g of CIC soil, 184.09 mg / kg of microbial carbon and 15.34 mg / kg of microbial nitrogen.

On the other hand, the plots under conventional management system use in proportion 10 - 30 - 10 (N-P-K) in 39.5%, identifying the nematodes with the highest incidence of pests. The most frequent diseases are: eye of rooster, orange rust and anthracnose. 42.6% do not execute cultural management, 23.4% perform weed control, 21.5% manage shade and 12.5% perform pruning. Finally, 72.4% produce from 4 to 6 t, 25.5% from 6 to 8 t, 2.4% from 2 to 4 t. Clay loamy, loamy and loamy texture, 1.46 g / cm³ DA, 2.13 kg / cm² Rp, 5.57 pH, 2.17% MO, 0.13% N, 15.28 ppm P, 454.69 kg / ha K₂O and 15.60 meq / 100 g CIC. , 165 mg / kg of microbial carbon and 12.77 mg / kg of microbial nitrogen. It is concluded that the systems of organic and conventional management do not influence the quality of the soils.

Keywords: properties, soil, carbon, coffee, physical, chemical.

IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACEVEDO, L., ACUÑA, L., OVIEDO, J. 2005. Nitrogen cycling in grazed pastures at elevated CO₂: N returns by ruminants. *Global Change Biology*. 342 p.
- AGUILERA, N. 1989. *Tratado de Edafología de México, Tomo I*. México, Universidad Nacional Autónoma de México. 143 p.
- ALEXANDER, C. 1977. Contenido y distribución espacial de nutrientes móviles en la zona no saturada en el Parque Nacional de las Tablas de Daimiel. *Boletín Geológico y Minero*, 120(3):393-408.
- ALVARADO, T. 1994. Estudio de los sustratos utilizados en la producción de plantines forestales en el noreste de Entre Ríos. Trabajo de Grado. Entre Ríos, Argentina. Universidad Nacional de Entre Ríos. 37 p.
- ANDERSON, W., INGRAM, A. 1993. Dinámica productiva de sistemas silvopastoriles con *Acacia mangium* y *Eucalyptus deglupta* en el trópico húmedo. Tesis Maestría. Turrialba, Costa Rica. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. 70 p.
- BEER, A. 1987. Descomposición del follaje en ecosistemas sucesionales en Turrialba, Costa Rica. Tesis Maestría. Turrialba, Costa Rica. Programa Universidad de Costa Rica/ Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. 79 p.

- BORNEMISZA, E. 1982. Introducción a la Química de Suelos. Universidad de Costa Rica. Secretaría General de la Organización de los Estados Unidos Americanos. Programa Regional de Desarrollo Científico y Tecnológico. San José, Costa Rica. 47 p.
- BRADY, K; WEIL, W.1996. Los cafetales y su papel en la captura de carbono In: Un servicio ambiental aún no valorado en Veracruz. Veracruz, México. 65 p.
- BUCKMAN, H., BRADY, C. 1966. The Nature and Properties of Soils. The Macmillan company. 590 p.
- CAMPBELL, L; BIEDEBECK, O. 1982. Origin and regulation of nutrient supply to plants in humid tropical grassland. In International Grassland Congress (1993, Palmerston North, New Zealand). [Congreso]. N.Z. 324 p.
- CARRY, L; CABRIA, F., CALANDRONI, M., MONTERUBBIANESI, J. 1985. Tamaño y estabilidad de agregados y su relación con la conductividad hidráulica saturada en suelos bajo labranza convencional y praderas. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Mar del Plata. Balcarce, Buenos Aires. Ciencia del Suelo 20 (2): 80 p.
- CHONAY, H. 1990. Edafología aplicada. Cátedra, Madrid, 328 pp.
- DORAN, L; MAYER, M., SCHOMAKERS, J., MENTLER, A., DEGISCHER, N., BLUM, W. 1994. Medición de la estabilidad de agregados de suelo utilizando vibración ultrasónica de baja intensidad. Spanish Journal of Soil Science – SJSS. Volumen 1: 19 p.

