



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS
Y AMBIENTALES

CARRERA DE INGENIERÍA EN RECURSOS NATURALES
RENOVABLES

INFLUENCIA DE COBERTURAS ORGÁNICAS EN LA RETENCIÓN DE
HUMEDAD Y DIVERSIDAD DE MACROORGANISMOS DEL SUELO
EN CULTIVOS ASOCIADOS EN EL BARRIO CUESACA, PROVINCIA
DEL CARCHI

TRABAJO DE TITULACIÓN PARA OBTENER EL TÍTULO DE
INGENIERO/A EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES

AUTORAS:

MORA PASPUEZÁN FÁTIMA ELIZABETH
RIVADENEIRA MARTÍNEZ DAYANA NICOLE

DIRECTORA:

Ing. Gladys Neri Yaguana Jiménez, Msc

Ibarra 2023

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN
CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES

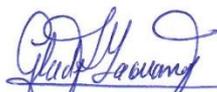
CARRERA DE INGENIERÍA EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES

**“INFLUENCIA DE COBERTURAS ORGÁNICAS EN LA RETENCIÓN
DE LA HUMEDAD Y DIVERSIDAD DE MACROORGANISMOS DEL
SUELO EN CULTIVOS ASOCIADOS EN EL BARRIO CUESACA,
PROVINCIA DEL CARCHI”**

Trabajo de titulación revisado por el Comité Asesor, previa a la obtención del Título
de:

INGENIERAS EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES

APROBADA



Ing. GLADYS YAGUANA, MSc

DIRECTORA



Ing. ELIZABETH VELARDE, MSc

ASESORA



Ing. TANIA OÑA, MSc

ASESORA

IBARRA -ECUADOR

ENERO, 2023

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

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

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

En cumplimiento del Art. 144 de la Ley de Educación Superior, hacemos la entrega del presente trabajo a la Universidad Técnica del Norte para que sea publicado en el Repositorio Digital Institucional, para lo cual ponemos a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO		
CÉDULA DE IDENTIDAD	100393070-6	
APELLIDOS Y NOMBRES	Mora Paspuezán Fátima Elizabeth	
DIRECCIÓN:	Ibarra-Imbabura	
EMAIL:	femorap@utn.edu.ec	
TELÉFONO FIJO: 2 607-285	TELÉFONO MÓVIL:	0996134507

DATOS DE CONTACTO		
CÉDULA DE IDENTIDAD	100416875-1	
APELLIDOS Y NOMBRES	Rivadeneira Martínez Dayana Nicole	
DIRECCIÓN:	Tumbabiro-Imbabura	
EMAIL:	dnrivadeneiram@utn.edu.ec	
TELÉFONO FIJO: 2 934-240	TELÉFONO MÓVIL:	0967341784

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	“INFLUENCIA DE COBERTURAS ORGÁNICAS EN LA RETENCIÓN DE HUMEDAD Y DIVERSIDAD DE MACROORGANISMOS DEL SUELO EN CULTIVOS ASOCIADOS EN EL

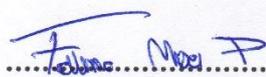
	BARRIO CUESACA, PROVINCIA DEL CARCHI"
AUTORAS:	Mora Paspuezán Fátima Elizabeth Rivadeneira Martínez Dayana Nicole
FECHA:	24/01/2023
PROGRAMA:	PREGRADO
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniera en Recursos Naturales Renovables
DIRECTORA:	Ing. Gladys Yaguana, MSc

2. CONSTANCIAS

Las autoras manifiestan que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros; por lo tanto, la obra es original y que somos titulares de los derechos patrimoniales, por lo que asumimos la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldremos en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 26 días del mes de enero de 2023

LAS AUTORAS



Fátima Elizabeth Mora Paspuezán

100393070-6



Dayana Nicole Rivadeneira Martínez

100416875-1

REGISTRO BIBLIOGRÁFICO

Guía: FICAYA-UTN

Fecha: 26/01/2023

MORA PASPUEZÁN FÁTIMA ELIZABETH

RIVADENEIRA MARTÍNEZ DAYANA NICOLE

INFLUENCIA DE COBERTURAS ORGÁNICAS EN LA RETENCIÓN DE HUMEDAD Y DIVERSIDAD DE MACROORGANISMOS DEL SUELO EN CULTIVOS ASOCIADOS EN EL BARRIO CUESACA, PROVINCIA DEL CARCHI

TRABAJO DE GRADO

Ingeniería en Recursos Naturales Renovables, Universidad Técnica del Norte, Carrera de Ingeniería en Recursos Naturales Renovables, Ibarra, 26 de enero de 2023.

DIRECTORA: Ing. Gladys Yaguana, MSc

El objeto de esta investigación evaluó la influencia de las coberturas orgánicas en la retención de humedad y diversidad de macroorganismos del suelo en cultivos asociados (zanahoria y cebolla) en el barrio Cuesaca, provincia del Carchi. De acuerdo con lo mencionado este estudio planteo estrategias de uso y conservación de los recursos naturales renovables.

Ibarra, 26 de enero de 2023

AUTORAS

.....
Fátima Mora P.

Mora Paspuezán Fátima Elizabeth

.....
Nicole Rivadeneira

Rivadeneira Martínez Dayana Nicole

DIRECTORA

.....
Gladys Yaguana

Ing. Gladys Yaguana, MSc

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por las señoritas FÁTIMA ELIZABETH MORA PASPUEZÁN con cédula de ciudadanía Nro. 100393070-6 y DAYANA NICOLE RIVADENEIRA MARTÍNEZ con cédula de ciudadanía Nro. 100416875-1, bajo mi supervisión en calidad de directora.



.....
Ing. Gladys Yaguana, MSc

DIRECTORA

Ibarra a los 26 días del mes de enero 2023

Agradecimiento

Mi agradecimiento a la Universidad Técnica del Norte y a la Carrera de Ingeniería en Recursos Naturales Renovables, especialmente a todos los docentes, personal docente y administrativo por todos los conocimientos que me impartieron, contribuyeron e inculcaron.

A mi directora, Ingeniera Gladys Yaguana por su comprensión, ayuda, tiempo y conocimientos impartidos durante la Carrera y Trabajo de titulación. A mis asesores, Ingeniera Tania Oña e Ingeniera Elizabeth Velarde por su apoyo constante, sus palabras de aliento y el tiempo brindado durante la carrera, fuera del aula y todo el desarrollo del estudio. Al doctor Juan Carlos García, por su apoyo, conocimientos y facilidades prestadas para la investigación.

A mi compañera de tesis Nicole quien me brindó su apoyo, sincera amistad y fuerzas en todo momento. A mis familiares que siempre estuvieron pendientes de mi salud y bienestar. Especialmente a mis padres Carmita y Rubén, quienes me brindaron el beneficio de la vida y de estudiar una Carrera.

Fátima

Agradecimiento

Mi agradecimiento especial a la Universidad Técnica del Norte y a la Carrera de Ingeniería en Recursos Naturales Renovables, a todos los docentes y administrativos por todo aquello que me enseñaron y ayudaron.

A mi directora, Ingeniera Gladys Yaguana por su tiempo, apoyo y conocimientos compartidos durante toda la carrera y trabajo de titulación. A mis asesores, Ingeniera Tania Oña e Ingeniera Elizabeth Velarde por sus consejos, su ayuda y el tiempo brindado durante todo el desarrollo de la investigación.

A mis amigos y compañeros de carrera, por brindarme siempre su apoyo y nunca dejarme sola frente a las dificultades. A familiares que en todo momento estuvieron pendientes de que no me falten instrumentos para mi educación además de mi salud y bienestar.

Nicole

Dedicatoria

El presente trabajo de investigación está dedicado a mis padres y abuelos. A mis padres porque ha estado conmigo en todo momento guiándome, cuidándome y dándome fortaleza para continuar, a mis abuelos Humberto y Zoilita que, a lo largo de mi vida, han estado pendientes de mi bienestar y educación volviéndose mi apoyo siempre, ahora me cuidan desde el cielo. Me han hecho acreedora de su confianza, en cada reto, sin dudar ni un solo momento de mi capacidad para resolverlos. Es por ellos, que he podido llegar a la meta realizando de obtener un título de tercer nivel.

Con amor y admiración.

Fátima

Dedicatoria

Dedico este trabajo de tesis en primer lugar a Dios, por haber guiado y bendecido mis pasos, por brindarme un hogar lleno de amor y valores, con unos padres asombrosos, que siempre han sido un ejemplo de obediencia, paciencia, responsabilidad y consagración.

A todos los miembros de mi hogar, por siempre confiar en mis capacidades para convertirme en ingeniera y motivarme a seguir adelante por cumplir este sueño.

A mis amigos y compañeros de vida, con quienes he compartido momentos amenos y únicos, quienes han sido siempre de gran apoyo en los buenos y malos momentos; por brindarme su ánimo, cariño y apoyo en todas las decisiones que he tomado en mi vida estudiantil.

Nicole

Índice de contenido

RESUMEN.....	15
ABSTRACT.....	16
Capítulo I Introducción	17
1.1 Revisión de Antecedentes	17
1.2 Problema de Investigación y Justificación	18
1.3 Objetivos	20
1.3.1. Objetivo General	20
1.3.2. Objetivos específicos	20
1.4 Hipótesis.....	20
Capítulo II Marco Teórico	21
2.1. El suelo.....	21
2.1.1. Durisoles	21
2.1.2. Cangahua.....	22
2.1.3. Degradación del suelo	23
2.1.4. Erosión	23
2.1.5. Propiedades físicas	24
2.1.6. Propiedades químicas.....	28
2.1.7. Cultivos asociados.....	30
2.1.8. Identificación de macroorganismos	30
2.2. Marco Legal	32
2.2.1. Constitución de la República del Ecuador 2008	32
2.2.2. Reglamento al Código Orgánico del Ambiente	33
2.2.3. Plan Nacional del Desarrollo	33
2.2.4. Objetivos del Desarrollo sostenible	33
Capítulo III Metodología.....	35
3.1. Ubicación Geográfica.....	35
3.2. Métodos.....	36
3.2.1. Fase I: Caracterización de propiedades físicas y químicas	36
3.2.2. Fase II: Evaluación de conservación de humedad de suelo, variables morfológicas, rendimientos de los cultivos asociados e influencia de coberturas orgánicas en presencia de macroorganismos.....	38
3.2.3. Fase III: Desarrollo de estrategias de uso de coberturas muertas y cultivos asociados.....	42

3.3. Materiales	42
Capítulo IV Resultados y discusiones.....	43
4.1. Propiedades físicas y químicas del suelo	43
4.1.1. Resultados iniciales de las propiedades físicas químicas del suelo	43
4.1.2. Resultados finales de las propiedades físicas y químicas del suelo	45
4.2. Propiedades físicas y químicas del suelo	43
4.3. Estrategias de uso y cobertura de coberturas muertas	43
Capítulo V Conclusiones y Recomendaciones	80
Referencias.....	83
Anexos	95

Índice de Tablas

Tabla 2. Asociación de cultivos	31
Tabla 3. Esquema de los tratamientos de coberturas orgánicas	39
Tabla 4. Equipos y materiales utilizados en la investigación.....	42
Tabla 5. Propiedades fisicoquímicas iniciales del área de estudio.....	43
Tabla 6. Propiedades fisicoquímicas finales del área de estudio	46
Tabla 7. Prueba ANOVA de densidad aparente.....	50
Tabla 8. Prueba Kruskal Wallis para la variable humedad	54
Tabla 10. Prueba Kruskal Wallis de la morfología de la cebolla.....	59
Tabla 11. Rendimiento de zanahoria con respecto al tratamiento de cada parcela	61
Tabla 12. Rendimiento de cebolla con respecto al tratamiento de cada parcela....	63
Tabla 13. Revisión de macroorganismos del sitio de estudio	65
Tabla 14. Matriz FODA de junta de riego de Cuesaca	67
Tabla 15. Cruce de elementos de matriz FODA	68
Tabla 16. Técnicas de cultivos asociados y coberturas orgánicas para conservar los recursos naturales y biodiversidad del suelo	71
Tabla 17. Programas de educación ambiental y fortalecimiento organizativo la población.....	74
Tabla 18. Actualización de políticas de control y protección de páramos y fuentes hídricas de la zona.....	76
Tabla 19. Adquisición de una propiedad en el páramo	78

Índice de Figuras

Figura 1. Diagrama textural de la USDA. Adaptado de Textura de un suelo de USDA.....	25
Figura 2. Mapa de ubicación de la zona de estudio Fuente: Data obtenida de Instituto Geográfico Militar IGM (2017).....	35
Figura 4. Establecimiento de parcelas.....	37
Figura 7. Comparación de valor inicial con valor final de nitrógeno total entre tratamientos	48
Figura 8. Comparación de valor inicial con valor final de fósforo entre tratamientos	49
Figura 9. Comparación de valor inicial con valor final de potasio entre tratamientos	50
Figura 10. Comparación de valor inicial con valor final de DA entre tratamientos	51
Figura 11. Comparación de valor inicial con valor final de CC entre tratamientos	52
Figura 12. Comparación de valor inicial con valor final de PM entre tratamientos	52
Figura 13. Comparación de valor inicial con valor final de agua aprovechable entre tratamientos	53

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

RESUMEN

La presente investigación se realizó con el objetivo de analizar la influencia de las coberturas orgánicas en la retención de humedad y presencia de macroorganismos del suelo en cultivos asociados de zanahoria y cebolla, en Cuesaca, provincia del Carchi. Para esto, se caracterizó las propiedades físicas y químicas del suelo, mismas que fueron determinadas en los laboratorios especializados de Agrocalidad y en el Laboratorio de Investigaciones Ambientales de la Universidad Técnica del Norte. A nivel de campo se utilizó un diseño de bloques completos al azar con cuatro repeticiones y cuatro tratamientos de cobertura: *Phaseolus vulgaris* L., *Hordeum vulgare* L., *Pisum sativum* L. y testigo sin cobertura. Para evaluar la diversidad de macroorganismos edáficos en la zona de estudio se aplicó trampas *pitfall*, para determinar presencia/ausencia de los individuos en cada uno de los tratamientos. Los resultados demuestran que las propiedades del suelo estudiadas: densidad aparente, capacidad de campo, punto de marchitez, pH, materia orgánica, nitrógeno, fósforo y potasio, se comportaron de manera semejante en términos estadísticos ($P < 0.05$). El tratamiento T1 con mulch de fréjol (*Phaseolus vulgaris*) fue la cobertura que mostró los mejores resultados en cuanto a las variables evaluadas: mayor humedad al suelo con 25.9%, mayores diámetros polares y ecuatoriales de zanahorias y cebollas, mejor longitud, peso y rendimiento de los cultivos en estudio. Del mismo modo, se encontraron nueve especies de macroorganismos pertenecientes a cinco diferentes órdenes: Coleoptera (dos especies), Dermaptera (una especie), Entomobryomorpha (una especie), Haplotaxida (una especie) y Araneae (cuatro especies). Es importante tener en cuenta que la mayoría de las especies capturadas son benéficas para el suelo y los cultivos. Como conclusión general se establece que el mulch favorece la retención de humedad y ayuda al mantenimiento de macroorganismos del suelo.

Palabras clave: Agroecología, erosión, propiedades suelo, temperatura, mulch.

ABSTRACT

The present investigation was carried out with the objective of analyzing the influence of organic covers on moisture retention and the presence of macroorganisms in associated carrot and onion crops in Cuesaca, Carchi province. For this, the physical and chemical properties of the soil were characterized, which were determined in specialized laboratories of Agrocalidad and in the Environmental Research Laboratory of the Universidad Técnica del Norte. In turn, a randomized complete block design with four replications and four treatments was used: *Phaseolus vulgaris* L., *Hordeum vulgare* L., *Pisum sativum* L. and control. Finally, to evaluate the diversity of edaphic macroorganisms in the study area, pitfall traps were applied to implement the method of presence/absence of the individuals found in each of the treatments. The results show that all the soil properties studied: bulk density, field capacity, wilting point and usable water, pH, organic matter, nitrogen, phosphorus and potassium, behaved similarly in statistical terms ($P < 0.05$). The treatment (T1) with bean mulch (*Phaseolus vulgaris* L) was the cover that provided more moisture to the soil with 25.9% of each crop and developed better carrots and onions, both in polar diameter, equatorial diameter and length, as well as in weight and yield. Similarly, nine species of macroorganism belonging to five different orders were found: Coleoptera (two species), Dermaptera (one species), Coleombolos (one species), Haplotaxida (one species) and Araneae (four species). It is important to keep in mind that most of the species captured are beneficial for the soil and crops. As a general conclusion, it is established that the type of mulch favors moisture retention and helps the maintenance of soil macroorganisms.

Index words: Agroecology, erosion, soil properties, temperature, mulch.

Capítulo I

Introducción

1.1 Revisión de Antecedentes

El suelo es la capa superficial del planeta Tierra, se forma de restos de roca que pasan por procesos de desintegración, además de otros procesos físicos y químicos (Konijnenburg, 2006). Este recurso a pesar de ser la superficie sobre la cual se desarrolla la vida, según la Red de Información y Comunicación del Sector Agropecuario Colombiano ([Agronet], 2019), con el paso del tiempo se degrada debido a actividades antrópicas y naturales que alteran sus propiedades físicas, químicas y biológicas, disminuyendo los servicios ecosistémicos, causando grave daño al componente ambiental y produciendo pérdidas para el ser humano. Las principales afecciones del suelo son de manera física: erosión y compactación, química: acidificación, salinización y contaminación, y biológicas con la disminución de poblaciones de organismos importantes para el suelo (Silva y Correa, 2009).

La erosión es un grave problema a nivel mundial, dado que este fenómeno termina con la fertilidad del suelo y la sostenibilidad de los agroecosistemas (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO], 2016). En la actualidad, 1900 millones de hectáreas que representan el 65% de toda la superficie cultivable, se encuentra en proceso de degradación, siendo responsable la erosión en un 85% (Espinosa et al., 2011). En todo el mundo se pierden 36 millones de toneladas de suelo fértil al año por causa de la erosión (Organismo Internacional de Energía Atómica [OIEA], 2020).

Uno de los principales motivos para que incremente la erosión del suelo es la falta de riego, según Brassel et al., (2008) solo el 30% de la superficie cultivable tiene acceso al riego, consumiendo el 80% de agua disponible y dejando extensiones muy grandes de terrenos sin riego y expuestos a factores erosivos. Sin agua los cultivos no podrían sobrevivir, debido a que los vegetales tienen una composición de 90% de agua, esta sustancia mantiene funcional a todos los procesos biogeoquímicos que realizan las plantas, si existe limitación de agua

durante el crecimiento de la planta, ésta tendrá como resultado menor cantidad de hojas, tallo delgado, problemas durante la floración, frutos más pequeños y raíces débiles (Ministerio del Ambiente de Perú [MINAM], 2017).

Otras acciones que han contribuido a esta alarmante pérdida de suelo son la agricultura intensiva, la deforestación, altas precipitaciones y sustancias químicas introducidas al medio (Lanly, 2010). Zumbado y Azofeifa (2016) mencionan que estos factores también han provocado la disminución poblacional de macroorganismos edáficos en un 25% durante los últimos 30 años, alterando la descomposición de materia orgánica, polinización de los cultivos y afectación a los ciclos biogeoquímicos del planeta (Guzmán et al., 2006).

El suelo, encierra un gran potencial en la mitigación del cambio climático (Adams et al., 2011), por esta razón, la salud y calidad de los suelos intervienen en la producción de la agricultura (Quispe et al., 2021). En este contexto, la presente investigación evalúa la capacidad de retención de humedad del suelo y diversidad de macroorganismos edáficos, mediante la aplicación de coberturas orgánicas en cultivos asociados. La investigación se realizó en el barrio Cuesaca, cantón Bolívar, provincia del Carchi, por sus características de suelos de cangahua, sistema de riego con un tiempo de vida de mayor de 30 años, inadecuadas prácticas agrícolas que conlleva a una alteración y pérdida de este recurso.

1.2 Problema de Investigación y Justificación

Los suelos son fundamentales para la vida en la Tierra, pero las actividades del hombre sobre este recurso están llegando a límites críticos. Encina e Ibarra (2003) mencionan que cerca de 1800 ha de bosque tropical se pierden cada año para ser transformados en zonas agrícolas, a su vez, se está convirtiendo cerca de 11000 ha de suelo agrícola en desierto.

En Ecuador las áreas susceptibles a procesos de degradación podrían estar asociadas a las zonas intervenidas correspondiendo al 43% de la superficie continental del país (Ministerio del Ambiente del Ecuador [MAE], 2014). Este fenómeno es causado por la deforestación, pérdida de cobertura vegetal y materia orgánica, teniendo con ello repercusiones en la reducción de fuentes de agua, aumento de la vulnerabilidad ante posibles disturbios climáticos en la agricultura y

disminución de oportunidades del desarrollo de la población (Rodríguez et al., 2020)

Dentro de la Sierra ecuatoriana, el incremento del minifundio y monocultivo son malas prácticas para la conservación y causantes de la degradación y procesos de erosión del suelo (Cruz et al., 2010). Jiménez et al., (2012) manifiestan que la erosión del suelo ha afectado al 48% del total de la superficie nacional, entre las provincias de mayor incidencia y grados de erosión están, Azuay (6%), Loja (8%), Chimborazo (4%) y, para la región Costa se encuentran Manabí (28 %), Esmeraldas (13%) y Guayas (6%).

Bolívar es un cantón perteneciente a la provincia del Carchi y cuenta con una de las áreas más erosionadas de la mancomunidad con 9.66% de la superficie del cantón, lo que representa 3476.25 ha (Delgado, 2013). En este sitio los pastos cultivados ocupan mayor superficie que los pastos naturales, (Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del Cantón Bolívar, (2015)) junto con el déficit de humedad, promueve que el territorio se vuelva vulnerable ante los procesos de degradación (MAE, 2014), atentando la seguridad alimentaria y el nivel de vida de una población creciente.

El sector de Cuesaca presenta una temperatura promedio de 12.45 °C, una precipitación de 500 mm/año, la textura de los suelos es franco arcilloso y arcilloso limoso. Estos suelos se han desarrollado sobre depósitos de cenizas volcánicas que por erosión han permitido el afloramiento de la cangahua donde se desarrolla una escasa vegetación herbácea y semiarbusciva (Chulde, 2013). De la misma forma, los suelos de este sector están siendo afectados por malas prácticas agrícolas que han ocasionado problemas ambientales.

La aplicación de técnicas de coberturas orgánicas son prácticas que contribuirán a prevenir las pérdidas de humedad, reducir la presencia de malezas, mantener la temperatura del suelo constante, aumentan la materia orgánica, mejoran las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo, incrementan nutrientes para la vegetación, previenen la erosión (Frutos, 2015). También protegen del impacto de las gotas de lluvia, favorecen la población de insectos depredadores que ayudan

a controlar plagas del suelo y minimizan la erosión de los suelos en zonas de la ladera por lluvia y viento (FAO, 2005).

1.3 Objetivos

1.3.1. Objetivo General

Analizar la influencia de las coberturas orgánicas en la retención de humedad y presencia de macroorganismos en cultivos asociados de zanahoria y cebolla en Cuesaca, provincia del Carchi.

1.3.2. Objetivos específicos

- Establecer las propiedades físicas y químicas del suelo del sitio en estudio.
- Evaluar el efecto de las coberturas orgánicas en la conservación de humedad de suelo, variables morfológicas y rendimiento de los cultivos asociados.
- Determinar la influencia de las coberturas orgánicas en la presencia de macroorganismos del suelo.
- Diseñar estrategias de uso de coberturas orgánicas muertas y cultivos asociados para los miembros de la Junta de Agua de Riego de Cuesaca.

1.4 Hipótesis

Ho: La conservación de la humedad, variables morfológicas, rendimiento de cultivos asociados, y presencia de macroorganismos es similar en todos los tratamientos.

$$H_0 = T_1 = T_2 = T_3 = T_4$$

Ha: La conservación de la humedad, variables morfológicas, rendimiento de cultivos asociados, y presencia de macroorganismos varía en al menos uno de uno de los tratamientos.

$$H_a = T_1 \neq T_2 = T_3 = T_4$$

Capítulo II

Marco Teórico

A continuación, se detallan términos que ayudan en la orientación de la realización del trabajo de grado, además, amplía el horizonte de la dirección que va a tomar el estudio, propone áreas y líneas de investigación de las cuales se puede seleccionar una metodología con uno o varios diseños experimentales para continuar con el ensayo propuesto.

2.1. El suelo

El suelo es un recurso natural finito compuesto de materiales meteorizados, materia orgánica, aire y agua (FAO, 2021), a su vez, es considerado como un medio de soporte de plantas y otros organismos (Moreno et al., 2015). Este recurso finito provee de diversos servicios ecosistémicos relacionados con los ciclos biogeoquímicos de elementos tales como: carbono, nitrógeno, fósforo, entre otros, que por efectos de la energía disponible pasan de los sistemas bióticos a componentes abióticos del planeta (Burbano, 2016).

Según Vallejo (2013) menciona que es importante evaluar la calidad del suelo ya que este recurso es heterogéneo, dinámico y puede verse alterado en un plazo corto según el uso y cuidado que se le dé. Por tal motivo, este recurso debe ser medido y observado tanto en sus propiedades físicas (textura, densidad aparente, retención de humedad, estabilidad de agregados), químicas (pH, conductividad eléctrica, nitrógeno total, fósforo disponible) como biológicas (carbono orgánico, respiración, lombrices de tierra) (Clavijo, 2012). Esto se realiza con el fin de dar a conocer sus órdenes como se presentan en la Tabla 1, y con el ello los efectos del manejo y uso sobre su funcionamiento (Astier et al., 2002).

2.1.1. Durisoles

El durisol es un tipo de suelo duro tal como lo indica su nombre, su origen se debe a depósitos aluviales y coluviales de cualquier textura, son moderadamente profundos con buen drenaje, se forman generalmente en climas secos (Ibañez y Manríquez, 2013). Su ubicación por lo común es en planicies, es muy frecuente en ellos la asociación de sílice y carbonato de calcio, se cree que este tipo de suelos

solo son aptos para pastizales, sin embargo, en zonas con riego sí se puede realizar cualquier tipo de cultivo después de un proceso de roturado (FAO, 2008).

