



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y
AMBIENTALES
CARRERA DE INGENIERÍA EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES

“EVALUACIÓN DE LA MACROFAUNA EN EL SUELO DE LAS CHACRAS
FAMILIARES EN LA COMUNIDAD FAKCHA LLAKTA”

TRABAJO DE GRADO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:
INGENIERO EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES

AUTOR: ROMERO CRUZ DIEGO DARIO

DIRECTOR: BIOL. RENATO OQUENDO, MSC

IBARRA - ECUADOR

JULIO 2017

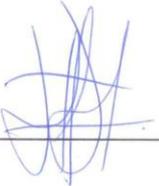
UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y
AMBIENTALES
CARRERA DE INGENIERÍA EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES
EVALUACIÓN DE LA MACROFAUNA EN EL SUELO DE LAS CHACRAS
FAMILIARES EN LA COMUNIDAD FAKCHA LLAKTA

Trabajo de Grado revisado por el Comité Asesor, por lo cual se autoriza su presentación
como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES

APROBADO:

MSc. Renato Oquendo
Director



PhD. Jesús Aranguren
Asesor



MSc. Gladys Yaguana
Asesora



PhD. Julia Prado
Asesora



IBARRA – ECUADOR

JULIO 2017



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

La Universidad Técnica del Norte dentro del Proyecto Repositorio Digital Institucional, determinó la necesidad de disponer de textos completos en formato digital con la finalidad de apoyar los procesos de investigación, docencia y extensión de la Universidad.

Por medio del presente documento dejo sentada mi voluntad de participar en este proyecto, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO	
Cédula de identidad:	100305214-7
Apellidos y nombres:	Romero Cruz Diego Dario
Dirección:	Calle Jijón Caamaño entre Guzmán y Julio Matovelle
Email:	diegodari1@hotmail.com
Teléfono fijo:	2939390
	Teléfono móvil: 0989438965

DATOS DE LA OBRA	
Título:	EVALUACIÓN DE LA MACROFAUNA EN EL SUELO DE LAS CHACRAS FAMILIARES EN LA COMUNIDAD FAKCHA LLAKTA
Autor:	Romero Cruz Diego Dario
Fecha:	25 de Julio de 2017
Solo para trabajos de grado	
Programa:	Pregrado
Título por el que opta:	Ing. Recursos Naturales Renovables
Director:	MSc. Jorge Renato Oquendo Andino

2. AUTORIZACIÓN DE USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD

Yo, DIEGO DARIO ROMERO CRUZ, con cédula de ciudadanía Nro. 100305214-7; en calidad de autor y titular de los derechos patrimoniales de la obra o trabajo de grado descrito anteriormente, hago entrega del ejemplar respectivo en formato digital y autorizo a la Universidad Técnica del Norte, la publicación de la obra en el Repositorio Digital Institucional y uso del archivo digital en la Biblioteca de la Universidad con fines académicos, para ampliar la disponibilidad del material y como apoyo a la educación, investigación y extensión; en concordancia con Ley de Educación Superior Artículo 144.

3. CONSTANCIA

El autor manifiesta que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto, la obra es original y es la titular de los derechos patrimoniales, por lo que asume la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, 25 de julio de 2017.

EL AUTOR:



Diego Dario Romero Cruz

C.I: 100305214-7



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE
GRADO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL
NORTE

Yo, DIEGO DARIO ROMERO CRUZ, con cédula de ciudadanía Nro. 100305214-7; manifiesto la voluntad de ceder a la Universidad Técnica del Norte los derechos patrimoniales consagrados en la Ley de Propiedad Intelectual del Ecuador, Artículos 4, 5 y 6, en calidad de autor de la obra o trabajo de grado denominado **EVALUACIÓN DE LA MACROFAUNA EN EL SUELO DE LAS CHACRAS FAMILIARES EN LA COMUNIDAD FAKCHA LLAKTA**, que ha sido desarrollada para optar por el título de Ingeniero en Recursos Naturales Renovables en la Universidad Técnica del Norte, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente. En mi condición de autor me reservo los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia suscribo este documento en el momento que hago entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la Biblioteca de la Universidad Técnica del Norte

Diego Darío Romero Cruz

C.I: 100305214-7

Ibarra, 25 de julio del 2017

REGISTRO BIBLIOGRÁFICO

Guía: FICAYA-UTN

Fecha: 25 de julio de 2017

ROMERO CRUZ,, DIEGO DARIO. EVALUACIÓN DE LA MACROFAUNA EN EL SUELO DE LAS CHACRAS FAMILIARES EN LA COMUNIDAD FAKCHA LLAKTA / TRABAJO DE GRADO. Universidad Técnica del Norte. Carrera de ingeniería en Recursos Naturales Renovables. Ibarra. EC. 25 julio 2017. 120 páginas.

DIRECTOR: Oquendo Andino, Jorge Renato

El objetivo de esta investigación fue evaluar la macrofauna presente en el suelo de las chacras de la comunidad con el fin de proponer estrategias que incrementen la macrofauna asociada al suelo de las chacras. Entre los objetivos específicos se encuentran la identificación de macrofauna del suelo de las chacras familiares, la relación de los organismos edáficos con la diversidad de plantas y los parámetros del suelo y finalmente el diseño de estrategias para el aumento de la fauna edáfica en los patios productivos.

Fecha: 25 de julio de 2017



Biol. Jorge Renato Oquendo Andino, MSc

Director de Trabajo de Titulación



Romero Cruz Diego Dario

Autor

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mi madre y padre por el apoyo brindado en cada paso de mi vida, por ser mis guías, mi ejemplo y por creer en mí; y a mi hermano Andrés quien cada día me motiva a continuar con mis metas y sueños sin rendirme gracias a su amor incondicional.

*Mientras vivas siempre habrá la oportunidad de
luchar por tus sueños y triunfar*

Diego Romero

AGRADECIMIENTO

El agradecimiento más sincero a toda mi familia por el apoyo moral, por sus consejos durante este largo proceso académico.

A todos los profesores, quienes con su experiencia y conocimiento, guiaron el desarrollo de la presente investigación: MSc. Renato Oquendo, Dr. Jesús Aranguren, Dra. Julia Prado y MSc. Gladys Yaguana.

A mis amigos y compañeros que forman parte del proyecto Implementación de una Chacra Agroecológica Familiar para el manejo sustentable de los recursos naturales en la comunidad de Peguche, Cantón Otavalo.

A la comunidad de Fakcha Llakta, por su apoyo y por permitirme el ingreso a sus hogares para la realización de la investigación.

Diego Romero

EVALUACIÓN DE LA MACROFAUNA EN EL SUELO DE LAS CHACRAS FAMILIARES EN LA COMUNIDAD DE FAKCHA LLAKTA

RESUMEN

El desarrollo de la actividad turística en la comunidad de Fakcha Llakta ha causado un sinnúmero de cambios ambientales, sociales y económicos. Una problemática relacionada con el ecosistema es el cambio de uso de suelo para la construcción de infraestructura que pueda sustentar esta actividad productiva. Por las causas antes citadas se ha disminuido la diversidad de organismos vivos como plantas y animales. En las chacras familiares de la comunidad el suelo ha sido afectado con la pérdida de nutrientes y la reducción de fauna edáfica. El objetivo de esta investigación fue evaluar la macrofauna presente en el suelo de chacras representativas de la comunidad con el fin de proponer estrategias que incrementen la macrofauna asociada al suelo de las chacras. Para identificar la fauna edáfica y su diversidad se utilizó el método propuesto por el Instituto de Fertilidad y Biología de Suelos Tropicales, que consistió en la aplicación de trampas pitfall, monolitos de suelo y trampas Winkler. Para conocer la relación que existe entre estos organismos, la diversidad vegetal y el suelo, se comparó con muestras de estos componentes tomados cerca del área de trampeo. En las seis chacras muestreadas se registró a la clase insecta como dominante, de la cual se identificaron siete órdenes y 18 familias. Con respecto a la temporalidad, la época de lluvia presentó mayor número de individuos (2 318) en comparación con la época seca (1 815). Los parámetros de suelo y la diversidad vegetal son importantes en la presencia y ausencia de fauna edáfica. Con la información generada, se diseñaron estrategias para manejar y conservar la macrofauna de las chacras con el fin de realizar un manejo sustentable de estos bioindicadores de la calidad de los suelos.

Palabras clave: macrofauna, chacras, órdenes, compostero, diversidad

EVALUATION OF MACROFAUNA IN THE SOIL OF CHAKRAS FAMILIES IN THE COMMUNITY OF FAKCHA LLAKTA

ABSTRACT

The development of tourism in the community of Fakcha Llakta has caused countless environmental, social and economic changes. One problem related to the ecosystem is the change of land use for the infrastructure that can sustain this productive activity. For the causes mentioned above, the diversity of living organisms such as plants and animals has been diminished. In the family farms of the community, the soil has been affected by loss of nutrients and reduction of edaphic fauna. The objective of this research was to evaluate the macro fauna present in the soil of the community farms in order to propose strategies that increase the macro fauna associated to the soil of the farm. To identify the edaphic fauna and its diversity the method proposed by the Fertility and Biology Institute of tropical Soils was used, which consisted in the application of pitfall traps, soil monoliths and Winkler traps. To know the relationship between these organisms, plant diversity and soil, taken near the trapping area were compared. In the six sampled farms the insect kind was register as dominant, of which seven orders and 18 families were identified. Regarding temporality the rainy season showed a great number of individuals (2 318) compared to the dry season (1 815). Soil parameters and the plant diversity are important in the presence and absence of edaphic fauna. Regard this information, strategies were designed to manage and conserve the macro fauna of the farms in order stablish out a sustainable management of these bio indicators of the quality of the soils.

Key Words: macro-fauna, community farms, orders, composter, diversity.

ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

Contenido	Páginas
CAPÍTULO I.....	1
1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Problema de investigación.....	1
1.2. Preguntas directrices de la investigación.....	3
1.3. Justificación.....	3
1.4 Objetivos.....	5
1.4.1. Objetivo general	5
1.4.2 Objetivos específicos.....	5
CAPÍTULO II.....	7
2. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL	7
2.1. Antecedentes.....	7
2.2. Marco teórico.....	10
2.2.1. Generalidades del suelo	10
2.2.2. Degradación de suelos	13
2.2.3. Pérdida de biodiversidad edáfica.....	14
2.2.4. Relación macrofauna hábitat	15
2.2.5. Macrofauna del suelo.....	16
2.2.6. Macrofauna como indicadores biológicos.....	17
2.2.7. Manejo y conservación de suelo.....	18
2.2.8. Propuestas y estrategias de conservación	19
2.3. Marco legal.....	19
2.3.1. Constitución de la República del Ecuador.....	19
2.3.2. Convenio Sobre la Diversidad Biológica	20
2.3.3. Ley de Gestión Ambiental	20
2.3.4. Ley Forestal y de Conservación de Áreas Naturales y Vida Silvestre	21
2.3.5. Acuerdo 061 (Libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria) ...	21
2.3.6. Ley de Prevención y Control de la Contaminación Ambiental.....	21
CAPÍTULO III	23
3. MARCO METODOLÓGICO	23
3.1. Caracterización del área de estudio	23
3.2. Métodos y materiales.....	23

3.2.1. Fase I: Identificación de la macrofauna edáfica en las chacras familiares de la comunidad de Fakcha Llakta.	23
3.2.2. Fase II: Relación de la macrofauna asociada a las chacras familiares con las diferentes características del suelo y la diversidad de plantas.	26
3.2.3. Fase III: Diseño de estrategias para incrementar la fauna edáfica en las chacras familiares de la comunidad de Fakcha Llakta.	27
3.3. Consideraciones bioéticas	27
CAPÍTULO IV	29
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	29
4.1. Identificación de la macrofauna edáfica	29
4.1.1. Chacra Familia Terán	31
4.1.2. Chacra Familia Santa Cruz	32
4.1.3. Chacra Familia Mora	33
4.1.4. Chacra Familia Perugachi	35
4.1.5. Chacra Familia Cushcahua	36
4.1.6. Chacra Familia Yamberla	37
4.2. Relación de la macrofauna con los índices de diversidad y los parámetros de suelo	41
4.3. Diseño de estrategias para aumentar la macrofauna en las chacras familiares	46
CAPÍTULO V	47
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	47
5.1. Conclusiones	47
5.2. Recomendaciones	48
CAPÍTULO VI	49
6. BIBLIOGRAFÍA	49
ANEXOS	55
1. Macrofauna de las chacras familiares de la comunidad de Fakcha Llakta.	55
2. Resultados de los análisis de suelo de las chacras familiares.	56
3. Índices de diversidad de cada una de las chacras familiares de la comunidad de Fakcha Llakta	57

ÍNDICE DE FIGURAS

Figuras	Páginas
1. Mapa de ubicación de la comunidad de Fakcha Llakta.....	24
2. Mapa de ubicación de las chacras.....	26
3. Clases de macroinvertebrados encontrados en la comunidad de Fakcha Llakta.....	29
4. Número de Haplotaxidos dos en época seca y lluviosa en las Chacras Familiares de la comunidad de Fakcha Llakta.....	41

ÍNDICE DE TABLAS

Tablas	Páginas
1. Clasificación del suelo a nivel de orden.....	12
2. Principales grupos taxonómicos de macrofauna edáfica.....	18
3. Estrategias para la conservación del suelo.....	19
4. Factores y elementos climáticos de la comunidad de Fakcha Llakta.....	23
5. Taxonomía de macrofauna edáfica identificada en la comunidad de Fakcha Llakta.....	30
6. Taxonomía de macrofauna edáfica identificada en la Chacra de la Familia Terán.....	32
7. Taxonomía de macrofauna edáfica identificada en la Chacra de la Familia Santa Cruz..	33
8. Taxonomía de macrofauna edáfica identificada en la Chacra de la Familia Mora.....	34
9. Taxonomía de macrofauna edáfica identificada en la Chacra de la Familia Perugachi....	35
10. Taxonomía de macrofauna edáfica identificada en la Chacra de la Familia Cushcahua...	37
11. Taxonomía de macrofauna edáfica identificada en la Chacra de la Familia Yamberla....	38
12. Abundancia e índice de diversidad de las chacras familiares.....	41
13. Parámetros para establecer relaciones con los resultados obtenidos.....	42
14. Resultados del análisis de suelo.....	44
15. Índice de Shannon & Wiener en época seca en la Chacra de la Familia Terán.....	57
16. Índice de Shannon & Wiener en época lluviosa en la Chacra de la Familia Terán.....	58
17. Índice de Shannon & Wiener en época seca en la Chacra de la Familia Santa Cruz.....	59
18. Índice de Shannon & Wiener en época lluviosa en la Chacra de la Familia Santa Cruz...	60
19. Índice de Shannon & Wiener en época seca en la Chacra de la Familia Mora.....	61
20. Índice de Shannon & Wiener en época lluviosa en la Chacra de la Familia Mora.....	62
21. Índice de Shannon & Wiener en época seca en la Chacra de la Familia Perugachi.....	63
22. Índice de Shannon & Wiener en época lluviosa en la Chacra de la Familia Perugachi....	64
23. Índice de Shannon & Wiener en época seca en la Chacra de la Familia Cushcahua.....	65
24. Índice de Shannon & Wiener en época lluviosa en la Chacra de la Familia Cushcahua...	66
25. Índice de Shannon & Wiener en época seca en la Chacra de la Familia Yamberla.....	67
26. Índice de Shannon & Wiener en época lluviosa en la Chacra de la Familia Yamberla....	68
27. Índice de Shannon & Wiener en época seca de las Chacras Familiares de la comunidad de Fakcha Llakta.....	69
28. Índice de Shannon & Wiener en época lluviosa de las Chacras Familiares de la comunidad de Fakcha Llakta.....	70

CAPÍTULO I

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Problema de investigación

Según Espinosa (2011), el suelo en estado natural está en un equilibrio dinámico con su ambiente, e interactúa fuertemente con la biosfera. Este posee una gran diversidad de macrofauna y microfauna. Los principales cambios adversos en sus atributos, conducen a reducir la función de su capacidad. Así, la degradación del suelo conlleva cambios adversos en propiedades y procesos con el tiempo. Esos cambios pueden ser debidos a la remoción y alteración del equilibrio dinámico del suelo con el ambiente debido a perturbaciones naturales o antrópicas.

Las actividades antrópicas están perturbando el ambiente, dichos daños han estimulado la pérdida de los ecosistemas y la contaminación del aire, agua y suelo. Esta degradación produce la pérdida de especies y el desgaste de recursos naturales en el mundo. Esta complicación se hace más visible en los sectores rurales, afectando la calidad de vida y la economía de los agricultores. El suelo es un recurso importante en todo el mundo, debido a que forma parte de los sistemas agrícolas donde se producen los alimentos que necesitan los seres humanos y los animales para sobrevivir. Actualmente se ha convertido en un recurso no renovable, debido a un manejo inadecuado del mismo, el cual está provocando su degradación progresiva y a gran escala (Guzmán, 2008).

Datos de la FAO (2015), muestran que los sistemas agrícolas tienen gran influencia sobre los organismos del suelo, incluyendo sus actividades y su biodiversidad. El aclareo de terrenos forestales o pastizales para el cultivo afecta al entorno del suelo y reduce drásticamente la cantidad y número de especies de organismos del mismo. Las malas prácticas agrícolas son uno de los principales

problemas de la pérdida de biodiversidad edáfica, debido que los organismos de suelo ya sean estos macro o micro, van desapareciendo por la degradación continua del suelo debido a factores mayormente antrópicos. La macrofauna y microfauna en el suelo son factores importantes que generan beneficios para sostenibilidad de los agroecosistemas, entre ellos, el incremento de la dinámica de la materia orgánica y cambios de algunas de las propiedades físicas del suelo (Lavelle, 2006). La fauna del suelo actúa como un factor determinante en la fertilidad del suelo y por ende en el funcionamiento global del sistema edáfico, la misma que puede ser afectada por los diferentes usos y manejos del suelo (Lavelle, 2003).

