

PRÁCTICAS DE MANEJO SUSTENTABLE DE LOS **RECURSOS NATURALES RENOVABLES**



© VICENTE JAVIER PARRA LEÓN, SUSANA MONSERRAT ZURITA POLO,
EDMUNDO DANILO GUILCAPI PACHECO, CRISTIAN SANTIAGO TAPIA RAMÍREZ

PRÁCTICAS DE MANEJO SUSTENTABLE DE LOS RECURSOS NATURALES RENOVABLES

Vicente Javier Parra – León

Susana Monserrat Zurita – Polo

Edmundo Danilo Guilcapi – Pacheco

Cristian Santiago Tapia – Ramírez



© Autores

Vicente Javier Parra – León

Docente de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo- ESPOCH. Facultad de Recursos Naturales. Coordinador del Centro de Bioconocimiento.

Susana Monserrat Zurita – Polo

Docente de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo- ESPOCH. Facultad de Recursos Naturales. Miembro activo de Asociación Mundial de Tutores Virtuales.

Edmundo Danilo Guilcapi – Pacheco

Docente de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo- ESPOCH. Facultad de Recursos Naturales.

Cristian Santiago Tapia – Ramírez

Docente de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo- ESPOCH. Facultad de Recursos Naturales



Casa Editora del Polo – CASEDELPO CIA. LTDA.

Departamento de Edición

Editado y distribuido por:

Editorial: Casa Editora del Polo
Sello Editorial: 978-9942-816
Manta, Manabí, Ecuador. 2019
Teléfono: (05) 6051775 / 0991871420
Web: www.casedelpo.com
ISBN: 978-9942-621-29-0

© Primera edición

© Abril- 2023

Impreso en Ecuador

Revisión, Ortografía y Redacción:

Lic. Jessica Mero Vélez

Diseño de Portada:

Michael Josué Suárez-Espinar

Diagramación:

Ing. Edwin Alejandro Delgado-Veliz

Director Editorial:

Dra. Tibisay Milene Lamus-García

Todos los libros publicados por la Casa Editora del Polo, son sometidos previamente a un proceso de evaluación realizado por árbitros calificados. Este es un libro digital y físico, destinado únicamente al uso personal y colectivo en trabajos académicos de investigación, docencia y difusión del Conocimiento, donde se debe brindar crédito de manera adecuada a los autores.

© **Reservados todos los derechos.** Queda estrictamente prohibida, sin la autorización expresa de los autores, bajo las sanciones establecidas en las leyes, la reproducción parcial o total de este contenido, por cualquier medio o procedimiento, parcial o total de este contenido, por cualquier medio o procedimiento.

Comité Científico Académico

Dr. Lucio Noriero-Escalante
Universidad Autónoma de Chapingo, México

Dra. Yorkanda Masó-Dominico
Instituto Tecnológico de la Construcción, México

Dr. Juan Pedro Machado-Castillo
Universidad de Granma, Bayamo. M.N. Cuba

Dra. Fanny Miriam Sanabria-Boudri
Universidad Nacional Enrique Guzmán y Valle, Perú

Dra. Jennifer Quintero-Medina
Universidad Privada Dr. Rafael Bellosó Chacín, Venezuela

Dr. Félix Colina-Ysea
Universidad SISE. Lima, Perú

Dr. Reinaldo Velasco
Universidad Bolivariana de Venezuela, Venezuela

Dra. Lenys Piña-Ferrer
Universidad Rafael Bellosó Chacín, Maracaibo, Venezuela

Dr. José Javier Nuvaéz-Castillo
Universidad Cooperativa de Colombia, Santa Marta,
Colombia

Constancia de Arbitraje

La Casa Editora del Polo, hace constar que este libro proviene de una investigación realizada por los autores, siendo sometido a un arbitraje bajo el sistema de doble ciego (peer review), de contenido y forma por jurados especialistas. Además, se realizó una revisión del enfoque, paradigma y método investigativo; desde la matriz epistémica asumida por los autores, aplicándose las normas APA, Sexta Edición, proceso de anti plagio en línea Plagiarisma, garantizándose así la científicidad de la obra.

Comité Editorial

Abg. Néstor D. Suárez-Montes
Casa Editora del Polo (CASEDELPO)

Dra. Juana Cecilia-Ojeda
Universidad del Zulia, Maracaibo, Venezuela

Dra. Maritza Berenguer-Gouarnaluses
Universidad Santiago de Cuba, Santiago de Cuba, Cuba

Dr. Víctor Reinaldo Jama-Zambrano
Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, Ext. Chone

Contenido

PRÓLOGO.....15

INTRODUCCIÓN.....19

CAPÍTULO I

CENTRO DE BIOCONOCIMIENTO, ESPACIO
DE INTERAPRENDIZAJE A TRAVÉS DE LA
PRÁCTICA.....23

1. El aula ecológica en el centro de Bioconocimiento
.....25

1.1Objetivos.....26

1.1.1Funcionalidad del aula ecológica.....26

1.2Prácticas agroecológicas en el Cbio.....28

1.2.1Biol.....28

1.2.2Humus.....34

1.2.3Compost.....36

1.3 Agroforestería.....39

1.4Implementación de abonos verdes.....42

1.5Percepciones sobre el manejo y conservación de
los recursos naturales.....46

1.5.1Contaminación, Sustentabilidad y Manejo
Sustentable de Recursos Naturales.....46

1.5.2Agotamiento de los recursos naturales y manejo
sustentable.....48

1.5.3Gestión sostenible del recurso agua.....50

1.5.4Manejo sustentable de los bosques.....52

1.5.5Erosión y degradación del suelo.....54

1.5.6 Impactos de Desarrollo Sostenible.....	56
--	----

CAPÍTULO II

INFLUENCIA DE LOS HONGOS EN LA DESCOMPOSICIÓN DE LA MATERIA ORGÁNICA Y SU RELACIÓN CON LA ACTIVIDAD BIOLÓGICA Y CALIDAD DE LOS SUELOS.....	57
---	----

2 Calidad de suelos altoandinos (Andisoles).....	62
2.1 Características Morfológicas.....	64
2.1.1 Características hidrológicas.....	64
2.1.2 Características Mineralógicas.....	65
2.1.3 Características físicas.....	65
2.1.4 Características químicas.....	67
2.1.5 Clasificación a nivel de suborden.....	68
2.2 Hongos del suelo.....	69
2.3 Materia orgánica del suelo.....	72
2.3.1 Tipos de materia orgánica.....	73
2.3.2 Componentes de la materia orgánica en el suelo.....	74
2.3.3 Actividad biológica de los hongos en el suelo	75
2.3.4 Actividad saprofítica.....	76
2.3.5 Capacidad competitiva.....	77
2.3.6 Actinomicetos.....	78
2.3.7 Hongos fermentadores.....	79
2.4 Propiedades químicas del suelo para el desarrollo de los hongos.....	81
2.4.1 Humedad y Temperatura.....	81

2.4.2 pH o acidez.....	82
2.4.3 Otros.....	82
2.4.4 Descomposición.....	84
ANEXOS.....	85

CAPÍTULO III

SERVICIOS ECOSISTÉMICOS DE PROVISIÓN QUE SUMINISTRA LA AGROBIODIVERSIDAD (PLANTAS NATIVAS Y SILVESTRES).....	99
--	----

3 Agrobiodiversidad.....	104
3.1 Flora nativa.....	105
3.2 Flora silvestre.....	108
3.3 Servicios ecosistémicos.....	109
3.4 Servicios ecosistémicos de provisión.....	110
3.4.1 La producción de alimentos como servicio ecosistémico.....	111
3.4.2 Recurso Medicinal como servicio ecosistémico	112

CAPÍTULO IV

USO DE PLANTAS NATIVAS Y SILVESTRES PARA LA ELABORACIÓN DE BIOINSUMOS, PARA PROMOVER LA PRODUCCIÓN SUSTENTABLE Y PROTECCIÓN DE LOS RECURSOS NATURALES	119
---	-----

4 La Revolución en la agricultura.....	123
4.1 La agroecología para una producción	

sustentable.....	124
4.2 Bioinsumos.....	125
4.3 Tipos de Bioinsumos.....	126
4.3.1 Clasificación de los pesticidas naturales.....	127
4.3.2 Insecticidas naturales a partir de extractos vegetales.....	128
4.4 Plantas con propiedades nematocidas.....	130
4.4.1 Biopesticidas biológicos.....	131
4.4.2 Especies nativas y silvestres.....	131
4.5 Diversas plantas con principios con efecto plaguicida.....	132
4.6 Elaboración de plaguicidas a base de plantas....	138
4.6.1 Insecticida.....	148
4.6.2 Bioinsecticida.....	150
BIBLIOGRAFÍA.....	157

El cuidado y la armonía con el medio ambiente son componentes que hacen que los países crezcan de manera sostenible en el mediano y largo plazo; así como una variable fundamental del desarrollo y optimización de la calidad de vida de la población. Las medidas que se toman para conservar los recursos naturales son importantes para la competitividad de una economía, principalmente porque apoyan la sustentabilidad de un ecosistema que requiere calidad del agua a través del manejo forestal, pureza del viento, emisiones de CO₂ y otros contaminantes, biodiversidad, entre otros recursos. Es fundamental para el territorio conocer el estado de las actividades contaminantes, insostenibles y nocivas, así como el grado y resultados de las acciones correctivas.

El desarrollo económico y la gestión ambientalmente amigable deben tender a promover la expansión del mercado y el aumento de las ganancias a largo plazo. Para ello, debe defender los recursos naturales invirtiendo en su conservación, aumentando y disminuyendo la presión de los actores económicos y poblacionales en el perímetro de cada metrópolis. De esta forma, las operaciones ambientales sustentables aumentan el desempeño final de los productos y servicios ambientales, internalizan las externalidades negativas de cada proceso benéfico y apoyan el desarrollo de las capacidades económicas locales.

El desarrollo social tiene como requisitos primordiales la satisfacción de las necesidades simples y el aumento de

la igualdad social y económica, intra e intergeneracional, en un ambiente que promueva el autoabastecimiento local, garantice la transparencia y la participación de la sociedad en las elecciones que les afectan.

El desarrollo ambiental define la necesidad de conservar las funcionalidades del entorno natural en todo momento y de manera continua. Es necesario promover el uso de tecnologías apropiadas tanto para la producción limpia como para el uso racional y renovable de los recursos naturales.

El desarrollo sostenible proporciona el marco para reunir políticas y tácticas ambientales para el desarrollo social y económico. Reconoce que la mejora y el desempeño ambiental sostenible es importante para satisfacer las necesidades humanas y mejorar la calidad de vida. Sin embargo, el desarrollo debe basarse en el uso eficiente, equitativo y ambientalmente responsable de todos los recursos escasos de la sociedad.



INTRODUCCIÓN

El uso intensivo actual de los recursos naturales (suelo, agua, biodiversidad) para diferentes fines, ha provocado escasez de agua, pérdida de biodiversidad, agotamiento del suelo y consecuentes concentraciones de Gases de Efecto Invernadero (GEI), principales causantes del cambio climático antropogénico, agudizando la problemática ambiental actual y la problemática socioeconómica como el hambre y la pobreza que todavía siguen siendo desafíos mundiales fundamentales (FAO, 2018).

Esta problemática, se debe principalmente a que las características inherentes de autorregulación natural, se pierden cuando los seres humanos modifican los ecosistemas y agro-ecosistemas para el aprovechamiento no sustentable de los recursos naturales, comprometiendo la biodiversidad y los servicios ecosistémicos inherentes a ella, creando además ecosistemas vulnerables al cambio climático y que ya no son socio-económicamente y ecológicamente sustentables al perder la base productiva (suelo y biodiversidad) (Miguel A. Altieri et al., 2015; Gliessman, 2002).

La destrucción de la vegetación natural está avanzando a una velocidad alarmante, y mientras los recursos naturales desaparecen, nuestra generación y las generaciones futuras del mundo están siendo privadas de la oportunidad de retener y ampliar los servicios ecosistémicos como: la disponibilidad de alimentos, medicinas y muchos otros productos naturales (Forero,

2015).

En la búsqueda de posibles soluciones a esta problemática ambiental, nace la iniciativa de la implementación de un Centro de Bioconocimiento, con el objetivo de contribuir a la formación de personas con una elevada capacidad de análisis y enfoques innovadores, acordes a los nuevos retos y paradigmas de las ciencias naturales y ambientales. Para lo cual, se han desarrollado metodológicamente tres líneas de investigación: agrobiodiversidad y servicios ecosistémicos, manejo sustentable de los recursos naturales renovables y cambio climático.

En el presente documento, se plasman varias de las actividades realizadas como Centro de Bioconocimiento por los estudiantes y docentes investigadores que son parte del CBIO, actividades encaminadas a la generación de agroecosistemas sustentables y resilientes al Cambio Climático, mediante prácticas agroecológicas que además van a incrementar los servicios ecosistémicos del área experimental. En el documento se dispone también de los aportes de estudiantes de la Carrera y su percepción sobre la conservación de los Recursos Naturales.

De esta manera como proyecto de vinculación el Centro de Bioconocimiento de la Carrera Recursos Naturales de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH), pretende difundir hacia la comunidad

politécnica y sociedad en general, prácticas encaminadas a un manejo sustentable de los agroecosistemas, con el objetivo de brindar alternativas de manejo y motivar a la construcción de un mundo más sustentable para todos.

Mediante prácticas agroecológicas se intenta incrementar los servicios ecosistémicos para obtener agroecosistemas sustentables, es decir que sea económicamente viable, socialmente aceptado y ambientalmente sustentable (Gómez et al., 2015)

Se plantea el fortalecimiento del Centro de Bioconocimiento como espacio de interaprendizaje, investigación, práctica y difusión del manejo sustentable de los recursos naturales renovables, servicios ecosistémicos y Cambio climático.



CAPÍTULO I

CENTRO DE BIOCONOCIMIENTO,
ESPACIO DE INTERAPRENDIZAJE
A TRAVÉS DE LA PRÁCTICA

1. El aula ecológica en el centro de Bioconocimiento

El Centro de Bioconocimiento (CBIO) está ubicado en la Estación Experimental Tunshi de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, situada en Tunshi Grande, parroquia Licto, al sur oeste del cantón Riobamba, provincia de Chimborazo-Ecuador, a 12 km de la ciudad capital. Se encuentra localizada a una altitud que va desde 2755 - 2929 msnm. La precipitación anual es 635,4 mm, siendo la temperatura media 14,4°C y una humedad relativa media de 85 %. La Estación Experimental tiene una superficie total de 145 has.

En un mundo moderno de constante cambio social y envuelto en la teoría y técnica retórica de dialogar y discutir para descubrir la verdad mediante la exposición y razonamientos del conocimiento, es necesario efectuar una didáctica ecológica basado en mejorar de manera íntegra el aula, en un espacio o microsistema de aprendizaje, donde su objetivo es reestructurar el sistema de educación basado en respeto, equidad y armonía con el medio ambiente, promoviendo un área que tenga relación de empatía alumno - docente.

El aula ecológica permite que los involucrados sean considerados entes de transformación y fuente de aprendizaje a través de procesos de interacción biológica humano-naturaleza, generando vínculos que impulsen la conservación, preservación del ambiente. Una de las metodologías utilizadas en el aula ecológica es la de

Aprender Haciendo, es un nuevo método de aprendizaje a través de la búsqueda de respuestas, esta metodología está basada en hacer las cosas con acompañamiento, observando, practicando, manipulando, experimentando e indagando, lo que lleva a aprender desde y en la experiencia.

1.1 Objetivos

- Fortalecer la apropiación social del territorio desde escenarios ambientales, a través de acciones pedagógicas que incidan en el mejoramiento de las relaciones entre los seres humanos y su entorno.
- Incentivar el trabajo creativo y autónomo a través de la metodología aprender- haciendo para que exista sensibilidad para solucionar problemas de la propia realidad a nivel local y en su relación con lo global.

1.1.1 Funcionalidad del aula ecológica

La educación ambiental puede definirse como el proceso interdisciplinario para desarrollar ciudadanos conscientes e informados acerca del ambiente en su totalidad, en su aspecto natural y modificado; con capacidad para asumir el compromiso de participar en la solución de problemas, tomar decisiones y actuar para asegurar la calidad ambiental (Rick Mrazek, 1996:20).

Los problemas ambientales detonan el surgimiento de la educación ambiental, ya que el objeto de estudio de ésta es el medio ambiente. La educación ambiental se

propone, a través del desarrollo de diversas estrategias pedagógicas, contribuir a la formación de una conciencia sobre la responsabilidad del género humano en la continuidad de las distintas formas de vida en el planeta, así como la formación de sujetos críticos y participativos ante los problemas ambientales (Flores, 2012).

La aplicación del “saber hacer” se adecua a procesos de simulaciones lo más cercanas posibles a la realidad en las que el auxiliar tiene una participación activa de construcción de la realidad, la cual debe modificar realizando diferentes pruebas que, en muchos casos, le lleven a cometer errores, de tal manera que le permitan conocer las consecuencias de sus equivocaciones, su origen y cómo resolverlas para –en su momento– aplicar instancias remediales a la vida práctica (Rodríguez & Ramírez, 2014)

Las aulas ecológicas son una fuente de aprendizaje de procesos de interacción biológica del ser humano con la naturaleza. Deben tener como base el contacto directo con la realidad de forma que el entorno se estructure como un todo a su vez lleno de interrelaciones, y sea el objeto de estudio en los diferentes ámbitos del aprendizaje y de la investigación.

Esta motivación depende de que se genere la curiosidad y la necesidad de aprender, de que el estudiante se sienta protagonista del proceso y del resultado de su aprendizaje y, finalmente, de que llegue a alcanzar las

metas de aprendizaje propuestas y, con ello, que se produzca en él una percepción de autoeficacia.

Razón por la que el aula ecológica facilita la retroalimentación de la educación ambiental con el interaprendizaje y el aprender haciendo, representando además una oportunidad para la participación y autoorganización se transmita con los involucrados colaborando en la comprensión de sus problemas y en la búsqueda de respuestas para la construcción del conocimiento.

1.2 Prácticas agroecológicas en el Cbio

1.2.1 Biol

Los abonos orgánicos son una alternativa para mejorar la fertilidad de los suelos, así como también resultan ser mecanismos que ayudan a la recuperación de los sustratos que se encuentren en proceso de degradación. (Herrám, Torres, Martínez, Ruiz, & Portugal, 2008)

El Biol es un tipo de abono orgánico líquido considerado también como abono foliar cuya aplicación directa a los cultivos permitirá que las plantas aumenten su producción ya que se estimula el crecimiento de estas en su periodo de desarrollo. Este abono orgánico se basa en la fermentación anaeróbica de restos de materiales orgánicos como estiércol de animales, restos vegetales y distintos materiales que impulsaran el desarrollo correcto de la fermentación; el Biol tiene la capacidad de recuperar, nutrir y reactivar la diversidad microbiana

del suelo lo que da como resultado una mayor fertilidad de este al momento de la producción. (Mosquera, 2010)

Objetivos

General

Analizar el efecto de los abonos orgánicos en el suelo, mediante la elaboración del Biol, para identificar las funciones que cumple el mismo en el desarrollo de los agroecosistemas.

Específicos

- Conocer el proceso de elaboración del Biol y su influencia en el desarrollo de las plantas.
- Identificar los principales efectos que producen el uso de abonos orgánicos en los suelos, como prácticas agroecológicas para el manejo sustentable de los recursos naturales.

Metodología

Limpieza de los contenedores y del área de almacenamiento.



Para iniciar el desarrollo de práctica se realiza una limpieza total del área de almacenamiento y también de los contenedores, ya que los pueden tener cierta materia en proceso de degradación. Se procedió a lavar los dos contenedores para posteriormente iniciar con la elaboración del Biol.

Recolección del estiércol



Figura 2. Recolección del estiércol

El estiércol utilizado en esta ocasión fue el de ganado bovino, para ello se procedió a recoger el mismo en el área de la Facultad de Ciencias Pecuarias de la ESPOCH en la Estación Experimental Tunshi, ya que ahí se pudo encontrar estiércol fresco que permite un correcto

desarrollo de la fermentación del Biol.

Mezcla de materiales

Posteriormente se mezclan los materiales, para lo cual primero se colocan 12 kilogramos de estiércol en cada contenedor para luego colocar agua, aproximadamente la mitad de la capacidad del contenedor, a continuación, se coloca medio litro de leche, medio litro de melaza, una libra de ceniza y 1 kilogramo de alfalfa en cada contenedor; se procede a realizar una mezcla homogénea en cada contenedor para finalmente añadir agua hasta la capacidad máxima de cada contenedor.



Figura 3. Mezcla de materiales

Sellado hermético

Al tratarse de un proceso de fermentación anaeróbica, es necesario realizar un sellado hermético de los dos recipientes, para ello se coloca las tapas y se procede a rematar con la ayuda de una cuerda, hasta asegurarse que no ingrese oxígeno hacia el interior.

Es necesario manifestar, que las tapas de los

contenedores deben poseer una apertura para que se coloque la manguera que servirá para crear la trampa de



Figura 4. Sellado hermético

Trampa de aire

Para la elaboración de la trampa de aire se necesita colocar agua en la botella para que posteriormente la misma sea conectada en la manguera que sale del contenedor, se debe tomar en cuenta que la manguera dentro del contenedor no debe estar sumergida en la mezcla, mientras que en la botella la manguera debe estar sumergida en el agua.

La trampa de aire se implementa principalmente debido a que el proceso de fermentación generará gases los cuales necesitan salir, pero como no se puede permitir el ingreso del oxígeno, los gases se depositan en el agua de la botella, a lo que se le conoce como trampa de aire.