Tabla 1. Órdenes taxonómicos de los suelos

Orden	Descripción
Histosoles	Suelos orgánicos con más de 30% de materia orgánica hasta 40 cm de profundidad.
Espodosoles	Suelos minerales con horizontes de Al amorfo y M.O.
Andisoles	Son suelos de colores oscuros, siendo altamente porosos, ligeros, permeables, de buena estructura y fáciles de trabajar.
Oxisoles	Suelos con alta porosidad, generalmente arcillosos, límites de horizonte difusos y saturación básica muy baja.
Vertisoles	Suelos compuestos por arcillas expandibles, lo que da lugar a cuarteaduras y fisuras de tamaños profundidades variables.
Aridisoles	Suelos minerales bajo régimen árido pero con horizontes pedogenéticos adicionales al superficial.
Ultisoles	Suelos minerales con un horizonte argílico y baja saturación de bases (<35%).
Mollisoles	Suelos superficiales o moderadamente profundos, con epipedón mólico, estructurados en gránulos bien desarrollados de consistencia fiable y dotada suficientemente de bases, principalmente Ca y Mg.
Alfisoles	Suelos minerales con horizontes de iluviación de arcillas y saturación relativamente alta en profundidad, con humedad suficiente para que puedan desarrollarse cultivos.
Inceptisoles	Suelos minerales de baja evolución, pero con horizontes genéticos y humedad asequibles a cultivos.
Entisoles	Suelos recientes, minerales, con horizontes pedogenéticos débiles o sin ellos, de muy baja evolución.
Durisoles	Suelos con una cubierta endurecida, ricos en silicio.

Fuente: (Vaca, 2018, como se citó en Fernández y Anadón, 2006)

2.1.2. Cangahua

La cangahua es conocida como una capa húmeda de suelos enterrados, posee características duras y masivas, más que el suelo superior (Zebrowski, 2006). Es un tipo de suelo que presenta una coloración café, ligeramente amarillenta, con

gravas de pómez y arenas limosas, tiene baja plasticidad y poca humedad (Construcciones Universidad Central del Ecuador [UCE], 2020).

Uno de los factores que ha ocasionado el afloramiento de cangahua es por una mala gestión de prácticas agrícolas. Este tipo de suelos es frecuente localizarlos en lugares con climas de periodos secos que duran entre 5 a 6 meses y de bajas precipitaciones. Con altitudes entre 2400 y 2800 m.s.n.m. Al trabajarlas de forma óptima y con buenas prácticas se pueden presentar suelos nuevos y fértiles (Pachacama, 2015).

2.1.3. Degradación del suelo

La degradación es un conjunto de interacciones complejas de muchas variables químicas, físicas y biológicas (Cairo et al., 2017), que alteran la salud del suelo y reducen su capacidad potencial para prestar bienes y servicios, que incrementa de manera sistemática principalmente en los sistemas de producción agrícola, provocado de manera natural o antrópica, siendo estas últimas las que generan mayor impacto principalmente en la compactación del suelo, sin embargo, la pérdida del suelo se refiere a la desaparición del suelo producido por la desertificación (Rodríguez et al., 2021).

La degradación del suelo no puede ser evaluada mediante mediciones, por tal motivo, es necesario emplear indicadores que demuestren el estado del suelo, tomando en cuenta el manejo agrícola de la zona como un factor influyente en el deterioro de las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo (Rodríguez et al., 2020).

2.1.4. Erosión

Se define a la erosión del suelo como la destrucción de las capas del suelo por acción del agua, viento o también de manera antrópica mediante agricultura extensiva, deforestación, carreteras, cambio climático y expansión urbana (Gómez et al., 2011). Debido a la sobrepoblación de los últimos años ha provocado un exceso de labranza en busca de ampliar la extensión de terrenos cultivables para la satisfacción y supervivencia de la población en crecimiento (J. Calderón et al., 2018). Esto ha provocado graves efectos como: disminución de la actividad

agrícola, colapso ecológico, desertificación y afección del ciclo hidrológico (Saturnino et al., 2011).

2.1.5. Propiedades físicas

Las propiedades físicas reflejan la manera como el suelo almacena y provee agua a las plantas y, permite el desarrollo radical entre ellas (Calderón et al., 2018). Estas propiedades, dependen de la forma en cómo mezclan recursos como partículas sólidas, agua y aire, dependiendo de la cantidad y la disposición de estos recursos en el suelo, es posible que circulen nutrientes, minerales, materia orgánica y otros factores que benefician las condiciones para el cultivo de las plantas (Bautista, 2020). Entre las características físicas se encuentran propiedades como: textura, estructura, densidad aparente, densidad real, humedad del suelo, capacidad de campo, punto de marchitez, agua aprovechable y evapotranspiración, que se relacionan con la capacidad de retención de agua en el suelo (FAO, 1996).

2.1.5.1. Textura

La textura del suelo es una propiedad física que se relaciona directamente con los procesos de degradación y potencial de producción, a su vez indica el contenido de partículas de arena, limo y arcilla que hay en el suelo (Camacho et al., 2016). La combinación de estas tres fracciones determina la clase textural. En edafología las partículas de un suelo se clasifican en elementos gruesos si el tamaño de diámetro es superior a 2 mm, y elementos finos cuando el tamaño es inferior a 2 mm. Siguiendo la terminología establecida por el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de América (USDA), se tiene la siguiente clasificación general (Gisbert et al., 2010):

- Partículas de arena – 2.0 mm (muy gruesa) a 0.05 mm (muy fina).
- Partículas de limo – 0.05 mm a 0.002 mm.
- Partículas de arcilla – menores de 0.002 mm.

El diagrama textural de la USDA es otra herramienta utilizada para determinar las clases texturales, esto se realiza en base a los porcentajes de arena, limo y arcilla. Este triángulo se divide en una serie de áreas que corresponden a

diferentes clases texturales (arcillosas, limosas, francas y arenosas), que simbolizan grupos de texturas con propiedades análogas como se ve en la Figura 1.

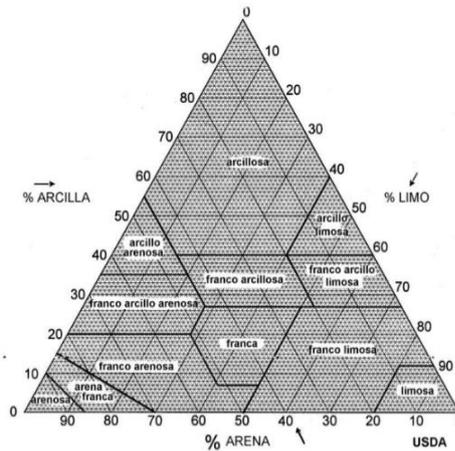


Figura 1. Diagrama textural de la USDA. Adaptado de Textura de un suelo de USDA

2.1.5.1. Estructura

La estructura del suelo es la disposición de cada una de sus partículas para dar forma a diferentes agrupaciones diferenciadoras, que juntas desarrollan agregados de diferentes formas y tamaños (Bautista, 2020) El ordenamiento de los agregados y la distribución de los poros del suelo resultantes son importante puesto que, a través de los poros las raíces de las plantas exploran el suelo para obtener nutrientes, aire y agua y a su vez es fundamental para la fertilidad física del suelo (Pellegrini, 2019).

2.1.5.2. Densidad aparente (DA)

La densidad aparente o muestras no disturbadas, es definida como la masa de suelo por unidad de volumen. Este parámetro describe la compactación del suelo representando la relación entre sólidos y espacios porosos (Keller y Hakansson, 2010). La DA es una de las características que en mayor grado influye sobre la productividad de los cultivos, debido a la relación que tiene con otras propiedades del suelo (Salamanca y Sadeghian, 2005).

Cuando la densidad aparente del suelo aumenta, se incrementa la compactación y se alteran las condiciones de retención de humedad, limitando a su vez el crecimiento de las raíces. Esta propiedad del suelo es afectada por partículas

sólidas y por el espacio poroso, el cual, a su vez está determinado por la materia orgánica. Entonces, a medida que aumenta la materia orgánica y el espacio poroso, disminuye la densidad aparente y viceversa (Salamanca y Sadeghian, 2005). Una densidad aparente alta indica un suelo compacto o elevado de partículas granulares como la arena y una densidad aparente baja no indica necesariamente un ambiente favorecido para el crecimiento de las plantas (FAO, 2022).

Para determinar la densidad aparente se puede dividir en dos grupos: métodos indirectos basados en emisión de radiaciones de distinto tipo de electricidad y métodos directos realizados a través de mediciones de volumen de suelo y de la masa que contiene (Agostini et al., 2014). Villaseñor (2016), menciona que el método más conocido y más comúnmente usado es “método del cilindro”, para ello, es necesario que el cilindro tenga un volumen representativo y una relación altura diámetro adecuada, este método consiste en la inserción del cilindro en el suelo para obtener la muestra y posteriormente llevarla al laboratorio, se pesa y se seca en el horno a 105°C, por 24 a 48 horas hasta que alcanza un peso constante (Rubio, 2010). Para calcular la densidad aparente por el método del cilindro (D_{ac}) se aplica la siguiente fórmula:

$$D_{ac} = \frac{M_{ss}}{V_t} \quad (1)$$

Donde:

- **M_{ss}**: Masa del suelo seco ($M_c + ss - M_c$) en gramos (g).
- **V_t**: Volumen total de la muestra en centímetros cúbicos (cm³).

Nota: El volumen total de la muestra (V_t) se considera equivalente al volumen del cilindro:

$$V_t = \pi r^2 h \quad (2)$$

2.1.5.3. Densidad real

La densidad real (D_r) o también conocida como densidad de las partículas corresponde a la relación entre la masa y el volumen de la totalidad de las partículas sólidas que se encuentran en el suelo, que se expresa como la razón entre la masa de las partículas y su volumen. El método para obtener la densidad real es a través

de un picnómetro, que calcula el volumen de la muestra, en función del desplazamiento del líquido al ser sumergidos (Villaseñor, 2016), para su respectivo cálculo se aplica la siguiente fórmula:

$$Dr = \frac{P_{ss}}{V_s} \quad (3)$$

Donde:

- **Pss:** Peso de los sólidos de la muestra o peso seco.
- **Vs:** Volumen de los sólidos de la muestra.

El valor de Dr cambia en función del tipo de minerales del material madre y de la cantidad de materia orgánica del suelo. Debido a que un volumen de sólidos minerales pesa más que la materia orgánica, hace que afecte la densidad de las partículas. En consecuencia, los suelos de la superficie presentan generalmente una densidad de partículas más baja que la del subsuelo (Buckman y Brady, 1977)

2.1.5.4. Humedad del suelo

La humedad en el suelo es esencial para el comportamiento de las propiedades físicas, químicas y biológicas, la acción del agua es transportar sustancias a través del perfil del suelo para fabricar nuevas sustancias importantes para la vida (Santibañez, 2018). El conocimiento del estado del agua en el suelo es esencial para conocer la cantidad de riego que éste requiera, además la disponibilidad de agua que está relacionada con la infiltración y la absorción de las raíces (Proain, 2020). Según Castellanos et al., (2013) para determinar el porcentaje de humedad gravimétrico se aplica la siguiente fórmula:

$$GM = \frac{Sh - Ss}{Ss} * 100 \quad (4)$$

Donde:

- **GM:** contenido de humedad gravimétrico (%).
- **Sh (húmedo):** peso de la muestra de suelo húmedo (no incluye el peso del recipiente) (g).
- **Ss (seco):** peso de la muestra de suelo secada al horno (no incluye el peso del recipiente).

Según MasAgro y Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (2018) existen múltiples parámetros para determinar la humedad en los suelos como:

- Punto de saturación (PS): es la capacidad máxima de agua que el suelo puede retener relacionado con el tipo de arcilla y la materia orgánica que el suelo contenga.
- Capacidad de campo (CC): hace referencia a la cantidad de agua que puede ser retenida en el suelo contra la fuerza de la gravedad después de riego o lluvia.
- Punto de marchitez permanente (PMP): es el porcentaje de humedad del suelo donde las plantas se marchitan y ya no pueden recuperarse.
- Humedad aprovechable (HA): es la diferencia entre la capacidad de campo y el punto de marchitez permanente en la retención de la humedad aprovechable por las plantas.

Es importante monitorear el contenido de agua en el suelo para mejorar la producción agrícola, preservar el recurso agua, reducir los impactos ambientales de la agricultura y ahorrar recursos económicos (Zotarelli et al., 2015). Para realizar la medición, se utilizan métodos gravimétricos que consisten en tomar una muestra de suelo pesarla antes y después de secarla, utilizando hornos de secado y balanzas especializadas y calcular la cantidad de agua que presenta esa muestra (Greacen, 2016).

Existen otros métodos para medir la humedad del suelo como sistemas de resistencia eléctrica, que utilizan un bloque de yeso, nylon o fibra de vidrio donde se colocan dos electrodos, registrando de esta manera las variaciones del contenido de la humedad en un tiempo establecido (Ruelas, 2018). La atenuación de rayos gama también es útil dado que mide la humedad mediante rayos gamma en un tubo de acceso paralelo obteniendo la densidad aparente de la humedad del suelo en cada toma de datos (Organización de Estados Americanos [OEA], 2013).

2.1.6. Propiedades químicas

Las propiedades químicas del suelo se relacionan con la calidad y disponibilidad de agua y nutrientes para las plantas, entre ellas, cabe resaltar: pH, materia orgánica, conductividad eléctrica y P, N y K (Calderón et al., 2018).

2.1.6.1. pH

EL pH mide el grado de acidez o alcalinidad de las soluciones acuosas, esta propiedad química es importante porque indica que tan ácida o alcalina es una solución del suelo, que es donde las raíces y los microorganismos del suelo obtienen sus nutrientes. Esta propiedad química presenta una escala de medición cuyo rango de fluctuación es de 0 a 14. Se basa en el principio de que la constante de equilibrio de la disociación del agua es de 10^{-14} (Osorio, 2012).

Para garantizar que exista un buen rendimiento en los cultivos es recomendable que los rangos de pH fluctúen entre 6.5 a 7.0 proporcionando mayor facilidad de absorción de nutrientes por parte de las plantas. Mientras el pH es más cercano a 7 provoca que los elementos sean más solubles, por lo tanto, lo conduce a un alto porcentaje de saturación alcalina (Rivera et al., 2018).

2.1.6.2. Coberturas orgánicas

Se entiende por cobertura orgánica o mulch, a la cobertura biofísica del terreno (Di y Jansen, 2000) compuesta por capas de materia orgánica muerta de paja, hierbas y rastrojos que se pueden utilizar para cubrir el suelo alrededor de los cultivos en hileras (Portal Frutícola, 2018). Al utilizar las coberturas orgánicas se reduce el riego en verano y previene la erosión del suelo durante el invierno, evita el crecimiento de malezas impidiendo con esto que herbicidas causen daño al ambiente, brindando también una menor concentración de químicos en los productos agrícolas (Camacho, 2018).

El uso de estas coberturas puede traer beneficios para el suelo, en el aspecto físico mantiene la humedad y fortalece las raíces de los cultivos, estabiliza la estructura y reduce la compactación, en lo químico su descomposición aporta macro y micronutrientes, referente a efectos biológicos, sirve como alimento a organismos y microorganismos beneficiosos para el suelo (Herrera, 2016).

2.1.6.3. Mulch de fabáceas

El mulch de fabáceas son materiales vegetales muertos de leguminosas de la familia fabácea ubicadas sobre cultivos con el fin de retener la humedad del suelo (Guanche, 2012). Las fabáceas son la mayoría de todas las especies con vainas, como fréjoles, lentejas, arveja y alfalfa (Universidad Nacional del Nordeste, 2017).

Las leguminosas de cobertura proporcionan al suelo una gran cantidad de nitrógeno para la producción agrícola que usualmente se la agrega a los cultivos en forma de abonos químicos, para favorecer su crecimiento primario (Ministerio de Agricultura y Ganadería de El Salvador, 2015).

2.1.7. Cultivos asociados

Se trata de una técnica que consiste en cultivar dos o más especies de plantas en un mismo terreno (Torres, Huaraca, Pezos, et al., 2018), de esta manera permite elevar los rendimientos de cultivos, aprovechar el uso de los recursos naturales, disminuye el riesgo de pérdida de las cosechas y proporciona protección contra daños de plagas y enfermedades (Gómez y Zavaleta, 2001). De igual manera, Rodríguez et al., (2008) menciona que este sistema contribuye a un incremento en la producción y los ingresos de los productores y a su vez permite explotar una mayor superficie de suelo y presentar mejor acceso a los nutrientes.

Con respecto a métodos de cultivo Torres et al., (2018) señala que según Alfonso et al, recomienda realizar una siembra de policultivos que presente ciertos parámetros como: distancia adecuada en caso de tratarse de maíz entre 0.90 m entre hileras de 0.40 m por planta y si se trata de fréjol de 0.90 m a 0.25 m; de igual manera se debe fijar en la proporción de la fila del intercalado de los policultivos, la primera fila de maíz y una de cultivo intercalado de leguminosas con leguminosas, es decir en una proporción 1:1. Según FAO (n.d.) recomienda sembrar especies de leguminosas antes que cultivos de otras familias. En la tabla 2 se muestra algunos grupos de plantas de la asociación de cultivos que se recomienda realizar.

2.1.8. Identificación de macroorganismos

Para estudiar organismos vivos es necesario aplicar diferentes métodos para tomar decisiones y emitir recomendaciones en pro de la conservación, también son importantes para conocer la dinámica del ecosistema de estudio (Universidad de la Plata, 2018). Existen tres maneras de medir la diversidad, la primera es diversidad alfa referente la riqueza de poblaciones dentro de una comunidad homogénea, la segunda es la diversidad beta, que compara entre dos poblaciones y la diversidad gama, mide la riqueza de especies en un grupo de hábitats, según el tipo de

diversidad y las necesidades del investigador se procede, a seleccionar los índices a aplicar, también se puede utilizar datos únicamente de presencia y ausencia (Universidad para la Cooperación Internacional, 2019).

Tabla 2. Asociación de cultivos

Especie	Comportamiento ante las heladas	Distancia entre plantas o densidad de siembra (cm)	Tamaño final de la planta	Asociar con
Acelga	Resistente	15 - 20	Grande	Legumbres
Ajo	Resistente	10 - 15	Pequeño	Legumbres/Hojas/Raíces
Albaca	Resistente	20 – 25	Pequeño	Bulbos/Raíces/Legumbres
Arveja	Resistente	5 - 10	Mediano	Frutos/ Bulbos/Raíces
Berenjena		40 - 50	Grande	Hortalizas asociadas
Cebolla	Resistente	10 - 15	Pequeño	Legumbres/Hojas/Raíces
Espinaca	Resistente	5 - 10	Pequeño	Bulbos/Raíces/Legumbres
Frutilla	Resistente	25 - 30	Pequeño	Bulbos/Raíces/Legumbres
Lechuga	Resistente	15 – 20	Mediano	Bulbos/Raíces/Legumbres
Pimiento	Sensible	40 - 45	Mediano	Bulbos/Raíces/Legumbres
Puerro	Resistente	5 - 10	Pequeño	Bulbos/Raíces/Legumbres
Rábano	Resistente	Apretado	Pequeño	Bulbos/Raíces/Legumbres
Tomate	Resistente	20 - 40	Pequeño	Bulbos/Raíces/Legumbres

2.1.8.1. Macroorganismos edáficos

Se considera macroorganismos a los individuos que presentan un tamaño mayor a 6 mm estos son esenciales para la conservación del suelo, dado que, influyen en: la fertilidad, la descomposición de materia orgánica, el mantenimiento de la estructura del suelo y la disponibilidad de agua y nutrientes para las plantas (Castro et al., 2017). Los macroorganismos más comunes de los suelos agrícolas son: los artrópodos, animales con esqueleto endurecido que recubre todo su cuerpo, los anélidos animales vermiformes que habitan generalmente en lugares húmedos

debajo del suelo (endógenos) y los nematodos que tiene un papel muy importante en la formación de ciclos relacionados con el suelo (Pereira et al., 2011).

2.2. Marco Legal

La presente investigación se basa en cuerpos legales instaurados en Ecuador, de manera fundamental en la Constitución de la República del año 2008, en el Reglamento al Código Orgánico del Ambiente y en los objetivos del Plan Nacional de desarrollo 2017-2021, los cuales presentan una base legal de protección de suelos dentro del país.

2.2.1. Constitución de la República del Ecuador 2008

La Constitución de la República del Ecuador de 2008 considera que la protección del ambiente debe ser prioridad entre los deberes del estado. Dentro del Capítulo Segundo, Sección Segunda hace referencia al ambiente sano, el artículo 14 menciona que “Se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado que garantice la sostenibilidad y el Buen Vivir Sumak Kawsay”(Asamblea Nacional, 2008, p.13).

Referente al suelo se lo considera un sector estratégico dentro de la constitución del Ecuador según el Título VI del régimen del buen vivir en la sección quinta del suelo menciona en el artículo 409 que es de “Interés público y prioridad nacional la conservación del suelo, en especial su capa fértil. Se establecerá un marco normativo para su protección y uso sustentable que prevenga la degradación, en particular la provocada por la contaminación, la desertificación y la erosión” (p123).

Para prevención y remediación se debería conservar, proteger y restaurar las áreas propensas a erosión y desertificación para mantener la seguridad alimentaria. El artículo 410 menciona que “El estado brindará a los agricultores y a las comunidades rurales apoyo para la conservación y restauración de los suelos, así como el desarrollo de prácticas agrícolas que los protejan y promuevan la soberanía alimentaria” (p. 117).

2.2.2. *Reglamento al Código Orgánico del Ambiente*

Dentro del Título IV Servicios Ambientales, capítulo I Disposiciones Generales, que tratan de los beneficios que los seres vivos reciben de ambientes naturales e intervenidos, el artículo 249 relaciona al suelo con los servicios de regulación, dado que interviene en los ciclos biogeoquímicos, el ciclo de agua, ciclo del nitrógeno, es albergue de gran cantidad de macro, micro organismos y bacterias (Asamblea Nacional, 2019).

También se menciona este recurso en el capítulo V restauración ecológica, art 33 Lineamientos de para la Restauración Ecológica establece que, “La Autoridad Ambiental Nacional elaborará lineamientos para la restauración ecológica de suelos o ecosistemas, y la atención prioritaria a los suelos degradados o en proceso de desertificación” (p. 99), dado que es un recurso muy importante considerado renovable a largo plazo y mantiene la soberanía alimentaria de todos los países.

2.2.3. *Plan Nacional del Desarrollo*

Las coberturas orgánicas se relacionan con el eje 2 del Plan Nacional de Desarrollo, Economía al servicio de la sociedad, puesto que, menciona el impulso de la productividad y competitividad para el crecimiento económico sostenible, de manera redistributiva y solidaria, esto se lo puede lograr mediante la mejora de producción de la agricultura dado que Ecuador es un país que no tiene estaciones marcadas y diferentes pisos altitudinales razón por la cual se producen todo tipo de productos alimenticios (Consejo Nacional de Planificación, 2021). Este proyecto busca vincular a la comunidad “desarrollar las capacidades productivas y del entorno para lograr la soberanía alimentaria y el buen vivir” (Secretaría de Planificación y Desarrollo, 2017, p.37).

2.2.4. *Objetivos del Desarrollo sostenible*

Los objetivos del desarrollo sostenible están relacionados con la erradicación de la pobreza, conseguir soberanía alimentaria y promover la agricultura sostenible. El presente proyecto está relacionado con el objetivo 2 hambre cero dado que se pretende mejorar las condiciones de suelo para una mejor producción de manera sostenible retardando el proceso de erosión. También es

importante el objetivo 17 alianzas para lograr objetivos dado que se vinculará a los agricultores de la Junta de Agua de Riego de Cuesaca con estudiantes de la carrera de Ingeniería en Recursos Naturales Renovables para lograr mejorar la calidad y fertilidad del suelo para que exista mayor producción en sus cultivos y las dos partes sean beneficiadas.

Capítulo III

Metodología

3.1. Ubicación Geográfica

El área de estudio se encuentra en la región interandina, provincia del Carchi, cantón Bolívar, barrio Cuesaca, Figura 2 a una altitud de 2709 msnm (Prefectura del Carchi, 2020). La temperatura de este sitio es muy variable, sus medias mensuales y anuales oscilan entre 6 a 20 °C, con una velocidad máxima de vientos de 5.1 m/s (GAD (Gobierno Autónomo Descentralizado) Cantón Bolívar, 2015).

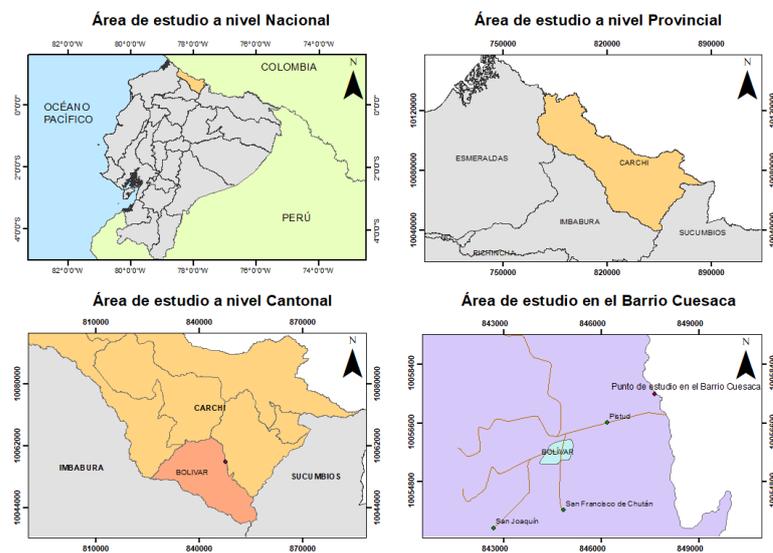


Figura 2. Mapa de ubicación de la zona de estudio

Fuente: Data obtenida de Instituto Geográfico Militar IGM (2017)

Las coordenadas de la extensión del terreno de estudio están en latitud 0.5256 y en longitud -77.8785. La zona limita al norte con la comunidad del Colorado que forma parte del cantón Montúfar, al sur con el río Apaquí, al este con la quebrada Cuesaquita y al oeste con la quebrada Pistud (Prefectura del Carchi, 2020).

En la Figura 3 se evidencia el mapa de génesis del suelo del cantón Bolívar, donde más del 70% aproximadamente de sus áreas son de origen volcánico, este tipo de suelos presentan capas duras denominadas cangahuas, que significa que son suelos de tierra infértil (Zebrowski, 2006). La cangahua son suelos que se extienden

por toda la Región Norte de la Sierra del Ecuador y se formaron por el depósito, la removilización, meteorización y endurecimiento de materiales expulsados por erupciones volcánicas (Hidrobo et al., 2015).