La contaminación de suelos por el uso excesivo de fertilizantes afecta la macrofauna provocando la pérdida de su biodiversidad. Los agroquímicos son utilizados en los cultivos agrícolas en cantidades mayores a las que éstos pueden absorber, con la finalidad de obtener un mejor rendimiento de los mismos. En consecuencia, las actividades, riqueza y diversidad de estos organismos también pueden ser afectadas por variaciones en la cobertura vegetal, calidad del material vegetal y las variaciones estacionales (Velásquez, 2004).

Por lo antes expuesto, las comunidades deberían ser las encargadas del cuidado de sus suelos, para que no se vea comprometida la fertilidad. En el caso de la comunidad indígena de Fakcha Llakta, ubicada en el cantón Otavalo, ellos son los apoderados del cuidado del “Bosque Protector Cascada de Peguche” el cual está al servicio paisajístico, cultural, ecológico y turístico de la provincia y sus comunidades locales. Esta zona posee particularidades que le otorgan un valor agregado a su propia naturaleza (Trujillo y Lomas, 2014). A pesar de esto, es preocupante la pérdida de saberes ancestrales como lo son las chacras familiares en la mayoría de hogares de la comunidad debido al incremento de la actividad turística, dejando de lado sus costumbres. Por lo tanto, en la comunidad de Fakcha Llakta se necesita indagar si existe un manejo tradicional de las chacras familiares, lo que implica también un manejo del suelo donde habita la macrofauna, la cual es importante en el proceso de descomposición de la materia orgánica e incorporación de los nutrientes a la solución acuosa del mismo. Actualmente, la comunidad está perdiendo los suelos agrícolas, y en

consecuencia los organismos que habitan en ellos. Esto se debe a la construcción de infraestructura para el desarrollo de la actividad turística.

1.2. Preguntas directrices de la investigación

- ¿Cuál es la macrofauna asociada a las chacras familiares de la comunidad de Fakcha Llakta?
- ¿Qué relación existe entre la macrofauna asociada a las chacras familiares con las diferentes características del suelo y la diversidad de plantas?
- ¿Cuáles son las alternativas para incrementar la fauna edáfica de las chacras familiares de la comunidad de Fakcha Llakta?

1.3. Justificación

La presente investigación se enmarca en la conservación de la macrofauna en las chacras familiares de la comunidad de Fakcha Llakta, debido al cambio de uso de suelo de las mismas. Esto se debe principalmente a factores antrópicos como es la implementación de infraestructura debido al aumento de la actividad turística que se desarrolla en el sector, con su principal atractivo natural El Bosque Protector “Cascada de Peguche”.

Desde el punto de vista biológico, la macrofauna está constituida por organismos cuyo diámetro va desde los 2 mm hasta los 20 mm, los cuales intervienen en distintos procesos como: la agregación y estructura del suelo, en la textura, intercambio gaseoso, movimiento de masas de agua, y en la transformación de las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo (Neher, 1999; Cabrera, Ponce de León, Robaina, 2011a).

La identificación de la macrofauna como bioindicadores de la calidad o estado del suelo en la actualidad es de gran importancia, ya que este recurso es primordial para la producción agrícola y para la alimentación de todos los seres vivos, incluido el ser humano (Cabrera, 2012). Sin embargo, los grupos de fauna edáfica varían en su composición, abundancia y diversidad, todo esto en base al estado del suelo causado por

el cambio de uso de suelo y otros factores antrópicos, permitiendo así considerar a la macrofauna como un indicador biológico de la alteración que sufre este recurso. (Pashanasi, 2001; Lavelle, Senapati y Barros, 2003; Ruiz, 2010; Cabrera, Robaina, Ponce de León, 2011b).

Con el desarrollo de este trabajo de investigación se caracterizó la macrofauna del suelo de las chacras familiares, tomando en cuenta que estos organismos son una parte importante en el sistema edáfico. Estos organismos realizan funciones indispensables como la descomposición de la materia orgánica, el ciclo de nutrientes y control biológico en la edafofauna.

Con los datos obtenidos en este estudio se diseñará propuestas de conservación del recurso suelo y su macrofauna asociada que guíen a la comunidad, hacia un correcto manejo de las chacras que permita integrar las dimensiones de la sustentabilidad: económica, ecológica y social. Todo esto enmarcado en el Plan Nacional del Buen Vivir 2013-2017 (SENPLADES, 2013), concretamente en:

- Objetivo 3.- Mejorar la calidad de vida de la población.
- Objetivo 4.- Fortalecer las capacidades y potencialidades de la ciudadanía.
- Objetivo 7.- Garantizar los derechos de la naturaleza y promover la sostenibilidad ambiental, territorial y global.
- Objetivo 9.- Garantizar el trabajo digno en todas sus formas.

El presente trabajo forma parte del Proyecto “Implementación de una Chacra Familiar para el manejo sustentable de los recursos naturales en la comunidad de Fakcha Llakta, Cantón Otavalo, Ecuador” con el apoyo y financiamiento de la Universidad Técnica del Norte.

1.4 Objetivos

1.4.1. Objetivo general

Evaluar la macrofauna presente en el suelo de las chacras familiares en la comunidad Fakcha Llakta con el fin de proponer estrategias para incrementar la fauna edáfica.

1.4.2 Objetivos específicos

- Identificar la macrofauna edáfica de las chacras familiares de la comunidad de Fakcha Llakta.
- Relacionar la macrofauna edáfica asociada a las chacras familiares con las diferentes características del suelo y la diversidad de plantas.
- Diseñar estrategias para incrementar la fauna edáfica en las chacras familiares de la comunidad de Fakcha Llakta.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

2.1. Antecedentes

Las interacciones del ser humano con el planeta han creado desequilibrios en los ecosistemas, siendo la degradación de suelos una de las causas principales de los problemas biofísicos y socioeconómicos del mundo. Las consecuencias de la degradación apresurada de suelos son de similar trascendencia que las del calentamiento global y la pérdida de biodiversidad, estando estos tres procesos muy relacionados siendo el principal factor que evita la sostenibilidad de la utilización de las tierras agrícolas, lo que conlleva a mayores dificultades en la producción de alimentos y fibras para el actual crecimiento demográfico a nivel mundial, especialmente en países en vías de desarrollo (Pla, 2006).

Después de cinco décadas de aparición de la revolución verde en la agricultura ecuatoriana, una buena parte de los suelos del país se han visto seriamente afectados, a causa de esas tecnologías inadecuadas, las cuales provocaron alteraciones en los sistemas agrícolas y contaminación ambiental, causando impactos perjudiciales tanto en la salud de los granjeros como en el medio ambiente (Suquilanda, 2008).

Según Cabrera (2012), afirma que las características de la fauna edáfica de acuerdo a sus resultados de como varían estos organismos en ecosistemas naturales que han sido sometidos a distintos tipos de actividades antrópicas, de esta manera se asegura la posibilidad de la edafofauna como bioindicador de la calidad y estado de conservación del suelo. Para conocer el grado de antropización del suelo se manipula distintas variables del sustrato, como sus propiedades físicas, químicas y biológicas. Siendo la macrofauna uno de los principales componentes biológicos que ayudan y pueden ser utilizados para dicho propósito, esto debido que su riqueza taxonómica,

densidad, biomasa y composición depende de los diferentes usos del suelo, ya que son organismos que están conformados por invertebrados que van desde los 2 mm hasta los 20 mm de diámetro.

El estado del suelo depende de sus distintas propiedades las cuales pueden ser eficientes o no, entre ellas se encuentran la materia orgánica, diversidad de la fauna edáfica, la cual es muy importante ya que mediante esta se puede conocer la calidad y salud del suelo, debido que actúan en varios procesos de los ciclos de nutrientes. Existen diversos indicadores que evalúan la tierra, los cuales varían con respecto su ubicación, esto depende de las clases de suelo y de las diferentes actividades que se desarrollen en el mismo. La macrofauna es sensible a condiciones adversas del suelo, afectado así sus funciones y diversidad. La intención de evaluar el suelo en algunos agroecosistemas, fue para conocer la fauna edáfica presente en los cultivos de mora, pasto y aguacate (Rendón, 2011).

La fauna del suelo desempeña un papel muy importante en el desarrollo y la formación del suelo. Debido que son el mecanismo más significativo en la descomposición de la materia orgánica y actúan de forma eficiente en la estructura y agregados del suelo. La biodiversidad de estos organismos proporciona servicios funcionales al sustrato y sus componentes, los cuales ayudan a disolver materiales vegetales y animales, que se quedan como materia orgánica en descomposición en la superficie del suelo. La comprensión del papel vital que cumplen los organismos del suelo ayudaría sin duda a aumentar la producción de alimentos y reduciría la pobreza, el hambre y la malnutrición en países como África donde la degradación del suelo se da a gran escala lo cual no permite el mantenimiento de la seguridad alimentaria, la salud ambiental, la calidad del agua y la regeneración de los bosques ya que la fauna edáfica juega un papel importante en las funciones biológicas del suelo (Usman, 2016).

Según un estudio realizado en Caquetá-Colombia, donde se realiza agroforestería, la macrofauna del suelo es afectada principalmente por factores como, la disposición de los agroecosistemas y a las épocas de precipitación máxima y mínima, viéndose comprometida su diversidad, densidad y riqueza. Al evaluar los resultados mostro que la densidad de macrofauna es mayor en la época de máxima precipitación,

con respecto a la mínima. También se observó que los sistemas agroforestales intervienen en la presencia y ausencia de grupos taxonómicos como Homóptera y Raphidioptera, aparte de que los UV (*Genipa Americana*) y AB (*Cariniana pyriformis*) podrían beneficiar a la fauna edáfica del estrés por sequía, debido que favorecen la conservación de humedad por la biomasa de estas especies vegetales (Suárez, 2015).

De acuerdo a los resultados obtenidos en Colombia, luego de realizar un estudio que pretendía conocer la abundancia y biomasa de organismos edáficos en tres diferentes tipos de uso de suelo: praderas de ryegrass, kikuyo y un bosque secundario. Se observó que los cambios en la cobertura vegetal generan una variación en las poblaciones de fauna edáfica. La transformación de bosque a pradera causó efectos perjudiciales en la macrofauna, disminuyendo la riqueza de especies y aumentando la abundancia de grupos que pueden adaptarse a condiciones adversas. También se pudo observar que fauna edáfica se desarrolla en su mayor parte en el mantillo a una profundidad de 10 cm, ya que al superar esta medida los niveles de oxígeno y el contenido de materia orgánica se van reduciendo, impidiendo que estos organismos puedan desarrollarse (Castro, 2007).

Otro estudio realizado en Pasto, Colombia, evaluó la biomasa, diversidad y abundancia de la fauna edáfica en cuatro sitios con diferentes usos de suelo donde, dos de ellos poseían cultivo de papa uno con labranza mínima y otro con labranza tradicional, mientras que el tercero era un suelo descubierto y por último un campo de kikuyo. La macrofauna encontrada se identificó hasta orden y familia. Se observó también que la mayor diversidad y abundancia de organismos estaba presente en el suelo desnudo y en la pradera de kikuyo. Mientras que los suelos que han sido sometidos a labranza se encontró Scarabaeidae (Chisas) y Oribatida (Ácaros) los cuales son particulares en este tipo de sistemas productivos. En cuanto a lombrices de tierra su mayor biomasa estuvo presente en los suelos menos degradados por actividades humanas, de esta manera siguen reafirmando como bioindicadores de calidad del suelo. Por la tanto, la labranza afecta la diversidad de la fauna edáfica y su desarrollo en suelos perturbados (Botina, 2012).

Mientras tanto que en Uruguay se realizó una investigación para evaluar el efecto de cinco intensidades de suelo (rotación larga, rotación corta, mejoramiento de pasturas, cultivo continuo y campo natural) sobre la densidad y riqueza de la fauna edáfica, donde la intensidad jugó un papel importante en obtención de resultados. Se tomó como control un campo natural el cual poseía gran densidad y riqueza en cuanto a familias del Orden Coleóptera. La intensificación del suelo involucró un reemplazo completo de la vegetación natural existente, lo cual produjo cambios en las comunidades edáficas. Lo que indica que la macrofauna al tener una estrecha relación con el suelo es un instrumento útil que permite evaluar las sustentabilidad de nuevas tecnologías para un manejo adecuado de suelos y cultivos (Zerbino, 2008).

Según Lavelle y Spain (2001), cuando un sistema natural es modificado con el fin de promover actividades productivas como la agricultura, lo cual provoca cambios en las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo. La intensidad del cambio de uso de suelo determinará grupos funcionales de organismos edáficos que tengan la habilidad de adaptarse a dichos cambios. Principalmente, la macrofauna del suelo se manifiesta en el manejo de escalas de tiempo de meses o años, por lo que se enfatiza a estos organismos como indicadores biológicos de la calidad de suelo.

2.2. Marco teórico

A continuación se detallaran tópicos importantes, los cuales hablan sobre la fauna edáfica y la relación que tiene con el suelo y la diversidad vegetal, tomando en cuenta que estos organismos son considerados como indicadores biológicos de calidad de suelo.

2.2.1. Generalidades del suelo

De acuerdo con la importancia del desarrollo sostenible y los impactos que actualmente sufre el ambiente, el suelo puede definirse como la superficie de la tierra que contiene material mineral no consolidado, el cual ha estado sometido a la influencia de factores ambientales críticos durante períodos prolongados de tiempo. Este recurso es considerado también como un cuerpo natural vivo donde se desarrollan interacciones

dinámicas con la atmósfera y con los estratos del mismo, influyendo así en el clima y en el ciclo hidrológico, sirviendo también como medio de crecimiento para diversos organismos edáficos (Gardi, *et al.*; 2014). Por lo tanto, el suelo es un recurso de valiosa importancia debido a que en él se desarrolla la vida desde pequeños microorganismos hasta las grandes infraestructuras que se han construido, y donde los seres humanos pueden satisfacer sus necesidades de alimentos, forraje para los animales, fibra vegetal para su vestimenta y combustible para producir energía, todo esto para una población humana que crece rápidamente y necesita sobrevivir.

- *Clasificación*

Gardi en el (2014), menciona que dependen en gran medida las diferentes características que posee el suelo como la profundidad o donde se encuentra ubicado geográficamente para de esa manera poder clasificarlo, siendo esta una rama muy avanzada en las Ciencias del Suelo. Descartando los glaciares, cuerpos de agua y zonas urbanas, el suelo cubre de manera continua la superficie terrestre. Los cambios progresivos en las características de este recurso hacen que muchas veces la comparación entre distintos suelos sea cada vez más complicada. Es así que las distintas organizaciones que estudian este recurso como la Soil Survey Staff (SSS) en 1999 publicó la taxonomía del suelo. Como se los puede observar en la Tabla 1.

- *Composición del suelo*

El suelo al ser un recurso dinámico vivo presenta una gran actividad biológica, producto de la enorme cantidad de microorganismos que lo habitan. La acción conjunta de los factores bióticos y abióticos en el proceso de formación del suelo contribuye a la formación de una capa superficial humosa muy apreciada por los agricultores. El humus, es el resultado de la descomposición cíclica de la materia orgánica a consecuencia de la actividad edáfica, que solubiliza y libera los nutrientes a ser absorbidos por las plantas. En condiciones tropicales, la tasa de acumulación de humus en el suelo es baja, por lo que es muy importante fomentar el reciclaje "intensivo" de la materia orgánica (Benzing, 2001).

- *Componente orgánico*

El suelo posee una parte orgánica, la cual está conformada por residuos tanto animales como vegetales, conocida como materia orgánica, la cual es transformada por los organismos del suelo. Entonces la degradación de la materia orgánica depende en gran parte a variables ambientales, así como también a las características físicas, químicas y biológicas del suelo. La transformación de la materia orgánica brinda nutrientes a las plantas, aumenta la capacidad de retener agua, y también mejora la estructura del suelo (Kolmans y Vásquez, 1999).

Tabla 1. Clasificación del suelo a nivel de orden.

Orden	Elemento de formación	Connotación	Descripción
Alfisolos	ALF	-	Suelos que tienen argílico, kándico o nátrico o tiene un fragipán con películas de arcilla.
Andisolos	AND	Propiedades ándicas	Suelos con propiedades ándicas en 60% o más de los primeros 60 cm de suelo mineral.
Aridisolos	ID	Clima árido	Suelos que tienen régimen de humedad arídico y epipedón ócrico o antrópico y alguno de los siguientes horizontes en los primeros 100 cm del suelo.
Entisolos	ENT	Reciente	No tienen un horizonte A que contiene 85 por ciento o más materiales espódicos.
Espodosolos	OD	-	Suelos ácidos muy lixiviados con iluviación de hierro, aluminio y humus.
Histosolos	IST	-	Suelos que no tienen propiedades ándicas en más del 60% y están formados por materiales orgánicos.
Inceptisolos	EPT	Incipiente	Suelos que tienen un cámbico, o condiciones ácuicas en los primeros 50 cm de suelo, o tienen cálcico, petrocálcico, gypsico, petrogypsico, plácico o duripán en los primeros 100 cm de suelo mineral.
Molisolos	OLL	-	Suelos que tienen un epipedón mólico o un horizonte superficial que cumple los requerimientos del mólico, excepto el espesor.

Fuente: Modificado de Soil Survey Staff (SSS), 1999. *Soil Taxonomy. A Basic System of Soil Classification for Making and Interpreting Soil Surveys.*

- *Componente inorgánico*

Estos componentes son mayormente sales y minerales, los cuales no se derivan del carbono y de ahí proviene el nombre inorgánico. Este componente está formado por partículas de roca muy fina lo que podría denominarse el esqueleto mineral del suelo, en donde se puede encontrar silicatos, tanto residuales o que no han sido totalmente meteorizados. También se puede hallar los distintos tipos de rocas como las ígneas, sedimentarias y metamórficas, de las cuales por procesos de meteorización se desprende óxidos de hierro, carbonatos, sulfatos y nitratos, entre otros (Kolmans y Vásquez, 1999).

2.2.2. Degradación de suelos

Según menciona la FAO (2016), la degradación puede definirse como una alteración en el suelo debido a la incapacidad de un ecosistema para generar servicios u ofrecer servicios ecosistémicos tanto a seres humanos como a los animales. Este deterioro progresivo del suelo también se debe a las malas prácticas y actividades, como el uso de biocidas, sobrepastoreo, desarrollo urbano e industrial, agricultura mecanizada y deforestación masiva, provocando así impactos irreversibles sobre dicho recurso (Gardi et al., 2014).

