



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA AGROPECUARIA DE MANABÍ
MANUEL FÉLIX LÓPEZ**

CARRERA DE INGENIERÍA AGRÍCOLA

**INFORME DE TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR
PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO AGRÍCOLA**

MECANISMO: PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

TEMA:

**EFFECTO DE COBERTURA VEGETAL SOBRE EL SECUESTRO DE
CARBONO ORGÁNICO A DIFERENTES PROFUNDIDADES EN EL
CULTIVO DE PITAHAYA**

AUTORES:

**JORGE MIGUEL RODRÍGUEZ VÉLEZ
SAÚL STALIN CEVALLOS RIVAS**

TUTORA:

ING. SASKIA VALERIA GUILLÉN MENDOZA, MG.

CALCETA, JULIO DE 2024

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

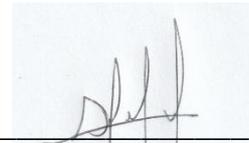
Yo Jorge Miguel Rodríguez Vélez, con cédula de ciudadanía 2300182454 y Saúl Stalin Cevallos Rivas, con cedula de ciudadanía 2300667272 declaramos bajo juramento que el Trabajo de Integración Curricular titulado: Efecto de cobertura vegetal sobre el secuestro de carbono orgánico a diferentes profundidades en el cultivo de pitahaya es de mi autoría, que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional, y que hemos consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración, concedemos a favor de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos, conservando a nuestro favor todos los derechos patrimoniales de autor sobre la obra, en conformidad con el Artículo 114 del Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación.



JORGE MIGUEL RODRÍGUEZ VÉLEZ

CC: 2300182454

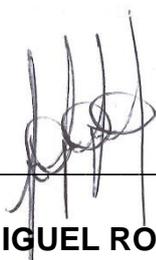


SAÚL STALIN CEVALLOS RIVAS

CC: 2300667272

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN

Yo Jorge Miguel Rodríguez Vélez, con cédula de ciudadanía 2300182454 y Saúl Stalin Cevallos Rivas, con cedula de ciudadanía 2300667272, autorizamos a la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, la publicación en la biblioteca de la institución del Trabajo de Integración Curricular titulado: Efecto de cobertura vegetal sobre el secuestro de carbono orgánico a diferentes profundidades en el cultivo de pitahaya cuyo contenido, ideas y criterios son de nuestra exclusiva responsabilidad y total autoría.



JORGE MIGUEL RODRIGUÉZ VÉLEZ
CC: 2300182454



SAÚL STALIN CEVALLOS RIVAS
CC: 2300667272

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

SASKIA VALERIA GUILLÉN MENDOZA, Mg. , certifica haber tutelado el Trabajo de Integración Curricular titulado: **EFFECTO DE COBERTURA VEGETAL SOBRE EL SECUESTRO DE CARBONO ORGÁNICO A DIFERENTES PROFUNDIDADES EN EL CULTIVO DE PITAHAYA** , que ha sido desarrollado por **JORGE MIGUEL RODRÍGUEZ VÉLEZ Y SAÚL STALIN CEVALLOS RIVAS**, previo a la obtención del título de **INGENIERO AGRÍCOLA**, de acuerdo al **REGLAMENTO DE LA UNIDAD DE INTEGRACIÓN CURRICULAR DE CARRERAS DE GRADO** de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.

SASKIA VALERIA GUILLÉN MENDOZA Mg.

CC: 1310338569

TUTORA

CERTIFICACIÓN DEL COORDINADOR DEL GRUPO DE INVESTIGACIÓN

Yo, **LUIS ALBERTO DUICELA GUAMBI**, Coordinador del Grupo de Investigación “**FITOGEN**”, certifico que los estudiantes, **JORGE MIGUEL RODRÍGUEZ VÉLEZ** y **SAÚL STALIN CEVALLOS RIVAS**, realizaron su Trabajo de Integración Curricular **EFFECTO DE COBERTURA VEGETAL SOBRE EL SECUESTRO DE CARBONO ORGÁNICO A DIFERENTES PROFUNDIDADES EN EL CULTIVO DE PITAHAYA** previo a la obtención del título de **INGENIERO AGRÍCOLA**. Este trabajo se ejecutó como parte de una actividad del programa/proyecto de investigación titulado **CARACTERIZACIÓN MORFOFISIOLÓGICA DE DOS ESPECIES DE PITAHAYA CON POTENCIAL COMERCIAL EN EL VALLE DEL RÍO CARRIZAL** y registrado en la Secretaría Nacional de Planificación con CUP. 382548.

LUIS ALBERTO DUICELA GUAMBI
COORDINADOR DEL GRUPO DE INVESTIGACIÓN

CERTIFICACIÓN DEL COORDINADOR DEL GRUPO DE INVESTIGACIÓN

Yo, **CARLOS OSWALDO VALAREZO BELTRON**, Coordinador del Grupo de Investigación “**MSSA**”, certifico que los estudiantes, **JORGE MIGUEL RODRÍGUEZ VÉLEZ** y **SAÚL STALIN CEVALLOS RIVAS**, realizaron su Trabajo de Integración Curricular **EFFECTO DE COBERTURA VEGETAL SOBRE EL SECUESTRO DE CARBONO ORGÁNICO A DIFERENTES PROFUNDIDADES EN EL CULTIVO DE PITAHAYA** previo a la obtención del título de **INGENIERO AGRÍCOLA**. Este trabajo se ejecutó como parte de una actividad del programa/proyecto de investigación titulado **CONCENTRACIÓN Y ACOMULACIÓN DEL CARBONO ORGANICO EN DIFERENTES FRACCIONES FÍSICAS DE SUELO EN AREAS AGROPECUARIAS** y registrado en la Secretaría Nacional de Planificación con CUP. 388095.