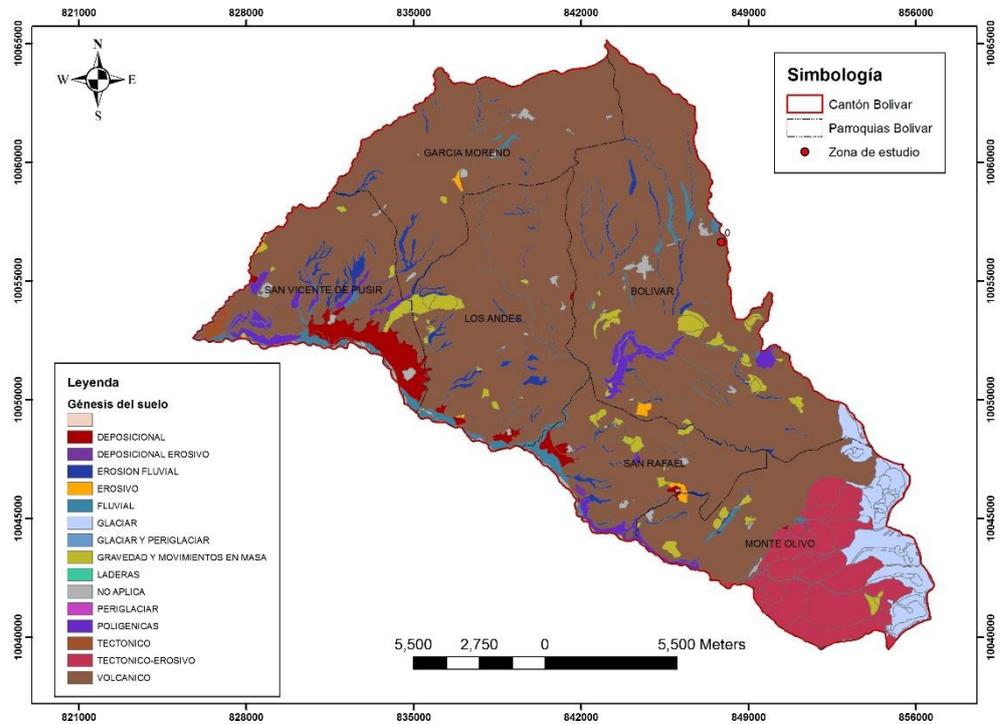


Figura 3. Mapa de génesis del suelo

Fuente: Data obtenida de Instituto Geográfico Militar IGM (2017)

3.2. Métodos

Esta investigación se dividió la investigación en tres fases: fase 1 Caracterización de propiedades físicas y químicas, fase 2: Evaluación de conservación de humedad de suelo, variables morfológicas, rendimientos de los cultivos asociados e influencia de coberturas orgánicas en presencia de macroorganismos y Fase 3: desarrollo de estrategias de coberturas muertas y cultivos asociados, se detalla cada fase a continuación.

3.2.1. Fase I: Caracterización de propiedades físicas y químicas

Para establecer las características de las propiedades físicas y químicas en la zona de estudio en el Barrio Cuesaca, fue necesario utilizar un GPS y el software ArcGIS 10.8 para realizar la planimetría del terreno y la división de 16 parcelas. Cada parcela tuvo una dimensión de 3 m de ancho por 2 m de largo, a una distancia de 0.5 m en sentido horizontal y 1 m en sentido vertical entre cada parcela, esto,

para una adecuada manipulación de los cultivos (León, 2017). Teniendo un área total de 201.5 m² siendo el área de ensayo de 96 m² como se evidencia en la Figura 4.

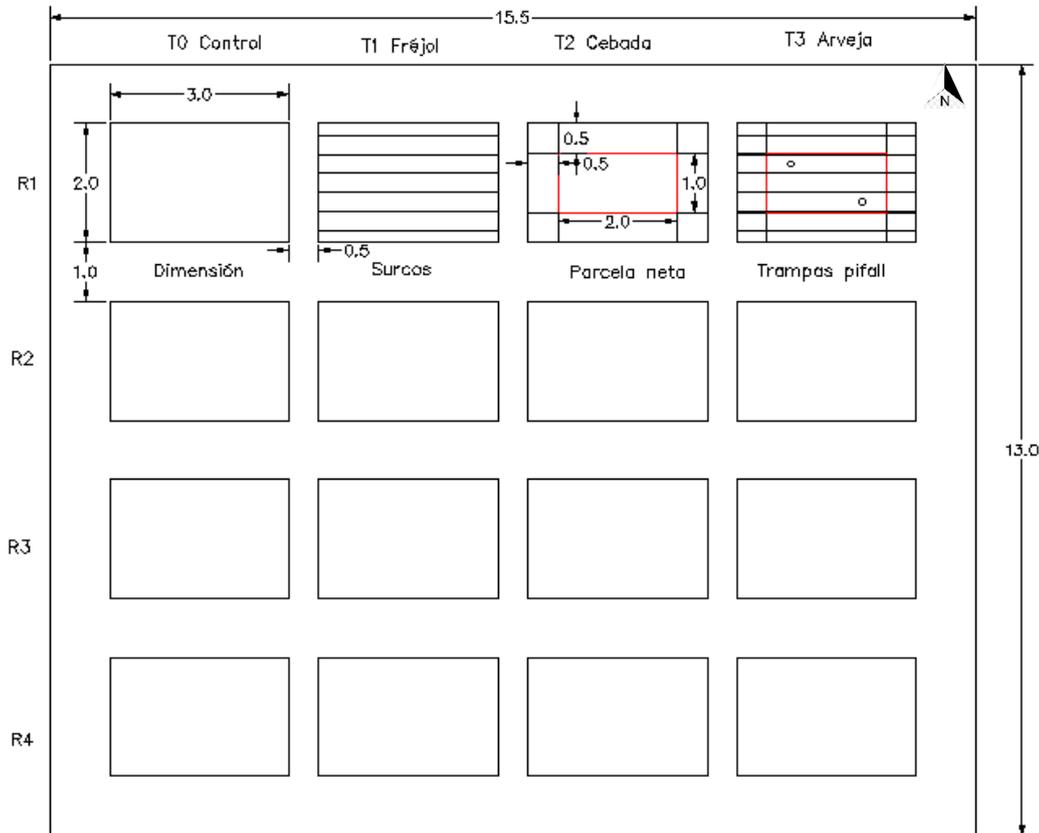


Figura 4. Establecimiento de parcelas

Una vez establecida el área de estudio, se utilizó un flexómetro de 30m, piola y estacas para trazar las dieciséis parcelas, de donde se tomaron tres submuestras en forma de zigzag de cada parcela, utilizando un barreno (AGROCALIDAD, 2018). Estas submuestras se depositaron sobre una superficie nivelada y limpia para aplicar el método de cuarteo hasta que se obtuvo una muestra representativa de 1 kg (Garrido, 2008). Consecuentemente se envió en una funda plástica la muestra al laboratorio de Agrocalidad para análisis de propiedades físicas y químicas del suelo: pH, macro y micronutrientes, textura, humedad equivalente, capacidad de campo (CC), agua aprovechable y punto de marchitez (PM).

Con respecto a densidad aparente o muestras no disturbadas, se obtuvieron mediante anillos de tubo de pvc a un volumen de 105.6 cm³ aproximadamente. En campo se tomaron dos muestras significativas de cada parcela para obtener la

densidad aparente promedio por cada sitio experimental; esta actividad se realizó cada 15 días hasta culminar la cosecha.

Los resultados totales de estos análisis sirvieron como base para el establecimiento de los cultivos y para medir conservación de humedad. A su vez, para determinar la cantidad de nutrientes presentes en el suelo, decidir la fertilización de los cultivos e interpretar los resultados de la investigación. (MasAgro y Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo, 2018).

3.2.2. Fase II: Evaluación de conservación de humedad de suelo, variables morfológicas, rendimientos de los cultivos asociados e influencia de coberturas orgánicas en presencia de macroorganismos

3.2.2.1. Evaluación de conservación de humedad

Para realizar la evaluación de conservación de humedad, el suelo se encontraba previamente arado, con dos pasos de rastra para que quede libre de piedras, terrones y malezas.

Se aplicó de un Diseño Experimental de Bloques Completos al Azar.

a) Diseño experimental

Para el análisis experimental se aplicó un Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA), con cuatro tratamientos y cuatro repeticiones. Los tratamientos fueron: tratamiento (T0) testigo o sin mulch, tratamiento (T1) mulch de fréjol (*Phaseolus vulgaris* L.), tratamiento (T2) mulch de cebada (*Hordeum vulgare* L.) y tratamiento (T3) mulch de arveja (*Pisum sativum* L.) y sus respectivas repeticiones (R) como se observa en la Tabla 3.

b) Fertilización y siembra

Una vez establecidos los tratamientos se procedió a realizar seis surcos por parcela a una profundidad entre 0.25 m - 0.30 m a una distancia aproximada de 0.20 m uno del otro proporcionando óptimo espacio para cada cultivo (Morales, 1995). Posteriormente, con base en el análisis de laboratorio y en las recomendaciones de Alvarado et al., (2009) se aplicó abono orgánico; para cumplir los requerimientos de los cultivos de nitrógeno (N) 150 kg/ha, fósforo (P) 60 kg/ha y potasio (K) 80kg/ha. Al inicio se colocó 300g de abono por línea al fondo del surco para cumplir

los requerimientos de P y K, luego de 45 días se incorporó nuevamente 200g de abono en banda lateral para cubrir el resto de requerimiento en N, después de aplicar el primer humus se realizó la siembra.

Tabla 3. Esquema de los tratamientos de coberturas orgánicas

T1R1 Mulch fréjol	T2R1 Mulch cebada	T0R1 Sin mulch (testigo)	T3R1 Mulch arveja
T0R2 Sin mulch (testigo)	T3R2 Mulch arveja	T1R2 Mulch fréjol	T2R2 Mulch cebada
T3R3 Mulch arveja	T1R3 Mulch fréjol	T2R3 Mulch cebada	T0R3 Sin mulch (testigo)
T3R4 Mulch arveja	T2R4 Mulch cebada	T0R4 Sin mulch (testigo)	T1R4 Mulch fréjol

Con respecto al riego, se aplicó el sistema por inundación, haciendo que el agua se infiltre lentamente a través de los surcos con pendiente que se distribuyen de manera paralela en cada parcela (Demin, 2014). Esta actividad se realizó cada ocho días durante los dos primeros meses de la siembra, pero debido al aumento de precipitación en toda la zona durante los siguientes meses se detuvo el sistema de riego y se apoyó solo de las lluvias.

La implementación de coberturas orgánicas o mulch, se colocó 72 días después de la primera siembra. Según Enriquez y Soria (2018) deben tener una altura de 0.03 m para que tenga una efectividad óptima, sin embargo, puede variar según el cultivo que se desee realizar, en este caso se utilizó un espesor de 0.05m de cobertura, se aplicó aproximadamente 4 kg por parcela. Cabe señalar que el mulch no tuvo ningún tipo de tratamiento previo, dado que los cultivos son de diferentes familias y no es posible que compartan plagas entre sí (Rosique, 2015). Por tal motivo, fue necesario tener un conocimiento previo en la asociación de cultivos para que exista afinidad entre ellos (Torres et al., 2018). Además de ser coberturas orgánicas obtenidas de la misma zona de estudio no era posible que trajeran consigo algún tipo de macroorganismos que no se encuentre en la zona.

c) Humedad del suelo

Para el análisis de humedad de suelo se realizaron salidas de campo cada ocho días durante cuatro meses. Se utilizó un anillo de tubo pvc de 5 cm de diámetro y 5 cm de alto, se introdujo al ras de suelo y se procedió a colocar la muestra dentro de una funda hermética preparada y registrada para cada parcela. Este proceso se realizó dos veces por parcela en forma de zigzag teniendo un total de 32 muestras. Debido a la falta de infraestructura del laboratorio, se utilizó una pala de jardinería y una balanza para colocar 30 g de muestra de suelo en una funda hermética.

Para el análisis de las muestras se realizó en el Laboratorio de Investigaciones Ambientales de la Universidad Técnica del Norte (LABINAM), para ello se empleó el método gravimétrico que según Lusardo (2011) este análisis cuantitativo consiste en la separación y posterior pesada de un elemento de composición química conocida, el cual debe ser obtenida en su mayor estado de pureza posible y debe encontrarse en una relación estequiométrica definida con el compuesto que se espera determinar. Para ello, se pesó el sustrato húmedo para posteriormente ingresarlo en la estufa durante 24 horas a una temperatura de 105° C, y volver a pesar el suelo seco para realizar una resta obteniendo la cantidad de humedad presente en la muestra (Caviedes et al., 2020). Se aplicó la siguiente fórmula:

$$w\% = \frac{\text{water weight}}{\text{peso seco}} * 100 = \frac{Wh - Ws}{Ws} * 100 \quad (5)$$

Donde:

w%= contenido de humedad del suelo

Wh= peso de la muestra húmeda

Ws= peso de la muestra seca

3.2.2.2. Variables morfológicas

Para medir las variables morfológicas según Portal Ayuntamiento Santander (2018) es necesario delimitar la parcela neta, para evitar el efecto borde se midió 1m² en cada extremo de la parcela y se delimitó utilizando estacas y pialas. A continuación, se extrajeron seis individuos al azar de cada hilera, utilizando un calibrador pie de rey se midió el diámetro ecuatorial y polar y, se pesó los

individuos utilizando una balanza digital con dos decimales, para su posterior estudio estadístico se aplicó un análisis de varianza no paramétrico Kruskal Wallis (Santos y Espín, 2020).

3.2.2.3. Rendimiento de los cultivos asociados

Para medir el rendimiento de los cultivos se cosechó todos los individuos de la parcela neta de cada tratamiento, para después pesarlos con una balanza romana. Para el análisis estadístico se aplicó la prueba estadística no paramétrica Kruskal Wallis dado que, es el más común, eficiente y recomendable para comparar pares de medias de tratamientos (Uday, 2016).

3.2.2.4. Identificación de macroorganismos

Para la identificación de los macroorganismos, en cada tratamiento se realizaron trampas *pitfall* o también conocidas como trampas de caída, se muestreó el suelo de 0 a 20 cm con una pala para observar de mejor manera la fauna del suelo, el proceso se aplicó dos meses después de la replantación de cebolla. Estos métodos fueron efectivos para recoger muestras de macro y meso invertebrados. Las trampas estuvieron diseñadas con botellas plásticas que se enterraron a una profundidad de 0,20 m de manera que la parte superior de cada recipiente quede a ras del suelo (Moreira et al., 2012), cada trampa *pitfall* estuvo instalada dentro de la parcela neta, como se observa en la Figura 4.

El registro y toma de muestra se desarrolló en cada salida de campo que se realizaron cada 15 días durante dos meses. Para realizar este muestreo e identificación de macro-organismos se colocó una superficie blanca y mediante el uso de pinzas se extrajeron los individuos que cayeron en las trampas (Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias, 2011). Los individuos encontrados en las parcelas fueron depositados en frascos de vidrio que contenían etanol para mantenerlos en buen estado hasta poder identificarlos con ayuda de un estereoscopio en el Laboratorio de Investigaciones Ambientales de la Universidad Técnica del Norte.

Una vez obtenidos estas especies se identificó el orden y familia mediante información bibliográfica (Delgado, 2013). Para la validación numérica de este

sistema se utilizaron los datos para presencia/ausencia que son cifras de nomenclatura binaria representadas en una tabla por parcela, donde se colocó el nombre científico de las especies en caso de presencia se agregó el número 1 y al estar ausentes del valor de 0 (Gómez y Giménez, 1998).

3.2.3. Fase III: Desarrollo de estrategias de uso de coberturas muertas y cultivos asociados

Para la difusión de resultados se elaboraron charlas sobre la factibilidad del uso de coberturas orgánicas muertas y la importancia de mantener y conservar la humedad del suelo. Además, se desarrolló una reunión con los miembros de la Junta de Riego de Cuesaca y aplicando la técnica lluvia de ideas se construyó la matriz FODA, que incluyen parámetros como: fortalezas que son los factores positivos con los que se cuenta, oportunidades son elementos que se pueden aprovechar, debilidades son los aspectos negativos que se propone atenuar o eliminar y amenazas, se refiere a los obstáculos para conseguir los objetivos propuestos (Ponce, 2007). Con esto, se generaron estrategias a ser replicadas por los miembros de la Junta de Riego de Cuesaca.

3.3. Materiales

En la Tabla 4 se detallan los diferentes equipos y materiales que se utilizó para el desarrollo del presente estudio.

Tabla 4. Equipos y materiales utilizados en la investigación

Equipos	Materiales	Herramientas
GPS	Semillas de zanahoria y plántulas de cebolla	Herramientas agrícolas
Calibrador	Flexómetro	Carretilla
Computadora	Piola	Barreno para suelos y muestreador para muestras no disturbadas
Impresora		
Estufa	Residuos de cosecha de fréjol, arveja y cebada	
Balanza electrónica	Abonos orgánicos	
Arcgis 10.8 – AutoCAD		
2018 – Infostat		

Capítulo IV

Resultados y discusiones

Los resultados que se presentan a continuación se encuentran de acuerdo con cada objetivo específico propuesto, donde se detalla el respectivo análisis e interpretación obtenido para esta investigación.

4.1. Propiedades físicas y químicas del suelo

Para obtener los resultados de esta primera fase de investigación, se analizaron las características físicas y químicas del suelo del sitio de estudio, comparando los datos iniciales y finales de cada parámetro evaluado en cada uno de los tratamientos. Los parámetros físicos fueron: densidad aparente, capacidad de campo, punto de marchitez y agua aprovechable; parámetros químicos: pH, materia orgánica, nitrógeno, fósforo y potasio.

4.1.1. Resultados iniciales de las propiedades físicas químicas del suelo

A continuación, se presentan los resultados iniciales del área de estudio realizadas en el laboratorio de Agrocalidad Tabla 5

Tabla 5. Propiedades fisicoquímicas iniciales del área de estudio

Parámetro	Unidad	Resultado	Interpretación
pH		7.56	Ligeramente alcalino
Materia Orgánica	%	1.41	Medio
Nitrógeno	%	0.07	Bajo
Fósforo	mg/kg	141.6	Alto
Potasio	cmol/kg	0.61	Alto
Capacidad de campo	%	22.87	
Punto de marchitez	%	12.43	
Agua aprovechable	%	10.44	
Arena	%	46	
Limo	%	36	
Arcilla	%	18	
Textura	%	Franco	

Nota: Análisis realizado en los laboratorios de AGROCALIDAD

*Interpretación Agrocalidad

4.1.1.1. Propiedades químicas

- pH

El parámetro pH dio como resultado un valor inicial de 7.56 donde, según los laboratorios de Agrocalidad al encontrarse en un rango >7.5 a 8.0 significa que son suelos ligeramente alcalinos, lo que es característico en suelos de textura franco. Además, Ibarra et al., (2009) mencionan que el pH de este tipo de suelos es aceptable para que exista un buen rendimiento de cultivos.

- Materia orgánica (MO)

El resultado inicial obtenido para materia orgánica muestra un valor 1.41% donde, según el laboratorio de Agrocalidad, la MO al encontrarse entre rangos de 1.0 a 2.0 %, clasifica al parámetro en un estado medio. Sin embargo, se encuentra en niveles aceptables para que la vegetación y cultivos de la zona crezcan favorablemente.

- Nitrógeno total, fósforo y potasio

Los análisis de nitrógeno, fósforo y potasio muestran inicialmente resultados de 0.07 %, 141.6 mg/kg y 0.61 cmol/kg respectivamente, lo que implica que el suelo se encuentra en niveles bajos de nitrógeno total y altos en fósforo y potasio. Estos niveles se deben a las características del suelo que presentan una textura franca, formada por depósitos volcánicos de arena, limo y con baja concentración de arcilla debido a su génesis de origen volcánico (Figura 4). A su vez, es importante tener en cuenta que al tener bajos niveles de nitrógeno la planta podría tener problemas en su desarrollo, debido a que este elemento se encuentra dentro de la clorofila que es un compuesto con el cual las plantas usan la luz solar para producir fotosíntesis (Orchardson, 2020).

4.1.1.2. Propiedades físicas

- Densidad aparente

Los análisis de densidad aparente inicial fueron de 1.21 g/cm³, lo que significa que para los suelos de textura franco con este resultado no demuestran presencia de compactación. Así mismo Salamanca & Sadeghian, (2005) mencionan que los suelos arenosos presentan mayor DA y puede variar entre 1,2 a 1,6 g/cm³. Es importante tener en cuenta que el suelo al presentar menor compactación la

porosidad es mayor, por lo tanto, las raíces de las plantas van a tener mejor desarrollo.

- Capacidad de campo (CC)

Este parámetro se refiere a la cantidad constante de agua que contiene el suelo saturado después de 48 horas de drenaje (FAO, 2005). Esta variable tuvo como valor inicial 22.87 %, lo que significa que, en 100 g de tierra seca, se retienen aproximadamente 23 g de agua en el suelo. Hay que tener en cuenta que mientras más fina es la textura del suelo, mayores son los porcentajes de agua absorbidos (AgroFresh, 2018).

- Punto de marchitez

El punto de marchitez inicial obtenido fue 12.43%, lo que quiere decir que cuando se alcanza la marchitez de la planta, el suelo tiene 12g de agua por 100g de tierra seca (AgroFresh, 2018). TRAXCO (2009) menciona que los suelos de textura franco tienen un punto de marchitamiento del 12 %, esto debido a las características que presentan suelos de este tipo de textura.

- Agua aprovechable

El agua aprovechable inicial fue de 10.44 %. Estos datos están en correspondencia con los porcentajes de arena, limo y arcilla que determinan la clase de textura del sitio de estudio. Es importante tener en cuenta este parámetro, debido a la relación directa que tiene con la productividad de los sistemas agrícolas (Salcedo et al., 2007).

4.1.2. Resultados finales de las propiedades físicas y químicas del suelo

Los resultados que se muestran en la tabla 6 se obtuvieron después de realizar el procedimiento de parcelación, siembra, fertilización, colocación de 0.05m de espesor de coberturas orgánicas de (aproximadamente 4 kg) de fréjol, cebada y arveja, según tratamientos, y la cosecha del cultivo. Estos datos finales son el promedio de las repeticiones de cada tratamiento.

Tabla 6. Propiedades físicas y químicas promedio del suelo por tratamiento, al final del estudio

Parámetro analizado	Unidad	Tratamientos				Interpretación
		T0	T1	T2	T3	
pH a 25 °C		7.86	7.83	7.86	7.82	Ligeramente alcalino
Materia orgánica	%	1.25	1.36	1.18	1.27	Medio
Nitrógeno	%	0.06	0.06	0.06	0.07	Bajo
Fósforo	cmol/kg	135.60	141.65	143.75	157.13	Alto
Potasio	cmol/kg	0.46	0.56	0.45	0.52	Alto
Humedad Equivalente	%	22.44	23.77	21.89	21.37	
Capacidad de Campo	%	22.03	23.18	21.56	21.11	
Punto de Marchitez	%	11.98	14.85	11.72	11.47	
Agua Aprovechable	%	10.06	10.58	9.84	9.64	

Nota: Análisis realizado en los laboratorios de AGROCALIDAD

*Interpretación Agrocalidad

Los cambios producidos en las propiedades físicas y químicas del área de estudio, para cada parámetro analizado en los laboratorios de Agrocalidad, indican que existió un mejoramiento de la retención de humedad del suelo que se logra mediante el uso de coberturas orgánicas.

4.1.2.1. Propiedades químicas

- pH

En la Figura 5 se puede observar que el pH tuvo un aumento en todos los tratamientos, con respecto al pH inicial, alcalinizado ligeramente el suelo, especialmente en el tratamiento de control (T0) con 7.86, sin embargo, los tratamientos con cobertura presentan un pH ligeramente menor empezando por el de arveja (T3) con 7.82, fréjol (T1) con 7.83 y cebada (T2) con 7.83, lo cual se explica por la adición de materia orgánica a partir de las coberturas.

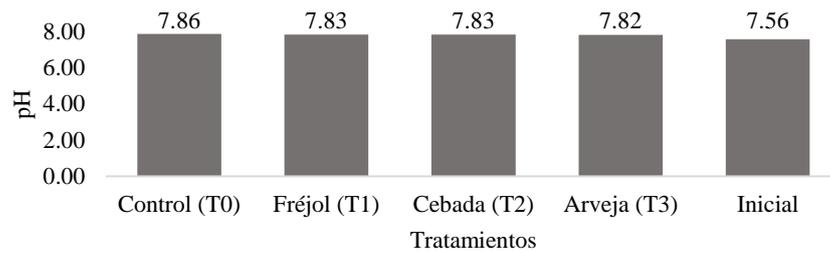


Figura 5. Comparación de valor inicial con valor final de pH entre tratamientos

Analizados los resultados de pH, sigue siendo ligeramente alcalino en todos los tratamientos debido a que están dentro del rango establecido (>7.5 a 8.0) por el laboratorio de Agrocalidad. Además, Ibarra et al., (2009) mencionan que para que exista mejor rendimiento de cultivos el pH del suelo debe estar entre 6.5 a 7.5, sin embargo, el suelo del sitio en estudio sigue teniendo un pH adecuado para los cultivos.

- Materia orgánica (MO)

Los análisis de MO dieron como resultado una disminución de este parámetro al comparar cada tratamiento con el valor inicial, como se visualiza en la Figura 6, sin embargo, se conserva el valor cuantitativo medio según los valores establecidos para suelos de la Sierra de Agrocalidad. El tratamiento fréjol (T1) y arveja (T3) reflejaron valores más altos con 1.36 %, y 1.27 % respectivamente; por el contrario, el tratamiento control (T0) y cebada (T2) tuvieron valores de 1.25 % y 1.18 % respectivamente.

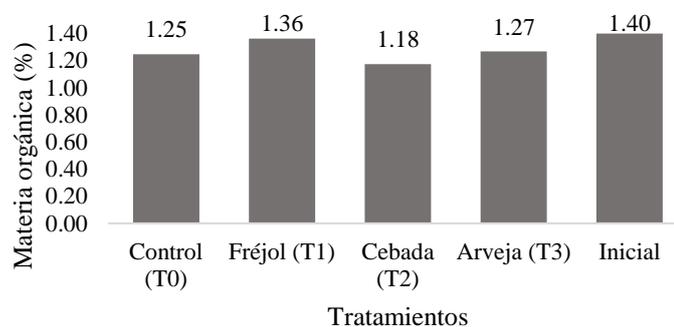


Figura 6. Comparación de valor inicial con valor final de MO entre tratamientos

FAO (1996) menciona que hay una disminución de materia orgánica al culminar los cultivos debido a que las plantas absorben por las raíces nutrientes imprescindibles para su desarrollo y en caso de no ser reemplazados con abonos, la fertilidad del suelo disminuye hasta agotarse. Por otro lado, se puede observar que para este tipo de cultivos hortícolas (Chantenay Red Core y Cebolla Bejo) se requiere una gran cantidad de MO para su ciclo de cultivo, por tal motivo, al final del cultivo se presentan valores menores que el inicial.

- Nitrógeno total

La Figura 7 muestra un valor inicial bajo de 0.07%, al colocar la fertilización en los tratamientos y realizar la cosecha, se observa que el cultivo utilizó nitrógeno, dando como resultado menores valores de este elemento en el suelo. El tratamiento con cobertura de arveja (T3) no presentó variación del valor inicial de 0.07% mientras que los demás tratamientos tienen un valor de 0.06%.

