



UTMACH

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

CARRERA DE INGENIERÍA AMBIENTAL

Manual de Buenas prácticas ambientales para la conservación de suelos en la finca El Algarrobo de la parroquia Palmales del año 2024.

**ARCENTALES TORRES JEAN JORGE
INGENIERO AMBIENTAL**

**MACHALA
2024**



UTMACH

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

CARRERA DE INGENIERÍA AMBIENTAL

**Manual de Buenas prácticas ambientales para la conservación de
suelos en la finca El Algarrobo de la parroquia Palmales del año
2024.**

**ARCENTALES TORRES JEAN JORGE
INGENIERO AMBIENTAL**

**MACHALA
2024**



UTMACH

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

CARRERA DE INGENIERÍA AMBIENTAL

PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN

**Manual de Buenas prácticas ambientales para la conservación de
suelos en la finca El Algarrobo de la parroquia Palmales del año
2024.**

**ARCENTALES TORRES JEAN JORGE
INGENIERO AMBIENTAL**

MOSQUERA MUÑOZ DENIS ALEXANDER

**MACHALA
2024**



Manual_de_Buenas_Practicas_Ambien tales FINAL

2%
Textos
sospechosos



< 1% **Similitudes**
0% similitudes entre
comillas
0% entre las fuentes
mencionadas
2% **Idiomas no
reconocidos**

Nombre del documento: Manual_de_Buenas_Practicas_Ambientales_FINAL.pdf
ID del documento: 419974606cb28da6c56b38ba2d3100577d900964
Tamaño del documento original: 850,38 kB
Autores: []

Depositante: Mosquera Denis
Fecha de depósito: 6/2/2025
Tipo de carga: interface
fecha de fin de análisis: 6/2/2025

Número de palabras: 13.070
Número de caracteres: 85.903

Ubicación de las similitudes en el documento:



Fuente principal detectada

N°	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	ecologiayvida.com La ecología humana: comprensión de nuestra relación con el e... https://ecologiayvida.com/la-ecologia-humana-comprension-de-nuestra-relacion-con-el-entorno/	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (21 palabras)

Fuentes con similitudes fortuitas

N°	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	quesignificado.org Sustentabilidad: Concepto y Compromiso con el Medio Ambiente https://quesignificado.org/que-es-la-sustentabilidad/#:-:text=La sustentabilidad es un tema de gr...	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (24 palabras)
2	Documento de otro usuario #c4cbd2 El documento proviene de otro grupo	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (15 palabras)
3	Documento de otro usuario #c28297 El documento proviene de otro grupo	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (14 palabras)
4	repositorio.uasb.edu.ec https://repositorio.uasb.edu.ec/bitstream/10644/9881/1/T4330-MCCSD-Vasquez-Cambio.pdf	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (11 palabras)
5	doi.org Avances en la genética del ganado bovino y las tendencias de investigación ... https://doi.org/10.70881/hnj/v2/n1/32	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (10 palabras)

CLÁUSULA DE CESIÓN DE DERECHO DE PUBLICACIÓN EN EL REPOSITORIO DIGITAL INSTITUCIONAL

El que suscribe, ARCENTALES TORRES JEAN JORGE, en calidad de autor del siguiente trabajo escrito titulado Manual de Buenas prácticas ambientales para la conservación de suelos en la finca El Algarrobo de la parroquia Palmales del año 2024., otorga a la Universidad Técnica de Machala, de forma gratuita y no exclusiva, los derechos de reproducción, distribución y comunicación pública de la obra, que constituye un trabajo de autoría propia, sobre la cual tiene potestad para otorgar los derechos contenidos en esta licencia.

El autor declara que el contenido que se publicará es de carácter académico y se enmarca en las disposiciones definidas por la Universidad Técnica de Machala.

Se autoriza a transformar la obra, únicamente cuando sea necesario, y a realizar las adaptaciones pertinentes para permitir su preservación, distribución y publicación en el Repositorio Digital Institucional de la Universidad Técnica de Machala.

El autor como garante de la autoría de la obra y en relación a la misma, declara que la universidad se encuentra libre de todo tipo de responsabilidad sobre el contenido de la obra y que asume la responsabilidad frente a cualquier reclamo o demanda por parte de terceros de manera exclusiva.

Aceptando esta licencia, se cede a la Universidad Técnica de Machala el derecho exclusivo de archivar, reproducir, convertir, comunicar y/o distribuir la obra mundialmente en formato electrónico y digital a través de su Repositorio Digital Institucional, siempre y cuando no se lo haga para obtener beneficio económico.



ARCENTALES TORRES JEAN JORGE

0704420819

Dedicatoria

Dedico este trabajo de titulación a Dios por darme vida y salud, guiándome y permitiéndome seguir adelante en todo momento, ya que es el quien me dio las fuerzas necesarias para alcanzar cada una de mis metas.

Con mucho cariño y amor para mis padres Jorge Arcentales y Mercy Torres por ser el pilar fundamental para no rendirme, enseñándome que uno es capaz de lograr todo lo que se proponga, aunque parezca complicada la vida, su apoyo ha sido lo más valioso durante este proceso académico.

También agradezco a mis hermanos Alvaro Arcentales por estar siempre pendiente de mí en todo momento y quien me motiva a no rendirme, y Yanina Arcentales quien está pendiente de mí en todo lugar, ambos siempre son mi fuente de inspiración y valentía. A mis sobrinos Claudio Emilio y Nohelia Carolina quienes son mi mayor motivación para seguir luchando por un sueño y darles el amor que necesitan.

A mis amigos Josué, Eddie, Kristhel, Jennifer, Emily, Milena con quienes vivimos momentos felices durante toda la carrera, gracias por las palabras de aliento que no me dejaron caer y por ayudarme en los momentos que los necesitaba, aportando conocimientos valiosos para poder alcanzar este logro.

Agradecimientos

Mis sinceros agradecimientos a la Universidad Técnica de Machala por darme su acogida desde el primer momento especialmente a la Carrera de Ingeniería ambiental por haberme impartido conocimientos y aportar a mi formación académica y profesional.

De la misma manera agradezco al Blg. Denis Mosquera por su dirección en todo proceso de verdad que me guiado verdaderamente y a los Ingenieros Jaime García y Juan Carlos Berru por su ayuda interesada durante en el desarrollo de la presente investigación y las sugerencias para la mejora del presente trabajo de Titulación.

No puedo dejar de mencionar al Ing. Luis Vargas, quien fue mi profesor de titulación en el último semestre. Su enseñanza y acompañamiento académico fueron esenciales en esta etapa final de mi formación, brindándome las herramientas y la motivación necesarias para culminar con éxito este proyecto.

A todos ustedes, mi más profundo agradecimiento por ser parte de este camino, por compartir sus conocimientos y por contribuir a mi crecimiento profesional. Su apoyo ha sido invaluable y quedará siempre en mi gratitud.

RESUMEN

El presente trabajo de titulación tuvo como objetivo el crear un manual de buenas prácticas ambientales para la finca El Algarrobo ubicada en el cantón Arenillas provincia de El Oro, en donde se cultiva el cacao y limón. Para esto primero se hizo un análisis del físico químico del suelo con el fin de constatar el estado actual del suelo y así poder verificar sus factores de degradación. Seguido se hizo una encuesta hacia los trabajadores de la finca para poder obtener los datos de producción de la finca El Algarrobo. Luego, se hizo una búsqueda bibliográfica y análisis de manuales de buenas prácticas ambientales en cultivos de cacao y limón en repositorios y bases de internet. Finalmente, se desarrolló un manual de buenas prácticas ambientales para la finca El Algarrobo. La implementación de este manual ayudará a mitigar los impactos en los recursos suelo y agua.

Palabras clave — *Manual de buenas prácticas ambientales, producción agrícola, agua, suelo, agroquímicos.*

ABSTRACT

The objective of this degree work was to create a manual of good environmental practices for the El Algarrobo farm located in the Arenillas canton, province of El Oro, where cocoa and lemon are grown. First, a physical-chemical analysis of the soil was made in order to verify the current state of the soil and thus verify its degradation factors. Next, a survey was made to the workers of the farm in order to obtain the production data of the El Algarrobo farm. Then, a bibliographic search and analysis of good environmental practices manuals for cocoa and lemon crops was conducted in repositories and internet databases. Finally, a good environmental practices manual was developed for the El Algarrobo farm. The implementation of this manual will help mitigate impacts on soil and water resources.

Key words - Good environmental practices manual, agricultural production, water, soil, agrochemicals.

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN.....	3
ABSTRACT	4
I. INTRODUCCIÓN	13
II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	15
III. JUSTIFICACIÓN.....	18
IV. OBJETIVOS	20
A. Objetivo general	20
B. Objetivos específicos	20
VI. MARCO TEÓRICO.....	21
A. Descripción del alcance del proyecto de investigación.....	21
B. Complementos conceptuales, bibliográficos y estructura.	21
1) Ecosistema.....	21
2) Servicios ecosistémicos	21
a. Servicios de regulación	21
b. Servicios de soporte	22
c. Servicios de aprovisionamiento	22
d. Servicios culturales	22
3) Recursos naturales	23
4) Suelo	23
5) Erosión.....	24
6) Agricultura.....	24
a. Agricultura extensiva	24
b. Agricultura intensiva.....	24
c. Agricultura tradicional	24

d. Agricultura orgánica.....	25
7) Agroecología	25
8) Agroquímicos	25
9) Sistemas socio-ecológico.....	25
10) Uso sostenible/sostenibilidad	26
11) Buenas prácticas ambientales.....	26
a. Buenas prácticas ambientales en agricultura.....	26
C. Análisis y Narración de estudios similares	27
VII. METODOLOGÍA.....	28
A. Delimitación del objeto de estudio.....	28
1) Ubicación del objeto de estudio.....	28
2) Descripción del área de estudio	28
B. Toma de muestras para el análisis del suelo	28
C. Análisis de laboratorio	30
1) Relación carbono/nitrógeno.....	30
2) Potencial de hidrógeno	32
3) Textura del suelo	32
4) Materia Orgánica.	33
5) Capacidad de intercambio catiónico (CIC)	33
D. Productividad de cacao y limón en la provincia de El Oro.....	34
E. Producción histórica de la finca “El Algarrobo	34
F. Encuesta sobre productividad de cacao y limón, y manejo de la Finca “El Algarrobo” ...	34
G. Información sobre manuales de buenas prácticas ambientales	35
H. Generación del manual de buenas prácticas ambientales.....	36
VIII. RESULTADOS	37

A. Colección de muestras.....	37
B. Resultados de análisis de laboratorio	37
1) Relación Carbono/Nitrógeno.....	37
2) Potencial de Hidrogeno	38
3) Textura del suelo	38
4) Materia Orgánica	38
5) Capacidad de intercambio catiónico.....	39
C. Niveles de producción a nivel provincial.....	39
D. Niveles de producción histórico de la finca “El Algarrobo”.....	40
E. Resultados de la encuesta sobre productividad de cacao y limón y manejo de la Finca “El Algarrobo”.....	40
1) ¿Cuáles son las actividades principales en la finca?.....	40
2) ¿Qué cultivos se siembran en la finca?.....	41
3) ¿Cuál fue la cantidad de sacos de cacao produjo su última cosecha?	42
4) ¿Cuál fue la cantidad de sacos de limón que produjo la última cosecha?	42
5) ¿Cuánto pesa en promedio un saco de cacao?.....	43
6) ¿Cuánto pesa en promedio un saco de limón?.....	43
7) ¿Cuáles son los principales problemas que enfrenta la producción agrícola?.....	44
8) ¿Cómo se comercializa los productos	44
F. Resultados de búsqueda de literatura sobre manuales de buenas prácticas para los cultivos estudiados	45
G. Manual de buenas prácticas ambientales	48
1) Buenas prácticas ambientales en el control de plagas	48
a. Calibración y uso adecuado de equipos de aplicación de plaguicidas.	48
b. Uso adecuado de los plaguicidas durante las fases de transporte, almacenamiento y distribución.....	49

2) Buenas prácticas ambientales en manejo del suelo	50
3) Buenas prácticas ambientales en manejo del agua.	51
IX. DISCUSIÓN	53
A. Discusión del objetivo 1	53
B. Discusión del objetivo 2.....	54
C. Discusión del objetivo 3.....	56
X. CONCLUSIONES.....	58
XI. RECOMENDACIONES.....	59
XII. REFERENCIAS	60

LISTA DE TABLAS

TABLA I. CLASIFICACIÓN DE LOS SERVICIOS ECOSISTÉMICOS.....	22
TABLA II. COORDENADAS DE LA FINCA EL ALGARROBO	28
TABLA III. INTERPRETACIÓN RELACIÓN CARBONO/NITRÓGENO	31
TABLA IV. INTERPRETACIÓN DE C.I.C	34
TABLA V. COORDENADAS DE MUESTREO POR CULTIVO	37
TABLA VI. RESULTADOS DE ANÁLISIS RELACIÓN CARBONO/NITRÓGENO.....	37
TABLA VII. RESULTADOS DE ANÁLISIS pH.....	38
TABLA VIII. RESULTADOS DE ANÁLISIS TEXTURA DE SUELO	38
TABLA IX. RESULTADOS DE ANÁLISIS MATERIA ORGÁNICA	38
TABLA X. RESULTADO DE ANÁLISIS CAPACIDAD DE INTERCAMBIO CATIONICO	39
TABLA XI. RESULTADO DE PRODUCTIVIDAD PROVINCIA DE EL ORO.....	39
TABLA XII. RESULTADO DE PRODUCTIVIDAD DE LA FINCA EL ALGARROBO.....	40
TABLA XIII. RESULTADO DE BÚSQUEDA Y DESCRIPCIÓN DE MANUALES DE BPA EN CULTIVOS DE CACO	45
TABLA XIV. RESULTADO DE BÚSQUEDA Y DESCRIPCIÓN DE MANUALES DE BPA EN CULTIVOS DE LIMÓN	47

LISTA DE FIGURAS

Fig. 1 Puntos de muestreo	29
Fig. 2 Encuesta realizada a los trabajadores de la finca El Algarrobo	35
Fig. 3 Resultados de la pregunta 1 de la encuesta a la finca El Algarrobo	41
Fig. 4 Resultados de la pregunta 2 de la encuesta a la finca El Algarrobo	41
Fig. 5 Resultados de la pregunta 3 de la encuesta a la finca El Algarrobo	42
Fig. 6 Resultados de la pregunta 4 de la encuesta a la finca El Algarrobo	42
Fig. 7 Resultados de la pregunta 5 de la encuesta a la finca El Algarrobo	43
Fig. 8 Resultados de la pregunta 6 de la encuesta a la finca El Algarrobo	43
Fig. 9 Resultados de la pregunta 7 de la encuesta a la finca El Algarrobo	44
Fig. 10 Resultados de la pregunta 8 de la encuesta a la finca El Algarrobo	45

LISTA DE ANEXOS

ANEXO 1. PLANTACIÓN DE CACAO DENTRO DE LA FINCA EL ALGARROBO	66
ANEXO 2. PLANTACIÓN DE LIMÓN DENTRO DE LA FINCA EL ALGARROBO	67
ANEXO 3. AGROQUIMICOS EMPLEADOS EN LA FINCA EL ALGARROBO	68
ANEXO 4. TOMA DE MUESTRAS DE SUELO	69
ANEXO 5. RESULTADOS DE ANALISIS DE SUELO RELACIÓN C/N	70
ANEXO 6. RESULTADOS DE ANALISIS DE SUELO	71
ANEXO 7. RESULTADO DE ANALISIS QUÍMICO DE SUELO.....	72
ANEXO 8. ANÁLISIS DE CAPACIDAD DE INTERCAMBIO CATIONICO.....	73
ANEXO 9. ANÁLISIS DE TEXTURA DE SUELO	74

SIGLAS, ACRÓNIMOS Y ABREVIATURAS

BPA	Buenas Prácticas Ambientales
C/N	Carbono/Nitrógeno
CIC	Capacidad de Intercambio Catiónico
cm	Centímetros
CO₂	Dióxido de Carbono
Esp.	Especialista
ERIC	Education Resources Information Center
FAO	The Food and Agriculture Organization
FeSO₄	Sulfato Ferroso
H₂SO₄	Ácido Sulfúrico
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers
INEC	Instituto Nacional de Estadística y Censos
K₂Cr₂O₇	Dicromato de Potasio
meq/100g	Milequivalentes por 100 gramos
MIPE	Manejo Integrado de Plagas y Enfermedades
M.O	Materia Orgánica
MP	Magistrado Ponente
MSc	Magister Scientiae
NaCl	Cloruro de Sodio
NH₄⁺	Ion Amonio
ODS	Objetivo de Desarrollo Sostenible
Párr.	Párrafo
pH	Potencial de Hidrogeno
PhD	Philosophiae Doctor
PBQ-SF	Personality Belief Questionnaire Short Form
PostDoc	PostDoctor
Tm	Tonelada métrica
USDA	United States Department of Agriculture
UTMACH	Universidad Técnica De Machala

I. INTRODUCCIÓN

El suelo es un recurso esencial para la vida en nuestro planeta, su importancia radica en los servicios ecosistémicos, como lo es la producción global de alimentos, siendo responsable de sostener aproximadamente el 95% de producción [1]. Sin embargo, las prácticas de manejo no sostenibles han producido la degradación del recurso, lo que implica la pérdida de la calidad y la capacidad productiva del suelo [2].