Figura 5. Trampa de aire

Tiempo de fermentación

El tiempo de fermentación del Biol va a depender de las condiciones ambientales en que se realizó este proceso, para este caso el tiempo de fermentación estimado será de 6 meses desde el día en el cual se puso a fermentar.

Cosecha del Biol

Para cosechar el Biol una vez concluido el proceso de fermentación, se procede a abrir los contenedores para posteriormente pasar a cernir. Se debe tomar en cuenta que el BIOL debe tener un pH. neutro así se asegura que su funcionalidad será eficiente y no dañará los cultivos.

Aplicación del Biol

La aplicación del Biol se la realiza de manera directa a la planta, es recomendable utilizar 2 litros de Biol disueltos en 18 litros de agua a manera de fumigación al tallo y las hojas de los cultivos.

1.2.2 Humus



Figura 6. Humus

El suelo debe ser considerado un ente vivo y, en la medida que aumenta la presencia de microorganismos, las características físicas, químicas y biológicas de este, serán adecuadas para el desarrollo de cultivos (Moreno, 1996)

En general la elaboración reconoce tres etapas, en las dos primeras etapas de fermentación, se verifican en condiciones aeróbicas, donde el aire debe circular libremente en la masa a compostar. La tercera etapa, de maduración, se desarrolla sin presencia de aire, actuando microorganismos anaeróbicos. Es preciso tener en cuenta que, durante las tres etapas, la masa debe tener una humedad suficiente, sin humedad no se verifica fermentación, sin embargo, esta humedad no debe ser excesiva, de lo contrario no habrá una adecuada circulación del aire y oxigenación en las dos primeras etapas y se disolverán los nitratos en la última etapa. Un manejo adecuado de la humedad y de la ventilación de la masa permite tener éxito en el proceso (Basaure, 2008).



Figura 7. Etapas de fermentación

Capas

A partir de la infraestructura expuesta anteriormente se procede a colocar las siguientes capas para la preparación del humus:

Tabla 1. Procedimiento para preparación del humus

DESCRIPCIÓN	CAPAS
La primera capa es de la lombriz roja californiana (<i>Eisenia foetida</i>).	

Como segunda capa se aplica los residuos orgánicos que se recolectaron en los hogares de los estudiantes de la Carrera de Recursos Naturales Renovables de la ESPOCH.	
La tercera capa consta del abono verde y esta se aplica en toda la infraestructura, tapando totalmente los desechos orgánicos para que las lombrices se mantengan con la adecuada temperatura y humedad.	

1.2.3Compost



Figura 8. Compost

Conforme la humanidad ha ido avanzando, se han visto degradados severamente los recursos naturales por el avance Tecnológico/industrial añadiendo el desborde de la capacidad de carga que existe actualmente,

la cantidad de consumidores excede la cantidad de recursos, generando una serie inmensurable de impactos negativos en las áreas naturales y ecosistemas (Álvarez, M. P. 2010). Debido a esto nace la necesidad de producir mayores cantidades de materia prima y alimentos para compensar la demanda de recursos, lo que ha desembocado en una expansión agrícola desmesurada y la aplicación de métodos químicos poco recomendables para la salud.

Metodología

Proceso 1

Se reconoció la zona a trabajar y se instaló la infraestructura necesaria para el desarrollo del compostaje, el cual debido a su naturaleza se considera un abono de tipo “seco” por lo que se implementó un “zara” que regula el paso de agua haciendo que este abono retenga la humedad necesaria y la oxidación/ descomposición se dé de manera conforme a los resultados requeridos.

Proceso 2

En el momento de la recolección de todos los materiales a utilizar- se en el compostaje, se diferencia entre el material seco (cáscara de arroz, aserrín), estiércol (vaca, cuy), desechos orgánicos (frutas y verduras) y material verde (alfalfa), debido a que estas capas deben ser colocadas de manera preferentemente ordenada para obtener mejores resultados del producto.



Figura 9. Recolección de materiales

Proceso 3

Para su aplicación, compostaje se lo fue realizando mediante capas, siendo el material seco como aserrín o cáscara de arroz.



Figura 10. Capas del compostaje

Proceso 4

Continuando con el proceso después de haber establecido la base, se incorporan los demás materiales obtenidos del entorno en la misma Estación Experimental:

el estiércol (seco), desechos orgánicos (cáscaras, residuos de frutas/ verduras), material verde (hojas, flores, etc.) para concluir con una capa de material seco (hojarasca) con la finalidad que exista un adecuado equilibrio entre la humedad y la temperatura, para lo cual, el montículo de compost deberá ser de 50 cm medidos desde el suelo.



Figura 11. Incorporar materiales del compost

1.3 Agroforestería

Es un método de uso de la tierra que permite que los árboles crezcan en áreas ganaderas y agrícolas, fomentando la biodiversidad, generando servicios ecosistémicos de provisión, regulación, culturales y de soporte. Las actividades humanas, especialmente la destrucción de hábitats, han aumentado considerablemente el grado de pérdida de biodiversidad. Mantener el funcionamiento normal del ecosistema y la sociedad es extremadamente importante. Es la diversidad de la vida lo que hace que este planeta sea extraordinario. La mayoría de los medicamentos y cultivos provienen del medio ambiente. También es importante para la prestación de servicios ecosistémicos, así como para la polinización y el control de plagas.



Figura 12. Agroforestería

Objetivo

Fomentar la agroforestería como una práctica de manejo sustentable para mejorar la calidad y salud del recurso suelo.

Metodología

Paso 1

Para desarrollar esta actividad dentro del centro experimental Tunshi se tomó en cuenta la recopilación de información de bibliotecas virtuales, páginas web, documentos, etc., de manera que se pueda entender por qué este tipo de actividad agrícola es tan importante para el manejo adecuado del suelo.

Paso 2

Como segundo punto, se implementó la implementación de varios árboles alrededor de las parcelas con cultivos de manera que se puede delimitar estas áreas y al mismo tiempo manteniendo un suelo rico en materia orgánica

mejorando así su calidad y salud.



Figura 13. Plantación de árboles

Paso 3

Los árboles escogidos para la plantación fueron seleccionados de acuerdo con las condiciones del área y tomando en cuenta los organismos polinizadores.



Figura 14. Plantaciones

Paso 4

Se toma en cuenta el regadío de los árboles cada semana y de igual manera despejar el área de malezas.



Figura 15. Regadío de los árboles

1.4 Implementación de abonos verdes

Se entiende por abono verde el uso de determinadas plantas, tanto individualmente como mezcladas, generalmente de crecimiento rápido, que preceden o suceden a los cultivos comerciales, con el fin de mejorar las condiciones físicas, químicas y biológicas del suelo. Normalmente se usan los abonos verdes como si fueran a sustituir una abonada mineral y se espera de ellos que proporcionen resultados espectaculares en el siguiente cultivo. Nada más lejos de la realidad y quizá esta sea la ventaja menos significativa de los abonos verdes (García, 2012).

A nivel mundial, los abonos verdes y los cultivos de cobertura han demostrado ser una tecnología exitosa para mantener la fertilidad del suelo y controlar las malezas. Las numerosas ventajas de estos cultivos han hecho que sean adoptados en muchas partes del mundo (Bunch, 2004).



Figura 16. Implementación de abonos verdes

Metodología

Proceso 1

Tratamiento del terreno: en este punto se deja listo el terreno tratando de que no quede mala hierba que influirá en el desarrollo de la cebada.



Figura 17. Preparación del terreno

Proceso 2

Una vez que el terreno se encuentre en óptimas condiciones se procede a sembrar la cebada, en este caso se utilizó el método de aspersión manual tratando de que la semilla quede en una misma porción en todo el terreno es decir que el sembrío no sea ni muy estrecho ni muy separado con esto se asegura que la cebada tenga un correcto desarrollo.



Figura 18. Siembra de cebada

Proceso 3

Con la finalidad de que el sembrío germine de la manera correcta, se procede a agregar humus.



Figura 19. Colocar humus en el sembrío

Proceso 4

Con la ayuda de azadones se tapa la semilla, para que tenga una correcta germinación se recomienda que la semilla de cebada esté cubierta por una capa de tierra de aproximadamente 6 centímetros.

Proceso 5

Se deja que el sembrío crezca hasta la época de floración, ya que ese es un indicador de que el abono está listo para ser implementado en el suelo.



Figura 20. Crecimiento del sembrío

Proceso 6

Para continuar con el proceso de implementación del abono en el suelo es necesario usar la moto guadaña, se corta la cebada a una altura aproximada de unos 10 centímetros del suelo.



Figura 21. Corte de la cebada

Proceso 7

Con ayuda del tractor se mezcla el suelo con la cobertura vegetal resultante del corte realizado de la cebada.

1.5 Percepciones sobre el manejo y conservación de los recursos naturales

1.5.1 Contaminación, Sustentabilidad y Manejo Sustentable de Recursos Naturales

La humanidad ha cambiado mucho en el entorno o ambiente en donde vive a través del tiempo. De manera que el aprovechamiento de los recursos naturales disponibles va siendo cada vez mayor, aumentando el crecimiento poblacional. En cuanto a las propuestas más notorias de sostenibilidad se tienen: huertos comunitarios, economía solidaria y cooperativa, también de los bienes comunes como el agua, suelo y la biodiversidad que para todos son muy importantes. La sustentabilidad tiene como objetivo principal satisfacer las necesidades

que está presentando el planeta actualmente, pensando en la protección de las futuras generaciones, todo esto en un ámbito social, ambiental y económico, así también se puede agregar la ética a las instituciones como un factor primordial y de protección en el mundo actual.

Los recursos naturales son elementos que dan a un país potencialidad y riqueza en todos los aspectos, se suelen dividir en renovables y no renovables; se puede apreciar la cantidad de especies ya sea de flora y fauna que habitan en el país y que no son bien aprovechadas porque las autoridades y dirigentes no hacen cumplir sus acuerdos los derechos de protección a los recursos, el desarrollo sustentable es la interacción entre la naturaleza y el ser humano a fin de dominar los cambios que afectan a nivel local y global como lo son: el cambio climático, pobreza, inequidad social, contaminación, falta de recursos y sobrepoblación, la falta de protección, la inconciencia que damos aunque hay soluciones la humanidad no toma conciencia de lo que pasa alrededor.

En la actualidad muchas empresas han impulsado un cambio hacia la sustentabilidad, sin embargo, la mayoría sólo se han enfocado en lo económico, dejando de lado la parte ambiental, es decir se debe promover que ningún contaminante deberá producirse a un ritmo superior al que pueda ser reciclado, neutralizado o absorbido por el medio ambiente, ningún recurso no renovable deberá aprovecharse a mayor velocidad de lo necesario para sustituirlo por uno renovable utilizado de manera

sostenible. (Tovar Velasco, 2015)

El mal uso de los recursos naturales está relacionado a la inherente necesidad humana de progresar, de desarrollarse y de evolucionar.

La contaminación es también otro efecto de la actividad productiva del hombre, causa daños irreparables al medio ambiente, afectando cada vez más, tanto a las fuentes hídricas como a los suelos y el aire, en general al planeta entero. (Hernández Mandujano, 2021)

1.5.2 Agotamiento de los recursos naturales y manejo sustentable

Los recursos naturales son aquellos elementos, materiales y servicios que la naturaleza brinda, son de importancia para el ser humano para satisfacer las necesidades de este por lo que se espera asegurar su riqueza a futuras generaciones. (Gestión de Recursos Naturales, 2016) Según el plan estratégico (Línea prioritaria de investigación), el manejo sustentable se refiere al uso, desarrollo y protección de los recursos, tanto naturales como físicos, a una tasa que permite a las personas y comunidades proveerse de bienestar social, económico y cultural en beneficio de su salud y seguridad mientras mantiene su potencial original a lo largo del tiempo. (Manejo sustentable de recursos naturales, s.f)

Para ayudar en al menos un pequeño porcentaje a la naturaleza, es posible realizar campañas incentivando

a la población a que siembre en sus hogares árboles de diferentes especies ya que esto contribuiría positivamente al medio ambiente.

Este es el caso de varios estudiantes de la Carrera de Recursos Naturales Renovables, que tomaron la iniciativa de sembrar plantas frutales y medicinales como: mandarina, naranja, uva, piña, hierbaluisa, entre otros. Dicha acción se toma de referencia hacia la comunidad para realzar la importancia y necesidad de la naturaleza para seguir subsistiendo y siendo de provecho para el ser humano. Se dice que por cada árbol talado debe sembrarse uno o más, lo que es favorable al sustento natural de este recurso, sin embargo, existe en cada árbol talado, varios años significativos y de crecimiento.

Mientras transcurre el tiempo y la tala de árboles sigue en curso y no se oriente a sembrar más de lo que se tala, se proyecta una pérdida de recursos naturales. Cada persona que hoy hace uso de algún recurso debe ser consciente de lo que está perdiendo y hacer algo al respecto.

Se pueden proponer diferentes maneras de empezar a mejorar el manejo sostenible de los recursos naturales, logrando regular el agotamiento de dichos factores que afectan al hábitat y llevar a cabo actividades que den resultados favorables hacia la naturaleza y esto se puede dar gracias a la contribución de la población.

Creando también una cultura ambiental, formando profesionales que aborden esta problemática y que se oriente hacia el desarrollo sostenible, de tal forma que el Estado fomente la investigación de las Universidades para solucionar problemas ambientales, y la innovación, de empresas que de forma consciente se encamine hacia el restablecimiento continuo del medio ambiente. (Román,2020)

1.5.3 Gestión sostenible del recurso agua

Los seres humanos, las plantas, los animales, todos necesitamos agua, pero pocas personas saben cómo utilizarla correctamente. El agua es un recurso escaso y limitado. La conciencia social y económica de este tema es cada vez más fuerte y reflexiva. En los últimos años, se ha podido observar un declive en la calidad y pureza, dejando solo contaminación y muerte, pero lo más impresionante es que todo esto se está transmitiendo a las generaciones futuras, dejando océanos sucios, ríos contaminados, entre muchos otros problemas ambientales.

En este sentido, dado que el agua es un recurso esencial para la vida en la tierra, y la calidad del agua tiene un impacto proporcional en la calidad de la vida humana, parte de sus esfuerzos deben estar enfocados en proteger y mantener esta fuente de agua. Recursos apreciados y su sostenibilidad. La sostenibilidad está relacionada con las acciones humanas sobre el medio ambiente.

Desde un punto de vista ecológico, la sostenibilidad se refiere a los sistemas biológicos que pueden mantener la diversidad y la productividad a lo largo del tiempo. Por otro lado, está relacionado con el equilibrio de cualquier especie en particular con los recursos que se encuentran en su entorno. “En 1987, se llevó a cabo el informe Brundtland en el ámbito de las Naciones Unidas, que definió la sostenibilidad como la capacidad de satisfacer las necesidades del ser humano contemporáneo”, (Oficina del presidente de la Asamblea General, 2012) y no significa que la anulación de las generaciones futuras también pueda satisfacer sus propias necesidades.

El agua es vital para la vida, y la gestión eficaz de los recursos hídricos requiere un enfoque integrado para coordinar el desarrollo económico y social para proteger los ecosistemas naturales. Los seres humanos usamos el agua de acuerdo con nuestras necesidades en el uso del agua, hemos introducido ciertos cambios en el ciclo hidrológico, los mismos que podrían afectar la disponibilidad y calidad del agua.

El concepto de desarrollo sostenible se refiere a las necesidades de las personas modernas sin comprometer el derecho de las generaciones futuras a satisfacer sus necesidades, esto significa que usamos los recursos hoy de tal manera que nuestros hijos y nietos puedan usarlos en alta calidad y en cantidades suficientes. Para lograr este objetivo, es necesaria la unidad y cooperación de todos, participando con responsabilidad, en la gestión

del agua. (RUIZ, 2013)

La cooperación es “esencial para proteger nuestros ecosistemas, erradicar la pobreza y lograr la igualdad social, incluida la igualdad de género”. Se hace hincapié en que “la cooperación en el campo de los asuntos del agua no se trata de cuestiones técnico o científico, sino alivio de la pobreza”. Y protege el medio ambiente. Sentar las bases para el desarrollo sostenible y la paz duradera “. (Millán, 2016)

La gestión sostenible del agua es un tema que requiere la participación efectiva de la sociedad y del Estado en los diferentes niveles para tomar decisiones en el marco de una visión común y lograr la equidad en el uso de los recursos. Se sabe que no es una tarea fácil ya que implica cambios de comportamiento diario y en la gestión del agua, pero se debe actuar en ese sentido.

No es fácil hacer grandes cambios. Todos necesitamos apoyarnos unos a otros y estar empoderados para lograr nuestros objetivos, crear conciencia en los presentes y futuros habitantes de este planeta, para que se pueda disfrutar de la belleza, la paz, la armonía, la satisfacción, el descanso, la relajación que brinda la naturaleza y el entorno. Es una cuestión de contemplación.

1.5.4 Manejo sustentable de los bosques

Los bosques son ecosistemas forestales ocupan aproximadamente un tercio de la superficie terrestre de la Tierra y son el hábitat perfecto para la vida animal.

Gracias a ellos se realiza el proceso de absorción de dióxido de carbono, que es perjudicial para los seres humanos. Pero están sujetos a intensas presiones por actividades humanas.

La deforestación provocada por la industria, su desaparición conlleva la reducción del hábitat, lo cual supone un duro golpe a la biodiversidad, poniendo contra las cuerdas a numerosas especies. El rápido cambio demográfico, los acelerados avances tecnológicos y el crecimiento de la demanda de energía han ejercido nuevas presiones a la actividad forestal para abordar problemas globales emergentes, particularmente energía y cambio climático.

Por otro lado, la actividad forestal industrial es el pilar de la economía en comunidades ya que se generan más de mil empleos directos e indirectos, así como para el desarrollo de la infraestructura y servicios públicos.

Los bosques son ecosistemas que están formados por árboles y en ellos se encuentra aproximadamente el 70 % de toda la biodiversidad que posee la Tierra, contribuyen a mitigar el impacto del calentamiento global, por ello, urgen acciones que creen conciencia sobre la importancia de los bosques y su preservación. Gracias a ellos se realiza el proceso de absorción de dióxido de carbono, que es perjudicial para los seres humanos. (Marcano, R.2020)

Se obtiene beneficios como:

- Generan el oxígeno que los humanos necesitan para respirar.
- Son una base fundamental para garantizar la seguridad alimentaria.
- Protegen los suelos, gracias al fortalecimiento de sus raíces se evitan los derrumbes, ayudan en la prevención de inundaciones, aludes de nieves, inestabilidad de laderas, desprendimientos rocosos y entre muchos otros fenómenos naturales.
- Regulan el ciclo del agua (actúan como una esponja, permitiendo así que los acuíferos se recarguen, reducen los sedimentos y procesos de eutrofización).
- Contribuyen en la reducción de la contaminación acústica.
- Los árboles nos dan sombra que a su vez contribuye mucho en la conservación de la humedad.
- Son un espectáculo natural contribuye en la promoción del turismo. (Marcano, 2020)

1.5.5 Erosión y degradación del suelo

Los bosques han estado sujetos a intensas presiones por actividades humanas. El rápido cambio demográfico, los acelerados avances tecnológicos y el crecimiento de la demanda de energía han ejercido nuevas presiones a la actividad forestal para abordar problemas globales emergentes, particularmente energía y cambio climático.

El aprovechamiento se realizó en algunos casos en forma excesiva, lo que ocasionó consecuentemente fuertes presiones hacia su protección, provocando la pérdida de importantes superficies de bosques, selvas y matorrales. (Aguirre, O. 2015)

La deforestación provocada por la industria, los árboles sufren la constante amenaza de la agricultura y la pérdida de recursos hídricos. Su desaparición conlleva la reducción del hábitat, lo cual supone un duro golpe a la biodiversidad, poniendo contra las cuerdas a numerosas especies. (Isan, 2020)

Conservar y proteger el suelo es garantizar vida y salud. El Día de la conservación del suelo se celebra todos los años, el día 07 de julio.

El suelo da energía, frescura, nutrientes a las plantas para poder desarrollarse. El uso irracional del suelo genera una alteración de sus propiedades que puede hacer que pierda parcial o totalmente su capacidad de cumplir con su función. Es lo que se conoce como degradación. (Rubén, D. 2021)

La conservación del recurso suelo es tan importante como mantenerse con vida en el planeta ya que el suelo permite el desarrollo de productos que alimentan a todo ser vivo y sobre todo porque todo ser vivió habita sobre ella la Tierra.

El suelo es el principal capital con que cuenta el

productor y la comunidad, especialmente, los que basan su economía en la producción agropecuaria. Es importante fomentar la producción agrícola y conocer el mapa de suelo, para saber cuáles son los lugares con suelos aptos para el cultivo y aquellos que se deben preservar.

El ser humano debe realizar prácticas amigables con el medio ambiente, con el suelo; para cuidarlo y no contaminarlo. Un suelo contaminado, erosionado, es un suelo in- fértil, improductivo, reseco. (Rubén, D. 2021)

1.5.6 Impactos de Desarrollo Sostenible

La actividad forestal industrial es el pilar de la economía en comunidades ya que se generan más de mil empleos directos e indirectos, así como para el desarrollo de la infraestructura y servicios públicos, y que, a pesar de contar con un área de industria forestal maderable, los recursos naturales se encuentran en equilibrio, esto no pone en riesgo la permanencia de los recursos naturales y da la opción de aprovechamiento a las futuras generaciones. (EQUATOR INITIATIVE, 2013)

CAPÍTULO II

INFLUENCIA DE LOS HONGOS EN LA DESCOMPOSICIÓN DE LA MATERIA ORGÁNICA Y SU RELACIÓN CON LA ACTIVIDAD BIOLÓGICA Y CALIDAD DE LOS SUELOS

Los hongos son un pilar fundamental para el desarrollo de un suelo productivo; pero además el suelo debe contener contenido de materia orgánica (residuos de plantas y animales) está hecha de compuestos tales como los carbohidratos, ligninas y proteínas. Los beneficios de la presencia de la materia orgánica en la productividad de los suelos agrícolas han sido reconocidos desde tiempos milenarios. Hoy se sabe que la materia orgánica mejora la capacidad de intercambio catiónico y de retención de agua en la capa superficial del suelo.