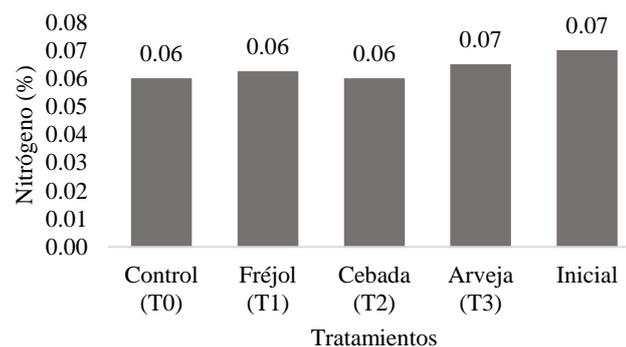


Figura 7. Comparación de valor inicial con valor final de nitrógeno total entre tratamientos

Cabe indicar que el suelo de cada tratamiento se fertilizó antes del cultivo y 45 días después para completar la cantidad de nitrógeno, necesario para cada hortaliza. Según Intagri S.C., (2019) el nitrógeno interviene en procesos de formación de proteínas, aminoácidos, ácidos nucleicos por esta razón se relaciona a este elemento con el crecimiento primario de las plantas, también menciona que, la deficiencia de este elemento causa un color amarillento y caída en las hojas también nulo crecimiento. A pesar de que el suelo del área de estudio presenta

valores bajos de nitrógeno total, sin embargo, no presentó caída ni color amarillo en las hojas y se obtuvo un tamaño óptimo de las plantas.

- Fósforo

Los resultados finales de fósforo fueron: En el tratamiento testigo (T0) un valor de 135.6 cmol/kg; teniendo un bajo rango de cantidades de fósforo con respecto al análisis inicial que se realizó (Figura 8). Sin embargo, con el resto de los tratamientos se puede apreciar que hay un aumento de esta variable en el suelo, teniendo mayores niveles de fósforo en el tratamiento de arveja (T3) con 157.13 cmol/kg. Seguido del tratamiento de cebada (T2) con 143.75 cmol/kg, y el tratamiento de fréjol (T1) de 141.65 cmol/kg.

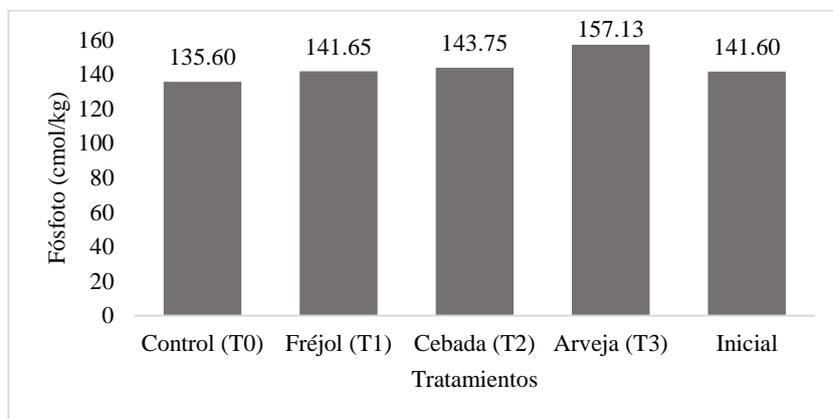


Figura 8. Comparación de valor inicial con valor final de fósforo entre tratamientos

Según Intagri SC, (2020) el fósforo ayuda en el desarrollo de la raíz, refuerza el proceso de floración y formación de semillas y constituye un elemento importante para la fijación del nitrógeno. El incremento de esta variable se debe a que, en suelos alcalinos, el fósforo tiende a sufrir una cadena de reacciones que producen compuestos fosforados de baja solubilidad. Por lo tanto, durante el largo tiempo que el fósforo estuvo en el suelo, las formas menos solubles, y por ende las menos disponibles para la planta, tienden a aumentar (Sanzano, 2020).

- Potasio

En la Figura 9 se puede observar valores altos de potasio a inicio del ensayo con 0.61cmol/kg, después de colocar los tratamientos y cosechar, se puede visualizar que ha tenido una disminución mínima, sin embargo, se mantiene en

valores catalogados cualitativamente altos en coberturas de: fréjol (T1) 0.56 cmol/kg, arveja (T3) 0.52 cmol/kg, control (T0) 0.46 cmol/kg y el menor valor lo reflejó en cebada (T2) 0.45 cmol/kg.

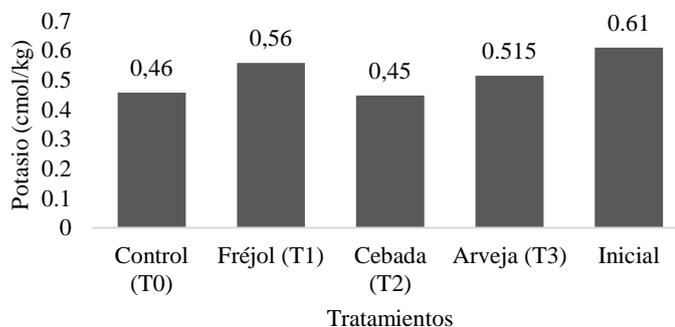


Figura 9. Comparación de valor inicial con valor final de potasio entre tratamientos

Según Intagri S.C., (2020) el potasio es el macroelemento más importante en el desarrollo y crecimiento de las plantas, además, es clave para evitar que exista marchitez prematura de las plantas, dado que, éste controla el cierre y la apertura de los estomas. Debido a que existen altos valores de potasio en el área de estudio, y este elemento es indispensable en fotosíntesis, respiración y activación de enzimas, el cultivo asociado tuvo un desarrollo óptimo lo cual se reflejó en el rendimiento de cultivos de zanahoria y cebolla.

4.1.2.2. Propiedades físicas

- Densidad aparente (DA)

El análisis estadístico aplicando la prueba ANOVA con el 5% de confianza Tabla 7 indicó que no existen diferencias significativas entre tratamientos, debido a que se obtuvo un valor p de 0.2891 lo que representa una cantidad mayor a 0.05. Lo que muestra que existió uniformidad entre tratamientos para este parámetro.

Tabla 7. Prueba ANOVA de densidad aparente

	F.V.	F	p-valor
Modelo		1.28	0.2891
Tratamientos		1.28	0.2891

Con respecto a los datos finales obtenidos en campo, se aprecia que existe una disminución en los niveles de compactación debido a la colocación de coberturas orgánicas, especialmente en los tratamientos de fréjol (T1) y arveja (T3) con 1.14 g/cm^3 para los dos casos, seguido de los tratamientos de control (T0) y cebada (T2) con 1.15 y 1.17 g/cm^3 respectivamente. Esto explica porque el cultivo estuvo en platabandas y no hubo ingreso de personas a las áreas de cultivo lo cual es importante que se mantengan las condiciones de aireación y permeabilidad del suelo.

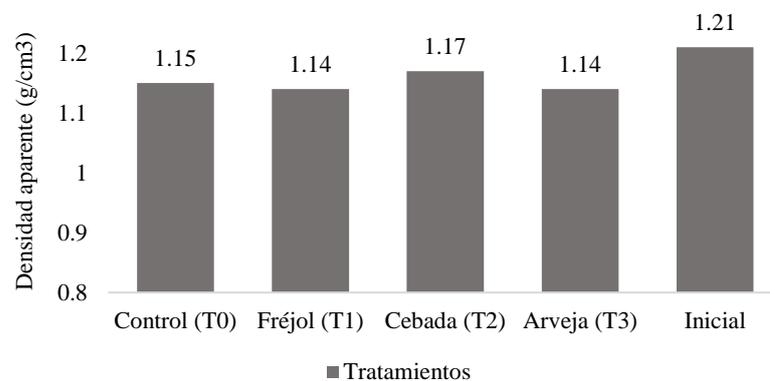


Figura 10. Comparación de valor inicial con valor final de DA entre tratamientos

La disminución en este parámetro es afectada por las partículas sólidas y por el espacio poroso, el cual está determinado principalmente por la materia orgánica del suelo (MO), donde, a medida que aumenta la MO y el espacio poroso, disminuye la DA y viceversa. A su vez, al tener valores bajos de densidad aparente se reconoce que son suelos porosos, aireados con buen drenaje y buena penetración de raíces, lo que permite un crecimiento favorable en los cultivos (Rubio, 2010). Se observó que el mulch de arveja y fréjol favorecieron la densidad aparente del suelo ya que lo hicieron más suave y mullido

- Capacidad de campo (CC)

Relacionado a la capacidad de campo, se obtuvo un valor inicial de 22.87%, al colocar los tratamientos se visualiza en la Figura 11, un aumento de CC en el tratamiento de fréjol (T1) con 23.18 %, sin embargo, en el tratamiento control (T3) con 22.03% no existe mucha variabilidad y los tratamientos de cebada (T2) y arveja

(T4) presentan 21.56% y 21.11 % respectivamente. Esto demuestra que CC esta más en relación con la textura del suelo.

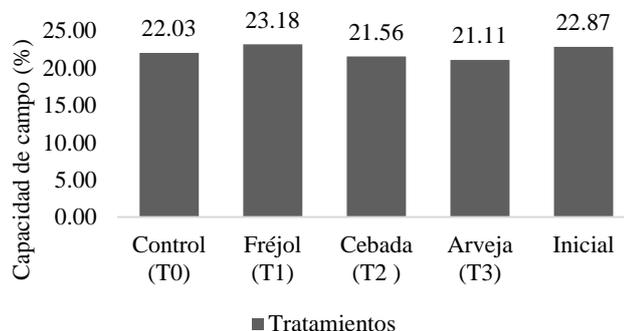


Figura 11. Comparación de valor inicial con valor final de CC entre tratamientos

Según Garrido, (2017) el porcentaje óptimo de cantidad de agua que puede retener el suelo a drenaje libre es de 20 a 30% considerándose una medida media en el caso del suelo de estudio cumple con estos valores teniendo una capacidad óptima para retener agua.

- Punto de marchitez (PM)

En la Figura 12 se puede observar un valor inicial de 12.43 % después de colocar la fertilización, tratamientos y cosechar se puede observar un aumento de punto de marchitez en el tratamiento de fréjol (T1) a 14.85%. mientras que para los demás tratamientos el valor disminuyó: control (T0) 11.98%, cebada (T2) 11.72% y el menor valor de este parámetro fue arveja (T3) con 11.47%.

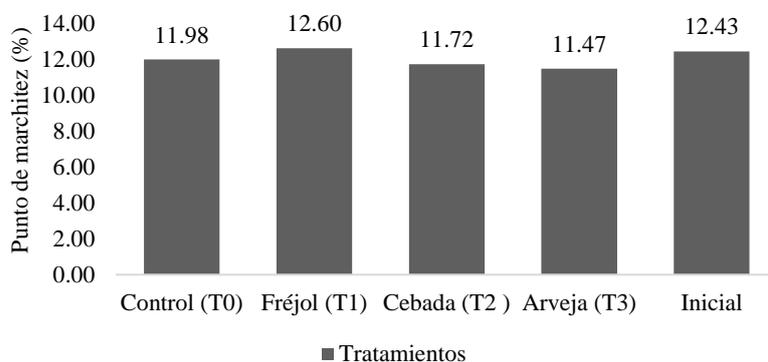


Figura 12. Comparación de valor inicial con valor final de PM entre tratamientos

Según FAO, (2019) el punto de marchitez hace referencia a la menor cantidad de agua que puede presentar el suelo, dado que, ha perdido toda a causa de un cultivo, en este caso un cultivo asociado muy demandante de agua y nutrientes. Debido a las altas precipitaciones y a la capacidad de mantener la humedad del suelo el tratamiento de fréjol (T1) tuvo un mayor contenido de humedad al punto de marchitez, mientras que los demás tratamientos han disminuido su valor. Sin embargo, al realizar el ensayo en una temporada lluviosa no fue necesario dar riego de manera constante.

- Agua aprovechable

En la Figura 13 se puede observar un valor inicial de agua aprovechable de 10.44 % después de haber realizado fertilización, siembra y cosecha se puede observar un mínimo aumento en el tratamiento de fréjol (T1) a 10.58%, mientras que los demás tratamientos han disminuido sus valores el tratamiento control (T0) 10.06%, seguido de cebada (T2) 9.84% y con el mínimo valor arveja (T3) con 9.64%. Se puede observar que estos valores tienen relación con la capacidad de campo y punto de marchitez.

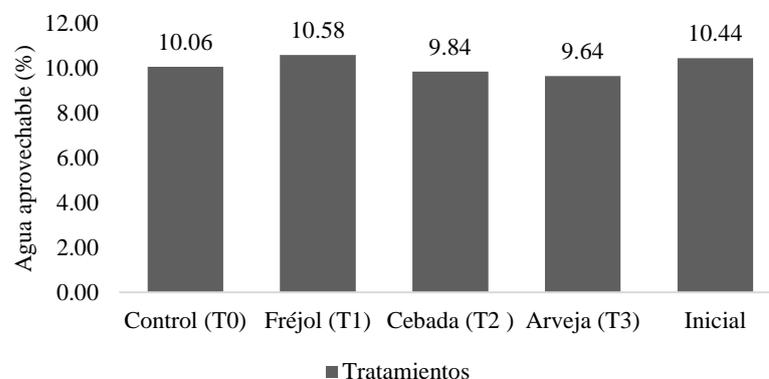


Figura 13. Comparación de valor inicial con valor final de agua aprovechable entre tratamientos

Según FAO, (2019) el agua aprovechable es un valor que se encuentra entre punto de marchitez y capacidad de campo, ésta hace referencia a la cantidad de agua que puede ser aprovechado para el crecimiento de las plantas.

4.2. Humedad, características morfológicas y rendimiento

Para obtener los resultados de esta segunda fase se tomó en cuenta la variable humedad analizada en LABINAM, también las características morfológicas diámetro ecuatorial, diámetro polar y peso de seis individuos al azar escogidos de la parcela neta, finalmente para evaluar el rendimiento se midió el rendimiento con el peso de zanahoria y cebolla por parcela neta y por hectárea.

4.2.1. Humedad

En la Tabla 8 se puede visualizar el resultado de la prueba estadística Kruskal Wallis con un valor $p < 0.0001$ que es menor a 0.05, por lo cual, se acepta la hipótesis alternativa, donde, al menos uno de los tratamientos tiene un efecto diferente en la humedad del suelo.

Con respecto al tratamiento que más humedad conservó en el suelo, se observó que fue el tratamiento de fréjol (T1) con 25.90 %, seguido de los tratamientos de arveja (T3) con 25.38 %, cebada (T2) 25.11 % y finalmente control (T0) con 22.24 %.

Tabla 8. Prueba Kruskal Wallis para la variable humedad

Variable	Tratamientos	Medias	D.E.	Medianas	H	P
Humedad	Fréjol (T1)	25.90	4.09	24.94	96.42	<0.0001
	Arveja (T3)	25.38	3.31	24.86		
	Cebada (T2)	25.11	3.73	24.31		
	Control (T0)	22.24	4.32	23.53		
	Inicial	15.83	6.83	17.63		

Según Vaca (2018) en el estudio Incidencia de coberturas orgánicas en la conservación de la humedad del suelo en cultivos asociados en Aloburo y Yahuarcocha, Imbabura-Ecuador los tratamientos más favorables para cultivos asociados de maíz y arveja son las coberturas de fabáceas de fréjol y arveja, dado que, en su ensayo estas tienden a tener mayor retención de humedad del suelo, también menciona que, la cobertura de cebada que tiende a retener menos cantidad de humedad, estaría óptima para cultivos con bajo requerimiento de humedad.

En el presente diseño se utilizó zanahoria Chantenay Red Core un cultivo con alta demanda de nutrientes y agua, y cebolla Bejo con alta demananda de nutrientes y propenso a pudrición de raíces por exceso de agua. Los resultados más favorables se obtuvieron con las coberturas de fabaceas de fréjol y arveja, dado que, estas aportaron nutrientes para el crecimiento de los cultivos tambien presentaron diversidad de macroorganismos edaficos que resultaron beneficiosos para los cultivos asociados, lo cual tiene relación con los análisis de nutrientes obtenidos en los tratamientos.

4.2.2. Morfología

Según Capelo (2020) la zanahoria Chantenay Red Core tiene un follaje verde muy desarrollado, raíces alargadas con una longitud de 5 a 7 cm, tienden a deformarse debido al tipo del suelo y su dureza, se encuentra adaptada a suelos en condiciones calientes. En cuanto a la cebolla Bejo, la variedad Sibir que fue la utilizada, según Jurado, (2021) tiene forma redondeada, resistencia a crecer hasta alcanzar su madurez, es resistente al invierno, presenta un color miel oscuro y un potencial productivo muy alto.

4.2.2.1. Diámetro ecuatorial, polar y peso de la zanahoria (Chantenay Red Core)

En la Tabla 9 consta el análisis estadístico realizado con la prueba Kruskal Wallis para el diámetro ecuatorial de la zanahoria, donde se obtuvo un valor p de 0.0001 que es menor a 0.05, por lo cual, se acepta la hipótesis alternativa, donde al menos uno de los tratamientos muestra comportamientos diferentes respecto al diámetro ecuatorial.

Según las medias obtenidas por cada tratamiento se puede observar que el tratamiento cobertura de fréjol (T1) presenta zanahorias con diámetros ecuatoriales mayores con 4.87cm, seguido de los tratamientos: cebada (T2), arveja (T3) y control (T0) con 4.82, 4.80 y 4.18 cm respectivamente.

Para realizar el análisis estadístico de longitud de zanahoria se aplicó la prueba Kruskal Wallis que se visualiza en la Tabla 9, donde se obtuvo un valor p de 0.0078, como es menor a 0.05, se acepta la hipótesis alternativa, donde al menos

uno de los tratamientos difiere en tamaño con respecto al diámetro polar de zanahoria.

Según las medias obtenidas por cada tratamiento se puede observar que el tratamiento con mulch de fréjol (T1) presentó zanahorias con diámetros polares mayores que el resto de los tratamientos con 13.59 cm, seguido de los tratamientos de coberturas de: cebada (T2), arveja (T3) y control (T0) con 13.05, 12.94 y 12.15 cm respectivamente.

Para realizar el análisis estadístico de masa, se aplicó la prueba Kruskal Wallis que se observa en la Tabla 9 y se obtuvo un valor p de 0.0001, como es menor a 0.05, se acepta la hipótesis alternativa, donde al menos uno de los tratamientos difiere en cuanto a peso de los cultivos.

Verificando las medias de puede observar que las zanahorias de mayor peso son del tratamiento cobertura de fréjol (T1) con 205.65 g, seguido del tratamiento cobertura de cebada (T2) con 200.06 g, a continuación, el tratamiento cobertura de arveja (T3) con 196.65 g y finalmente el tratamiento control (T0) con 144.21g.

Tabla 9. Variables morfológicas zanahoria

Variable	Tratamientos	Medias	Medianas	p
Diámetro ecuatorial (cm)	Fréjol (T1)	4.87	4.85	0.0001
	Cebada (T2)	4.82	4.7	
	Arveja (T3)	4.8	4.8	
	Control (T0)	4.18	4	
Longitud (cm)	Fréjol (T1)	13.59	14	0.0078
	Cebada (T2)	13.05	12.8	
	Arveja (T3)	12.94	12.75	
	Control (T0)	12.15	12.2	
Peso (g)	Fréjol (T1)	205.65	197	0.0001
	Cebada (T2)	200.06	195.5	
	Arveja (T3)	196.65	189	
	Control (T0)	144.21	128	

Según AgroSad (2022) menciona que la zanahoria de la variedad Chantenay Red Cored presentan un diámetro de 5 a 6 cm en suelos sueltos, mullidos y con buena fertilización. Sin embargo, con respecto a los cultivos para esta investigación, tienen un grosor menor con respecto al del autor citado, esto debido a que, al

sembrar la zanahoria, éstas se encontraban en un suelo menos suelto, por lo que impidió que la zanahoria logre expandirse de mejor manera para obtener un grosor óptimo.

A pesar de esto, los tratamientos de fréjol (T1) y cebada (T2) son los que más se acercan a los rangos morfológicos estipulados por el autor mencionado y la que presenta zanahorias más delgadas es el tratamiento de control (T0). Con esto se determina que las coberturas orgánicas no solo contribuyen a mejorar en la humedad del suelo, sino también en el crecimiento de las zanahorias, dado que las coberturas aportan nutrientes al suelo que resultan ser indispensables en el desarrollo de los cultivos.

Según Mendez (2017) menciona que la zanahoria de la variedad Chantenay Red Cored presentan un diámetro polar de 16 a 18 cm con follaje vigoroso y raíces cónicas y fuertes cuando se encuentran en suelos sueltos, mullidos y fertilizados. No obstante, con los cultivos de zanahoria para esta investigación, presentan una menor longitud si lo comparamos con los datos del autor citado, dado que, el sitio donde se cultivó la zanahoria era un suelo de tipo cangahua, que son suelos duros y menos sueltos, por lo que impidió que los individuos logren expandirse de mejor manera para obtener mayor longitud. A pesar de esto, los tratamientos de fréjol (T1) y cebada (T2) son los rangos más altos y la que presenta zanahorias más pequeñas es el tratamiento de control (T0).

Comparando esta investigación con los valores que obtuvo Torres (2013) donde en su estudio del comportamiento agronómico de siete híbridos de zanahoria amarilla, ubicó a la variedad Chantenay Híbrida con mayor peso, una media de 120.13 g y con menor peso se encontraron los híbridos Chantenay Red Cored y Bolero con medias de 95.58 y 93.88 g respectivamente. Esta investigación no discrepa de los resultados obtenidos en el presente estudio, pues se obtuvo valores inferiores a los reportados en los tratamientos T1 y T2, que estuvieron por sobre los 200 g.

4.2.2.2. Diámetro ecuatorial, polar y peso de la cebolla (Cebolla Bejo)

En la Tabla 10 se detallan los resultados de la prueba estadística Kruskal Wallis para análisis de la varianza no paramétrico, donde se obtuvo un valor p de

0.1189 que es mayor a 0.05, lo que explica que no existen diferencias significativas en el diámetro de las cebollas de los tratamientos, de igual manera se puede visualizar que sus medias y medianas tienen valores con baja variación.

Según las medias se obtuvo que el tratamiento cobertura de fréjol (T1) presenta zanahorias con diámetros ecuatoriales mayores que el resto con 5.55 cm, seguido de los tratamientos coberturas de: cebada (T2), fréjol (T1) y control (T3) con 5.29, 5.26 y 5.06 cm respectivamente.

Para realizar el análisis estadístico se aplicó la prueba Kruskal Wallis para variables no paramétricas y se obtuvo un valor p de 0.0269, como es menor a 0.05, se acepta la hipótesis alternativa, donde al menos uno de los tratamientos difiere en tamaño con respecto al diámetro polar.

Mediante la Tabla 10, se puede observar que las medias de diámetros polares del tratamiento de cobertura de fréjol (T1) con 6.77 cm fueron mayores que el resto, seguido del tratamiento cobertura de cebada (T2) con 6.30 cm, a continuación, en una mínima diferencia el tratamiento cobertura de arveja (T3) con 6.24 cm, mientras que los diámetros polares menores se los puede visualizar en las parcelas de control que no tenían ningún tratamiento.

En la Tabla 10 se puede observar la prueba estadística Kruskal Wallis para análisis de varianza no paramétrico para la variable peso, donde se obtuvo un valor p de 0.1598 mayor a 0.005, lo que significa que no existen diferencias significativas en la masa de las cebollas de los tratamientos, de igual manera se puede visualizar que sus medias y medianas tienen valores con poca variación.

Al comparar los valores adquiridos por cada tratamiento en la Tabla 14, se puede visualizar que las cebollas de mayor peso son del tratamiento fréjol (T1) con 122.48 g, seguido del tratamiento cebada (T2) con 110.04 g, a continuación, el tratamiento arveja (T3) con 108.23 g y finalmente el tratamiento control (T0) con 103.44 g.

Tabla 10. Prueba Kruskal Wallis de la morfología de la cebolla

Variable	Tratamientos	Medias	Medianas	p
Diámetro ecuatorial (cm)	Fréjol (T1)	5.55	5.65	0.1189
	Cebada (T2)	5.29	5.2	
	Arveja (T3)	5.26	5.25	
	Control (T0)	5.06	4.9	
Diámetro polar (cm)	Fréjol (T1)	6.77	6.8	0.0269
	Cebada (T2)	6.3	6.25	
	Arveja (T3)	6.24	6.15	
	Control (T0)	6.09	6.15	
Peso (g)	Fréjol (T1)	122.48	118.5	0.1598
	Cebada (T2)	110.04	98.5	
	Arveja (T3)	108.23	99	
	Control (T0)	103.44	92.25	

Según Estrada et al., (2015) en su estudio de producción de cebolla blanca con niveles de humedad de 100%, 75% y 50%, donde utilizaron quince tratamientos en cinco variedades de cebolla para medir los parámetros peso, diámetro ecuatorial y polar de 20 individuos de cada tratamiento al azar obteniendo como resultado que con mayor déficit de humedad existía menor peso y tamaño en los bulbos de las cebollas. Los niveles de humedad favorecer al crecimiento y al rendimiento de la cebolla, dado que, las coberturas orgánicas mantienen humedad, nutrientes, efectos favorables en el desarrollo, rendimiento y conservación de nutrientes del suelo pos-cultivos de cebolla.

Según Martín de Santa Olalla et al., (2005) este proceso, como en todos en los que implica desarrollo y división celular, se ve afectado por la poca disponibilidad de agua, y una vez que se han iniciado los primordios, el tamaño final que logran obtener los órganos está influenciado por la duración de la división celular, a su vez, la disponibilidad hídrica posee importantes consecuencias sobre varios procesos vitales.

Los resultados obtenidos en campo discrepan de los datos de Lescay y Esequiel (2002), donde evaluaron cuatro variedades de cebolla en Cuba utilizando fertilización orgánica y encontraron un diámetro promedio de bulbos de 4.15 cm, resultado inferior a los que se alcanzaron en la presente investigación.

Según Assuero y Rattin (2007) mencionan que una baja disponibilidad hídrica durante el llenado genera bulbos de pequeño tamaño, con brotación temprana y alta tasa de pérdida de peso durante el almacenamiento de poscosecha, Sin embargo, las coberturas orgánicas al retener humedad contribuyen al desarrollo de la fisiología de las plantas puesto que un déficit de este genera un tamaño reducido de la planta y limita un rendimiento en los cultivos.

Lescay (2006) en su investigación con cuatro variedades de cebolla, sin utilizar coberturas vegetales indicó que el peso promedio de los bulbos fue de 53.16g en la empresa Cultivos Varios Niqueros y de 71.16g en la Estación Territorial de Investigaciones Agropecuarias de Holguín, los cuales, son valores que están por debajo de los datos obtenidos en esta investigación.