CARLOS OSWALDO VALAREZO BELTRON
COORDINADOR DEL GRUPO DE INVESTIGACIÓN

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL

Los suscritos integrantes del Tribunal correspondiente, declaramos que hemos **APROBADO** el Trabajo de Integración Curricular titulado: **EFFECTO DE COBERTURA VEGETAL SOBRE EL SECUESTRO DE CARBONO ORGÁNICO A DIFERENTES PROFUNDIDADES EN EL CULTIVO DE PITAHAYA**, que ha sido desarrollado por **JORGE MIGUEL RODRÍGUEZ VÉLEZ Y SAÚL STALIN CEVALLOS RIVAS**, previo a la obtención del título de **INGENIERO AGRÍCOLA**, de acuerdo al **REGLAMENTO DE LA UNIDAD DE INTEGRACIÓN CURRICULAR DE CARRERAS DE GRADO** de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.

LENIN VERA MONTENEGRO Ph.D

CC:1309126462

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

JOSÉ REYNA BOWEN Ph.D

CC:1309899407

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

ÁNGEL CEDEÑO SACÓN Ph.D.

CC:1310353121

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

AGRADECIMIENTO

A la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López que nos dio la oportunidad de crecer como seres humanos a través de una educación superior de calidad y en la cual forjamos, nuestros conocimientos profesionales día a día.

A Dios por habernos dado fuerza y salud para culminar una etapa más en nuestras vidas, a nuestros padres y demás familiares.

A nuestra tutora Mg. Saskia Valeria Guillen Mendoza base fundamental en este proyecto de investigación guiándonos desde el día uno con sus experiencia y sabiduría, forjando nuestros conocimientos y siempre exigiéndonos más, muchas gracias por todo.

Al Doctor José Lizardo Reina Bowen director del proyecto, Ing. Geoconda López y a la licenciada Katty Paola Ormaza Cedeño, bases fundamentales en este trabajo de investigación, que con su ayuda, apoyo y colaboración nos guiaron en cada fase de la investigación.

A nuestros docentes de la carrera de Ingeniería Agrícola por compartir sus conocimientos en el transcurso de nuestra preparación profesional.

A nuestros amigos y personas que conocimos en este hermoso recorrido y que influyeron en toda esta trayectoria, amigos que se quedaran de por vida.

JORGE MIGUEL RODRÍGUEZ VÉLEZ

SAÚL STALIN CEVALLOS RIVAS

DEDICATORIA

Es para mí una gran satisfacción dedicarles este trabajo que con mucho esfuerzo, esmero y sacrificio me lo he ganado desde el primer día que inicie la carrera.

A mis padres Francisco Rodríguez Bravo y Ana Vélez Parraga, a ustedes que son mi principal motivación muchos de mis logros se los debo a ustedes entre los que incluye este a ustedes que me educaron con valores y mucho amor con reglas y algunas libertades, pero siempre con una misión clara hacerme una persona de bien, a ti hermanita Silvana Carolina Rodríguez Vélez y toda mi familia que siempre has estado hay para mí los amo ustedes son el motor fundamental en mi vida los cuales día a día me motivaron y me apoyaron en este largo recorrido con sus altos y bajos de la mejor manera y siempre recordándome que lo lograría incondicionalmente gracias por todo este logro se lo dedico a ustedes y a mí que con todo mi esfuerzo, sacrificio y ante todo pronóstico logre obtener mi título de Ingeniero Agrícola en la poderosísima Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Feliz López “ESPAM”.

JORGE MIGUEL RODRÍGUEZ VÉLEZ

DEDICATORIA

Quiero agradecerle a Dios por permitirme llegar hasta esta etapa importante de mi vida, a mis padres Stalin Cevallos y Johana Rivas por ser un apoyo fundamental desde el primer día de mi vida universitaria, a mi amada esposa Paulina Valencia por ser esencial en la parte emocional y económica en la recta final de mi carrera universitaria, a mi hija Ainhoa Milán Cevallos Valencia que fue la inspiración fundamental tras su partida de este mundo para gozar una vida eterna con Dios, a mi hermano Esteban Cevallos y su familia Mariuxi Falcones e hija Camila Cevallos por ser apoyo para mis padres.

SAÚL STALIN CEVALLOS RIVAS

CONTENIDO GENERAL

DECLARACIÓN DE AUTORÍA.....	i
AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN	ii
CERTIFICACIÓN DEL TUTOR.....	iii
CERTIFICACIÓN DEL COORDINADOR DEL GRUPO DE INVESTIGACIÓN...iv	iv
CERTIFICACIÓN DEL COORDINADOR DEL GRUPO DE INVESTIGACIÓN....v	v
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL	vi
AGRADECIMIENTO	vii
DEDICATORIA	viii
DEDICATORIA	ix
CONTENIDO GENERAL.....	x
CONTENIDO DE TABLAS.....	xiii
CONTENIDO DE FIGURAS	xiii
CONTENIDO DE FÓRMULAS	xiv
RESUMEN.....	xv
ABSTRACT.....	xvi
CAPÍTULO I. ANTECEDENTES	1
1.1. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	1
1.2. JUSTIFICACIÓN.....	3
1.3. OBJETIVOS.....	4
1.3.1 OBJETIVO GENERAL	4
1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	4
1.4 HIPÓTESIS.....	4
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO	5
2.1. EL PAPEL DE LA AGRICULTURA EN EL CAMBIO CLIMÁTICO	5
2.2. LA AGRICULTURA Y LA CAPTURA DE CARBONO	5