A nivel global, la degradación de la calidad del suelo emerge como el principal obstáculo que incide en la reducción de los rendimientos en la agricultura de subsistencia. Esta problemática, se convierte en un elemento determinante que contribuye significativamente a la inseguridad alimentaria que afecta a miles de millones de personas [3]. Este proceso de degradación no solo compromete la capacidad de los suelos para mantener altos rendimientos agrícolas, sino que también aumenta su vulnerabilidad a la erosión, tanto hídrica como eólica. La erosión resultante, causada por la acción del agua de lluvia o del viento, puede eliminar la capa fértil, reduciendo aún más la productividad del terreno y comprometiendo la sostenibilidad a largo plazo de las actividades agrícolas [4].

Actualmente, es una necesidad mantener los suelos saludables, mediante una gestión apropiada, para asegurar la alimentación, mantener la salud de los ecosistemas, proteger la biodiversidad, garantizar el suministro de agua dulce y contribuir a mitigar el cambio climático. Mugandani en el 2021 señaló a la agricultura de conservación como una estrategia que puede resguardar los suelos de la degradación [5].

Por ende, el desafío principal de los tomadores de decisiones, entidades públicas y privadas a nivel global y local, es lograr una armonización entre la calidad y cantidad de servicios ecosistémicos y las actividades antrópicas. Es importante que la sociedad conozca de los impactos ambientales producidos por las malas prácticas agrícolas y que medidas llevar a cabo para la protección de los bienes y servicios ecosistémicos [6]. En este contexto, las buenas prácticas ambientales (BPA) se presentan como una medida crucial, destinada a alcanzar un equilibrio entre el aprovechamiento del suelo y la actividad agrícola [7].

Implementar prácticas ambientales positivas resulta clave para conservar el suelo de manera sostenible [8]. Por lo tanto, el actual trabajo tiene como enfoque generar una manual de BPA

inclinadas a la conservación del suelo de la finca El Algarrobo, misma que se encuentra ubicada en la provincia de El Oro, cantón Arenillas, parroquia Palmales.

II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El ser humano ha utilizado los recursos naturales desde su aparición en la tierra, la agricultura como innovación tecnológica se realiza desde el origen de los grupos humanos nómadas, durante más de 10000 años [9]. En sus inicios, el manejo de los recursos naturales y la tecnología agrícola no afectó a los componentes ambientales utilizados para estos fines, tales como el aire, el agua y el suelo [10], más bien los protegían.

El suelo es el recurso más valioso para la agricultura, las prácticas agrícolas amigables protegen el recurso mediante usos adecuados y armónicos de sus componentes, así como un alto control de las cargas y descargas químicas en el sistema [11]. Mediante observación directa, se evidencia que el recurso suelo de la finca El Algarrobo en la Parroquia Palmales enfrenta amenazas debido a posibles malas prácticas ambientales. 1) El posible uso excesivo de agroquímicos, como fertilizantes fosforados y nitrogenados, que degradan la calidad del suelo y contaminan fuentes de agua, los que podrían causar erosión del suelo, y afectar a la biodiversidad local [12]. 2) La evidente falta de rotación de cultivos y el predominio de monocultivos, lo que puede producir resistencia de plagas y un ciclo de manejo que promueva un mayor uso de agroquímicos. 3) Las malas prácticas observadas podrían generar un efecto en la productividad agrícola de la finca y los servicios ambientales.

Estas amenazas representan un riesgo significativo para la sostenibilidad económica y ambiental de la finca. Por tanto, es necesario desarrollar estudios que comprueben las afectaciones en el suelo, analizar que buenas prácticas se pueden implementar y elaborar un manual de aplicación de las mismas, enfocado en la conservación del suelo. Con el objetivo principal de promover una gestión sostenible de los recursos naturales en la finca, así como generar conciencia ambiental entre los trabajadores del sector y las comunidades aledaña.

A. Antecedentes

La erosión del suelo representa un problema grave, afectando a más del 80.5% de la superficie terrestre, causado por factores naturales y antropológicos, como las prácticas agrícolas, la deforestación, etc [13]. Se estima que, a nivel global, el 40% de la tierra agrícola sufre serios impactos en su productividad debido a la degradación del suelo, y en algunas regiones, esta cifra puede alcanzar hasta el 75% [14].

Salcedo [15] indica que la erosión del suelo causa una disminución de productividad agrícola debido a varios procesos como el transporte y desprendimiento de la capa superior que normalmente es la que contiene mayor cantidad de materia orgánica. La industrialización, la globalización y el crecimiento demográfico han llevado a la expansión de la frontera agrícola, utilizando más espacio de suelo para esta actividad. Esto ha causado un deterioro en las propiedades físicas, químicas y biológicas naturales del suelo, resultando en una degradación gradual [16].

La erosión del suelo representa una seria amenaza para la sostenibilidad ambiental, exacerbada por prácticas agrícolas inadecuadas como el monocultivo intensivo y el uso excesivo de agroquímicos. Estas prácticas no solo agotan los nutrientes del suelo, sino que también reducen su capacidad para retener agua y soportar la vida vegetal. Además, la falta de técnicas de conservación del suelo, como terrazas o cultivos de cobertura, aumenta la vulnerabilidad del terreno a la erosión causada por las lluvias y el viento. Este proceso erosivo no solo afecta el rendimiento de los cultivos, sino que también compromete la salud general del ecosistema agrícola, poniendo en riesgo la sostenibilidad a largo plazo de las actividades agrícolas [17].

En Ecuador, la erosión agrícola se presenta de acuerdo con la intensidad de utilización de cultivos en los distintos medios geográficos que se presenten, en la región Costa en diferentes puntos se practica la agricultura intensiva y el monocultivo en donde se utilizan muchos agroquímicos para lograr el mayor pico de producción siendo esto el principal factor que conlleva a la erosión agrícola y la pérdida de fertilidad del suelo [18].

Según datos de la FAO, revelaron que las pérdidas debido a la degradación de la tierra en Ecuador representan el 7.6% de la producción agrícola [19]. A nivel provincial, Manabí es la más afectada por la degradación del suelo, seguida por las provincias de El Oro, Imbabura, Loja y Guayas.

Según datos del Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC) en base a la “Encuesta de superficie y producción agropecuaria del 2023”, actualmente a nivel nacional 5.1 millones de

hectáreas se encuentran bajo actividades agropecuarias de las cuales, la provincia de El Oro representa un 3.51% aproximadamente, de este total el 1.23% es ocupado por actividades agrícolas [20]. El cantón Arenillas posee un 10% de su cobertura total ocupada por tierra agrícolas, siendo así una causal de contaminación debido al uso de químicos usados en la producción agrícola [21]. Sin embargo, a pesar del número elevado de actividades agrícolas dentro del cantón, hasta la actualidad no se ha realizado ningún tipo de manual de buenas prácticas ambientales que permita regular el deterioro de los recursos naturales.

III. JUSTIFICACIÓN

En la actualidad, el aprovechamiento sostenible los servicios ecosistémicos que brindan los diversos recursos naturales, se ha convertido en un tema de gran relevancia a nivel global, esto se debe a la importancia que tienen para el bienestar de las personas, sobre todo en un entorno donde los aspectos sociales, económicos y ecológicos, se relacionan de manera intrínseca [22],[23].

En este contexto la conservación del suelo es un tema crucial sobre todo en la agricultura, debido a que un suelo sano y fértil es esencial para garantizar la seguridad alimentaria y el equilibrio ecológico. En respuesta a esta necesidad, la implementación de buenas prácticas ambientales emerge como una solución viable y necesaria. Estas prácticas no solo promueven la conservación del suelo mediante técnicas como la agricultura de conservación y el uso de compostaje, sino que también fomentan el uso eficiente de recursos naturales como el agua y la energía [24]. De igual manera, estas prácticas no solo mejoran la productividad a largo plazo, sino que también protegen los ecosistemas locales y fortalecen la resiliencia frente a los desafíos ambientales y climáticos emergentes.

Sin embargo, muchas personas desconocen cómo realizar las actividades productivas de manera sostenible, es decir, aplicar Buenas Prácticas Agrícolas (BPA), especialmente en entornos como la Finca El Algarrobo en la Parroquia Palmales. Aquí, la amenaza de degradación del suelo plantea desafíos que comprometen la sostenibilidad agrícola y el equilibrio ambiental.

Por tal motivo, el presente estudio es relevante ya que abordará la problemática derivada de la ausencia de BPA en relación con el manejo del suelo durante las actividades agrícolas de la Finca El Algarrobo. Esta situación podría ver agravada por la falta de conocimiento acerca de estas prácticas, lo que afectaría directamente tanto a la finca como al ecosistema circundante.

Las BPA son diversas medidas que fomentan un cambio en los patrones comunes de consumo, lo que concuerda con el concepto que se ofrece con el presente manual, en donde define las BPA como un conjunto de principios fundamentales para una gestión ambiental sostenible, estableciendo directrices de conducta que minimicen el impacto ambiental [25]. Su objetivo es fomentar la adopción de estas prácticas entre los habitantes del área, asegurando así una gestión eficiente de los recursos y la preservación del entorno natural circundante.

Este trabajo proporciona una guía de Buenas Prácticas Ambientales con el propósito de difundir entre la comunidad una serie de recomendaciones y consejos fundamentados en el respeto

hacia el medio ambiente, con el fin de mitigar los impactos negativos de las actividades humanas en la naturaleza y el entorno, esperando alcanzar así un equilibrio socio-ecológico.

IV. OBJETIVOS

A. Objetivo general

Diseñar un manual que detalle cómo implementar prácticas ambientales efectivas para conservar el suelo en la Finca El Algarrobo, Parroquia Palmales, con el fin de promover la sostenibilidad agrícola y protección del medio ambiente.

B. Objetivos específicos

- Identificar el estado actual del suelo y sus principales factores de degradación en la finca “El Algarrobo”.
- Revisar la literatura científica sobre las buenas prácticas en conservación del suelo para adaptarlas al contexto específico de la Finca El Algarrobo.
- Diseñar un manual detallado que incluya instrucciones claras y prácticas para la implementación de las buenas prácticas ambientales identificadas.

VI. MARCO TEÓRICO

A. Descripción del alcance del proyecto de investigación.

El presente proyecto de investigación está enfocado en el diseño de un manual de Buenas Prácticas Ambientales (BPA) para la conservación del suelo en la finca El Algarrobo, ubicada en la parroquia Palmales, cantón Arenillas, provincia de El Oro. Este manual busca abordar las problemáticas específicas relacionadas con la degradación del suelo en esta finca, mediante la implementación de estrategias prácticas, sostenibles y adaptadas a las condiciones locales.

El diseño del manual de BPA constituye un componente central del proyecto. Este documento incluirá descripciones detalladas de prácticas divididas en tres categorías principales: control de plagas, manejo del suelo y manejo del agua. Asimismo, se presentarán instrucciones claras y esquemas ilustrativos que facilitarán la implementación de las estrategias propuestas por parte de los trabajadores y responsables de la finca.

Aunque el manual estará diseñado específicamente para la finca El Algarrobo, el proyecto tendrá una proyección hacia la replicabilidad en otras fincas con características similares en la provincia de El Oro o en regiones que enfrenten desafíos agroambientales parecidos. De esta manera, el trabajo no solo fortalecerá la gestión sostenible en El Algarrobo, sino que también establecerá una base para el desarrollo de iniciativas más amplias orientadas a la conservación del suelo y la promoción de prácticas agrícolas responsables.

B. Complementos conceptuales, bibliográficos y estructura.

1) Ecosistema

Un ecosistema es un conjunto activo de organismos (plantas, animales, microorganismos) que interactúan entre sí y con su ambiente físico (suelo, agua, aire), creando una unidad funcional. Estas interacciones abarcan el flujo de energía y el ciclo de nutrientes mediante procesos como la fotosíntesis, la respiración, la descomposición y la alimentación [26].

2) Servicios ecosistémicos

Según la Evaluación de Ecosistemas del Milenio indica que los servicios ecosistémicos son aquellos beneficios que los seres humanos obtienen de los ecosistemas naturales y los clasifica en servicios de regulación, apoyo, culturales y de aprovisionamiento [27].

a. *Servicios de regulación*

Estos servicios desempeñan un papel fundamental en el bienestar humano al incluir todas las maneras en que los ecosistemas mitiguen los impactos tanto naturales como antropogénicos que

pueden representar riesgos para la integridad física de las personas y la calidad del medio ambiente [28], [29]. En consecuencia, los servicios de regulación se refieren a los mecanismos de protección natural proporcionados por los sistemas ecológicos.

b. Servicios de soporte

Los servicios de soporte son los de mayor importancia puesto que son la base para poder obtener los demás servicios ecosistémicos. La diferencia con los demás servicios se debe a que el impacto en los seres humanos es de manera indirecta y se dan en un tiempo prolongado mientras que los demás beneficios son de manera directa y en un tiempo breve. Por ejemplo, las personas no se benefician directamente de la formación del suelo y este proceso tampoco es instantáneo; sin embargo, esto permite que los servicios de aprovisionamiento generen un beneficio para las personas [28].

c. Servicios de aprovisionamiento

Son los diferentes bienes o materias primas que ofrecen los ecosistemas a los seres humanos, tales como alimentos, materia prima, medicinas, entre otros [28].

d. Servicios culturales

Los servicios culturales son aquellos beneficios intangibles que los ecosistemas proporcionan a las sociedades humanas, los cuales están estrechamente ligados a nuestras interacciones emocionales, espirituales y culturales con la naturaleza. Estos servicios son especialmente importantes en sistemas socio ecológicos, donde se entrelazan las metas de producción de recursos naturales con la conservación del medio ambiente [30]. En estos contextos, la naturaleza no solo provee recursos materiales como alimentos y materia prima, sino también experiencias recreativas, educativas, estéticas y espirituales que son fundamentales para el bienestar humano y el mantenimiento de nuestras identidades culturales.

TABLA I.
CLASIFICACIÓN DE LOS SERVICIOS ECOSISTÉMICOS.

Servicios de soporte	Servicios de provisionamiento	Servicios de regulación	Servicios culturales
Servicios necesarios para la producción de otros servicios de los ecosistemas	Productos obtenidos de los ecosistemas	Beneficios obtenidos de la regulación de procesos de los ecosistemas	Beneficios no materiales obtenidos de los ecosistemas
Formación de suelos	Alimento	Regulación del clima	Espiritual y religioso

	Agua dulce	Regulación de enfermedades	Recreativo y turístico
Reciclaje de nutrientes	Leña		Estético
	Fibras	Regulación y saneamiento de agua	Inspirativo
	Bioquímicos		Educación
Producción primaria	Recursos genéticos	Polinización	Identidad del sitio
			Herencia cultural

Nota: Se presenta la clasificación de los servicios ecosistémicos, concepto y algunos ejemplos obtenidos de MEA, 2003.

3) Recursos naturales

Los recursos naturales son componentes del entorno que pueden ser aprovechados por los seres humanos para satisfacer sus necesidades y se clasifican en recursos renovables como: agua, energía solar, energía eólica, biomasa y recursos no renovables como: minerales, combustibles fósiles, rocas, metales. La gestión adecuada de los recursos naturales es importante para garantizar su disponibilidad a largo plazo y para mantener la salud de los ecosistemas en los que se encuentran [10].

4) Suelo

El suelo constituye la capa superior de la corteza terrestre donde prospera la vida vegetal. Es un recurso natural que contiene una combinación de minerales, materia orgánica, agua, aire y organismos vivos. El suelo desempeña un papel fundamental en la agricultura, la silvicultura y otros usos del suelo que son vitales para el sustento de la vida humana y animal. Es un recurso natural no renovable, se forma a partir de procesos biológicos y geológicos que tardan miles de años. Por lo tanto, es crucial conservar y gestionar el suelo de manera sostenible para preservar su salud y productividad a largo plazo [31].

El proceso de formación del suelo es lento y puede tardar cientos a miles de años en desarrollarse. Se inicia con la descomposición de las rocas por factores como el viento, la lluvia y los cambios de temperatura, generando pequeñas partículas minerales. Luego, la materia orgánica de plantas y microorganismos se incorpora, formando capas diferenciadas llamadas horizontes del suelo [32].

A pesar de lo prolongado que es este proceso, la degradación del suelo por malas prácticas como la deforestación, el sobrepastoreo y el uso excesivo de agroquímicos puede ocurrir en poco tiempo. La erosión y la pérdida de fertilidad pueden hacer que el suelo quede inservible para la

agricultura y los ecosistemas, y en muchos casos, este daño es irreversible en escalas de tiempo humanas.

5) Erosión

La erosión del suelo es el proceso, ya sea natural o causado por el ser humano, en el que se desgasta y se desprende la capa superior del suelo, llamada horizonte A, debido a la acción del viento, el agua o las actividades humanas. Este fenómeno puede tener impactos severos en la agricultura, la infraestructura y el medio ambiente en general [33].