- *Erosión*

La erosión es la degradación y el transporte de suelo o roca en la superficie terrestre debido a la acción de agua o hielo, el viento y los cambios térmicos, entre otros, los cuales son causas naturales que no afectan en gran medida a la pérdida de este recurso. Pero las actividades humanas como deforestación, cambio de usos de suelo, pueden acelerar este proceso causando un mayor impacto sobre este recurso, disminuyendo su rendimiento (Gardi *et al.*, 2014).

- *Compactación*

El pastoreo intensivo y la mecanización excesiva en áreas agrícolas están ligados íntimamente al grado de compactación, existente en el suelo debido que estas

actividades son netamente antrópicas. Esto provoca cambios en las condiciones físicas y disminución de la tasa de infiltración del suelo, lo que afecta al crecimiento de las plantas y aumenta la susceptibilidad a la erosión (Espinoza, 2011). Sin embargo la actual demanda de alimentos, provoca que la agricultura y la ganadería realicen prácticas que deterioran progresivamente el suelo.

- *Pérdida de fertilidad*

Los efectos negativos sobre la fertilidad de los suelos son la reducción tanto de la capacidad de absorción de nutrientes como de la eficacia de fertilizantes y plaguicidas, el aumento de la demanda de labranza y energía requerida y una disminución de la infiltración del agua, incrementándose la escorrentía superficial y el riesgo de erosión. Por lo tanto los suelos al no tener un adecuado manejo tienden a perder su fertilidad, debido a actividades antrópicas que los degeneran.

- *Contaminación*

Los contaminantes pueden ser orgánicos o inorgánicos y, dependiendo de la vulnerabilidad del suelo y la concentración del contaminante presente, estos pueden ser residuos industriales y domésticos provenientes de una gran variedad de actividades humanas (agrícolas, forestales, minería, de extracción, urbanas e industriales), que pueden alcanzar el suelo directamente por su presencia en el agua, provocando diferentes efectos negativos sobre la salud humana, el crecimiento de las plantas y la densidad, diversidad y actividad de los organismos del suelo y, consecuentemente, sobre la función específica que estos cumplen (Gardi et al., 2014). Tomando en cuenta las actividades antrópicas son las causas principales, de que un suelo tenga elevadas cantidades de contaminantes en su estructura, perjudicando así la agricultura a gran escala y la vegetación.

2.2.3. Pérdida de biodiversidad edáfica

La FAO (2000), afirma que la fertilización, tanto orgánica como mineral, tiende a estimular los organismos del suelo y el uso excesivo de pesticidas puede disminuir

sensiblemente su población. Los monocultivos pueden afectar esas poblaciones ya sea porque proporciona continuamente el mismo tipo de material orgánico o por la acumulación de sustancias tóxicas segregadas por las raíces, reduciendo así la diversidad de las especies y rompiendo su equilibrio. Por tanto la pérdida de la fauna edáfica representa una pérdida de la calidad del suelo debido que estos organismos son los encargados de la descomposición de materia orgánica brindando nutrientes al suelo para que las plantas puedan asimilarlas.

2.2.4. Relación macrofauna - hábitat

El suelo mantiene una estrecha relación con los organismos que viven en él, por lo tanto cuando sus propiedades físicas y químicas son afectadas, debido a actividades antrópicas como el cambio de uso de suelo y la contaminación por descargas residuales y el uso biocidas, provocan daños en la biología del suelo, donde se encuentra la macrofauna, reduciendo la diversidad y abundancia de las poblaciones de los diferentes organismos que allí se encuentren. El clima es otro factor importante en esta relación ya que algunos grupos invertebrados, son sensibles a los cambios estacionales lo que provoca una reducción de poblaciones (Curry, 1987).

La diversidad biológica de organismos edáficos disminuye cuando la intensidad de las prácticas agrícolas y el uso de agroquímicos aumentan siendo una función inversamente proporcional en el sustrato. Los cultivos intensivos agrícolas afectan gravemente a la fauna edáfica debido a la destrucción del hábitat, la intoxicación del suelo por el uso agroquímicos, la disminución de material orgánico y alimentario provocando la reducción de algunos grupos funcionales. El cambio de uso de suelo es un factor importante en la relación de la edafofauna con el hábitat donde se desarrollan ya que al alterar las propiedades físicas y químicas de estos ecosistemas existe una variación en su abundancia (Coral y Bonilla, 1998; Barros, 2002; Ruiz & Lavelle, 2008).

2.2.5. Macrofauna del suelo

La macrofauna consiste en un gran número de diferentes organismos que viven en la superficie del suelo, en los espacios que existen en este como los poros y zonas muy cercanas a las raíces. Su condición de vida, su alimentación, sus movimientos en el suelo, sus excrementos y su fallecimiento tienen impactos directos e indirectos en su hábitat. Por lo tanto, la actividad biológica de la fauna edáfica sistematiza los procesos y la fertilidad del suelo de manera importante (Ruiz & Lavelle, 2008). A continuación se puede observar la clasificación de los macroinvertebrados que se podrían encontrar (Tabla 2).

- *Oligochaeta*

Dentro de esta clase se incluye a las lombrices de tierra que realizan actividades de excavación en el suelo causando efectos positivos, debido que las madrigueras que construyen permiten que el sustrato tenga una mejor aireación y drenaje. Es importante mencionar que las lombrices al realizar excavaciones a una determinada profundidad del suelo ocasionan una mezcla e intercambio de materiales más subterráneos con los superficiales. Se alimentan principalmente de material orgánico en descomposición (Barnes, 1969; Haro, 1997).

- *Insecta*

La clase insecta cumple un papel muy importante en los ecosistemas y las diferentes cadenas tróficas. Estos son los encargados de polinizar cualquier tipo de planta con la cual estén relacionados, principalmente con las angiospermas. Algunos insectos (50%) se encargan de la descomposición de materia orgánica en el suelo siendo considerados fitófagos. Mientras la otra parte (50%) se alimentan directa o indirectamente de otros animales. Un bajo porcentaje de fitófagos son considerados dañinos ya que actúan como plagas destruyendo los cultivos (Rogg, 2000).

- *Arachnida*

Comprende una de las clases más amplias debido que se pueden encontrar arañas, ácaros, alacranes, garrapatas y escorpiones siendo las comunes y conocidas. Estos se caracterizan por tener ocho extremidades y vivir bajo rocas o bajo el suelo su etología es muy variada, se alimentan particularmente de insectos (Barnes, 1969; Haro, 1997).

- *Chilopoda*

Los ciempiés son artrópodos que pertenecen al subfilo Myriapoda, suele habitar sitios relativamente húmedos y oscuros como en los musgos, el humus, bajo las rocas y en la hojarasca, aunque también puede encontrarse en las habitaciones de los humanos de esta manera evitan estar expuestos directamente al sol. La alimentación de los chilopodos está basada en macro y meso fauna del suelo siendo considerados depredadores generalistas (Barnes, 1969; Cupul, 2010).

- *Diplopoda*

Los milpiés son organismos edáficos que se desarrollan en lugares húmedos, se los puede encontrar habitualmente donde hay material orgánico en descomposición y bajo rocas. Son considerados detritívoros o herbívoros lo que les permite ayudar a descomponer materia vegetal y que el suelo recupere minerales (Cupul, 2010; Bueno-Villegas, 2012).

2.2.6. Macrofauna como indicadores biológicos

La macrofauna puede ser utilizada como indicador de la calidad de suelo y su estado de conservación ya que abarcan en gran medida las propiedades biológicas del mismo. En estos organismo se incluye todos los invertebrados que residen en este recurso natural, que sean superiores a los 2 mm hasta los 20 mm de diámetro, debido que estos individuos actúan en los diferentes procesos de los ciclos de nutrientes, siendo la macrofauna uno de los principales componentes biológicos que ayudan y pueden ser

utilizados para evaluar suelos con afectaciones antrópicas, esto debido que su riqueza taxonómica, densidad, biomasa y composición depende de los diferentes usos del suelo ya que son sensibles a condiciones adversas de su hábitat, afectado así sus funciones y diversidad (Rendón, 2011; Cabrera, 2012). La edafofauna es la encargada de realizar diversas actividades en el suelo entre las cuales está la incorporación de material orgánico, aireación e infiltración. Por tal razón los organismos de suelo son calificados como bioindicadores sensibles a alteraciones en el uso y la calidad del suelo. Los grupos funcionales de macrofauna, su abundancia y diversidad son indicadores de la actividad biológica que se realiza en el suelo (Velásquez, 2007; Huerta, 2008; Rousseau, 2013).

Tabla 2. Principales grupos taxonómicos de macrofauna edáfica.

Filo	Clase	Orden	Nombre común
Annelida	Oligochaeta	Haplotaxida	Lombrices de tierra
Arthropoda	Arachnida	Araneae	Arañas
	Insecta	Coleóptera	Escarabajos
		Dictyoptera	Cucarachas
		Hemíptera	Chinches
		Himenóptera	Hormigas
		Isóptera	Termitas
		Isópoda	Cochinillas
		Orthoptera	Grillos y saltamontes
	Diplopoda		Milpiés
Chilopoda		Ciempíes	
Mollusca	Gasterópoda		Babosas y caracoles

Fuente: Zerbino, (2005). *Evaluación de la densidad, biomasa y diversidad de la macrofauna del suelo en diferentes sistemas de producción.*

2.2.7. Manejo y conservación de suelo

El manejo y conservación de suelos en la agricultura tradicional, se encarga de crear condiciones edafológicas que favorezcan al crecimiento, desarrollo y la posterior cosecha de los cultivos. Se pueden emplear sistemas de manejo de suelos, los cuales no deben producir impactos ambientales que perjudiquen al ambiente, ya sea a los seres humanos y los recursos naturales como agua, aire, suelo, fauna, flora, etc. Dichos sistemas no deberían usar biocidas debido a su toxicidad, por lo cual causan serios

problemas a la salud provocando hasta la muerte de los seres vivos, estos también contaminan los suelos produciendo una gran disminución de las poblaciones, diversidad y actividad de la macrofauna del suelo (FAO, 2000).

2.2.8. Propuestas y estrategias de conservación

Para dar un manejo adecuado al suelo se pueden aplicar varias técnicas las cuales ayudan a que este conserve sus propiedades físicas, químicas y biológicas. A continuación, en la Tabla 3 se muestra diversas propuestas para la conservación del suelo.

Tabla 3. Estrategias para la conservación del suelo.

N°	Técnicas	Aplicación- Beneficios
3	Mulch	Este consiste en cubrir el suelo con material orgánico de cultivos cercanos, esto impide el crecimiento de malezas (Kolmans y Vásquez, 1999).
4	Compost	Libera sus nutrientes lentamente, de esta manera minimizando las pérdidas o lixiviación de los mismos (Sullivan, 2007).
5	Labranza reducida	Sus principales beneficios son la reducción de erosión del suelo y mejora la retención de agua en el mismo, haciéndolo más resistente a la sequía (Sullivan, 2007).
6	Estiércol de animales	Es una excelente enmienda, proporcionando tanto materia orgánica como nutrientes (Sullivan, 2007).

Elaboración: Autor.

2.3. Marco legal

2.3.1. Constitución de la República del Ecuador

La presente investigación está enmarcada en la Constitución de la República del Ecuador en el Art. 264 y 276 se menciona que el Estado será el encargado de regular el uso, sobre uso y ocupación del suelo mediante planes de desarrollo y ordenamiento territorial, tomando en cuenta la recuperación y conservación de la naturaleza para mantener un ambiente sano, garantizando un acceso equitativo de la calidad de suelo, aire y agua.

Siendo el suelo uno de los más importantes ya que de él provienen los alimentos en los Art. 409 y 410 señalan que la conservación de este recurso en especial su capa fértil, es de interés público y prioridad nacional, por lo tanto se establecerá una normativa para protegerlo y darle un uso sostenible previniendo su degradación, y en las áreas que ya hayan sido afectadas el Estado desarrollará y estimulará proyectos que ayuden a la recuperación y restauración del suelo, como reforestación, revegetación tomando en cuenta las especies nativas de las diferente zonas. También se brindará apoyo a los agricultores y comunidades, con capacitaciones sobre prácticas agrícolas para manejar y conservar el suelo adecuadamente, promoviendo la soberanía alimentaria. En cuanto a la conservación y cuidado de la biodiversidad los Art. 14, 57, 261, 267, 281, 395, 397, 400, 402 y 403, mencionan que el Estado protegerá la integridad de este recurso, mediante políticas que precautelen su soberanía. También se incentivará al desarrollo de actividades productivas comunitarias que preserven y protejan la diversidad biológica del ambiente.

2.3.2. Convenio Sobre la Diversidad Biológica

Este convenio internacional el cual tuvo su origen en 1992 en la Cumbre de Río de Janeiro, donde todos sus artículos amparan a la diversidad biológica a nivel mundial, la cual debe ser protegida y conservada, para de esta manera conseguir un equilibrio natural, el cual se compagina con los otros ejes de la sustentabilidad.

2.3.3. Ley de Gestión Ambiental

En esta ley especial se habla simultáneamente del suelo y la biodiversidad en los Art. 9, 13, 23 y 43, donde debe existir el cumplimiento de las normas de calidad ambiental, la cuales son establecidas por el Ministerio del Ambiente, quien debe encargarse de hacer evaluaciones de impacto ambiental, a las actividades que afecten los recursos naturales. También se menciona que las personas naturales o jurídicas que se vean afectados por deterior del ambiente, pueden acercarse a un juez quien atenderá los diferentes casos.

2.3.4. Ley Forestal y de Conservación de Áreas Naturales y Vida Silvestre

Dentro de este instrumento legal los Art. 6 y 73 mencionan el cuidado y conservación del suelo, el cual puede ser contaminado por actividades antrópicas como la agricultura intensiva, descargas residuales etc.

2.3.5. Acuerdo 061 (Libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria)

En este acuerdo ministerial es el encargado de controlar la calidad ambiental en el país, donde los Art. 1, 28, 201, 205, 212, 213, 214 y 246, hablan sobre mantener la calidad del suelo empezando por los estudios ambientales, los cuales deben proporcionar tratamientos para suelos contaminados, los mismos que deben ser aprobados por la Autoridad Ambiental y cumplir con la normativa técnica existente. Aquí se menciona también la pérdida de biodiversidad debido actividades antrópicas, por lo tanto es necesario tomar medidas de conservación para mitigar esos impactos y llegar a la sustentabilidad.

2.3.6. Ley de Prevención y Control de la Contaminación Ambiental

En cuanto a la contaminación que puede o está sufriendo en el recurso suelo, se toma en cuenta los Art. 10 y 12, los cuales hablan sobre el cumplimiento de normativas establecidas en el país, sobre actividades que alteren la calidad del suelo.

CAPÍTULO III

3. MARCO METODOLÓGICO

3.1. Caracterización del área de estudio

La comunidad de Fakcha Llakta se ubica al Norte del Ecuador, en la provincia de Imbabura, específicamente al noreste del cantón Otavalo, parroquia Miguel Egas Cabezas, a 2.554 msnm en las coordenadas (X= 806.885; Y=10.026.831). Según Trujillo y Lomas (2014), la zona de vida que se puede encontrar en el sitio es el Bosque húmedo montano (bhm) el cual posee un clima privilegiado siendo parte de la región neotropical, a continuación, en la Tabla 4 se especifica los diferentes factores climáticos.

Tabla 4. Factores y elementos climáticos de la comunidad de Fakcha Llakta.

Factores y elementos climáticos	Unidad de medida
Temperatura media a la sombra	14° C.
Temperatura máxima absoluta	18°C
Temperatura mínima absoluta	6°C
Humedad relativa del aire	74,5 %
Precipitación	1000 mm Hg
Días de lluvia anual	143 d.
Presión atmosférica	496,4mm
Temperatura mínima más baja del césped	5°C.
Oscilación de la media	0,3° C.
Oscilación de las máximas absolutas	12° C.
Oscilación de las mínimas absolutas	8° C.
Horas de sol máximo	2637 horas
Topografía	Irregular

Fuente: Trujillo y Lomas (2014)

El sitio posee dos grandes atractivos turísticos como son el Bosque Protector Peguche y la cascada que se encuentra dentro del mismo. Su población es mayormente indígena, donde su lengua natal es el kichwa. Esta comunidad brinda servicios como la venta de comida y artesanías para los turistas que visitan el lugar. También se dedican a

trabajar la tierra, siendo una población económicamente activa. A continuación, en la Figura 1 se muestra el mapa de ubicación del área de estudio.