2.3. EL CARBONO ORGÁNICO EN EL SUELO	6
2.4 LA LABRANZA	7
2.5. LA COBERTURA	7
2.6. LA COBERTURA Y SU RELACIÓN CON LA CAPTURA DE CARBONO ORGÁNICO	8
2.7. RELACIÓN CARBONO MATERIA ORGÁNICA	9
2.8. MÉTODOS DE MEDICIÓN DE LA CAPTURA DE CARBONO	10
2.9. IMPORTANCIA DEL CULTIVO DE PITAHAYA	11
CAPÍTULO III. DISEÑO METODOLÓGICO	12
3.1 UBICACIÓN	12
3.2. CARACTERÍSTICAS CLIMATOLÓGICAS	13
3.3. DURACIÓN	13
3.4. MÉTODOS Y TÉCNICAS	13
3.5. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO	14
3.6. MANEJO DE LA INVESTIGACIÓN	15
FASE 1: DESCRIPCIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICA Y QUÍMICA DEL SUELO	15
DISEÑO EXPERIMENTAL	16
MUESTRAS	16
FASE 2. LABORATORIO	17
PROCEDIMIENTO DE LABORATORIO	18
ANÁLISIS ESTADÍSTICO	19
CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	20
4.1. DESCRIPCIÓN FÍSICA Y QUÍMICA DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL SUELO EN ESTUDIO	20
HUMEDAD DEL SUELO	25
4.2. ACUMULACIÓN DE CARBONO DE ACUERDO AL MANEJO EN CADA LOCALIDAD	28
4.3. ACUMULACIÓN DE CARBONO EN LAS PROFUNDIDADES EN CADA LOCALIDAD EN (t ha ⁻¹)	30
4.4. CONCENTRACIÓN DE CARBONO EN LAS DIFERENTES PROFUNDIDADES Y COBERTURAS	31
CONCLUSIONES	33

RECOMENDACIONES	33
BIBLIOGRAFÍA	34

CONTENIDO DE TABLAS

Tabla 3.1 Datos climáticos Características climáticas de Calceta Manabí del año 2022.....	13
Tabla 3.2. Esquema ANOVA	16
Tabla 3.3. Distribución de las muestras de suelo.....	17
Tabla 4.1. Descripción físicas y químicas del suelo de las calicatas generales sin cobertura y con cobertura	24
Tabla 4.2. Tabla de Porcentaje de humedad en cada lote	25
Tabla 4.3. Acumulación de carbono en ($t\ ha^{-1}$) en cada localidad según el manejo.....	27
Tabla 4.4. Tabla de concentración de carbono orgánico en cuatro profundidades (1) 0-5, (2) 5-10, (3) 10-20, (4) 20-30 cm en base al manejo con cobertura y sin cobertura y la localidad en la calle y la planta.....	30

CONTENIDO DE FIGURAS

Figura 3.1. Mapa de ubicación.....	12
Figura 4.1. Perfil de suelo sin cobertura Horizonte A.....	20
Figura 4.2. Perfil del suelo sin cobertura horizonte AB.....	20
Figura 4.3. Perfil del suelo sin cobertura horizonte B.....	21
Figura 4.5. Perfil de suelo con cobertura A.....	22
Figura 4.6. Perfil del suelo con cobertura horizonte AB.....	23
Figura 4.7. Perfil del suelo con cobertura horizonte Bc.....	23
Figura 4.8. Acumulación de carbono en ($t\ ha^{-1}$) en cada localidad según el manejo.....	27
Figura 4.9. Acumulación de carbono orgánico en ($t\ ha^{-1}$) en las diferentes profundidades en cada localidad.....	28

Figura 4.10. Concentraciones de carbono orgánico en cuatro profundidades (1) 0-5, (2) 5-10, (3) 10-20, (4) 20-30 cm en base a las localidades Calle y Planta y los manejos Con Cobertura y Sin Cobertura.....31

CONTENIDO DE FÓRMULAS

Fórmula 1. Densidad.....	17
Fórmula 2. Concentración de Carbono.....	18
Fórmula 3. Acumulación de carbono.....	19

RESUMEN

El calentamiento global es un fenómeno preocupante y se desencadena por gases como el dióxido de carbono que se acumula en la atmósfera, la agricultura es uno de los principales contribuyentes de este fenómeno por lo que es importante conocer como el manejo que se le da al suelo influye en la capacidad que este tiene para capturar carbono orgánico, este estudio se realizó en la finca San José ubicada en el sitio Caña de la parroquia Quiroga perteneciente al cantón Bolívar Provincia de Manabí Ecuador. El objetivo fue conocer el efecto de la cobertura vegetal en el suelo, sobre el secuestro de carbono orgánico a diferentes profundidades en el cultivo de pitahaya utilizando un diseño factorial en arreglos de bloques al azar (AXBXC) con tres factores de estudio, factor A, corresponde a cobertura (con cobertura, sin cobertura) y el factor B corresponde a la profundidad, con cuatro niveles que van de (0-5, 5-10, 10-20, 20-30 centímetros) y factor C que corresponde a la ubicación, con dos ubicaciones (debajo de la planta y entre calles). El análisis estadístico presentó diferencias significativas en la concentraciones y acumulación de carbono que se realizaron en el manejo con cobertura en comparación al manejo sin cobertura específicamente en la ubicación planta. Estos resultados mostraron que el manejo con cobertura presenta un gran potencial en la captura de carbono orgánico en el suelo y en mantener las características físicas y químicas.