6) Agricultura

Es la práctica y el arte de cultivar la tierra para producir alimentos, fibras, medicinas y otros productos necesarios para sustentar y mejorar la vida humana. Comprende diversas actividades como la preparación del suelo, la siembra de semillas, el cuidado y la cosecha de cultivos, así como la cría y manejo de animales domésticos [34].

a. Agricultura extensiva

Es un método de producción agrícola que se distingue por emplear amplias extensiones de terreno para cultivar productos agrícolas, minimizando el uso de insumos externos como fertilizantes, pesticidas y maquinaria en comparación con la agricultura intensiva. Este enfoque está orientado a utilizar los recursos naturales de manera más sostenible y, por lo general, se relaciona con una menor producción por hectárea [35].

b. Agricultura intensiva

La agricultura intensiva se caracteriza por ser una estrategia de alta productividad que busca maximizar la producción agrícola mediante el uso intensivo de insumos como agua, productos químicos y energía por unidad de superficie. Este enfoque ha sido crucial para aumentar la producción de alimentos, pero también conlleva serios riesgos ambientales. El uso extensivo de fertilizantes químicos, como los nitrogenados y fosforados, ha contribuido a la compactación y erosión del suelo, reduciendo de manera continua los servicios ecosistémicos y planteando riesgos para la salud humana debido a los residuos químicos en los alimentos [36].

c. Agricultura tradicional

La agricultura convencional se refiere a un sistema de producción agrícola que utiliza métodos intensivos, monocultivos y altamente dependientes de insumos químicos como fertilizantes sintéticos y pesticidas. Este enfoque tiene como objetivo principal maximizar la productividad y el rendimiento de los cultivos, a menudo utilizando técnicas que pueden tener impactos ambientales

negativos [37]. El arado, cruza, rastra y la quema de residuos vegetales son las prácticas agrícolas tradicionales no solo afectan las propiedades del suelo, sino que también aumentan los costos de producción y son laboriosas [38].

d. Agricultura orgánica

Es un método de producción agrícola que se enfoca en cultivar alimentos de manera natural y sostenible, con un énfasis en la salud del suelo, la biodiversidad y el equilibrio de los ecosistemas. A diferencia de la agricultura convencional, la agricultura orgánica prescinde del uso de fertilizantes y pesticidas sintéticos, hormonas de crecimiento y organismos genéticamente modificados. En su lugar, emplea prácticas como la rotación de cultivos, el uso de compost y abonos orgánicos, y el control biológico de plagas [39].

7) Agroecología

Es un conjunto de principios y métodos que engloba aspectos ecológicos, económicos, sociales y culturales con el objetivo de asegurar la sostenibilidad en la producción de alimentos. Se centra en comprender cómo funcionan los sistemas agrícolas diversificados y promueve el uso del conocimiento local y la colaboración comunitaria [40].

Este concepto enfatiza la importancia de adoptar prácticas que no solo beneficien la producción agrícola, sino que también respeten y protejan el entorno natural. En base a ello, las guías de buenas prácticas ambientales se convierten en un importante factor para poder administrar la producción agrícola de manera sostenible y resistente, con la posibilidad de aumentarla en ciertos casos, preservando y mejorando el capital natural a largo plazo, dando como resultado en la mejora de los procesos ecológicos y las interacciones de la biodiversidad funcional [41].

8) Agroquímicos

Los agroquímicos comprenden una diversidad de pesticidas, los cuales son empleados de forma intensiva en diferentes cultivos para controlar o erradicar la aparición de plagas [42]. Estos agroquímicos pueden ser fungicidas, herbicidas, plaguicidas, insecticidas, entre otros. Por su parte [43] señala que el uso de agroquímicos ayuda tanto en el crecimiento como defensa de las plantas para así garantizar su rendimiento.

9) Sistemas socio-ecológico

Los sistemas socio ecológicos han emergido con el propósito de explorar la conexión intrínseca entre las sociedades humanas y el medio ambiente, proporcionando una comprensión clara de la dependencia de los seres humanos de los recursos provistos por los ecosistemas [44],[45]. Este

enfoque ha facilitado una colaboración más estrecha entre diversas disciplinas, promoviendo el apoyo mutuo entre la comunidad científica y la sociedad. Esto, a su vez, ha resultado en importantes manifestaciones en iniciativas políticas y en los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) [44],[46].

En este contexto, los sistemas socio ecológicos permiten entender cómo las acciones de los seres humanos afectan los ecosistemas y cómo poder gestionarlos de manera sostenible para conservar los recursos naturales que sustentan nuestras actividades. Es así que una guía de buenas prácticas ambientales puede beneficiar directamente a este enfoque socio ecológico al integrar conocimientos sobre cómo las comunidades humanas dependen de los servicios ecosistémicos y cómo las decisiones pueden influir en la salud y la resiliencia de los sistemas naturales.

10) Uso sostenible/sostenibilidad

La sostenibilidad se refiere a la capacidad de satisfacer las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones para satisfacer sus propias necesidades. Se basa en el equilibrio entre el desarrollo económico, social y ambiental, asegurando que los recursos naturales y los sistemas que los sostienen sean utilizados de manera responsable [47].

11) Buenas prácticas ambientales

El concepto de Buenas Prácticas Ambientales se refiere a un conjunto de acciones preventivas y correctivas diseñadas para establecer hábitos que reduzcan el consumo de recursos naturales, minimicen la generación de residuos y mitiguen el impacto ambiental de las emisiones atmosféricas. Al optimizar el uso de recursos y mejorar los procesos, se espera lograr beneficios económicos a través de la reducción de costos [48]. Este concepto se relaciona a lo mencionado por el Ministerio de Educación [49], en donde señala que las BPA son recomendaciones y directrices prácticas que buscan modificar los hábitos de consumo y estilos de vida, promoviendo valores y comportamientos que se reflejen en las actividades diarias. Estas prácticas están diseñadas para fomentar una cultura de consumo responsable y un compromiso con la protección ambiental.

a. Buenas prácticas ambientales en agricultura

Las buenas prácticas ambientales en la agricultura son aquellas acciones, técnicas y métodos diseñados para minimizar el impacto negativo de las actividades agrícolas sobre el medio ambiente. Estas prácticas buscan promover la sostenibilidad, preservar los recursos naturales y garantizar la salud a largo plazo de los ecosistemas agrícolas y sus alrededores. Se enfocan en la gestión

adecuada de los suelos, el agua, los nutrientes, la conservación de la biodiversidad y los recursos biológicos, así como en la reducción de residuos agrícolas y el uso eficiente de la energía [50].

C. Análisis y Narración de estudios similares

La implementación de manuales de Buenas Prácticas Ambientales (BPA) en cultivos agrícolas ha sido documentada a nivel internacional, con énfasis en la conservación de los recursos naturales, la sostenibilidad de los cultivos y la protección del medio ambiente.

En Perú, el "Manual de buenas prácticas agrícolas para el cultivo del cacao" enfatiza la conservación del agua y el suelo, destacando la importancia de minimizar el impacto ambiental durante todas las etapas de producción [51]. Este manual también aborda el uso eficiente de plaguicidas para reducir riesgos de contaminación ambiental y humana. La amplitud del enfoque, que abarca desde la producción hasta la gestión sostenible de insumos, lo convierte en un recurso integral y aplicable a diferentes escenarios agrícolas.

En Colombia, el "Manual de buenas prácticas ambientales", desarrollado con la colaboración de USAID, ofrece medidas concretas para la conservación del suelo, agua y aire, con un enfoque multidimensional que incluye el manejo de plaguicidas y la implementación de sistemas agroforestales [52]. Estas medidas promueven un equilibrio entre productividad y sostenibilidad, presentando comentarios elaborados que respaldan las ventajas de cada técnica.

En Perú, la "Guía para la implementación de buenas prácticas agrícolas (BPA) para el cultivo de limón" destaca un enfoque integral, abordando aspectos técnicos y ambientales como manejo del terreno, análisis de suelos, control integrado de plagas y fertilización orgánica [53]. Este manual refuerza la trazabilidad y la seguridad alimentaria, lo que lo convierte en una herramienta clave para productores interesados en prácticas sostenibles.

El análisis de estas iniciativas aporta valiosos aprendizajes que pueden adaptarse a contextos locales, como la finca El Algarrobo, en donde se busca integrar prácticas sostenibles para mejorar la conservación del suelo y los servicios ecosistémicos asociados.

VII. METODOLOGÍA

A. Delimitación del objeto de estudio

1) *Ubicación del objeto de estudio*

El trabajo se desarrolló en la provincia de El Oro, en el cantón Arenillas, parroquia Palmal, en los predios de la Finca El Algarrobo, esta se encuentra ubicada en la vía Alamor, dentro de las siguientes coordenadas:

TABLA II.
COORDENADAS DE LA FINCA EL ALGARROBO

X	Y
601401	9594898
601204	9594874
601252	9594575
601471	9594626

2) *Descripción del área de estudio*

La superficie total del área de estudio es de 61596.5 m². La zona principalmente se usa el suelo para cultivos agrícolas. Dentro de ella podemos encontrar dos tipos de cultivos como son de Limón y de Cacao, además de una infraestructura destinada a la venta de comidas a los visitantes del centro turístico Puyango.

B. Toma de muestras para el análisis del suelo

Se procedió a realizar un croquis de la finca en el cual detallamos los límites y los espacios en los que estaba dividido el lugar, ya que sirvió de guía para la toma de muestras. Para elegir los puntos de muestreo al azar, se usó la aplicación UTM Geo Map para definir coordenadas aleatorias en un dispositivo móvil. Esta aplicación generó varias ubicaciones dentro del área de estudio, marcándolas en un mapa con latitud y longitud.



Fig. 1 Puntos de muestreo

De acuerdo con BPA [54], destaca los elementos y materiales a utilizar para la toma de muestras: barrenos, palas, balde impermeable, cinta métrica, cuchillo, lápiz indeleble y tarjetas para identificar las muestras.

Con la ayuda de herramientas y materiales de campo se realizó el muestreo en los puntos establecidos por la aplicación UTM Geo Map, utilizando una pala se raspo aproximadamente 1cm la superficie del suelo, se eliminó restos de plantas, estiércol, etc, de la superficie tal como lo recomienda Santos [55]. La profundidad del muestreo se lo determino de acuerdo con [56], ya que nos recomienda las profundidades de acuerdo al tipo de cultivo:

- 0 a 10 cm para pastos utilizados en pastoreo
- 0 a 25 cm para cultivos comerciales
- 0 a 25 y 25 a 50 cm para frutales y especies forestales.

Sin embargo, el estándar de muestreo empleado en el país se basa en una profundidad de 0 a 20 cm, ya que en esta capa del suelo es donde la mayoría de las plantas concentra la mayor parte

de sus raíces [56]. Por lo tanto, se registró cada punto en donde se tomaron las muestras y se detalló en la libreta de campo para tener un control claro.

Se almacenaron las muestras en una nevera portátil para evitar alteraciones hasta que se las envió al laboratorio para su respectivo análisis [57]. Una vez colectada las muestras, se mezclaron en un recipiente limpio para formar una muestra compuesta representativa del área. La muestra mezclada se la colocó en una bolsa hermética etiquetada con los datos relevantes: finca, fecha, coordenadas y profundidad.

C. Análisis de laboratorio

Los análisis de laboratorio se realizaron con el fin de obtener los parámetros de relación carbono/nitrógeno (C/N), potencial de hidrogeno (pH), textura de suelo, materia orgánica (M.O) y la capacidad de intercambio catiónico (CIC). Según varios autores son propiedades interconectadas que influyen colectivamente en la fertilidad del suelo y su capacidad para sustentar el crecimiento de las plantas [58], [59]. A continuación, se detallará cada una de las metodologías empleadas para la obtención de cada parámetro.

1) Relación carbono/nitrógeno

La relación C/N es un indicador clave de la calidad del suelo, ya que representa el equilibrio entre el carbono y el nitrógeno, aspectos fundamentales para el ciclo de nutrientes y la fertilidad del suelo [60]. Las variaciones en la relación C/N pueden indicar cambios en la salud del suelo debido a diferentes prácticas de manejo de la tierra, como la labranza o la aplicación de fertilizantes y materia orgánica [61]. Para poder calcular la relación C/N primero se obtuvieron las variables de nitrógeno total y carbono orgánico.

Para el nitrógeno total se empleó la metodología de Micro Kjeldahl. Este método es una técnica analítica ampliamente utilizada para determinar el contenido de nitrógeno en diversas muestras, incluidos alimentos, bebidas, productos agrícolas y muestras ambientales [62], [63]. Para este método primero se obtuvo una muestra representativa del suelo. Esta se puso a secar para poder eliminar la humedad y posteriormente se molió hasta poder obtener un polvo fino. A continuación, se llevó a cabo el proceso de digestión. En un matraz Kjeldahl se añadió ácido sulfúrico, catalizadores y sales para convertir el nitrógeno unido orgánicamente en amonio.

El siguiente paso fue la destilación. Se añadió agua al matraz para diluir el contenido. El amonio se destiló y el amoníaco se recogió con la ayuda de una solución ácida. Luego se tituló el amoníaco recolectado para determinar el contenido de nitrógeno en la muestra. Finalmente se

utilizaron los datos obtenidos de la titulación para calcular el porcentaje de nitrógeno en la muestra analizada.

Para el carbono orgánico total se empleó el método Walkley-Black. Este es un procedimiento ampliamente utilizado para determinar el carbono orgánico del suelo debido a su conveniencia y simplicidad [64]. Primero se preparó la muestra tomando una muestra representativa del suelo, después se secó y tamizó para eliminar partículas grandes como raíces o piedras. Luego, la muestra se colocó en un matraz Erlenmeyer.

Para oxidar el carbono orgánico de la muestra del suelo se añadió dicromato de potasio ($K_2Cr_2O_7$) y luego ácido sulfúrico (H_2SO_4). Esta adición provoca una reacción exotérmica que favorece la oxidación del carbono orgánico en la muestra, convirtiéndolo en dióxido de carbono (CO_2). Tras la oxidación, se enfrió la mezcla y se diluyó con agua destilada. A continuación, se procedió a la valoración del exceso de dicromato no reducido mediante una solución estándar de sulfato ferroso amoniacal. Se añade esta solución hasta que el color de la mezcla cambia, utilizando un indicador como la difenilamina para identificar el punto final de la titulación. Finalmente, se calculó el porcentaje de carbono orgánico en el suelo, basado en la cantidad de dicromato que se ha reducido durante la oxidación del carbono.

Finalmente, con ambas variables obtenidas en porcentaje se procedió al cálculo de la relación carbono nitrógeno con ayuda de la siguiente fórmula.

$$Relacion\ C/N = \frac{C}{N}$$

Donde

C = Contenido de carbono en porcentaje

N = Contenido de nitrógeno en porcentaje

Dependiendo de la relación obtenida podremos realizar una interpretación más detallada sobre el estado y las características del suelo. En la Tabla III se pueden apreciar la interpretación de los resultados.

TABLA III.
INTERPRETACIÓN RELACIÓN CARBONO/NITRÓGENO

Resultados	Interpretación
Relación C/N menor a 20/1	Incremento de la disponibilidad de nutrientes en el suelo

Relación C/N mayor a 30/1	Disminución de la disponibilidad de nutrientes en el suelo
---------------------------	--

Cuando la relación C/N se encuentra entre 20/1 a 30/1	Mineralización o inmovilización.
---	----------------------------------

Nota: Se presenta la interpretación de la relación C/N [65].

2) Potencial de hidrógeno

El método utilizado para medir el pH fue el método de relación suelo agua 1:2,5. El método más habitual consiste en crear una suspensión de suelo y agua y medir el pH utilizando un electrodo de vidrio que detecta el H⁺ y un electrodo de referencia [66]. Las proporciones de suelo y agua pueden variar de acuerdo a la muestra.

Para poder obtener el pH primero se secaron y tamizaron las muestras de suelo. Luego se añadió una cantidad de agua destilada que corresponda a una relación 1:2,5. Después se agito la muestra por una hora y posteriormente se dejó reposar por uno 30 minutos. Finalmente, se midió el pH introduciendo un electrodo en posición vertical.

3) Textura del suelo

Para la determinación de la textura del suelo se utilizó la metodología de pipeta de Robinson. Este método consiste en dispersar partículas de suelo en un líquido y medir las tasas de sedimentación de diferentes tamaños de partículas [67]. En este proceso, se buscó calcular la proporción de arena, limo y arcilla mediante la separación de las partículas según su tamaño.

Primero, se preparó la muestra de suelo. Se recolectó una cantidad representativa de suelo, que fue secada y luego se tamizada para eliminar fragmentos grandes como piedras o restos orgánicos. Luego se dispersó la muestra de suelo en agua destilada para descomponer los agregados y garantizar que las partículas individuales quedaran suspendidas. Además, se utilizó un agente de dispersante químicos para facilitar la dispersión y asegurar la separación completa de las partículas.

La suspensión se transfirió a un cilindro de sedimentación graduado. Hay que permitir que la suspensión se asiente en el cilindro. Las partículas se asentarán a diferentes velocidades según su tamaño, siguiendo la ley de Stokes [68]. La fracción arena se sedimenta primero, seguida del limo y finalmente la arcilla, debido a sus respectivos tamaños y densidades.

En intervalos de tiempo específicos, se extrajeron muestras desde una profundidad fija utilizando una pipeta. Esta profundidad oscila entre 9.5 y 10 cm desde la superficie de la suspensión [69]. Posteriormente, las muestras extraídas fueron analizadas para determinar la concentración de

partículas en cada fracción de tamaño (arena, limo y arcilla). Se secaron y pesaron las muestras extraídas para determinar los porcentajes de arena limo y arcilla de la muestra de suelo.

Finalmente, los resultados fueron interpretados utilizando el triángulo textural del suelo de *United States Department of Agriculture* (USDA) [70], lo que permitió clasificar la textura del suelo en categorías como arenoso, franco o arcilloso, según los porcentajes de arena, limo y arcilla obtenidos.

4) Materia Orgánica.

Para la determinación de la M.O se empleó dicromato de potasio ($K_2Cr_2O_7$) en un medio ácido. Durante este proceso, el dicromato de potasio, que es un oxidante fuerte, reacciona con la materia orgánica, reduciéndose en el proceso. El cambio en la cantidad de dicromato de potasio que no ha reaccionado se mide mediante una titulación, lo que permite inferir la cantidad de materia orgánica presente en la muestra de suelo [71].

Primero, se preparó la muestra de suelo al secarla y tamizarla, pesando entre 1 y 2 gramos para el análisis. Luego, se agregó dicromato de potasio y ácido sulfúrico (H_2SO_4) concentrado a la mezcla, que se calentó durante 30 minutos para facilitar la oxidación. Después de enfriar, la mezcla se diluyó con agua destilada.