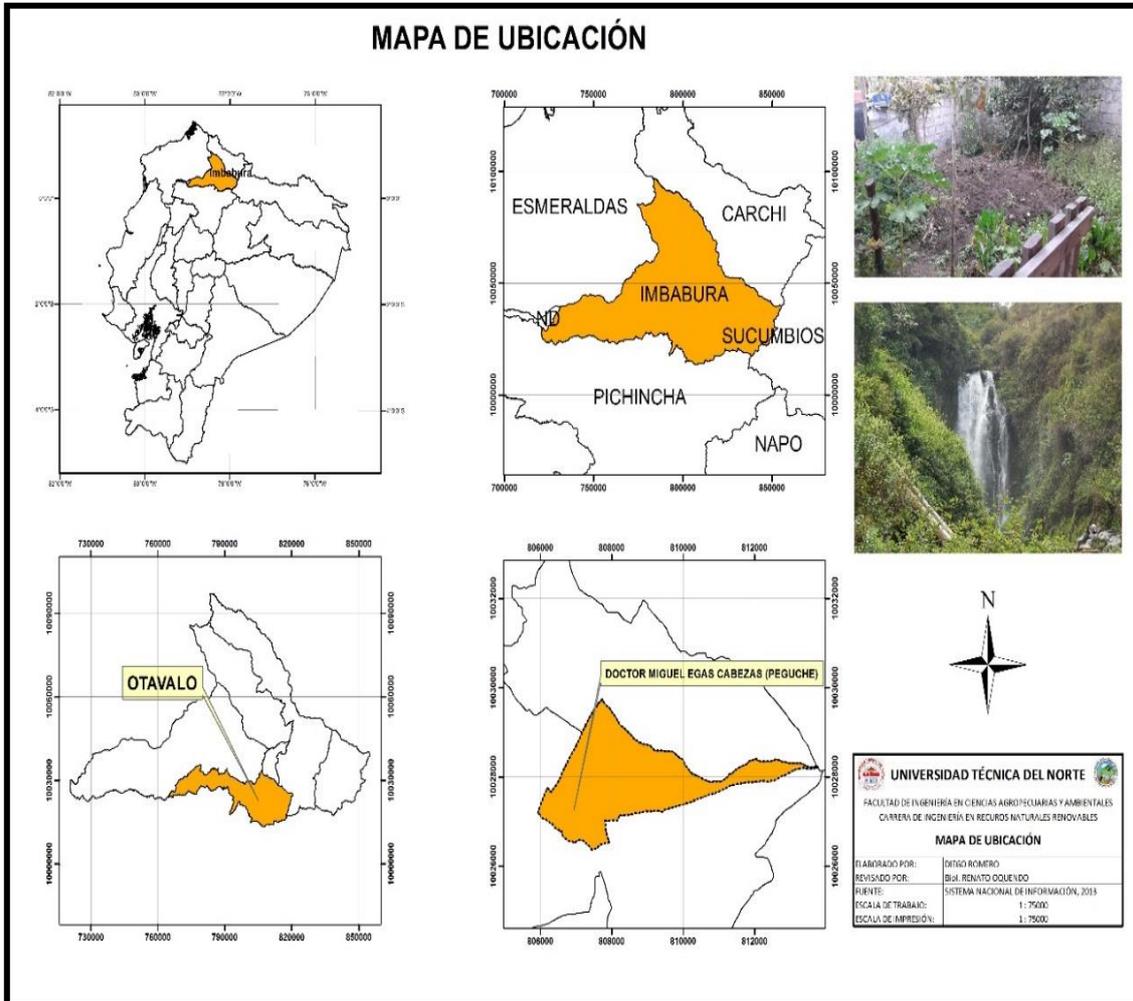


Figura 1. Mapa de ubicación de la comunidad de Fakcha Llakta.

Elaboración: Autor.

3.2. Métodos y materiales

3.2.1. Fase I: Identificación de la macrofauna edáfica en las chacras familiares de la comunidad de Fakcha Llakta.

La colecta de la macrofauna se realizó en época seca y lluviosa, en donde se tomaron puntos GPS de las seis chacras que se van a trabajar. Posteriormente se elaboró un mapa en ArcGIS con una imagen aérea, donde se ubicó cada uno de los sitios de muestreo como se observa en la Figura 2, se procedió a escoger los sitios donde irán

colocadas las trampas. Se colocaron nueve trampas en cada una de las chacras. Esto permitió conocer la abundancia de fauna edáfica en los sitios de muestreo, mientras que para calcular la diversidad se utilizó el índice de Shannon – Wiener (Shannon & Weaver, 1949) el cual consiste en la siguiente fórmula:

$$H' = -\sum P_i * \ln P_i$$

Donde:

H' = Índice de Shannon – Wiener.

P_i = Abundancia relativa.

Ln = Logaritmo natural

Está simbolizado por H' y el resultado necesariamente será positivo, ya que en algunos ecosistemas su valor oscila entre 0,5 y 5, no obstante cuando está entre 2 y 3 indica que el área posee una biodiversidad normal; mientras que los valores menores a 2 denotan una baja diversidad y mayores a 3 son estimados como altos (Somarriba, 1999).

Para realizar la identificación de macrofauna en las chacras, se hizo una revisión bibliográfica de los distintos métodos que se puede aplicar y cuál sería el óptimo para el sitio de estudio. Posteriormente se empleó un método de muestreo estándar planteado por el Instituto de Fertilidad y Biología de Suelos Tropicales (TSBF) que consiste en la aplicación de trampas pitfall y monolitos de suelo de 25x25x30 (Anderson e Ingram, 1993) y trampas winkler (Bestelmeyer *et al.*, 2000).

Posteriormente se visitó los sitios de muestreo y se colocó las trampas pitfall para capturar macrofauna como arañas, escarabajos y cochinillas; mientras que las bolsas winkler permitiendo capturar fauna edáfica como hormigas y termitas, mediante la recolección de hojarasca de cuadrantes de 1 m², y por último se realizó un conteo de lombrices de tierra in-situ, además se utilizó monolitos estándar de 25x25x30 cm. Los especímenes recolectados se colocaron en frascos al 70% de alcohol a excepción de los Haplotaxida y Gastrópoda los cuales se conservaron en formol al 10%, para evitar la supuración de la mucosa. Cada frasco fue etiquetado, donde consta la fecha, tipo de trampa, número de chacra, nombre común y el tipo de suelo. Una vez que se realizó el

muestreo en cada una de las chacras, se procedió a llevar los individuos al laboratorio para su identificación, para lo cual se utilizaron claves taxonómicas para clasificarlos en los diferentes órdenes y familias de macrofauna encontrados.

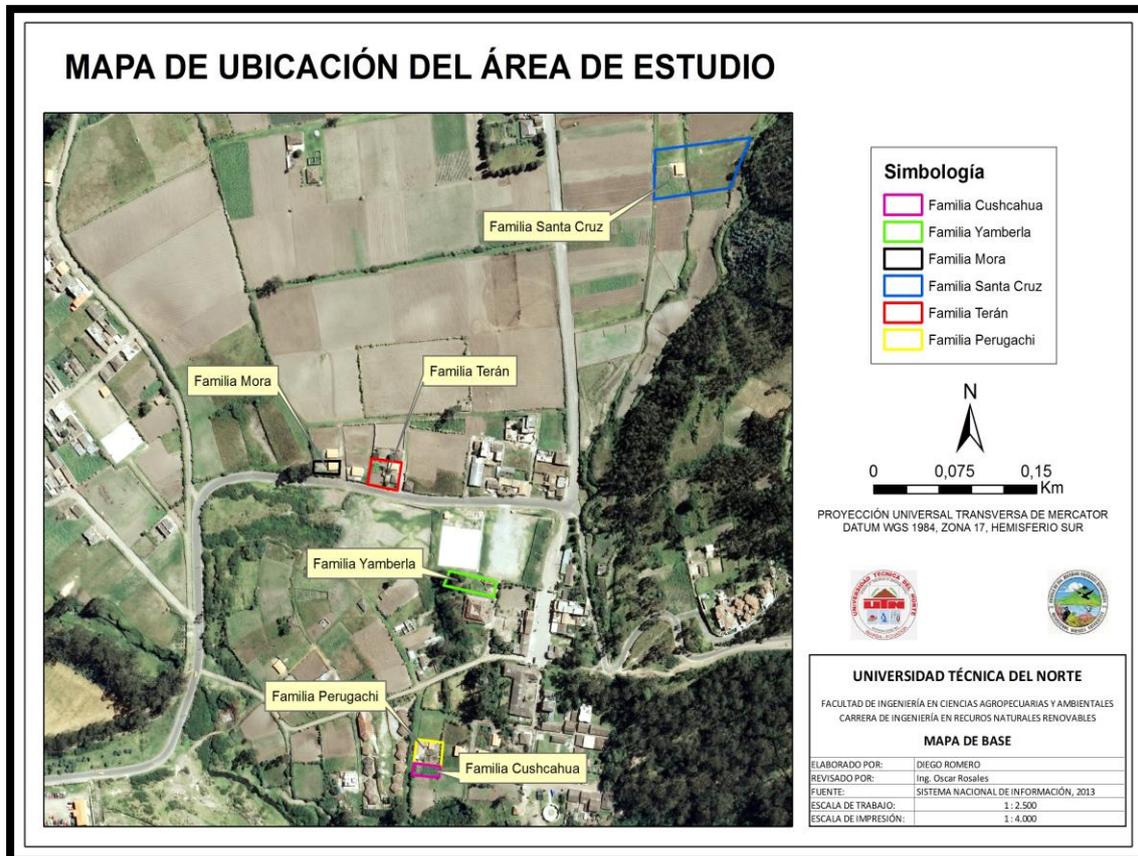


Figura 2. Mapa de ubicación de las chacras.

Elaboración: Autor

3.2.2. Fase II: Relación de la macrofauna asociada a las chacras familiares con las diferentes características del suelo y la diversidad de plantas.

Para desarrollar esta fase se debe conocer las características del suelo y la diversidad vegetal de las chacras, por lo tanto las muestras de suelo se tomaron cerca de los sitios de trampeo para conseguir datos más fiables y se realizó un levantamiento e identificación de las plantas adyacentes a las trampas pitfall. Para esto se necesitó enviar las muestras a un laboratorio certificado del INIAP, una vez conocidos los resultados, se procedió a relacionar la fauna edáfica que se encontró en cada chacra con los índices

de diversidad de macrofauna y la diversidad de plantas y los resultados de materia orgánica y humedad de cada chacra.

3.2.3. Fase III: Diseño de estrategias para incrementar la fauna edáfica en las chacras familiares de la comunidad de Fakcha Llakta.

Con base en el análisis de los datos obtenidos y la revisión de literatura sobre manejo adecuado del suelo, para que sea sostenible en el tiempo y que estas propuestas ayuden a la conservación de este recurso y al incremento de la macrofauna, la cual también es importante debido que indica qué tan saludable es el suelo. Se proporcionó las indicaciones necesarias a los propietarios de las chacras, sobre las técnicas que ayuden a mejorar el rendimiento del suelo con un manejo adecuado, buscando siempre la conservación de este recurso.

3.3. Consideraciones bioéticas

Para las muestras que se tomará en las chacras se realizará:

- El principio de precaución para las especies que se conservará y posteriormente se identificará en laboratorio. Todo esto se basará en métodos estandarizados por TBSF. De esta manera no se afectará la biodiversidad que en el suelo tomando en cuenta la bioética.
- Se solicitó el consentimiento informado a los dueños de las chacras, dependiendo de la información que estos brinden. Esto se realizará con la socialización del proyecto y se seleccionó los sitios más óptimos.

CAPÍTULO IV

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Identificación de la macrofauna edáfica

En las seis chacras familiares de la comunidad de Fakcha Llakta se registraron cinco clases de invertebrados: Oligochaeta, Crustacea, Myriapoda, Arachnida e Insecta (Figura 3). De esta última se identificaron 18 familias y 7 órdenes (Tabla 5), se registró aproximadamente 4 000 individuos en la época seca y lluviosa.

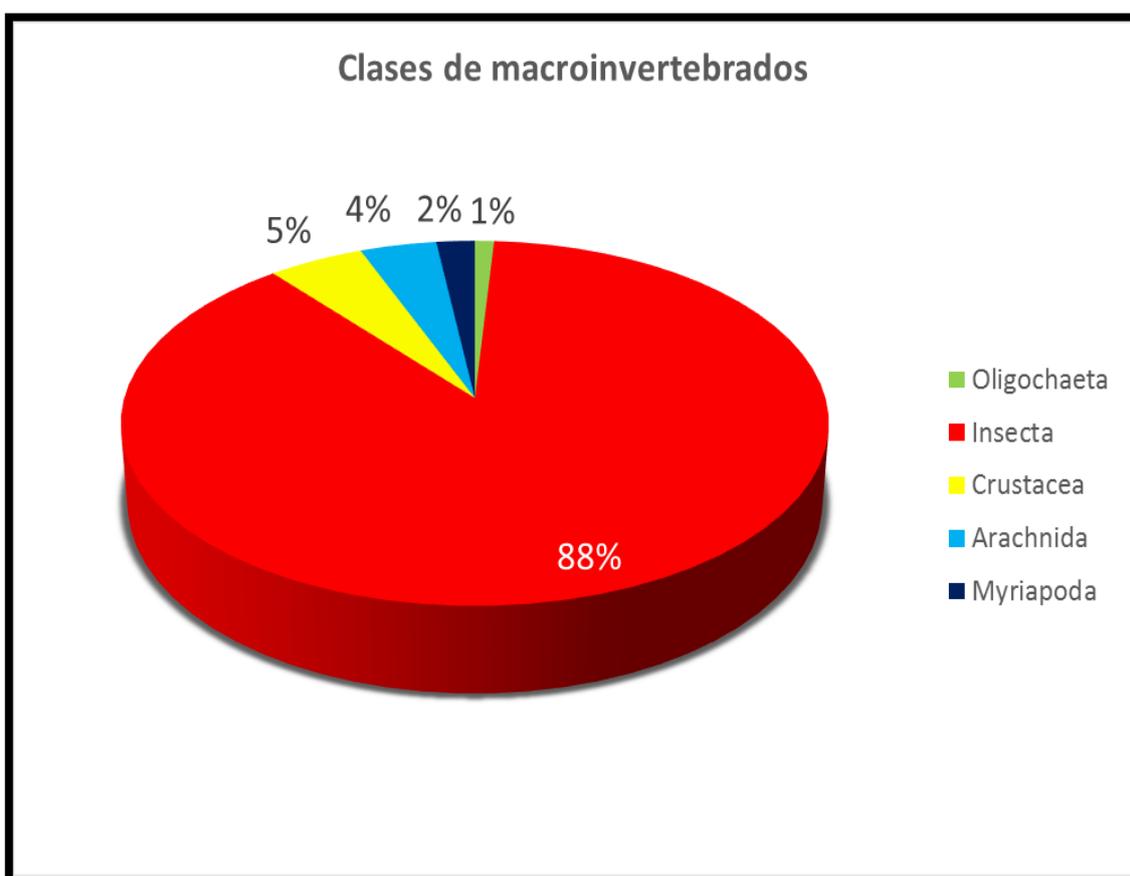


Figura 3. Clases de macroinvertebrados encontrados en la comunidad de Fakcha Llakta.

Elaboración: Autor

Tabla 5. Taxonomía de macrofauna edáfica identificada en la comunidad de Fakcha Llakta.

Clase	Orden	Familia	Época seca N° individuos	Época lluviosa N° individuos	%Total órdenes
Oligochaeta	Haplotaxida	Lumbricidae	24	14	1%
Insecta	Coleóptera	Scarabaeidae	16	69	56%
		Carabidae	361	372	
		Elateridae	28	49	
		Curculionidae	144	535	
		Staphylinidae	19	7	
		Coccinellidae	1	1	
		Histeridae	269	102	
		Tenebrionidae	67	266	
		Cerambycidae	1	0	
		Indeterminada	19	7	
	Himenóptera	Formicidae	41	49	2%
		Vespidae	2	1	
	Hemíptera	Pyrrhocoridae	98	3	3%
		Lygaeidae	6	5	
		Nabidae	3	9	
		Pentatomidae	1	0	
		Miridae	1	3	
	Dermáptera	Chelisochidae	7	1	0%
	Díptera	Indeterminada	74	71	4%
	Homóptera	Cicadellidae	3	1	0%
Lepidóptera (L)	Indeterminada	208	355	14%	
Díptera (L)	Indeterminada	38	18	1%	
Collémbola	Indeterminada	115	206	8%	
Crustacea	Isópoda	Indeterminada	112	39	5%
Arachnida	Araneae	Indeterminada	116	48	4%
Myriapoda	Diplópoda	Indeterminada	31	11	1%
	Chilópoda	Indeterminada	10	11	1%
TOTAL			1815	2318	100%

Elaboración: Autor

L= larvas

Los órdenes Coleóptera, y Collémbola tienen una abundancia significativa en las dos estaciones climáticas muestreadas. La mayor diversidad se encontró en el orden Coleóptera con 56%, seguido de Collémbola con 8% y finalmente Isópoda con un 5%. Los Coleópteros presentaron 9 familias como: Carabidae, Curculionidae, Histeridae y Tenebrionidae que son las más abundantes. Los órdenes Hemíptera, Himenóptera, Isópoda, Díptera y Araneae tienen un número reducido de individuos, haciéndolo poco representativo. Donde Hemíptera con la familia Pyrrhocoridae la más abundante con 101 individuos en las chacras familiares (Tabla 5). La abundancia de organismos edáficos en época seca fue 1 815 individuos en comparación con los colectados en época lluviosa que fueron 2 318, estos valores discrepan debido que en época de mayor precipitación el suelo tiene mayor humedad mejorando así el hábitat de la macrofauna que habita en él (Quiroz, 2015).

A continuación se presenta los datos obtenidos en cada una de las chacras familiares, de acuerdo a los muestreos ejecutados en las dos épocas climáticas y de esta manera poder diferenciar o apreciar la diversidad de organismos edáficos que poseen los patios productivos.

4.1.1. Chacra Familia Terán

En la chacra de la familia Terán se registraron cinco clases de macroinvertebrados en época seca y lluviosa, donde la más abundante es Insecta, seguido de Crustacea, Arachnida y finalmente Oligochaeta. En la identificación de individuos, el orden Coleóptera presentó mayor diversidad con nueve familias siendo las más abundantes Curculionidae, Carabidae e Histeridae. Se registraron aproximadamente 700 individuos colectados en las dos épocas de muestreo (Tabla 6).

De acuerdo con los datos obtenidos el orden Coleóptera es más abundante en esta chacra con 57%, seguido de Isópoda con 16% y Collémbola 7%. Se registró la presencia de larvas de Lepidóptera con 9%. A continuación se demuestra el número de individuos colectados en las dos épocas climáticas muestreadas según los órdenes identificados donde se puede observar un aumento de individuos en la época de mayor precipitación.

Tabla 6. Taxonomía de macrofauna edáfica identificada en la Chacra de la Familia Terán.