PALABRAS CLAVES: Acumulación de carbono en el suelo, Gases de efecto invernadero, Calentamiento global.

ABSTRACT

Global warming is a worrying phenomenon and is triggered by gases such as carbon dioxide that accumulate in the atmosphere. Agriculture is one of the main contributors to this phenomenon, so it is important to know how the soil is managed. Influences its ability to capture organic carbon, this study was carried out on the San José farm located in the Caña site of the Quiroga parish belonging to the Bolívar canton, Manabí Province, Ecuador. The objective was to know the effect of plant cover in the soil on the sequestration of organic carbon at different depths in pitahaya cultivation using a factorial design in random block arrangements (AXBXC) with three study factors, factor A, corresponds to coverage (with coverage, without coverage) and factor B corresponds to depth, with four levels ranging from (0-5, 5-10, 10-20, 20-30 centimeters) and factor C that corresponds to the location, with two locations (under the plant and between streets). The statistical analysis presented significant differences in the concentrations and accumulation of carbon that were carried out in the management with coverage compared to the management without coverage specifically in the plant location. These results showed that management with cover has great potential in capturing organic carbon in the soil and maintaining physical and chemical characteristics.

KEYWORDS: Carbon accumulation in the soil, Greenhouse gases, Global warming.

CAPÍTULO I. ANTECEDENTES

1.1. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.

El cambio climático global es una problemática que enfrenta la sociedad actual, trayendo consigo alteraciones en las condiciones climáticas del planeta (Bastidas y Hernández, 2019). La evidencia científica demuestra que las zonas más afectadas se encuentran en regiones tropicales y subtropicales, aquí se ubican los países en vía de desarrollo cuyas economías dependen mucho de la agricultura y de otras actividades primarias, por este motivo el cambio climático trae consigo grandes afectaciones al sector agrícola por estar ligado con los recursos agua y suelo (Comisión Económica para América Latina y el Caribe [CEPAL], 2011). Se conoce que entre la atmósfera y el suelo secuestran carbono orgánico. Sin embargo, el suelo tiene mayor potencialidad para retener o almacenar carbono orgánico (Pérez et al.,2021).

Una de las principales fuentes de almacenamiento de carbono es el suelo, el contenido que posee puede aumentar o disminuir en relación a las actividades que en él se realicen (Sela, 2023). Las alternativas agrícolas para reducir emisiones de carbono del suelo y mejorar el secuestro incluyen: la aplicación de enmiendas orgánicas, la optimización de fertilizantes, siembras con cobertura, manejo de pastoreo y rotación de cultivos (Burbano,2018).

Los cultivos tradicionales cultivados para la obtención de alimentos, fibras o cualquier otro tipo de materia prima para uso humano o animal: Como lo son la Caña de Azúcar, banano, arroz, el maíz son los productos transitorios más cultivados de este se pueden categorizar como agricultura convencional (Guerrero, 2021). Estos cultivos tradicionales pueden ser cambiados con nuevos cultivos debido a las demandas de los mercados es así que la pitahaya se convierte en un nuevo cultivo en la región.

El cultivo de pitahaya, ha causado un cambio en el uso del suelo en la provincia de

Manabí (MAGAP,2018). Los productores buscan que el suelo se encuentre libre de malezas, dejando la capa superficial totalmente expuesta logrando que el suelo pierda su capacidad para capturar carbono orgánico teniendo en cuenta la cobertura (Mora, 2011).

La cobertura vegetal es de suma importancia porque protege al suelo de su degradación, mejora su estabilidad logrando conservar las propiedades del suelo, así como la biodiversidad del ecosistema, el uso de la misma juega un papel importante porque incide en la cantidad y estabilidad de los agregados del suelo generando una reducción de pérdida por lavado y el riesgo de erosión (Muñoz et al., 2009).

La alternativa de cobertura vegetal protege el suelo cuando este no se encuentra cultivado o con cultivos que lo buscan exponer al suelo, suministra materia orgánica a la estructura del suelo recicla nutriente y los moviliza en el perfil del suelo para facilitar su disponibilidad para los siguientes cultivos y mejorando su estructura física y química (Sozzi et al.,2006). Es a partir de ello que surge la pregunta de investigación: ¿De qué manera influye la cobertura vegetal en el secuestro de carbono orgánico a distintas profundidades en el cultivo de pitahaya?

1.2. JUSTIFICACIÓN

El cultivo de pitahaya se desarrolla de manera convencional y en consecuencia causa la exposición del suelo de tal manera que provoca la degradación del mismo, es por esto que se quiere conocer como la alternativa del uso de cobertura vegetal influye en la conservación del suelo mejorando retención de humedad, reducción de temperatura además ayudando a mitigar los cambios irreversibles provocados por la erosión y compactación y además mejorando la capacidad del suelo para capturar Carbono Orgánico del Suelo (COS) ya que este es un importante indicador de la calidad del suelo (Ruíz et al 2013).