Se valoró la solución con una solución de sulfato ferroso ($FeSO_4$) y se observó un cambio de color que indicaba el final de la titulación. Finalmente, se calculó el contenido de materia orgánica basándose en el dicromato reducido, expresándose como un porcentaje de la muestra.

5) Capacidad de intercambio catiónico (CIC)

Para la determinación del CIC se utilizó la metodología basada en la utilización del acetato de amonio. El método del acetato de amonio ($C_2H_7NO_2$) a pH 7.0 es un procedimiento estándar para determinar la CIC de los suelos, lo cual es crucial para evaluar la fertilidad del suelo [72]. CIC indica la capacidad del suelo para retener e intercambiar cationes, que son esenciales para la nutrición de las plantas.

En este método al igual que en los anteriores primero se secó y tamizó la muestra. El siguiente paso fue la saturación de la muestra de suelo con una solución de acetato de amonio 1 M a pH 7.0. Este proceso se llevó a cabo colocando la muestra en un embudo con papel de filtro y lavándola repetidamente con la solución de acetato de amonio. Durante este procedimiento, los cationes intercambiables del suelo, como el calcio, el magnesio, el sodio y el potasio, fueron reemplazados por iones de amonio (NH_4^+); saturando así el suelo con este catión. Después de la

saturación, se eliminó el exceso de acetato de amonio mediante lavados con alcohol etílico, lo que ayudó a quitar cualquier residuo de la solución de saturación. Una vez que el suelo estuvo libre de exceso de acetato de amonio, se procedió al desplazamiento de los iones de amonio añadiendo una solución de cloruro de sodio (NaCl).

La cantidad de iones de amonio desplazados se cuantificó utilizando métodos como la destilación Kjeldahl, lo que permitió determinar la concentración de amonio en la solución recolectada. Esta cantidad de amonio desplazado fue proporcional a la CIC del suelo, reflejando así los cationes intercambiables presentes en los sitios de intercambio. Luego, se calculó la CIC en milequivalentes por 100 gramos (meq/100g).

Finalmente se hizo una comparativa con la interpretación que otorga el laboratorio en donde se hizo el análisis NEMALAB S.A.

TABLA IV.
INTERPRETACIÓN DE C.I.C

Interpretación C.I.C	
Bajo	<12
Medio	12.1 – 25.0
Alto	>25.0

D. Productividad de cacao y limón en la provincia de El Oro

Para la provincia de El Oro, se buscaron los promedios de producción en los datos disponibles del INEC (Instituto Nacional de Estadística y Censos), publicados en la página del Ministerio de Agricultura y Ganadería, en la provincia de El Oro.

E. Producción histórica de la finca “El Algarrobo

Para conocer los niveles de producción dentro de la finca “El Algarrobo”, se realizó una entrevista al propietario de la finca, al señor Jorge Raúl Arcentales Fajardo. Mismo que facilitó datos históricos sobre la producción de la finca en los años 2018, 2020, 2023.

F. Encuesta sobre productividad de cacao y limón, y manejo de la Finca “El Algarrobo”

Con la finalidad de conocer los valores producción en la finca El Algarrobo, se desarrolló una encuesta (Fig. 1). Esta encuesta fue dirigida al personal que labora dentro de la finca. Las preguntas se enfocan principalmente en el tipo de práctica, cultivo y generación de producto.

Encuesta finca algarrobo

Fecha:

Nombre del encuestado:

Nº	Pregunta	Marque con una X
PRODUCCIÓN		
1	¿Cuáles son las actividades principales en la finca?	Agricultura
		Ganadería
		Silvicultura
		Piscicultura
		Limón
2	¿Qué cultivos se siembran en la finca?	Cacao
		Otros
3	¿Cuál fue la cantidad de sacos de cacao produjo su última cosecha?	1 - 5
		6 - 10
		11 - 15
		Más de 15
4	¿Cuál fue la cantidad de sacos de limón que produjo la última cosecha?	1-5
		6-10
		11-15
		Más de 15
5	¿Cuánto pesa en promedio un saco de cacao?	10 - 15 Kg
		16 - 30 Kg
		31 - 60 Kg
6	¿Cuánto pesa en promedio un saco de limón?	Más de 60 Kg
		10 - 15 Kg
		16 - 30 Kg
7	¿Cuáles son los principales problemas que enfrenta la producción agrícola?	31 - 60 Kg
		Más de 60 Kg
		Plagas y enfermedades
		Falta de agua
8	¿Cómo se comercializa los productos?	Baja Fertilidad en el suelo
		Otros
		Venta directa en mercados locales
		A través de intermediarios
		Otros

Fig. 2 Encuesta realizada a los trabajadores de la finca El Algarrobo

G. Información sobre manuales de buenas prácticas ambientales

Se buscaron e identificaron manuales de BPA en cultivos de cacao y limón en la región. La búsqueda de literatura sobre manuales de buenas prácticas fue esencial para recopilar y consolidar información que permita optimizar los cultivos.

Se identificaron palabras clave relevantes, como "manual de buenas prácticas", "cacao", "limón", "agricultura sostenible" y sus combinaciones. Luego se accedió a bases de datos académicas como Scopus, Web of Science, Google Scholar, y la plataforma especializada en

agricultura FAO. Posteriormente, se evaluaron la relevancia y calidad de los manuales según su origen geográfico y enfoque. A continuación, se evaluaron los manuales según el cultivo y las prácticas abordadas, como manejo de plagas, cuidado de la calidad del suelo y del agua. Finalmente se hizo una tabla en donde se recopilan los aspectos importantes de cada manual revisado.

H. Generación del manual de buenas prácticas ambientales.

Una vez levantada toda la información de la finca se procedió al desarrollo del manual para lo cual se tomó en cuenta las recomendaciones brindadas sobre las BPA [73], [74]; y teniendo como guía a seguir el manual diseñado por Tapia en el 2008 [75]. Adaptando así las medidas necesarias al contexto de la finca El Algarrobo. El manual se encuentra dividido en una introducción y tres capítulos: 1) Buenas prácticas ambientales en el control de plagas, 2) Buenas prácticas ambientales en manejo del suelo, 3) Buenas prácticas ambientales en manejo del agua.

VIII. RESULTADOS

A. Colección de muestras

En total se recolectaron un total de 10 muestras para cada uno de los cultivos, con el fin de obtener una sola muestra compuesta (Tabla V). Cada punto de muestreo se define por coordenadas UTM en los ejes X y Y, con el objetivo de representar adecuadamente la variabilidad espacial del suelo en ambas plantaciones. Las ubicaciones precisas de los puntos permitieron obtener una muestra representativa y homogénea de las condiciones del suelo, lo cual es fundamental para evaluar parámetros específicos del suelo.

TABLA V.
COORDENADAS DE MUESTREO POR CULTIVO

Punto	Limón		Cacao	
	X	Y	X	Y
1	601326	9594687	601231	9594787
2	601240	9594680	601219	9594810
3	601252	9594609	601229	9594871
4	601265	9594582	601278	9594867
5	601293	9594597	601270	9594792
6	601280	9594614	601319	9594780
7	601282	9594632	601351	9594791
8	601353	9594629	601389	9594795
9	601375	9594621	601418	9594799
10	601373	9594696	601398	9594781

Nota: Coordenadas en UTM GWS 84

B. Resultados de análisis de laboratorio

1) Relación Carbono/Nitrógeno

TABLA VI.
RESULTADOS DE ANÁLISIS RELACIÓN CARBONO/NITRÓGENO

Muestra	Cultivo	% N.T.	% C	% C/N
1	Cacao	0.35	1.05	3.00/1
2	Limón	0.45	1.15	2.56/1

Nota: Nitrógeno total se representa como N.T.

El cultivo de limón presenta un mayor contenido de nitrógeno total 0.45% y de carbono 1.15% en comparación con el cacao, que tiene 0.35% de nitrógeno total y 1.05% de carbono. La relación carbono/nitrógeno es más baja en el limón (2.56%) que en el cacao (3.00%), lo que sugiere que el material orgánico del limón se descompondrá más rápidamente, liberando nutrientes de forma más

inmediata al suelo (Tabla VI). Según la interpretación de la Tabla III ambos resultados representan un incremento en la disponibilidad de nutrientes en el suelo.

2) Potencial de Hidrogeno

TABLA VII.
RESULTADOS DE ANÁLISIS pH

Muestra	Cultivo	pH
1	Cacao	6.8
2	Limón	6.5

Los resultados muestran cacao tiene un pH ligeramente superior con un valor de 6.8 mientras que el limón tiene un pH de 6.5. Los resultados de laboratorio lo interpretan como pH prácticamente neutro, aunque mantienen una leve acidez (Tabla VII).

3) Textura del suelo

TABLA VIII.
RESULTADOS DE ANÁLISIS TEXTURA DE SUELO

Muestra	Cultivo	%Arena	% Limo	% Arcilla	Clase
1	Cacao	72	12	16	Franco Arenoso
2	Limón	64	8	28	Franco Arenoso Arcilloso

En los resultados de la Tabla VIII cada muestra indica el porcentaje de arena, limo y arcilla en el suelo, así como la clase textural correspondiente. Para el cultivo de cacao el suelo contiene 72% de arena, 12% de limo y 16% de arcilla, clasificándolo como franco arenoso. Para el limón, el suelo tiene 64% de arena, 8% de limo y 28% de arcilla, con una clasificación de franco arenoso arcilloso, que retiene más humedad y nutrientes debido al mayor contenido de arcilla.

4) Materia Orgánica

TABLA IX.
RESULTADOS DE ANÁLISIS MATERIA ORGÁNICA

Muestra	Cultivo	% M.O.
1	Cacao	1.81
2	Limón	1.99

Nota: Materia orgánica se representa como M.O.

Para la muestra con cultivo de cacao, el contenido de materia orgánica es del 1.81%, mientras que, para el cultivo de limón, este valor es ligeramente mayor, con un 1.99% (Tabla IX).

5) Capacidad de intercambio catiónico

TABLA X.
RESULTADO DE ANÁLISIS CAPACIDAD DE INTERCAMBIO CATIÓNICO

Muestra	Cultivo	C.I.C. (meq/100g)
1	Cacao	15.2
2	Limón	25.7

Nota: Capacidad de intercambio catiónico se representa como C.I.C.

Los valores de capacidad de intercambio catiónico en meq/100g en la Tabla X reflejan diferencias significativas entre los cultivos de cacao y limón. Con una C.I.C. de 15.2 meq/100g, el cacao tiene una capacidad limitada para retener y cambiar cationes en comparación con el limón, que presenta un valor mucho más alto de 25.7 meq/100g. Esto sugiere que el suelo del limón es más eficiente en la disponibilidad de nutrientes esenciales

C. Niveles de producción a nivel provincial

La TABLA XI muestra la evolución de la superficie plantada, la producción total y la productividad por hectárea de los cultivos de limón y cacao en 2018, 2020 y 2023 en la provincia de El Oro. En el caso del limón, la productividad fue de 2.65 Tm/Ha en 2018 con 996 hectáreas plantadas y una producción de 2641 toneladas; aumentó significativamente en 2020 a 7.50 Tm/Ha, con una producción de 7010 toneladas en 935 hectáreas, pero luego disminuyó a 4.92 Tm/Ha en 2023, con una menor superficie de 834 hectáreas y una producción de 4102 toneladas.

Para el cacao, la productividad fue baja en 2018, con 0.30 Tm/Ha en 13.360 hectáreas y una producción de 4074 toneladas; mejoró ligeramente a 0.32 Tm/Ha en 2020 con una reducción de hectáreas a 9039 y una producción de 2918 toneladas, y luego tuvo un aumento considerable en 2023 a 0.86 Tm/Ha con 13.25 hectáreas y una producción de 11.42 toneladas. En conjunto, el limón alcanzó su máxima productividad en 2020, mientras que el cacao mostró su mayor rendimiento en 2023.

TABLA XI.
RESULTADO DE PRODUCTIVIDAD PROVINCIA DE EL ORO

Año	Limón			Cacao		
	Has Plantadas	Producción (Tm.)	Productividad por Ha.	Has Plantadas	Producción (Tm.)	Productividad por Ha.
2018	996	2641	2.65	13360	4074	0.30
2020	935	7010	7.50	9039	2918	0.32
2023	834	4102	4.92	13.25	11.42	0.86

D. Niveles de producción histórico de la finca “El Algarrobo”

La Tabla XII proporciona información sobre la superficie plantada, la producción total y la productividad por hectárea de los cultivos de limón y cacao en 2018, 2020 y 2023, según José Raúl Arcentales Fajardo (Dueño de la finca “El Algarrobo”). En el caso del limón, el área plantada permaneció constante en 2 hectáreas durante todo el período. Su productividad fue de 0.97 Tm/Ha en 2018, aumentando a 1.40 Tm/Ha en 2020 y llegando a 1.45 t/Ha en 2023, con producciones de 1.9, 2.8 y 2.9 toneladas, respectivamente.

En cuanto al cacao, la superficie también se mantuvo estable en 4 hectáreas, con una productividad que pasó de 0.33 Tm/Ha en 2018 a 0.35 Tm/Ha en 2020 y, finalmente, a 0.45 Tm/Ha en 2023. Las producciones de cacao fueron de 1.3, 1.4 y 1.8 toneladas en esos años. En conjunto, los datos reflejan una tendencia al alza en la productividad por hectárea para ambos cultivos.

TABLA XII.
RESULTADO DE PRODUCTIVIDAD DE LA FINCA EL ALGARROBO

Año	Limón			Cacao		
	Has Plantadas	Producción (Tm.)	Productividad por Ha.	Has Plantadas	Producción (Tm.)	Productividad por Ha.
2018	2	1.9	0.97	4	1.3	0.33
2020	2	2.8	1.40	4	1.4	0.35
2023	2	2.9	1.45	4	1.8	0.45

E. Resultados de la encuesta sobre productividad de cacao y limón y manejo de la Finca “El Algarrobo”

La encuesta fue respondida por un total de 5 personas. Arrojando los siguientes resultados:

1) *¿Cuáles son las actividades principales en la finca?*

Los resultados de la encuesta indican que las principales actividades de la finca son la ganadería y la agricultura. Este resultado fue de un 100% para ambas actividades.

Pregunta 1

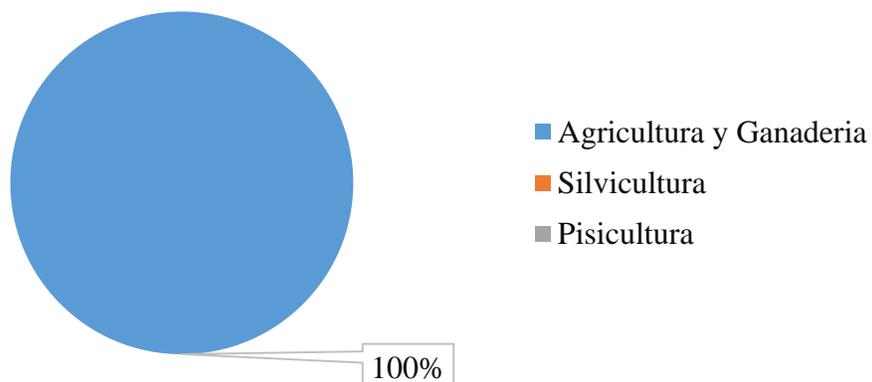


Fig. 3 Resultados de la pregunta 1 de la encuesta a la finca El Algarrobo

2) *¿Qué cultivos se siembran en la finca?*

Los resultados muestran que los cultivos dentro de la finca son en su totalidad de cacao y limón. Sin embargo, el cacao cubre mucha más área dentro de la finca.

Pregunta 2

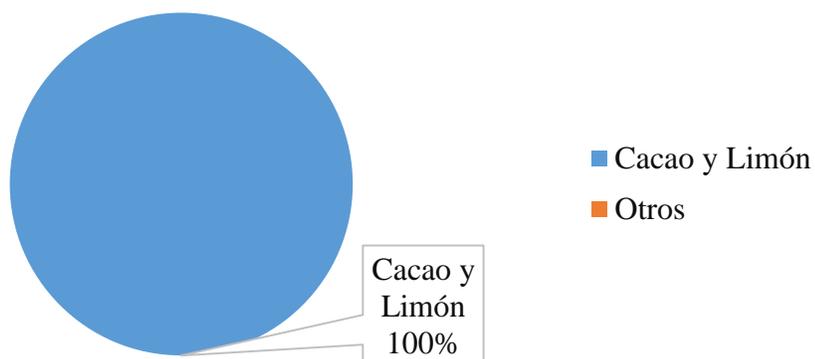


Fig. 4 Resultados de la pregunta 2 de la encuesta a la finca El Algarrobo

3) *¿Cuál fue la cantidad de sacos de cacao produjo su última cosecha?*

La respuesta con mayor porcentaje fue entre 11 a 15 sacos, siendo esta la respuesta de 4 trabajadores.

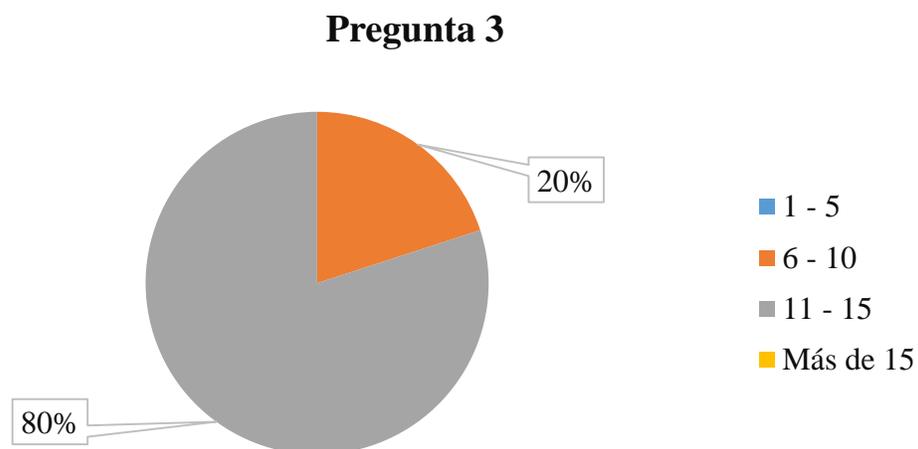


Fig. 5 Resultados de la pregunta 3 de la encuesta a la finca El Algarrobo

4) *¿Cuál fue la cantidad de sacos de limón que produjo la última cosecha?*

Los resultados muestran que el 100% de los trabajadores están de acuerdo que entre 6-10 sacos de limón son producidos en la finca.