Clase	Orden	Familia	Época seca N° individuos	Época lluviosa N° individuos	% Total órdenes
Oligochaeta	Haplotaxida	Lumbricidae	4		1%
Arachnida	Araneae	Indeterminada	13	10	3%
Myriapoda	Chilópoda	Indeterminada		1	0%
Crustacea	Isópoda	Indeterminada	87	20	16%
Insecta	Lepidóptera	Indeterminada	18	47	9%
	Díptera	Indeterminada	6	16	3%
	Collémbola	Indeterminada	7	44	7%
	Hemíptera	Pyrrhocoridae	5	1	1%
	Dermáptera	Chelisochoidea		1	0%
	Himenóptera	Formicidae	4	15	3%
		Vespidae	1		
	Coleóptera	Cerambycidae	1		57%
		Scarabaeidae	2	3	
		Elateridae	6	5	
		Carabidae	71	63	
		Curculionidae	25	141	
		Coccinellidae		1	
		Histeridae	32	27	
Tenebrionidae			3		
Staphylinidae		2	1		
Indeterminada	2	5			
TOTAL			286	404	100%

Elaboración: Autor

4.1.2. Chacra Familia Santa Cruz

La chacra de la familia Santa Cruz presentó cuatro clases macroinvertebrados siendo la abundante Insecta, seguida de Arachnida y finalmente Myriapoda. Los órdenes más representativos que identificaron en el patio productivo son: Coleóptera que cuenta con siete familias, siendo Carabidae, Curculionidae e Histeridae las que presentan un mayor número de individuos. Se registraron aproximadamente 900 individuos colectados en las dos épocas de muestreo (Tabla 7). La colecta de

macrofauna en época seca y lluviosa identificó alrededor de nueve ordenes distintos, entre los cuales se destacan Coleóptera con 57% de abundancia, seguido de Hemíptera y Collémbola con 10% y finalmente Araneae con 6%. Se registró un 14% de larvas de Lepidóptera. A continuación se puede observar que el numero de individuos colectados en las épocas muestreadas es menor en época de lluvia.

Tabla 7. Taxonomía de macrofauna edáfica identificada en la Chacra de la Familia Santa Cruz.

Clase	Orden	Familia	Época seca N° individuos	Época lluviosa N° individuos	% Total órdenes
Arachnida	Araneae	Indeterminada	48	4	6%
Myriapoda	Chilópoda	Indeterminada	5	1	1%
Crustacea	Isópoda	Indeterminada	1		0%
Insecta	Lepidóptera	Indeterminada	123	2	14%
	Díptera	Indeterminada	12	3	2%
	Collémbola	Indeterminada	68	16	10%
	Hemíptera	Pyrrhocoridae	89	1	10%
		Pentatomidae	1		
	Himenóptera	Formicidae	4		1%
		Vespidae		1	
	Coleóptera	Scarabaeidae	2	28	57%
		Elateridae	11	7	
		Carabidae	194	74	
		Curculionidae	18	95	
		Histeridae	41	4	
		Tenebrionidae	5	15	
Staphylinidae		7			
TOTAL			629	251	100%

Elaboración: Autor

4.1.3. Chacra Familia Mora

La familia Mora en su chacra presentó cuatro clases macroinvertebrados siendo la más abundante y representativa Insecta, seguida de Arachnida y finalmente Crustacea. Los órdenes identificados en el patio productivo son: Coleóptera que cuenta con siete familias, siendo el más diverso y abundante en la chacra. Se registraron

aproximadamente 600 individuos colectados en las épocas de mínima y máxima precipitación (Tabla 8).

Tabla 8. Taxonomía de macrofauna edáfica identificada en la Chacra de la Familia Mora.

Clase	Orden	Familia	Época seca N° individuos	Época lluviosa N° individuos	% Total órdenes	
Arachnida	Araneae	Indeterminada	18	2	3%	
Myriapoda	Chilópoda	Indeterminada		2	0%	
Crustacea	Isópoda	Indeterminada	10	1	2%	
Insecta	Lepidóptera	Indeterminada	13	18	5%	
	Díptera	Indeterminada	31	13	7%	
	Collémbola	Indeterminada		18	3%	
	Homóptera	Cicadellidae	1		0%	
	Dermáptera	Chelisochidae	6		1%	
	Hemíptera	Nabidae	2	2	2%	
		Pyrrhocoridae	2			
		Lygaeidae	3	2		
	Himenóptera	Formicidae	24	8	5%	
	Coleóptera	Scarabaeidae			2	71%
		Elateridae	1		3	
		Carabidae	56		131	
		Curculionidae	21		38	
		Histeridae	137		36	
Tenebrionidae				5		
Staphylinidae		1				
Indeterminada				2		
TOTAL			326	283	100%	

Elaboración: Autor

La edafofauna colectada en las épocas muestreadas identificó alrededor de 11 órdenes distintos. El orden Coleóptera con 72% de abundancia es el más representativo, seguido de Díptera con 7% y finalmente Himenóptera con 5%. Se registró un 5% de larvas de Lepidóptera en los muestreos realizados. En la Tabla 8 se puede observar el número de individuos colectados en época seca y lluviosa donde se observa una marcada diferencia en las poblaciones.

4.1.4. Chacra Familia Perugachi

La familia Perugachi presentó cinco clases macroinvertebrados siendo la más representativa Insecta, seguida de Oligochaeta, Arachnida, Myriapoda y finalmente Crustacea siendo uno de los patios productivos más diversos. Los órdenes identificados en la chacra son: Coleóptera que cuenta con siete familias, siendo las más abundantes Curculionidae, Elateridae y Carabidae. Se registraron aproximadamente 400 individuos colectados (Tabla 9).

Tabla 9. Taxonomía de macrofauna edáfica identificada en la Chacra de la Familia Perugachi.

Clase	Orden	Familia	Época seca N° individuos	Época lluviosa N° individuos	% Total órdenes	
Oligochaeta	Haplotaxida	Lumbricidae	18	10	7%	
Arachnida	Araneae	Indeterminada	9	16	6%	
Myriapoda	Chilópoda	Indeterminada	4	6	2%	
	Diplópoda	Indeterminada	6	7	3%	
Crustacea	Isópoda	Indeterminada		25	6%	
Insecta	Lepidóptera	Indeterminada	25	19	10%	
	Díptera	Indeterminada	1	11	3%	
	Díptera (L)	Indeterminada	2		0%	
	Collémbola	Indeterminada	21	50	17%	
	Hemíptera		Pyrrhocoridae		1	2%
			Lygaeidae	2	2	
			Miridae		3	
			Nabidae		2	
	Himenóptera		Formicidae	4	19	6%
			Vespidae	1		
	Coleóptera		Scarabaeidae		1	38%
			Elateridae	6	24	
			Carabidae	5	19	
			Curculionidae	41	39	
			Histeridae	6	4	
Tenebrionidae			5	10		
Staphylinidae				2		
TOTAL			156	270	100%	

Elaboración: Autor

L= larvas

Los macroinvertebrados colectados en las épocas muestreadas registraron alrededor de 11 órdenes diferentes. Donde el orden Coleóptera con 38% es el más representativo, seguido de Collémbola con 17%, Haplotaxida con 7% y por último Himenóptera, Isópoda y Araneae con 6%. Se registró un 10% de larvas de Lepidóptera en los muestreos realizados. A continuación se puede observar el número de individuos colectados en época seca y lluviosa tomando en cuenta que época de precipitación la abundancia aumentó (Tabla 9).

4.1.5. Chacra Familia Cushcahua

En la chacra de la familia Cushcahua se registraron cuatro clases de macroinvertebrados en época seca y lluviosa, donde la más representativa es Insecta, seguido de Crustacea y Arachnida. En la identificación de individuos, el orden Coleóptera presentó mayor diversidad con siete familias siendo las más abundantes Curculionidae, Scarabaeidae y Carabidae. Se registraron aproximadamente 800 individuos colectados (Tabla 10).

De acuerdo con los datos obtenidos el orden Coleóptera es más abundante en esta chacra con 50%, seguido de Collémbola con 4% y Díptera e Isópoda 3%. Se registró la presencia de larvas de Lepidóptera con 35% de abundancia. A continuación se muestra el número de individuos colectados en las dos épocas climáticas muestreadas según los órdenes identificados observando el aumento de individuos en época de lluvia.

Tabla 10. Taxonomía de macrofauna edáfica identificada en la Chacra de la Familia Cushcahua.

Clase	Orden	Familia	Época seca N° individuos	Época lluviosa N° individuos	% Total órdenes
Arachnida	Araneae	Indeterminada	13	5	2%
Myriapoda	Chilópoda	Indeterminada	1	1	0%
Crustacea	Isópoda	Indeterminada	11	10	3%
Insecta	Lepidóptera	Indeterminada	22	244	35%
	Díptera	Indeterminada	18	4	3%
	Collémbola	Indeterminada	3	31	4%
	Dermáptera	Chelisochidae	1		0%
	Homóptera	Cicadellidae	1		0%
	Hemíptera	Lygaeidae	1		1%
		Miridae	1		
		Nabidae	1	2	
	Himenóptera	Formicidae	5	3	1%
	Coleóptera	Coccinellidae	1		50%
		Scarabaeidae	9	23	
		Elateridae		9	
		Carabidae	18	21	
		Curculionidae	35	212	
Histeridae		29	2		
Tenebrionidae		10	13		
Staphylinidae	2				
TOTAL			182	580	100%

Elaboración: Autor

4.1.6. Chacra Familia Yamberla

La chacra de la familia Yamberla presento cinco clases macroinvertebrados siendo la abundante Insecta, seguida de Arachnida y Myriapoda y finalmente Oligochaeta y Crustacea. Los órdenes más representativos que identificaron en el patio productivo son: Coleóptera que cuenta con siete familias, siendo Tenebrionidae, Histeridae y Carabidae las más abundantes. Se registraron aproximadamente 900 individuos colectados en las dos épocas de muestreo (Tabla 11).

Tabla 11. Taxonomía de macrofauna edáfica identificada en la Chacra de la Familia Yamberla.

Clase	Orden	Familia	Época seca N° individuos	Época lluviosa N° individuos	% Total órdenes	
Oligochaeta	Haplotaxida	Lumbricidae	2	4	1%	
Arachnida	Araneae	Indeterminada	15	12	4%	
Myriapoda	Diplópoda	Indeterminada	25	5	4%	
Crustacea	Isópoda	Indeterminada	3	46	6%	
Insecta	Lepidóptera	Indeterminada	7	25	4%	
	Díptera	Indeterminada	6	24	4%	
	Díptera (L)	Indeterminada	36	18	7%	
	Collémbola	Indeterminada	16	47	8%	
	Homóptera	Cicadellidae	1	1	0%	
	Hemíptera	Lygaeidae			1	1%
		Pyrrhocoridae	2			
		Nabidae			3	
	Himenóptera	Formicidae		4	1%	
	Coleóptera	Scarabaeidae	3	12	60%	
		Elateridae	4	1		
		Carabidae	17	64		
		Curculionidae	4	10		
		Histeridae	24	29		
Tenebrionidae		47	220			
Staphylinidae		7	4			
Indeterminada		17				
TOTAL			236	530	100%	

Elaboración: Autor

L= larvas

La colecta de fauna edáfica en época seca y lluviosa identificó alrededor de 11 órdenes diferentes, entre los cuales se destacan Coleóptera con 60% de abundancia, seguido de Collémbola con 8%. Se registró un 4% de larvas de Lepidóptera y 7% de larvas de Díptera. En la Tabla 11 se puede observar el número de individuos colectados en las épocas muestreadas, clasificados por orden tomando en cuenta el aumento de individuos en época de precipitación.

La macrofauna está compuesta por organismos de diferentes Clases, Órdenes y Familias. Las actividades que éstos realizan en el suelo dependiendo su forma de vida, provoca impactos en su hábitat, ya que se encargan de sistematizar algunos procesos edáficos, además indica que si existe un equilibrio en la abundancia de individuos del orden Collémbola es un indicador biológico de la fertilidad del suelo; en este caso presentan una variabilidad de poblaciones alterando el rendimiento de producción agrícola (Cabrera, 2012).

Según la alimentación de la fauna edáfica se puede encontrar organismos herbívoros, detritívoros y depredadores. El grupo funcional de los herbívoros está constituido por los órdenes Himenóptera, Orthóptera y Coleóptera encargados de la producción primaria neta que posteriormente será usada por los demás organismos del suelo. Los detritívoros cumplen una función esencial en el mantillo, siendo primordiales en la descomposición del material orgánico, los encargados de este trabajo son los coleópteros (escarabajos), anélidos (lombrices) y dípteros (moscas). Los arácnidos, chilópodos, hemípteros e himenópteros son considerados depredadores encargados de controlar y regular, plagas y organismos patógenos que perturben o alteren las funciones del suelo, principalmente las familias Carabidae y Staphylinidae pertenecientes al orden Coleóptera (Lavelle & Blanchart, 1992; Decaens, 2003; Cabrera, Robaina & Ponce de León, 2011b). La abundancia que presenta el orden Coleóptera en las chacras familiares puede corresponder a la variedad de individuos los cuales poseen distintos hábitos de alimentación éstos pueden ser fitófagos, herbívoros y depredadores, de esta manera se benefician de los múltiples recursos del suelo aumentando así su población (Brown, 2001).

La colecta de fauna edáfica en las trampas Winkler dio como resultado un mayor número de individuos en la época de lluvia donde los órdenes más representativos son Isopoda (18 individuos) en la chacra de la familia Perugachi, mientras que el patio productivo de la familia Yamberla presenta los órdenes Isópoda (41 individuos) en la época de mayor precipitación y Coleóptera (17 individuos) en época seca. Cabe recalcar que no se encontró gran diversidad de individuos ni tampoco una abundancia representativa, lo cual no coincide con los datos obtenidos por Arango (2007) y Téllez (2006), donde la colecta de macrofauna con las trampas Winkler dio

como resultado una gran diversidad y abundancia de individuos principalmente el orden Himenóptera.

En el conteo de lombrices de tierra en las dos épocas climáticas registró una mayor abundancia en época seca en las chacras familiares de Perugachi con 18 individuos, seguido de Terán con 4 individuos, mientras que Yamberla presentó cuatro individuos en época de lluvia, lo cual se debe al desarrollo agrícola, ratificando estos organismos como indicadores biológicos debido a alteraciones antrópicas (Figura 4).

La fauna edáfica presentó una mayor diversidad y abundancia en la época de máxima precipitación con respecto a la época seca, donde el orden Coleóptera es uno de los más representativos. Aunque el cambio de uso de suelo para el desarrollo de cultivos agrícolas, muestra una marcada reducción de individuos y grupos funcionales de macrofauna, especialmente Haplotaxida siendo organismos sensibles a alteraciones antrópicas confirmando que son potenciales indicadores biológicos para determinar el estado del suelo (Zerbino, 2008; Botina, 2012; Cabrera, 2012 y Suárez, 2015).

La modificación de los sistemas naturales provoca la degradación del recurso suelo alterando así las propiedades físicas, químicas y la biota edáfica, la cual también depende de la zona climática, el tipo de suelo y su manejo (Lavelle & Spain, 2001). Según Birkas (2010) al contrastar las diferentes maneras de labrar el suelo de forma tradicional, la abundancia de Haplotaxida se redujo drásticamente y cuando se aplicó la siembra directa estos individuos aumentaron, indicando que la intensidad de las actividades agrícolas tradicionales causa un impacto en la biomasa de los organismos edáficos. La labranza profunda es una práctica agrícola que afecta el hábitat del orden Haplotaxida dañando sus excavaciones las cuales brindan oxigenación del suelo, también disminuye el porcentaje de humedad al quitar la cobertura vegetal la evaporación aumenta generando así una reducción de individuos debido a estas prácticas antrópicas (Edwards, 2000). Las chacras familiares que presentan mayor porcentaje de humedad son Yamberla con 23,60%, Perugachi con 20,05% y finalmente Cushcahua con 13,25% (Tabla 13), esto se debe a la cobertura vegetal que existe en estos patios productivos, la cual mantiene la humedad y evita su evaporación.

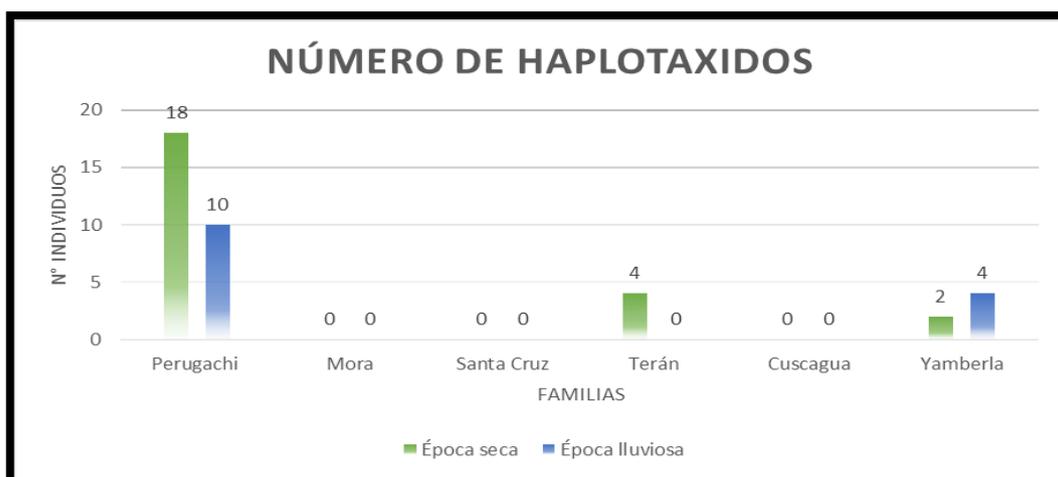


Figura 4: Número de Haplotaxidos dos en época seca y lluviosa en las Chacras Familiares de la comunidad de Fakcha Llakta.

Elaboración: Autor

4.2. Relación de la macrofauna con los índices de diversidad y los parámetros de suelo

El índice de Shannon & Wiener es frecuentemente utilizado para realizar cálculos de diversidad en ecología; de esta manera se lo empleó para conocer cómo se distribuye la macrofauna y la diversidad de plantas dentro de un área determinada (Martella et al 2012). Este índice está relacionado con el número de individuos que se colectaron en las estaciones climáticas muestreadas y la diversidad vegetal tomando en cuenta los valores de humedad y materia orgánica de cada patio productivo como se observa en las Tablas 12 y 13.

Tabla 12. Abundancia e índice de diversidad de las seis chacras familiares en las épocas de muestreo.

Familia	N° de individuos		Índice de diversidad macrofauna	
	Época seca	Época lluviosa	Época seca	Época lluviosa
Terán	286	404	2,07	2,08
Santa Cruz	629	251	2,02	1,71
Mora	326	283	1,89	1,83
Perugachi	156	270	2,29	2,57
Cushcahua	182	580	2,41	1,51
Yamberla	236	530	2,47	2,07

Elaboración: Autor

Tabla 13. Parámetros para establecer relaciones con los resultados obtenidos.