- ETHERINGTON, T. 1982. La materia orgánica en los agrosistemas. Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación. Ed. Mundi-Prensa. 174 p.
- FAO (2003. Relationship between soil physical properties and crop production. Advances in soil Science. 294.
- FASSBENDER, HW. 1993. Modelos edafológicos de sistemas Agroforestales. 2da:"ed. Turrialba, C.R Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza.Programa 11. 530 p.
- FINEGAN, B. 1995. La descomposición en ecosistemas terrestres. Tema#5. Apuntes de clases. 11 p.
- FUNDEYRAM, G. 2010. El suelo, abonos y la fertilización de los cultivos. 2º reimpresión. España. Editorial Aedos S.A. 206 p.
- HENRÍQUEZ, O; CABALCETA, P. 1999. Estabilidad de agregados de un Haplustol óxico en diferentes usos. Conservación y Manejo de Suelos - Facultad de Cs. Agrarias - UNNE. Chaco, Argentina. 4 p.
- HENROT, I; ROBERTSON, U. 1994. Nitrogen cycling in two traditional Central American agroforestry systems. Agroforestry Systems 87 p.
- HERNÁNDEZ, E; FERNÁNDEZ, L; BAPTISTA, 2010. Changes in soil mineralogy and texture caused by slash-and-burn fires in Sumatra, Indonesia. 1117 p.
- INRENA 1995. Mapa Ecológico del Perú (guía explicativa). Oficina Nacional de Evaluación d los Recursos Naturales. Lima, Perú. 146 p.

- JONES, M.B. 1985. Plant Microclimate. In Coombs, J.; Hall, O.O.; Long, S.P.; Scurlock, J.M. (eds.). Techniques in Bioproductivity and Photosynthesis. 2da ed. Pergamon Press, Oxford, G.B. 725 p.
- JORAJURIA, A., COLLAZO, D. 2004. La resistencia a la penetración como parámetro mecánico del suelo. En: Filgueira, R. y Micucci, F. EDULP (eds.). Metodologías físicas para la investigación del suelo: penetrometría e infiltrometría. 43 p.
- JORDAN, C.F. 1985. Nutrient Cycling in Tropical Forest Ecosystems: Principles and their application in Management and Conservation. Chichester, U-K.. Wiley. 190 p.
- LADD, W; KOERSELMAN, W., VAN KERKHOVEN, M. y VERHOEVEN, J. 1994. Release of inorganic N, P and K in peat soils; effect of temperature, water chemistry and water level. Biogeochemistry, 20, 63-81.
- MAGDOFF, L. 1995. Manual de fertilidad y evaluación de suelos. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria – INTA. Pampa, Argentina. 162 p.
- MINISTERIO DEL AMBIENTE (MINAM). 2003. Cultivo de café en el Perú. . Editorial ministerio de agricultura; lima, 2004.
- MONROIG, S. 2013. The ecology of the rock heathlands of Western Nova Scotia. Proc. 10 th Tall Timbers Fire Ecology Conference, Tallahassee, Florida. 265 p.
- MONTENEGRO, G. 1991. Interpretación de las propiedades Físicas del Suelo. En: Seminario-Taller "Fundamentos para la interpretación de Análisis de

- Suelos, Plantas y Aguas para riego". Sociedad Colombiana de la Ciencia del Suelo, Bogotá D.E. Colombia. 57 p.
- MOSCATELLI, A; GIGIO, O; POLAST, W. 2005. Recent considerations on grassland "soil quality" in temperate regions .. In International Grassland Congress (1993, Palmerston North, New Zealand).. N.I. 418 p.
- MUSCHLER, J. 2004. Investigations on decomposition of foliage of woody species using a perfusion method. Plant and Soil. 139 p.
- PEAH, 2012. Manual de Formulación de proyecto (Asistencia técnica personalizada) Formulación de proyectos – Dirección de estudios. 30 de abril del 2012. 35 p.
- PERDOMO y HAMPTON (sf). Edafología para la agricultura y el medio ambiente, Ediciones Mundi-prensa. Tercera edición España. 929 p.
- PIRES DA SILVA, A.; INHOFF, S. y CORSI, M. 2003. Evaluation of soil compaction in an irrigated short duration grazing system. Soil & Tillage Research. 83 p.
- RUIZ, T. 1983. Particulate soil organic-matter changes across a grassland cultivation sequence. Soil Science Society of America Journal. 783 p.
- SANCHEZ. Q. 1976. Environmental and plant ecology. Chichester, U.K. Willey. 487 p.
- SCNITZER, W. 1982. Inventario para estimar carbono en ecosistemas forestales tropicales. In Orozco, L; Brumer, C. eds. Inventarios forestales para bosques latifoliados en América Central. CATIE. p. 202-212. (Serie Técnica, Manual Técnico N° 50).