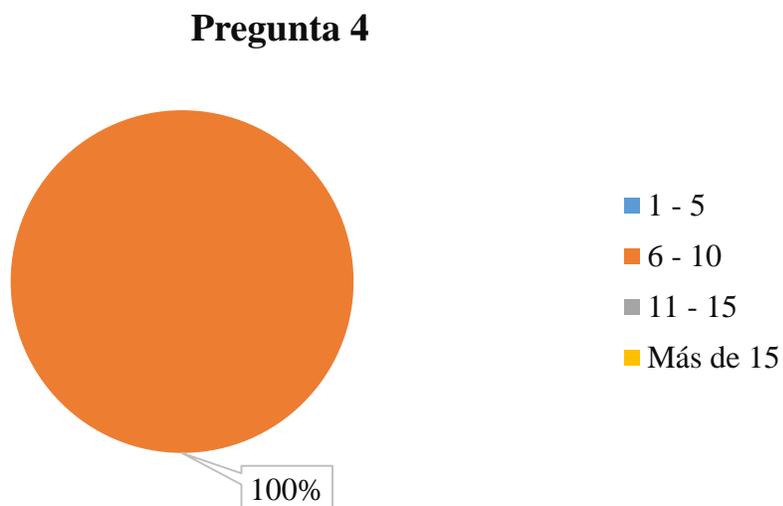


Fig. 6 Resultados de la pregunta 4 de la encuesta a la finca El Algarrobo

5) *¿Cuánto pesa en promedio un saco de cacao?*

Los resultados muestran que un 80% de los trabajadores creen que un saco en promedio va de entre 31 a 60 Kg. Mientras que el otro 20% que pesa más de 60 Kg.

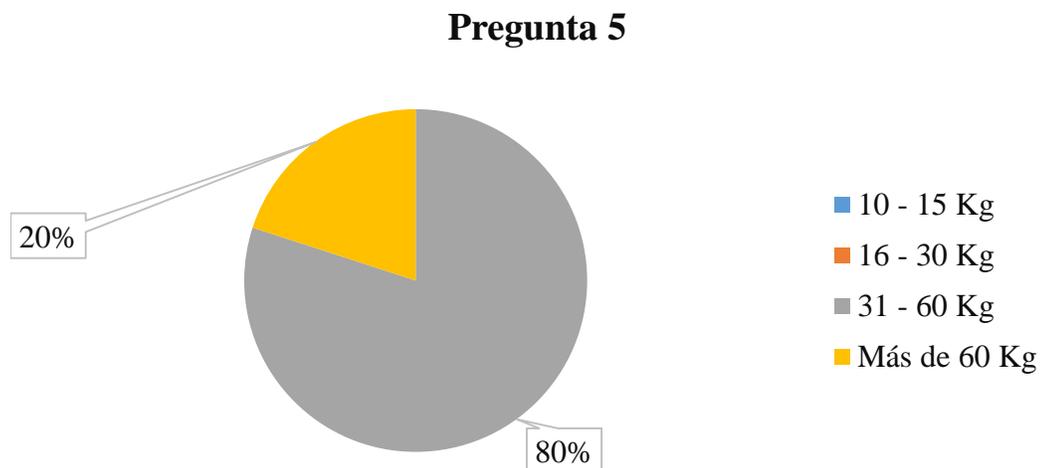


Fig. 7 Resultados de la pregunta 5 de la encuesta a la finca El Algarrobo

6) *¿Cuánto pesa en promedio un saco de limón?*

Los resultados de la encuesta indican que por unanimidad un saco de limón pesa entre 31 a 60 kg.

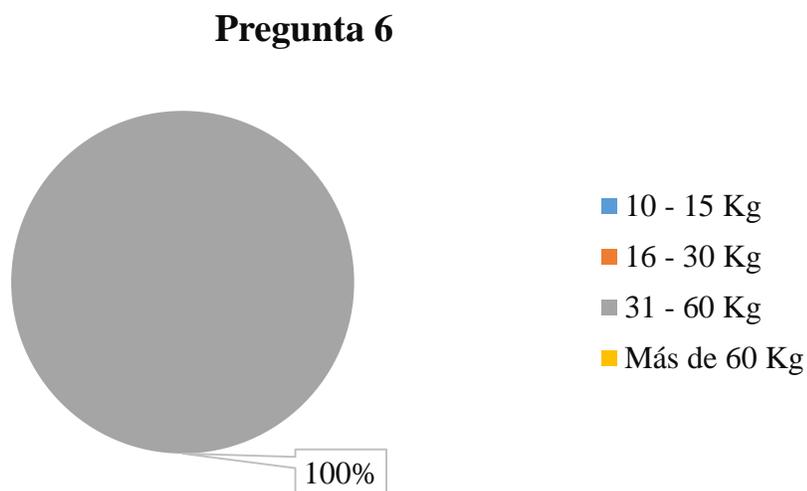


Fig. 8 Resultados de la pregunta 6 de la encuesta a la finca El Algarrobo

7) *¿Cuáles son los principales problemas que enfrenta la producción agrícola?*

El 100% de los trabajadores cree que las plagas son un problema en la producción. La falta de agua es un problema que el 60% de los trabajadores piensa que existe en la producción. La baja fertilidad del suelo es un problema que el 40% de los trabajadores dice que existen. Finalmente, otro problema tiene un 20%.

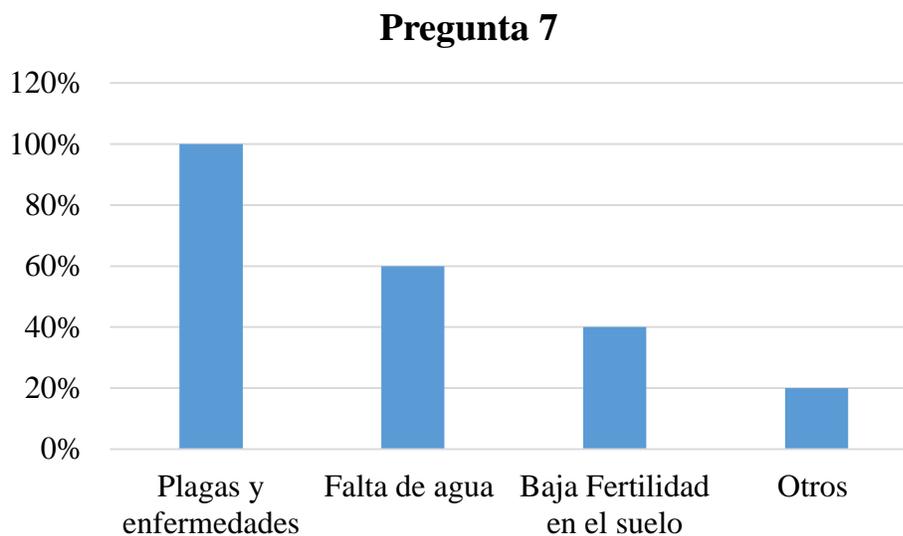


Fig. 9 Resultados de la pregunta 7 de la encuesta a la finca El Algarrobo

8) *¿Cómo se comercializa los productos*

Los resultados en esta pregunta fueron del 100% para la venta a mercados locales de los productos que se producen en la finca.

Pregunta 8

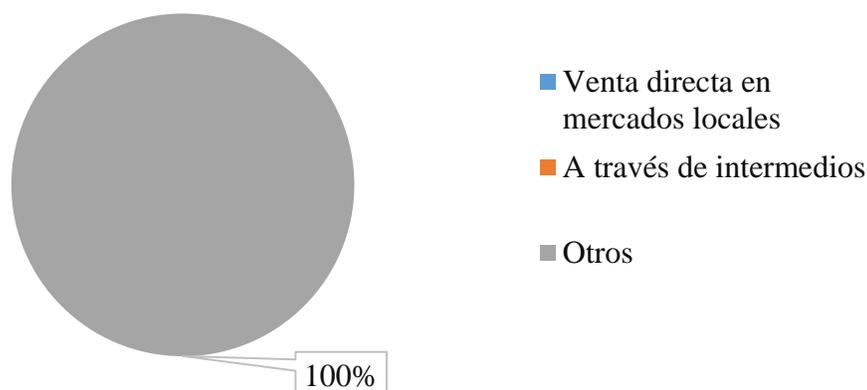


Fig. 10 Resultados de la pregunta 8 de la encuesta a la finca El Algarrobo

F. Resultados de búsqueda de literatura sobre manuales de buenas prácticas para los cultivos estudiados

Para los cultivos de cacao, se encontraron un total de 7 manuales de buenas prácticas ambientales. De los cuales se logró tener acceso a 4, los mismos que son analizados en la continuación. Todos los manuales fueron realizados y ejecutados en diferentes países de Latinoamérica. En la Tabla XIII se pueden constatar los resultados con sus respectivos títulos, países de origen, autores y descripción detallada.

TABLA XIII.
RESULTADO DE BÚSQUEDA Y DESCRIPCIÓN DE MANUALES DE BPA EN CULTIVOS DE CACO

Título	País	Año	Autores	Descripción
Manual de buenas prácticas agrícolas para el cultivo del cacao	Perú	2022	Erika Soto Patricia Mendoza Javier Aguilar	Este manual explica la importancia sobre la implementación de buenas prácticas ambientales en cultivos de cacao. Abarca medidas en las diferentes fases de producción del cacao. Da un énfasis especial en la conservación de los recursos naturales, en especial el agua y suelo. Además, también habla sobre el uso eficiente de plaguicidas, adoptando medidas que reduzcan considerablemente el riesgo de

				contaminación que afecte al medio ambiente y al ser humano [51].
Manual de buenas prácticas ambientales	Colombia	2016	Gabriela Escobar	Este manual se lo realizo en conjunto con la USAID (Agencia de Estados Unidos para el Desarrollo internacional). Este propone medidas para la conservación del suelo, agua aire y también el buen manejo de los plaguicidas. Un ejemplo en cuanto a medidas son la implementación de sistemas agroforestales. Cada medida tiene su explicación, ventajas y razones y además comentarios elaborados por el grupo colaborador USAID [52].
Manual técnico del cultivo de cacao buenas prácticas para América Latina	Costa Rica	2017	Steven Maroto Paola Montoya Diego González Tanya Delgado Miguel Arvelo	El manual técnico del cultivo de cacao describe varias prácticas ambientales recomendadas para el manejo sostenible del cacao. Se sugiere la incorporación de sombra temporal y permanente mediante árboles maderables o frutales, lo cual beneficia la biodiversidad y regula el microclima. Además, también el uso limitado y responsable de productos químicos, priorizando métodos biológicos para el control de plagas y enfermedades [73].
BUENAS PRÁCTICAS AGRÍCOLAS EN CACAO	República Dominicana	2021	Allan Mata-Quirós Enelvi Brito Rolando Cerda	Este manual describe la importancia de implementar el triple lavado. Este procedimiento consiste en realizar tres enjuagues consecutivos de los envases vacíos, utilizando el agua de cada enjuague como parte del caldo de aspersión. Este enfoque asegura que se aproveche el 100% del producto, evitando residuos

peligrosos en el medio ambiente [76].

En cuanto a manuales de buenas prácticas ambientales de cultivos de limón, se encontraron un total de 4 arrojaron un total de 2 resultados. Estos dos resultados se dieron en Perú y los Estados Unidos.

TABLA XIV.
RESULTADO DE BÚSQUEDA Y DESCRIPCIÓN DE MANUALES DE BPA EN CULTIVOS DE LIMÓN

Título	País	Año	Autores	Descripción
GUÍA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE BUENAS PRÁCTICAS AGRÍCOLAS (BPA) PARA EL CULTIVO DE LIMÓN	Perú	2020	Ministerio de Agricultura y Riego	Este manual proporciona lineamientos técnicos y ambientales para garantizar la inocuidad alimentaria, preservar el medio ambiente y mejorar la productividad. Aborda temas como manejo del terreno, análisis de suelos, selección de semillas, control de plagas y enfermedades, manejo de agua, fertilización orgánica, manejo de cosecha y postcosecha, salud y seguridad de los trabajadores, conservación ambiental, y trazabilidad. Además, destaca la importancia del control integrado de plagas y el uso responsable de insumos químicos [53].
Mejores prácticas de gestión de calidad y cantidad de agua para los cítricos de Florida.	Estados Unidos	2015	Adam H. Putnam	Manual implementado en cultivos de limón en Florida. En este se detallan buenas prácticas en los cultivos de limón enfocados en la protección del agua, buen manejo y uso de pesticidas y reciclaje [77].

G. Manual de buenas prácticas ambientales

La sostenibilidad en las actividades agrícolas es fundamental para garantizar la conservación de los recursos naturales y la viabilidad económica a largo plazo [10]. En este contexto, el cultivo de cacao y limón, dos productos de alto valor para las economías locales y globales, requiere una gestión responsable que minimice los impactos negativos en el medio ambiente y promueva prácticas que beneficien tanto a los productores como a las comunidades cercanas.

El presente Manual de Buenas Prácticas Ambientales para Fincas de Cacao y Limón ha sido diseñado como una herramienta práctica para orientar a los agricultores en la implementación de métodos que optimicen la productividad, protejan los ecosistemas y fomenten la sostenibilidad. Este manual integra recomendaciones enfocadas en la gestión eficiente de recursos como el agua y el suelo, el manejo adecuado de residuos, la conservación de la biodiversidad y el uso responsable de agroquímicos.

Al adoptar estas prácticas, no solo se busca garantizar la calidad y seguridad de los productos, sino también contribuir al bienestar de las generaciones actuales y futuras. Este manual es una invitación a fortalecer el compromiso con la producción sostenible, asegurando que las fincas de cacao y limón sean ejemplos de armonía entre la actividad agrícola y el cuidado ambiental.

1) Buenas prácticas ambientales en el control de plagas

El manejo de plagas es un desafío esencial en las actividades agrícolas y ambientales. Si bien el uso de plaguicidas químicos ha sido una solución común, su aplicación descontrolada puede generar graves consecuencias para la salud humana, los ecosistemas y la biodiversidad. Este apartado del manual tiene como objetivo proporcionar un conjunto de Buenas Prácticas Ambientales, promoviendo alternativas sostenibles y responsables que minimicen el impacto ambiental del manejo actual de la finca y sean coherentes con la naturaleza.

a. Calibración y uso adecuado de equipos de aplicación de plaguicidas.

Es fundamental que los equipos empleados en la aplicación de plaguicidas se encuentren en buenas condiciones, asegurando que las empaquetaduras, mangueras y componentes móviles funcionen correctamente, y que las boquillas sean las adecuadas para cada tarea. Asimismo, los volúmenes de descarga deben ajustarse cuidadosamente al objetivo específico para garantizar una aplicación eficiente y segura.

La formación de cuadrillas especializadas de aplicadores resulta una práctica recomendable, ya que permite uniformar los procedimientos y aumentar la efectividad del trabajo. También es clave brindar a los productores capacitación sobre el mantenimiento adecuado y la calibración de los equipos, además del uso correcto de las boquillas, asegurando que estas se seleccionen en función de las necesidades del cultivo.

Esta medida permite evitar problemas de intoxicación, para los seres humanos y organismos que no son objeto de aplicación. También, evita que se desperdicien los químicos disminuyendo costos y garantizando la dosificación adecuada para el tipo de plaga.

b. Uso adecuado de los plaguicidas durante las fases de transporte, almacenamiento y distribución.

El manejo adecuado de los plaguicidas durante el transporte es crucial para prevenir accidentes y evitar impactos negativos en el medio ambiente. Estos productos deben ser trasladados en vehículos adecuados, asegurándose de que los envases sean herméticos y estén correctamente etiquetados. Además, es necesario cumplir con las normativas de seguridad, garantizando que los plaguicidas estén alejados de alimentos, personas y fuentes de agua durante el traslado.

En cuanto al almacenamiento, los plaguicidas deben guardarse en instalaciones diseñadas específicamente para este propósito. Los espacios deben contar con ventilación adecuada, sistemas de control de temperatura y medidas de seguridad que minimicen el riesgo de incendios, derrames o exposiciones accidentales. También es importante mantenerlos fuera del alcance de niños y animales, y lejos de otros materiales como fertilizantes o alimentos.

La distribución de los plaguicidas debe planificarse cuidadosamente, ajustándose a las cantidades necesarias para atender la situación específica. Esto implica evaluar el nivel de afectación de la plaga o enfermedad, considerando las características particulares de cada caso. La aplicación de dosis precisas evita el uso excesivo del producto, reduciendo riesgos para el medio ambiente y optimizando su eficacia.

Además, es fundamental integrar los principios del Manejo Integrado de Plagas y Enfermedades (MIPE) en este proceso. Este enfoque busca combinar diversas estrategias de control, como el uso de plaguicidas solo cuando sea estrictamente necesario, junto con prácticas culturales, biológicas y físicas. De esta manera, se minimizan los impactos negativos sobre la salud humana, los ecosistemas y los organismos no objetivo.

c. Realizar del tripe lavado a los envases de plaguicidas

El triple lavado de envases vacíos es una práctica fundamental dentro del manejo responsable de los plaguicidas. Su objetivo principal es eliminar los residuos químicos presentes en los recipientes, evitando la contaminación del medio ambiente y reduciendo riesgos para la salud humana. Este procedimiento debe realizarse inmediatamente después de utilizar el contenido del envase para asegurar su efectividad.