Los hongos del suelo juegan un papel clave en los procesos de descomposición que mineralizan y reciclan nutrientes de plantas. Por ello se propuso analizar la información disponible de la influencia de los hongos telúricos en la materia orgánica en cinco suelos primarios de la Parroquia Licto. Mediante la aplicación del siguiente esquema para dar cumplimiento al objetivo propuesto: análisis de problema, búsqueda de información, organización de la información y escritura de la revisión, análisis crítico de la información y elaboración de conclusiones.

De acuerdo con los resultados obtenidos en la investigación se ha obtenido los siguientes datos; en algunos sectores de la región andina ecuatoriana como: bosque Lluçud y Palictahua, Guallanchi, Chimborazo, Pallatanga, San Juan, San Luis, Universidad Técnica de Ambato, Pichincha, Tungurahua, Cotopaxi y Cañar,

se encontraron hongos silvestres como *Aspergillus*, *Penicillium*, *Trichoderma*, *Mucor*, *Alternaria*, *Fusarium*, *Acremonium*, *Paecylomices* entre otros.

En las zonas agrícolas se encontraron los siguientes hongos *Trichoderma*, Champiñones ostra, *Actinomicetos*, *Zigomicetos*. Todos los sectores tienen bajo contenido en materia orgánica. El pH varía desde ligeramente ácido hasta ligeramente alcalino, en cuanto a la textura del suelo franco arcilloso, arenoso y franco arenoso, los hongos fueron encontrados desde una Altitud: 2700 – 3410 m.s.n.m Temperatura: 10 – 18 °C Precipitación: 500 – 1000 mm Humedad relativa: 70%.

Objetivo

Realizar una revisión sistemática de la literatura disponible sobre la influencia de los hongos telúricos en la materia orgánica en cinco suelos primarios de la Parroquia Licto.

Metodología

La metodología propuesta para la revisión bibliográfica será aplicada al tema de investigación para asegurar la calidad de información que se obtendrá, se compone de tres fases:

Definición del problema

La insuficiente información sistematizada referente a la influencia de hongos en la descomposición de la materia orgánica y su relación con la calidad de los

suelos en la Parroquia Licto no permite la generación de propuestas de manejo de ciertos sistemas de uso del suelo.

Búsqueda de la información

Para el proceso de investigación bibliográfica se debe contar con material informativo como libros, revistas de divulgación o de investigación científica, sitios Web, repositorios de universidades de la región sierra ecuatoriana y demás información necesaria para iniciar la búsqueda. Para ello se considerará temas y subtemas que tienen relación con la influencia de los hongos en la descomposición de la materia orgánica y su relación con la actividad biológica y calidad de los suelos Parroquia Licto.

El material que se emplee debe ser “reconocido”, la información se presenta en multitud de formatos, unos más accesibles, más reconocidos y mejor valorados “académicamente” que otros, entre estos: libros, revistas, actas de congresos, reportes técnicos, normas, tesis e Internet. Con el fin de definir el dominio de la investigación, se utilizará ecuaciones de búsqueda (expresiones que consisten en palabras claves, se leerá resúmenes, índices y operadores lógicos) que incluyan términos específicos del tema a investigar (Sabour 2017).

Organización de la información y escritura de la revisión

Se organiza de manera sistemática la información encontrada. Inicialmente la información será ordenada en carpetas u hojas de cálculo. Una manera de organizar la información será por relevancia, distinguiendo los principales documentos de los secundarios. Así se obtiene una estructura o diagrama que permite identificar los pilares del tema bajo estudio. Es necesario definir una estructura para organizar la información de forma jerárquica y la cantidad de datos que se van a incluir en esta (autores, año, resumen, idea principal, etc.).

Las variables o características se limitan a los criterios escogidos de acuerdo con el tema de investigación.

Análisis crítico de la información

En la tercera fase se analiza la información previamente organizada, indagando sobre cuáles son los documentos más útiles para la temática en estudio. El análisis de la información es la tarea que tomará más tiempo en la investigación bibliográfica, (Esquirol Causa, Sánchez Aldeguer y Dalmau Santamaria 2017). Es un ciclo donde se reafirman las ideas planteadas en la formulación del problema y si se conoce bien el problema, la solución estará al alcance. El estudio de los documentos más importantes posibilita el reconocimiento de ideas principales, inferencias, conceptos claves, etc.

2 Calidad de suelos altoandinos (Andisoles)

Según (Sigtierras 2017) los andosoles o andisoles son suelos generalmente negros que se desarrollan a partir

de depósitos volcánicos (ceniza volcánica, piedra pómez, lava) o de materiales piroclásticos. Manifiestan de poca a moderada evolución. Presentan un apreciable contenido de alófana (arcillas amorfas) y/o complejos de humus-aluminio, y una baja densidad aparente ($< 0,90 \text{ g/cm}^3$) (Moreno, Ibáñez y Gisbert 2011) (Anexo1).

Estos suelos sufren un rejuvenecimiento frecuente y se enriquecen con los materiales nutricionales orgánicos. Son suelos con buena estructura, por lo tanto, con un buen drenaje y con buena retención de humedad. Generalmente, si están cercanos a los volcanes, su textura es gruesa y si están alejados de ellos, la textura es más fina como limosa o franco limoso (anexo 2). Aunque su mayor limitación es su gran capacidad para retener el fósforo de forma no biodisponible para la asimilación por las raíces de las plantas, el aprovechamiento en nuestro país ha sido para los pastos. En zonas altas, como las cimas frías de las cordilleras occidental y real, se encuentran cubiertos por vegetación arbustiva de altura o páramo.

Los suelos altoandinos contribuyen a la regulación de fuentes hídricas y al ciclo global del carbono por su capacidad para estabilizar grandes cantidades de carbono orgánico durante miles de años, formando complejos estables con iones Al y Fe, alófanos y arcillas (anexo 3); sin embargo, están sufriendo procesos de expansión de la frontera agrícola que alteran sus propiedades y afectan la composición de las SH

(Martínez, Bravo y Martin 2013).

2.1 Características Morfológicas

Según (Cosio 2011) dice que el Andosol “típico” tiene un perfil con un ensamblaje de horizontes AC o ABC. El horizonte superficial A suele ser muy oscuro (Ah de 20 a 50 cm.) (puede ser más delgado o grueso) bajo él se encuentra un horizonte B o en su defecto directamente el C. Colores varían notablemente del superficial a los del subsuelo. El primero resulta ser generalmente mucho más oscuro en húmedo, especialmente en las regiones frías más que en los climas tropicales (excluyendo la alta montaña). El contenido promedio de materia orgánica del horizonte superficial ronda el 8%, aunque los perfiles más oscuros pueden contener hasta un 30% o más de materia orgánica. El horizonte superficial es muy poroso, friable y tiene una estructura granular o migajosa. En algunos Andosoles el material superficial del suelo es manchado y aprecia una consistencia grasosa o untuosa, tornándose casi líquida cuando se fricciona entre los dedos, presumiblemente a causa de la transformación bajo presión de sol-gel (“tixotropía”).

2.1.1 Características hidrológicas

La mayoría de los Andosoles atesoran un excelente drenaje interno a causa de su alta porosidad. Tal hecho ocurre predominantemente en posiciones alta del terreno. Sin embargo, el perfil desarrolla propiedades gléyicas en donde existe un nivel freático somero.

2.1.2 Características Mineralógicas

Las cantidades de vidrio volcánico, minerales ferromagnesianos (olivino, piroxenos, anfíboles), feldespatos y cuarzo en las fracciones de arena y limo de los Andosoles difieren según la ubicación. Algunos de los granos de minerales pueden adquirir una cubierta de vidrio volcánico cuando la temperatura era todavía alta. La composición mineral de la fracción arcilla de los Andosoles varía con factores tales como: la “edad genética” del suelo, composición del material parental, pH, contenido de bases, régimen de humedad, espesor de los depósitos de sobrecarga de cenizas, contenido y composición de la materia orgánica del suelo.

La fracción arcilla de los Andosoles contiene “materiales amorfos detectables mediante rayos X”, así como: el alofano e imogolita y/o complejos húmicos de Al y Fe junto con sílice opalino. Alofano/Imogolita y complejos Al- Húmicos pueden ocurrir juntos, aunque los dos grupos tengan condiciones conflictivas para su formación. Adicionalmente pueden presentarse los minerales primarios, ferrihidrita (desordenada), haloisita y caolinita, gibsita y varias capas de silicatos 2:1 y 2:1:1 integrados.

2.1.3 Características físicas

La buena estabilidad de los agregados de los Andosoles, así como su alta permeabilidad al agua hacen que estos suelos sean relativamente resistentes a

la erosión hídrica. Excepciones a esta regla se presentan en los tipos de Andosoles altamente hidratados que se secan drásticamente, como es el caso tras una deforestación, entre otros. El material de suelo de la superficie se desmorona en gránulos duros (“granulación de alta montaña”), siendo fácilmente removidos por la escorrentía superficial.

La dificultad para dispersar las partículas texturales de los Andosoles causa problemas a la hora de determinar su textura, por lo que se recomienda tener precaución al interpretar los datos. La densidad aparente de los Andosoles es baja, no sólo en la capa superficial del suelo, siendo típicamente menor de 0.9 Mg/m³. Sin embargo, se han registrado valores menores de 0.3 Mg/m³ en Andosoles altamente hidratados. La densidad aparente no cambia en un rango de 1500 kPa (limitada expansión y encogimiento).

Por lo tanto, los valores determinados en campo sobre suelo húmedo pueden prácticamente ser sustituidos por el de densidad aparente a “capacidad de campo”, la cual resulta ser una característica de diagnóstico para identificar un horizonte Ándico.

El contenido de humedad a 1500 kPa de succión (punto de marchitez permanente) es alto en la mayoría de los Andosoles. La cantidad de “agua disponible” es generalmente mayor que en otros suelos minerales. El excesivo secado por parte de los materiales que constituyen

los Andosoles termina por deteriorar sus propiedades en lo concerniente a la retención de agua, capacidad de intercambio iónico, el volumen del suelo y por último la cohesión de sus partículas. En casos extremos, estos se rompen en un polvo fino que es muy susceptible a la erosión eólica.

2.1.4 Características químicas

Los Andosoles tienen propiedades de intercambio catiónico altamente variables: la carga es fuertemente dependiente del pH y la concentración de electrolitos.

Con propiedades de carga variables, los valores de saturación de bases también lo son. Los valores de saturación de bases por lo general son bajos a causa de la fuerte percolación, excepto en algunos Andosoles muy jóvenes y de regiones secas. La fuerte reacción química de los Andosoles se atribuye a los ya aludidos compuestos amorfos a los rayos X. Resulta ser más apropiado, como sea, atribuir estas características a la presencia de “aluminio activo”, el cual puede ocurrir de diversas maneras:

1. En aluminosilicatos para cristalinos de orden de rango corto tales como el alofano e imogolita
2. Como iones aluminio intercapas en las capas de silicatos 2:1 y 2:1:1
3. En complejos Al- Húmicos, y
4. Como iones -Al intercambiable en capas de silicatos.

La función del hierro activo no puede ser ignorada, pero es generalmente considerada de menor importancia que la del aluminio activo.

2.1.5 Clasificación a nivel de suborden

Según (Moreno, Ibáñez y Gisbert 2011) Clasifica a nivel de suborden al suelo Andisol.

Los Andisoles se distinguen a nivel de suborden en función del régimen de humedad del suelo, de la capacidad de retención de agua y del contenido en materia orgánica:

Aquands: son Andisoles con un epipedón hístico o que tiene condiciones aquíc manifestadas por características redoximórficas. Suelen aparecer en depresiones donde la capa freática está en la superficie o próxima a ella al menos una parte del año.

Gelands: son Andisoles que tienen una temperatura media anual del suelo menor de 0 °C y una temperatura media del suelo en verano menor de 8 °C (si no existe un horizonte O) o menor de 5 °C (si posee un horizonte orgánico).

Cryands: Se trata de Andisoles localizados a altas latitudes y a grandes altitudes caracterizándose por poseer un régimen de temperatura cryico.

Torrands: este suborden se distingue por un régimen de humedad arídico.

Xerands: presentan un régimen de humedad xérico.

Vitrands: son suelos restringidos en los regímenes de humedad del suelo ústico y údico. Se trata de Andisoles con baja capacidad de retención de agua.

Ustands: es el suborden que presenta un régimen de humedad del suelo ústico, y se localizan en las regiones intertropicales.

Udands: son los Andisoles que se caracterizan por tener régimen de humedad de suelo údico.

2.2 Hongos del suelo

Según (L. Rodríguez 2011) los hongos son organismos microscópicos que crecen en forma de hilos largos o hifas, las cuales a veces se agrupan en conglomerados llamados micelios o estructuras gruesas similares a raíces. Los hongos son organismos aeróbicos y mueren cuando un suelo se convierte en anaeróbico. Los hongos descomponen la materia orgánica más resistente, reteniendo en el suelo los nutrientes obtenidos bajo forma de biomasa de hongos y liberación de dióxido de carbono (CO₂).

El material menos resistente es descompuesto primero mientras que el material más resistente, como la lignina y las proteínas, es descompuesto en varias etapas, los hongos ayudan a incrementar la acumulación de materia orgánica rica en ácidos húmicos, resistentes a una degradación posterior. Los descomponedores son

además importantes para la descomposición de las estructuras de los anillos de carbono de algunos agentes contaminantes.

Según (Abad-Santana 2014) los hongos forman la mayor parte de la biomasa del suelo; su distribución es determinada por la disponibilidad de carbono orgánico, dado a que los hongos del suelo son fundamentalmente organismos saprofitos que crecen en lósejidos muertos y en descomposición, son pocos los que parasitan seres vivos, este fenómeno sucede cuando se disturba el medio.

Por lo general, los hongos se encuentran, en mayor cantidad en los primeros 15 centímetros del suelo. En condiciones de exceso de humedad disminuyen su población, debido a la falta de oxígeno para subsistir, las levaduras pueden vivir en ambientes anaeróbicos, obteniendo el oxígeno necesario del proceso de fermentación de los azúcares.

Según (Pfenning y Abreu 2011) los hongos del suelo juegan un papel clave en los procesos de descomposición, mineralizando y reciclando los nutrientes de las plantas. Los saprófitos tienen una especificidad limitada por sustratos; por ejemplo, los zygomycetes usan carbohidratos simples, mientras los ascomycetes descomponen principalmente celulosa y hemicelulosa. En sistemas agrícolas, los patógenos de plantas y sus antagonistas son particularmente importantes.

Los patógenos de plantas actúan en el suelo, en la

rizósfera o infectan tallos, causando que las plántulas se marchiten y, por tanto, provocan grandes pérdidas. Éstos pueden ser específicos, aunque la mayoría ataca una amplia gama de plantas hospederas. Existen evidencias de que las prácticas agrícolas causan más alteraciones cuantitativas que cualitativas en la comunidad de microhongos del suelo.

Se ha demostrado experimentalmente que la introducción de antagonistas específicos como *Trichoderma* spp. o *Coniothyrium minitans* pueden reducir la incidencia de una variedad de enfermedades en el suelo. Con relación al papel de los organismos descomponedores, cabe mencionar que los hongos son responsables de la degradación de xenobióticos y contaminantes orgánicos introducidos en el suelo. Los hongos también constituyen una parte importante de la cadena alimenticia dentro del suelo, especialmente en el caso de la mesofauna.

El mantenimiento de la diversidad de hongos del suelo debería, por ende, beneficiar directamente la agricultura sustentable, mediante el suministro de nutrientes, una mejor estructura física del suelo y el control de antagonistas de los patógenos de las plantas en el suelo.

Según (Brechelt 2004) los hongos existen en gran cantidad en el suelo. Sus funciones son

- Descomposición de la materia orgánica, incluyendo algunos tipos que no pueden ser atacados

por las bacterias.

- Participación en la síntesis de humus.
- Solubilización de minerales a partir de rocas o minerales.
- Asociación con raíces de plantas en forma de una micorriza para facilitar la asimilación de nutrientes en suelos muy pobres.
- Control de algunas enfermedades y plagas.

Los hongos saprófitos, como el shiitake (*Lentinula edodes*) y los champiñones ostra (*Pleurotus ostreatus*), descomponen el tejido vegetal o animal muerto al liberar enzimas desde las puntas de las hifas. De esta forma, reciclan materiales orgánicos y los devuelven a su entorno (tabla 1) (Castillo 2018; Erazo, Guaminga y Carpio 2018.; Paucar, Díaz y Alvarado 2008).

2.3 Materia orgánica del suelo

Según (L. Rodríguez 2011) los materiales orgánicos (residuos de plantas) encima en la superficie del suelo pueden proporcionar el «amortiguamiento» físico contra el impacto de las gotas de lluvia y la insolación directa. La descomposición de las raíces muertas provee canales descendentes a través de los cuales el agua puede rápidamente alcanzar los niveles más bajos de la zona radical.

Los mesoorganismos tales como las lombrices de tierra

y las termitas (macrofauna) crean túneles y canales con el mismo resultado. Si el suelo ha sido tan mal manejado que la formación de tales macroporos es entorpecida y paralizada, el ciclo del agua dentro del ecosistema del suelo disminuye en su efectividad.

La descomposición de la materia orgánica y la liberación del carbono son procesos aeróbicos, lo que significa que los microorganismos necesitan oxígeno.

Los residuos sobre la superficie del suelo generan un ciclo del carbono más lento debido a que están expuestos a menos microorganismos y entonces estos decaen más lentamente dando lugar a la producción de humus que es más estable y libera menos dióxido de carbono a la atmósfera.

Cuando se ara los residuos son incorporados en el suelo junto con el aire y se ponen en contacto con muchos microorganismos lo cual acelera el ciclo del carbono. La descomposición es más rápida, lo que trae como resultado menos formación de humus estable y liberación del dióxido de carbono a la atmósfera y, por lo tanto, una reducción de la materia orgánica

2.3.1 Tipos de materia orgánica

Según (Camino et al. 2011) son todos los materiales de origen animal (estiércoles, cáscaras de huevos, huesos) o de origen vegetal (malezas, desechos de hortalizas, desechos de cosecha) que nos sirven como materia prima para la elaboración de abonos orgánicos. Los materiales

orgánicos aportan diferentes contenidos de nutrientes o alimento para las plantas dependiendo de la fuente, el grado de descomposición y m anexo que se le dé.

Según (Jara 2018) dice que la MOS no son los residuos orgánicos (necromasa) como el mantillo y la hojarasca, ni los restos de animales o microorganismos. La MOS es la sustancia de color oscuro que se encuentra en el seno del suelo (en el horizonte A principalmente) y que no es separable de la materia inorgánica del suelo o matriz, ni reconocible su procedencia sea animal o vegetal. Esta sustancia es un complejo sistema órgano-mineral y un indicador fundamental de calidad y fertilidad del suelo.

Esta elaborada a partir de compuestos orgánicos que, a su vez, provienen de la degradación previa de restos de organismos que alguna vez estuvieron vivos y sus productos de residuo en el ambiente natural.

2.3.2 Componentes de la materia orgánica en el suelo

Según (Alvarado Ochoa 2008) el término general de materia orgánica en el suelo incluye a todos los componentes orgánicos: (1) la biomasa viviente (tejidos de plantas y animales, y microorganismos), (2) raíces muertas y otros residuos de plantas reconocibles, y (3) una mezcla amorfa y coloidal de sustancias orgánicas complejas que no son identificables como tejidos; sólo está última debería ser referida como humus o sustancias húmicas.

2.3.3 Actividad biológica de los hongos en el suelo

Según (L. Rodriguez 2011) la descomposición de la materia orgánica es un proceso biológico que ocurre naturalmente. Su velocidad es determinada por tres factores principales:

- La composición de los organismos del suelo.
- El entorno físico (oxígeno, humedad y temperatura)

La calidad de la materia orgánica

Los organismos y las interacciones entre ellos estructuran la red alimenticia del suelo. La energía necesaria para todas las redes alimenticias es generada por los productores primarios: plantas, líquenes, musgos, bacterias fotosintéticas y algas que usan la luz del sol para transformar el dióxido de carbono (CO₂) de la atmósfera en carbohidratos. La mayor parte de los organismos dependen de los productores primarios para obtener su energía y nutrientes: son los llamados consumidores.

Los microorganismos, tales como las bacterias, y los invertebrados grandes como las lombrices de tierra y los insectos, ayudan a descomponer los residuos de los cultivos mediante su ingestión y mezcla con la mineral madre del suelo; en el proceso reciclan energía y nutrientes de las plantas.

2.3.4 Actividad saprofítica

Según (Adesper 2007) un hongo saprófito (del griego sapos = putrefacto y fyton = planta) es el que se alimenta de materia orgánica muerta o en descomposición. Son los más frecuentes en determinados ecosistemas e intervienen en la mineralización de los restos vegetales para que puedan posteriormente formar parte del humus. Si los hongos parásitos atacan los organismos vivos causándoles más o menos perjuicio, los hongos saprófitos contribuyen a degradar las materias muertas.

Según (Cuesta 2015) si los hongos parásitos se caracterizaban por llevar a cabo su vida sobre materia orgánica viva, los saprófitos lo hacen por desarrollar todo su ciclo vital sobre materia orgánica inerte, independientemente de cuál sea su origen, ya que pueden colonizar cualquier tipo de sustrato orgánico.