4.2.2.3.Rendimiento de zanahoria

Para obtener el rendimiento de cultivos de zanahoria se dividió la cosecha en tres categorías (primera, segunda y tercera) de donde se obtuvo el promedio, el peso total de cada parcela y el peso total por hectárea, como se visualiza en la Tabla 11.

El tratamiento que presentó mejor rendimiento promedio fue de fréjol (T1) con un promedio de 4.41, 2.64 y 1.76 kg para cada categoría respectivamente, teniendo un peso total por parcela de 8.81 kg/parcela y un peso total por hectárea de 4409.5 kg/ha, seguido del tratamiento de cebada (T2) con 3.87 kg (primera), 3.23 kg (segunda) y 1.66 kg (tercera), con un peso total por parcela de 8.78 kg/parcela y un peso total por hectárea de 43902.5, a continuación el tratamiento de arveja (T3) con un peso total por parcela de 8.38 kg/parcela y 41942.5 kg/hectárea y finalmente control (T0) con un peso total por parcela de 7.12 kg/parcela y un peso total por hectárea de 35627.5 kg/ha.

Tabla 11. Rendimiento de zanahoria con respecto al tratamiento de cada parcela

Tratamientos	Repeticiones	Rendimientos				
		Primera (kg)	Segunda (kg)	Tercera (kg)	P.T (kg/ parcela)	P.T. (kg/ ha)
T1 (Mulch fréjol)	R1	7.5	3	0,5		
	R2	2.142	3.5	3,1		
	R3	4	2,5	1,592		
	R4	4	1,574	1,87		
	Promedio	4.4105	2.6435	1.7655	8.8195	44097.5
T2 (Mulch cebada)	R1	2	1,258	1,042		
	R2	2,3	2,5	1,9		
	R3	3,9	5,5	2		
	R4	7,3	3,7	1,722		
	Promedio	3.875	3.2395	1.666	8.7805	43902.5
T0 (Control)	R1	4,4	3,3	1,489		
	R2	3	1,5	1,193		
	R3	2,808	1,61	0,502		
	R4	3	3,5	2,2		
	Promedio	3.302	2.4775	1.346	7.1255	35627.5
T3 (Mulch arveja)	R1	2,884	2,819	2,193		
	R2	4,5	2,5	1,345		
	R3	4	0,923	1,89		
	R4	5	2,5	3		
	Promedio	4.096	2.1855	2.107	8.3885	41942.5

Según Torres (2013) menciona que la zanahoria de la variedad Chantenay Red Core en el cantón Píllaro, provincia de Tungurahua, presenta un rendimiento de 26329.78 kg/ha ubicándola en un rango intermedio en los rendimientos, sin embargo, en el área de estudio se tiene un rendimiento de 44097.5 kg/ha donde según el rango del autor, el resultado es óptimo.

En las provincias de Cotopaxi, Pichincha, Tungurahua, Bolívar y Chimborazo, esta última es la provincia que más produce esta raíz, genera unas 10.300 toneladas/por año. La producción total de zanahoria en el país fue de 28.130

toneladas/por año en 2013. Este producto se genera durante todo el año y para obtener un óptimo cultivo de este producto, se necesitan de 12 a 16 semanas, sin embargo, también depende de la variedad de zanahoria (Torres, 2013).

4.2.2.4.Rendimiento de cebolla

Para obtener el rendimiento de cultivos de cebolla se dividió la cosecha en tres categorías (primera, segunda y tercera) de donde se obtuvo el promedio, el peso total de cada parcela y el peso total por hectárea, como se visualiza en la Tabla 15.

El tratamiento que presentó mejor rendimiento fue de fréjol (T1) con un promedio de 2.43, 0.78 y 0.65 kg para cada categoría respectivamente, teniendo un peso total por parcela de 3.86 kg/parcela y un peso total por hectárea de 19347.5 kg/ha, seguido del tratamiento de cebada (T2) con 1.56 kg (primera), 1 kg (segunda) y 0.70 kg (tercera), con un peso total por parcela de 3.27 kg/parcela y un peso total por hectárea de 16377.5, a continuación el tratamiento de arveja (T3) con un peso total por parcela de 3.83 kg/parcela y 19167.5 kg/hectárea y finalmente control (T0) con un peso total por parcela de 2.63 kg/parcela y un peso total por hectárea de 13152.5 kg/ha.

Tabla 12. Rendimiento de cebolla con respecto al tratamiento de cada parcela

Tratamientos	Repeticiones	Rendimientos				
		Primera (kg)	Segunda (kg)	Tercera (kg)	P.T (kg parcela)	P.T. (kg/ ha)
T1 (Mulch fréjol)	R1	1.503	0.873	0.502		
	R2	1.568	0.741	0.948		
	R3	2.422	0.805	0.673		
	R4	4.23	0.71	0.503		
	Promedio	2.43075	0.78225	0.6565	3.8695	19347.5
T2 (Mulch cebada)	R1	0.789	1.054	0.496		
	R2	1.798	0.401	0.423		
	R3	0.434	0.679	0.557		
	R4	3.25	1.888	1.333		
	Promedio	1.56775	1.0055	0.70225	3.2755	16377.5
T0 (Control)	R1	0.586	0.53	0.722		
	R2	0.234	1.25	0.307		
	R3	1.966	0.942	0.292		
	R4	2.495	0.835	0.363		
	Promedio	1.32025	0.88925	0.421	2.6305	13152.5
T3 (Mulch arveja)	R1	0.552	0.714	0.422		
	R2	0.542	0.259	1.008		
	R3	2.111	1.063	1.608		
	R4	5.018	1.314	0.723		
	Promedio	2.05575	0.8375	0.94025	3.8335	19167.5

Los resultados que se obtuvieron en esta investigación indican que existe un comportamiento diferente con cada tratamiento establecido, por lo que se deduce que no todas las coberturas orgánicas responden con el mismo potencial productivo (Estrada et al., 2015). Comparando los tratamientos con cobertura orgánica y tratamiento control (sin cobertura) se puede visualizar que el déficit de humedad sobre el desarrollo y fisiología de las plantas generan un tamaño de bulbo reducido. A su vez, Tuberosa y Salvi (2006) mencionan que el déficit hídrico es el principal factor abiótico que limita el rendimiento de la mayoría de los cultivos.

4.2.2.5. Identificación de macroorganismos

En la Tabla 13 se puede observar datos de presencia y ausencia de macroorganismos presentes en los tratamientos, siendo representada la presencia con el número 1 y ausencia con 0 visualizando la presencia de los macroorganismos de la familia Carabidae, Coleombolos, y Lumbricidae en todas las parcelas, presencia en determinadas parcelas de arácnidos y la presencia de la familia dermáptera en una sola parcela y un solo muestreo.

Según (López y Deloya, 2021) el orden Entobryomorpha cumple un rol fundamental en la naturaleza y agroecosistemas como es la descomposición de materia orgánica proveniente de especies animales y vegetales en el suelo, además, intervienen en la polinización, llevando en su cuerpo polen que se intercambia entre individuos vegetales. En el presente ensayo se puede observar mayor presencia de individuos en las parcelas con tratamientos, dado que, estas proporcionan refugio durante el día y alimento durante la noche, ya que, según Domínguez, (2011) el orden coleóptero presenta hábitos nocturnos.

Con referencia al orden dermáptera estos individuos cumplen el rol de regulación de la cadena trófica, dado que, son considerados depredadores, que ayudan a controlar plagas, pero también son animales omnívoros, que pueden alimentarse de cultivos produciendo pérdidas en la agricultura (Mesa, 2015). Los cultivos realizados en el ensayo no presentaron ninguna plaga, por lo que no fue necesaria la existencia de estos individuos, además existió la presencia de este orden en una sola toma de datos, por lo que no presentó ningún riesgo de depredación de cultivos.

Según Canna, (2021) los colémbolos son los insectos con mayor presencia en el suelo necesitan de ambientes húmedos y se alimentan de materia vegetal en descomposición, estos no representan una gran amenaza para los cultivos a menos que transporten partículas bacterianas que pueda afectar la vegetación. En el ensayo los colémbolos se vieron atraídos por la humedad que mantenía el suelo y el alimento de la materia en descomposición de las coberturas. En el cultivo no existió ninguna plaga lo cual indica que los individuos de este orden no presentaban ninguna partícula bacteriana o fúngica atraída de otros cultivos.

El orden Haploxida según Guitiérrez et al., (2020) mejora la estructura del suelo, dado que, son organismos de hábitos terrestre que forman galerías mejorando el nivel de compactación y la infiltración del agua, también, se debe mencionar que en comunidades con numerosas lombrices sanas los cultivos presentan mayor mejor rendimiento. Debido a la humedad y la cantidad de materia orgánica presentes en el sitio de estudio, al extraer un fragmento de suelo se pudo observar que existe mayor presencia del orden haploxida en las parcelas que presentaban cobertura vegetal.

Tabla 13. Presencia/ausencia de macroorganismos en el ensayo

Orden	Figura	Tratamientos												Fecha								
		T0				T1				T2				T3				14-ene	28-ene	11-feb	25-feb	11-mar
		R1	R2	R3	R4	R1	R2	R3	R4	R1	R2	R3	R4	R1	R2	R3	R4					
Coleoptera		0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	x					
		1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	x				
		0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0				x	
		0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0					x
		0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0					x
Dermaptera		0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	x					
		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
Entomobryomorpha		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	x					
		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		x			
		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1				x	
		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1					x
		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1					x
Haplotaxida		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	x					
		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		x			
		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1				x	
		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1					x
		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1					x
Araneae		0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	x					
		0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0		x			
		1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				x	
		0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0					x
		0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1						x
		0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	x					
		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1		x			
		0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				x	
		0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1					x
		1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					x
		1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	x					
		1	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1		x				
		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
		0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0					x
		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0					x
	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	1	0	0	x						
	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0		x				
	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1				x		
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1						x	
	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1						x	

Según Orchardson (2020), señala que los arácnidos son beneficiosos en los agroecosistemas, dado que, son controladores biológicos, sin embargo, prácticas como labranza, limpieza excesiva de malezas y monocultivos puede disminuir su población por lo contrario prácticas como siembra directa sin labranza y mulching tienden a aumentar la diversidad y abundancia de estas especies. Al colocar las coberturas en el presenta ensayo se pudo verificar que se convirtió en el hábitat de varios macroorganismos, volviéndose propicio para la presencia de depredadores como los arácnidos, cuyo principal método de caza es utilizando telarañas.

4.3. Estrategias de uso de coberturas muertas y cultivos asociado

Después de realizar el taller con miembros de la Junta de Riego se elaboró una matriz FODA como se visualiza en la Tabla 14, donde se incluyeron fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas que presentan los agroecosistemas de los miembros de la Junta de Riego de Cuesaca.

Tabla 14. Matriz FODA de junta de riego de Cuesaca

Fortalezas	Oportunidades
F1. Disciplina y organización	O1. Posibilidad de participación de los miembros de la Junta de Riego de Cuesaca proyectos de vinculación con la academia
F2. Reservorios de agua	O2. Capacitación de casas comerciales sobre agricultura orgánica
F3. Administración de riego	O3. Capacitaciones por parte del MAGAP y Prefectura del Carchi (sistemas riego y siembra)
F4. Rotación de cultivos	O4. La Junta de Riego de Cuesaca pertenece al sistema de riego del cantón Bolívar (reuniones mensuales)
F5. Buen manejo de envases de pesticidas	
F6. Limpieza de canales de riego	
F7. Presencia de fauna edáfica e insectos polinizadores	
F8. Clima apto para cultivos andinos melloco, oca, papa, zanahoria, camote, fréjol, maíz y otros	
Debilidades	Amenazas (externo)
D1. No se aplican políticas para la conservación de páramos y reparto de agua	A1. Cambio climático
D2. Vías de acceso insuficientes	A2. Avance de la frontera agrícola hacia los páramos que compromete los caudales de agua
D3. Conflictos sociales por el agua	A3. Producción agrícola convencional (monocultivos, mayor oferta de precios más bajos)
D4. Suelos endurecidos (durostoll)	A4. Conflictos por el uso del agua con otras Juntas de Riego
D5. Escasa precipitación 500mm por año	
D6. Limitado acceso a crédito	
D7. Contaminación de agroecosistemas por uso de pesticidas	

2.1.9. Identificación de estrategias

Culminada la identificación FODA (fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas) en el lugar de estudio, se realizó el cruce de elementos para diseñar estrategias, que ayuden a conservar los recursos suelo, agua, aire y diversidad de organismos.

Tabla 15. Cruce de elementos de matriz FODA

Crterios	Variables	Estrategias
Fortalezas y Amenazas (FA)	F2. Reservorios de agua A1. Cambio climático F4. Rotación de cultivos F6. Limpieza de canales de riego A3. Producción agrícola convencional (monocultivos, mayor oferta de precios más bajos) F8. Clima apto para cultivos andinos melloco, oca, papa, zanahoria, camote, fréjol, maíz, otros	Mejoramiento de la calidad productiva del suelo
Fortalezas y Oportunidades (FO)	F1. Disciplina y organización O1. Posibilidad de participación de los miembros de la Junta de Riego de Cuesaca en proyectos de vinculación con la academia F3. Administración de riego O2. Capacitación de casas comerciales sobre agricultura orgánica F5. Buen manejo de envases de pesticidas O4. La Junta de Riego de Cuesaca pertenece al sistema de riego del cantón Bolívar (reuniones mensuales) F7. Diversidad de fauna edáfica e insectos polinizadores	Fortalecimiento organizativo y educación ambiental

Debilidades y Amenazas (DA)	D1. No se aplican políticas para la conservación de páramos y reparto de agua A2. Avance de la frontera agrícola hacia los páramos que compromete los caudales de agua D3. Conflictos sociales por el agua A4. Conflictos por el uso del agua con otras Juntas de Riego	Gestión política de control y protección de páramos y fuentes hídricas de la zona
Debilidad y oportunidad (DO)	D1. No se aplican políticas para la conservación de páramos y reparto de agua O1. Participación de los miembros de la junta de riego de Cuesaca con la comunidad universitaria para proyectos de vinculación D3. Conflictos sociales por el agua O3. Capacitaciones por parte del MAGAP y prefectura del Carchi (sistemas riego y siembra) D6. Limitado acceso a crédito O4. La Junta de Riego de Cuesaca pertenece al sistema de riego del cantón Bolívar (reuniones mensuales) D7. Contaminación de agroecosistemas por uso de pesticidas D4. Vías de acceso insuficiente	Participación en proyectos de conservación de páramos

Realizado el cruce de variables se obtuvo el diseño de cuatro estrategias detalladas a continuación:

Estrategia 1. Mejoramiento de la calidad productiva del suelo

Objetivo general:

Manejar y conservar las propiedades físicas, químicas y biológicas de los recursos agua y suelo del barrio Cuesaca mediante el uso de coberturas orgánicas disponibles en la zona, seguimiento y control de instituciones públicas (MAG, GPC) para conservar los recursos naturales y la biodiversidad.

Alcance:

Capacitar a los miembros de la Junta de Riego de Cuesaca por parte de instituciones gubernamentales y ONGS para mejorar las condiciones agroecosistémicas de la zona.

Justificación:

En Cuesaca al existir un tipo de suelo durosoll de cangahua, bajas precipitaciones y riego bajo restricción, sus agroecosistemas necesitan técnicas de conservación que ayuden a mejorar la calidad del suelo, reducir el uso de herbicidas, y optimizar el uso de agua para riego, esto es necesario para mantener una seguridad alimentaria para futuras generaciones. Algunas de las técnicas para conservación del suelo son: cultivos asociados beneficioso para el suelo, dado que al combinar diferentes especies vegetales producen complementariedades entre sí, generando una relación simbiótica y generando nutrientes para el suelo, además, evita que se proliferen plagas entre los cultivos. Otra técnica que contribuye a mejorar y/o mantener las propiedades del suelo, es la implementación de coberturas orgánicas, puesto que, genera humedad en el suelo, aumenta la cantidad de materia orgánica, disminuye la emergencia de malas hierbas y mejora la diversidad edáfica de la zona. Algunas actividades de conservación se encuentran detalladas en la Tabla 16.

Tabla 16. Técnicas de cultivos asociados y coberturas orgánicas para conservar los recursos naturales y biodiversidad del suelo

Estrategia	Proyecto	Actividades	Indicadores	Medios de verificación	Alcance	Responsable
Mejoramiento de la calidad productiva del suelo	Proyecto de implementación de técnicas de cultivos asociados y coberturas orgánicas	Capacitación en cultivos asociados altoandinos	Número de personas capacitadas	Oficios, registro de asistencia y fotografías		Técnicos (MATTE, ONG (Altrópico, AVSF), Técnicos Técnicos MAG Prefectura del Carchi
		Capacitación de tipos de coberturas vegetales Implementación prototipos de huertos orgánicos con cultivos asociados y coberturas muertas	Número de huertos prototipo	Agrobiodiversidad Producción orgánica	Capacitar a la Junta de Riego de Cuesaca por parte instituciones gubernamentales y ONGS para mejorar las condiciones agroecosistémicas de la zona	Miembros de la Junta de Riego de Cuesaca
	Proyecto de Monitoreo anual de propiedades físicas, químicas, biológicas del suelo	Monitoreo anual de propiedades físicas, químicas, biológicas del suelo	Número de muestras analizadas	Resultados de las propiedades del suelo		Técnicos ONGs, responsables de laboratorios acreditados

Proyecto de
controles técnicos
de los métodos
actuales de
cultivo

Controles
mensuales
técnicos de los
métodos de
cultivo
aplicados por
miembros de la
junta

Número de
personas
beneficiarias

Incremento de
rendimientos
productivos

Técnicos ONGs

Estrategia 2. Educación ambiental y fortalecimiento organizativo

Objetivo general:

Ejecutar programas de fortalecimiento organizativo y educación ambiental con el liderazgo de estudiantes de vinculación de la carrera de Ingeniería en Recursos Naturales Renovables de la Universidad Técnica de Norte y AVSF, para mejorar el manejo de los recursos naturales las condiciones organizativas y buenas prácticas ambientales de los miembros de la Junta de Riego de Cuesaca.

Alcance:

Capacitar a los miembros de la Junta de Riego de Cuesaca por parte de los estudiantes de vinculación de la Academia (previa suscripción de convenio) y AVSF para mejorar las condiciones agroecosistémicas de la zona.

Justificación:

La educación ambiental es importante porque ayuda a la concientización y expansión de conocimientos a la población sobre las crisis ambientales que se está suscitando, tanto en su territorio como a nivel mundial; enfocado en el ámbito del suelo, este es la base de la vida, donde se desarrollan procesos físicos, químicos, biológicos y ciclos biogeoquímicos necesarios para el funcionamiento del planeta, para los agricultores es su medio de subsistencia, si este recurso llega a perder o disminuir su fertilidad se producirían cuantiosas pérdidas económicas y provocaría un desequilibrio en la soberanía alimentaria. Además, es importante fortalecer la organización para mantener las buenas prácticas que se realizan y mejorar las actividades que causan impacto ambiental, además, permitirá compartir con los miembros, las diferentes problemáticas que se vive y entre todos buscar una solución. Se encuentran detallados a continuación en la Tablan17 dos proyectos que contribuirán a la conservación de agroecosistemas.

Tabla 17. Programas de educación ambiental y fortalecimiento organizativo la población

Estrategia	Proyecto	Actividades	Indicadores	Medios de verificación	Alcance	Responsable
Programas de educación ambiental y fortalecimiento organizativo	Proyecto de vinculación “Somos parte de la solución” con la academia	Realizar el convenio con la Academia		Convenio firmado		
		Taller de concientización ambiental	Número de personas capacitadas		Capacitar a la Junta de Riego de Cuesaca por parte de la Academia universitaria para mejorar las condiciones agroecosistémicas de la zona	Estudiantes de la Academia
		Taller de impacto ambiental de uso de pesticidas		Oficios, registros de asistencia y fotografías		
	Proyecto sobre fortalecimiento organizativo con apoyo de ECUARUNARI.	Taller de mejoramiento de suelo				
		Capacitación para fortalecimiento organizativo de la junta de riego		Registro de asistencia	Capacitar a la Junta de Riego de Cuesaca por parte de ONGs	Técnicos AVSF

Estrategia 3. Gestión política para el control y protección de páramos y fuentes hídricas de la zona

Objetivo general:

Definir políticas de control y protección de páramos y fuentes hídricas de la zona para la mejora del sistema de riego, repartición de agua y conservación de los caudales.

Alcance:

Gestionar el cumplimiento de políticas de control y protección de páramos y fuentes hídricas de la zona, por parte de los miembros de la Junta de Riego de Cuesaca y presentarlos a las autoridades correspondientes para que sean revisados, aprobados y legalizados.

Justificación:

Los miembros de la Junta de Riego de Cuesaca tienen problemas con el agua, debido a que en las zonas altas los páramos, están siendo deforestados por los dueños de las haciendas para extender la zona agrícola y ganadera, lo cual afecta los caudales de agua para las zonas bajas. Es por ello, que se deberán realizar nuevos o actualizar las políticas de control y protección de páramos, para que puedan ser presentados a las autoridades competentes y poder contribuir de mejor manera al uso y distribución del agua y control de páramos en la zona. Es importante realizar una propuesta juntamente con el GAD parroquial para encontrar proyectos (Tabla 18) que ayuden a solucionar los conflictos mencionados.

Tabla 18. Actualización de políticas de control y protección de páramos y fuentes hídricas de la zona

Estrategia	Proyecto	Actividades	Indicadores	Medios de verificación	Alcance	Responsable
Gestión política de control y protección de páramos y fuentes hídricas de la zona	Proyecto de generación de políticas de control y protección de páramos y fuentes hídricas	Socialización de la propuesta de estrategias	Número de personas participantes	Registro de asistencia y fotografías	Actualización de políticas de control y protección de páramos y fuentes hídricas por parte de los miembros de la Junta de Riego de Cuesaca y presentarlos a las autoridades correspondientes para que sean revisados, aprobados y legalizados	Junta de riego de Cuesaca y GAD parroquial
		Definición y aprobación de políticas	Número de políticas aprobadas	Documentos elaborados		
		Actividades de gestión de políticas	Número de artículos legalizados	Documentos elaborados		

Estrategia 4. Participación en proyectos de conservación de páramos

Objetivo general:

Efectuar la participar en proyectos de conservación ambiental mediante la adquisición de una propiedad en el páramo, a través de recursos económicos de las Juntas de Riego para conservar y garantizar el flujo continuo de agua.

Alcance:

Beneficiar a las 17 juntas del sistema de riego La Paz-Piquiucho con sistemas de riego y posible mayor caudal.

Justificación:

El sistema de riego utilizado por las 17 juntas de agua de riego del cantón Bolívar tiene un tiempo de vida de aproximadamente 40 años a pesar de que existe caudal constante, por las buenas prácticas realizadas por determinadas Juntas de Riego, con el cambio climático y el avance de la frontera agrícola el flujo podría disminuir, provocado sequía, suelos erosionados y más problemas sociales con las Juntas de Riego de las zonas bajas. Por estas razones es necesario la conservación de las zonas de recarga hídrica mediante los programas de protección impulsados por el gobierno y realizar un mantenimiento constante de los canales desde el origen hasta el sitio de entrega. Para generar fondos y conservar los páramos, se prevé tener participación en dos proyectos que se detallan en la Tabla 19.

Tabla 19. Adquisición de una propiedad en el páramo

Estrategia	Proyecto	Actividades	Indicadores	Medios de verificación	Alcance	Responsable
Participación en proyectos de conservación de páramos	Proyecto de participación al programa socio bosque	Reuniones mensuales	Número de agricultores participantes	Registros de asistencia	Beneficiar a las Juntas de Riego del canal La Paz-Piquiucho con caudal de agua constante	Directivas de las Juntas de Riego Prefectura del Carchi
		Actividades para recaudar fondos	Número de actividades a ejecutar	Contabilidad de las actividades		
		Compra de la propiedad	Escrituras de la propiedad	Registro de la propiedad		
	Programa de participación en el proyecto Urku Ñan	Actividades de gestión con el Ministerio del Ambiente	Extensión del terreno perteneciente a los programas de protección	Contrato con los programas de protección		Directiva de las juntas de riego ONGs del proyecto
Reunión con ONGs del proyecto	Número de asistentes	Registros de asistencia				
		Encuesta a un hombre y una	Encuesta física	Encuesta en drive		

mujer de la
organización

Capacitación a los
miembros sobre
manejo de un área
protegida

Número de
personas
capacitadas

Registro de
asistencia

Creación de un
área de protección
comunitaria

Extensión del área
protegida
comunitaria

Acuerdo firmado
por la organización
para realizar
actividades de
conservación

Capítulo V

Conclusiones y Recomendaciones

5.1. Conclusiones

El establecimiento de propiedades físicas y químicas del suelo del sitio en estudio generó resultados favorables, que caracterizaron al suelo con textura franco y alta productividad agrícola. Al comparar los datos iniciales y finales de cada tratamiento para cada parámetro analizado se visualizan resultados equiparables entre sí, siendo el tratamiento de fréjol (T1) el que mantuvo al suelo en condiciones óptimas, con un pH de 7.83, materia orgánica de 1.36 %, nitrógeno, fósforo y potasio con 0.06, 141.65 y 0.56 cmol/kg respectivamente, humedad equivalente de 23.77, capacidad de campo de 23.18, punto de marchitez de 14,85 y agua aprovechable con 10.58.

En la evaluación del efecto de las coberturas orgánicas en la conservación de humedad de suelo, se obtiene resultados favorables con diferencias significativas, siendo el tratamiento de fréjol (T1) el que genera mayor porcentaje de humedad retenida con 25.9 % seguido tratamiento arveja (T3) con 25.38% y cebada (T2) con 25.11%, mientras que el tratamiento sin ninguna cobertura retuvo un porcentaje menor de humedad de 22.24%.

En las variables morfológicas de diámetro ecuatorial, polar y peso, el tratamiento fréjol resultó ser más favorable, puesto que genera valores medios de cebollas con un diámetro ecuatorial y polar de 5.55 cm y 6.77 cm, zanahorias de diámetro ecuatorial de 4.87cm y longitud de 13.05 cm y pesos de 122.48 g y 205.65 g respectivamente. Lo cual es positivo para los agricultores puesto que generan mayor rendimiento en sus cosechas, aumentando sus ingresos económicos.

La influencia de las coberturas orgánicas es mayor para la presencia de macroorganismos del suelo, registrando cinco órdenes diferentes (Coleóptera, Dermáptera, Entomobryomorpha, Haplotaxida, Araneae) en su mayoría fueron macroorganismos beneficiosos tanto para el cultivo como para el suelo. Cabe recalcar que con respecto al orden Haplotaxida a pesar de encontrarse en todos los ensayos de experimentación, en el tratamiento de control (T0) el número de

individuos es muy escaso, a comparación del tratamiento de fréjol (T1) donde los individuos son abundantes.