El proceso consta de tres enjuagues consecutivos. En cada uno, el envase vacío se llena hasta un cuarto de su capacidad con agua limpia, se agita vigorosamente durante unos segundos y luego se vierte el agua utilizada en el equipo de aplicación. Este proceso se debe repetir un total de tres veces. Este método asegura que todos los residuos se incorporen al proceso de aplicación, evitando desperdicios y reduciendo riesgos de exposición accidental.

Una vez finalizado el triple lavado, es indispensable perforar el envase para evitar su reutilización y garantizar que no sea empleado para otros fines, como el almacenamiento de agua o alimentos. Posteriormente, los recipientes deben ser llevados a centros de acopio autorizados o gestionados de acuerdo con las normativas locales para residuos peligrosos.

Incorporar esta práctica como parte de las actividades rutinarias en la aplicación de plaguicidas no solo contribuye al cumplimiento de normativas ambientales, sino que también refuerza el compromiso con la sostenibilidad y la seguridad en el campo.

2) Buenas prácticas ambientales en manejo del suelo

El suelo es un elemento fundamental para el rendimiento del cacao, ya que proporciona los nutrientes y el agua necesarios para la supervivencia de las plantas. Las características físicas y químicas del suelo, en conjunto, influyen directamente en la capacidad productiva de los cultivos. Por lo tanto, la preservación de estas propiedades es esencial y debe lograrse mediante la implementación de prácticas de manejo apropiadas. La baja fertilidad y la degradación del suelo, causadas por fenómenos como la erosión, la escorrentía, la lixiviación, la salinización, la contaminación y la sequía, son algunas de las principales razones de la baja productividad agrícola. Las técnicas de conservación del suelo permiten reducir la pérdida de nutrientes y agua, mejorando así las condiciones para el crecimiento y desarrollo de los cultivos.

a. Mantener de una capa de hojarasca para la conservación del suelo

En suelos planos, mantener una capa de hojarasca sobre la superficie constituye una estrategia eficaz para la conservación del suelo. La hojarasca juega un papel importante en la conservación del suelo en las plantaciones de cacao a través de varios mecanismos.

La descomposición de la hojarasca es crucial para el ciclo de nutrientes, ya que devuelve macro y micronutrientes esenciales al suelo, lo que favorece la fertilidad del suelo y la productividad primaria [78]. También, contribuye al contenido de materia orgánica del suelo, que es crucial para la estructura y la fertilidad del suelo. Esta materia orgánica ayuda a mantener la humedad del suelo y a reducir la erosión[79].

b. Implementar sistemas agroforestales

La implementación de sistemas agroforestales en las plantaciones de cacao ofrece varios beneficios que mejoran tanto la sostenibilidad ambiental como la productividad agrícola, entre ellos beneficios en la salud del suelo. Los sistemas agroforestales mejoran las propiedades fisicoquímicas del suelo, incluido un mayor contenido de materia orgánica y nitrógeno total, que son cruciales para la producción sostenible de cacao.

Además, Los rendimientos del cacao en sistemas agroforestales pueden ser comparables o incluso superiores a los de los monocultivos [80]. El establecimiento de sistemas agroforestales puede ayudar a mejorar el establecimiento del cacao en los primeros años, mejorando el rendimiento a largo plazo del sistema, pero la competencia por el espacio entre los árboles de sombra y las plantas de cacao debe considerarse cuidadosamente para un diseño y manejo óptimos de los sistemas agroforestales [81].

c. Mejoramiento de la fertilidad del suelo y la biodiversidad con fertilizantes orgánicos, minerales y cultivos de cobertura

La aplicación de fertilizantes orgánicos y minerales, junto con compost y cultivos de cobertura, puede mejorar el estado de los nutrientes del suelo y la diversidad de la fauna del suelo [82]. Estos elementos trabajan en conjunto para optimizar los niveles de nutrientes disponibles, favoreciendo una mejor estructura y salud del suelo. Además, el uso de cultivos de cobertura no solo ayuda a prevenir la erosión, sino que también contribuye a la promoción de la biodiversidad, enriqueciendo la fauna microbiana y favoreciendo una mayor actividad biológica en la zona radicular. Aunque los beneficios en términos de rendimiento de los cultivos pueden variar según las condiciones específicas, estas prácticas, en general, promueven un entorno más saludable para el crecimiento de las plantas, lo que podría traducirse en una mayor sostenibilidad y productividad a largo plazo.

3) Buenas prácticas ambientales en manejo del agua.

a. Protección de las fuentes de agua mediante su identificación, señalización, aislamiento y siembra de especies nativa

La conservación de las fuentes de agua es esencial para mantener un entorno saludable y sostenible en una finca de cacao y limón. Implementar prácticas adecuadas para proteger estos recursos hídricos no solo mejora la calidad del agua, sino que también favorece la productividad agrícola a largo plazo. Un enfoque integral incluye la identificación y señalización de las fuentes de agua, lo que permite reconocer las áreas que requieren especial atención y prevenir su contaminación.

El aislamiento de las fuentes mediante barreras naturales o cercos protege las zonas críticas de la intervención humana, reduciendo el riesgo de contaminación por productos químicos o desechos. Asimismo, la siembra de especies nativas en las orillas de ríos o quebradas ayuda a estabilizar el suelo, previene la erosión y filtra posibles contaminantes, mejorando la salud de los ecosistemas acuáticos. Estas prácticas, al ser implementadas de manera sistemática, contribuyen no solo a la preservación del recurso hídrico, sino también a un manejo más sostenible de la finca.

b. Programaciones de riego

El uso de herramientas como tensiómetros y cenirrómetros para programar el riego puede optimizar el uso del agua [83]. Estas herramientas permiten monitorear con precisión el contenido de humedad del suelo, ayudando a determinar el momento adecuado y la cantidad exacta de agua necesaria para los cultivos. Al programar el riego de manera más eficiente, se evita el desperdicio de agua y se asegura que las plantas reciban la cantidad óptima de hidratación. Esta práctica no solo contribuye a la sostenibilidad del recurso hídrico, sino que también mejora la salud y el rendimiento de los cultivos, al garantizar que las plantas no sufran ni por exceso ni por falta de agua.

IX. DISCUSIÓN

A. Discusión del objetivo 1

En el actual estudio los resultados de carbono y nitrógeno fueron de 1.05% y 0.35% respectivamente para el cultivo de cacao y 1.15% y 0.45% para el cultivo de limón. En la provincia de El Oro, estudios han establecido que valores superiores al 1.7 % de carbono y valores entre 0.2 % y 0.4 % de nitrógeno son ideales para los suelos destinados al cultivo [84]. Los análisis realizados en este caso se encuentran dentro de estos rangos, lo que indica condiciones adecuadas para la producción.

Los resultados de la relación C/N son de 3/1 para el cacao y 2.45/1 para el limón, lo que indica un alto contenido de nitrógeno en comparación con el carbono. Este comportamiento es típico de suelos con materia orgánica altamente descompuesta o enriquecidos con fuentes nitrogenadas. Relaciones inferiores a 20/1 suelen estar asociadas con una mayor disponibilidad de nutrientes en el suelo, favoreciendo la absorción de nitrógeno por parte de los cultivos y promoviendo un crecimiento óptimo [65].

Los niveles de pH para ambas plantaciones se encuentran dentro de los rangos que corresponden a un pH neutro, lo cual indica un equilibrio entre acidez y alcalinidad. En cuanto a la materia orgánica los valores obtenidos fueron bajos. En Ecuador los valores de materia orgánica no deben ser menores a los 3% [73]. La materia orgánica es crucial para la fertilidad del suelo, ya que mejora su estructura, retención de agua, y la disponibilidad de nutrientes, además de fomentar la actividad microbiana beneficiosa. Lo que sugiere la necesidad de implementar prácticas de manejo del suelo, como la adición de compost o abonos orgánicos, para mejorar la calidad del suelo.

La textura del suelo franco arenoso registrada en el cultivo de cacao generalmente tiene tasas de infiltración de agua más altas en comparación con suelos más compactados, lo que puede ser beneficioso para cultivos que requieren condiciones bien drenadas [85]. Este tipo de suelos tienden a mostrar menores capacidades de retención de nutrientes, lo que significa que pueden requerir una fertilización más frecuente para mantener la fertilidad del suelo [86]. En cambio, los suelos franco arcilloso arenoso que se registraron en el cultivo de limón tienen tasas moderadas de infiltración de agua, las cuales pueden verse afectadas por la compactación del ganado o la maquinaria agrícola, reduciendo su eficiencia. También estos suelos tienen una mejor retención de

nutrientes que los suelos franco arenosos, lo que puede favorecer mayores rendimientos de los cultivos y una mejor fertilidad del suelo [87].

Los resultados de CIC según los análisis de laboratorio fueron normales, esto indica una capacidad equilibrada para retener e intercambiar cationes esenciales, lo que es crucial para la fertilidad del suelo y el crecimiento de las plantas. Esto fluye en la fertilidad del suelo, la disponibilidad de nutrientes, el equilibrio del pH y la reacción del suelo a los fertilizantes [88]. Lo cual es fácilmente comprobable en los resultados de pH obtenidos.

La encuesta mostró una notable uniformidad en las respuestas, ya que la mayoría de los participantes coincidieron en sus elecciones a lo largo de casi todas las preguntas. Este comportamiento podría indicar un consenso generalizado sobre el tema evaluado, es decir que todos conocen respecto a la producción de la finca.

Los niveles en cuanto a producción dentro de la provincia de El Oro son diferentes para los tipos de cultivo. En el cacao los niveles de producción provincial y los obtenidos en la finca “El Algarrobo” fueron casi similares, ambos se encuentran en ascenso y presentan valores bastantes cercanos a excepción del año 2023 en donde la productividad a nivel provincial fue de 0.86 mientras en la finca fue de apenas 0.45. Este descenso en la finca podría estar relacionado con factores específicos del manejo agrícola, como variaciones en las prácticas de cultivo, condiciones climáticas adversas o limitaciones en el acceso a insumos, lo que afectó el rendimiento en comparación con la tendencia provincial. Sin embargo, a pesar de esta diferencia puntual, la tendencia general de crecimiento en la finca indica que las condiciones para el cultivo de cacao son favorables y que se está avanzando hacia una mayor productividad a largo plazo. En cambio, para el limón no se encontró ninguna similitud en cuanto a los resultados provinciales y los de la finca. Este hecho se lo debe principalmente al volumen de producción y al número de hectáreas ya que ambos infieren demasiado en cuanto a sus datos. Sin embargo, podemos apreciar que los resultados de productividad de la finca se encuentran en ascenso. Lo cual quiere decir que existe un buen manejo en cuanto al cultivo de limón

B. Discusión del objetivo 2

En la literatura existen varios manuales enfocados en técnicas que minimizan el impacto ambiental y promueven la sostenibilidad. Un ejemplo es el de Perú, el ministerio de Desarrollo Agrario y Riego en conjunto con otras instituciones internacionales desarrollaron un manual titulado “Manual

de Buenas prácticas agrícolas para el cultivo del cacao” [51]. Este manual promueve prácticas para poder reducir el impacto hacia el agua, suelo y aire.

Un ejemplo claro es la recomendación del triple lavado de los envases en donde se encuentran sustancias como plaguicidas, evitando la contaminación del suelo, el agua y los seres vivos. Así mismo también se sugiere la implementación de sistemas agroforestales, una práctica que combina la producción agrícola con la forestación, lo que contribuye a la conservación del suelo, la regulación hídrica, la biodiversidad y la captura de carbono. Estos sistemas agroforestales, al proporcionar sombra y materia orgánica al suelo, mejoran las condiciones de crecimiento del cacao y reducen la necesidad de agroquímicos.

La Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID) ha venido colaborando con diferentes países entre ellos el Ecuador para poder implementar buenas prácticas ambientales en sectores de producción agrícola, en especial el cacao a través de manuales [75]. Este tipo de manuales se enfoca en promover el uso de abonos orgánicos mineralizados, prácticas de protección de suelos y el conocimiento sobre el manejo de las plagas. Adicionalmente también describe los posibles impactos que pueden tener sobre el personal el no implementar medidas saludables para el manejo de fincas. Cabe aclarar que esta agencia también ha creado manuales para países como Perú y Colombia [52].

Para los cultivos de limón, Perú también ha creado manuales para la implementación de buenas prácticas ambientales [53]. En donde al igual que el cacao se mencionan ideas como la implementación de fertilizantes orgánicos, un buen manejo de plaguicidas en todo el proceso de uso y un manejo adecuado del recurso hídrico a partir de programas de riego.

La implementación de manuales de buenas prácticas ambientales no solo responde a una necesidad de conservación y sostenibilidad, sino que también tiene beneficios económicos y sociales. Las prácticas propuestas en estos manuales ayudan a reducir costos operativos a largo plazo al evitar el uso excesivo de insumos químicos, mejorar la salud del suelo, y optimizar el uso del agua. Adicionalmente, la adopción de estas prácticas puede aumentar la productividad de los cultivos, ya que un manejo más consciente y cuidadoso de los recursos naturales fortalece los ecosistemas agrícolas. Las comunidades agrícolas también se benefician a través de la mejora en las condiciones laborales y la seguridad del personal al seguir protocolos de manejo adecuado, minimizando riesgos asociados con la exposición a productos tóxicos y promoviendo la salud y bienestar en el ámbito laboral.

Es fundamental que cada finca adopte un manual de buenas prácticas ambientales para garantizar una producción responsable que no solo cumpla con los estándares nacionales e internacionales de sostenibilidad, sino que también se alinee con los objetivos globales de conservación de recursos y reducción de la huella de carbono. Implementar estos manuales representa un paso esencial para cultivar de manera que se preserve la integridad del medio ambiente y se asegure la viabilidad económica y social de la agricultura en el futuro.

C. Discusión del objetivo 3

El Manual de Buenas Prácticas Ambientales propuesto fue concebido a partir de la recopilación bibliográfica. En el desarrollo de este manual de buenas prácticas ambientales, se consideraron diversas estrategias que abarcan desde el manejo adecuado de insumos agrícolas hasta la implementación de prácticas de conservación de recursos naturales. Plantea una estrategia integral para la gestión sostenible de los recursos naturales en sistemas agrícolas, enfocándose en el control de plagas, manejo del suelo y conservación del agua. Estas prácticas buscan mitigar el impacto ambiental de las actividades agrícolas, promoviendo alternativas que mejoren la productividad sin comprometer la salud de los ecosistemas.

En el ámbito del control de plagas, el manual destaca la transición hacia métodos sostenibles como el uso de controladores biológicos. La introducción de depredadores, parásitos y patógenos específicos no solo reduce la dependencia de plaguicidas químicos, sino que también fomenta el equilibrio ecológico. Además, la calibración adecuada de equipos y el manejo responsable de los plaguicidas durante su transporte, almacenamiento y aplicación garantizan la seguridad de los agricultores, consumidores y organismos no objetivo. Estas prácticas se complementan con el triple lavado de envases, una medida crucial para evitar la contaminación ambiental y facilitar la gestión adecuada de residuos peligrosos.

En cuanto al manejo del suelo, el manual resalta la importancia de estrategias que mejoren la fertilidad y la salud de este recurso. La conservación mediante capas de hojarasca se presenta como una práctica sencilla pero efectiva para reducir la erosión y devolver nutrientes al suelo. Por otro lado, los sistemas agroforestales son promovidos como una alternativa innovadora que integra árboles y cultivos, mejorando las propiedades fisicoquímicas del suelo y favoreciendo la biodiversidad. Además, el uso combinado de fertilizantes orgánicos, cultivos de cobertura y compost no solo optimiza los niveles de nutrientes disponibles, sino que también fomenta la actividad biológica en la zona radicular, asegurando una producción más sostenible a largo plazo.

La gestión del agua es abordada con un enfoque preventivo y de optimización. La identificación, señalización y aislamiento de fuentes hídricas, junto con la reforestación con especies nativas, protege las fuentes de agua de contaminantes y contribuye a la estabilidad de los ecosistemas acuáticos. Asimismo, el uso de herramientas como tensiómetros para la programación del riego permite un suministro preciso de agua, evitando el desperdicio y asegurando que los cultivos reciban la hidratación necesaria sin generar daños al suelo ni agotar los recursos hídricos disponibles.

En conjunto, el manual proporciona un marco práctico y eficiente para el desarrollo agrícola sostenible. Las buenas prácticas planteadas no solo responden a la necesidad de incrementar la productividad, sino que también promueven un manejo responsable de los recursos, integrando técnicas tradicionales y modernas. Este enfoque multifacético fortalece la resiliencia frente al cambio climático, reduce la degradación ambiental y garantiza la sostenibilidad a largo plazo de los sistemas agrícolas. Implementar estas estrategias representa un compromiso con la seguridad alimentaria y la preservación del entorno para las generaciones futuras.