Familia	N° de individuos	Índice de diversidad macrofauna	Índice de diversidad plantas	% Humedad	% M. O.
Terán	690	2,17	2,57	6,55	3,80
Santa Cruz	880	2,15	2,73	9,35	2,60
Mora	609	2,02	2,06	6,25	3,60
Perugachi	426	2,56	3,95	20,05	5,70
Cushcahua	762	1,88	1,17	13,25	5,50
Yamberla	766	2,32	0,77	23,60	8,10

Elaboración: Autor; Calderón y Vélez, 2017

En la chacra de la familia Terán se observa un aumento de individuos en la época de mayor precipitación, el índice de diversidad de organismos de suelo es normal se mantiene entre 2,07 - 2,08 y el índice de diversidad vegetal es normal con 2,57 donde el haba, maíz, escubillo y frijol ocupan gran parte de la unidad de producción agrícola. Esta chacra tiene un contenido medio de 3,80% de materia orgánica (Calderón y Vélez, 2017), esto se debe a que los restos de los cultivos se dejan sobre el suelo, lo cual es importante en el hábitat y aumento de poblaciones de la fauna edáfica.

Mientras que la chacra de la familia Santa Cruz muestra una marcada reducción de la población de macrofauna en la época lluviosa, disminuyendo el índice de Shannon de 2,02 a 1,71. El contenido de material orgánico es 2,60%, por la poca cobertura vegetal del suelo siendo el valor más bajo de todas las chacras; sin embargo, muestra un índice de diversidad vegetal normal con 2,73 debido a la variedad de plantas medicinales, frutales, alimentarias y ornamentales (Calderón y Vélez, 2017).

En comparación con los patios productivos anteriores la chacra de la familia Mora presenta índices de diversidad bajos en las dos épocas de muestreo 1,89 y 1,83 respectivamente. En cuanto a la abundancia de macrofauna ésta disminuye en la época lluviosa; el índice de diversidad de plantas es normal con 2,06 donde predominan la papa, maíz, paico entre otras (Calderón y Vélez, 2017). El suelo contiene un porcentaje de materia orgánica en un nivel medio de 3,60 al igual que la familia Terán, a pesar de tener un compostero en su unidad de producción agrícola.

La chacra de la familia Yamberla presentó un aumento en la abundancia de fauna edáfica en la época de mayor precipitación, pero disminuyendo su índice de diversidad de 2,47 a 2,07 mientras que el índice de diversidad vegetal es el más bajo de todas las chacras con 0,77. Esto se debe a la poca variedad de cultivos, plantas ornamentales y arbóreas, pero ostenta el porcentaje más alto de materia orgánica con 8,10 con respecto a los demás patios productivos, esto se debe a que poseen un compostero, en el cual se depositan todos los desechos orgánicos generados dentro del hogar y desechos de animales domésticos como cerdos, gallinas y cuyes, lo cual posteriormente es colocado en el suelo ayudando así a incrementar el porcentaje de materia orgánica y por ende la fauna edáfica.

La chacra Perugachi presentó un aumento de individuos en época lluviosa de la misma manera es la que posee los valores más altos tanto de diversidad de macrofauna como en plantas con respecto a las otras cinco chacras. El índice de diversidad de la fauna edáfica es normal acrecentando de 2,29 a 2,57 y teniendo un índice de diversidad vegetal alto con 3,95, donde predominan la plantas ornamentales y medicinales. El porcentaje de materia orgánica en este patio productivo es 5,70 siendo un valor alto según los datos obtenidos de los análisis de suelo, debido a la cobertura vegetal que posee el patio productivo.

La chacra de la familia Cushcahua muestra una mayor abundancia de macroinvertebrados en época de mayor precipitación, pero como en las chacras de Terán y Yamberla el índice de diversidad disminuye drásticamente de un valor normal de 2,41 a un valor bajo de 1,51 debido a factores antrópicos como la remoción de cobertura vegetal. Presenta también un índice de diversidad vegetal bajo de 1,17 como la familia Yamberla debido que no existe una variedad de cultivos. Por último muestra valores altos de materia orgánica con 5,50 como los patios productivos de Perugachi y Yamberla.

Según Usman (2016), menciona que la macrofauna del suelo es la encargada de la descomposición de materia orgánica y de agregar nutrientes a la solución salina del suelo, esto influirá en la abundancia y diversidad de organismos que pueden estar

presentes en área determinada dependiendo su porcentaje de materia orgánica. Las unidades de producción agrícola que muestran mayor abundancia y diversidad de fauna edáfica son Perugachi, Cushcahua y Yamberla debido que presentan porcentajes altos de material orgánico.

Los análisis físicos y químicos de suelo realizados por el INIAP y LABINAM-UTN, determinó parámetros importantes como el porcentaje materia orgánica y la humedad de cada chacra estudiada mostrando una relación con la macrofauna recolectada en las chacras familiares (Tabla 14).

Tabla 14. Resultados del análisis de suelo.

Familia	Terán	Santa Cruz	Mora	Perugachi	Cushcahua	Yamberla
Parámetros						
Ca (meq/100ml)	11,10 A	6,40 M	11,00 A	13,20 A	10,60 A	13,10 A
K (meq/100ml)	1,20 A	0,34 M	0,68 A	0,67 A	0,33 M	0,97 A
Mg (meq/100ml)	2,70 A	2,30 A	2,80 A	5,40 A	4,00 A	5,40 A
MO (%)	3,80 M	2,60 B	3,60 M	5,70 A	5,50 A	8,10 A
P (ppm)	130,00 A	13,00 M	37,00 A	42,00 A	13,00 M	282,00 A

Elaboración: INIAP, 2017

Interpretación	
A=	Alto
M=	Medio
B=	Bajo

Según Cerón (2008) y Rendón (2011) las principales familias de coleópteros encontrados en suelos con alta carga orgánica son: Elateridae, Curculionidae, Staphylinidae y Tenebrionidae, resultados similares se registraron en las chacras de las familias Perugachi, Cushcahua y Yamberla donde el orden Coleoptera es el dominante.

El potasio es necesario para aumentar la población de organismos de suelo (Kass, 1996). En este estudio los valores de K en los patios productivos de Yamberla, Terán y Mora son altos, mostrando una cantidad de macrofauna relativamente alta en las dos épocas muestreadas. Sin embargo, la chacra de Perugachi es la que registra el menor número de individuos. Mientras que la chacra de Santa Cruz es la que posee mayor abundancia, pero la cantidad de potasio es media.

Los suelos ricos en materia orgánica y altos valores de fósforo (Zerbino, 2005) están relacionados o es más probable encontrar individuos de los órdenes Coleóptera, Haplotaxida y Araneae, esto coincide con los resultados de los análisis de suelo donde las chacras de Yamberla y Perugachi tienen valores elevados de estos parámetros y los órdenes mencionados son representativos principalmente Coleóptera. Por otro lado en suelos con valores altos de magnesio y potasio se encontraron familias como Scarabaeidae, Curculionidae y Staphylinidae las mismas que se pudo identificar en las chacras familiares de Terán, Mora, Perugachi y Yamberla.

Los análisis químicos de suelo presentan parámetros con valores altos de Magnesio (Mg), Potasio (K), Materia Orgánica (MO), registrando familias de coleópteros como Scarabaeidae, Carabidae, Curculionidae y Staphylinidae, siendo estos detritívoros, herbívoros y depredadores (Zerbino, 2008). Esto coincide con los resultados obtenidos de la relación macrofauna-hábitat en las unidades de producción agrícola de la comunidad de Fakcha Llakta ya que en los resultados del INIAP se observa que las chacras de Perugachi y Yamberla tienen valores altos de estos nutrientes y se pudo identificar la macrofauna mencionada.

Según Huerta (2008), la concentración de materia orgánica determina o está relacionada con la abundancia de organismos de suelo, como indica en su estudio donde el tratamiento con mayor contenido de materia orgánica presenta una mayor abundancia y diversidad de fauna edáfica.

Un estudio realizado por Zerbino (2010), señala que los órdenes Haplotaxida, Coleóptera y Dictióptera están relacionados a cultivos rotativos, donde el contenido de material orgánico, el estado de nutrición del suelo y otras propiedades físicas y químicas del sustrato determinan la abundancia y disposición de las poblaciones de macrofauna edáfica (Curry, 1988; Lavelle, 1988 y Lavelle, 1995). En las chacras familiares se pudo observar la variación de la abundancia de poblaciones en época seca y lluviosa, dependiendo de las actividades agrícolas que se realizan en ellas, donde el orden Coleoptera es el más abundante.

4.3. Diseño de estrategias para aumentar la macrofauna en las chacras familiares

Las estrategias de capacitación para la comunidad Fakcha Llakta, que se diseñaron tiene como propósito aumentar la diversidad y la abundancia de macrofauna en las chacras familiares. A continuación se presenta un cuadernillo didáctico donde se muestran las estrategias una sobre el tema de conservación de la fauna edáfica en los suelos de las unidades productivas, otra referente al compostaje como técnica agroecológica para aumentar la fertilidad del suelo y finalmente la incorporación de coberturas vegetales en el suelo.

CAPÍTULO V

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- La clase dominante de la macrofauna del suelo de las chacras familiares de la comunidad de Fakcha Llakta fue la clase insecta, donde el orden más abundante fue Coleóptera, seguido de Lepidóptera y finalmente Collémbola. Estos órdenes varían en cada patio productivo debido a los valores de los parámetros de suelo y diversidad de plantas.
- La temporalidad influye en la diversidad de organismos de suelo, siendo la época lluviosa la que presentó una mayor abundancia y diversidad de macrofauna. Este aumento de fauna edáfica se presenta en las chacras familiares de Terán, Perugachi, Cushcahua y Yamberla. Mientras que en las chacras de Mora y Santa Cruz se registra mayor número de individuos en época seca y en época lluviosa sus poblaciones disminuyeron.
- La calidad del suelo fue un factor determinante para la presencia de fauna edáfica, siendo el orden Coleóptera el más abundante en la chacra de Santa Cruz la cual tiene valores medios de potasio, fósforo y calcio, mientras que el porcentaje de materia orgánica es bajo. Este orden es el más diverso en las chacras familiares siendo las familias Carabidae, Tenebrionidae, Curculionidae e Histeridae las más abundantes, esto se debe a que los Coleópteros poseen distintos hábitos alimentarios.

- El muestreo realizado en los patios productivos de la familia Perugachi presentó mayor diversidad de macrofauna, seguido de Yamberla y finalmente Terán, según los índices de diversidad calculados. Esto también se relacionó con la abundancia y diversidad de plantas utilizadas para alimento, medicina y ornato.
- Las chacras familiares de Yamberla y Perugachi muestran mayor número de Anelidos (lombrices de tierra) en las dos épocas muestreadas, esto está relacionado con los altos valores de humedad que poseen estas chacras debido al riego que se realiza en ellas.

5.2. Recomendaciones

- Investigar a fondo las características de la macrofauna de las chacras familiares, de esta manera conocer organismos que sean sensibles a actividades antrópicas que produzcan alteraciones en el suelo y considerarlos como indicadores biológicos o posibles plagas.
- Es necesario realizar un estudio más profundo sobre la macrofauna de las chacras familiares de la comunidad de Fakcha Llakta intentando alcanzar niveles taxonómicos más finos como familia, género y especie, con el fin de establecer correlaciones más precisas con diferentes parámetros del suelo y con la diversidad vegetal.
- Realizar control y monitoreo periódico del manejo del compostero en los diferentes patios productivos y como esto beneficia a la fertilidad del suelo y el aumento de fauna edáfica.

CAPÍTULO VI

6. BIBLIOGRAFÍA

- Acuerdo 061 (Libro Vi del Texto Unificado de Legislación Secundaria). (2015). *Registro Oficial, 316* (Mayo 04, 2015).
- Anderson, J. e Ingram, J. (1993). *Tropical Soil Biology and Fertility: A Handbook of Methods* (2nd edition). Wallingford: CAB International.
- Arango, L., Montes, J., López, D. y López, J. (2007). Mariposas (Lepidoptera: Papilionoidea, Hesperoidea), Escarabajos Coprófagos (Coleoptera: Scarabaeinae) Y Hormigas (Hymenoptera: Formicidae) Del Ecoparque Alcázares – Arenillo (Manizales, Caldas – Colombia). *Museo de Historia Natural, 11*, 390-409.
- Barnes, R. (1969). *Zoología de los invertebrados* (2da. ed.). México D.F.: Editorial Interamericana S.A.
- Barros, E., Constantino, R. & Lavelle, P. (2002). Effects of land-use system on the soil macrofauna in western Brazilian Amazonia. *Biology and Fertility of Soils, 35*, 338-347.
- Benzing, A. (2001). *Agricultura orgánica. Fundamentos para la región andina*. Alemania: Neckar-Verland.
- Bestelmeyer, B., Agosti, D., Leeanne, E., Alonso, T., Brandão, F., Brown, W., Delabie, C., Bhattacharya, T., Halder, G. y Saha, R. (2000). Soil microarthropods of a rubber plantation and a natural forest. *Environmental & Ecology, 3*, 143–147.
- Birkas, M., Bottlik, L., Stingli, A., Gyuricza, C. & Jolánkai, M. (2010). Effect of Soil Physical State on the Earthworms in Hungary. *Applied and Environmental Soil Science, 1-7*.
- Botina, B., Velásquez, Á., Bacca, T., Castillo, J. y Dias, L. (2012). Evaluación de la macrofauna del suelo en *Solanum tuberosum* (solanales: solanaceae) con sistemas de labranza tradicional y mínima. *Boletín Científico, Centro De Museos y Museo de Historia Natural, 16(2)*, 69-77.

- Brown, G., Fragoso, C., Barois, I., Rojas, P., Patrón, J., Bueno, J., Moreno, A., Lavelle, P., Ordaz, V. y Rodríguez, C. (2001). Diversidad y rol funcional de la macrofauna edáfica en los ecosistemas tropicales mexicanos. *Acta Zoológica Mexicana, número Especial*, 79-110.
- Bueno-Villegas, J. (2012). Diplópodos: Los desconocidos formadores de suelo. *Biodiversitas*, 102, 1-5.
- Cabrera, G. (2012). La macrofauna edáfica como indicador biológico del estado de conservación/perturbación del suelo. Resultados obtenidos en Cuba. *Pastos y Forrajes*, 35(4), 349-364.
- Cabrera, G., Robaina, N. y Ponce de León, D. (2011a). Riqueza y abundancia de la macrofauna edáfica en cuatro usos de la tierra en las provincias de Artemisa y Mayabeque, Cuba. *Pastos y Forrajes*, 34(3), 313-330.
- Cabrera, G., Robaina, N. y Ponce de León, D. (2011b). Composición funcional de la macrofauna edáfica en cuatro usos de la tierra en las provincias de Artemisa y Mayabeque, Cuba. *Pastos y Forrajes*, 34(3), 331-346.
- Calderón, P. y Vélez, E. (2017). *Evaluación de la sustentabilidad de las chacras familiares de la comunidad de Fakcha Llakta, cantón Otavalo* (Tesis inédita de ingeniería). Universidad Técnica del Norte, Ibarra, Ecuador.
- Castro, J., Burbano, H. y Bonilla, C. (2007). Abundancia y biomasa de organismos edáficos en tres usos del terreno en el altiplano de Pasto, Colombia. *ACTA AGRON (COLOMBIA)*, 56(3), 127-130.
- Cerón, P., Montenegro, S. & Noguera, E. (2008). Macrofauna en suelos de Bosque y Pajonal de la reserva natural Pueblo Viejo, Nariño, Colombia. *Revista de la Academia Colombia de Ciencias*, 32(125), 447-453.
- Constitución de la República del Ecuador. (2008). *Registro Oficial*, 449 (Octubre 20, 2008).
- Coral, D. y Bonilla, C. (1998). Impacto de las prácticas agrícolas sobre la macrofauna del suelo en la cuenca alta del lago Guamues, Pasto-Colombia. *Acta agronómica*, 48(3/4), 55-61.
- Cupul, F. (2010). El ciempiés: Un bicho que se parece al borde de un petate viejo. *Biodiversitas*, 88, 8-11.
- Curry, J. P. 1988. Factors affecting earthworm abundance in soils. Pp. 37-64. In: C. A. Edwards (Ed.). *Earthworm ecology*. St Lucie Press, Boca Raton.

- Curry, P. (1987). The invertebrate fauna of grassland and its influence on productivity: Factors affecting the abundance and composition of the fauna. *Grass and Forage Science*, 42, 197-212.
- Decaëns, T., Lavelle, P., Jiménez, J., Escobar, G., Rippstein, G., Schneidmadl, J. & Thomas, R. (2003). Impacto del uso de la tierra en la macrofauna del suelo de los Llanos Orientales de Colombia. Colombia. CIAT.
- Delgado, G., Burbano, A. y Silva, A. (2011). Evaluación de la macrofauna del suelo asociada a diferentes sistemas con café *Coffea arabica* L. *Revista de ciencias agrícolas*, 28 (1), 91-106.
- Edwards, A. (2000). Earthworms. Chapter 8. In: Soil Biology Primer. *Soil and Water Conservation Society*. Rev. Edition. Ankeny: Iowa.
- Espinosa, M., Andrade, E., Rivera, P. y Romero, A. (2011). Degradación de suelos por actividades antrópicas en el norte de Tamaulipas, México. *Papeles de Geografía*, 53(54), 77-88.
- Gardi, C., Angelini, M., Barceló, S., Comerma, J., Cruz Gaistardo, C., Encina Rojas, A., Jones, A., Krasilnikov, P., Mendonça Santos Brefin, M.L., Montanarella, L., Muñoz Ugarte, O., Schad, P., Vara Rodríguez, M.I., Vargas, R. (2014). *Atlas de suelos de América Latina y el Caribe*. Luxembourg: Unión Europea.
- Guzmán, A., Sánchez, E., y García, E. (2008). Degradación de un suelo por efecto de residuales de la Empresa Cerámica del municipio San José de la Lajas. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 17(3), 45-51.
- Haro, A. (1997). *Zoología de invertebrados*. Barcelona, España: IDEA BOOKS S.A.
- Huerta, E., Rodríguez-Olán, J., Evia-Castillo, I., Montejo-Meneses, E., Cruz-Mondragón, M. & García-Hernández, R. (2008). Relación entre la fertilidad del suelo y su población de macroinvertebrados. *Terra Latinoamericana*, 26(2), 171-181.
- Kass, D. (1996). *Fertilidad de Suelos*. San José, Costa Rica. Editorial EUNED.
- Kolmans, E. y Vásquez, D. (1999). *Alternativas agroecológicas de desarrollo agrícola*. (2da, Ed.). Cuba: Claudia Álvarez.
- Lavelle, P. & Blanchart, E. (1992). *Myths and Science of Soils of the Tropics: Impact of soil fauna on the properties of soils in the humid tropics*. U.S.A. Soil Science Society of America and American Society of Agronomy.
- Lavelle, P. & Spain, A. (2001). *Soil Ecology*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.