Para el diseño de estrategias de uso de coberturas orgánicas muertas y cultivos asociados para los miembros de la Junta de Agua de Riego de Cuesaca, se encontraron varias debilidades y amenazas que afectan la zona, por lo cual se propuso cuatro estrategias con diferentes proyectos, incluyendo planes de manejo, sistemas de riego controlados y capacitaciones constantes mediante recursos públicos y privados para mejorar la productividad del suelo y la calidad de vida de los agricultores de Cuesaca.

Con respecto a la hipótesis establecida, se acepta la hipótesis alternativa (Ha), donde la conservación de la humedad, variables morfológicas, rendimiento de cultivos asociados, y presencia de macroorganismos varía en al menos uno de los tratamientos los tratamientos, puesto que, se demuestra que el tratamiento (T1) mulch de fréjol (*Phaseolus vulgaris* L.) presenta diferencias significativas superiores en todas las variantes analizadas que lo demás tratamientos de experimentación.

5.2. Recomendaciones

Los agricultores deben realizar análisis de laboratorio para aplicar solo las cantidades necesarias de nutrientes dependiendo de las necesidades del cultivo para mantener las propiedades de fertilidad del suelo franco que tiene este sector, además, de esta manera se obtendrán mejores rendimientos y ganancias.

Debido al tipo de suelo y escasa precipitación que se presenta en el sector de Cuesaca es importante la aplicación de buenas prácticas agrícolas que ayuden a retener la humedad del suelo, evitar su erosión y conservar a largo plazo este recurso que es la subsistencia de muchas familias del sector de Cuesaca.

Es necesaria la investigación en este sector debido a que no existen datos de morfología de los diferentes cultivos existentes, también, es importante incluir detalles de costos de producción en los ensayos que serán aplicados, dado que, los análisis de suelo tienen valores muy elevados.

Incorporar estudios de macroorganismos dentro de diferentes agroecosistemas en las dos épocas del año: seca y lluviosa, para medir abundancia, dominancia, entre otros factores que ayuden a calcular de mejor manera la diversidad existente en la zona.

Ampliar la perspectiva de agricultura sostenible a las comunidades mediante proyectos vinculados con la producción agrícola orgánica.

Es necesario procurar la intervención de organizaciones públicas y privadas para resolver los conflictos entre comunidades y ayudar con la conservación de recursos naturales.

Referencias

- Adams, M., Crawford, J., Field, D., Henakaarchchi, N., Jenkins, M., McBratney, A., Remy de Courcelles, V., Singh, K., Stockmann, U., y Wheeler, I. (2011). Managing the soil-plant system to mitigate atmospheric CO₂. *The United States Studies Centre at the University of Sydney*, 55.
- Agostini, M., Monterubbianesi, M., Studdert, G., y Maurette, S. (2014). Un método simple y práctico para la determinación de densidad aparente. *Ciencia Del Suelo*, 32(2), 171–176.
- AGROCALIDAD. (2018). *Muestreo paa análisis de suelo*.
- AgroFresh. (2018). *La capacidad de campo de un suelo: técnicas para su medición*.
- AgroSad. (2022). *ZANAHORIA CHANTENAY RED CORED*.
- Alvarado, S., Valverde, F., Novoa, V., Cartagena, Y., y Parra, R. (2009). Guía de recomendaciones de fertilización para los principales cultivos del callejón interandino. *Iniap, Boletín*(127), 1–57.
- Asamblea Nacional. (2008). *Constitución del Ecuador*. Lexis.
- Asamblea Nacional. (2019). *Reglamento al Código Orgánico del Ambiente*. [https://www.asobanca.org.ec/sites/default/files/REGLAMENTO AL CÓDIGO ORGÁNICO DEL AMBIENTE.pdf](https://www.asobanca.org.ec/sites/default/files/REGLAMENTO_AL_CÓDIGO_ORGÁNICO_DEL_AMBIENTE.pdf)
- Assuero, S., Rattin, J. (2007). Observaciones sobre la producción y conservación de cebolla en el sudeste de Buenos Aires en relación con la disponibilidad hídrica. *Rev. Fac. Agron*, 106(2), 109–118.
- Astier, M., Maass, M., Echeverría, J. (2002). Derivación de indicadores de caldiad de suelos en el contexto de la agricultura sustentable. *Agrociencia*, 36(5), 605–620.
- Bautista, N. (2020). *Propiedades físicas del suelo, factor de prioritaria atención dentro de la productividad agrícola*. Universidad Nacional Abierta y a Distancia “UNAD.”
- Brassel, F., Herrera, S., Laforge, M. (2008). *¿Reforma Agraria en el Ecuador?*

viejos temas, nuevos argumentos.

- Buckman, H., Brady, N. (1977). *Naturaleza y propiedades de los suelos.*
- Burbano, H. (2016). El suelo y su relación con los servicios ecosistémicos y la seguridad alimentaria. *Revista Científica Agrícolas*, 33(2), 117–124.
- Cairo, P., Reyes, A., Aro, V., y Ortega, L. (2017). Efecto de las coberturas en algunas propiedades del suelo. Finca La Morrocuya, Barinas, Venezuela. *Pastos y Forrajes*, 40(2), 127–134.
- Calderón, C., Bautista, G., y Rojas, S. (2018). Propiedades químicas, físicas y biológicas del suelo, indicadores del estado de diferentes ecosistemas en una terraza alta del departamento del Meta. *ORINOQUIA*, 22(2), 141–157.
- Calderón, J., Mira, M., y Franco, O. (2018). *Erosión*. Protocolo.
- Camacho, J., Forero, N., Ramírez, L., y Rubiano, Y. (2016). Evaluación de textura del suelo con espectroscopía de infrarrojo cercano en un oxisol de Colombia. *Colombia Forestal*, 20(1), 5–18.
- Camacho, R. (2018). *Cobertura del suelo como práctica sustentable contra el cambio climático* . www.mag.go.cr
- Canna. (2021). *Colémbolos - Plagas y Enfermedades* /. <https://www.canna.es/colembolos-plagas-enfermedades>
- Capelo. (2020). *Chantenay Red Cored Productos* . <https://www.scapelo.com/productos/chantenay-red-cored/>
- Castellanos, A., Chocobar, A., Cox, R., Fonteyne, S., Govaerts, B., Jespers, N., Kienle, F., Sayre, D., y Verhulst, N. (2013). *Contenido de humedad del suelo: Guía útil para comparar las prácticas de manejo de cultivo.*
- Castro, J., Burbano, H., y Bonilla, C. (2017). Vista de Abundancia y biomasa de organismos edáficos en tres usos del terreno en el altiplano de Pasto, Colombia . *Revista UNAL*. https://revistas.unal.edu.co/index.php/acta_agronomica/article/view/1035/15

- Caviedes, M., Gangotena, D., Albán, G., y León, A. (2020). Primer Simposio de Suelos y Nutrición de Cultivos. *Archivos Académicos USFQ*, 11, 69. <https://doi.org/10.18272/archivosacademicos.vi11.1479>
- Chulde, A. (2013). *Comportamiento agronómico y rendimiento de dos variedades de zanahoria amarilla (Daucus carota L.) aplicando tres abonos orgánicos en la zona de Bolívar, provincia del Carchi.*
- Clavijo, N. (2012). *No Evaluación de la calidad del suelo, en el sistema productivo orgánico La Estancia, Madrid, Cundinamarca, 2012. Utilizando indicadores de calidad de suelos.* Universidad Javeriana.
- Consejo Nacional de Planificación. (2021). *Plan de Desarrollo.* Asamblea Nacional.
<http://www.eeq.com.ec:8080/documents/10180/36483282/PLAN+NACIONAL+DE+DESARROLLO+2021-2025/2c63ede8-4341-4d13-8497-6b7809561baf>
- Construcciones UCE. (2020). *Los Suelos con cangahua en el Ecuador* .
<https://construccionesuce.wordpress.com/2019/12/09/los-suelos-con-cangahua-en-el-ecuador/>
- Cruz, E., Chela, E., Monar, C., Valverde, F., y Cartagena, Y. (2010). Evaluación de la pérdida productiva y económica por la erosión hídrica en tres sistemas de producción en la microcuenca del río Alumbre, provincia Bolívar, Ecuador. *El Suelo Como Factor de Mitigación Del Cambio Climático*, 17(19), 1–10.
- Delgado, A. (2013). *Evaluación del efecto de las actividades agrícolas y ganaderas sobre las características físicas, químicas y biológicas de suelos de la parroquia El Carmelo, Provincia del Carchi.*
- Demin, P. (2014). *Aportes para el mejoramiento del manejo de los sistemas de riego : métodos de riego: fundamentos, usos y adaptaciones* (Ediciones INTA (ed.)).
- Di, A., y Jansen, L. (2000). *Land cover classification system (LCCS): Classification concepts and user manual. Software version 2* (FAO Land and Water

Development Division (ed.); Environment).

Domínguez, J. (2011). Insectos Nocturnos. *Sociedad Entomológica Aragonesa*.
http://sea-entomologia.org/PDF/BOLETIN_11/B11-007-019.pdf

Encina, A., y Ibarra, J. (2003). La degradación del suelo y sus efectos sobre la población. *Población y Desarrollo*, 25, 5–10.

Enriquez, P., y Soria Mayra. (2018). *Eficiencia de tres tipos de mulch orgánico en el comportamiento agronómico e impacto ambiental en cultivos asociados maíz (Zea mays) - arveja (Pisum sativum) en Aloburo y Yahuarcocha, Imbabura-Ecuador*.

Espinosa, M., Andrade, E., Rivera, P., y Romero, A. (2011). *Degradación de los suelos por actividades antrópicas en el norte de Tamaulipas, México*.
<https://www.redalyc.org/pdf/407/40721572006.pdf>

Estrada, W., Lescay, E., Álvarez, A., y Maceo, Y. (2015). Niveles de humedad en el suelo sobre la producción de bulbos de cebolla. *Agronomía Mesoamericana*, 16(1), 111–117.

FAO. (n.d.). *Cultivos asociados*.

FAO. (1996). *El suelo*. Ecología y Enseñanza Rural.

FAO. (2005a). *Manejo de humedad del suelo en zonas secas*.

FAO. (2005b). *Optimización de la humedad del suelo para la producción vegetal*.

FAO. (2008). *Base referencial mundial del recurso suelo. Un marco conceptual para clasificación, correlación y comunicación internacional*.

FAO. (2019). *Glosario de términos sobre humedad del suelo*.
<https://www.fao.org/3/y4690s/y4690s02.htm>

FAO. (2021). *¿Qué es el suelo?*

FAO. (2022). *Propiedades físicas del suelo*.

Frutos, V. (2015). *Efecto de la Utilización del mulch natural, maíz (Zea mays L.), caña de azúcar (Saccharum officinarum L.), vicia (Vicia sativa L.), y avena*

(*Avena sativa L.*) sobre la producción del brócoli (*Brassica oleracea L.*) en el campus Querochaca, Facultad de Ciencias Agropecuarias. [Universidad Técnica de Ambato].
<https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/18279/1/Tesis-109>
Ingeniería Agronómica -CD 353.pdf

GAD Cantón Bolívar. (2015). *Plan de desarrollo y ordenamiento territorial del cantón Bolívar.*

Garrido, S. (2008). Guía práctica para muestrear los suelos e interpretar sus análisis. In *Ministerio de Pesca y Alimentación.*

Garrido, S. (2017). *Interpretación de análisis de suelos.*

Gisbert, J., Ibáñez, S., y Moreno, H. (2010). *La textura de un suelo.*

Gómez, Á., Schnabel, S., y Lavado, J. (2011). Procesos, factores y consecuencias de la erosión por cárcavas; trabajos desarrollados en la península ibérica. *Boletín de La Asociación de Geógrafos Españoles*, 55, 59–80.

Gómez, F., y Giménez, E. (1998). Análisis comparativo de la endemoflora de la Sierra de Gádor. *Studia Botanica*, 17(0).

Gómez, O., y Zavaleta, E. (2001). La asociación de cultivos una estrategia más para el manejo de enfermedades, en particular con *Tagetes* spp. *Revista Mexicana de Fitopatología*, 19(94–98).

Greacen, E. (2016). *Medición de la humedad del suelo.*
<http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/012406/Cap15.pdf>

Guanche, A. (2012). *Los abonos verdes.*

Gutiérrez, M., Díaz, D., Trigo, D., y Novo, Martha. (2020). *Por qué la lombriz de tierra es uno de los animales más importantes del planeta - BBC News Mundo.* BBC News. <https://www.bbc.com/mundo/noticias-50658932>

Guzmán, R., Calzontzi, J., y Salas, M. (2006). Management of plant species for controlling pests, by peasant farmers at Lagoa Seca, Paraíba state, Brazil: An ethnoecological approach. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, 2.

<https://doi.org/10.1186/1746-4269-2-42>

Herrera, R. (2016). *Evaluación del efecto de coberturas vegetales sobre el cultivo de uvilla (Physalis peruviana, L) en el cantón Huaca, provincia del Carchi*. Universidad de las Fuerzas Armadas (ESPE).

Hidrobo, J., Costa, M., Prat, C., Trujillo, G., Moreno, J., y Ortega, C. (2015). Vista de Sistemas de producción en áreas con cangahua habilitada en la Sierra Norte de Ecuador . *Revista Digital Siembra*. <https://revistadigital.uce.edu.ec/index.php/SIEMBRA/article/view/1444/3583>

Ibañez, J., y Manríquez, J. (2013). *Durisoles (WRB) Suelos Con Horizontes Endurecidos* . <http://www.madrimasd.org/blogs/universo/2013/09/18/144494>

Ibarra, D., Ruiz, José, Gonzáles, D., Flores, J., & Diaz, G. (2009). *Distribución espacial del pH de los suelos agrícolas de Zapopan, Jalisco, México*. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0568-25172009000300003

Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias. (2011). *Elaboración y uso de abonos orgánicos: Vol. V*.

Intagri S.C. (2019). *Guía de Fertilizantes Nitrogenados para Cultivos* . <https://www.intagri.com/articulos/nutricion-vegetal/guia-de-fertilizantes-nitrogenados-para-cultivos>

Intagri S.C. (2020). *Las Funciones del Potasio en la Nutrición Vegetal* . <https://www.intagri.com/articulos/nutricion-vegetal/las-funciones-del-potasio-en-la-nutricion-vegetal>

Intagri SC. (2020). *Uso Eficiente del Fósforo en la Agricultura* . <https://www.intagri.com/articulos/nutricion-vegetal/uso-eficiente-del-fosforo-en-la-agricultura>

Jiménez, S., Castro, L., Yépez, J., y Wittmer, C. (2012). *Impacto al cambio climático en la agricultura de subsistencia en el Ecuador*.

Jurado, P. (2021). *Información Variedades Cebolla 2020-2021*.

- Keller, T., y Hakansson, I. (2010). Estimation of reference bulk density from soil particle size distribution and soil organic matter content. *Geoderma*, 154(3–4), 398–406.
- Konijnenburg, A. (2006). *Agricultura orgánica el suelo: sus componentes físicos*. Estación Experimental Agropecuaria Valle Inferior Del Río Negro Convenio Pcia. de Río Negro - INTA. [http://www.ciaorganico.net/documypublic/498_script-tmp-inta_material_didactico_nro_01_\(1\).pdf](http://www.ciaorganico.net/documypublic/498_script-tmp-inta_material_didactico_nro_01_(1).pdf)
- Lanly, J. (2010). *Los factores de la deforestación y de la degradación de los bosques*. <http://www.fao.org/3/xii/ms12a-s.htm>
- León, M. (2017). *Fundamentos Taquimetría y Planimetría*. <https://personal.us.es/leonbo/teoria/Tema10.pdf>
- Lescay, E. (2006). *Evaluación morfoagronómica de variedades de cebolla (Allium cepa L.) en diferentes localidades de la región Oriental de Cuba*. Instituto de Investigaciones Agropecuarias "Jorge Dimitrov".
- Lescay, E., y Esequiel, C. (2002). Comportamiento del rendimiento de bulbos y sus componentes en cuatro variedades de cebolla (*Allium cepa L.*). *Alimentaria: Rev. Tecnol. Higiene Aliment*, 338, 121–123.
- López, M., Deloya, C. (2021). *Escarabajos: Los buenos somos más*. <https://www.inecol.mx/inecol/index.php/es/2013-06-05-10-34-10/17-ciencia-hoy/932-escarabajos-los-buenos-somos-mas>
- Lusardo, M. (2011). Gravimetría. In *Química analítica para ingenieros* (p. 1).
- Martín de Santa Olalla, F., López, P., Calera, A. (2005). *Agua y agronomía* (Mundi Pren). Universidad de Castilla- La Mancha.
- MasAgro, y Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo. (2018). *Guía útil para comparar las prácticas de manejo de cultivo*.
- Mendez, K. (2017). *Comportamiento de dos cultivares de zanahoria (Daucus carota L.)*. Universidad de Guayaquil.

- Mesa, L. (2015). Orden Dermaptera. *Ibero Diversidad Entomológica*. www.sea-entomologia.org/IDE@
- Ministerio de Agricultura y Ganadería de El Salvador. (2015). *Abonos verdes* .
- Ministerio del Ambiente de Perú [MINAM]. (2017). *La importancia del agua para la plantas*. https://www.minam.gob.pe/proyecolegios/Curso/corso-virtual/Modulos/modulo2/2Primaria/m2_primaria_sesion_aprendizaje/Sesion_7_Primaria_Grado_5_AGUA_ANEXO6.pdf
- Ministerio del Ambiente del Ecuador. (2014). *Sinergias entre degradación de la Tierra y cambio climático en los paisajes agrarios del Ecuador*.
- Morales, P. (1995). *Cultivo de zanahoria*.
- Moreira, F., Huising, J., y Bignell, D. (2012). *Manual de biología de suelos tropicales. Muestreo y caracterización de la biodiversidad del suelo* (Instituto).
- Moreno, C., Gonzales, I., y Egado, A. (2015). Influencia del manejo sobre la calidad del suelo. *Revista Científica Ecuatoriana*, 2(1).
- Orchardson, E. (2020). *El nitrógeno en la agricultura*. International Maize and Wheat Improvement Center.
- Organismo Internacional de Energía Atómica. (2020). *Control de la erosión, gestión de la degradación y la pérdida de suelo | OIEA*. <https://www.iaea.org/es/temas/control-de-la-erosion-del-suelo>
- Organización de Estados Americanos. (2013). *Sondas de neutrones y gamma: Sus aplicaciones en agronomía* (Segunda).
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2016). *Alianza mundial por el suelo*. www.fao.org/publications
- Osorio, N. (2012). pH del suelo y disponibilidad de nutrientes. *Manejo Integral Del Suelo y Nutrición Vegetal*, 1(4), 1–4.
- Pachacama, J. (2015). *Caracterización de Cangahuas mediante ensayos traxilae no consolidados (UU) y consolidado no drenado (CU), aplicación a la*

estabilidad de taludes. Universidad de las Fuerzas Armadas [ESPE].

Pellegrini, A. (2019). *Estructura y estabilidad estructural del suelo*.

Pereira, C., Maycotte, C., Restrepo, B., y Calle, A. (2011). *Edafología* (Espacio Gráfico SA). www.espaciograficosa.com

Ponce, H. (2007). La matriz FODA: Alternativa de diagnóstico y determinación de estrategias de intervención en diversas organizaciones. *Enseñanza e Investigación En Psicología*, 12.

Portal Ayuntamiento Santander. (2018). *Terrenos y parcelas*. [http://www.ayto-santander.es/Organos/Urbanismo/normativa/TERRENOS Y PARCELAS.html](http://www.ayto-santander.es/Organos/Urbanismo/normativa/TERRENOS_Y_PARCELAS.html)

Portal Frutícola. (2018). *Guía para preparar un mulch orgánico o cobertura orgánica* -. <https://www.portalfruticola.com/noticias/2018/09/03/guia-para-preparar-un-mulch-organico-o-cobertura-organica/>

Prefectura del Carchi. (2020). *Bolívar*. <https://www.carchi.gob.ec/turistico/index.php/vive-el-carchi/turismo-por-canton/bolivar>

Proain. (2020). *La humedad del suelo en la agricultura*. <https://proain.com/blogs/notas-tecnicas/la-humedad-del-suelo-en-la-agricultura>

Quispe, S. S., Mendoza Dávalos, K., Sangay-Tucto, S., Cosme De La Cruz, R. C., Quispe, S. S., Mendoza Dávalos, K., Sangay-Tucto, S., y Cosme De La Cruz, R. C. (2021). Uso de coberturas vegetales en el manejo sostenible del suelo asociado al cultivo de maíz amiláceo (*Zea mays* L.). *Scientia Agropecuaria*, 12(3), 329–336. <https://doi.org/10.17268/SCI.AGROPECU.2021.036>

Red de información y comunicación del sector Agropecuario Colombiano [Agronet]. (2019). *Estas son las amenazas que impulsan la degradación del suelo*. <https://www.agronet.gov.co/Noticias/Paginas/Estas-son-las-amenazas-que-impulsan-la-degradación-del-suelo.aspx>

- Rivera, E., Sánchez, M., y Domínguez, H. (2018). pH como factor de crecimiento en plantas. *Revista de Iniciación Científica*, 4, 100–105.
- Rodríguez, H., Acosta, L., Hechevarría, I., Milanñes, M., y Rogríguez, C. (2008). Estudio comparativo entre el monocultivo en varias plantas medicinales. *Revista Cubana de Plantas Medicinales*, 13(3).
- Rodríguez, I., Pérez, I., García, H., y Quezada, R. (2020). Efectos del manejo agrícola en propiedades físicas y químicas en diferentes agroecosistemas. *Revista Científica de La Universidad de Cienfuegos*, 12(5), 389–398.
- Rodríguez, Irán, Pérez, I., y García, H. (2021). Degradación del suelo en sistemas agrícolas de la granja Santa Inés, provincia de El Oro, Ecuador. *Revista Científica de La Universidad de Cienfuegos*, 13(S2), 557-564.
- Rosique, M. (2015). *Asociaciones de cultivo: La Zanahoria - Plantea En Verde*. <https://www.planteaenverde.es/blog/asociaciones-de-cultivo-la-zanahoria/>
- Rubio, A. (2010). *La densidad aparente en suelos forestales del Parque Natural los Alcornocales*.
- Ruelas, R. (2018). *Mediciones de resistividad para diseño*. <https://www.ruelsa.com/notas/tierras/pe70.html>
- Salamanca, A., y Sadeghian, S. (2005). La densidad aparente y su relación con otras propiedades en suelos de la zona cafetera colombiana. *Cenicafé*, 56(4), 381–397.
- Salcedo, E., Galvis, A., Hernández, T., Rodríguez, R., Zamora, F., Bugarin, R., y Carrillo, R. (2007). La humedad aprovechable y su relación con la materia orgánica y superficie específica del suelo. *Tierra Latinoamericana*, 25(4), 419–425.
- Santibañez, C. (2018). *Modernización e Integración Transversal de la Enseñanza de Pregrado en Ciencias de la Tierra*. http://mct.dgf.uchile.cl/AREAS/medio_mod4.pdf
- Santos, F., y Espín, R. (2020). Evaluación del rendimiento y la calidad de la

zanahoria (*Daucus carota* L.) en dos sistemas de producción orgánico y convencional. *Revista Iberoamericana Ambiente & Sustentabilidad*, 1(1), 5–16. <https://doi.org/10.46380/rias.v1i1.11>

Sanzano, A. (2020). *El fósforo del suelo*.

Saturnino, A., Torralba, M., & Cermeño, F. (2011). *Erosión y Manejo del Suelo. Importancia del Laboreo ante los Procesos Erosivos Naturales y Antrópicos*.

Secretaría de Planificación y Desarrollo. (2017). *Plan Nacional de Desarrollo 2017-2021-Toda una Vida*. www.planificacion.gob.ec

Silva, Marcelo. (2017). *El cultivo de hortalizas* (Proyecto Jatun Sach'a (ed.); 1era. Edic).

Silva, Milena, y Correa, F. (2009). Análisis de la contaminación del suelo: Revisión de la normativa y posibilidades de regulación económica. *Universidad de Medellín*.

Torres, G. (2013). *Comportamiento agronómico de 7 híbridos de zanahoria amarilla (Daucus carota) en el cantón Pillaro provincia de Tungurahua*. Universidad Técnica Estatal de Quevedo.

Torres, S., Huaraca, J., Pezo, D., y Crisóstomo Renzo. (2018). Asociación de cultivos, maíz y leguminosas para la conservación de la fertilidad del suelo. *Revista de Investigación Ciencia, Tecnología y Desarrollo*, 4(1). <https://doi.org/10.17162/rictd.v4i1.1068>

Torres, S., Huaraca, J., Pezos, L., y Calderón, R. (2018). Asociación de cultivos, maíz y leguminosas para la conservación de fertilidad del suelo. *Revista de Investigación: Ciencia, Tecnología y Desarrollo*, 4(1), 15–22.

TRAXCO. (2009). *Humedad en suelos de diferente textura*. Tecnología Del Riego.

Tuberosa, R., y Salvi, S. (2006). Genomics-based approaches to improve drought tolerance of crops. *TRENDS in Plant Sci*, 11(8), 25–29.

Uday, M. (2016). *Análisis Funcional*. <https://es.slideshare.net/VinicioUday/anlisis-funcional-64218819>

- Universidad de la Plata. (2018). *Estimación de la Diversidad específica*.
- Universidad Nacional del Nordeste. (2017). *Familia Fabaceae o Leguminosae*.
- Universidad para la Cooperación Internacional. (2019). *Índices biológicos*.
- Vallejo, V. (2013). Importancia y utilidad de la evaluación de la calidad de suelos mediante el componente microbiano: experiencias en sistemas silvopastorales. *Colombia Forestal*, 16(1), 83–99.
- Villaseñor, D. (2016). *Fundamentos y procedimientos para análisis físico morfológicos de suelos* (Universidad Técnica de Machala (ed.); Primera).
- Zebrowski, C. (2006). Los suelos de Cangahua en Ecuador. *Simposio Internacional Sobre Suelos Volcánicos Endurecidos*, 128–137.
- Zotarelli, L., Dukes, M. D., y Morgan, K. T. (2015). Interpretación del Contenido de la Humedad del Suelo para Determinar Capacidad de Campo y Evitar Riego Excesivo en Suelos Arenosos Utilizando Sensores de Humedad 1 Capacidad del suelo para almacenar agua. *Ifas Extensión*. <http://edis.ifas.ufl.edu/ae266>
- Zumbado, M., y Azofeifa, D. (2016). *Insectos de importancia agrícola Guía básica de entomología*.