Según (Milla 2019) la capacidad saprófita de los hongos fitopatógenos es considerada, de forma general, como una estrategia de supervivencia. Esta supervivencia la llevan a cabo mediante la colonización de los sustratos orgánicos muertos, normalmente procedentes de plantas muertas. Otra forma de supervivencia se basa en el saprofitismo sobre tejidos de la planta hospedante la cual fue parasitada previamente por él mismo.

Encontró el siguiente hongo *Rhizoctonia solani* era capaz de sobrevivir, mediante esta fase saprófita de competencia, en suelos agrícolas debido a su facilidad

para descomponer la celulosa. Así como *Fusarium culmorum* era el primer colonizador en las pajas de trigo.

F. culmorum como un gran competidor saprofítico, a *O. graminis* como un competidor más débil, *Curvularia ramosa* como no sintetizadora de sustancias antifúngicas y a *C. sativus* sintetizadora de antifúngicos, se demostró, utilizando como sustrato pajas de trigo, que *F. culmorum* y *Curvularia ramosa* presentaban un saprofitismo más vigoroso que *O. graminis* y *C. sativus*.

2.3.5 Capacidad-competitiva

La habilidad saprofítica competitiva de un hongo es una medida del éxito que éste puede tener en la colonización competitiva de un sustrato (Beatriz 1992). Fase saprofita que se centra, esencialmente, en la competición por el alimento. Toda su inspiración, podría quedar resumida en el axioma ecológico que dice: “que la más viva competición ocurre entre organismos que ocupan los mismos, o muy próximos, nichos ecológicos”. Ello permite restringir la revisión de este estudio a la competición entre hongos y dentro de ella, a la competición saprofítica en el suelo entre hongos (Garret 1996). Para la colonización competitiva saprofítica el potencial de inóculo es la energía de crecimiento de un hongo disponible para la invasión de un sustrato. Es lógico que dicha colonización dependa del nivel de población del hongo en el suelo, del vigor de los propágulos que estará mediatizado por la edad y el nivel de reservas nutritivas y del ambiente.

2.3.6 Actinomicetos

Los actinomicetos son bacterias lamentosas con cierta similitud con los hongos. El crecimiento consiste en un micelio ramificado que tiende a fragmentarse en elementos bacterianos. Muchos actinomicetos son de vida libre, particularmente en el suelo. Se destacan por su papel principal en la solubilización de la pared celular o componentes de las plantas, hongos e insectos. Por ello tienen gran importancia en el compostaje y en la formación de suelos. Algunas especies de actinomicetos pueden ser endófitos en tejidos vegetales de la sierra ecuatoriana (alto andino) biodiversidad edáfica (Tanya Morocho y Leiva-Mora 2019).

Los Actinomicetos según (Jara 2018) son también bacterias, pero debido a su morfología micelial y a la producción de esporas en su cuerpo, tradicionalmente fueron considerados como un grupo intermedio entre bacteria y hongo. Los Actinomicetos en el suelo son particularmente especializados en descomponer los residuos orgánicos, incluidos sustratos complejos como son la quitina y la hemicelulosa, particularmente bajo condiciones adversas con pH elevado y condiciones de estrés de agua y temperatura. Se ha visto que los Actinomicetos son capaces de controlar otras especies de microorganismos como bacterias y hongos (Anexo 3).

Según Morocho y Mora varias especies de actinomicetos, principalmente las que pertenecen al

género *Streptomyces*, son excelentes agentes de control biológico debido a su amplio repertorio para producir compuestos antifúngicos que inhiben el crecimiento micelial de varios hongos fitopatógenos. La actividad antagonista de *Streptomyces* contra hongos patógenos generalmente está relacionada con la producción de compuestos antifúngicos como: enzimas hidrolíticas extracelulares (quitinasas y β -1,3-glucanasa), se consideran enzimas hidrolíticas importantes en la lisis de las paredes celulares de *Fusarium oxysporum* Schltdl., *Sclerotinia minor* Jagger y *Sclerotium rolfsii* Sacc.

Son hongos incompletos con las funciones siguientes:

- Descomposición de sustancias resistentes.
- Participación en la producción de humus.
- Producción de antibióticos para mantener el equilibrio entre los microorganismos (Brecht 2004).

2.3.7 Hongos fermentadores

Los hongos contribuyen con los procesos de mineralización del carbono orgánico del suelo; además una gran cantidad de los hongos son antagonistas de especies fitopatógenas.

Por otro lado, los hongos poseen la capacidad de reproducirse tanto sexual como asexualmente, en donde la segunda les permite multiplicarse de forma rápida bajo condiciones favorables (sustratos ácidos y ricos en carbono) y la sexual (esporas) es más común bajo

condiciones desfavorables.

Los hongos poseen requerimientos relativamente bajos de nitrógeno, lo cual les brinda una ventaja competitiva en la descomposición de materiales como la paja y la madera (Tanya Morocho y Leiva-Mora 2019. pp.93-103). Dentro de los principales representantes de estos hongos encontramos a las siguientes especies: *Aspergillus oryzae* (Ahlburg) Cohn, *Penicillium* sp, *Trichoderma* sp y *Mucor hiemalis* Wehmer. *A. oryzae* es un hongo microscópico, aeróbico y lamentoso. Varias especies del género *Penicillium* son excelentes degradadores de lignina y celulosa, muy comunes en los ecosistemas tropicales por su capacidad de secretar enzimas extracelulares, su adaptación a ambientes ácidos, y al estrés hídrico, su rápido crecimiento.

Las especies pertenecientes al género *Trichoderma* sp. se caracterizan por ser hongos saprófitos, que sobreviven en suelos con diferentes cantidades de materia orgánica, los cuales son capaces de descomponerla y en determinadas condiciones pueden ser anaerobios facultativos, lo que les permite mostrar una mayor plasticidad ecológica.

Las especies de *Trichoderma* se encuentran presentes en todas las latitudes, desde las zonas polares hasta la ecuatorial. Esta distribución tan amplia y su plasticidad ecológica están estrechamente relacionadas con la alta capacidad enzimática que poseen para degradar

sustratos, un metabolismo versátil y resistencia a inhibidores microbianos. Las especies de *Trichoderma* pueden ejercer diferentes mecanismos biocontroladores como: competencia por espacio y nutrientes, el micoparasitismo, la antibiosis y la inducción de resistencia.

2.4 Propiedades químicas del suelo para el desarrollo de los hongos.

2.4.1 Humedad y Temperatura

Para garantizar el crecimiento de hongos, el contenido de humedad debe ser alto, alrededor del 94-96%, y la temperatura puede variar entre 10 y 40°C (Wirth et al. 2019). La temperatura óptima para el desarrollo de los hongos se encuentra entre 25 y 30°C y el límite máximo entre 40 y 45°C. Destacamos que la mayor parte de los hongos no crecen por debajo de 5°C y que sin embargo hay hongos como el *Aspergillus flavus*, *Aspergillus candidus* y *Aspergillus fumigatus* que pueden crecer sin problemas hasta los 55°C y otros como el *Penicillium expansum* y el *Penicillium cyclopium* que son capaces de crecer a 0°C (Gimeno 2013).

Tabla 2. Temperatura mínima necesaria para el desarrollo de algunos mohos y para la producción de algunas micotoxinas.

Mohos	°C	Micotoxinas	°C
<i>Aspergillus flavus</i>	10°	Aflatoxinas	10°

Aspergillus clavatus	10°	Patulina	12°
Aspergillus ochraceus	10-12°	Ocratoxina	12°
Penicillium expansum	0°	Patulina	0-24°
Penicillium cyclopium	0°	Ocratoxina	0-24°
Penicillium cyclopium	0°	Ácido penicílico	4°
Fusarium roseum	15°	Zeraleona	10°

Fuente: Gimeno (2013)

2.4.2 pH o acidez

Influye en el proceso debido a su acción sobre los microorganismos. En general, los hongos toleran un margen de pH entre 5-8 (Enfoque et al. 2010).

Según (Gimeno 2013) los hongos toleran un gran intervalo de pH (2,5 - 7,5), de un modo general soportan mejor el medio ácido que el alcalino. Es de destacar que ellos mismos son capaces de alterar el pH, utilizando como fuente de energía los ácidos orgánicos del alimento o los excretados por bacterias acidificantes que pueden aparecer durante el periodo de deterioro del alimento.

2.4.3 Otros

Microorganismos

Los microorganismos son los componentes más importantes del suelo, los cuales constituyen la parte viva del mismo, es así como la mayor actividad de los microorganismos predomina desde la superficie del

suelo hasta unos 20 centímetros de profundidad, la distribución de los microorganismos depende de las condiciones ambientales y la disponibilidad de alimento lo cual estimulará su reproducción (Melissa y Rosel 2019).

Existen diversos estudios de microorganismos para el beneficio de la agricultura, que actúan en el control fitosanitario y además como promotores de crecimiento. La compatibilidad y sobrevivencia de microorganismo benéficos de uso agrícola (*Beauveria bassiana*, *Bacillus thuringiensis* y *Paecilomyces lilacinus*). Hongos antagonistas: (*Paecilomyces lilacinus*, *Trichoderma harzianum* y *Lecanicillium lecanii*).

Son seres vivos muy diminutos, microscópicos, que se encuentran en el suelo y no se los puede ver a simple vista. La mayoría ayudan a la descomposición de la materia orgánica. Entre estos microorganismos tenemos: bacterias, hongos, actinomicetos, protozoos y levaduras. Existen microorganismos aeróbicos y anaeróbicos, los primeros necesitan de oxígeno para su desarrollo y normal funcionamiento, mientras que los anaeróbicos para su normal desarrollo no necesitan de oxígeno. Los más eficientes para descomponer los materiales orgánicos son los aeróbicos (Camino et al. 2011). Estos microorganismos se encuentran en suelos fértiles, suelos negros de páramo, de preferencia en lugares donde no ha ingresado la mano del hombre, como montes, bosques vírgenes, fuentes de agua, reservorios, árboles sanos y

robustos, entre otros lugares.

2.4.4 Descomposición

Los hongos de manera conjunta con otros microorganismos, estos degradan las proteínas y la celulosa transformándolas en sustancias más simples y de fácil asimilación. También se nutren con diminutos hongos y por supuesto, los antibióticos que se encuentran en ellos que le sirven al animal para inmunizarse y crecer (Enfoque et al. 2010).

En todos los ecosistemas, los microorganismos (bacterias, hongos y protistas-algas y protozoos) son los organismos más abundantes y canalizan una gran cantidad de la materia y energía. Esto es especialmente evidente para los flujos. Numerosos estudios han demostrado que en ríos los hongos son un componente fundamental en los procesos de degradación de MO y que, al menos en términos de biomasa y en las fracciones más gruesas son mucho más abundantes y activos que las bacterias en los procesos de degradación (Alvarez 2005).

Los actinomicetes, bacterias Gram positivas aerobias que forman micelios ramificados, degradan los restos vegetales y animales, polímeros complejos e hidrocarburos y mantienen el suelo suelto y desmenuzado. La disponibilidad de nutrientes y de oxígeno determina el número y los tipos de actinomicetes de un suelo (Pascual Izquierdo y Venegas Yuste 2014). Otro grupo

de organismos aerobios, los hongos, degradan la materia orgánica del suelo (de los compuestos simples a los polímeros complejos). Algunos hongos son depredadores de protozoos o nematodos, limitando su población en el suelo. Otros son micoparásitos, atacan a otras especies de hongos.

ANEXOS

Anexo 1. Lista de hongos y sus funciones en el suelo.

Nombre común	Nombre científico	Función	Autor
Champiñones ostra	Pleurotus ostreatus	Descomponen el tejido vegetal o animal muerto al liberar enzimas desde la punta de las hifas.	(Castillo 2018)
Actinomicetes	Actinobacteria	Son hongos de color negro que actúan sobre la materia orgánica, generan hifas y esas hifas generan agregados al suelo (descomposición de la materia orgánica)	(Erazo, Guaminga y Carpio 2018)
Zigomicetos	Zygomycota		
Basidiomicetos	Basidiomycota		
Trichoderma	Trichoderma	Es un hongo beneficioso para las plantas, ampliamente utilizado como agente de control biológico contra diversos patógenos vegetales.	(Paucar, Díaz y Alvarado 2008)

Fuente: (Castillo 2018; Erazo, Guaminga y Carpio 2018; Paucar, Díaz y Alvarado 2008).

El presente estudio se realizó en la región sierra ecuatoriana: bosque Lluçud y Palictahua, Guallanchi, Chimborazo, Pallatanga, San Juan, San Luis, Universidad Técnica de Ambato, Pichincha, Tungurahua, Cotopaxi y Cañar, los cultivos fueron de tomate y de papa. En la

parte agrícola se encontraron los siguientes hongos Trichoderma, Champiñones ostra, Actinomicetos, Zigomicetos; sectores con bajo contenido en materia orgánica.

La mayor cantidad de hongos, se localizan en la zona alta. El pH varía desde ligeramente ácido hasta ligeramente alcalino, en cuanto a la textura del suelo franco arcilloso, arenoso y franco arenoso, los hongos fueron encontrados desde una altitud de 2700 – 3410 m.s.n.m, con una temperatura: 10 – 18 ° C, una precipitación de 500 – 1000 mm y una humedad relativa del 70%.



Figura 22. Champiñón ostra

Tabla 3. Especificaciones técnicas

Nombre	Características del hongo
Champiñones ostra	<u>Pleurotus ostreatus</u>

Hongos verdaderos.	Descomponen el tejido vegetal o animal muerto al liberar enzimas desde la punta de las hifas.
Autor	(Castillo 2018).

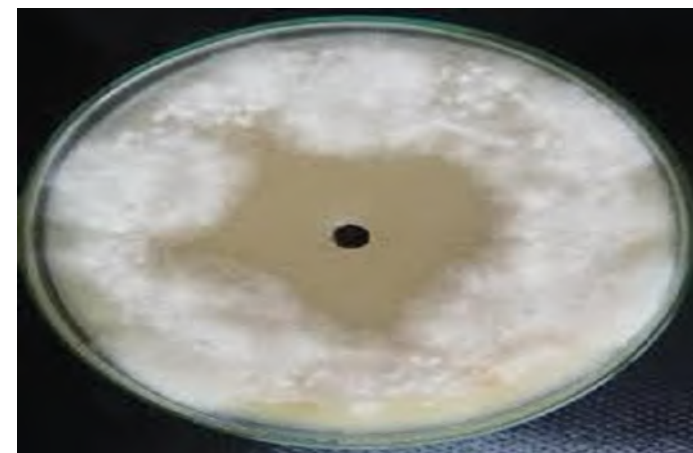


Figura 23. Actinomicetes

Tabla 4. Especificaciones técnicas

Nombre	Características del hongo
Actinomicetes	<u>Actinobacteria</u>
Son microorganismos procariontes, hongos incompletos.	Son hongos de color negro que actúan sobre la materia orgánica, generan hifas yesas hifas generan agregados al suelo (descomposición de la materia orgánica).
Autor	(Erazo, Guaminga y Carpio 2018).



Figura 24. Zigomicetos

Tabla 5. Especificaciones técnicas

Nombre	Características del hongo
Zigomicetos	<i>Zygomycota</i>
Hongos con micelio no tabicado.	Son hongos de color negro que actúan sobre la materia orgánica, generan hifas y esas hifas generan agregados al suelo (descomposición de la materia orgánica).
Autor	(Erazo, Guaminga y Carpio 2018).



Figura 25. Basidiomicetos

Tabla 6. Especificaciones técnicas

Nombre	Características del hongo
Basidiomicetos	<i>Basidiomycota</i>
Hongos con micelio tabicado.	Actúan sobre la materia orgánica, generan hifas y esas hifas generan agregados al suelo (descomposición de la materia orgánica).
Autor	(Erazo, Guaminga y Carpio 2018).



Figura 26. Trichoderma

Tabla 7. Especificaciones técnicas

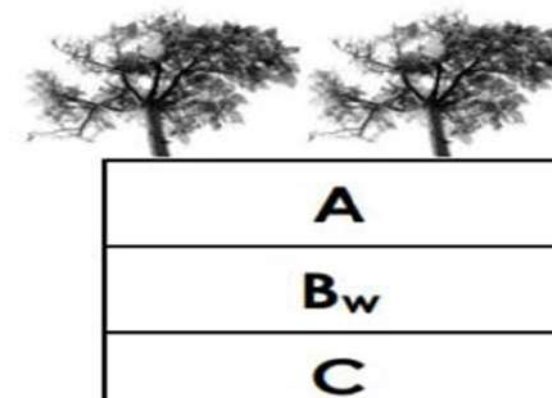
Nombre	Características del hongo
Trichoderma	Trichoderma
Los hongos de este género son mohos.	Es un hongo beneficioso para las plantas, ampliamente utilizado como agente de control biológico contra diversos patógenos vegetales.
Autor	(Paucar, Díaz y Alvarado 2008).

Anexo 2. Simbología de palabras

Simbología de palabras	
AH	Ácidos húmicos
SA	Suelos altoandinos
SH	Sustancias húmicas

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 3. Perfiles característicos de un andosol.



Fuente: (Moreno, Ibáñez y Gisbert 2011)

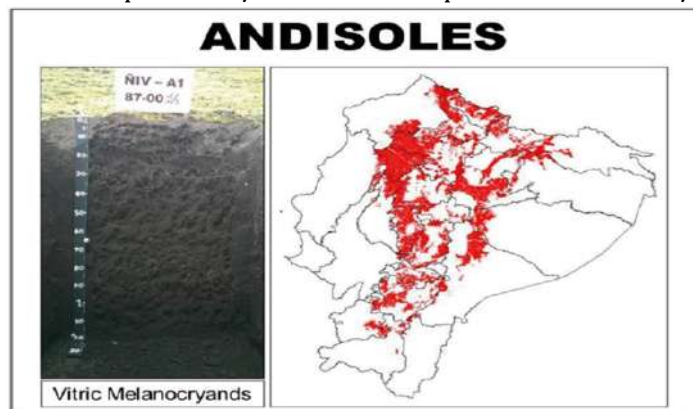
Anexo 4. Calidad de los suelos andosoles.

Andisoles

- Son suelos de origen volcánico.
- Son suelos profundos
- Se les denomina ANDICOS por sus propiedades ándicas.
- Sufren un proceso de meteorización lento
- Contiene alofana en su mayoría.
- Los colores de los Andisoles se debe a las alofonas o haloisita.
- Propician un buen drenaje
- Tienen baja densidad
- Baja resistencia al corte tangencial
- Son de textura franco arenosa o más gruesa
- Son bastante susceptibles a la erosión hídrica

En Ecuador estos suelos abarcan una superficie de 3 819 796 ha, que representan el 19% del territorio nacional cartografiado. Se ubican predominantemente en los relieves de las vertientes externas de la cordillera occidental y en los relieves del gran cono tabular de la llanura costera.

Anexo 5. Evolución teórica en las abundancias relativas de hongos y bacterias según avanza el proceso de descomposición y el tamaño de partícula disminuye.



Fuente: (Jara 2018).

Anexo 6. Lista de autores con sus respectivos, años, revista, resumen.

Nº	Autor	Año	Tipo de investigación	Tema de investigación	Resumen
1	A b a d Santa - na	2014	Tesis	Fertilidad de Cinco Suelos con Diferentes Manejos Orgánicos y Convencionales.	Los análisis convencionales de fertilidad del suelo determinan elementos químicos, pH, densidad aparente y porcentaje de materia orgánica de los suelos sin considerar las interacciones entre componentes químicos, físicos y biológicos de los mismos.
2	A d e s - per	2007	Sitio Web	SAPRÓFITOS » Biodiversidad Fúngica	Las bacterias y los hongos atacan y destruyen todo tipo de materia orgánica que procede de la naturaleza y, gracias a la intervención de los microorganismos heterótrofos, retornan a ella en el ciclo de la economía natural.

3	Alvarado	2008	Sociedad Ecuatoriana de la Ciencia de Suelos.	Dinámica de la materia orgánica en suelos agrícolas.	La materia orgánica en el suelo es una mezcla compleja y variada de sustancias que contienen carbono (C). Aunque la materia orgánica sólo representa una pequeña porción de la masa total de la mayoría de los suelos, la naturaleza dinámica de este componente hace que tenga una influencia dominante sobre muchas de las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo.
4	Alvarez	2005	Ecosistemas: Revista científica y técnica de ecología y medio ambiente.	La descomposición de materia orgánica en humedales: la importancia del componente microbiano.	La descomposición de materia orgánica (MO) es uno de los procesos claves en el funcionamiento de los todos los ecosistemas, incluidos los acuáticos. Cada año los productores primarios fijan cerca de 100 gigatoneladas de carbono orgánico, y cada año, prácticamente la misma cantidad de MO es descompuesta completando el ciclo global de carbono.
5	Beatriz	1992	Tesis de postgrado	Interacción entre hongos saprófitos del suelo y micorrizas vesículo- arbusculares.	Las bacterias constituyen el grupo de microorganismos más abundantes en el suelo. A pesar de la preponderancia numéricas de las bacterias, los hongos, debido a su mayor tamaño, son los que aportan la mayor parte del protoplasma microbiano total en suelos cultivados y con buena aireación.
6	Brechelt	2004	Red de acción en plaguicidas y sus alternativas para América Latina	Manejo Ecológico del Suelo.	La materia orgánica del suelo es uno de los factores más importantes para determinar la productividad del suelo en forma sostenida.
7	Camino	2011	INIAP	Elaboración y uso de abonos orgánicos.	El pequeño y mediano productor ecuatoriano combina la agricultura con actividades pecuarias como el manejo de especies menores, dentro de las cuales destacan los cuyes, conejos, gallinas, patos y otros.
8	Castillo	2018	Tesis	Determinación de la biodiversidad microbiana de los bosques nativos Lluclud y Palictahua de la Provincia de Chimborazo.	Los microorganismos son esenciales en los ecosistemas forestales, debido a que juegan un papel importante en la mayoría de las transformaciones de nutrientes y en los ciclos biogeoquímicos.