La necesidad de conocer como la cobertura influye a la conservación del suelo, es de gran ayuda para ser implementada en los sistemas de producción agrícolas ya que de esta forma se influye en el cambio de la agricultura tradicional, ayudando a mejorar la estructura del suelo y procurar que tantos los cultivos tradicionales como los emergentes tengan sistemas o alternativas que contribuyan, en la captura de carbono orgánico (Quispe et al.,2021).

La presente investigación es de gran importancia en la agricultura de Manabí, ya que en la última década el cultivo de pitahaya ha pasado a ser de gran importancia económica en esta provincia para los pequeños y medianos agricultores que han optado por su siembra, logrando tener una amplia cobertura de superficie y con ella la forma de prepararla (Suarez et al.,2021).Esta investigación se vincula con el objetivo de desarrollo sostenible 13, "Acción por el clima", de la agenda 2030, el cual busca adoptar medidas urgentes para combatir el cambio climático en las políticas y estrategias nacionales (CEPAL, 2018).

1.3. OBJETIVOS

1.3.1 OBJETIVO GENERAL

Analizar el efecto de la cobertura vegetal sobre el secuestro de carbono orgánico a diferentes profundidades en el cultivo de pitahaya

1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Describir física y químicamente las características del suelo en estudio.
- Comparar la acumulación y concentración de carbono en las diferentes profundidades y coberturas.

1.4 HIPÓTESIS

La cobertura vegetal del suelo en el cultivo de pitahaya puede influir en la captura de carbono dependiendo de las profundidades del suelo.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1. EL PAPEL DE LA AGRICULTURA EN EL CAMBIO CLIMÁTICO

La gran controversia que se a generando en cómo la agricultura está influyendo en el cambio climático, ya que las actividades que el hombre realiza están provocando un gran daño al ambiente, de manera directa o indirecta, en los gases que se encuentran en la atmósfera. Esto tiene una gran consecuencia para el clima y la biodiversidad durante la historia, las grandes concentraciones de gases de efecto invernadero que se han ido almacenando en la atmósfera se han desarrollado más por las actividades que el hombre desempeña en la tierra. Las emisiones de dióxido de carbono representan aproximadamente las tres primeras cuartas partes de las emisiones globales, estando estas ligadas estrechamente con el calentamiento global (Nelson et al., 2009).

2.2. LA AGRICULTURA Y LA CAPTURA DE CARBONO

Los sistemas agrícolas tienen la capacidad de secuestrar CO₂ proveniente de la atmósfera, y las plantas son las principales protagonistas en esta tarea, ya que cuando realizan la fotosíntesis, fijan el carbono (Manchabajoy, Andrade y Catillo, 2022). De acuerdo con la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza, los suelos tienen la capacidad de almacenar más carbono que la biomasa y la atmósfera del planeta. Esto se logra implementando la materia orgánica del suelo, que es lo que se logra con una agricultura de conservación junto con otras técnicas, pueden lograr que los sistemas de producción agrícola cumplan un papel fundamental en la captura de carbono (Chacho, 2019).

La gran pérdida de materia orgánica en el suelo está ligada al intenso desarrollo de la agricultura convencional, lo que lleva a buscar otras alternativas de conservación, como la agricultura de conservación aquí se realizan varias prácticas de manejo de suelos. De acuerdo con el Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (Instituto Interamericano de Cooperación Agrícola [IICA], 2016). La agricultura familiar o de conservación, además de generar alimentos, juega un papel importante en la gestión del ambiente, ya que impulsa la gestión adecuada

de los recursos naturales, preservando la agrobiodiversidad y ofreciendo servicios ambientales. La función principal de la agricultura es la protección física del suelo y la disminución de la erosión con el aumento de la materia orgánica y el carbono almacenado en el suelo.

2.3. EL CARBONO ORGÁNICO EN EL SUELO

El carbono orgánico del suelo se deriva principalmente de la descomposición de los residuos orgánicos que se encuentran en la superficie del suelo, como restos de cultivos, estiércol de animal, entre otros compuestos orgánicos. Estas materias orgánicas son descompuestas por microorganismos del suelo en un proceso de descomposición que libera dióxido de carbono (CO₂) al ambiente y deja carbono orgánico en forma residual la cantidad de (COS) en el suelo varía según diferentes factores, como el tipo de suelo, el clima y el manejo agrícola (Paz et al., 2020).

El (COS) es uno de los factores importantes para diagnosticar la calidad del suelo, ya que el suelo puede actuar como reservorios de carbono dependiendo de su uso y manejo. Se estima que, desde que se incorporaron las técnicas de agricultura intensiva, se producen pérdidas de un 30% a un 50% (COS). El suelo es un importante factor en la captura de carbono, ya que actúa como reservorio de carbono hacia la atmósfera dependiendo del uso que se le aplique. El manejo agrícola convencional de suelo, con un uso intensivo del arado, estimula la liberación de carbono hacia la atmósfera, mientras que el uso conservacionista favorece la acumulación de carbono en forma orgánica dentro del suelo (Muñoz, Delgado y Borjan.2021).