- SINCÉ, A. 1988. Empleo y efecto del fuego en los pastizales, actas Jornadas de Cría en Campos de Monte – INTA-Cambio Rural. 32 p.
- SOSA, A; RUIZ, O; PEREZ, W. 2004, Release of inorganic N, P and K in peat soils; effect of temperature, water chemistry and water level. *Biogeochemistry*, 20, 63-81.
- SWIFT, M; RUSSELL-SMITH, A; PERFECT, T. 1981. Decomposition and mineral nutrient dynamics of plant litter in a regenerating bush-fallow in subhumid tropical Nigeria *Journal of Ecology* 995 p.
- TENCHNIDEA, O. 2013. Recent considerations of grassland "soil quality" in temperate regions. In *International Grassland Congress (1993, Palmerston North, New Zealand)*. [Congreso]. N.I. 418 p.
- VAN VEEN, Q; VOLKE, T., VELASCO, J., DE LA ROSA, D. 1986. Suelos Contaminados por metales y metaloides: muestreo y alternativas para su remediación. Secretaria de Medio ambiente y Recursos Naturales, Instituto Nacional de Ecología. México. 31 p.
- VASST, S; SNOECK, A. 1999. Guía para la evaluación de la calidad y salud del suelo. Departamento de agricultura de los Estados Unidos. 88 p.
- WOODING, G. 1967. Los suelos, su origen, constitución y clasificación. Ediciones Omega S.A. Barcelona. McGraw-Hill Interamericana quinta edición 2005. México. 739 p.

ANEXO

Anexo 1. Panel fotográfico



Figura 2. Parcela agroforestal de café con sistema de manejo orgánico del Sr. Bertoldo Barrios Pérez, caserío Tingo de Uchiza.



Figura 3. Parcela agroforestal de café con sistema de manejo convencional del Sr. Grober Paredes Carlos, caserío Tingo de Uchiza.



Figura 4. Parcela agroforestal de café con sistema de manejo orgánico de la Sra. Miranda Ríos Carmen, caserío Tingo de Uchiza.



Figura 5. Parcela agroforestal de café con sistema de manejo convencional de la Sra. Moreno Miranda, Jeidi, caserío Tingo de Uchiza.



Figura 6. Parcela agroforestal de café con sistema de manejo orgánico del Sr. Moreno Jimenez Urbano, caserío Tingo de Uchiza.



Figura 7. Parcela agroforestal de café con sistema de manejo convencional del Sr. Maslucan Rodríguez Segundo, caserío Tingo de Uchiza.



Figura 8. Extracción de muestras de suelo de parcela con sistema de manejo orgánico, caserío Tingo de Uchiza.



Figura 9. Extracción de muestras de suelo de parcela con sistema de manejo convencional, caserío Tingo de Uchiza. .



Figura 10. Codificación de muestras de suelo de parcela con sistema de manejo orgánico, caserío Tingo de Uchiza.



Figura 11. Extracción de muestras de suelo de parcela con sistema de manejo convencional, caserío Tingo de Uchiza.