X. CONCLUSIONES

- Los resultados del análisis de laboratorio permitieron identificar cual es el estado actual del suelo, siendo los resultados bastante favorables a excepción de la materia orgánica. Por ende, el manual es imprescindible para poder mitigar y recuperar factores como el de materia orgánica en el suelo.
- Los resultados de producción de cacao a nivel provincial y de la finca son bastante similares. En cambio, los del limón son muy diferentes. Sin embargo, ambos niveles de producción en la finca se muestran en un constante crecimiento. Lo cual indica un buen manejo en la finca.
- La revisión de la literatura científica aportó un conjunto sólido de buenas prácticas en conservación del suelo, adaptables al entorno de la Finca El Algarrobo. Estrategias como el uso de sistemas agroforestales, fertilización orgánica, y control sostenible de plagas se identificaron como viables y efectivas. Estos conocimientos, combinados con un enfoque local, aseguran que las prácticas propuestas respondan tanto a las necesidades productivas como a los desafíos ambientales del área.
- El manual diseñado reúne instrucciones claras y accesibles para implementar prácticas ambientales adaptadas al contexto específico de la finca. Estas prácticas abarcan desde la gestión sostenible del agua y el suelo, hasta el manejo responsable de insumos agrícolas, promoviendo un enfoque integral de conservación. Este documento no solo proporciona herramientas para mejorar la sostenibilidad, sino que también fomenta una mayor conciencia ambiental entre los agricultores, contribuyendo a un modelo de producción más resiliente y respetuoso con el medio ambiente.

XI. RECOMENDACIONES

- Incorporar análisis avanzados, contenido de microelementos esenciales y actividad microbiológica, para profundizar en la caracterización del suelo y evaluar su salud integral.
- Implementar una evaluación de impactos ambiental a todos los recursos de la finca “El Algarrobo” para poder identificar y mitigar cualquier impacto negativo dentro de la misma.
- Evaluar el impacto económico de las prácticas propuestas, incluyendo los costos de implementación y los beneficios esperados, para garantizar la viabilidad del manual desde una perspectiva financiera.
- Realizar un análisis comparativo con otras fincas de la región para identificar factores comunes de degradación y posibles estrategias de éxito aplicables a la finca “El Algarrobo”.
- Realizar mediciones en diferentes estaciones del año para capturar variaciones estacionales en la calidad del suelo, como fluctuaciones de humedad, pH y otros parámetros clave.
- En la finca “El Algarrobo”, resulta imprescindible aprovechar los nuevos descubrimientos científicos que han revolucionado el manejo de plagas mediante alternativas sostenibles, como la liberación de controladores biológicos. Esta innovadora práctica consiste en la utilización de organismos vivos, como depredadores naturales, parásitos específicos o patógenos selectivos como hongos y bacterias como. Estas soluciones científicas no solo ofrecen un control altamente eficiente y específico de las plagas, sino que también minimizan el impacto ambiental al reducir la necesidad de químicos sintéticos.

XII. REFERENCIAS

- [1] C. Ferreira, S. Seifollahi, G. Destouni, N. Ghajarnia, y Z. Degra, “Soil degradation in the European Mediterranean region: Processes, status and consequences”, *Sci. Total Environ.*, vol. 805, p. 150106, ene. 2022, doi: 10.1016/j.scitotenv.2021.150106.
- [2] R. Lal, “Soil degradation by erosion”, *Land Degrad. Dev.*, vol. 12, núm. 6, pp. 519–539, 2001, doi: 10.1002/ldr.472.
- [3] M. Jat, M. Gathala, M. Choudhary, S. Sharma, H. Jat, y N. Gupta, “Conservation agriculture for regenerating soil health and climate change mitigation in smallholder systems of South Asia”, en *Advances in Agronomy*, vol. 181, Elsevier, 2023, pp. 183–277. doi: 10.1016/bs.agron.2023.05.003.
- [4] I. Rashmi, K. Karthika, T. Roy, y K. Shinoji, “Soil Erosion and Sediments: A Source of Contamination and Impact on Agriculture Productivity”, en *Agrochemicals in Soil and Environment*, Singapore: Springer Nature Singapore, 2022, pp. 313–345. doi: 10.1007/978-981-16-9310-6_14.
- [5] R. Mugandani, L. Mwadzingeni, y P. Mafongoya, “Contribution of Conservation Agriculture to Soil Security”, *Sustainability*, vol. 13, núm. 17, Art. núm. 17, ene. 2021, doi: 10.3390/su13179857.
- [6] M. Zaccagnini, M. Wilson, J. Oszust, y R. Suarez, *Manual de Buenas Prácticas para la Conservación del suelo, la Biodiversidad y sus Servicios Ecosistémicos*. PNUD, 2014. doi: 10.13140/2.1.1820.7045.
- [7] C. Pierrette, J. Du, y D. Diakité, “Sustainable agricultural practices adoption”, *Agric. Polnohospodárstvo*, vol. 67, pp. 166–176, dic. 2021, doi: 10.2478/agri-2021-0015.
- [8] R. Lal, J. Bouma, E. Brevik, L. Dawson, D. J. Field, y B. Glaser, “Soils and sustainable development goals of the United Nations: An International Union of Soil Sciences perspective”, *Geoderma Reg.*, vol. 25, p. e00398, jun. 2021, doi: 10.1016/j.geodrs.2021.e00398.
- [9] R. Rosales, “¿Tuvo la agricultura algún efecto en la evolución humana?”, núm. 8, pp. 117–121, el 11 de agosto de 2016.
- [10] R. Domínguez, M. León, J. Samaniego, y O. Sunkel, *Recursos naturales, medio ambiente y sostenibilidad: 70 años de pensamiento de la CEPAL*. en ECLAC Books. United Nations, 2019. doi: 10.18356/b89f0453-es..
- [11] A. Sofo, A. Zanella, y J. Ponge, *Soil quality and fertility in sustainable agriculture, with a contribution to the biological classification of agricultural soils*. 2021.
- [12] M. Jwaideh, E. Sutanudjaja, y C. Dalin, “Global impacts of nitrogen and phosphorus fertiliser use for major crops on aquatic biodiversity”, *Int. J. Life Cycle Assess.*, vol. 27, núm. 8, pp. 1058–1080, ago. 2022, doi: 10.1007/s11367-022-02078-1.
- [13] M. Alvarado, J. Colmenero, y M. Valderrabano, “La erosión hídrica del suelo en un contexto ambiental, en el estado de Tlaxcala, Mexico”, vol. 14, núm. 3, pp. 317–326, 2007.
- [14] H. Cotler, J. Corona, y J. Galeana, “Erosión de suelos y carencia alimentaria en México: una primera aproximación”, *Investig. Geográficas*, núm. 101, Art. núm. 101, mar. 2020, doi: 10.14350/rig.59976.
- [15] S. Salcedo, J. Canihua, T. Vivanco, J. Luis, W. Porras, y R. Cruz, “Cultivos de cobertura asociados a quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) en el Altiplano peruano: Reducción de la erosión, mejora de la salud del suelo y rendimiento agrícola”, *Sci. Agropecu.*, vol. 13, núm. 3, Art. núm. 3, sep. 2022, doi: 10.17268/sci.agropecu.2022.024.

-
- [16] I. Novillo, M. Carrillo, J. Cargua, V. Moreira, K. Albán, y F. Morales Intriago, “Propiedades físicas del suelo en diferentes sistemas agrícolas en la provincia de Los Ríos, Ecuador”, *Advantages of incorporating new varieties in the cultivation of cotton the Sinú Valley*, may 2018, Consultado: el 8 de junio de 2024. [En línea]. Disponible en: <http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/5297>
- [17] N. Nasir, F. Mustafa, Y. Muhammad Yusoff, y G. Didams, “A systematic review of soil erosion control practices on the agricultural land in Asia”, *Int. Soil Water Conserv. Res.*, vol. 8, núm. 2, pp. 103–115, jun. 2020, doi: 10.1016/j.iswcr.2020.04.001.
- [18] G. Noni y G. Trujillo, “Degradacion del suelo en el Ecuador: principales causas y algunas reflexiones sobre la conservacion de este recurso”, pp. 383–394, ene. 1986.
- [19] FAO, “Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura: Condiciones climáticas y la actividad humana impactan en la degradación de la tierra, comprometiendo la seguridad alimentaria. | FAO en Ecuador | Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura”. Consultado: el 8 de junio de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://www.fao.org/ecuador/noticias/detail-events/es/c/1141396/>
- [20] INEC, “Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua”, INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICAS Y CENSO. Consultado: el 29 de junio de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/estadisticas-agropecuarias-2/>
- [21] N. Segarra, “Plan de ordenación territorial del cantón Arenillas”, masterThesis, Universidad de Cuenca, 2013. Consultado: el 29 de junio de 2024. [En línea]. Disponible en: <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/540>
- [22] K. Shrestha, B. Shakya, B. Adhikari, M. Nepal, y Y. Shaoliang, “Ecosystem services valuation for conservation and development decisions: A review of valuation studies and tools in the Far Eastern Himalaya”, *Ecosyst. Serv.*, vol. 61, p. 101526, jun. 2023, doi: 10.1016/j.ecoser.2023.101526.
- [23] D. Avendaño, B. Cedeño, y M. Arroyo, “Integrando el concepto de servicios ecosistémicos en el ordenamiento territorial”, *Rev. Geográfica América Cent.*, vol. 2, núm. 65, pp. 63–90, jun. 2020, doi: 10.15359/rgac.65-2.3.
- [24] M. Malo, "Good Agricultural Practices: A Working Concept", *Biot. Res. Today*, vol. 2, n.º 10, pp. 1075-1077, 2020.
- [25] S. Sauvé, S. Bernard, y P. Sloan, “Environmental sciences, sustainable development and circular economy: Alternative concepts for trans-disciplinary research”, *Environ. Dev.*, vol. 17, pp. 48–56, ene. 2016, doi: 10.1016/j.envdev.2015.09.002.
- [26] C. Escolástico, *Ecología II: comunidades y ecosistemas*. UNED - Universidad Nacional de Educación a Distancia, 2014. Consultado: el 1 de julio de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://0e10wk6ol-y-https-elibro-net.itmsp.museknowledge.com/es/lc/utmachala/titulos/48715>
- [27] N. Zinia y P. McShane, “Urban ecosystems and ecosystem services in megacity Dhaka: mapping and inventory analysis”, *Urban Ecosyst.*, vol. 24, núm. 5, pp. 915–928, oct. 2021, doi: 10.1007/s11252-020-01076-1.
- [28] MEA, *Ecosystems and human well-being: a framework for assessment*. Washington, DC: Island Press, 2003.
- [29] W. Mengist, T. Soromessa, y G. L. Feyisa, “A global view of regulatory ecosystem services: existed knowledge, trends, and research gaps”, *Ecol. Process.*, vol. 9, núm. 1, p. 40, dic. 2020, doi: 10.1186/s13717-020-00241-w.
- [30] S. Amarilla, S. Amarilla, A. Insfrán, L. Pérez, “Servicios ecosistémicos de provisión y culturales en el Paisaje Protegido Cerro Kavajú, Departamento de Cordillera, Paraguay”,

- Investig. Agrar.*, vol. 24, núm. 2, pp. 113–121, dic. 2022, doi: 10.18004/investig.agrar.2022.diciembre.2402700.
- [31] V. Muñoz, J. Álvarez, y E. Asedegbega, *Gestión y conservación de aguas y suelos*. UNED - Universidad Nacional de Educación a Distancia, 2019. Consultado: el 1 de julio de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://0e10wk6p5-y-https-elibro-net.itmsp.museknowledge.com/es/lc/utmachala/titulos/124639>
- [32] A. Strahler y A. Strahler, *Geografía Física*, 3a ed. Barcelona: Omega, 1989.
- [33] C. Tarakonov, “¿Qué es la erosión del suelo? ¿Cómo se puede estudiar y mitigar con técnicas nucleares?” Consultado: el 1 de julio de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://www.iaea.org/es/newscenter/news/que-es-la-erosion-del-suelo>
- [34] J. Arias, M. Araya, B. McLaren, y P. Wander, “PERSPECTIVAS DE LA AGRICULTURA Y DEL DESARROLLO RURAL EN LAS AMÉRICAS”.
- [35] J. Aguilar, “Tipologías de los procesos de producción agrícola frente a la diversificada demanda mercados y consumidores.”, Universidad Técnica de Babahoyo, Babahoyo, Los Rios, 2021. [En línea]. Disponible en: <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/9354/E-UTB-FACIAG-ING%20AGROP-000153.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- [36] L. Xiong, F. Shah, y W. Wu, “Environmental and socio-economic performance of intensive farming systems with varying agricultural resource for maize production”, *Sci. Total Environ.*, vol. 850, p. 158030, dic. 2022, doi: 10.1016/j.scitotenv.2022.158030.
- [37] A. Madrid, “La agricultura orgánica y la agricultura tradicional : una alternativa intercultural (Investigación)”, *Let. Verdes Rev. Latinoam. Estud. Socioambientales*, ago. 2009, doi: 10.17141/letrasverdes.4.2009.844.
- [38] J. Ocaña, “Impactos en corto tiempo de la agricultura de conservación y tradicional sobre los recursos naturales y el rendimiento de maíz”, *Rev. Investig. Agrar.*, vol. 2, núm. 2, Art. núm. 2, nov. 2020, doi: 10.47840/ReInA.2.2.841.
- [39] X. Han, *Organic Agriculture and Biodiversity in China*, 1st ed. San Diego: Elsevier Science & Technology, 2024.
- [40] C. Gallego, M. Hernández, A. Moreno, C. Gallego, M. Hernández, y A. Moreno, “Agroecología y sistemas agroalimentarios localizados. Propuesta de articulación con base en la calidad territorial”, *Entreciencias Diálogos En Soc. Conoc.*, vol. 12, núm. 26, feb. 2024, doi: 10.22201/enesl.20078064e.2024.26.86759.
- [41] S. Centeno, L. Garcia, H. Rodríguez, y J. Álvarez, *Agroecología y servicios ecosistémicos: aportes de la investigación interdisciplinaria*. 2022.
- [42] M. Rossetti, C. Stoker, y J. Ramos, “Agrochemicals and neurogenesis”, *Mol. Cell. Endocrinol.*, vol. 510, p. 110820, jun. 2020, doi: 10.1016/j.mce.2020.110820.
- [43] S. Cesco, S. Cesco, L. Lucini, B. Miras, L. Borruso, T. Mimmo, Y. Pii, E. Puglisi, G. Spini, E. Taskin, R. Tiziani, M. Simona y M. Trevisan, “The hidden effects of agrochemicals on plant metabolism and root-associated microorganisms”, *Plant Sci.*, vol. 311, p. 111012, oct. 2021, doi: 10.1016/j.plantsci.2021.111012.
- [44] A. Vos, R. Biggs, y R. Preiser, “Methods for understanding social-ecological systems: a review of place-based studies”, *Ecol. Soc.*, vol. 24, núm. 4, nov. 2019, doi: 10.5751/ES-11236-240416.
- [45] J. Anderies, M. Janssen, y E. Ostrom, “A Framework to Analyze the Robustness of Social-ecological Systems from an Institutional Perspective”, *Ecol. Soc.*, vol. 9, núm. 1, p. art18, 2004, doi: 10.5751/ES-00610-090118.

- [46] S. Carpenter, H. Mooney, J. Agard, D Capistrano, R. DeFries, S. Díaz, T. Dietz, A. Duraiappah, A. Oteng y A. Whyte “Science for managing ecosystem services: Beyond the Millennium Ecosystem Assessment”, *Proc. Natl. Acad. Sci.*, vol. 106, núm. 5, pp. 1305–1312, feb. 2009, doi: 10.1073/pnas.0808772106.
- [47] R. J. Mesa y A. O. Quesada, «Introducción al concepto de sostenibilidad», *Univ. Oberta Catalunya*, 2011.
- [48] J. Alcantara, “Apoyo en el desarrollo de Buenas Prácticas Ambientales en el marco de la implementación del Plan Institucional de Gestión Ambiental (PIGA) en APC COLOMBIA”, Universidad Distrital Francisco José De Caldas, Colombia, 2019. [En línea]. Disponible en: <https://repository.udistrital.edu.co/bitstream/handle/11349/24476/AlcantaraCortesJonathanDavid2019.pdf;jsessionid=3C68047321DE7546105201F2C7CFDD7D?sequence=1>
- [49] Ministerio de Educación, “*Manual de Buenas Prácticas Ambientales para Instituciones Educativas*”, Primera edición. Quito, 2018. [En línea]. Disponible en: <https://educacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/02/Manual-BPA.pdf>
- [50] X. Tapia, D. Suárez, J. Arévalo, A. Nejer, P. Pilco, y D. Arcos, *Manual de buenas prácticas ambientales en la agricultura*. Quito: Corporación Grupo Randi Randi, 2008.
- [51] E. Soto, P. Mendoza, y J. Aguilar, *Manual de buenas prácticas agrícolas para el cultivo del cacao*. Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego (MIDAGRI) (Perú), 2022.
- [52] G. Escobar, “Manual de buenas prácticas ambientales”. Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID), 2016. [En línea]. Disponible en: <https://repository.iom.int/bitstream/handle/20.500.11788/258/COL-OIM%200122.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- [53] MIDAGRI, “Guía Para la Implementación De Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) Para El Cultivo De Limon”. 2020.
- [54] BPA, “Recomendaciones para Muestreo de Suelos”. Red de Buenas Prácticas Agropecuarias, 2020. [En línea]. Disponible en: <https://redbpa.org.ar/wp-content/uploads/2021/04/EP-RedBPA-MuestreoDe-Suelos.pdf>
- [55] B. Santos, O. Saavedra, T. Suárez, Á. Coello, y C. Solaz, “¿Cómo tomar muestras de suelos?”.
- [56] Reynaldo B. Mendoza y Ariel Espinoza, “Guía técnica para muestreo de suelos”. [En línea]. Disponible en: <https://repositorio.una.edu.ni/3613/1/P33M539.pdf>
- [57] Agrocalidad, “Muestreo para análisis de suelos”. 2020 [En línea]. Disponible en: <https://www.agrocalidad.gob.ec/wp-content/uploads/2020/05/agua8.pdf>
- [58] D. Saidi, “Importance and Role of Cation Exchange Capacity on the Physicals Properties of the Cheliff Saline Soils (Algeria)”, *Procedia Eng.*, vol. 33, pp. 435–449, 2012, doi: 10.1016/j.proeng.2012.01.1223.
- [59] V. Ciric, N. Prekop, S. Seremesic, B. Vojnov, B. Pejic, D. Radavanovic y D. Marinkovic “The implication of Cation Exchange Capacity (CEC) assessment for soil quality management and improvement”, *J. Agric. For.*, vol. 69, núm. 4, dic. 2023, doi: 10.17707/AgricultForest.69.4.08.
- [60] C. Zhang, Z. Wang, W. Ju, y C. Ren, “Spatial and temporal variability of soil C/N ratio in Songnen Plain maize belt”, *Huanjing Kexue/Environmental Science*, vol. 32, núm. 5. pp. 1407–1414, 2011.
- [61] Z. Bakacsi, A. Laborczi, H. Ágota, y D. Márton, “Compiling C/N and total-N dataset to support countrywide soil nutrient emission models for Hungary”, *Stud. Agric. Econ.*, ago. 2020, doi: 10.7896/j.2037. [62] P. L. Kirk, “Kjeldahl Method for Total Nitrogen”, *Anal. Chem.*, vol. 22, núm. 2, pp. 354–358, feb. 1950, doi: 10.1021/ac60038a038.