El aumento del contenido de carbono orgánico en el suelo es un objetivo importante en la agricultura sostenible y la gestión del suelo, ya que tiene varios beneficios. Por ejemplo, el carbono orgánico mejora la capacidad del suelo para retener nutrientes, reduce la erosión, aumenta la capacidad de retención de agua y ayuda a mitigar el cambio climático al actuar como un sumidero de carbono, es decir, al almacenar carbono atmosférico en el suelo y reducir la concentración de CO₂ en la atmósfera (Martínez, Fuentes y Acevedo, 2018).

2.4 LA LABRANZA

La labranza es la técnica más utilizada para la preparación del terreno por medio de implementos, para lograr la descompactación del suelo y poder ser cultivado existen diferentes métodos de labranza, los cuales se han ido desarrollando gracias a los avances tecnológicos. Se introdujo en América el laboreo del suelo con el arado de palo, con el cual se comenzó a aprovechar la capacidad de tiro de los bueyes para obtener una mayor fuerza y, así mismo, mejor tracción con el suelo.

En los siguientes siglos, la economía mundial giró en torno al desarrollo de diferentes variedades de maquinarias y herramientas agrícolas, que facilitaron el laboreo del suelo. Actualmente se han desarrollado diferentes procedimientos con respecto a la labranza, tales como la convencional, mínima y labranza cero (Mendoza, 2021).

La labranza es una de las prácticas culturales más importantes al momento de preparar el suelo antes de la siembra. El laboreo de los suelos tiene muchas ventajas, una de ellas es remover el suelo y así lograr darle una estructura más óptima al momento de la siembra, y así lograr que las raíces de las plántulas puedan explorar con mayor facilidad el suelo y a su vez tiende a causar un gran impacto en el control de plagas y malezas. De forma general, la labranza se hace para corregir cualquier factor fisicoquímico que procesa el suelo y controlar los procesos degradativos, de manera que la planta pueda expresar todo su potencial genético (Báez y Aguirre, 2011).

2.5. LA COBERTURA

Los cultivos de cobertura constituyen una alternativa para la conservación de los suelos, mantienen su fertilidad y mejoran sus propiedades físicas, químicas y biológicas frente a los cultivos comerciales. El 68,1% del país cuenta con tierras con bajo contenido de materia orgánica. Algo preocupante, ya que es la encargada de retener agua y nutrientes, de mejorar la estructura y productividad del suelo, y es la que más interviene en el aumento de la calidad de este recurso natural. Aumentar la producción de material vegetal implementando cultivos de cobertura,

sistemas agrosilvopastoriles, reforestación, recuperación de pastizales degradados y no reemplazando la vegetación perenne por estacional (Mamani, Saavedra, y Botello, 2015).

- **TIPOS DE COBERTURA COMO ALTERNATIVAS DE CONSERVACIÓN**

Dependiendo de las opciones de uso y las características de cultivos de cobertura, más efectivos para la conservación del suelo son aquellos que tienen un sistema radicular profundo y denso, como la hierba, las leguminosas y los arbustos, gramíneas, leguminosas y no leguminosas de hoja ancha. En la mayoría de los casos, los cultivos de cobertura cumplen con varias funciones a la vez, como la prevención de la erosión, la mejora de la calidad del suelo o el pastoreo, entre otras (Escalona et al.,2021).

2.6. LA COBERTURA Y SU RELACIÓN CON LA CAPTURA DE CARBONO ORGÁNICO

La calidad de la cobertura del suelo puede tener un impacto significativo en la captura de carbono orgánico. La cobertura del suelo puede incluir plantas, residuos vegetales y otros materiales orgánicos que se descomponen y se convierten en materia orgánica del suelo. Cuando la calidad de la cobertura del suelo es alta, hay una mayor cantidad de materia orgánica disponible para la captura de carbono.

Además, una buena cobertura del suelo puede mejorar la estructura del suelo, lo que permite una mayor retención de agua y nutrientes, lo que a su vez promueve el crecimiento de plantas saludables que contribuyen a la captura de carbono. Por otro lado, una mala calidad de la cobertura del suelo puede limitar la cantidad de materia orgánica disponible para la captura de carbono y reducir la capacidad del suelo para retener agua y nutrientes, lo que puede disminuir el crecimiento de plantas saludables y, así reducir la captura de carbono orgánico.

Los cambios de cobertura vegetal y el uso del suelo son analizados como parte de los estudios relacionados con la deforestación, para pronosticar la erosión del suelo estimar reservas de recursos hidrológicos, forestales, pérdida de hábitat y hasta

cambio climático. La relación de la cobertura vegetal y del carbono orgánico son muy importantes ya que las principales amenazas a nivel mundial, son las pérdidas por conversión de la vegetación natural a sistemas agrícolas intensivos, el cambio del uso del suelo y la necesidad de mejorar la sostenibilidad de las prácticas agropecuarias ha llevado a buscar alternativas de impacto mínimo como la implementación de cobertura vegetal. Así lograr mejoran la porosidad, promoviendo así la actividad microbiana y la formación de humus, que es una forma estable de carbono orgánico (Pece, 2019).

La cobertura ayuda a almacena más carbono en el suelo a pegar las partículas del suelo, reduciendo hasta siete veces la vulnerabilidad superior del suelo a la fuerza destructora de las gotas de lluvia (Zamora et al., 2018). La estructura de la capa superficial del suelo es la primera línea de defensa contra la erosión del suelo por agua o por el viento. Entender la resistencia a las fuerzas erosivas de la lluvia y del viento es imprescindible en evaluar la vulnerabilidad del suelo a la erosión. La cobertura disminuye la resistencia del suelo al rompimiento por las gotas de lluvia.