Anexo 1
Registro fotográfico



Anexo 2 Análisis de Laboratorio

 AGROCALIDAD <small>AGENCIA DE REGULACIÓN Y CONTROL RÍO Y ZODONARIAS</small>	LABORATORIO DE SUELOS, FOLIARES Y AGUAS <small>Vía Interceánica Km. 14X y Eloy Alfaro, Granja del MAGAP, Tumbaco - Quito Teléf.: 023828900 Ext. 2080</small>	PGT/SFA/09-FO01
	INFORME DE ANÁLISIS DE SUELO	
	Rev. 5 Hoja 1 de 2	

Laboratorio de ensayo acreditado por el SAE con acreditación N° SAE LEN 09.003

Informe N°: LN-SFA-E21-SM6
Fecha emisión Informe: 14/10/2021

DATOS DEL CLIENTE

Persona o Empresa solicitante: Fátima Mora
Dirección: Ibarra
Provincia: Imbabura **Cantón:** Ibarra
Teléfono: 0996134307
Correo Electrónico: femorap@utn.edu.ec
N° Orden de Trabajo: SFA-21-CGLS-1459
N° Factura/Documento: 026-001-11977

DATOS DE LA MUESTRA:

Tipo de muestra: Suelo		Conservación de la muestra: Lugar fresco y seco	
Cultivo: Zanahoria, cebolla			
Provincia: Carchi		Coordenadas: X: ---	
Cantón: Bolívar		Y: ---	
Parroquia: Bolívar		Altitud: ---	
Muestreado por: Fátima Mora			
Fecha de muestreo: 24-09-2021		Fecha de inicio de análisis: 30-09-2021	
Fecha de recepción de la muestra: 30-09-2021		Fecha de finalización de análisis: 14-10-2021	

RESULTADOS DEL ANÁLISIS

CÓDIGO DE MUESTRA LABORATORIO	IDENTIFICACIÓN DE CAMPO DE LA MUESTRA ¹	PARÁMETRO ANALIZADO	MÉTODO	UNIDAD	RESULTADO
SFA-21-1511	Fátima Mora	pH a 25 °C	Electrométrico PEE/SFA/06 EPA 9045D	—	7,56
		Materia Orgánica*	Volumétrico PEE/SFA/09	%	1,41
		Nitrógeno*	Volumétrico PEE/SFA/09	%	0,07
		Fósforo*	Colorimétrico PEE/SFA/11	mg/kg	141,6
		Potasio*	Absorción Atómica PEE/SFA/12	cmol/kg	0,61
		Calcio*	Absorción Atómica PEE/SFA/12	cmol/kg	15,37
		Magnesio*	Absorción Atómica PEE/SFA/12	cmol/kg	3,27
		Hierro*	Absorción Atómica PEE/SFA/13	mg/kg	37,9
		Manganeso*	Absorción Atómica PEE/SFA/13	mg/kg	5,68
		Cobre*	Absorción Atómica PEE/SFA/13	mg/kg	3,73
		Zinc*	Absorción Atómica PEE/SFA/13	mg/kg	1,81

Nota: El resultado corresponde únicamente a la muestra entregada por el cliente en esta fecha. Está prohibida la reproducción parcial de este informe.

¹ Datos suministrados por el cliente; el laboratorio no se responsabiliza por esta información.

 AGROCALIDAD AGENCIA DE REGULACIÓN Y CONTROL RÍO Y ZOOSENIERO	LABORATORIO DE SUELOS, FOLIARES Y AGUAS Vía Intercomercial Km. 14N y Eloy Alfaro, Granja del MAGAP, Tumbaco - Quito Telef.: 023828860 Ext. 2080	PGT/SFA/09-FO01 Rev. 5
	INFORME DE ANÁLISIS DE SUELO	

CÓDIGO DE MUESTRA LABORATORIO	IDENTIFICACIÓN DE CAMPO DE LA MUESTRA ¹	PARÁMETRO ANALIZADO	MÉTODO	UNIDAD	RESULTADO
SFA-21-1511	Fátima Mora	Humedad Equivalente*	Centrífuga PES/SFA/21	%	23,41
		Capacidad de Campo*	Centrífuga PES/SFA/21	%	22,87
		Punto de Marchitas*	Centrífuga PES/SFA/21	%	12,43
		Agua Aprovechable*	Centrífuga PES/SFA/21	%	10,64
		Arena*	Bouyoucos PES/SFA/20	%	46
		Limo*	Bouyoucos PES/SFA/20	%	36
		Arcilla*	Bouyoucos PES/SFA/20	%	18
		Clase Textura ²	Cálculo PES/SFA/20	—	Franco

Analizado por: Katty Pestás, Pablo Atapuma

Observaciones:

- Informe revisado por: Luis Cacuango
- El laboratorio no es responsable del muestreo por lo que los resultados se aplican a la muestra como se recibió.
- Los ensayos marcados con (*) NO están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE.
- Las interpretaciones que se indican a continuación, están FUERA del alcance de acreditación del SAE.

INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS - REGIÓN SIERRA											
PARÁMETRO	MO [N]	N [N]	P [mg/kg]	K [cmol/kg]	Ca [cmol/kg]	Mg [cmol/kg]	Fe [mg/kg]	Mn [mg/kg]	Cu [mg/kg]	Zn [mg/kg]	
BAJO	<1,0	<0,15	<10,0	<0,20	<1,0	<0,33	<20,0	<5,0	<1,0	<3,0	
MEDIO	1,0-2,0	0,15-0,30	10,0-20,0	0,20-0,38	1,0-3,0	0,33-0,66	20,0-60,0	5,0-15,0	1,0-4,0	3,0-7,0	
ALTO	>2,0	>0,30	>20,0	>0,38	>3,0	>0,66	>60,0	>15,0	>4,0	>7,0	

INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS - REGIÓN SIERRA Y COSTA					
	ÁCIDO	LIGERAMENTE ÁCIDO	PRÁCTICAMENTE NEUTRO	LIGERAMENTE ALCALINO	ALCALINO
pH	<5,5	>5,5-6,5	>6,5-7,5	>7,5-8,0	>8,0

FUENTE: INAP, 2002



Q. A. Luis Cacuango
 Responsable de Laboratorio
 Suelos, Foliares y Aguas

Nota: El resultado corresponde únicamente a la muestra entregada por el cliente en esta fecha. Está prohibida la reproducción parcial de este informe.
¹ Datos suministrados por el cliente: el laboratorio no se responsabiliza por esta información.

 AGROCALIDAD AGENCIA DE REGULACIÓN Y CONTROL FITO Y ZOOSENIARIO	LABORATORIO DE SUELOS, FOLIARES Y AGUAS Vía Interceánica Km. 14N y Eloy Alfaro, Granja del MAGAP, Tumbaco - Quito Teléf.: 023828860 Ext. 2080	PGT/SFA/09-F001 Rev. 5
	INFORME DE ANÁLISIS DE SUELO	Hoja 1 de 2

Laboratorio de ensayo acreditado por el SAE con acreditación N° SAE LEN 09.003

Informe N°: LN-SFA-022-0958
 Fecha emisión Informe: 19/04/2022

DATOS DEL CLIENTE

Persona o Empresa solicitante¹: Fátima Mora
 Dirección¹: Av. Fray Vacas Galindo y Miguel Endara
 Provincia¹: Imbabura Cantón¹: Ibarra
 Teléfono¹: 0996134307
 Correo Electrónico¹: femorap@utn.edu.ec
 N° Orden de Trabajo: SFA-22-CGL5-0331
 N° Factura/Documento: 026-001-13264

DATOS DE LA MUESTRA:

Tipo de muestra ¹ : Suelo	Conservación de la muestra: Lugar fresco y seco	
Cultivo ¹ : Zanahoria – cebolla		
Provincia ¹ : Carchi	Coordenadas ¹ :	X: ---
Cantón ¹ : Bolívar		Y: ---
Parroquia ¹ : Bolívar		Altitud: ---
Muestreado por ¹ : Fátima Mora		
Fecha de muestreo ¹ : 03-04-2022	Fecha de inicio de análisis: 05-04-2022	
Fecha de recepción de la muestra: 05-04-2022	Fecha de finalización de análisis: 19-04-2022	

RESULTADOS DEL ANÁLISIS

CÓDIGO DE MUESTRA LABORATORIO	IDENTIFICACION DE CAMPO DE LA MUESTRA ¹	PARÁMETRO ANALIZADO	MÉTODO	UNIDAD	RESULTADO
SFA-22-0430	T1 R1	pH a 25 °C	Electrométrico PSE/SFA/06 EPA 9040	---	7,79
		Materia Orgánica*	Volumétrico PSE/SFA/08	%	1,20
		Nitrógeno*	Volumétrico PSE/SFA/09	%	0,06
		Fósforo*	Colorimétrico PSE/SFA/11	mg/kg	156,4
		Potasio*	Absorción Atómica PSE/SFA/12	cmol/kg	0,55
		Calcio*	Absorción Atómica PSE/SFA/12	cmol/kg	16,25
		Magnesio*	Absorción Atómica PSE/SFA/12	cmol/kg	3,47
		Hierro*	Absorción Atómica PSE/SFA/13	mg/kg	< 15,0
		Manganeso*	Absorción Atómica PSE/SFA/13	mg/kg	7,29
		Cobre*	Absorción Atómica PSE/SFA/13	mg/kg	1,34
		Zinc*	Absorción Atómica PSE/SFA/13	mg/kg	2,24

Nota: El resultado corresponde únicamente a la muestra entregada por el cliente en esta fecha.
 Está prohibida la reproducción parcial de este Informe.
¹ Datos suministrados por el cliente; el laboratorio no se responsabiliza por esta información.

 AGROCALIDAD AGENCIA DE REGISTRO Y CONTROL FITO Y ZOOAGRIARIO	LABORATORIO DE SUELOS, FOLIARES Y AGUAS Vía Interoceánica Km. 146 y Eloy Alfaro, Granja del MAGAP, Tumbaco - Quito Telef.: 023828990 Ext. 2080	PGT/SFA/09-F001
	INFORME DE ANÁLISIS DE SUELO	Rev. 5 Hoja 1 de 2

Laboratorio de ensayo acreditado por el SAE con acreditación N° SAE LEN 09.003

Informe N°: LH-SFA-022-0859
 Fecha emisión Informe: 19/04/2022

DATOS DEL CLIENTE

Persona o Empresa solicitante¹: Fátima Mora
 Dirección¹: Av. Fray Vecas Galindo y Miguel Endara
 Provincia¹: Imbabura Cantón¹: Ibarra
 Teléfono¹: 0996134507
 Correo Electrónico¹: femorap@utn.edu.ec
 N° Orden de Trabajo: SFA-22-CGLS-0331
 N° Factura/Documento: 026-001-13264

DATOS DE LA MUESTRA:

Tipo de muestra ¹ : Suelo	Conservación de la muestra: Lugar fresco y seco	
Cultivo ¹ : Zanahoria – cebolla		
Provincia ¹ : Carchi	Coordenadas ¹ :	X: ---
Cantón ¹ : Bolívar		Y: ---
Parroquia ¹ : Bolívar		Altitud: ---
Muestreado por ¹ : Fátima Mora		
Fecha de muestreo ¹ : 03-04-2022	Fecha de inicio de análisis: 05-04-2022	
Fecha de recepción de la muestra: 03-04-2022	Fecha de finalización de análisis: 19-04-2022	

RESULTADOS DEL ANÁLISIS

CÓDIGO DE MUESTRA LABORATORIO	IDENTIFICACIÓN DE CAMPO DE LA MUESTRA ¹	PARÁMETRO ANALIZADO	MÉTODO	UNIDAD	RESULTADO
SFA-22-0431	T1 R2	pH a 25 °C	Electrométrico PEE/SFA/06 EPA 9045D	---	7,89
		Materia Orgánica*	Volumétrico PFE/SFA/09	%	1,24
		Nitrógeno*	Volumétrico PFE/SFA/09	%	0,06
		Fósforo*	Colorimétrico PFE/SFA/11	mg/kg	164,7
		Potasio*	Absorción Atómica PFE/SFA/12	cmol/kg	0,67
		Calcio*	Absorción Atómica PFE/SFA/12	cmol/kg	16,00
		Magnesio*	Absorción Atómica PFE/SFA/12	cmol/kg	3,30
		Hierro*	Absorción Atómica PFE/SFA/13	mg/kg	< 15,0
		Manganeso*	Absorción Atómica PFE/SFA/13	mg/kg	7,20
		Cobre*	Absorción Atómica PFE/SFA/13	mg/kg	0,86
		Zinc*	Absorción Atómica PFE/SFA/13	mg/kg	1,88

Nota: El resultado corresponde únicamente a la muestra entregada por el cliente en esta fecha.
 Está prohibida la reproducción parcial de este Informe.

¹ Datos suministrados por el cliente; el laboratorio no se responsabiliza por esta información.

 AGROCALIDAD AGENCIA DE REGULACIÓN Y CONTROL FITO Y ZOOAGROARIO	LABORATORIO DE SUELOS, FOLIARES Y AGUAS Via Intercomunal Km. 146 y Eloy Alfaro, Granja del MAGAP, Tumbaco - Quito Teléf.: 023828860 Ext. 2080	PGT/SFA/09-FO01 Rev. 5
	INFORME DE ANÁLISIS DE SUELO	Hoja 1 de 2

Laboratorio de ensayo acreditado por el SAE con acreditación N° SAE LEN 09.003

Informe N°: LN-SFA-022-0980
 Fecha emisión Informe: 19/04/2022

DATOS DEL CLIENTE

Persona o Empresa solicitante¹: Fátima Mora Teléfono¹: 0996134307
 Dirección¹: Av. Fray Vacas Galindo y Miguel Endara Correo Electrónico¹: femorap@utn.edu.ec
 Provincia¹: Imbabura Cantón¹: Ibarra N° Orden de Trabajo: SFA-22-CGL5-0331
 N° Factura/Documento: 026-001-13264

DATOS DE LA MUESTRA:

Tipo de muestra ¹ : Suelo	Conservación de la muestra: Lugar fresco y seco	
Cultivo ¹ : Zanahoria – cebolla		
Provincia ¹ : Carchi	Coordenadas ¹ :	X: ---
Cantón ¹ : Bolívar		Y: ---
Parroquia ¹ : Bolívar		Altitud: ---
Muestreo por ¹ : Fátima Mora		
Fecha de muestreo ¹ : 03-04-2022	Fecha de inicio de análisis: 03-04-2022	
Fecha de recepción de la muestra: 03-04-2022	Fecha de finalización de análisis: 19-04-2022	

RESULTADOS DEL ANÁLISIS

CÓDIGO DE MUESTRA LABORATORIO	IDENTIFICACIÓN DE CAMPO DE LA MUESTRA ¹	PARÁMETRO ANALIZADO	MÉTODO	UNIDAD	RESULTADO
SFA-22-0432	T1 R3	pH a 25 °C	Electrométrico PSE/SFA/06 EPA 9045G	---	7,74
		Materia Orgánica*	Volumétrico PSE/SFA/08	%	1,17
		Nitrógeno*	Volumétrico PSE/SFA/08	%	0,06
		Fósforo*	Colorimétrico PSE/SFA/11	mg/kg	130,5
		Potasio*	Absorción Atómica PSE/SFA/12	cmol/kg	0,47
		Calcio*	Absorción Atómica PSE/SFA/12	cmol/kg	15,62
		Magnesio*	Absorción Atómica PSE/SFA/12	cmol/kg	3,22
		Hierro*	Absorción Atómica PSE/SFA/13	mg/kg	< 15,0
		Manganeso*	Absorción Atómica PSE/SFA/13	mg/kg	6,05
		Cobre*	Absorción Atómica PSE/SFA/13	mg/kg	1,31
		Zinc*	Absorción Atómica PSE/SFA/13	mg/kg	1,66

Nota: El resultado corresponde únicamente a la muestra entregada por el cliente en esta fecha.
 Está prohibida la reproducción parcial de este informe.
¹ Datos suministrados por el cliente: el laboratorio no se responsabiliza por esta información.

 AGROCALIDAD AGENCIA DE REGULACIÓN Y CONTROL FITO Y ZOOAGRIARIO	LABORATORIO DE SUELOS, FOLIARES Y AGUAS Vía Interceánica Km. 14½ y Eloy Alfaro, Granja del MAGAP, Tumbaco - Quito Telef.: 023825860 Ext. 2080	PGT/SFA/09-FO01
	INFORME DE ANÁLISIS DE SUELO	Rev. 5 Hoja 1 de 2

Laboratorio de ensayo acreditado por el SAE con acreditación N° SAE LEN 09.003

Informe N°: IN-SFA-E22-0884
 Fecha emisión Informe: 19/04/2022

DATOS DEL CUENTE

Persona o Empresa solicitante¹: Fátima Mora
 Dirección¹: Av. Fray Vaca Galindo y Miguel Endara
 Provincia¹: Imbabura Cantón¹: Ibarra
 Teléfono¹: 0996134507
 Correo Electrónico¹: femorap@utn.edu.ec
 N° Orden de Trabajo: SFA-22-CGL5-0331
 N° Factura/Documento: 026-001-13264

DATOS DE LA MUESTRA:

Tipo de muestra ¹ : Suelo	Conservación de la muestra: Lugar fresco y seco	
Cultivo ¹ : Zanahoria – cebolla		
Provincia ¹ : Carchi	Coordenadas ¹ :	X: ---
Cantón ¹ : Bolívar		Y: ---
Parroquia ¹ : Bolívar		Altitud: ---
Muestreado por ¹ : Fátima Mora		
Fecha de muestreo ¹ : 03-04-2022	Fecha de inicio de análisis: 05-04-2022	
Fecha de recepción de la muestra: 05-04-2022	Fecha de finalización de análisis: 19-04-2022	

RESULTADOS DEL ANÁLISIS

CÓDIGO DE MUESTRA LABORATORIO	IDENTIFICACIÓN DE CAMPO DE LA MUESTRA ¹	PARÁMETRO ANALIZADO	MÉTODO	UNIDAD	RESULTADO
SFA-22-0433	T3 R4	pH a 25 °C	Electrométrico PTE/SFA/06 EPA 9040	---	7,81
		Materia Orgánica*	Volumétrico PTE/SFA/09	%	1,42
		Nitrógeno*	Volumétrico PTE/SFA/09	%	0,07
		Fósforo*	Colorimétrico PTE/SFA/11	mg/kg	115,0
		Potasio*	Absorción Atómica PTE/SFA/12	cmol/kg	0,54
		Calcio*	Absorción Atómica PTE/SFA/12	cmol/kg	15,12
		Magnesio*	Absorción Atómica PTE/SFA/12	cmol/kg	2,87
		Hierro*	Absorción Atómica PTE/SFA/13	mg/kg	< 15,0
		Manganeso*	Absorción Atómica PTE/SFA/13	mg/kg	7,26
		Cobre*	Absorción Atómica PTE/SFA/13	mg/kg	1,20
		Zinc*	Absorción Atómica PTE/SFA/13	mg/kg	< 1,60

Nota: El resultado corresponde únicamente a la muestra entregada por el cliente en esta fecha.
 Está prohibida la reproducción parcial de este informe.
¹ Datos suministrados por el cliente: el laboratorio no se responsabiliza por esta información.

 AGROCALIDAD AGENCIA DE REGULACIÓN Y CONTROL FITO Y ZOOAGRIARIO	LABORATORIO DE SUELOS, FOLIARES Y AGUAS Vía Intercomunal Km. 14 ^o y Eloy Alfaro, Granja del MAGAP, Tumbaco - Cuito Telef.: 023828860 Ext. 2000	PGT/SFA/09-F001 Rev. 5
	INFORME DE ANÁLISIS DE SUELO	Hoja 1 de 2

Laboratorio de ensayo acreditado por el SAE con acreditación N° SAE LEN 09.003

Informe N°: LH-SFA-E22-0882
 Fecha emisión Informe: 18/04/2022

DATOS DEL CLIENTE

Persona o Empresa solicitante¹: Fátima Mora
 Dirección¹: Av. Fray Vaca Galindo y Miguel Endara
 Provincia²: Imbabura Cantón²: Ibarra
 Teléfono¹: 0996134507
 Correo Electrónico¹: femorap@utn.edu.ec
 N° Orden de Trabajo: SFA-22-CGLS-0331
 N° Factura/Documento: 026-001-13264

DATOS DE LA MUESTRA:

Tipo de muestra ¹ : Suelo	Conservación de la muestra: Lugar fresco y seco	
Cultivo ¹ : Zanahoria – cebolla		
Provincia ² : Carchi	Coordenadas ¹ :	X: ---
Cantón ² : Bolívar		Y: ---
Parroquia ² : Bolívar		Altitud: ---
Muestreado por ¹ : Fátima Mora		
Fecha de muestreo ¹ : 03-04-2022	Fecha de inicio de análisis: 05-04-2022	
Fecha de recepción de la muestra: 05-04-2022	Fecha de finalización de análisis: 19-04-2022	

RESULTADOS DEL ANÁLISIS

CÓDIGO DE MUESTRA LABORATORIO	IDENTIFICACION DE CAMPO DE LA MUESTRA ¹	PARÁMETRO ANALIZADO	MÉTODO	UNIDAD	RESULTADO
SFA-22-0434	T2 R1	pH a 25 °C	Electrométrico PEP/SFA/06 EPA 9245	---	7,82
		Materia Orgánica*	Volumétrico PEP/SFA/06	%	1,14
		Nitrógeno*	Volumétrico PEP/SFA/06	%	0,06
		Fósforo*	Colorimétrico PEP/SFA/11	mg/kg	185,5
		Potasio*	Absorción Atómica PEP/SFA/12	cmol/kg	0,90
		Calcio*	Absorción Atómica PEP/SFA/12	cmol/kg	15,22
		Magnesio*	Absorción Atómica PEP/SFA/12	cmol/kg	3,13
		Hierro*	Absorción Atómica PEP/SFA/13	mg/kg	< 15,0
		Manganeso*	Absorción Atómica PEP/SFA/13	mg/kg	4,78
		Cobre*	Absorción Atómica PEP/SFA/13	mg/kg	0,97
		Zinc*	Absorción Atómica PEP/SFA/13	mg/kg	1,75

Nota: El resultado corresponde únicamente a la muestra entregada por el cliente en esta fecha. Está prohibida la reproducción parcial de este informe.

¹ Datos suministrados por el cliente; el laboratorio no se responsabiliza por esta información.

 AGROCALIDAD AGENCIA DE REGULACIÓN Y CONTROL FITO Y ZOOAGNARIO	LABORATORIO DE SUELOS, FOLIARES Y AGUAS Vía Interceánica Km. 145 y Elay Alfaro, Granja del MAGAP, Tumbaco - Quito Teléf.: 023828860 Ext. 2080	PGT/SFA/09-F001 Rev. 5
	INFORME DE ANÁLISIS DE SUELO	Hoja 1 de 2

Laboratorio de ensayo acreditado por el SAE con acreditación N° SAE LEN 09.003

Informe N°: LN-SFA-022-0984
 Fecha emisión Informe: 19/04/2022

DATOS DEL CLIENTE

Persona o Empresa solicitante¹: Fátima Mora
 Dirección¹: Av. Fray Vacas Galindo y Miguel Endara
 Provincia¹: Imbabura Cantón¹: Ibarra
 Teléfono¹: 0996134307
 Correo Electrónico¹: femorap@utn.edu.ec
 N° Orden de Trabajo: SFA-22-CGLS-0331
 N° Factura/Documento: 026-001-13264

DATOS DE LA MUESTRA:

Tipo de muestra ¹ : Suelo	Conservación de la muestra: Lugar fresco y seco	
Cultivo ¹ : Zanahoria – cebolla		
Provincia ¹ : Carchi	Coordenadas ¹ :	X: ---
Cantón ¹ : Bolívar		Y: ---
Parroquia ¹ : Bolívar		Altitud: ---
Muestreado por ¹ : Fátima Mora		
Fecha de muestreo ¹ : 03-04-2022	Fecha de inicio de análisis: 05-04-2022	
Fecha de recepción de la muestra: 05-04-2022	Fecha de finalización de análisis: 19-04-2022	

RESULTADOS DEL ANÁLISIS

CÓDIGO DE MUESTRA LABORATORIO	IDENTIFICACIÓN DE CAMPO DE LA MUESTRA ¹	PARÁMETRO ANALIZADO	MÉTODO	UNIDAD	RESULTADO
SFA-22-0436	T2 R3	pH a 25 °C	Electrométrico PEE/SFA/06 EPA 8060	---	7,81
		Materia Orgánica*	Volumétrico PEE/SFA/09	%	1,14
		Nitrógeno*	Volumétrico PEE/SFA/09	%	0,06
		Fósforo*	Colorimétrico PEE/SFA/11	mg/kg	113,8
		Potasio*	Absorción Atómica PEE/SFA/12	cmol/kg	0,39
		Calcio*	Absorción Atómica PEE/SFA/12	cmol/kg	15,52
		Magnesio*	Absorción Atómica PEE/SFA/12	cmol/kg	2,86
		Hierro*	Absorción Atómica PEE/SFA/13	mg/kg	< 15,0
		Manganeso*	Absorción Atómica PEE/SFA/13	mg/kg	5,55
		Cobre*	Absorción Atómica PEE/SFA/13	mg/kg	1,09
		Zinc*	Absorción Atómica PEE/SFA/13	mg/kg	< 1,00

Nota: El resultado corresponde únicamente a la muestra entregada por el cliente en esta fecha.
 Está prohibida la reproducción parcial de este informe.
¹ Datos suministrados por el cliente; el laboratorio no se responsabiliza por esta información.

 AGROCALIDAD <small>AGENCIA DE REGULACIÓN Y CONTROL RÍO Y ZOOAGRICULTURA</small>	LABORATORIO DE SUELOS, FOLIARES Y AGUAS Vía Interceánica Km. 145 y Eloy Alfaro, Granja del MAGAP, Tumbaco - Quito Telef.: 023828800 Ext. 2000	PGT/SFA/09-F001 Rev. 5
	INFORME DE ANÁLISIS DE SUELO	Hoja 1 de 2

Laboratorio de ensayo acreditado por el SAE con acreditación N° SAE LEN 09.003

Informe N°: LH-SFA-022-0885
 Fecha emisión Informe: 18/04/2022

DATOS DEL CLIENTE

Persona o Empresa solicitante: Fátima Mora
 Dirección: Av. Fray Vacas Galindo y Miguel Endara
 Provincia: Imbabura Cantón: Ibarra
 Teléfono: 0996134307
 Correo Electrónico: femorap@utn.edu.ec
 N° Orden de Trabajo: SFA-22-CGLS-0331
 N° Factura/Documento: 026-001-13264

DATOS DE LA MUESTRA:

Tipo de muestra: Suelo	Conservación de la muestra: Lugar fresco y seco	
Cultivo: Zanahoria – cebolla		
Provincia: Carchi	Coordenadas: X: --- Y: --- Altitud: ---	
Cantón: Bolívar		
Parroquia: Bolívar		
Muestreado por: Fátima Mora		
Fecha de muestreo: 03-04-2022	Fecha de inicio de análisis: 05-04-2022	
Fecha de recepción de la muestra: 05-04-2022	Fecha de finalización de análisis: 19-04-2022	

RESULTADOS DEL ANÁLISIS

CÓDIGO DE MUESTRA LABORATORIO	IDENTIFICACION DE CAMPO DE LA MUESTRA ¹	PARÁMETRO ANALIZADO	MÉTODO	UNIDAD	RESULTADO
SFA-22-0437	T2 B4	pH a 25 °C	Electrométrica PEP/SFA/06 EPA 8450D	---	7,71
		Materia Orgánica*	Volumétrico PEP/SFA/06	%	1,24
		Nitrógeno*	Volumétrico PEP/SFA/06	%	0,06
		Fósforo*	Colorimétrico PEP/SFA/11	mg/kg	97,5
		Potasio*	Absorción Atómica PEP/SFA/12	cmol/kg	0,41
		Calcio*	Absorción Atómica PEP/SFA/12	cmol/kg	15,25
		Magnesio*	Absorción Atómica PEP/SFA/12	cmol/kg	2,95
		Hierro*	Absorción Atómica PEP/SFA/13	mg/kg	18,4
		Manganeso*	Absorción Atómica PEP/SFA/13	mg/kg	7,00
		Cobre*	Absorción Atómica PEP/SFA/13	mg/kg	1,67
		Zinc*	Absorción Atómica PEP/SFA/13	mg/kg	< 1,00

Nota: El resultado corresponde únicamente a la muestra entregada por el cliente en esta fecha. Está prohibida la reproducción parcial de este informe.