9	Cosio	2011	Sitio Web	Los Andosoles (WRB 1998)	Los Andosoles son los suelos volcánicos por antonomasia. Se forman sobre cenizas y vidrios volcánicos, así como a partir de otros materiales piroclásticos. Cuando son jóvenes atesoran colores oscuros, siendo altamente porosos, ligeros, permeables, de buena estructura y fáciles de trabajar.
10	Cuesta	2015	Sitio Web	Hongos saprofitos.	Los hongos saprofitos, son “descomponedores” de materia orgánica. Son los principales recicladores del planeta, pues mediante la maraña de micelios que tejen entre las paredes celulares de las plantas “muertas” y mediante las enzimas y los ácidos que liberan, extraen de éstas de nuevo, complejos químicos simples, devolviéndolos a la naturaleza.
11	Enfoque	2010	International Institute for Environment and Development	Estudio de la aplicación de abonos orgánicos y su efecto en la productividad primaria forrajera de diferentes especies de pastos promisorios e introducidos	La distribución de las diferentes especies de papa es muy amplia en los Andes y los hongos y bacterias que se encuentran en dichos cultivos.
12	Erazo	2018	Revista del Instituto de Investigación de la Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica	Aislamiento de hongos nativos para el manejo de nematodos fitoparásitos de la rizósfera del tomate (<i>Lycopersicon esculentum</i> L.)	Se aislaron 41 hongos nativos a partir de cinco agroecosistemas de las provincias de Chimborazo (4 muestras) y Tungurahua (muestra 1). Los principales géneros encontrados correspondieron a <i>Aspergillus</i> , <i>Penicillium</i> , <i>Trichoderma</i> , <i>Mucor</i> , <i>Alternaria</i> , <i>Fusarium</i> , <i>Acremonium</i> , <i>Paecilomyces</i> entre otros.
13	Garret	1996	Tesis	Hongos del suelo. habitantes e invasores del medio edáfico	No existe un acuerdo entre los autores para establecer los límites que marquen las diferencias ecológicas entre los hongos que se aíslan del suelo. Esto es comprensible si se tienen en cuenta las técnicas analíticas.

14	Gimeno	2013	Sitio Web	Principales factores condicionantes para el desarrollo de los hongos y la producción de micotoxinas	El desarrollo y la formación de las micotoxinas en materias primas y alimentos destinados al consumo animal dependen de una serie de factores, principalmente de aquellos relacionados con la humedad, la temperatura, el oxígeno y la constitución del sustrato
15	Jara	2018	Tesis	Efectos Del Cambio De La Cobertura Vegetal Y Del Uso De La Tierra Sobre La Cantidad Y Calidad De Materia Orgánica Del Suelo En Ecosistemas Altoandinos De Ecuador.	Los ecosistemas Altoandinos de Ecuador tienen grandes cantidades de materia orgánica del suelo (MOS), lo que les permite prestar servicios ambientales y obtener la vida de millones de personas. Sin embargo, se desconoce todos los servicios ecosistémicos que tienen.
16	Rodriguez	2011		Conservación de los recursos naturales para una Agricultura sostenible Materia orgánica y actividad biológica Qué es y qué hace	Organismos y microorganismo del suelo usan los residuos de plantas, animales y derivados de MO como alimento. Cuando éstos descomponen los residuos y materia orgánica, liberan nutrientes como nitrógeno, fósforo y azufre, los cuales puede aprovechar la planta. La misma actividad de los microorganismos contribuye a la formación de la materia orgánica estable en el suelo.

17	Martí-nez	2013	Rev. Co-lomb. Quím	Composi-ción mole-cular de áci-dos húmicos evaluada mediante pirólisis – cromatografía de gases – espectrometría de masas e hidrólisis térmica asistida y metilación en suelos altoandinos de Colombia Molecular composition of humic acids evaluated by pyrolysis.	Se determinó la composición molecular de ácidos húmicos (AH), extraídos del horizonte 'A' de suelos altoandinos de Colombia dedicados a tres usos: bosque primario, cultivos y praderas. Los AH se obtuvieron mediante extracción secuencial de la materia orgánica humificada (MOH) con soluciones de tetraborato, pirofosfato e hidróxido de sodio (0,1N), y fueron purificados mediante diferentes procesos analíticos.
18	Milla	2019	Journal of Chemical Information and Modeling	Estructura de la comunidad fúngica en suelos cultivados bajo invernadero de las provincias de Almería y Granada, y su relación con el contenido en materia orgánica.	Una de las primeras clasificaciones de la microbiota fúngica del suelo fue realizada por Burges (1960). En ella, los géneros más abundantes fueron <i>Penicillium</i> , <i>Fusarium</i> , <i>Mucor</i> , <i>Aspergillus</i> , <i>Mortierella</i> , <i>Phytium</i> , <i>Saprolegnia</i> , <i>Monosporium</i> y <i>Chaetomium</i>
19	Pascual	2014	Ciencias Ambientales	La materia orgánica del suelo. papel de los microorganismos	La cantidad de materia orgánica del suelo depende de la vegetación, el clima, la textura del suelo, el drenaje de este y de su laboreo.
20	Pfe-n-ning	2011	Manual de biología de suelos tropicales	Hongos del suelo saprófitos y patógenos de plantas.	Los hongos del suelo juegan un papel clave en los procesos de descomposición que mineralizan y reciclan nutrientes de plantas. En el suelo, los hongos interactúan con una compleja comunidad microbiana que incluye: bacterias, actinomicetos (actinobacterias) y pequeños invertebrados.

21	Morocho	2019	Centro Agrícola	Microorganismos eficientes, propiedades funcionales y aplicaciones agrícolas.	Las producciones agrícolas limpias constituyen una prioridad en los programas de desarrollo de varios países.
22	Wirth	2019	Revista ingeniería de construcción	Análisis sobre el crecimiento de hongos en diferentes revestimientos aplicados a sistemas ligeros	Este documento habló sobre los hongos patógenos en el suelo.

Fuente: Elaboración propia.

CAPÍTULO III

SERVICIOS ECOSISTÉMICOS DE
PROVISIÓN QUE SUMINISTRA LA
AGROBIODIVERSIDAD
(PLANTAS NATIVAS Y SILVESTRES)

El presente capítulo tiene como meta estudiar los servicios ecosistémicos de provisión que suministra la agrobiodiversidad (plantas nativas y silvestres) en cuanto a alimentación y medicina, además de comprender el funcionamiento y la importancia de la agrobiodiversidad para este sector, con el propósito identificar aquellas especies nativas y silvestres que agrobiodiversidad de esta parroquia presenta, a través de este trabajo de investigación se contribuirá con la producción de un nuevo conocimiento, el cual puede estar dirigido, tanto a incrementar los postulados teóricos, como para incidir de forma positiva en el bienestar humano de las poblaciones beneficiarias.

El resultado de este trabajo contribuye al trabajo que se realiza en la estación experimental de Tunshi, donde se localiza el Centro de Bioconocimiento perteneciente a la ESPOCH. Además, este estudio puede potencialmente impulsar otros proyectos de investigación o vinculación en el sector dentro de nuestra zona de estudio puesto que es un espacio donde existe una amplia biodiversidad.

Tomando en cuenta que el presente trabajo es netamente investigativo consta de una metodología en donde abarca las bases de datos de donde se obtuvo información, además de resultados donde se describe que fue lo que encontramos en las revisiones de literatura, y los resultados se sintetizan en conclusiones y recomendaciones en donde se argumenta el hallazgo de la presente investigación y finalmente las fuentes

literarias de donde se obtuvo la información.

Objetivos

- Realizar una búsqueda bibliográfica referente a cuáles son los servicios ecosistémicos de provisión que suministra la agrobiodiversidad en la parroquia de Licto.
- Determinar las especies y sus servicios ecosistémicos de provisión (alimentación y medicina) de la agrobiodiversidad de la parroquia Licto.

Metodología

El desarrollo de este trabajo es de tipo descriptiva y explicativa. La búsqueda en diversas fuentes literarias, investigaciones y metodologías que ayuden los estudios y evaluaciones sobre los servicios ecosistémicos y agrobiodiversidad además de saber cuál es el beneficio que suministran en torno a este sector. Por otra parte, se toma en cuenta el plan de desarrollo y ordenamiento territorial para conocer acerca datos precisos de la parroquia en estudio, Licto (PDOT, 2019).

Se realizó una búsqueda exhaustiva de un registro que recoja la diversidad tanto de especies de plantas nativas y silvestres existentes en esta área concreta. De esta manera se puede conocer la importancia y el uso que estas especies presentan dentro de esta área y nos servirá como una herramienta a la hora de planificación y realización del presente proyecto relacionándolo a los servicios ecosistémicos de provisión que pueda

suministrar esta diversidad biológica, conociendo esta información se pudo determinar cuáles son los servicios ecosistémicos de provisión que suministra la agrobiodiversidad acorde al listado de especies tanto nativas como silvestres y su respectivo uso.

Estrategia de búsqueda

Referente a la búsqueda de palabras claves se tomó en cuenta las siguientes: Servicios ecosistémicos, Agrobiodiversidad, flora nativa, flora silvestre, alimentación, medicina, provisión, Chimborazo, Licto, Sierra ecuatoriana.

Una de las bases de datos utilizada fue Google Académico y se empleó el siguiente algoritmo: Servicios ecosistémicos +Agrobiodiversidad +provisión +alimentación* +medicina* +Chimborazo +flora nativa +flora silvestre +sierra ecuatoriana –Colombia desde el año 2015- 2020 en donde se obtuvo 5 resultados de los cuales ninguno aportaba para la presente investigación.

Otro ejemplo de algoritmo es el siguiente: Servicios ecosistémicos +provisión +Chimborazo +Licto en donde se encontraron aproximadamente 17 resultados.

De los 17 resultados encontrados en la base de datos Google académico se excluyeron 16 ya que no correspondían a la respectiva zona de estudio dándonos como resultado 1 búsquedas con respecto al área de Licto cabe mencionar que esta búsqueda es una tesis la cual está en el repositorio de la Escuela Superior Politécnica

de Chimborazo.

De los resultados encontrados en la base de datos OVID Agriculture con las siguientes palabras claves: provisión ecosystem services agrobiodiversity native plants se obtuvo aproximadamente 10 resultados referente a las mencionadas palabras de los cuales 1 artículo contribuyó con la presente investigación.

En la base de datos Research Gate ingresando las palabras clave: ecosystem services provisión agrobiodiversity native plants medicine Ecuador se obtuvo aproximadamente 36 resultados de los cuales tres artículos aportaron con la búsqueda requerida.

En la base de datos Science Direct con la búsqueda avanzada de las siguientes palabras claves: ecosystem services provisión agrobiodiversity food medicine native plants se encontraron aproximadamente 26 resultados de los cuales dos artículos me aportaron para la respectiva búsqueda.

3 Agrobiodiversidad

Según Lenne (2011) la faceta más importante de la conservación de la agrobiodiversidad, los recursos genéticos de los cultivos, tiene un valor inmediato como servicio del ecosistema que produce alimentos. Con respecto a lo mencionado por Altieri (2009), no hay dudas de que la conservación y el uso sostenible de la agrobiodiversidad son unos de los desafíos más importantes que tiene que afrontar la humanidad en

estos tiempos. Según García Ocampo (2012), al vincular el sector agrícola productivo con el tema de biodiversidad, se relaciona la interacción agrícola humana con toda la diversidad genética y ecológica en todos sus niveles, desde las especies hasta los ecosistemas.

Por otra parte, (Hernández 2010) menciona que a través de la historia, el ser humano ha tomado provecho de la agrobiodiversidad, haciendo uso de los diversos servicios de los ecosistemas como lo es el suministro de materias primas y alimentos, en servicios de producción básicos para la preservación de alimentos, medicina, la polinización, el control de plagas y la fertilidad del suelo; así como también , la agrobiodiversidad contribuye de forma positiva con servicios no tangibles como la cultura (García Ocampo 2012). Es por ello por lo que, como lo indica Quijas y Balbanera (2013) la biodiversidad está estrechamente vinculada a los servicios de los ecosistemas y, por lo tanto, al bienestar humano de formas complejas.

3.1 Flora nativa

Según lo mencionado por Torre, Muriel y Balslev (2006) las plantas han jugado un papel fundamental en el desarrollo de las culturas andinas. Desde que el hombre llegó a esta región hace aproximadamente 10.000 años ha utilizado los recursos vegetales como fuente de alimento, medicinas, combustible, materiales de construcción y herramientas de todo tipo , por otra parte (Barragán y Carpio 2009) explican que la gran diversidad de la flora ecuatoriana ha sido reconocida

y estudiada desde hace mucho tiempo, la región Andina es uno de los centros de agrobiodiversidad más importantes del mundo con alrededor de 70 especies de plantas nativas cultivadas y numerosas variedades locales, con la publicación del Catálogo de las Plantas Vasculares del Ecuador (Jørgensen y Yáñez 1995), se documentó la presencia de más de 16 000 especies de plantas. Según lo explicado por (Guarderas et al. 2020) los paisajes andinos representan interacciones a largo plazo entre las personas y el medio ambiente natural, donde la producción agrícola, forestal y ganadera han sido factores clave que configuraron la dinámica del paisaje a lo largo del tiempo. A pesar de la importancia de estos sistemas en la provisión de servicios ecosistémicos, existe una escasa comprensión del impacto del cambio de uso de la tierra en estos ecosistemas a nivel de paisaje.

Sierra: La Sierra abarca todas las áreas sobre los 1300 m, desde las estribaciones Occidentales, pasando por las cimas nevadas de las montañas y los valles interandinos, hasta las estribaciones Orientales de los Andes. Toda esta región presenta una topografía irregular en la que predominan pendientes fuertes en las estribaciones de la cordillera y valles secos o húmedos en el interior del callejón interandino.

En la Sierra, la temperatura tiende a disminuir conforme aumenta la altitud, pero a nivel local, está influenciada por factores como la cercanía a los nevados y el origen y dirección de los vientos. La precipitación en

esta región puede ser abundante en las estribaciones, en donde se incrementa a menudo por la presencia de una persistente niebla (Barragán y Carpio 2009).

Con respecto a lo explicado por Quispe, Agualsaca y De la Torre (2020) El bosque nativo prácticamente ha desaparecido dominando en el paisaje las tierras de labranza con poca presencia de árboles mayoritariamente exóticas y en las tierras altas solamente los pajonales. Gracias a ciertas prácticas que las comunidades mantienen, ha sido posible disminuir el grado de deterioro de los recursos naturales y conservar especies tradicionales. En la actualidad se ha promovido la reforestación con especies nativas.

Como lo explica (Lara et al. 2010) los bosques nativos constituyen importantes productores de servicios ecosistémicos (también llamados servicios ambientales). Entre estos servicios se incluyen la regulación y provisión de agua en calidad y cantidad, la captura de carbono, la conservación de suelos y de la diversidad biológica, y las oportunidades para el turismo y la recreación.

Por otra parte, según Law, Arnow y Diemont (2020) se sabe que los paisajes muy perturbados, incluidas las tierras de cultivo en barbecho o abandonadas, experimentan pérdidas en la diversidad de plantas nativas que impactan negativamente las funciones ecológicas y los servicios proporcionados por un ecosistema. La restauración de especies nativas al

paisaje post agrícola utilizando principios derivados del conocimiento indígena podría revertir este daño.

3.2 Flora silvestre

La flora silvestre y semicultivada útil representa un componente central en el conjunto de estrategias e insumos que conforman los medios de vida y por tanto la sobrevivencia de las comunidades rurales así como elemento clave dentro de los agroecosistemas locales (Ruiz 2017).

Por otra parte, según (FAO 2017). Los parientes silvestres de cultivos (o especies silvestres afines a las plantas cultivadas) prosperan en sus hábitats naturales sin intervención humana. De hecho, desarrollan continuamente caracteres adaptativos que les permiten hacer frente a los cambios de las condiciones ambientales. Por lo tanto, constituyen un reservorio copioso de caracteres y genes novedosos que pueden utilizarse para desarrollar variedades de cultivos adaptadas al cambio climático. Hay abundantes testimonios de su uso eficaz en la mejora de cultivos.

Las plantas silvestres comestibles, por otro lado, son componentes importantes de la dieta de muchas personas en todo el mundo. Aunque no han sido domesticadas, son buenas fuentes de micronutrientes muy importantes de los que, por desgracia, carecen los principales cultivos básicos de los que depende en cada vez mayor medida la alimentación de las personas. Por lo tanto, las plantas

silvestres comestibles podrían desempeñar funciones de importancia crucial para combatir la malnutrición. Además, como están presentes en el medio natural, desarrollan continuamente caracteres adaptativos. Los parientes silvestres de cultivos y las plantas silvestres comestibles tienen una cosa en común: sus hábitats. (FAO 2017).

3.3 Servicios ecosistémicos

El concepto de “servicios” ofrecidos por los ecosistemas hacia las poblaciones humanas surge a consecuencia del movimiento ambientalista de finales de los años 60 Balvanera (2007).

De acuerdo con lo mencionado por Balvanera et al. (2016) los servicios ecosistémicos pueden analizarse desde la perspectiva de cuatro componentes distintos:

- La oferta potencial de los servicios, la cual depende de las condiciones biofísicas del ecosistema y de los procesos que ahí operan.
- La entrega de los servicios a los usuarios. La demanda de estos varía de acuerdo con la ubicación y las actividades de las poblaciones humanas.
- El bienestar humano asociado a los servicios, los cuales modifican las condiciones o las capacidades de las personas para satisfacer sus necesidades de alimentación, protección, acceso a bienes materiales, salud y buenas relaciones sociales.

- El valor que la sociedad da a los servicios, que refleja la preferencia de los distintos usuarios. Este valor puede ser económico; en este caso el valor depende de los mercados o de los costos asociados a la pérdida del servicio.

En esta época se hace latente la crisis ambiental y se inician cuestionamientos acerca de los impactos severos en la capacidad del planeta para mantenerse y producir suficientes bienes para ser consumidos por las poblaciones humanas. En síntesis, el concepto de servicios ecosistémicos o servicios ambientales permite hacer un vínculo explícito entre el estado y funcionamiento de los ecosistemas y el bienestar humano. Esta relación puede ser directa o indirecta, y los seres humanos pueden o no estar conscientes de su existencia Balvanera (2007).

3.4 Servicios ecosistémicos de provisión

Como lo menciona Balvanera y Cotler (2009) los servicios ecosistémicos de suministro son igualmente llamados de abastecimiento o provisión, y son productos adquiridos de los ecosistemas, tales como el agua, los recursos alimenticios, los recursos genéticos y las medicinas naturales, entre otros. De acuerdo con lo que indica ValuES (2018) los beneficios materiales que obtienen las personas de los ecosistemas son llamados “servicios ecosistémicos de provisión” incluyen, por ejemplo, agua, alimento, madera y otros bienes. Muchos servicios de provisión se comercializan en los mercados por otro lado según Moreira (2014) los vínculos entre

el servicio ecosistémico de abastecimiento de alimentos y el bienestar humano, han sido estudiados a través de temas como la seguridad alimentaria, la conservación de la cultura y agrobiodiversidad; elementos dinámicos y localmente específicos.

Según Patru-Stupariu et al. (2020) los ecosistemas de montaña ofrecen una variedad de bienes y servicios importantes para los seres humanos. Al mismo tiempo, existe un amplio consenso de que son altamente susceptibles a impactos severos sobre la biodiversidad y el bienestar humano bajo la influencia del clima y los cambios en el uso de la tierra. A medida que nuestra comprensión de los servicios de los ecosistemas paisajísticos de los ecosistemas montañosos ecuatorianos aumente, contribuirá a una comprensión más amplia de los procesos de cambio global y respaldará la conservación y el manejo integrados para el máximo beneficio para la sociedad humana.

3.4.1 La producción de alimentos como servicio ecosistémico

Como menciona Monsalve Castro et al. (2019) la producción de alimentos es un servicio ecosistémico fundamental para el mantenimiento de la población humana, la cual ha venido transformando su ambiente para la consecución de una mejor calidad de vida, lo que implica un aumento de su bienestar.

A su vez FAO (2021) menciona que, de todos los servicios ecosistémicos, la producción de alimentos es uno de los que han mostrado una constante tendencia ascendente en la historia reciente. No obstante, en la actualidad se reconoce que los aumentos de la producción y productividad agrícolas fueron acompañados a menudo de efectos adversos sobre la base de recursos naturales de los que depende la agricultura, efectos tan graves que ponen en peligro su potencial productivo en el futuro.

Según explica Monsalve Castro et al. (2019) en los dos últimos decenios han surgido enfoques ecosistémicos de intensificación agrícola a medida que los agricultores empezaron a adoptar prácticas sostenibles, fundamentales para lograr los beneficios de los servicios ecosistémicos reduciendo al mismo tiempo los efectos negativos de las actividades agrícolas.

3.4.2 Recurso Medicinal como servicio ecosistémico

Como indica Barragán y Carpio (2009) en Ecuador el 75% de las especies medicinales son plantas nativas y el 5% de ellas son endémicas, mientras que el 11% son introducidas. Por otra parte, según Azuero, Jaramillo y Sanmartín (2016) indican que en la actualidad existen una gran variedad de plantas medicinales que crecen y son recolectadas en Ecuador, ya que éstas contienen metabolitos secundarios que presentan actividad biológica, sin embargo a la mayoría de las plantas que crecen en el país, no se les ha realizado un estudio profundo para conocer las grandes propiedades curativas

que poseen.