-
- [63] J. Aguirre, *Kjeldahl Method The: 140 Years*. en Chemistry and Materials Science. Springer, 2023.
- [64] N. Baseri, S. Oustan, A. Reyhanitabar, y F. Shahbazi, “Relationships between Sulfochromic and Permanganate Oxidizable Carbons in Some Soils of North and North-West of Iran”, *J. Agric. Sci. Technol.*, vol. 26, núm. 1, ene. 2024, doi: 10.22034/jast.26.1.215.
- [65] L. Yugsi, “Elaboración y uso de abonos orgánicos: Módulos de capacitación para capacitadores”. Publicación Miscelánea no. 185, 2011. [En línea]. Disponible en: <http://repositorio.iniap.gob.ec/jspui/handle/41000/95>
- [66] R. Miller y D. Kissel, “Comparison of Soil pH Methods on Soils of North America”, *Soil Sci. Soc. Am. J.*, vol. 74, núm. 1, pp. 310–316, ene. 2010, doi: 10.2136/sssaj2008.0047.
- [67] P. Oliveira, D. De Souza, B. Madari, y A. Oliveira, “A computer-assisted soil texture analysis using digitally scanned images”, *Comput. Electron. Agric.*, vol. 174, p. 105435, jul. 2020, doi: 10.1016/j.compag.2020.105435.
- [68] W. Durner, S. C. Iden, y G. Von Unold, “The integral suspension pressure method (ISP) for precise particle-size analysis by gravitational sedimentation”, *Water Resour. Res.*, vol. 53, núm. 1, pp. 33–48, ene. 2017, doi: 10.1002/2016WR019830.
- [69] S. Rzaşa y W. Owczarzak, “Methods for the granulometric analysis of soil for science and practice; [Metody granulometrycznej analizy gleby dla nauki i praktyki]”, *Polish Journal of Soil Science*, vol. 46, núm. 1. pp. 1–50, 2013.
- [70] C. Ditzler, K. Scheffe, y C. Monger, Eds., *Soil Survey Manual 2017*, vol. 18. 2018.
- [71] X. Tu, Z. Hu, X. Chai, y Y. Su, “Simple and efficient dual-wavelength spectroscopy for the determination of organic matter in sewage sludge from wastewater treatment”, *RSC Adv.*, vol. 9, núm. 22, pp. 12580–12584, 2019, doi: 10.1039/C9RA00428A.
- [72] J. Preciado, J. Pineda, L. Corlay, A. Vázquez, M. Vargas, y E. Robledo, “Comparación de Métodos para Obtener la Capacidad de Intercambio Catiónico y Cationes Intercambiables de los Suelos”, *Rev. TERRA Latinoam.*, vol. 42, may 2024, doi: 10.28940/terra.v42i0.1843.
- [73] M. Sánchez, D. León, S. Arce, T. López, y P. Rodríguez, *Manual Técnico del Cultivo de Cacao Prácticas Latinoamericanas*. 2017.
- [74] J. Izquierdo, M. Rodríguez, y M. Duran, *Good Agricultural Practices for Family Agriculture*. Colombia: FAO, 2007.
- [75] X. Tapia, D. Suárez, J. Arévalo, y A. Nejer, *Manual de buenas prácticas ambientales en la agricultura*, vol. 1. Quito: Cooperación Grupo Randi, 2008.
- [76] A. Mata, E. Brito, y R. Cerda, *Buenas prácticas agrícolas en cacao*. República Dominicana: Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, 2021.
- [77] A. Putnam, *Water Quality/Quantity Best Management Practices for Florida Vegetable and Agronomic Crops*, 2015a ed. Tallahassee, Florida: Florida Department of Agriculture and Consumer Services, 2015.
- [78] S. Bai, M. Gallart, K. Singh, G. Hannet, B. Komolong, D. Yinil, D. Field, B. Muqaddas, H. Wallace “Leaf litter species affects decomposition rate and nutrient release in a cocoa plantation”, *Agric. Ecosyst. Environ.*, vol. 324, p. 107705, feb. 2022, doi: 10.1016/j.agee.2021.107705.
- [79] D. Agbotui, M. Ingold, y A. Buerkert, “Carbon and nutrient cycling in cocoa agroforests under organic and conventional management”, *Nutr. Cycl. Agroecosystems*, vol. 129, núm. 1, pp. 7–20, ago. 2024, doi: 10.1007/s10705-024-10349-6.
- [80] L. Tinoco, Y. Vargas, N. Habibi, C. Caicedo, A. Chanaluisa, F. Paredes, W. Viera, N. Almeida y W. Vásquez, “Agroforestry Systems of Cocoa (*Theobroma cacao* L.) in the Ecuadorian Amazon”, *Forests*, vol. 15, núm. 1, p. 195, ene. 2024, doi: 10.3390/f15010195.

-
- [81] A. Ariza, R. Navarro, J. Crozier, C. Stirling, A. Mancini, W. Blaser y P. González, “Drivers of cocoa yield and growth in young monoculture and agroforestry systems”, *Agric. Syst.*, vol. 219, p. 104044, ago. 2024, doi: 10.1016/j.agsy.2024.104044.
- [82] W. Vanhove, N. Vanhoudt, y P. Van Damme, “Effect of shade tree planting and soil management on rehabilitation success of a 22-year-old degraded cocoa (*Theobroma cacao* L.) plantation”, *Agric. Ecosyst. Environ.*, vol. 219, pp. 14–25, mar. 2016, doi: 10.1016/j.agee.2015.12.005.
- [83] F. Gavilánez y S. Farias, “Método del Cenirómetro como alternativa de programación de riego por aspersión en el cultivo de cacao (*Theobroma cacao*)”, *Acta Agronómica*, vol. 68, núm. 1, ene. 2019, doi: 10.15446/acag.v68n1.70370.
- [84] S. Barrezueta-Unda, “Propiedades de algunos suelos cultivados con cacao en la provincia El Oro, Ecuador”, *CienciaUAT*, vol. 14, núm. 1, p. 155, jul. 2019, doi: 10.29059/cienciauat.v14i1.1210.
- [85] J. Chyba, M. Kroulík, K. Křištof, P. A. Misiewicz, y K. Chaney, “Influence of soil compaction by farm machinery and livestock on water infiltration rate on grassland”, *Agronomy Research*, vol. 12, núm. 1. pp. 59–64, 2014.
- [86] Sutardi, H. Purwaningsih, S. Widayanti, F. Aranti, M. Dian, J. Triastono, R. Heru, A. Malik, I. Gilanf, M. Prama, M. Abda y A. Wihardjaka, “Nutrient Management of Shallot Farming in Sandy Loam Soil in Tegalrejo, Gunungkidul, Indonesia”, *Sustainability*, vol. 14, núm. 19, p. 11862, sep. 2022, doi: 10.3390/su141911862.
- [87] P. Mapfumo, F. Mtambanengwe, y B. Vanlauwe, “Organic matter quality and management effects on enrichment of soil organic matter fractions in contrasting soils in Zimbabwe”, *Plant Soil*, vol. 296, núm. 1–2, pp. 137–150, jul. 2007, doi: 10.1007/s11104-007-9304-7.
- [88] V. Ciric, N. Prekop, S. Seremesic y B. Vojnov “The implication of cation exchange capacity (cec) assessment for soil quality management and improvement”, *J. Agric. For.*, vol. 69, núm. 4, dic. 2023, doi: 10.17707/AgricultForest.69.4.08.

XIII. ANEXOS

ANEXO 1. PLANTACIÓN DE CACAO DENTRO DE LA FINCA EL ALGARROBO



ANEXO 2. PLANTACIÓN DE LIMÓN DENTRO DE LA FINCA EL ALGARROBO



ANEXO 3. AGROQUIMICOS EMPLEADOS EN LA FINCA EL ALGARROBO



ANEXO 4. TOMA DE MUESTRAS DE SUELO



ANEXO 5. RESULTADOS DE ANALISIS DE SUELO RELACIÓN C/N

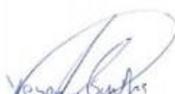


CLIENTE : ARCENTALES TORRES JEAN JORGE Nº DE DOCUMENTO: 62757
 REMITENTE: SR.JEN ARCENTALES T FECHA DE MUESTREO: 20 /08 /2.024
 FINCA : EL ALGARROBO FECHA DE INGRESO: 03 /09 /2.024
 SITIO : PALMALES - ARENILLAS - EL ORO FECHA SALIDA : 11 /09 /2.024

ANALISIS DE SUELO RELACION C/N

Nº LAB	MUESTRA	IDENTIFICACIÓN	%			
			N.T	M.O	C	C/N
52209	1	CULTIVO CACAO	0,35	1,81	1,05	3,00
52210	2	CULTIVO LIMON	0,45	1,99	1,15	2,56

Metodología: Nitrógeno Total : Micro Kjeldahl
 utilizada Materia Organica /Carbono organico : Walkley y Black


 ING. YESSENIA SANCHEZ
 (e) Jefe de Laboratorio




 ING. NARCISO PINTADO
 Serv. Al Cliente



" ESTOS RESULTADOS PUEDEN SER SUJETOS DE COMPARACION SIEMPRE Y CUANDO
 SE UTILICE LA MISMA METODOLOGÍA USADA EN ESTE LABORATORIO"

"Una Agricultura sostenida, amiga del Medio Ambiente, es nuestro compromiso con la Humanidad"

ANEXO 6. RESULTADOS DE ANALISIS DE SUELO



NEMALAB S.A.

En convenio con el MAG - PRODE y AGEAP

e-mail: nemalab@lapavic.com.ec

KM 1 1/2 (ANTIGUA VIA FERREA) S/N Y GRUPO BOLIVAR, EL CAMBIO - MACHALA, EL ORO Tel. Fax: (593)

11/09/2024

Pág: 1 / 1

Cliete: ARCENTALES TORRES JEAN

Remitente: SR. JEAN ARCENTALES

Propiedad: FINCA EL ALGARROBO

Localización: PALMALES

ARENILLAS

EL ORO

Cultivo:

Documento No: 00062757

Fecha de Muestreo: 20/08/2024

Fecha de Ingreso: 03/09/2024

Fecha de Salida: 11/09/2024

Resultados e Interpretación de: ANALISIS DE SUELO																
Cód. de Muestra	No. de Muestra	pH	p.p.m.							meq / 100g			Relaciones			
			NH4	P	Zn	Cu	Fe	Mn	K	Ca	Mg	Ca/Mg	Ca/K	Mg/K	Ca+Mg/K	
52209	CULTIVO CACAO	6.8 PNI	14B	30 A	4.1 M	2.9 M	63.2 A	36.1 A	0.25 M	4.11 B	1.69 B	2.43	16.44	6.76	23.20	

Interpretación:

pH	Niveles	Metodología Utilizada
Ac: Acido < 5.5	B: Bajo	pH: SUELO: AGUA (1: 2.5)
LAe: Ligeramente Acido 5.6 - 6.4	M: Medio	S, B: Fosforo de Calcio
PN: Prácticamente Neutro 6.5 - 7.5	A: Alto	P, K, Ca, Mg: Olsen Modificado
LiA: Ligeramente Alcalino 7.6 - 8.0		NH4: K Cl: Espectrofotometria
AE: Alcalino > 8.1		Ca, Fe, Mn, Zn: Olsen Modificado
		B: Carcinoma
		CE: En Extracto de Pasta Saturada
		M.O.: Dicromato de Potasio

Estos resultados pueden ser sujetos de comparación, siempre y cuando se utilice la misma metodología utilizada en este Laboratorio.

Yesenia Bonilla
BIOQ. MARTHA MOREIRA L.
 Jefe de Laboratorio



Gerente Técnico

[Firma]
ING. NABY ESTEBANADO
 Suplente

* Esta Hoja de Resultados es válida sólo con firma y sello en original.



NEMALAB
 Laboratorio de análisis de suelo

F01001B

ANEXO 7. RESULTADO DE ANALISIS QUÍMICO DE SUELO

**NEMALAB S.A.**

En convenio con el MAG - PRODE y AGEAP

e-mail: nemalab@lapavic.com.ec

KM 1 1/2 (ANTIGUA VIA FERREA) S/N Y GRUPO BOLIVAR, EL CAMBIO - MACHALA, EL ORO Tel. Fax: (593) 97650254

11/09/2024

Pág: 1 / 1

Cliete: ARCENTALES TORRES JEAN **Documento No:** 00062757
Remitente: SR. JEAN ARCENTALES **Fecha de Muestreo:** 20/08/2024
Propiedad: FINCA EL ALGARROBO **Cultivo:** EL ORO **Fecha de Ingreso:** 03/09/2024
Localización: PALMALES **ARENILLAS** **EL ORO** **Fecha de Salida:** 11/09/2024
 Sitio Parroquia Cantón Provincia

Resultados e Interpretación de: Análisis Químico de Suelos

Cód. Muestra	Id. de Muestra	pH	B	S	Cl	Na	Al + H	C. E.	M. O.
			p.p.m.			meq / 100g		dS / m	%
52209	CULTIVO CACAO	6.8 PN	--	--	--	--	--	--	1.81 B

Interpretación:

pH	Niveles	Niveles Relacionales	Metodología Utilizada
Ac: Acido < 5.5 LAc: Ligeramente Acido 5.6 - 6.4 PN: Prácticamente Neutro 6.5 - 7.5 LiA: Ligeramente Alcalino 7.6 - 8.0 Al: Alcalino > 8.1	B: Bajo M: Medio A: Alto		pH: SUELO: AGUA (1: 2.5) S, B: Fosfato de Calcio P, K, Ca, Mg: Olsen Modificado MH4: K Cl: Espectrofotometría Cu, Fe, Mn, Zn: Olsen Modificado B: Curcumina CE: Pasta Saturada M.O.: Dicromato de Potasio
Conduct. Eléctrica: NS = < 2.0 LS = 2.0 - 4.0 S = 4.0 - 8.0 MS = > 8.0			

Estos resultados pueden ser sujetos de comparación, siempre y cuando se utilice la misma metodología utilizada en este Laboratorio.
Esta Hoja de Resultados es válida sólo con firma y sello en original.

BIOQ. MARJHA MOREIRA I.
 Jefe de Laboratorio



Gerente Técnico

ING. YARISSA PÉREZ
 Secretaria

NEMALAB
 "Análisis que hace la diferencia"
 Laboratorio de análisis agrícola

F01003R

ANEXO 8. ANÁLISIS DE CAPACIDAD DE INTERCAMBIO CATIONICO


NEMALAB S.A.
 En convenio con el MAG - PRODE y AGEAP
 e-mail: nemalab@lapavic.com.ec
 KM 1 1/2 (ANTIGUA VIA FERREA) S/N Y GRUPO BOLIVAR, EL CAMBIO - MACHALA, EL ORO Tel. Fax: (593) 97650254

11/09/2024
 Pág: 1 / 1

Cliente: ARCENTALES TORRES JEAN **Documento No:** 00062757
Remitente: SR. JEAN ARCENTALES **Fecha de Muestreo:** 20/08/2024
Propiedad: FINCA EL ALGARROBO **Fecha de Ingreso:** 03/09/2024
Localización: PALMALES **Fecha de Salida:** 11/09/2024
 Sitio Parroquia Cantón Provincia

Resultados e Interpretación de: ANALISIS CAPACIDAD INTERCAMBIO												
Cód. Muestra	No. de Muestra	K	Ca	Mg	Na	C.I.C.	Sumatoria de Bases	* Acetato de Amonio 1 N pH 7				
								Bases	K	Ca	Mg	Na
52209	CULTIVO CACAO	1.17	8.10	2.10	1.41	15.20	12.78	84.08	7.70	53.29	13.82	9.28

Interpretación:

Interpretación C.I.C.		% de Saturación Adecuado	
BAJO	< 12	K	2.5 - 7
MEDIO	12.1 - 25.0	Ca	65 - 85
ALTO	> 25.0	Mg	10 - 15
		Na	< 15

Na: Su contenido debe ser < 1.00 meq /100 g

Estos resultados pueden ser sujetos de comparación, siempre y cuando se utilice la misma metodología utilizada en este Laboratorio.
Esta Hoja de Resultados es válida sólo con firma y sello en original.


 BIOQ. MARTHA MOREIRA L.
 Jefe de Laboratorio


 Gerente Técnico
NEMALAB
 Laboratorio de análisis agrícola


 ING. NARCISCA PIZARRO
 Secretaria

F01011R