Figura 12. Determinación de pH de suelo



Figura 13. Determinación de textura de suelo



Figura 14. Determinación de la textura del suelo

Anexo 2. Determinación de propiedades físicas químicas y biológicas

- Determinación de la textura del suelo (método del hidrómetro de Bouyoucos)

Se pesó 50 gr. de suelo, luego se colocó al vaso dispersante, y se llenó hasta la mitad del recipiente con agua destilada. Se adicionó 15 ml de solución dispersante Hexametáfosfato al 10 %. Posteriormente dispersó por un lapso tiempo de 15 minutos. Después de agitar, se trasvasó toda la solución a una probeta. Completar con agua destilada hasta un litro. Se agitó vigorosamente con un agitador manual.

El tiempo de agitación mínimo un minuto. Finalmente se insertó cuidadosamente el Hidrómetro y se tomó la primera lectura a los 40 segundos retirando el hidrómetro y se tomó el dato de temperatura de la suspensión.

Se tomó la segunda lectura a las 2 horas anotando la lectura del hidrómetro y el termómetro.

Calculo:

$$\% \text{ Ao} = \frac{100 - (\text{Lectura Corregida a 40 Seg.}) * 100}{\text{Peso de Muestra}}$$

$$\% \text{ Ar} = \frac{\text{Lectura Corregida a 2 hr} * 100}{\text{Peso de Muestra}}$$

$$\% \text{ Li} = 100 - (\% \text{ Ar} + \% \text{ Ao})$$

- **Determinación del pH (Método del potenciómetro) Relación 1:1**

Se pesó 10 g de suelo, luego se agregó 10 ml de agua destilada. Posteriormente se agitó por espacio de 15 minutos, se dejó reposar unos minutos.

Finalmente se realizó las lecturas con el Peachimetro digital (lectura directa) previamente calibrada.

- **Materia orgánica (método de Walkley y Black)**

Pesar 1 g de suelo y depositarlo en un Erlenmeyer de 250 ml, agregar 10 ml. de dicromato de potasio 2N y añadir 10 ml. de ácido sulfúrico Q.P 96 %. Mezclar para homogenizar la solución y dejar reposar por 2 horas a más, llevar a volumen de 100 ml con agua destilada, tomar 20 ml. De esta solución en un vaso de precipitado para titularlo; agregar 2 a 3 gotas de indicador de difenil-amina. Titular con sal de Mohr 0.2 N.

El cambio de color verde oscuro a verde brillante indica el final de la titulación; anotar el gasto de la solución de Mohr, paralelo a esto realizar un blanco (sin muestra).

Calculo:

$$\% \text{ M.O.} = \frac{(a - bf) 0.003 \times 1.724}{P} \times 100$$

a = ml de bicromato de potasio utilizado.

b = ml de sal ferrosa o sal de Mohr gastado (gasto de titulación).

0.003 = Factor del carbón.

1.724 = Factor de Van Vammelen.

p = peso de muestra de suelo.

- **Fósforo disponible (Método de Olsen Modificado)**

Pesar 2 g de suelo y colocarlo en el vaso de precipitación para luego agregar 20 ml de bicarbonato de sodio 0.5 M (pH 8.5) y carbón libre de fósforo (lavado), agitar por 10 minutos y filtrar.

Del filtrado tomar 3ml, agregar 10 ml de molibdato de amonio, luego se procede a agregar 0.01g de ácido ascórbico por muestra y mezclar inmediatamente.

Se torna de color azul cuando hay fósforo en la muestra y por ultimo leer en el espectrofotómetro a una banda de 660 um, después de 5 minutos.

- **Potasio disponible (Método de ácido sulfúrico 6N)**

Pesar 2.5 g de suelo, depositarlo en un vaso de plástico, agregar 25 ml de ácido sulfúrico 6 N, luego agitar por espacio de 10 minutos.

Posteriormente filtrar lo obtenido, de este filtrado hacer diluciones en tubo de ensayo 1/10, 1/100, 1/1000. Tomar lectura en el espectrofotómetro de Absorción Atómica.

- **Determinación de la CIC efectiva para suelos con Acetato**

Se pesó 5 gramos de suelo, agregar 50 ml de KCl 1N. Agitar por espacio de 15 minutos, luego filtrar con papel filtro.