¹ Datos suministrados por el cliente; el laboratorio no se responsabiliza por esta información.



LABORATORIO DE SUELOS, FOLIARES Y AGUAS Via Interocéntrica Km. 146 y Eloy Alfaro, Granja del MAGAP, Tumbaco - Quito Teléf.: 023828860 Ext. 2080	PGT/SFA/09-FO01 Rev. 5 Hoja 1 de 2
---	---

Laboratorio de ensayo acreditado por el SAE con acreditación N° SAE LEN 09.003

Informe N°: LN-SFA-422-0888
Fecha emisión Informe: 19/04/2022

DATOS DEL CLIENTE

Persona o Empresa solicitante¹: Fátima Mora
Dirección¹: Av. Fray Vacas Galindo y Miguel Endara
Provincia¹: Imbabura Cantón¹: Ibarra
Teléfono¹: 0996134307
Correo Electrónico¹: femorap@utn.edu.ec
N° Orden de Trabajo: SFA-22-CGL5-0331
N° Factura/Documento: 026-001-13264

DATOS DE LA MUESTRA:

Tipo de muestra ¹ : Suelo	Conservación de la muestra: Lugar fresco y seco	
Cultivo ¹ : Zanahoria – cebolla		
Provincia ¹ : Carchi	Coordenadas ¹ :	X: ---
Cantón ¹ : Bolívar		Y: ---
Parroquia ¹ : Bolívar		Altitud: ---
Muestreo por ¹ : Fátima Mora		
Fecha de muestreo ¹ : 03-04-2022	Fecha de inicio de análisis: 03-04-2022	
Fecha de recepción de la muestra: 03-04-2022	Fecha de finalización de análisis: 19-04-2022	

RESULTADOS DEL ANÁLISIS

CÓDIGO DE MUESTRA LABORATORIO	IDENTIFICACIÓN DE CAMPO DE LA MUESTRA ¹	PARÁMETRO ANALIZADO	MÉTODO	UNIDAD	RESULTADO
SFA-22-0438	T3 R1	pH a 25 °C	Electrométrico PSE/SFA/06 EPA 9045G	---	7,82
		Materia Orgánica*	Volumétrico PSE/SFA/08	%	0,89
		Nitrógeno*	Volumétrico PSE/SFA/08	%	0,04
		Fósforo*	Colorimétrico PSE/SFA/11	mg/kg	185,3
		Potasio*	Absorción Atómica PSE/SFA/12	cmol/kg	0,47
		Calcio*	Absorción Atómica PSE/SFA/12	cmol/kg	14,86
		Magnesio*	Absorción Atómica PSE/SFA/12	cmol/kg	3,05
		Hierro*	Absorción Atómica PSE/SFA/13	mg/kg	20,5
		Manganeso*	Absorción Atómica PSE/SFA/13	mg/kg	5,84
		Cobre*	Absorción Atómica PSE/SFA/13	mg/kg	< 0,78
		Zinc*	Absorción Atómica PSE/SFA/13	mg/kg	1,76

Nota: El resultado corresponde únicamente a la muestra entregada por el cliente en esta fecha.
Está prohibida la reproducción parcial de este informe.

¹ Datos suministrados por el cliente: el laboratorio no se responsabiliza por esta información.

 AGROCALIDAD AGENCIA DE REGULACIÓN Y CONTROL FITO Y ZOOSENIARIO	LABORATORIO DE SUELOS, FOLIARES Y AGUAS Vía Interceánica Km. 14N y Eloy Alfaro, Granja del MAGAP, Tumbaco - Quito Teléf.: 023828860 Ext. 2080	PGT/SFA/09-F001 Rev. 5
	INFORME DE ANÁLISIS DE SUELO	Hoja 1 de 2

Laboratorio de ensayo acreditado por el SAE con acreditación N° SAE LEN 09.003

Informe N°: LN-SFA-022-0887
 Fecha emisión Informe: 19/04/2022

DATOS DEL CLIENTE

Persona o Empresa solicitante¹: Fátima Mora
 Dirección¹: Av. Fray Vacas Galindo y Miguel Endara
 Provincia¹: Imbabura Cantón¹: Ibarra
 Teléfono¹: 0996134307
 Correo Electrónico¹: femorap@utn.edu.ec
 N° Orden de Trabajo: SFA-22-CGL5-0331
 N° Factura/Documento: 026-001-13264

DATOS DE LA MUESTRA:

Tipo de muestra ¹ : Suelo	Conservación de la muestra: Lugar fresco y seco	
Cultivo ¹ : Zanahoria – cebolla		
Provincia ¹ : Carchi	Coordenadas ¹ :	X: ---
Cantón ¹ : Bolívar		Y: ---
Parroquia ¹ : Bolívar		Altitud: ---
Muestreado por ¹ : Fátima Mora		
Fecha de muestreo ¹ : 03-04-2022	Fecha de inicio de análisis: 05-04-2022	
Fecha de recepción de la muestra: 05-04-2022	Fecha de finalización de análisis: 19-04-2022	

RESULTADOS DEL ANÁLISIS

CÓDIGO DE MUESTRA LABORATORIO	IDENTIFICACION DE CAMPO DE LA MUESTRA ¹	PARÁMETRO ANALIZADO	MÉTODO	UNIDAD	RESULTADO
SFA-22-0439	T3 R2	pH a 25 °C	Electrométrico PEE/SFA/06 EPA 9040D	---	7,63
		Materia Orgánica*	Volumétrico PFE/GCA/06	%	1,46
		Nitrógeno*	Volumétrico PFE/GCA/09	%	0,07
		Fósforo*	Colorimétrico PFE/GCA/11	mg/kg	140,9
		Potasio*	Absorción Atómica PFE/GCA/12	cmol/kg	0,59
		Calcio*	Absorción Atómica PFE/GCA/12	cmol/kg	15,70
		Magnesio*	Absorción Atómica PFE/GCA/12	cmol/kg	3,42
		Hierro*	Absorción Atómica PFE/GCA/13	mg/kg	21,4
		Manganeso*	Absorción Atómica PFE/GCA/13	mg/kg	8,32
		Cobre*	Absorción Atómica PFE/GCA/13	mg/kg	1,48
		Zinc*	Absorción Atómica PFE/GCA/13	mg/kg	2,30

Nota: El resultado corresponde únicamente a la muestra entregada por el cliente en esta fecha.
 Está prohibida la reproducción parcial de este Informe.
¹ Datos suministrados por el cliente; el laboratorio no se responsabiliza por esta información.

 AGROCALIDAD AGENCIA DE REGULACIÓN Y CONTROL FITO Y ZOOAGNARIO	LABORATORIO DE SUELOS, FOLIARES Y AGUAS Vía Intercecalina Km. 149 y Elay Alfaro, Granja del MAGAP, Tumbaco - Quito Teléf.: 023828960 Ext. 2080	PGT/SFA/09-F001 Rev. 5
	INFORME DE ANÁLISIS DE SUELO	Hoja 1 de 2

Laboratorio de ensayo acreditado por el SAE con acreditación N° SAE LEN 09.003

Informe N°: LH-SFA-022-0988
 Fecha emisión Informe: 19/04/2022

DATOS DEL CLIENTE

Persona o Empresa solicitante¹: Fátima Mora
 Dirección¹: Av. Fray Vacas Galindo y Miguel Endara
 Provincia¹: Imbabura Cantón¹: Ibarra
 Teléfono¹: 0996134507
 Correo Electrónico¹: femorap@utn.edu.ec
 N° Orden de Trabajo: SFA-22-CGLS-0331
 N° Factura/Documento: 026-001-13264

DATOS DE LA MUESTRA:

Tipo de muestra ¹ : Suelo	Conservación de la muestra: Lugar fresco y seco	
Cultivo ¹ : Zanahoria – cebolla		
Provincia ¹ : Carchi	Coordenadas ¹ :	X: ---
Cantón ¹ : Bolívar		Y: ---
Parroquia ¹ : Bolívar		Altitud: ---
Muestreado por ¹ : Fátima Mora		
Fecha de muestreo ¹ : 03-04-2022	Fecha de inicio de análisis: 05-04-2022	
Fecha de recepción de la muestra: 05-04-2022	Fecha de finalización de análisis: 19-04-2022	

RESULTADOS DEL ANÁLISIS

CÓDIGO DE MUESTRA LABORATORIO	IDENTIFICACION DE CAMPO DE LA MUESTRA ¹	PARÁMETRO ANALIZADO	MÉTODO	UNIDAD	RESULTADO
SFA-22-0640	T3 R3	pH a 25 °C	Electrométrico PEE/SFA/06 EPA 8090D	---	8,06
		Materia Orgánica*	Volumétrico PEE/SFA/09	%	1,35
		Nitrógeno*	Volumétrico PEE/SFA/09	%	0,06
		Fósforo*	Colorimétrico PEE/SFA/11	mg/kg	129,5
		Potasio*	Absorción Atómica PEE/SFA/12	cmol/lg	0,40
		Calcio*	Absorción Atómica PEE/SFA/12	cmol/lg	16,14
		Magnesio*	Absorción Atómica PEE/SFA/12	cmol/lg	2,34
		Hierro*	Absorción Atómica PEE/SFA/13	mg/kg	< 15,0
		Manganeso*	Absorción Atómica PEE/SFA/13	mg/kg	5,08
		Cobre*	Absorción Atómica PEE/SFA/13	mg/kg	0,95
		Zinc*	Absorción Atómica PEE/SFA/13	mg/kg	< 1,00

Nota: El resultado corresponde únicamente a la muestra entregada por el cliente en esta fecha. Está prohibida la reproducción parcial de este informe.

¹ Datos suministrados por el cliente; el laboratorio no se responsabiliza por esta información.

 AGROCALIDAD AGENCIA DE REGULACIÓN Y CONTROL RÍO Y ZOOAGARIARIO	LABORATORIO DE SUELOS, FOLIARES Y AGUAS Via Interceánica Km. 14½ y Eloy Alfaro, Granja del MAGAP, Tumbaco - Cuzco Telef.: 023828860 Ext. 2080	PGT/SFA/09-FO01 Rev. 5
	INFORME DE ANÁLISIS DE SUELO	Hoja 1 de 2

Laboratorio de ensayo acreditado por el SAE con acreditación N° SAE LEN 09.003

Informe N°: 18-SFA-22-0889
 Fecha emisión Informe: 18/04/2022

DATOS DEL CLIENTE

Persona o Empresa solicitante¹: Fátima Mora
 Dirección¹: Av. Fray Vacas Galindo y Miguel Endara
 Provincia¹: Imbabura Cantón¹: Ibarra
 Teléfono¹: 0996134307
 Correo Electrónico¹: femorap@utn.edu.ec
 N° Orden de Trabajo: SFA-22-CGLS-0331
 N° Factura/Documento: 026-001-13264

DATOS DE LA MUESTRA:

Tipo de muestra ¹ : Suelo	Conservación de la muestra: Lugar fresco y seco	
Cultivo ¹ : Zanahoria – cebolla		
Provincia ¹ : Carchi	Coordenadas ¹ :	X: ---
Cantón ¹ : Bolívar		Y: ---
Parroquia ¹ : Bolívar		Altitud: ---
Muestreado por ¹ : Fátima Mora		
Fecha de muestreo ¹ : 03-04-2022	Fecha de inicio de análisis: 05-04-2022	
Fecha de recepción de la muestra: 03-04-2022	Fecha de finalización de análisis: 19-04-2022	

RESULTADOS DEL ANÁLISIS

CÓDIGO DE MUESTRA LABORATORIO	IDENTIFICACIÓN DE CAMPO DE LA MUESTRA ¹	PARÁMETRO ANALIZADO	MÉTODO	UNIDAD	RESULTADO
SFA-22-0441	T3 M	pH a 25 °C	Electrométrico PEE/SFA/06 EPA 9045D	---	7,83
		Materia Orgánica*	Volamétrico PEE/SFA/08	%	1,48
		Nitrógeno*	Volamétrico PEE/SFA/08	%	0,07
		Fósforo*	Colorimétrico PEE/SFA/11	mg/kg	86,7
		Potasio*	Absorción Atómica PEE/SFA/12	cmol/kg	0,37
		Calcio*	Absorción Atómica PEE/SFA/12	cmol/kg	16,50
		Magnesio*	Absorción Atómica PEE/SFA/12	cmol/kg	2,91
		Hierro*	Absorción Atómica PEE/SFA/13	mg/kg	16,2
		Manganeso*	Absorción Atómica PEE/SFA/13	mg/kg	8,00
		Cobre*	Absorción Atómica PEE/SFA/13	mg/kg	1,50
		Zinc*	Absorción Atómica PEE/SFA/13	mg/kg	< 1,00

Nota: El resultado corresponde únicamente a la muestra entregada por el cliente en esta fecha.
 Está prohibida la reproducción parcial de este informe.
¹ Datos suministrados por el cliente; el laboratorio no se responsabiliza por esta información.



AGROCALIDAD
AGENCIA DE REGULACIÓN Y
CONTROL FITO Y ZOOTÉCNICO

LABORATORIO DE SUELOS, FOLIARES Y AGUAS
Vía Intercestral Km. 14X y Elay Alfaro, Granja del
MAGAP, Tumbaco - Quito
Teléf.: 023828960 Ext. 2080

PGT/SFA/09-FO01

Rev. 5

INFORME DE ANÁLISIS DE SUELO

Hoja 1 de 2

Laboratorio de ensayo acreditado por el SAE con acreditación N° SAE LEN 09.003

Informe N°: LN-SFA-022-0039
Fecha emisión Informe: 19/04/2022

DATOS DEL CLIENTE

Persona o Empresa solicitante¹: Fátima Mora
Dirección¹: Av. Fray Vacas Galindo y Miguel Endara
Provincia¹: Imbabura Cantón¹: Ibarra
Teléfono¹: 0996134507
Correo Electrónico¹: femorap@utn.edu.ec
N° Orden de Trabajo: SFA-22-CGLS-0331
N° Factura/Documento: 026-001-13264

DATOS DE LA MUESTRA:

Tipo de muestra ¹ : Suelo	Conservación de la muestra: Lugar fresco y seco	
Cultivo ¹ : Zanahoria – cebolla		
Provincia ¹ : Carchi	Coordenadas ¹ :	X: ---
Cantón ¹ : Bolívar		Y: ---
Parroquia ¹ : Bolívar		Altitud: ---
Muestreado por ¹ : Fátima Mora		
Fecha de muestreo ¹ : 03-04-2022	Fecha de inicio de análisis: 05-04-2022	
Fecha de recepción de la muestra: 05-04-2022	Fecha de finalización de análisis: 19-04-2022	

RESULTADOS DEL ANÁLISIS

CÓDIGO DE MUESTRA LABORATORIO	IDENTIFICACION DE CAMPO DE LA MUESTRA ¹	PARÁMETRO ANALIZADO	MÉTODO	UNIDAD	RESULTADO
SFA-22-0442	T4 RI	pH a 25 °C	Electrométrico PEE/SFA/06 EPA 9045D	---	8,07
		Materia Orgánica*	Volumétrico PEE/SFA/08	%	1,06
		Nitrógeno*	Volumétrico PEE/SFA/09	%	0,05
		Fósforo*	Colorimétrico PEE/SFA/11	mg/kg	181,0
		Potasio*	Absorción Atómica PEE/SFA/12	cmol/kg	0,48
		Calcio*	Absorción Atómica PEE/SFA/12	cmol/kg	14,48
		Magnesio*	Absorción Atómica PEE/SFA/12	cmol/kg	2,93
		Hierro*	Absorción Atómica PEE/SFA/13	mg/kg	< 15,0
		Manganeso*	Absorción Atómica PEE/SFA/13	mg/kg	6,87
		Cobre*	Absorción Atómica PEE/SFA/13	mg/kg	< 0,78
		Zinc*	Absorción Atómica PEE/SFA/13	mg/kg	< 1,00

Nota: El resultado corresponde únicamente a la muestra entregada por el cliente en esta fecha.
Está prohibida la reproducción parcial de este Informe.
¹ Datos suministrados por el cliente; el laboratorio no se responsabiliza por esta información.

 AGROCALIDAD AGENCIA DE REGULACIÓN Y CONTROL FITO Y ZOOAGRIARIO	LABORATORIO DE SUELOS, FOLIARES Y AGUAS Vía Interceánica Km. 146 y Elroy Alfaro, Granja del MAGAP, Tumbaco - Quito Teléf.: 023828960 Ext. 2080	PGT/SFA/09-FO01 Rev. 5
	INFORME DE ANÁLISIS DE SUELO	Hoja 1 de 2

Laboratorio de ensayo acreditado por el SAE con acreditación N° SAE LEN 09.003

Informe N°: UN-SFA-622-0925
 Fecha emisión Informe: 19/04/2022

DATOS DEL CLIENTE

Persona o Empresa solicitante¹: Fátima Mora
 Dirección¹: Av. Fray Vacas Galindo y Miguel Endara
 Provincia¹: Imbabura Cantón¹: Ibarra
 Teléfono¹: 0996134507
 Correo Electrónico¹: femorap@utn.edu.ec
 N° Orden de Trabajo: SFA-22-CGLS-0331
 N° Factura/Documento: 026-001-13264

DATOS DE LA MUESTRA:

Tipo de muestra ¹ : Suelo	Conservación de la muestra: Lugar fresco y seco	
Cultivo ¹ : Zanahoria – cebolla		
Provincia ¹ : Carchi	Coordenadas ¹ :	X: ---
Cantón ¹ : Bolívar		Y: ---
Parroquia ¹ : Bolívar		Altitud: ---
Muestreo por ¹ : Fátima Mora		
Fecha de muestreo ¹ : 03-04-2022	Fecha de inicio de análisis: 05-04-2022	
Fecha de recepción de la muestra: 05-04-2022	Fecha de finalización de análisis: 19-04-2022	

RESULTADOS DEL ANÁLISIS

CÓDIGO DE MUESTRA LABORATORIO	IDENTIFICACIÓN DE CAMPO DE LA MUESTRA ¹	PARÁMETRO ANALIZADO	MÉTODO	UNIDAD	RESULTADO
SFA-22-0443	T4 R2	pH a 25 °C	Electrométrico PEE/SFA/06 EPA 9045D	---	7,79
		Materia Orgánica*	Volumétrico PEE/SFA/09	%	1,35
		Nitrógeno*	Volumétrico PEE/SFA/09	%	0,07
		Fósforo*	Colorimétrico PEE/SFA/11	mg/kg	158,2
		Potasio*	Absorción Atómica PEE/SFA/12	cmol/kg	0,62
		Calcio*	Absorción Atómica PEE/SFA/12	cmol/kg	15,71
		Magnesio*	Absorción Atómica PEE/SFA/12	cmol/kg	3,04
		Hierro*	Absorción Atómica PEE/SFA/13	mg/kg	17,2
		Manganeso*	Absorción Atómica PEE/SFA/13	mg/kg	8,26
		Cobre*	Absorción Atómica PEE/SFA/13	mg/kg	1,04
		Zinc*	Absorción Atómica PEE/SFA/13	mg/kg	1,86

Nota: El resultado corresponde únicamente a la muestra entregada por el cliente en esta fecha. Está prohibida la reproducción parcial de este informe.

¹ Datos suministrados por el cliente; el laboratorio no se responsabiliza por esta información.

 AGROCALIDAD AGENCIA DE REGULACIÓN Y CONTROL FITO Y ZOOAGARIARIO	LABORATORIO DE SUELOS, FOLIARES Y AGUAS Vía Interocénica Km. 14 ^o y Eloy Alfaro, Granja del MAGAP, Tumbaco - Quito Telef.: 023828860 Ext. 2080	PGT/SFA/09-F001
	INFORME DE ANÁLISIS DE SUELO	Rev. 5
		Hoja 1 de 2

Laboratorio de ensayo acreditado por el SAE con acreditación N° SAE LEN 09.003

Informe N°: LN-SFA-822-8872
 Fecha emisión Informe: 18/04/2022

DATOS DEL CLIENTE

Persona o Empresa solicitante¹: Fátima Mora
 Dirección¹: Av. Fray Vacas Galindo y Miguel Endara
 Provincia¹: Imbabura Cantón¹: Ibarra
 Teléfono¹: 0996134307
 Correo Electrónico¹: femorap@utn.edu.ec
 N° Orden de Trabajo: SFA-22-CGLS-0331
 N° Factura/Documento: 026-001-13264

DATOS DE LA MUESTRA:

Tipo de muestra ¹ : Suelo	Conservación de la muestra: Lugar fresco y seco	
Cultivo ¹ : Zanahoria – cebolla		
Provincia ¹ : Carchi	Coordenadas ¹ :	X: ---
Cantón ¹ : Bolívar		Y: ---
Parroquia ¹ : Bolívar		Altitud: ---
Muestreado por ¹ : Fátima Mora		
Fecha de muestreo ¹ : 03-04-2022	Fecha de inicio de análisis: 03-04-2022	
Fecha de recepción de la muestra: 03-04-2022	Fecha de finalización de análisis: 19-04-2022	

RESULTADOS DEL ANÁLISIS

CÓDIGO DE MUESTRA LABORATORIO	IDENTIFICACIÓN DE CAMPO DE LA MUESTRA ¹	PARÁMETRO ANALIZADO	MÉTODO	UNIDAD	RESULTADO
SFA-22-0444	T4 R3	pH a 25 °C	Electrométrico PES/SFA/06 EPA 9040D	---	7,74
		Materia Orgánica*	Volumétrico PES/SFA/08	%	1,32
		Nitrógeno*	Volumétrico PES/SFA/06	%	0,07
		Fósforo*	Colorimétrico PES/SFA/11	mg/kg	125,4
		Potasio*	Absorción Atómica PES/SFA/12	cmol/kg	0,50
		Calcio*	Absorción Atómica PES/SFA/12	cmol/kg	14,38
		Magnesio*	Absorción Atómica PES/SFA/12	cmol/kg	3,03
		Hierro*	Absorción Atómica PES/SFA/13	mg/kg	16,3
		Manganeso*	Absorción Atómica PES/SFA/13	mg/kg	8,97
		Cobre*	Absorción Atómica PES/SFA/13	mg/kg	1,07
		Zinc*	Absorción Atómica PES/SFA/13	mg/kg	1,62

Nota: El resultado corresponde únicamente a la muestra entregada por el cliente en esta fecha. Está prohibida la reproducción parcial de este informe.

¹ Datos suministrados por el cliente: el laboratorio no se responsabiliza por esta información.

 AGROCALIDAD AGENCIA DE REGULACIÓN Y CONTROL FITO Y ZOOAGARIARIO	LABORATORIO DE SUELOS, FOLIARES Y AGUAS Vía Intercomunal Km. 14X y Eloy Alfaro, Granja del MAGAP, Tumbaco - Cuito Telef.: 023828860 Ext. 2080	PGT/SFA/09-FO01
	INFORME DE ANÁLISIS DE SUELO	Rev. 5
		Hoja 1 de 2

Laboratorio de ensayo acreditado por el SAE con acreditación N° SAE LEN 09.003

Informe N°: 18-SFA-E22-0879
 Fecha emisión Informe: 18/04/2022

DATOS DEL CLIENTE

Persona o Empresa solicitante¹: Fátima Mora
 Dirección¹: Av. Fray Vaca Galindo y Miguel Endara
 Provincia¹: Imbabura Cantón¹: Ibarra
 Teléfono¹: 0996134307
 Correo Electrónico¹: femorap@utn.edu.ec
 N° Orden de Trabajo: SFA-22-CGLS-0331
 N° Factura/Documento: 026-001-13264

DATOS DE LA MUESTRA:

Tipo de muestra ¹ : Suelo	Conservación de la muestra: Lugar fresco y seco	
Cultivo ¹ : Zanahoria – cebolla		
Provincia ¹ : Carchi	Coordenadas ¹ :	X: ---
Cantón ¹ : Bolívar		Y: ---
Parroquia ¹ : Bolívar		Altitud: ---
Muestreado por ¹ : Fátima Mora		
Fecha de muestreo ¹ : 03-04-2022	Fecha de inicio de análisis: 05-04-2022	
Fecha de recepción de la muestra: 05-04-2022	Fecha de finalización de análisis: 19-04-2022	

RESULTADOS DEL ANÁLISIS

CÓDIGO DE MUESTRA LABORATORIO	IDENTIFICACIÓN DE CAMPO DE LA MUESTRA ¹	PARÁMETRO ANALIZADO	MÉTODO	UNIDAD	RESULTADO
SFA-22-0445	T4 M	pH a 25 °C	Electrométrico PES/SFA/06 SFA 99492	---	7,66
		Materia Orgánica*	Volumétrico PES/SFA/06	%	1,34
		Nitrógeno*	Volumétrico PES/SFA/06	%	0,07
		Fósforo*	Colorimétrico PES/SFA/11	mg/kg	163,9
		Potasio*	Absorción Atómica PES/SFA/12	cmol/kg	0,46
		Calcio*	Absorción Atómica PES/SFA/12	cmol/kg	13,38
		Magnesio*	Absorción Atómica PES/SFA/12	cmol/kg	2,82
		Hierro*	Absorción Atómica PES/SFA/13	mg/kg	18,3
		Manganeso*	Absorción Atómica PES/SFA/13	mg/kg	7,42
		Cobre*	Absorción Atómica PES/SFA/13	mg/kg	1,12
		Zinc*	Absorción Atómica PES/SFA/13	mg/kg	< 1,60

Nota: El resultado corresponde únicamente a la muestra entregada por el cliente en esta fecha.
 Está prohibida la reproducción parcial de este informe.
¹ Datos suministrados por el cliente; el laboratorio no se responsabiliza por esta información.