Según Moraes et al. (2007) tanto en las plantas medicinales de las hierberías como las silvestres, la presencia de especies introducidas es apreciable (30.4% y 16.7%, respectivamente). Esto muestra la influencia de la conquista española e introducción de plantas de uso medicinal hacia nuestras culturas andinas.

No obstante, como lo mencionan en el ORGANISMO ANDINO DE SALUD – CONVENIO HIPÓLITO UÑANUE (2014) la riqueza de la flora subregional asociada con el inmenso saber ancestral de las poblaciones nativas hace de la medicina tradicional y, particularmente, de las plantas medicinales, un determinante muy importante de articulación con los sistemas nacionales de salud. En todos los pueblos, desde los más primitivos hasta los más avanzados, el ser humano siempre ha utilizado las plantas en el campo de su alimentación, así como en el campo curativo físico y espiritual, para cuidarse y prevenir enfermedades.

Con respecto a lo que indica FAO (2021) los ecosistemas naturales proporcionan una diversidad de organismos que ofrecen remedios eficaces para muchos tipos de problemas de salud. Se utilizan en la medicina popular y tradicional, así como en la elaboración de productos farmacéuticos. Durante milenios, los pueblos han recogido y utilizado plantas medicinales, o partes de ellas, por sus propiedades curativas. En todo el

mundo, tanto en los países en desarrollo como en los desarrollados, existe un interés cada vez mayor por las plantas medicinales y aromáticas en cuanto a su uso, desarrollo, cultivo, conservación, utilización sostenible, etc. (FAO 2021).

ANEXOS

Tabla 8. Agrobiodiversidad de la parroquia de Licto

Nombre científico	Nombre Común	Tipo de vegetación
<i>Baccharis latifolia</i>	Chilca	Herbácea
<i>Cardiospermum</i>	Sig_sig	Arbustiva
<i>Passiflora mollissima</i>	Taxo	Herbácea
<i>Nasturtium officinale</i>	Berro	Herbácea
<i>Crataegus oxyacantha</i>	Espino	Arbustiva
<i>Agave americana</i>	Cabuya	Arbórea
<i>Salix alba</i>	Sauce Blanco	Herbácea
<i>Borago officinalis</i>	Borracha	Herbácea
<i>Equisetum arvense</i>	Cola de caballo	Herbácea
<i>Plantago major</i>	Llantén	Herbácea
<i>Malva sylvestris</i>	Malva	Mata
<i>Phragmites australis</i>	Carrizo	Arbustiva
<i>Urtica dioica</i>	Ortiga negra	Herbácea
<i>Solanum nigrum</i>	Hierba mora	Herbácea
<i>Guzmania gloriosa</i>	Huicundo	Herbácea
<i>Cetraria islandica</i>	Musgo	Herbácea

<i>Prunus persica</i>	Durazno	Arbórea
<i>Rubus glaucus</i>	Mora	Arbustiva
<i>Fragaria vesca</i>	Frutilla	Herbácea
<i>Cocumis sativa</i>	Pepino	Herbácea
<i>Ambrosia arborescens</i>	Marco	Arbustiva
<i>Physalis peruviana</i>	Uvilla	Arbustiva
<i>Amaranthus hybridus</i>	Sangoracha	Herbácea
<i>Aerva sanguinolenta</i>	Escancel	Herbácea
<i>Aloe vera</i>	Sábila	Herbácea
<i>Solanum tuberosum</i>	Papa	Herbáceae
<i>Oxalis tuberosa</i>	Oca	Herbáceae
<i>Ullucos Tuberosus</i>	Melloco	Herbácea
<i>Xanthium strumarium L</i>	Cashamarucha	Herbácea
<i>Tanacetum parthenium</i>	Santa maría	Herbácea
<i>Caesalpinia spinosa</i>	Guarango	Arbórea
<i>Sarothamnus scoparius</i>	Retama	Arbustiva
<i>Matricaria recutita</i>	Manzanilla	Herbácea
<i>Melissa officinalis</i>	Cedrón	Arbustiva

Fuente: PDOT Vigente.

Autor: Equipo técnico

Tabla 9. Registro de plantas nativas

Nombre Común	Nombre Científico	Servicio ecosistémicos de provisión		
		Alimentación humana	Alimentación para animales	Recurso Medicinal
1) Chilca	<i>Baccharis latifolia</i>		X	X
2) Sig	<i>Brachyotum confertum</i>		X	
3) Taxo	<i>Pasiflora mollissima</i>	X		
4) Guanto	<i>Brugmansia spp.</i>			X
5) Pumamaqui	<i>Oreopanax ecudorensis</i>			X
6) Arrayan	<i>Luma Apiculata</i>			X
7) Pajilla	<i>Stipa plumeris</i>		X	
8) Aliso	<i>Alnus acuminata</i>			X
9) Melloco	<i>Ullucus Tuberosus</i>	X		
10) Lupino	<i>Lupinus mutabilis</i>	X	X	X
11) Marco	<i>Ambrosia arborescens</i>			X
12) Papa	<i>Solanum tuberosum</i>	X		
13) Oca	<i>Oxalis tuberosa</i>	X		
14) Guarango	<i>Caesalpinia spinosa</i>			X
15) Amaranto	<i>Amaranthus caudatus</i>	X	X	
16) Hui-cundo	<i>Guzmania gloriosa</i>			X
17) Sangoracha	<i>Amaranthus hybridus</i>			X

18) Quinua	<i>Chenopodium quinoa</i>	X		
TOTAL ESPECIES	18			

Tabla 10. Registro de plantas silvestres

Nombre Común	Nombre Científico	Servicio ecosistémicos de provisión		
		Alimentación humana	Alimentación para animales	Recurso Medicinal
1. Laurel	<i>Laurus nobilis</i>	X		X
2. Sábila	<i>Aloe vera</i>			X
3. Alfalfa	<i>Medicago sativa</i>	X	X	X
4. Taraxaco	<i>Taraxacum officinale</i>		X	X
5. Ortiga	<i>Urtica dioica</i>			X
6. Trigo	<i>Triticum spp.</i>	X	X	X
7. Romero	<i>Rosmarinus officinalis L.</i>			X
8. Manzanilla	<i>Matricaria recutita</i>			X
9. Frutilla	<i>Fragaria vesca</i>	X		
10. 10. Caballo chupa	<i>Mentha piperita</i>			X
11. Hierba buena	<i>Mentha spicata</i>			X
12. Llantén	<i>Plantago major</i>			X
13. Malva	<i>Malva sylvestris</i>			X
14. Trébol	<i>Trifolium repens</i>		X	
15. Berro	<i>Nasturtium officinale</i>	X	X	X
16. Mora	<i>Rubus glaucus</i>	X	X	X
17. Retama	<i>Sarothamnus scoparius</i>			X

18. Lengua de vaca	<i>Hydnum repandum</i>			X
19. Cabuya	<i>Agave americana</i>			X
20. Sauce blanco	<i>Salix alba</i>			X
21. Hierba mora	<i>Solanum Nigrum</i>			X
22. Uvilla	<i>Physalis peruviana</i>	X		X
TOTAL ESPECIES	22			

Tabla 11. Número de especies acorde a los servicios ecosistémicos de provisión que suministran

Usos	Número de especies
Alimentación (humana y forraje)	10
Medicina	21
Alimentación y Medicina	9
Total especies	40

CAPÍTULO IV

USO DE PLANTAS NATIVAS Y SILVESTRES
PARA LA ELABORACIÓN DE BIOINSUMOS,
PARA PROMOVER LA PRODUCCIÓN
SUSTENTABLE Y PROTECCIÓN DE LOS
RECURSOS NATURALES

En la actualidad los productores agrícolas utilizan productos nocivos para producir sus cultivos como los agroquímicos los cuales contaminan en gran manera el ambiente y su salud. En los últimos años el uso de bioinsumos a partir de especies de plantas nativas y silvestres ha tenido alza significativa convirtiéndose en una alternativa de la producción sustentable. El uso de estos pesticidas naturales disminuye en gran medida el impacto ambiental que los agroquímicos producen ya que gracias a los principios activos que estas presentan pueden controlar distintas plagas en los cultivos.

La investigación realizada se presentó en la Provincia de Chimborazo específicamente en la parroquia de Licto donde se recopiló información bibliográfica de diferentes grupos de especies de plantas locales que son nativas y silvestres, de este grupo de especies seleccionaron aquellas que se podrían utilizar para realizar diferentes bioinsumos.

Objetivos

- Usar plantas nativas y silvestres para la elaboración de bioinsumos, para promover la producción sustentable y protección de los recursos naturales en la parroquia de Licto.

- Realizar una investigación bibliográfica sobre la existencia de plantas nativas y silvestres más comunes en la Parroquia de Licto.

- Generar un informe sobre los bioinsumos que se

puede realizar con las plantas nativas y silvestres de la parroquia Licto.

Ante la exigencia de producir alimentos inocuos y proteger al medio ambiente, la agricultura y la investigación vinculada a su mejoramiento han empezado a dar un giro hacia la puesta a punto y empleo de los bioinsumos, marcando una tendencia que apunta a la producción sustentable (Whelan 2018). Por otro lado (Nava et al. 2012), asegura que en la agricultura moderna se ha consensado que la practica actual enfrenta una crisis ambiental.

Con relación a esto, algunos investigadores abordan la sustentabilidad a largo plazo en los sistemas de producción agrícola. Es evidente que aun cuando el sistema agrícola vigente aplica en forma intensiva capital y tecnología, para ser altamente productivo y competitivo, acarrea también una sucesión de problemas de tipo económico, social y ambiental.

Desde la antigüedad el hombre ha utilizado plantas para combatir plagas y este uso continúa hoy día (Villavicencio y Pérez 2010). Las plantas en el trascurso de su evolución mantienen una relación estrecha con los organismos de su alrededor, reflejada en el equilibrio de los ecosistemas. Es así como, por medio de sus procesos metabólicos y fisiológicos, producen sustancias con características “plaguicidas” de diversa índole (García 1997).

La agricultura agroecológica apunta a evitar las plagas para no tener que combatirlas y no dominar la naturaleza sino vivir en armonía con ella. Un elemento importante para evitar enfermedades ha sido tener en cuenta la preparación física del suelo, la nutrición y una buena planificación de los cultivos. La naturaleza tiene y proporciona todo, siempre y cuando se trabaje y se maneje la tierra adecuadamente (Millán 2008).

Actualmente las producciones agrícolas utilizan agroquímicos para producir sus cultivos lo cual conlleva a contaminar el ambiente, es por ello por lo que la utilización de bioinsumos a base de plantas nativas y silvestres contribuye a disminuir el impacto ambiental y ser más amigable con el ambiente y con el ser humano con la finalidad de obtener una producción sustentable.

4 La Revolución en la agricultura

La agricultura representa uno de los logros más importantes del ingenio del hombre, y de igual forma se puede decir que las especies vegetales cultivadas han originado al hombre contemporáneo. Aproximadamente el 90 % de las calorías y el 80 % de las proteínas de nuestra dieta son de origen vegetal. Además, los alimentos de origen animal también dependen y derivan de los vegetales (Filippone 2018).

Desde las épocas tempranas del surgimiento y desarrollo del hombre, se tuvo la necesidad de combatir las plagas que afectaban sus cultivos y productos, con

el uso de sustancias capaces de eliminarlos (del Puerto Rodríguez, Suárez Tamayo y Palacio Estrada 2014).

Después de la segunda guerra mundial las pocas plantas que mostraron resultados auspiciosos, y alcanzaron a usarse masivamente, fueron reemplazadas por los insecticidas sintéticos. Con la aparición en la década de los cuarenta de estos insecticidas sintéticos se pensó que los insecticidas vegetales desaparecerían para siempre, pero problemas como la contaminación del ambiente, los residuos en los alimentos y la resistencia por parte de los insectos han hecho que hoy en día vuelvan a ser tomados en cuenta (Ruiz 2013).

4.1 La agroecología para una producción sustentable

La agroecología nació en los 70 como parte del llamado ecologismo popular en América Latina a partir de la colaboración entre campesinos tradicionales y ONG's, que incluye elementos de la agricultura tradicional e indígena en la línea de la búsqueda de la sustentabilidad (Minga 2017).

La agroecología se vincula a procesos que procuran la recuperación del conocimiento tradicional, sumado al trabajo con redes sociales y económicas comunitarias, acceso a los mercados y el manejo integrado de agricultura, ganadería y silvicultura, llegando a influir en la seguridad alimentaria de los pueblos, estabilidad biológica, conservación de los recursos, y equidad social

(Villafuerte 2017)

En muchas áreas de la región, los agricultores tradicionales han desarrollado y / o heredado complejos sistemas agrícolas, adaptados a las condiciones locales, que les han ayudado a desarrollar de forma sostenible, gestionar entornos hostiles y satisfacer sus necesidades de subsistencia, sin depender de mecanización, fertilizantes químicos, pesticidas u otras tecnologías de la agricultura moderna (Altieri 2000)

4.2 Bioinsumos

Ante la exigencia de producir alimentos inocuos y proteger al medio ambiente, la agricultura- y la investigación vinculada a su mejoramiento- han empezado a dar un giro hacia la puesta a punto y empleo de los bioinsumo, marcando una tendencia que apunta a la producción sustentable (Whelan 2018). Por otro lado (Filippone 2018) manifiesta que una alternativa que tiene cada vez mayor participación en el esquema de manejo de los cultivos, complementando al manejo convencional, es el uso de bioinsumos (biofertilizantes, bioestimuladores y bioplaguicidas).

(Lagler 2017) manifiesta que la producción de bioinsumos constituye un factor importante para el desarrollo de los diversos tipos de agricultura en forma sostenible y ecológicamente más limpia.

Un bioinsumo es un producto basado en compuestos y/o extractos de microorganismos o plantas, o

de microorganismos vivos, capaces de mejorar la productividad (o rendimiento), calidad y/o sanidad al aplicarlos sobre cultivos vegetales, sin generar impactos negativos en el agroecosistema, son una alternativa para mejorar la producción agrícola, agropecuaria y de fácil alcance para las poblaciones rurales y urbanas, su elaboración es de procesos relativamente sencillos y de fácil manejo y almacenamiento, su correcta utilización no ofrece riesgos como los productos químicos que por su mal uso producen daños irremediables a la salud del ser humano (Cáceres 2018).

Los bioinsumos pueden ser empleados con distintos propósitos en las actividades agrícolas y en distintas áreas de empleo (agua, suelo, plantas y otros componentes bióticos) (Lagler 2017).

Son el motor para el desarrollo de una agricultura sustentable, porque todo lo que permita la sustitución de productos químicos tradicionales, ya sean fertilizantes, insecticidas, herbicidas es beneficioso. El reemplazo de los agroquímicos minimiza los efectos perjudiciales para la salud humana, especies vegetales y la microflora y fauna del suelo (Crespo, Vío y Flavia Luna 2014)

4.3 Tipos de Bioinsumos

Bioinsumos de uso agropecuario

Biofertilizantes:

- a) Para fijación de fósforo y/o nitrógeno.

- b) Como fitoestimulantes (Microorganismos productores de moléculas fitoestimulantes o promotores del desarrollo del crecimiento de las plantas).

Biopesticidas: empleados para el control biológico de plagas y enfermedades en los cultivos.

- a) Bioinsecticidas fúngicos, virales y/o bacterianos.
- b) Extractos vegetales de plantas con características insecticidas, nematocidas, fungicidas o repelentes. (Agroalimentaria 2000).

4.3.1 Clasificación de los pesticidas naturales

El hombre depende del consumo directo de las plantas tanto vegetales, cultivos, cereales como de la obtención de sus productos, anualmente una tercera parte de la producción de alimentos se ve destruida por pestes de cultivos y productos almacenados, por lo cual se hace imprescindible el estudio de nuevas vías de control de plagas (Menjivar 2002), las plantas en conjunto producen más de 100.000 sustancias de bajo peso molecular conocidas también como metabolitos secundarios, estos son normalmente no-esenciales para el proceso metabólico básico de la planta, entre ellos se encuentran terpenos, lignanos, alcaloides, azúcares, esteroides, ácidos grasos, etc. (Catucumbamba 2013).

Los pesticidas pueden ser clasificados de acuerdo con el tipo de organismo frente a los cuales son eficaces (Ver Tabla 12) (Sampieri 2011). Sin lugar a duda los

insecticidas naturales a partir de extractos vegetales constituyen una muy interesante alternativa de control de insectos además de que sólo se han evaluado muy pocas plantas en relación con la fuente natural que ofrece el planeta, por lo que las perspectivas futuras en cuanto a investigación son aún mayores (Catucuamba 2013).

Tabla 12. Clasificación de los pesticidas

Clasificación de los plaguicidas según la plaga que atacan	
Plaguicida	Ataca a:
Insecticida	Insectos
Fungicida	Hongos
Molusquicida	Moluscos
Ovicida	Huevecillos
Herbicida	Malezas
Acaricida	Ácaros
Rodenticida	Roedores
Nematicida	Nemátodos

Fuente: Adaptado de (Sampieri 2011)

4.3.2 Insecticidas naturales a partir de extractos vegetales

Los seres humanos, desde la antigüedad, controlaban las plagas con medios naturales (Sampieri 2011). Las plantas y sus derivados han mostrado efectos controladores contra ácaros, roedores, nematodos,

bacterias, virus, hongos e insectos (Celis et al. 2008). A partir de la necesidad por encontrar una nueva alternativa natural para el control de insectos plagas y reemplazar así los pesticidas sintéticos aparecen los insecticidas botánicos ofreciendo seguridad para el medio ambiente y una eficiente opción agronómica (Catucuamba 2013).

Muchas plantas son capaces de sintetizar metabolitos secundarios que poseen propiedades biológicas con importancia contra insectos plagas, la selección de plantas que contengan metabolitos secundarios capaces de ser utilizados como insecticidas naturales deben ser de fácil cultivo y con principios activos potentes, con alta estabilidad química y de óptima producción (Catucuamba 2013). Por otro lado (Celis et al. 2008) manifiestan que papel de los metabolitos secundarios de las plantas como agentes de control ha sido establecido por Baladrin et al. (1985) y una aproximación de identificación de los compuestos de posible valor práctico se pueden tener al identificar plantas que son resistentes al ataque de insectos y al separar sus principios activos.

Como alternativa, los productos naturales provenientes de una gran variedad de plantas actúan inhibiendo, repeliendo, disuadiendo o eliminando insectos plagas de distinto tipo (rastreros, voladores, chupadores, defoliadores, etc.) como así también estimulando procesos vitales de los cultivos para fortalecerlos y así protegerse de los ataques de las distintas pestes, algunas

de estas plantas han sido estudiadas científicamente y otras siguen vigentes por leyenda popular (Catucuamba 2013).

Algunas plantas tienen sustancias tóxicas u olores desagradables, que eliminan o repelen las plagas. Estas plantas constituyen venenos naturales. Actualmente se están fabricando insecticidas a base de plantas. Al uso de estos insecticidas se le conoce con el nombre de control botánico (Sampieri 2011).

4.4 Plantas con propiedades nematocidas

Una de las alternativas para el control de nematodos es el uso de extractos vegetales con importantes niveles de efectividad en la reducción de las poblaciones de nematodos fitoparásitos. Se reconoce que 2,396 especies de plantas con propiedades antimicrobianas, de las cuales 833 actúan contra nematodos que representan un 33% del total de plantas estudiadas. Según este autor, las plantas antagónicas a los nematodos hasta ahora conocidas se encuentran agrupadas dentro de 25 familias de plantas superiores y también algas marinas. Como ejemplos mencionaremos las siguientes especies:

Las brasicáceas: efectivas por su alto contenido de glucosinolatos los cuales por acción de los microorganismos se transforman en compuestos biocidas, principalmente los isotiocianatos y los nitrilos (Curimilma 2015).

4.4.1 Biopesticidas biológicos

Según (Nava et al. 2012) Los biopesticidas son derivados de materiales naturales como animales, plantas, microorganismos y minerales. Los bio plaguicidas son altamente específicos contra las plagas y generalmente representan poco o ningún riesgo para las personas o el medio ambiente.

4.4.2 Especies nativas y silvestres

En cuanto a las especies nativas son fundamentales para los ecosistemas, ya que conservan la fauna de la zona. Además, son resistentes a las plagas, no consumen muchos recursos como el agua, no acidifican los suelos, se adaptan rápidamente, entre otras características. En el Ecuador se registran actualmente 18 198 especies de plantas vasculares. De estas, 17 748 son nativas, según los registros del Ministerio del Ambiente (2013).

La Sierra es la región con mayor presencia de estas plantas vasculares nativas, con 9 865 especies. Estas especies vasculares nativas tienen varias amenazas identificadas por el Ministerio del Ambiente en el Quinto Informe Nacional para el Convenio sobre la Diversidad Biológica 2015. Entre estas se encuentran las diferentes escalas de deforestación (como es el caso del cambio en el uso del suelo para actividades agropecuarias). En 1990, la superficie de cobertura de bosques nativos en el país fue de 14.698.115 hectáreas, mientras que en el 2012 fue de 12.879.571 hectáreas (El comercio 2017).

Las flores silvestres, como su nombre lo indica, son aquellas que crecen de forma natural o en estado salvaje, sin la intervención directa o intencional del ser humano.

Esta clasificación abarca las flores autóctonas de una región, así como aquellas especies que han sido introducidas a un ecosistema y se han propagado de forma natural (Sembrar100 2017).

4.5 Diversas plantas con principios con efecto plaguicida

Tabla 13. Especies de plantas con efecto plaguicida

N. común	N. científico	Principios activos	Usos
Ortiga 	(<i>Urtica urens</i> L.)	Plaguicida	Se utiliza el extracto fermentado de la ortiga para controlar insectos y hongos en semilleros (Abad, Gabriela y Piedra 2011).
Ruda 	(<i>Ruta graveolens</i> L.)	Plaguicida	Suele usarse como repelente de insectos y fungicida (Abad, Gabriela y Piedra 2011).