- Lavelle, P. (1988). Earthworm activities and the soil system. *Biology and Fertility Soil*, 6, 237-251.
- Lavelle, P., Chauvel, A. & Fragoso, C. (1995). Faunal activity in acid soils. Pp. 201-211. In: R. A. Date (Ed.). *Plant-soil interactions at low pH*. Kluwer, Netherlands.
- Lavelle, P., Decaëns, T. & Aubert, M. (2006). Soil invertebrates and ecosystem services. *European Journal of Soil Biology*, 42, S3-S15.
- Lavelle, P., Senapati, B. & Barros, E. (2003). *Trees, crops and soil fertility. Concepts and research methods: Soil macrofauna*. U.S.A: CABI Publishing.
- Ley de Gestión Ambiental. (2015). *Registro Oficial*, 506 (Mayo 22, 2015).
- Ley de Prevención y Control de la Contaminación Ambiental. (2015). *Registro Oficial*, 506 (Mayo 22, 2015).
- Ley Forestal y de Conservación de Áreas naturales y Vida Silvestre. (2004). *Registro Oficial*, 418 (Septiembre 10, 2004).
- Martella, M., Trumper, E., Bellis, L., Renison, D., Giordano, P., Bazzano, G. & Gleiser, R. (2012). Manual de Ecología.: Evaluación de la biodiversidad. *REDUCA (Biología)*, 5(1), 71-115.
- Ministerio del Ambiente del Ecuador (MAE). (2014). *Manual básico de aprovechamiento energético de residuos agropecuarios: Gestión de residuos agropecuarios*. Quito-Ecuador: MAE.
- Naciones Unidas (1992). Convenio sobre la diversidad biológica. Recuperado de: <file:///D:/Desktop/Convenio%20sobre%20la%20Diversidad%20Biol%C3%B3gica.pdf>
- Neher, D. A. (1999). Soil community composition and ecosystem processes. *Agroforestry Systems*, 45, 159-185.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). (2016). *Degradación del suelo*. Autor. Recuperado de: <http://www.fao.org/soils-portal/degradacion-del-suelo/es/>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). (2015). *Suelos y biodiversidad: Año internacional de los suelos*. Roma: Autor.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). (2000). *Manual de prácticas integradas de manejo y conservación de suelos*. Ibadan, Nigeria: Autor.

- Pashanasi, B. (2001). Estudio cuantitativo de la macrofauna del suelo en diferentes sistemas de uso de la tierra en la Amazonia Peruana. *Folia Amazónica*, 12(1-2), 75-97.
- Pla Sentís, I. (2006). *Problemas de Degradación de Suelos en América Latina: Evaluación de Causas y Efectos*. X Congreso Ecuatoriano de la Ciencia del Suelo sobre los Avances del conocimiento para la preservación del suelo. Guayaquil, Ecuador.
- Quiroz, R. (2015). *Evaluación de la macrofauna como indicador biológico del suelo en tres sistemas de manejo y asocio en el cultivo de café Coffea arabica en la comunidad de Yasica Sur, municipio de San Ramón, departamento de Matagalpa, en las dos épocas del año verano e invierno*. (Tesis inédita de Ingeniería). Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, León. Nicaragua.
- Rendón, S., Artunduaga, F., Ramírez, R., Alveiro, J. y Leiva, I. (2011). Los Macroinvertebrados como Indicadores de la Calidad del Suelo en Cultivos de Mora, Pasto y Aguacate. *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín*, 64 (1), 5791-5802.
- Rogg, H. (2000). Manual de entomología agrícola de Ecuador. Quito, Ecuador: ABYA-YALA.
- Rousseau, L., Fonte, S., Téllez, O. & Lavelle, P. (2013). Soil macrofauna as indicators of soil quality and land use impacts in smallholder agroecosystems of western Nicaragua. *Ecological Indicators*, 27, 71–82.
- Ruiz, D., Feijoo, A. y Rodríguez, C. (2010). Comunidades de macroinvertebrados edáficos en diferentes sistemas de uso de la tierra en la parte media de la cuenca del Río Otún Colombia. *Acta Zoológica Mexicana*, Número especial: 2, 165-178.
- Ruiz, N. & Lavelle, P. (2008). *Soil macrofauna field manual*. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO).
- Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo (SENPLADES). (2013). Plan Nacional del Buen Vivir (2013-2017). Quito, Ecuador: SENPLADES.
- Shannon, C. & Weaver, W. (1949). *The Mathematical Theory of Communication*. Illinois: Urbana.
- Soil Survey Staff (SSS). (1999). *Soil Taxonomy. A Basic System of Soil Classification for Making and Interpreting Soil Surveys* (2da. Ed.). Washington D. C.: Autor.

- Somarriba, E. (1999). Diversidad Shannon. *Agroforestería en las Américas*, 6(23), 72-74.
- Suárez, J., Duran, E. y Rosas, J. (2015). Macrofauna edáfica asociada con sistemas agroforestales en la Amazonía Colombiana. *Acta Agronómica*, 64 (3), 214-220.
- Sullivan, P. (2007). El manejo sostenible de suelos. U.S.A.: Martín Guarena.
- Suquilanda, M. (2008). *El deterioro de los suelos en el Ecuador y la producción agrícola*. XI Congreso Ecuatoriano de la Ciencia del Suelo sobre La ciencia del suelo y la conservación ambiental. Quito, Ecuador.
- Téllez, D. (2006). Quiroz, R. (2015). Diversidad de la fauna de hojarasca en fragmentos de bosque de pino-encino con y sin manejo forestal. (Tesis inédita de Licenciatura). Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. México.
- Trujillo, C. Y Lomas, R. (2014). Gestión sostenible en turismo comunitario: programas de manejo, interpretación ambiental y senderismo. Caso práctico Cascada de Peguche (1era. Ed.). Tulcán-Ecuador: DIMEV.
- Usman, S., Muhammad, Y. & Chiroman, A. (2016). Roles of soil biota and biodiversity in soil environment – A concise communication. *Eurasian Journal Science*, 5(4), 255-265.
- Velásquez, E. (2004). *Bioindicadores de calidad de suelo basado en las poblaciones de macrofauna y su relación con características funcionales del suelo*. (Tesis inédita de PhD). Universidad Nacional de Colombia sede Palmira. Colombia.
- Velásquez, E., Lavelle, P. & Andrade, M. (2007). GISQ, a multifunctional indicator of soil quality. *Soil Biology & Biochemistry*, 39, 3066–3080.
- Zerbino, M. (2005). *Evaluación de la densidad, biomasa y diversidad de la macrofauna del suelo en diferentes sistemas de producción* (Tesis inédita de maestría). Universidad de la República. Montevideo, Uruguay.
- Zerbino, M. (2010). Evaluación de la macrofauna del suelo en rotaciones cultivos-pasturas con laboreo convencional. *Acta zoológica Mexicana*, 2, 189-202.
- Zerbino, S., Altier, N., Morón, A. y Rodríguez, C. (2008). Evaluación de la macrofauna del suelo en sistemas de producción en siembra directa y con pastoreo. *Agrociencia*, 12(1), 44-55.

ANEXOS

1. Macrofauna de las chacras familiares de la comunidad de Fakcha Llakta.

		
<i>Orden Hemiptera</i>	<i>Orden Hemiptera</i>	<i>Orden Coleoptera</i>
		
<i>Orden Coleoptera</i>	<i>Orden Dermaptera</i>	<i>Orden Coleoptera</i>
		
<i>Orden Coleoptera</i>	<i>Orden Coleoptera</i>	<i>Orden Hemiptera</i>

2. Resultados de los análisis de suelo de las chacras familiares.

 INIAP INSTITUTO NACIONAL AUTÓNOMO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS	ESTACION EXPERIMENTAL "SANTA CATALINA" LABORATORIO DE MANEJO DE SUELOS Y AGUAS Km. 14 1/2 Panamericana Sur, Apdo. 17-01-340 Quito- Ecuador Telf.: 690-691/92/93 Fax: 690-693	
--	--	---

REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS

DATOS DEL PROPIETARIO	DATOS DE LA PROPIEDAD	PARA USO DEL LABORATORIO
Nombre : UNIVERSIDAD T. NORTE Dirección : IMBABURA Ciudad : Teléfono : Fax :	Nombre : Provincia : IMBABURA Cantón : OTAVALO Parroquia : PEGUCHE Ubicación :	Cultivo Actual : Fecha de Muestreo : 21/07/2016 Fecha de Ingreso : 22/07/2016 Fecha de Salida : 10/08/2016

N° Muest. Laborat.	Identificación del Lote	pH	ppm			meq/100ml			ppm					
			NH ₄	P	S	K	Ca	Mg	Zn	Cu	Fe	Mn	B	
105251	FAMILIA YAMBERLA	7,24 PN	65,00 A	282,00 A		0,97 A	13,10 A	5,40 A						
105252	TERÁN	7,82 LAI	51,00 M	130,00 A		1,20 A	11,10 A	2,70 A						
105253	SANTA CRUZ	6,90 PN	35,00 M	13,00 M		0,34 M	6,40 M	2,30 A						
105254	CUSCAGUA	7,04 PN	44,00 M	13,00 M		0,33 M	10,60 A	4,00 A						
105255	PERUGUACHE	8,42 AI	40,00 M	42,00 A		0,67 A	13,20 A	5,40 A						
105256	MORA	7,60 LAI	63,00 A	37,00 A		0,68 A	11,00 A	2,80 A						
105257	VITRINA COMUNITARI	6,92 PN	23,00 B	10,00 M		0,46 A	4,90 M	2,10 A						
105258	VITRINA VIVERO	8,30 AI	24,00 B	19,00 M		0,25 M	6,40 M	3,50 A						

INTERPRETACION

 INIAP INSTITUTO NACIONAL AUTÓNOMO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS	ESTACION EXPERIMENTAL "SANTA CATALINA" LABORATORIO DE MANEJO DE SUELOS Y AGUAS Km. 14 1/2 Panamericana Sur, Apdo. 17-01-340 Quito- Ecuador Telf.: 690-691/92/93 Fax: 690-693	
--	--	---

REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS

DATOS DEL PROPIETARIO	DATOS DE LA PROPIEDAD	PARA USO DEL LABORATORIO
Nombre : UNIVERSIDAD T. NORTE Dirección : IMBABURA Ciudad : Teléfono : Fax :	Nombre : Provincia : IMBABURA Cantón : OTAVALO Parroquia : PEGUCHE Ubicación :	Cultivo Actual : Fecha de Muestreo : 21/07/2016 Fecha de Ingreso : 22/07/2016 Fecha de Salida : 10/08/2016

N° Muest. Laborat.	meq/100ml			dS/m C.E.	(%) M.O.	Ca	Mg	Ca+Mg	meq/100ml Σ Bases	(%) NTot	ppm Cl	Textura (%)			Clase Textural
	Al+H	Al	Na			Mg	K	K				Arena	Limo	Arcilla	
105251					8,10 A	2,43	5,57	19,07	19,47	0,32					
105252					3,80 M	4,11	2,25	11,50	15,00	0,28					
105253					2,60 B	2,78	6,76	25,59	9,04	0,25					
105254					5,50 A	2,65	12,12	44,24	14,93	0,25					
105255					5,70 A	2,44	8,06	27,76	19,27	0,25					
105256					3,60 M	3,93	4,12	20,29	14,48	0,14					
105257					1,70 B	2,33	4,57	15,22	7,46	0,11					
105258					2,30 B	1,83	14,00	39,60	10,15	0,11					

INTERPRETACION

Al+H, Al y Na	C.E.		M.O. y Cl
B = Bajo	NS = No Salino	S = Salino	B = Bajo
M = Medio	LS = Lig. Salino	MS = Muy Salino	M = Medio
T = Tóxico			A = Alto

ABREVIATURAS

C.E.	= Conductividad Eléctrica
M.O.	= Materia Orgánica
RAS	= Relación de Adsorción de Sodio

METODOLOGIA USADA

C.E.	= Pasta Saturada
M.O.	= Dicromato de Potasio
Al+H	= Titulación NaOH

3. Índices de diversidad de cada una de las chacras familiares de la comunidad de Fakcha Llakta

Tabla 15. Índice de Shannon & Wiener en época seca en la Chacra de la Familia Terán.

Orden	Familia	Época seca N° Individuos	Pi	Ln (Pi)	H'
Haplotaxida	Lumbricidae	4	0,014	-4,259	-0,060
Araneae	Indeterminada	12	0,042	-3,161	-0,134
Chilópoda	Indeterminada	0	0	0	0
Isópoda	Indeterminada	87	0,307	-1,180	-0,363
Lepidóptera	Indeterminada	18	0,064	-2,755	-0,175
Díptera	Indeterminada	6	0,021	-3,854	-0,082
Collémbola	Indeterminada	7	0,025	-3,700	-0,092
Hemíptera	Pyrrhocoridae	5	0,018	-4,036	-0,071
Dermáptera	Chelisochidae	0	0	0	0
Himenóptera	Formicidae	4	0,014	-4,259	-0,060
	Vespidae	1	0,004	-5,645	-0,020
Coleóptera	Cerambycidae	1	0,004	-5,645	-0,020
	Scarabaeidae	2	0,007	-4,952	-0,035
	Elateridae	6	0,021	-3,854	-0,082
	Carabidae	71	0,251	-1,383	-0,347
	Curculionidae	25	0,088	-2,427	-0,214
	Coccinellidae	0	0	0	0
	Histeridae	32	0,113	-2,180	-0,246
	Tenebrionidae	0	0	0	0
	Staphylinidae	2	0,007	-4,952	-0,035
TOTAL		283	1		2,036

Elaboración: Autor

Tabla 16. Índice de Shannon & Wiener en época lluviosa en la Chacra de la Familia Terán.

Orden	Familia	Época lluviosa N° Individuos	Pi	Ln (Pi)	H'
Haplotaxida	Lumbricidae	0	0	0	0
Araneae	Indeterminada	9	0,023	-3,789	-0,086
Chilópoda	Indeterminada	1	0,003	-5,986	-0,015
Isópoda	Indeterminada	20	0,050	-2,991	-0,150
Lepidóptera	Indeterminada	47	0,118	-2,136	-0,252
Díptera	Indeterminada	16	0,040	-3,214	-0,129
Collémbola	Indeterminada	44	0,111	-2,202	-0,243
Hemíptera	Pyrrhocoridae	1	0,003	-5,986	-0,015
Dermáptera	Chelisochidae	1	0,003	-5,986	-0,015
Himenóptera	Formicidae	15	0,038	-3,278	-0,124
	Vespidae	0	0	0	0
Coleóptera	Cerambycidae	0	0	0	0
	Scarabaeidae	3	0,008	-4,888	-0,037
	Elateridae	5	0,013	-4,377	-0,055
	Carabidae	63	0,158	-1,843	-0,292
	Curculionidae	141	0,354	-1,038	-0,368
	Coccinellidae	1	0,003	-5,986	-0,015
	Histeridae	27	0,068	-2,691	-0,183
	Tenebrionidae	3	0,008	-4,888	-0,037
	Staphylinidae	1	0,003	-5,986	-0,015
TOTAL		398	1		2,030

Elaboración: Autor

Tabla 17. Índice de Shannon & Wiener en época seca en la Chacra de la Familia Santa Cruz.

Orden	Familia	Época seca Nº Individuos	Pi	Ln (Pi)	H'
Araneae	Indeterminada	48	0,076	-2,573	-0,196
Chilópoda	Indeterminada	5	0,008	-4,835	-0,038
Isópoda	Indeterminada	1	0,002	-6,444	-0,010
Lepidóptera	Indeterminada	123	0,196	-1,632	-0,319
Díptera	Indeterminada	12	0,019	-3,959	-0,076
Collémbola	Indeterminada	68	0,108	-2,225	-0,240
Hemíptera	Pyrrhocoridae	89	0,141	-1,955	-0,277
	Pentatomidae	1	0,002	-6,444	-0,010
Himenóptera	Formicidae	4	0,006	-5,058	-0,032
	Vespidae	0	0	0	0,000
Coleóptera	Scarabaeidae	2	0,003	-5,751	-0,018
	Elateridae	11	0,017	-4,046	-0,071
	Carabidae	194	0,308	-1,176	-0,363
	Curculionidae	18	0,029	-3,554	-0,102
	Histeridae	41	0,065	-2,731	-0,178
	Tenebrionidae	5	0,008	-4,835	-0,038
	Staphylinidae	7	0,011	-4,498	-0,050
TOTAL		629	1		2,019

Elaboración: Autor

Tabla 18. Índice de Shannon & Wiener en época lluviosa en la Chacra de la Familia Santa Cruz.

Orden	Familia	Época lluviosa Nº Individuos	Pi	Ln (Pi)	H'
Araneae	Indeterminada	4	0,016	-4,139	-0,066
Chilópoda	Indeterminada	1	0,004	-5,525	-0,022
Isópoda	Indeterminada	0	0	0	0
Lepidóptera	Indeterminada	2	0,008	-4,832	-0,039
Díptera	Indeterminada	3	0,012	-4,427	-0,053
Collémbola	Indeterminada	16	0,064	-2,753	-0,175
Hemíptera	Pyrrhocoridae	1	0,004	-5,525	-0,022
	Pentatomidae	0	0	0	0
Himenóptera	Formicidae	0	0	0	0
	Vespidae	1	0,004	-5,525	-0,022
Coleóptera	Scarabaeidae	28	0,112	-2,193	-0,245
	Elateridae	7	0,028	-3,580	-0,100
	Carabidae	74	0,295	-1,221	-0,360
	Curculionidae	95	0,378	-0,972	-0,368
	Histeridae	4	0,016	-4,139	-0,066
	Tenebrionidae	15	0,060	-2,817	-0,168
	Staphylinidae	0	0	0	0
TOTAL		251	1		1,706

Elaboración: Autor

Tabla 19. Índice de Shannon & Wiener en época seca en la Chacra de la Familia Mora.