2.7. RELACIÓN CARBONO MATERIA ORGÁNICA

La materia orgánica es uno de los parámetros más importantes que se utilizan como indicador de la calidad del suelo, y se relaciona con las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo, formando agregados que interactúan con los minerales de arcilla, mejorando la estructura y liberando nutrientes para las plantas. Por lo tanto, la materia orgánica del suelo (MSO) son los residuos de materia vegetal o animal que están en diferentes etapas de descomposición y se acumulan en el perfil del suelo (Izquierdo y Arévalo, 2021).

El coeficiente de ocupación del suelo (COS) es uno de los indicadores claves de la calidad del suelo en sus funciones agrícolas, ambientales e influye en la captura de C y calidad del aire. El COS es un componente clave en cualquier ecosistema terrestre, y esta determinación es importante para caracterizar la relación que tiene con la cantidad de nitrógeno orgánico, la densidad y estabilidad de agregados del suelo con alto contenido de materia orgánica.

2.8. MÉTODOS DE MEDICIÓN DE LA CAPTURA DE CARBONO

La medición de las reservas de carbono puede ser monitoreada utilizando diversos métodos, que se logran aplicando un conjunto de datos y cálculos secundarios de IPCC, "Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático". Además, los países deben realizar inventarios forestales y muestreo utilizando parcelas de permanencia con los diferentes usos que se le da al suelo, para poder medir los cambios en las reservas de carbono orgánico en el suelo que se pierden por la degradación.

Los métodos de medición se dividen en dos categorías principales: métodos directos e indirectos. Los métodos directos implican la medición directa del carbono almacenado en el suelo, mientras que los métodos indirectos estiman la captura de carbono a través de mediciones de otros parámetros relacionados. Entre los métodos directos más utilizados se encuentran la excavación de perfiles de suelo y el muestreo de suelo a diferentes profundidades para determinar la cantidad de carbono orgánico presente (Russo, 2009).

El método de oxidación con peróxido de hidrógeno se recomienda para eliminar materia orgánica de muestras de suelos sometidos a los análisis de textura y que presentan dificultades para dispersar debido a que tienen alto contenido de ella, también se quiere cuantificar el contenido de materia orgánica en un suelo en que el contenido de ella sea bajo. En éste análisis se debe tener mucha precaución al adicionar el peróxido de hidrógeno dado que la reacción puede ser violenta y causar quemaduras al operario, de igual forma puede ocasionar pérdida de material de la muestra, invalidando la determinación.

La determinación de la materia orgánica por vía húmeda es una aproximación, ya que se determina el contenido total de materia orgánica de manera muy aproximada a partir del contenido en carbono orgánico por un factor de conversión. Este tipo de método consiste en un óxido-reducción de la materia orgánica. El método más empleado es con un exceso de solución de dicromato de potasio en medio de ácido sulfúrico concentrado según el método de Walkley-Black. La oxidación del carbono

es activada por el desprendimiento del calor que se produce al añadir el ácido sulfúrico que se concentra sobre la solución de dicromato de potasio. El exceso de oxidante se determina titulando (Guamán, 2018).

2.9. IMPORTANCIA DEL CULTIVO DE PITAHAYA

La pitahaya es uno de los frutos mesoamericanos con mayor potencial económico, por lo que se considera un recurso alimentario y económico muy valioso. Las dos especies de frutos comestibles de *Hylocereus* (*H. undatus* y *H. polyrhizus*) están consideradas por la FAO como desaprovechadas, con valor nutritivo e indicadores de biodiversidad (Instituto de Ecología, A.C [INECOL], 2021).

En los últimos años, la demanda de pitahaya ha aumentado significativamente debido a su sabor exótico, su atractivo visual y sus propiedades saludables. Esto ha llevado a un crecimiento en el mercado global de la pitahaya, lo que brinda oportunidades económicas para los agricultores, por ser una excelente opción para diversificar los cultivos en una finca o una región agrícola. Esto ayuda a reducir la dependencia de un solo cultivo y los riesgos asociados, además de aprovechar las ventajas económicas y ambientales de la diversificación (Suárez et al 2021).

En Ecuador este llega a representar un 4,8 % del Producto Interno Bruto, La Pitahaya es la principal fruta exótica de exportación del Ecuador y en 2017 tuvo un crecimiento del 71,3%. En Manabí, de acuerdo con cifras de la Agencia de Regulación y Control Fito y Zoosanitario existen 59 sitios de producción de fruta fresca de pitahaya A nivel mundial los proveedores de Pitahaya a mercados internacionales son: Israel, Nicaragua, Colombia, Tailandia, Vietnam, Asia y Ecuador y unos de sus principales importadores son Estados Unidos y Europa (Suárez et al 2021).

Ecuador dispone aproximadamente de 1 528 hectáreas de pitahaya de las cuales 225 hectáreas se encuentran en Manabí, distribuidas en 15 cantones que poseen sembríos de pitahaya. Existen 38 sitios de producción, certificados para la exportación directa de esta fruta a los mercados internacionales (Vargas et al.,2020)

CAPÍTULO III. DESARROLLO METODOLÓGICO

3.1 UBICACIÓN

La investigación se realizó en la finca San José ubicada en el sitio Caña de la parroquia Quiroga perteneciente al cantón Bolívar Provincia de Manabí Ecuador en las coordenadas $0^{\circ}54.5440'S$ latitud Sur y $80^{\circ}3.4270''$ O longitud Oeste (**Figura 3.1**).