Tabaco 	(<i>Nicotiana glauca</i> L.)	Plaguicida	El extracto de tabaco actúa como insecticida, repelente y acaricida. Las toxinas que posee inhiben la respiración y eliminan los insectos por ingestión y por contacto. La planta de tabaco florecida segrega una sustancia pegajosa que hace que los insectos se peguen en sus hojas (Abad, Gabriela y Piedra 2011).
Romero 	(<i>Rosmarinus officinalis</i> L.)	insecticida	Al ser una especie muy melífera, atrae a insectos polinizadores que ayuda a la producción de frutos. El intenso aroma de su follaje enmascara otros olores y esto aleja a los insectos plaga (Zapata 2010).
Ají 	(<i>Capsicum annuum</i> L.)	plaguicida	Presenta acción repelente y actúa por ingestión causando trastornos digestivos, por lo tanto, el insecto deja de alimentarse (Hernández 2017).

Marco 	(<i>Ambrosia arborescens</i> Mill)	Fungicida-bactericida	Contiene una serie de alcaloides con acción inmediata para hongos y bacterias. También se la conoce por experiencias en comunidades rurales que el consumo de las hojas y flores de esta planta son un excelente insecticida para matar pulgas (Quishpe 2018).
Laurel 	(<i>Laurus nobilis</i>)	Insecticida	Las hojas de laurel cuentan con su composición de eugenol, limoneno, alfa-terpineol, sabineno, cineol, linalol y alfa-pineno. Estos componentes le otorgan al laurel acción repelente de algunos insectos que pueden convertirse en plagas o que pueden causar enfermedades en las plantas hortícolas u ornamentales (Ecoagricultor 2018).
Tagetes 	(<i>Tagetes erecta</i>)	Nematicida	El aceite de Tagetes tiene actividad biológica sobre varios organismos patógenos de plantas y animales por lo que este género representa una opción en agricultura y medicina como insumo natural (Curimilma 2015).

Albahaca 	(<i>Ocimum basilicum</i> L.)	Insecticida Acaricida	Se utilizan las hojas, las cuales se entierran en los almácigos para que liberen sus sustancias activas. También se utilizan las hojas maceradas en aceite etéreo al 12% (Ruiz 2013).
Higuerilla 	(<i>Ricinus communis</i> L.)	Insecticida	Se utiliza como materia prima de excelente calidad para la producción de biodiesel, la industria cosmética, farmacéutica, lubricantes, pinturas, entre otras (Sánchez, Castañeda y Castañeda S. 2016).
Paico 	(<i>Matricaria chamomilla</i> L.)	nematicida	En México se siembra alrededor y dentro de los huertos para repeler hormigas, en Argentina y Brasil se coloca en las camas o dentro de las habitaciones para repeler pulgas, y en Camerún algunos productores almacenan su grano mezclado con follaje de esta planta para evitar el daño de plagas (Aros et al. 2019).

Cola de caballo 	(<i>Equisetum arvense</i>)	Fungicida	Para prevenir enfermedades, principalmente fúngicas (Price 2010).
Manzanilla 	(<i>Chamaemelum nobile</i>)	Fungicida	Prevenir enfermedades transmitidas por hongos a diversas hortalizas (Price 2010).

Fuente: Autores

ANEXOS

Tabla 14. Especies de flora presentes en las zonas de ríos y quebradas de la parroquia Licto.

Nombre científico	Nombre Común	Tipo de vegetación
<i>Baccharis latifolia</i>	Chilca	Herbácea
<i>Cardiospermum sp.</i>	Sig_sig	Mata
<i>Passiflora mollissima</i>	Taxo	Herbácea
<i>Nasturtium officinale</i>	Berro	Herbácea
<i>Crataegus oxyacantha</i>	Espino	Mata
<i>Agave americana</i>	Cabuya	Mata
<i>Salix alba</i>	Tipo	Arbustiva

<i>Pennisetum clandestinum</i>	Kikuyo	Herbácea
<i>Eucalyptus globulus</i>	Eucalipto	Arbórea
<i>Borago officinalis</i>	Boraja	Herbácea
<i>Equisetum arvense</i>	Cola de caballo	Herbácea
<i>Plantago major</i>	Llanten	Herbácea
<i>Malva sylvestris</i>	Malva	Mata
<i>Phragmites australis</i>	Carrizo	Mata
<i>Prunus serotina</i>	Capulí	Arbórea
<i>Urtica dioica</i>	Ortiga negra	Herbácea
<i>Solanum nigrum</i>	Hierba mora	Herbácea
<i>Guzmania gloriosa</i>	Huicundo	Herbácea
<i>Cetraria islandica</i>	Musgo	Herbácea
<i>Prunus persica</i>	Durazno	Arbórea
<i>Rubus glaucus</i>	Mora	Mata
<i>Fragaria vesca</i>	Frutilla	Herbácea
<i>Cocumis sativa</i>	Pepino	Herbácea
<i>Ambrosia arborescens</i>	Marco	Mata
<i>Physalis peruviana</i>	Uvilla	Mata
<i>Amaranthus hybridus</i>	Sangoracha	Herbácea
<i>Aerva sanguinolenta</i>	Escancel	Herbácea
<i>Aloe vera</i>	Sábila	Herbácea
<i>Uncaria Tomentosa</i>	Cactus	Mata
<i>Xanthium strumarium L</i>	Cashamarucha	Herbácea

<i>Tanacetum parthenium</i>	Santa maría	Herbácea
<i>Cupressus sempervirens</i>	Ciprés	Arbórea
<i>Caesalpinia spinosa</i>	Guarango	Arbórea
<i>Sarothamnus scoparius</i>	Retama	Arbustiva
<i>Matricaria chamomilla</i>	Manzanilla	Herbácea
<i>Melissa officinalis</i>	Cedrón	Arbórea

Fuente: Adaptado de (Alfonzo Larrain 1990). (Lozano 2015)

4.6 Elaboración de plaguicidas a base de plantas.

Ortiga (*Urtica urens* L.)



Figura 27. Ortiga

Principios activos con efecto plaguicida: Serotonina, histamina, tanino, colina.

Plagas que controlan: Hongos, nematodos, insectos. (Abad, Gabriela y Piedra 2011).

Preparación

Purín en fermentación de ortiga

Colocar 1 kg de la parte aérea de plantas frescas en 10 lt de agua (aprox. media lata de ortiga y resto agua) o 500 gr de planta seca en x 10 lt de agua. Se deja reposar de 4 a 7 días, revolviéndolo todos los días. Se observa que el preparado genera una espuma, cuando esta baja, está listo para utilizar (Mediavilla 2013).

Se puede aplicar todo el año a las plantas. Concentración: 1 lt del purín se diluye en 20 lt. de agua.

Conservación

A la sombra, utilizar dentro de los 5 días una vez estabilizado el producto. En heladera sepuede conservar 15 días. También, se pueden agregar 100 cc de alcohol por litro de preparado, un chorrito de aceite vegetal (conservación sin aire) o vinagre en botellas cerradas para conservarlo.

Ruda (*Ruta graveolens* L.)



Figura 28. Ruda

Principios activos con efecto plaguicida: Rutina, tanino, cineol

Plagas que controlar: Moscas, polillas, larvas de zancudos y escarabajos.(Abad, Gabriela y Piedra 2011).

Receta de plaguicida de ruda contra los pulgones

Ingredientes

- 100 gr. de hojas de ruda
- 100 cc. de agua hirviendo
- A parte 1 litro de agua
- gr. de jabón neutro

Preparación

- Machacar las hojas y colocarlas en el agua, dejar reposar por uno o dos días.
- Posteriormente añadir el litro de agua restante
- Una vez listo, verter en un rociador y ya está listo para aplicar sobre las plantas (Portalfruticola.com 2018).



Figura 29. Tabaco

Principios activos con efecto plaguicida: Nicotina, nicocianina, colidina, yodo-nicotina

Plagas que controlan: Áfidos, pulgones, trips, araña roja, ácaros.(Abad, Gabriela y Piedra 2011).

Preparación

Hervir 300 gramos de hojas de tabaco en cinco litros de agua durante 30 minutos; luego dejar enfriar sin tapar, filtrar con un trapo y agregarle 30 litros de agua. Se asperja sobre las plantas afectadas. Guardar en envase oscuro por no más de 60 días. Después de aplicaresperar cuatro días para consumir los frutos (Hernández 2017).

Ajo: (*Allium sativum* L)



Principios activos con efecto plaguicida: Alicina, garlicina

Plagas que controlan: Áfidos, pulgones, gusanos del manzano, mariposa de la col (Abad, Gabriela y Piedra 2011).

La eficacia de las sustancias de ajo se mantiene de cuatro a 13 días después de la aplicación.

No debe aplicarse a arvejas y habas, porque detiene su crecimiento. Las formas de preparación son las siguientes:

- Hojas de ajo (contra pulgones): Machacar bien $\frac{1}{2}$ kg de hojas de ajo y ponerlo en remojo en 10 litros de agua; luego colar y usar.
- Dientes de ajo (contra escarabajos, hongos, nemátodos y bacterias): Poner 100 gramos de ajo machacado en 50 mililitros de agua y dejar reposar 24 horas; después agregar medio litro de agua y un poco de jabón, diluir y mezclar todo; filtrar por tela fina y guardar en recipiente de vidrio. Para aplicar agregarle 950 mL de agua a 50 mL de esta mezcla. Dilución 1:20. Agitar antes de usar. Aplicar en horas de la mañana (probar diferentes concentraciones para los distintos tipos de plagas) (Hernández 2017).

Ají (*Capsicum annuum* L.)



Figura 31. Ají

Principios activos con efecto plaguicida: capsaicina

Plagas que controlan: utilizadas para el control de insectos minadores, chupadores, barrenadores y masticadores.

Preparaciones

Se muelen finamente algunos ajíes picantes (100 gramos), se agrega 12 litros de agua, se dejan reposar y se cuelean. También se le pueden agregar cinco litros de agua jabonosa. Se recomienda probar hasta encontrar la concentración adecuada.

Para controlar virus y el mosaico en el pepino, se prepara de la siguiente forma: se mezclan 100 gramos de ajíes picantes molidos o licuados en un litro de agua; luego se le agregan cinco litros más de agua jabonosa. Las concentraciones altas pueden causar quemaduras, por lo que se recomienda probar con pocas plantas hasta lograr la dosis correcta (Hernández 2017).

“Paraíso” o “jazmín” (*Melia azedarach*)



Figura 32. Jazmín

Sus frutos maduros y sus hojas amarillas son usados como insecticida-nematicida y antialimentario sobre diferentes tipos de plagas. Estudios realizados con distintas concentraciones del extracto de Paraíso demuestran que éste inhibe la alimentación y afecta negativamente el desarrollo y supervivencia de distintas especies de insectos- plaga que atacan diversos cultivos (Curimilma 2015).

Preparación

Triturar bien 1kg de frutos maduros de Paraíso. La trituration debe ser hasta obtener un particulado de 1mm aproximadamente y se debe romper bien el carozo ya que los componentes activos se encuentran mayoritariamente en las semillas. Poner los frutos molidos en 4 litros de agua durante una noche (12-14 horas) a temperatura ambiente. Filtrar y al líquido obtenido diluirlo, agregando 2 litros de agua por cada litro de extracto. Aplicar directamente sobre el cultivo por medio de mochila aplicadora hasta punto de goteo. En cultivos hortícolas 3 litros son suficientes para aplicar en unos 30 m². En árboles frutales la misma aplicación de 3 litros daría para cubrir de 4 - 6 árboles (Ibañez y Zoppolo 2008).

El Neem (Azadirachta indica)



Figura 33. Neem

El árbol de Neem es una fuente de pesticidas naturales, utilizado para reducir poblaciones severas de nematodos de la soya. En el extracto se han identificado alrededor de 18 compuestos entre los que destacan solanina, meliantról, terpenos como: nimbina, tionemona y azadiractina que es el compuesto que se encuentra en mayor concentración, y se localiza en la corteza, hojas y frutos de este árbol pero la mayor concentración se ubica en la semilla; este compuesto muestra acción antialimentaria, reguladora del crecimiento, inhibidora de la oviposición y esterilizante para diversos nematodos fitoparásitos; además reduce la movilidad de *M. incognita* (Curimilma 2015).

Preparación

1. Se recolecta la Semilla de Neem
2. Se quita la cáscara.
3. Se seca a la sombra
4. Debe pasarse en un molino o triturar hasta

formar una masa fin

5. Se deja en 10 litros de agua en reposo por un día.
6. Poner un filtro para hacer la aplicación
7. Agregar 10 lts de agua para completar la bomba de 20 lts de agua.

Si hay mucha plaga, se puede aplicar esta dosis cada 15 días (FAO 2010)

Tagetes (*Tagetes erecta*)



Figura 34. Tagetes

Es una planta antagónica o planta repelente de nematodos, y se recomienda como medida para controlar algunos nematodos fitoparásitos. El aceite de Tagetes tiene actividad biológica sobre varios organismos patógenos de plantas y animales por lo que este género representa una opción en agricultura y medicina como insumo natural (Curimilma 2015).

La albahaca (*Ocimum basilicum* L)



Figura 35. Albahaca

Se asocia al cultivo de tomates para repeler a la mosca blanca. Es insecticida ya que controla polillas, áfidos, moscas, etc. También Acaricida. Salvia (Ruiz 2013).

Las plantas de albahaca poseen moléculas de Citral, Citronelol, linalol, con actividad sobre *Meloidogyne* spp., *Heterodera* spp., *Anguina tritici*, *Tylenchulus semipenetrans* y larvicida para *Rotylenchulus reniformis*. *Ocimum* spp. son plantas bien conocidas por producir aceites esenciales con actividad antimicrobiana (Curimilma 2015). Fue utilizada por mucho tiempo para repeler los mosquitos, a los que parece ser que les disgusta el olor penetrante que desprende la planta. En los aceites esenciales de la albahaca se han encontrado compuestos biológicamente activos que han presentado propiedades alelopáticas, antibacterial, antioxidante,

nematicidal y antifúngica, entre otras (Vásquez 2013).



Figura 36. Higuera

Produce metabolitos secundarios como albúminas (ricina) y alcaloides (ricinina). Los tejidos de higuera liberan compuestos tóxicos y dos lectinas, la ricina y la ricinus- aglutinina, ambas con capacidad para adherirse fuertemente a los anfidios de los nematodos fitoparásitos como los formadores de nudos o agallas en el sistema radical (*Meloidogyne* spp. Goeldi) y modificar así su comportamiento quimiotáctico. Las semillas y cáscaras de higuera contienen elementos tóxicos. El principal elemento tóxico es la ricina en el cual se encuentra un triglicérido timirstina, que es una proteína, pero también está presente un potente alérgeno, que es más difícil de inactivar que la ricina.

4.6.1 Insecticida

Actividad contra Acaros

El extracto de hojas y tallos de higuera *R. communis*

se ha mostrado efectivo contra ácaros.

Actividad contra babosas

Se hicieron dos preparados, crudo y cocido (30 minutos), colocando 227 gramos de fruto y follaje de higuera (*R. communis*) en 2 litros de agua. Después de 24 horas de reposo, se toma 1 litro de este preparado y se diluye en 1.86 litros de agua en la bomba aspersora para aplicar al frijol contra la babosa (Ramos 2015).

Paico (*Chenopodium ambrosioides*)



Figura 37. Paico

Entre los componentes activos con propiedades nematicidas identificados en el paico se pueden nombrar a: saponinas, flavonoides, esteroides y aceites, siendo los más activos los aceites esenciales, conformados por el ascaridol en un 86%. El aceite esencial componente principal es el monoterpeno ascaridol o 1,4 – peróxido de p-menta-2-eno, tiene además otros componentes como saponinas, ácido cítrico, ácido salicílico, ácido tartárico, ácido succínico, acetol, santonina, ambrósido, betaina,

limoneno, alcanfor

La recolección se debe hacer en la etapa de floración, ya que según (Aros et al. 2019) en este estado fenológico se produce la mayor concentración de compuestos químicos secundarios. El aceite esencial se extrajo por hidrodestilación mediante arrastre de vapor con un extractor tipo Clevenger durante dos h. Luego, este se depositó en un envase de vidrio color ámbar y se dejó por 24 h en un freezer a -15°C de temperatura, para extraer el aceite por separación de fases, y posteriormente los residuos restantes de agua se eliminaron con cloruro de calcio anhidro.

4.6.2 Bioinsecticida

Nombre: Hidrolato de ortiga

Uso/ modo de acción

- Biofertilizante, repelente de insectos y para prevenir enfermedades causadas por hongos.
- Para desinfectar semilleros y ayudar a revitalizar al suelo.

Plaga/enfermedad que controla

- Controla pulgones, áfidos, nemátodos, coccidios o para controlar insectos y hongos en semilleros y almácigos. Pueden controlarse deficiencias de hierro y es eficiente en el tratamiento de exceso de agua, de mineralización, desnutrición, luego de las heladas, y para control de mosca blanca y negra. Ayuda a las

plantas vecinas a desarrollar resistencia contra hongos que producen pudrición de la raíz de la planta (*Pythium* sp).

- Se aplica en hortalizas en general, papa, arveja, frijol y algunos frutales (Cáceres 2018).

Materiales e insumos

Para preparar 1 lt. se utilizan

- 500 gr. de plantas fresca de ortiga (*Urtica urens*)
- 1 lt de agua (de lluvia o reposada)
- 1 cucharada de jabón coco (no detergente)
- 1 olla para cocción
- 1 recipiente no metálico y cucharón de madera.

Fuente de calor.

- Pasos para su elaboración
- Macerar 500 grs. de hojas frescas
- Mezclar el macerado en 1 litro de agua
- Calentar a fuego lento hasta hervir, Adicionar una cucharadita de jabón coco.
- Dejar enfriar, colar y guardar.
- Efecto/acción que se logra
- Bioestimulante e insecticida de contacto y repelente.

Dosis de uso, periodo y momento de aplicación.

- Se aplica a razón de 0,5 lt por m². *

Dependiendo del estado fenológico del cultivo, desarrollo del follaje. (0.3lt por m² cuando no desarrolla completamente todos sus órganos)

- Asperjar mediante bomba de espalda o con

regadera, sobre hojas, frutos, flores.

Cola de caballo (Equisetum arvense)



Figura 38. Cola de caballo

Plagas o enfermedades que controla

Indicado para enfermedades provocadas por hongos (mildiu, oídio, roya).

Materiales e insumos

Para preparar 100 lt. se utilizan:

- 1 kg. de las partes aéreas de plantas frescas de Cola de Caballo Menor (Equisetum arvense).
- 10 lt de agua (preferentemente agua de lluvia)
- Recipiente metálico de 20 lt. en el que se realiza la decocción.
- Recipiente plástico de 100 lts. En el que se realizar la dilución.

Efecto /acción que se logra

Fortalece los tejidos celulares evitando la infestación.

Mejora la fotosíntesis de las plantas. Como su contenido en sílice puede llegar al 98% en extracto seco, su acción es fungicida y preventiva. En tratamiento de semillas protege la plántula en los primeros estadios de desarrollos de enfermedades y actúa como estímulo para el desarrollo radicular. En plantas adultas es un buen preventivo, pudiendo aplicarse cuando aparecen los primeros síntomas de la enfermedad (mildiu- oidio). Para un mejor aprovechamiento se aconseja aplicar sobre suelos con un pH de neutro a levemente alcalino.

Dosis de uso, período y momento de aplicación

- Como preventivo, para tratamiento de semillas, remojar y dejar secar antes de la siembra.
- En distintos estadios de los cultivos se aconseja en invierno o en épocas de elevada humedad. Luego de lluvias repetir el tratamiento cada 3 días. Se puede aplicar a la tierra o a la planta.
- Antes de la siembra – especialmente en zonas húmedas o en canteros con antecedentes de enfermedades de cultivos anteriores– se pulveriza la tierra con una dilución al 20%.
- Sobre la planta se aplica sobre el follaje en especial en días cálidos y húmedos. No hacerlo cuando el día es cálido y seco.

Rendimiento y almacenamiento del preparado

10 lt. rinden para 100 m² de cultivos. Almacenamiento

El producto se puede conservar por dos semanas máximo en envase no metálico oscuro, preferentemente de vidrio (Price 2010).



Figura 39. Manzanilla

Plagas o enfermedades que controla

Previene algunas enfermedades: mildiu o peronóspora (*Peronospora* sp), oídio (varios hongos), roya (*Puccinia* sp y otros) en diferentes cultivos.

Materiales e insumos

Para preparar 1 lt. se utilizan:

- 25 gr. de flores de manzanilla (*Matricaria recutita* o *M. chamomilla*) frescas o secas.
- 1 lt. de agua caliente
- 1 recipiente de 1 litro (preferentemente de plástico).
- 1 filtro.

Pasos para su elaboración

- Colocar 25 gr. de flores de manzanilla, frescas o

secas, en un litro de agua caliente.

- Dejar reposar media hora, filtrar y aplicar inmediatamente

Efecto /acción que se logra

Se le reconocen propiedades vinculadas al fortalecimiento de la planta a la que se aplica, ya que concentra calcio, azufre y potasio.

Dosis de uso, período y momento de aplicación

- La infusión se aplica sin diluir pulverizando las plantas.
- En plantas jóvenes controla los hongos que producen pudrición del pie de la planta
- Se recomienda utilizarlo una vez preparado (Price 2010).