Orden	Familia	Época seca N° Individuos	Pi	Ln (Pi)	H'
Araneae	Indeterminada	18	0,055	-2,897	-0,160
Chilópoda	Indeterminada	0	0	0	0
Isópoda	Indeterminada	10	0,031	-3,484	-0,107
Lepidóptera	Indeterminada	13	0,040	-3,222	-0,128
Díptera	Indeterminada	31	0,095	-2,353	-0,224
Collémbola	Indeterminada	0	0	0	0
Homóptera	Cicadellidae	1	0,003	-5,787	-0,018
Dermáptera	Chelisochidae	6	0,018	-3,995	-0,074
Hemíptera	Nabidae	2	0,006	-5,094	-0,031
	Pyrhocoridae	2	0,006	-5,094	-0,031
	Lygaeidae	3	0,009	-4,688	-0,043
Himenóptera	Formicidae	24	0,074	-2,609	-0,192
Coleóptera	Scarabaeidae	0	0	0	0
	Elateridae	1	0,003	-5,787	-0,018
	Carabidae	56	0,172	-1,762	-0,303
	Curculionidae	21	0,064	-2,742	-0,177
	Histeridae	137	0,420	-0,867	-0,364
	Tenebrionidae	0	0	0	0
	Staphylinidae	1	0,003	-5,787	-0,018
TOTAL		326	1		1,887

Elaboración: Autor

Tabla 20. Índice de Shannon & Wiener en época lluviosa en la Chacra de la Familia Mora.

Orden	Familia	Época lluviosa N° Individuos	Pi	Ln (Pi)	H'
Araneae	Indeterminada	2	0,007	-4,945	-0,035
Chilópoda	Indeterminada	2	0,007	-4,945	-0,035
Isópoda	Indeterminada	1	0,004	-5,638	-0,020
Lepidóptera	Indeterminada	18	0,064	-2,748	-0,176
Díptera	Indeterminada	13	0,046	-3,073	-0,142
Collémbola	Indeterminada	18	0,064	-2,748	-0,176
Homóptera	Cicadellidae	0	0	0	0
Dermáptera	Chelisochidae	0	0	0	0
Hemíptera	Nabidae	2	0,007	-4,945	-0,035
	Pyrrhocoridae	0	0	0	0
	Lygaeidae	2	0,007	-4,945	-0,035
Himenóptera	Formicidae	8	0,028	-3,559	-0,101
Coleóptera	Scarabaeidae	2	0,007	-4,945	-0,035
	Elateridae	3	0,011	-4,540	-0,048
	Carabidae	131	0,466	-0,763	-0,356
	Curculionidae	38	0,135	-2,001	-0,271
	Histeridae	36	0,128	-2,055	-0,263
	Tenebrionidae	5	0,018	-4,029	-0,072
	Staphylinidae	0	0	0	0
TOTAL		281	1		1,801

Elaboración: Autor

Tabla 21. Índice de Shannon & Wiener en época seca en la Chacra de la Familia Perugachi.

Orden	Familia	Época seca Nº Individuos	Pi	Ln (Pi)	H'
Haplotaxida	Lumbricidae	18	0,115	-2,159	-0,249
Araneae	Indeterminada	9	0,058	-2,853	-0,165
Chilópoda	Indeterminada	4	0,026	-3,664	-0,094
Diplópoda	Indeterminada	6	0,038	-3,258	-0,125
Isópoda	Indeterminada	0	0	0	0
Lepidóptera	Indeterminada	25	0,160	-1,831	-0,293
Díptera	Indeterminada	1	0,006	-5,050	-0,032
Díptera (L)	Indeterminada	2	0,013	-4,357	-0,056
Collémbola	Indeterminada	21	0,135	-2,005	-0,270
Hemíptera	Pyrrhocoridae	0	0	0	0
	Lygaeidae	2	0,013	-4,357	-0,056
	Miridae	0	0	0	0
	Nabidae	0	0	0	0
Himenóptera	Formicidae	4	0,026	-3,664	-0,094
	Vespidae	1	0,006	-5,050	-0,032
Coleóptera	Scarabaeidae	0	0	0	0
	Elateridae	6	0,038	-3,258	-0,125
	Carabidae	5	0,032	-3,440	-0,110
	Curculionidae	41	0,263	-1,336	-0,351
	Histeridae	6	0,038	-3,258	-0,125
	Tenebrionidae	5	0,032	-3,440	-0,110
	Staphylinidae	0	0	0	0
TOTAL		156	1		2,289

Elaboración: Autor

Tabla 22. Índice de Shannon & Wiener en época lluviosa en la Chacra de la Familia Perugachi.

Orden	Familia	Época lluviosa N° Individuos	Pi	Ln (Pi)	H'
Haplotaxida	Lumbricidae	10	0,040	-3,223	-0,128
Araneae	Indeterminada	16	0,064	-2,753	-0,175
Chilópoda	Indeterminada	6	0,024	-3,734	-0,089
Diplópoda	Indeterminada	6	0,024	-3,734	-0,089
Isópoda	Indeterminada	7	0,028	-3,580	-0,100
Lepidóptera	Indeterminada	19	0,076	-2,581	-0,195
Díptera	Indeterminada	11	0,044	-3,128	-0,137
Díptera (L)	Indeterminada	0	0	0	0
Collémbola	Indeterminada	50	0,199	-1,613	-0,321
Hemíptera	Pyrrhocoridae	1	0,004	-5,525	-0,022
	Lygaeidae	2	0,008	-4,832	-0,039
	Miridae	3	0,012	-4,427	-0,053
	Nabidae	2	0,008	-4,832	-0,039
Himenóptera	Formicidae	19	0,076	-2,581	-0,195
	Vespidae	0	0	0	0
Coleóptera	Scarabaeidae	1	0,004	-5,525	-0,022
	Elateridae	24	0,096	-2,347	-0,224
	Carabidae	19	0,076	-2,581	-0,195
	Curculionidae	39	0,155	-1,862	-0,289
	Histeridae	4	0,016	-4,139	-0,066
	Tenebrionidae	10	0,040	-3,223	-0,128
	Staphylinidae	2	0,008	-4,832	-0,039
TOTAL		251	1		2,547

Elaboración: Autor

Tabla 23. Índice de Shannon & Wiener en época seca en la Chacra de la Familia Cushcahua.

Orden	Familia	Época seca N° Individuos	Pi	Ln (Pi)	H'
Araneae	Indeterminada	13	0,071	-2,639	-0,189
Chilópoda	Indeterminada	1	0,005	-5,204	-0,029
Isópoda	Indeterminada	11	0,060	-2,806	-0,170
Lepidóptera	Indeterminada	22	0,121	-2,113	-0,255
Díptera	Indeterminada	18	0,099	-2,314	-0,229
Collémbola	Indeterminada	3	0,016	-4,105	-0,068
Dermáptera	Chelisochidae	1	0,005	-5,204	-0,029
Homóptera	Cicadellidae	1	0,005	-5,204	-0,029
Hemíptera	Lygaeidae	1	0,005	-5,204	-0,029
	Miridae	1	0,005	-5,204	-0,029
	Nabidae	1	0,005	-5,204	-0,029
Himenóptera	Formicidae	5	0,027	-3,595	-0,099
Coleóptera	Coccinellidae	1	0,005	-5,204	-0,029
	Scarabaeidae	9	0,049	-3,007	-0,149
	Elateridae		0	0	0
	Carabidae	18	0,099	-2,314	-0,229
	Curculionidae	35	0,192	-1,649	-0,317
	Histeridae	29	0,159	-1,837	-0,293
	Tenebrionidae	10	0,055	-2,901	-0,159
	Staphylinidae	2	0,011	-4,511	-0,050
TOTAL		182	1		2,405

Elaboración: Autor

Tabla 24. Índice de Shannon & Wiener en época lluviosa en la Chacra de la Familia Cushcahua.

Orden	Familia	Época lluviosa N° Individuos	Pi	Ln (Pi)	H'
Araneae	Indeterminada	5	0,009	-4,747	-0,041
Chilópoda	Indeterminada	1	0,002	-6,356	-0,011
Isópoda	Indeterminada	6	0,010	-4,564	-0,048
Lepidóptera	Indeterminada	244	0,424	-0,859	-0,364
Díptera	Indeterminada	4	0,007	-4,970	-0,035
Collémbola	Indeterminada	31	0,054	-2,922	-0,157
Dermáptera	Chelisochidae		0	0	0
Homóptera	Cicadellidae		0	0	0
Hemíptera	Lygaeidae		0	0	0
	Miridae		0	0	0
	Nabidae	2	0,003	-5,663	-0,020
Himenóptera	Formicidae	3	0,005	-5,257	-0,027
Coleóptera	Coccinellidae		0	0	0
	Scarabaeidae	23	0,040	-3,221	-0,129
	Elateridae	9	0,016	-4,159	-0,065
	Carabidae	21	0,036	-3,312	-0,121
	Curculionidae	212	0,368	-1,000	-0,368
	Histeridae	2	0,003	-5,663	-0,020
	Tenebrionidae	13	0,023	-3,791	-0,086
	Staphylinidae		0	0	0
TOTAL		576	1		1,490

Elaboración: Autor

Tabla 25. Índice de Shannon & Wiener en época seca en la Chacra de la Familia Yamberla.

Orden	Familia	Época seca N° Individuos	Pi	Ln (Pi)	H'
Haplotaxida	Lumbricidae	2	0,009	-4,691	-0,043
Araneae	Indeterminada	14	0,064	-2,745	-0,176
Diplópoda	Indeterminada	25	0,115	-2,166	-0,248
Isópoda	Indeterminada	3	0,014	-4,286	-0,059
Lepidóptera	Indeterminada	7	0,032	-3,439	-0,110
Díptera	Indeterminada	6	0,028	-3,593	-0,099
Díptera (L)	Indeterminada	36	0,165	-1,801	-0,297
Collémbola	Indeterminada	16	0,073	-2,612	-0,192
Homóptera	Cicadellidae	1	0,005	-5,384	-0,025
Hemíptera	Lygaeidae		0	0	0
	Pyrrhocoridae	2	0,009	-4,691	-0,043
	Nabidae		0	0	0
Himenóptera	Formicidae		0	0	0
Coleóptera	Scarabaeidae	3	0,014	-4,286	-0,059
	Elateridae	4	0,018	-3,998	-0,073
	Carabidae	17	0,078	-2,551	-0,199
	Curculionidae	4	0,018	-3,998	-0,073
	Histeridae	24	0,110	-2,206	-0,243
	Tenebrionidae	47	0,216	-1,534	-0,331
	Staphylinidae	7	0,032	-3,439	-0,110
TOTAL		218	1		2,382

Elaboración: Autor

Tabla 26. Índice de Shannon & Wiener en época lluviosa en la Chacra de la Familia Yamberla.

Orden	Familia	Época lluviosa N° Individuos	Pi	Ln (Pi)	H'
Haplotaxida	Lumbricidae	4	0,008	-4,806	-0,039
Araneae	Indeterminada	12	0,025	-3,707	-0,091
Diplópoda	Indeterminada	5	0,010	-4,583	-0,047
Isópoda	Indeterminada	5	0,010	-4,583	-0,047
Lepidóptera	Indeterminada	25	0,051	-2,973	-0,152
Díptera	Indeterminada	24	0,049	-3,014	-0,148
Díptera (L)	Indeterminada	18	0,037	-3,302	-0,122
Collémbola	Indeterminada	47	0,096	-2,342	-0,225
Homóptera	Cicadellidae	1	0,002	-6,192	-0,013
Hemíptera	Lygaeidae	1	0,002	-6,192	-0,013
	Pyrhocoridae		0	0	0
	Nabidae	3	0,006	-5,094	-0,031
Himenóptera	Formicidae	4	0,008	-4,806	-0,039
Coleóptera	Scarabaeidae	12	0,025	-3,707	-0,091
	Elateridae	1	0,002	-6,192	-0,013
	Carabidae	64	0,131	-2,033	-0,266
	Curculionidae	10	0,020	-3,890	-0,080
	Histeridae	29	0,059	-2,825	-0,168
	Tenebrionidae	220	0,450	-0,799	-0,359
	Staphylinidae	4	0,008	-4,806	-0,039
TOTAL		489	1		1,982

Elaboración: Autor

Tabla 27. Índice de Shannon & Wiener en época seca de las Chacras Familiares de la comunidad de Fakcha Llakta.

Orden	Familia	Época seca N° Individuos	Pi	Ln (Pi)	H'
Haplotaxida	Lumbricidae	24	0,013	-4,314	-0,058
Coleóptera	Scarabaeidae	16	0,009	-4,720	-0,042
	Carabidae	361	0,201	-1,603	-0,323
	Elateridae	28	0,016	-4,160	-0,065
	Curculionidae	144	0,080	-2,522	-0,202
	Staphylinidae	19	0,011	-4,548	-0,048
	Coccinellidae	1	0,001	-7,492	-0,004
	Histeridae	269	0,150	-1,897	-0,285
	Tenebrionidae	67	0,037	-3,288	-0,123
	Cerambycidae	1	0,001	-7,492	-0,004
Himenóptera	Formicidae	41	0,023	-3,779	-0,086
	Vespidae	2	0,001	-6,799	-0,008
Hemíptera	Pyrrhocoridae	98	0,055	-2,907	-0,159
	Lygaeidae	6	0,003	-5,700	-0,019
	Nabidae	3	0,002	-6,394	-0,011
	Pentatomidae	1	0,001	-7,492	-0,004
	Miridae	1	0,001	-7,492	-0,004
Dermáptera	Chelisochidae	7	0,004	-5,546	-0,022
Díptera	Indeterminada	74	0,041	-3,188	-0,132
Homóptera	Cicadellidae	3	0,002	-6,394	-0,011
Lepidóptera	Indeterminada	208	0,116	-2,155	-0,250
Díptera (L)	Indeterminada	38	0,021	-3,855	-0,082
Collémbola	Indeterminada	115	0,064	-2,747	-0,176
Isópoda	Indeterminada	112	0,062	-2,774	-0,173
Araneae	Indeterminada	114	0,064	-2,756	-0,175
Diplópoda	Indeterminada	31	0,017	-4,058	-0,070
Chilópoda	Indeterminada	10	0,006	-5,190	-0,029
TOTAL		1794	1		2,563

Elaboración: Autor

Tabla 28. Índice de Shannon & Wiener en época lluviosa de las Chacras Familiares de la comunidad de Fakcha Llakta.

Orden	Familia	Época lluviosa Nº Individuos	Pi	Ln (Pi)	H'
Haplotaxida	Lumbricidae	14	0,006	-5,076	-0,032
Coleóptera	Scarabaeidae	64	0,029	-3,556	-0,102
	Carabidae	372	0,166	-1,796	-0,298
	Elateridae	49	0,022	-3,823	-0,084
	Curculionidae	535	0,239	-1,432	-0,342
	Staphylinidae	7	0,003	-5,769	-0,018
	Coccinellidae	1	0,000	-7,715	-0,003
	Histeridae	102	0,046	-3,090	-0,141
	Tenebrionidae	266	0,119	-2,131	-0,253
Himenóptera	Cerambycidae	0	0	0,000	0,000
	Formicidae	49	0,022	-3,823	-0,084
Hemíptera	Vespidae	1	0,000	-7,715	-0,003
	Pyrrhocoridae	3	0,001	-6,616	-0,009
	Lygaeidae	5	0,002	-6,105	-0,014
	Nabidae	9	0,004	-5,517	-0,022
	Pentatomidae	0	0,000	0,000	0,000
Dermáptera	Miridae	3	0,001	-6,616	-0,009
	Chelisochidae	1	0,000	-7,715	-0,003
Díptera	Indeterminada	71	0,032	-3,452	-0,109
Homóptera	Cicadellidae	1	0,000	-7,715	-0,003
Lepidóptera	Indeterminada	355	0,158	-1,843	-0,292
Díptera (L)	Indeterminada	18	0,008	-4,824	-0,039
Collémbola	Indeterminada	206	0,092	-2,387	-0,219
Isópoda	Indeterminada	39	0,017	-4,051	-0,071
Araneae	Indeterminada	48	0,021	-3,843	-0,082
Diplópoda	Indeterminada	11	0,005	-5,317	-0,026
Chilópoda	Indeterminada	11	0,005	-5,317	-0,026
TOTAL		2241	1		2,284

Elaboración: Autor

12/7/2017

Correo - ddromero@utn.edu.ec

RV: [Urkund] 8% de similitud - diegodari1112@gmail.com

JOSE ALI MONCADA RANGEL

lun 05/06/2017 20:55

Para: DIEGO DARIO <ddromero@utn.edu.ec>;

De: report@analysis.orkund.com <report@analysis.orkund.com>

Enviado: domingo, 04 de junio de 2017 21:21

Para: JOSE ALI MONCADA RANGEL

Asunto: [Urkund] 8% de similitud - diegodari1112@gmail.com

Documento(s) entregado(s) por: diegodari1112@gmail.com

Documento(s) recibido(s) el: 05/06/2017 4:19:00

Informe generado el 05/06/2017 4:21:31 por el servicio de análisis documental de Urkund.

Mensaje del depositante:

Documento : Evaluación de la macrofauna en las chacras familiares corr.doc [D29156389]

Alrededor de 8% de este documento se compone de texto más o menos similar al contenido de 51 fuente(s) considerada(s) como la(s) más pertinente(s).

La más larga sección comportando similitudes, contiene 62 palabras y tiene un índice de similitud de 78% con su principal fuente.

TENER EN CUENTA que el índice de similitud presentado arriba, no indica en ningún momento la presencia demostrada de plagio o de falta de rigor en el documento.

Puede haber buenas y legítimas razones para que partes del documento analizado se encuentren en las fuentes identificadas. Es al corrector mismo de determinar la presencia cierta de plagio o falta de rigor averiguando e interpretando el análisis, las fuentes y el documento original.

Haga clic para acceder al análisis:

<https://secure.orkund.com/view/28824528-587394-891387>

Haga clic para descargar el documento entregado:

<https://secure.orkund.com/archive/download/29156389-522197-657235>