- **Determinación de bases cambiables (Ca + Mg) Método del Versenato**

Del filtrado anterior se tomó 10 ml, luego se agregó 5 ml de solución tampón complejo (Buffer). Luego se agregó 1 o 2 gotas de indicador

dicromo negro tornándose a rojo vino. Finalmente titular con EDTA 0.01 M hasta que vire a color azul.

Cmol c. de Ca + Mg = Gasto de titulación.

- **Determinación del Ca**

De la solución anterior se tomó 10 ml. Se agregó 2 ml de NaOH 6N. Luego se agregó como indicador purpurato de amonio tornándose rosado, luego se Tituló con EDTA hasta virar a violeta. Finalmente se anotó el gasto.

- **Determinación de la acidez cambiante (Al + H)**

De la solución anterior se tomó 10 ml. Se agregó como indicador 1-2 gotas de fenolftaleína, se tituló con NaOH 0.01 N hasta virar a rosado.

Cmol c. de Al + H = Gasto de titulación

- **Determinación del Al**

Se decoloró la muestra anterior con unas gotas de HCl 0.01 M hasta cambiar de color (incoloro). Se retituló agregando a cada muestra 10 ml de fluoruro de sodio 4% tornándose púrpura. Se tituló con ácido clorhídrico 0.01 M hasta cambio de color (incoloro).

Cmol c. de Aluminio = Gasto de titulación.

Cálculos de CICE:

$$\text{CICe (Cmol c /100 gr. de suelo) = Cmol c Bases Cambiables + Cmol c Acidez Cambiable.}$$

(Fuente: Departamento de suelos de la Estación Experimental Agrícola la Molina-1984).

- **Determinación de carbono y nitrógeno microbiano (biomasa microbiana)**

Para someter los suelos a una atmósfera de cloroformo se ubicaron cuatro beakers de 50 ml conteniendo 15 g de suelo, tamizados por malla de 2 mm en una desecadora para vacío de plástico, que contenía dos beakers con 25 ml de cloroformo libre de etanol con perlititas de vidrio y un beaker con 25 ml de H₂O destilada. Para provocar la atmósfera de cloroformo la desecadora se conectó por medio de una manguera plástica a una bomba eléctrica de vacío y se provocó vacío hasta observar la ebullición del cloroformo en el interior de los beakers por espacio de dos minutos, la llave de la desecadora se cerró y se desconectó la manguera de la bomba de vacío, y se incubó a temperatura ambiente (28°C) durante 24 h. Una desecadora con un contenido similar al descrito anteriormente, excepto que no contenía los beakers con cloroformo fue incubada al unísono y las muestras de suelo ubicadas en esta segunda desecadora fueron consideradas muestras controles.

Después de pasado 24 a 28 horas el cloroformo fue evacuado de la desecadora por repetida evacuación del mismo empleando para ello la bomba de vacío.

Para realizar la extracción de los nutrientes provenientes de la biomasa microbiana del suelo, los 15 g de suelo se pasaron a un erlenmeyer de 200 ml de capacidad e inmediatamente después fue añadida a los frascos 60 ml de una solución de sulfato de potasio 0,5 M (87.14 g/l), los cuales fueron sometidos a agitación vertical entre 35 y 40 minutos, el extracto de suelo fue filtrado empleando papel de filtro Watman No. 42, las muestras controles fueron sometidas al mismo procedimiento.