BIBLIOGRAFÍA

- ABAD, GABRIELA Y PIEDRA, A., 2011. Obtención de extractos vegetales por arrastre de vapor como agentes para control de plagas en cultivos hortícolas. S.l.: s.n.
- ABAD-SANTANA, F.J., 2014. Fertilidad De Cinco Suelos Con Diferentes Manejos Orgánicos Y Convencionales. , pp. 175.
- ADESPER, 2007. SAPRÓFITOS » Biodiversidad Fúngica. [en línea]. [Consulta: 7 enero 2021]. Disponible en: <http://www.adesper.com/projects/biodiversidadfungica/06.1.saprofitos.php>.
- AGROALIMENTARIA, S.N. de S. y C., 2000. Calidad de productos biológicos y políticas públicas. ,
- ALFONZO LARRAIN, A., 1990. Plan De Desarrollo y Ordenamiento Territorial. Chasqui: Revista Latinoamericana de Comunicación, no. 35, pp. 86-91. ISSN 1390-1079. DOI 10.16921/chasqui.v0i35.822.
- ALTIERI, M.A., 2000. Applying agroecology to enhance the productivity of peasant farming systems in Latin America. , pp. 197-217.
- ALVARADO OCHOA, S., 2008. Dinámica de la materia orgánica en suelos agrícolas. Sociedad Ecuatoriana de la Ciencia del Suelos [en línea], pp. 29-31. Disponible en: <http://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/2518/1/iniapsc349di.pdf>.

•ALVAREZ, S., 2005. La descomposición de materia orgánica en humedales: la importancia del componente microbiano. *Ecosistemas: Revista científica y técnica de ecología y medio ambiente*, vol. 14, no. 2, pp. 4. ISSN 1697-2473.

•AROS, J., SILVA-AGUAYO, G., FISCHER, S., FIGUEROA, I. y RODRÍGUEZ-, J.C., 2019. Actividad insecticida del aceite esencial del paico *Chenopodium ambrosioides* L. sobre *Sitophilus zeamais* Motschulsky. ,

•AZUERO, A., JARAMILLO, C. y SANMARTÍN, D., 2016. Análisis del efecto antimicrobiano de doce plantas medicinales de uso ancestral en Ecuador / Analysis of antimicrobial effect of twelve medicinal plants of ancient use in Ecuador.

•BAEZA, C., SALAS, A., GALICIA, M. y CONTRERAS, P., 2014. Diagrama de ujo., pp. 1-20.

•BALVANERA, P. y COTLER, H., 2009. Estado y tendencia de los servicios ecosistémicos. Libro [en línea], ISSN 00280836. DOI 10.1038/315283b0. Disponible en: https://agua.org.mx/wp-content/uploads/2018/03/II04_EdoTendenciasServiciosEcosistemicos.pdf.

•BALVANERA, P., 2007. Acercamientos al estudio de los servicios ecosistémicos. [en línea], vol. 85, pp. 8-15. Disponible en: http://produccionbovina.com/regiones_ganaderas/27-Ecosist_del_Delta-2010.pdf.

•BALVANERA, P., ARIAS, J., RODRIGUEZ, R.,

ALMEIDA, L. y SCHMITTER, J.,

•BARRAGÁN, Á. y CARPIO, C., 2009. Enciclopedia de las plantas útiles del Ecuador.

•BEATRIZ, C., 1992. Interacción entre hongos saprófitos del suelo y micorrizas vesículo-arbusculares. ,

•BRECHELT, D.A., 2004. Manejo Ecológico del Suelo. red de acción en plaguicidas y sus alternativas para América Latina, pp. 6.

•BURBANO , H. 2016. El Suelo y su relación con los servicios ecosistémicos y la seguridad alimentaria. s.l. : Rev.Cienc.Agr, 2016.

•CÁCERES, J.C., 2018. Manual de preparación para bioinsumos agroecológicos. , no. December 2018, pp. 0-18. DOI 10.13140/RG.2.2.25617.66409.

•CAMINO, C., ESPÍN, S., SAMANIEGO, I. y CARPIO, C., 2011. Elaboración y uso de abonos orgánicos. Iniap [en línea], vol. 5, pp. 10-43. ISSN 1098-6596. Disponible en: <http://181.112.143.123/bitstream/41000/2827/1/iniapsc322est.pdf>.

•CARRIL, Elena Pérez-Urria. 2011. Fotosíntesis: aspectos básicos. Reduca (Biología). 2011. vol. 2, no 3.

•CASTILLO, B.D.P., 2018. Determinación de la biodiversidad microbiana de los bosques nativos Llacud y Palictahua de la Provincia de Chimborazo. , vol. 2, pp. 227-249.

•CATUCUAMBA, A., 2013. Evaluación de la eficiencia de 4 biopesticidas de origen biológico para el control de Trips (*Frankliniella occidentalis*) y el efecto tóxico producido en el cultivo de rosas (*Rosa* sp.), variedad Cabaret en la finca florícola Rosa Nova. F. S.l.: s.n.

•CELIS, Á., MENDOZA, C., PACHÓN, M., CARDONA, J., DELGADO, W. y CUCA, E., 2008. Extractos vegetales utilizados como biocontroladores con énfasis en la familia Piperaceae . Una revisión Plant extracts used as biocontrol with emphasis on Piperaceae family . A review. ,vol. 26, no. 1, pp. 97-105.

•COSIO, J.J.I. y F.J.M., 2011. Los Andosoles (WRB 1998): Suelos Volcánicos | Un Universo invisible bajo nuestros pies. [en línea]. [Consulta: 25 enero 2021]. Disponible en: <http://www.madrimasd.org/blogs/universo/2011/11/23/140258>.

•CRESPO, J.M., VÍO, S. y FLAVIALUNA, M., 2014. Bioinsumos para una agricultura sustentable(una breve mirada al mundo de los microorganismos). ,

•CUESTA, J.C., 2015. Hongos saprófitos. [en línea]. [Consulta: 7 enero 2021]. Disponible en: http://www.amanitacesarea.com/guia_ecologia2.html.

•CURIMILMA, S., 2015. Control del nematodo agallador de las raíces del tomate *Meloidogyne incognita* con extractos estandarizados de tres plantas nativas con propiedades nematocidas. ,

•DEL PUERTO RODRÍGUEZ, A.M., SUÁREZ TAMAYO, S. y PALACIO ESTRADA, D.E., 2014. Efectos de los plaguicidas sobre el ambiente y la salud. Revista Cubana de Higiene y Epidemiología, vol. 52, no. 3, pp. 372-387. ISSN 15613003.

•DÍAZ CORDERO, GERALDA. 2012. El cambio climático. Ciencia y sociedad. 2012.

•DÍAZ, V. 2012. La Ciencia del Suelo: historia, concepto y métodos. s.l. : Universidad de Santiago de Compostela, 2012.

•ECOAGRICULTOR, 2018. Laurel para plaga de gorgojos, pulgón, hormigas o mosquitos.

•ERAZO, N., GUAMINGA, J. y CARPIO, C., 2018. Aislamiento de hongos nativos para el manejo de nematodos fitoparásitos de la rizósfera del tomate (*Lycopersicon esculentum* L.). Revista del Instituto de Investigación de la Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica, vol. 20, no. 39, pp. 159-166. ISSN 1682-3087.

•FAO, 2010. Guía metodológica para el establecimiento de huertos. ,

•FAO, 2017. Directrices voluntarias para la conservación y el uso sostenible de parientes silvestres de cultivos y plantas silvestres comestibles [en línea]. S.l.: s.n.ISBN 9789251300411. Disponible en: <http://www.fao.org/3/a-i7788s.pdf>.

•FAO, 2021. Servicios de abastecimiento | Servicios ecosistémicos y biodiversidad | Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. [en línea]. [Consulta: 7 enero 2021]. Disponible en: <http://www.fao.org/ecosystem-services-biodiversity/background/provisioningservices/es/>.

•FILIPPONE, M.P., 2018. Bioinsumos : componentes claves de una agricultura sostenible Bio-products : key components of sustainable agriculture. , vol. 38, pp. 9-21.

•FORERO, E. 2021. Los jardines botánicos y la conservación de la naturaleza. s.l.: SciELO Brasil, 2021.

•GARCÍA OCAMPO, D., 2012. Agrobiodiversidad: conservación y uso como respuesta adaptativa al cambio climático. Éxito Empresarial [en línea], no. 176, pp. 1-3.

•GARCÍA, J., 1997. Bioplaguicidas de origen vegetal en Costa Rica. 1997. S.l.: s.n.

•GARRET, 1996. 1.6. hongos del suelo. habitantes e invasores del medio edáfico. , pp. 72-87.

•GIMENO, A., 2013. Principales factores condicionantes para el desarrollo de los hongos y la producción de micotoxinas (2-5) - Engormix. [en línea]. [Consulta: 7 enero 2021]. Disponible en: <https://www.engormix.com/micotoxinas/articulos/principales-factores-condicionantes-desarrollo-t26065.htm>.

•GONZÁLES, E. 2003. La importancia de la

conservación del suelo frente a la erosión. s.l. : Vida Rural, 2003. Vols. 169, 22-24.

•GRACÍA, Mauricio, y otros. 2016. IDEINTIFICACIÓN Y CLASIFICACIÓN DE LOS MICROHÁBITATS DE AGUA DULCE. Ciudad de México : Acta Zoológica Mexicana, 2016. Vol. 32.

•GUARDERAS, A.P., SMITH, F., GRANJA, G. y DUFRENE, M., 2020. Landscape patterns and ecosystem service provisioning in a Highland Landscape of northern Ecuador.

•HERNÁNDEZ, A., 2017. Manual . Plaguicidas Naturales ¿ Como mantener sus cultivos y animales libres de plagas con el uso de preparados , asociaciones y rotaciones ? Movimiento por la Paz ,. S.l.: s.n. ISBN 9597023202.

•HERNÁNDEZ, M., 2010. Servicios de los ecosistemas Oportunidades Y Riesgos DeNegocio. Éxito Empresarial, no. 126, pp. 1-3.

•IBÁÑEZ, F. y ZOPPOLO, R., 2008. Manejo de plagas en agricultura orgánica: extractos deparaíso para control de insectos. ,

•Instituto Geográfico y Geológico de Cataluña. 2019. Concepto suelo. s.l. : ICGC, 2019.

•JØRGENSEN, P. y YÁNEZ, S., 1995. MBG: Research: Ecuador: Catalogue of the Vascular Plants of Ecuador.

[en línea]. [Consulta: 1 febrero 2021]. Disponible en: <http://www.mobot.org/mobot/research/ecuador/welcome.shtml>.

•L. RODRIGUEZ, 2011. Conservación de los recursos naturales para una Agricultura sostenible Materia orgánica y actividad biológica Qué es y qué hace. , pp. 1-28.

•LAGLER, J.C., 2017. Bioinsumos : distintas percepciones haciendo foco en la fertilización biológica. , vol. 37, no. 1, pp. 73-89.

•Lascurain, M., Gómez, O., & Sánchez, O. 2006. Jardines botánicos. Yucatán, México : s.n., 2006.

•LEÓN, P., PACHECO, G. y VILLALBA, A., 2019. Servicios ecosistémicos generados por el fomento de la agrobiodiversidad en el Centro de Bioconocimiento de la Estación experimental Tunshi-ESPOCH . (Ecosystem services generated by the promotion of agrobiodiversity in the Biological Research Center of t. ,

•LÓPEZ, L y CHAN, J. 2016. Marco Conceptual de los Recursos Naturales. s.l. : Revista Latinoamericana de Recursos Naturales, 2016. Vol. 12 (1):21.

•LOZANO, P., 2015. Especies forestales arbóreas y arbustivas de los bosques montanos del Ecuador. [en línea], pp. 174. Disponible en: <https://biblio.flacsoandes.edu.ec/libros/digital/55826.pdf>.

•MARRERO A. 2006. Ecologistas en Acción . Jardines Botánicos y Biodiversidad. [En línea] 1 de 09 de 2006. <https://www.ecologistasenaccion.org/18506/jardines-botanicos-y-biodiversidad/>.

•MARTÍNEZ, C.X., BRAVO, I. y MARTIN, F.J., 2013. Composición molecular de ácidos húmicos evaluada mediante pirólisis – cromatografía de gases – espectrometría de masas e hidrólisis térmica asistida y metilación en suelos altoandinos de Colombia Molecular composition of humic acids evaluated by pyrolysis. Rev. Colomb.Quim, vol. 42, no. 4, pp. 22-29.

•MARTÍNEZ-RODRÍGUEZ, M. R., Viguera, B., Donatti, C. I., Harvey, C. A., & Alpizar, F. 2017. La importancia de los servicios ecosistémicos para la agricultura Módulo 3. 2017.

•MEDIAVILLA, M.C., 2013. Biopreparados para el manejo de plagas y enfermedades. , MENJIVAR, R., 2002. Insecticidas Naturales Riesgos y Beneficios. , pp. 1-9.

•MELISSA, C. y ROSEL, A., 2019. Departamento de ciencias de vida y de la agricultura., pp. 49.

•MENDIETA LÓPEZ, Marcia y ROCHA MOLINA, Lester Raúl. 2007. Sistemas agroforestales. 2007.

•MILLA, M.H., 2019. Estructura de la comunidad fúngica en suelos cultivados bajo invernadero de las provincias de Almería y Granada, y su relación con el contenido en materia orgánica. Journal of Chemical

Information and Modeling, vol. 53, no. 9, pp. 1689–1699. ISSN 1098–6596.

•MILLÁN, C., 2008. Las plantas, una opción saludable para el control de plagas. Rapal, pp. 101.

•MINGA, N., 2017. Agroecología: diálogo de saberes para una antigua y nueva propuesta para el campo. Antropología Cuadernos de investigación, no. 17, pp. 86. ISSN 1390–4256. DOI 10.26807/ant.v0i17.92.

•MOREIRA, P., 2014. Mapeo de servicios ecosistémicos de aprovisionamiento: el caso de la provisión de forraje en el paisaje rural del sur de Chile. tesis [en línea], Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/myaccess.library.utoronto.ca/pubmed/11720961>.

•MORENO, R., IBÁÑEZ, A. y GISBERT, J., 2011. Andisoles. Universidad Politecnica de Valencia [en línea], vol. 1, no. 1, pp. 7. Disponible en: <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/13676/Andisoles.pdf?sequence=3>.

•NAVA, E., GARCÍA, C., CAMACHO, R., VÁZQUEZ, E. y PÉREZ, N., 2012. Bioplaguicidas: una opción para el control biológico de plagas.

•PARDOS, José Alberto. 2010. Los ecosistemas forestales y el secuestro del carbono ante el calentamiento global. Madrid : Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria, 2010.

•PARRA, V., GUILCAPI, E. y VELATEGUI, J., 2019. Servicios ecosistémicos generados por el fomento de la agrobiodiversidad en el Centro de Bioconocimiento de la Estación experimental Tunshi-ESPOCH . Polo del Conocimiento. Disponible en: <https://polodelconocimiento.com/ojs/index.php/es/rt/printerFriendly/2787/html>

•PASCUAL IZQUIERDO, R. y VENEGAS YUSTE, S., 2014. La materia orgánica del suelo. papel de los microorganismos. Ciencias Ambientales [en línea], pp. 1–11. Disponible en: [http://www.ugr.es/~cjl/MO en suelos.pdf](http://www.ugr.es/~cjl/MO_en_suelos.pdf).

•PERALTA, V. 2014. Propuesta de elaboración de la normativa legal de las zonas de amortiguamiento como elemento básico en el cuidado de las áreas protegidas en la Parroquia Malchingui. 2014.

•PFENNING, L.H. y ABREU, M. De, 2011. Hongos del suelo saprófitos y patógenos de plantas. Manual de biología de suelos tropicales, pp. 243–280.

•Plantas útiles [en línea], pp. 76–79. Disponible en: <https://www.puce.edu.ec/portal/wr-resource/blobs/1/PUB-QCA-PUCE-2008- Enciclopedia.pdf>.

•PRICE, J., 2010. Biopreparados para el manejo sostenible de plagas y enfermedades en la agricultura urbana y periurbana. Ipes/Fao [en línea], pp. 94. Disponible en: <http://www.fao.org/3/a-as435s.pdf>.

•QUISHPE, K., 2018. Evaluación de la actividad insecticida del extracto acuoso y alcohólico de «Ruda» (*Ruta graveolens*), «Marco» (*Ambrosia arborescens* Mill.), «Chilca» (*Baccharis latifolia*), «Romero» (*Rosmarinus officinalis*), utilizadas para controlar el «Pulgón» (*Brevicoryne*). [en línea], Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/9703>.

•RAMOS, E., 2015. Obtención de un insecticida biológico a partir de la higuera (*Ricinus communis*). ,

•RIERA, C., 2017. Diversidad De Las Comunidades De Bacterias Y Hongos En Suelos De Cultivos Frutales Andinos Bajo Manejo Orgánico Y Convencional. [en línea], Disponible en: <http://dspace.ucuenca.edu.ec/jspui/handle/123456789/26386>.

•RUIZ, J., 2013. Efecto insecticida del extracto de ruda (*Ruta graveolens*) y albahaca (*Ocimum basilicum*) para el control de *Tribolium castaneum* bajo condiciones de laboratorio.

•SABOUR, S., 2017. Reliability of smartphone-based teleradiology for evaluating thoracolumbar spine fractures: statistical issue to avoid misinterpretation. *Spine Journal*, vol. 17, no. 8, pp. 1200. ISSN 18781632. DOI 10.1016/j.spinee.2017.04.017.

•SAMPIERI, R.H., 2011. Manual de educación sanitaria en plaguicidas. S.l.: s.n. ISBN9783540773405.

•SÁNCHEZ, M., CASTAÑEDA, R. y CASTAÑEDA S.,

M., 2016. Usos y potencialidad de la Higuera (*Ricinus communis*) en sistemas agroforestales en Colombia. *Pubvet*, vol. 10, no. 6, pp. 507-512. ISSN 1982-1263. DOI 10.22256/pubvet.v10n6.507-512.

•SIGTIERRAS, 2017. Memoria explicativa del Mapa de Órdenes de Suelos del Ecuador. SIGTIERRAS (Sistema Nacional de Información y Gestión de Tierras Rurales e Infraestructura Tecnológica) [en línea], pp. 15. Disponible en: http://metadatos.sigtierras.gob.ec/pdf/MEMORIA_MAPA_DE_ORDENES_DE_SUELOS_MAG_SIGTIERRAS.pdf.

•SOLARTE, María Elena, MORENO, Leonardo y MELGAREJO, Luz Marina. 2010. VI. Fotosíntesis y pigmentos vegetales. s.l. : Universidad Nacional de Colombia, 2010. pp. 107-122).

•TANYA MOROCHO, M. y LEIVA-MORA, M., 2019. Microorganismos eficientes, propiedades funcionales y aplicaciones agrícolas. *Centro Agrícola*, vol. 46, no. 2, pp. 93-103. ISSN 0253-5785.

•TAPIA, S. 2019. BOOK FOTOGRÁFICO DEL JARDÍN BOTÁNICO DE QUITO BASADO EN LA TÉCNICA DEL ENMARCADO NATURAL Qui- to UISRAEL. Quito: Diseño Gráfico Quito: Universidad Israel 2019, 56p., 2019.

•VÁSQUEZ, P., 2013. Caracterización y uso del extracto de albahaca como fungicida en bienes. ,

•VILLAFUERTE, J., 2017. Sembrando agroecología en campesinos indígenas y afrodescendientes de Colombia , Ecuador y Perú Sowing agroecology in Indigenous and Afro peasants from Colombia ,, pp. 97-119.

•VILLAVICENCIO, M.Á. y PÉREZ, B., 2010. Plantas tradicionalmente usadas como plaguicidas en el estado de Hidalgo, México. ,

•WHELAN, A., 2018. Bioisumos para una producción sustentable. 2018. S.l.: s.n.ZAPATA, L., 2010. El Romero, un gran aliado. 2010. S.l.: s.n.



Vicente Javier Parra León

Doctorando en Ecología y Conservación de los Recursos Naturales en la UFU (Brasil), Master en Agroecosistemas con mención en Agricultura Ecológica por la Universidad Federal de Santa Catarina (Brasil). Estudia la restauración de las funciones ecológicas de suelos degradados, el manejo sustentable y la conservación de los recursos naturales, servicios ecosistémicos y cambio climático con un enfoque en investigación acción participativa. Actualmente es docente de la ESPOCH y coordinador del Centro de Bio-conocimiento.



Susana Monserrat Zurita Polo

Máster universitario en ingeniería de Software y Sistemas Informáticos. Magíster en Educación a Distancia. Diplomado Superior: "Las Nuevas Tecnologías de la Información y la Comunicación y su Aplicación en la Práctica Docente Ecuatoriana". Ingeniera en Sistemas Informáticos. Experiencia en capacitación y asistencia técnica a comunidades de Chimborazo, Bolívar y Tungurahua para elaboración de Planes de Desarrollo Comunitario – Fondo de Inversión Social de Emergencia. Docente en la ESPOCH - Facultades: Administración de Empresas, Salud Pública, Mecánica, actualmente en la Facultad de Recursos Naturales. Miembro activo de Asociación Mundial de Tutores Virtuales.



Edmundo Danilo Guilcapi Pacheco

Ingeniero Agrónomo de la facultad de recursos natural de la escuela superior politécnica de Chimborazo. Magíster en Biodiversidad y Recursos genéticos con mención en recursos fito genéticos y microorganismos asociados obtenido en la universidad técnica del Norte. Docente de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo en las asignaturas de Botánica, Flora del Ecuador, Biodiversidad.



Cristian Santiago Tapia Ramírez

Ingeniero Agrónomo de la facultad de recursos natural de la escuela superior politécnica de Chimborazo. Magíster en Biodiversidad y Recursos genéticos con mención en recursos fito genéticos y microorganismos asociados obtenido en la universidad técnica del Norte. Docente de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo en las asignaturas de Botánica, Flora del Ecuador, Biodiversidad.

ISBN: 978-9942-621-29-0