Anexo 3. Relación de agricultores de café del caserío Tingo de Uchiza

ID	Agricultor	DNI	Altitud	Has	Coord. UTM		Sistema de manejo
1	Antonio Santisteban, Pascual	23097306	1281	1	323873	9059019	Orgánico
2	Avila Basilio, Julian	43652596	1037	1	326434	9062958	Orgánico
3	Barrios Chujandama, Roberto	75271322	1043	1	327339	9060762	Orgánico
4	Barrios Perez, Bertoldo	94375340	1041	1	327205	9061068	Orgánico
5	Barrios Perez, Mercedes	48502065	983	1	327570	9061710	Orgánico
6	Barrios Perez, Neyser	47847947	959	1	329019	9060557	Orgánico
7	Barrios Sopan, Anastacio	23082868	1012	1	327498	9061132	Orgánico
8	Barrios Sopan, Juan	23082868	1111	1	327043	9060752	Orgánico
9	Barrón Laundaure, Juan	22507649	1199	1	324919	9059304	Orgánico
10	Cayetano Osorio, Hermenegilda	04200528	1032	1	326741	9062048	Orgánico
11	Correa Davila, Nemias	80582388	1313	1	323515	9058995	Orgánico
12	Diaz Cotrina, Jorge	33671663	1058	1	325992	9062646	Orgánico
13	Eguizabal Flores, Magna	40653780	1011	1	325276	9060365	Orgánico
14	Escobedo Marquina, Eladio	41573946	956	1	328781	9060786	Orgánico
15	Espinoza Eguizabal, Alexander Aldair	76857838	991	1	326824	9062218	Orgánico
16	Felix Gimenes, Gregorio	40453119	1000	1	326950	9062402	Orgánico
17	Fernandez Cortez, Older	41396374	1151	1	325827	9059210	Orgánico
18	Fernandez Villanueva, Alberto	44696776	987	1	327111	9060399	Orgánico
19	Goicochea Bueno, Wilmer	43924979	934	1	329605	9060564	Orgánico
20	Gomez Gimenez, Florian	23094551	953	1	328166	9062358	Orgánico
21	Gonzales Mata, Pelayo	80142683	1107	1	326295	9062158	Orgánico
22	Gonzales Valverde, Lizeth Noelia	77223341	970	1	327377	9062542	Orgánico
23	Maslucan Rodriguez, Franklin	46945979	1003	1	327659	9060723	Orgánico
24	Maslucan Rodriguez, Segundo	43552492	983	1	327605	9060945	Orgánico
25	Mendieta Colchado, Justa	33819769	944	1	329331	9060580	Convencional
26	Miranda Rios, Carmen	07744009	1053	1	327367	9059368	Convencional
27	Moreno Jimenes, Urbano	23083112	998	1	326921	9062071	Convencional
28	Moreno Cayetano, Jose	72045061	1000	1	326194	9062989	Convencional
29	Moreno Miranda, Jeidi		1039	1	327624	9059439	Convencional
30	Navarro Mas, Claudia	43214455	998	1	327954	9060257	Convencional
31	Paredes Carlos, Cristian		950	1	329241	9060423	Convencional
32	Paredes Carlos, Grober	45400574	1074	1	326093	9059690	Convencional
33	Paredes Carlos, Lince	47064872	1097	1	326619	9059818	Convencional
34	Perez Sopan, Celiciana	47909654	965	1	328115	9061163	Convencional
35	Pimentel Hernandez, Carlos	43589422	1169	1	326163	9061781	Convencional
36	Pimentel Hernandez, Ruben	44991936	1172	1	326231	9061660	Convencional
37	Ponte Pantoja, Emer	46478911	981	1	328068	9061461	Convencional
38	Ponte Pantoja, Fredy	48354532	1045	1	328241	9061753	Convencional
39	Ponte Sopan, Eliseo	01015227	1019	1	328092	9061675	Convencional
40	Principe Carranza, Yenner	41822271	956	1	328986	9060393	Convencional
41	Principe Romero, Rosa	43334232	979	1	328417	9061303	Convencional
42	Quezada Castillo, Maximo	33252851	1050	1	326779	9061654	Convencional
43	Quezada Lozada, Hilton Abimael	47733536	1046	1	326691	9061870	Convencional
44	Quezada Lozada, Yoni	46405337	1017	1	326974	9061798	Convencional
45	Rodriguez Felix, Aquila	80215389	996	1	327116	9062191	Convencional
46	Rodriguez Felix, Pablo	80672287	952	1	328131	9060914	Convencional
47	Rodriguez Mendieta, Jeiner		1002	1	327971	9060072	Convencional
48	Rodriguez Mendieta, Darwin	47053889	1001	1	328117	9060209	Convencional