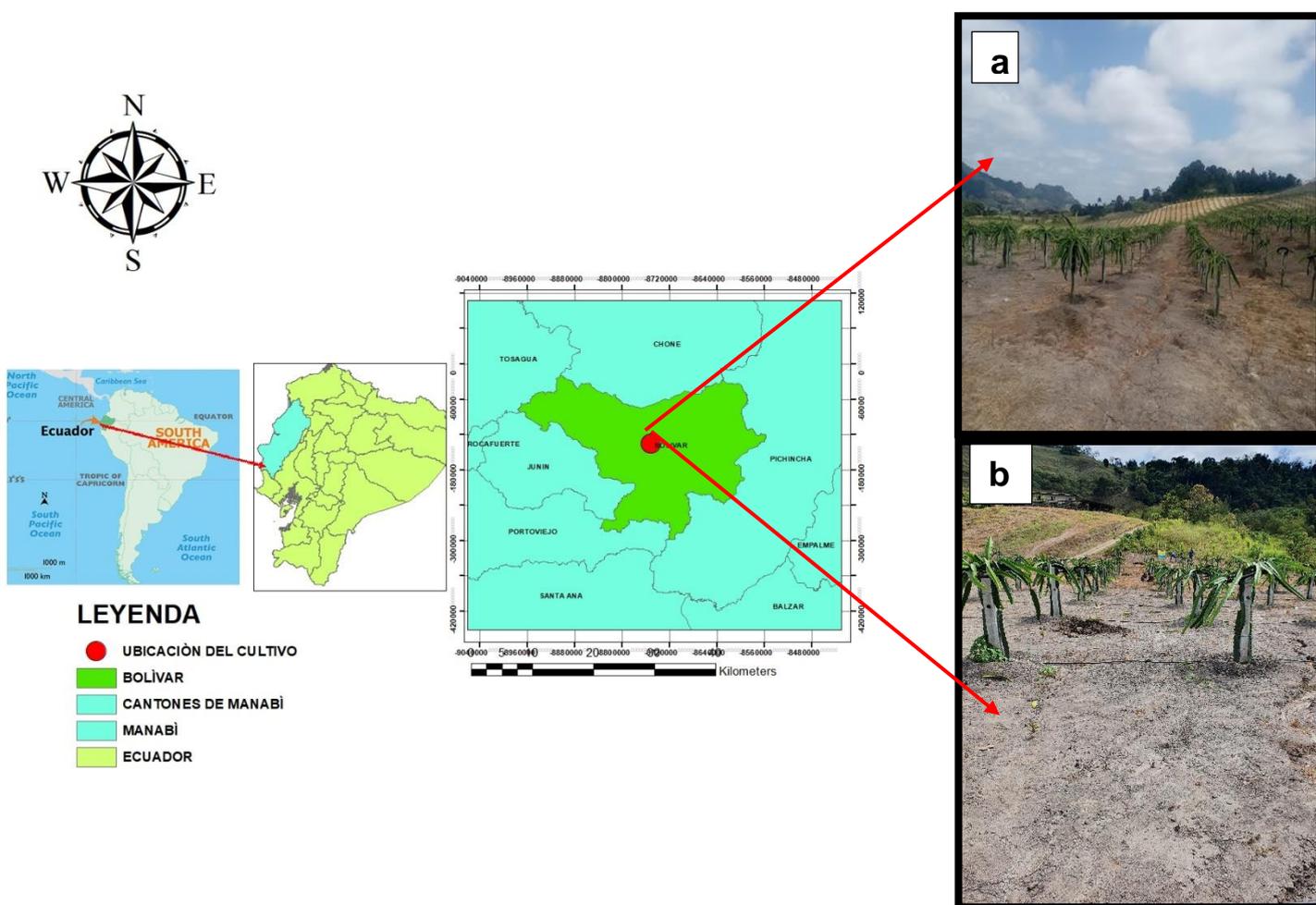


Figura 3.1. Ubicación de la finca San José. a: lote con cobertura; b: lote sin cobertura.

3.2. CARACTERÍSTICAS CLIMATOLÓGICAS

Las condiciones climáticas presentadas son las medias del año 2022 constan en la Tabla 3.1.

Tabla.3.1 Datos climáticos

CARÁCTERÍSTICAS CLIMATOLÓGICAS	CALCETA
Precipitación anual	960 mm
Temperatura Máxima	32°C
Temperatura mínima	23°C
Humedad relativa	83 %
Heliófila	1008.8 h/sol/año

Fuente. weatherspark.com. (2022)

3.3. DURACIÓN

La investigación tuvo una duración de 7 meses comprendidos entre el mes de agosto del 2023 hasta febrero del 2024.

3.4. MÉTODOS Y TÉCNICAS

La investigación se desarrolló en dos fases:

- La primera fase no experimental, en la que se describieron las características físicas y químicas del suelo en estudio.
- La segunda fase experimental, la cual se denomina “fase de laboratorio”. En ella se obtuvieron los datos y la comparación de las muestras de suelo.

3.5. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

La investigación se realizó en una plantación de pitahaya de un año de edad, sembrada a una distancia de cuatro metros entre hileras y tres metros entre plantas. Las plantas tienen un tutor de hormigón armado de dos metros, el cual está enterrado 0.70 metros y tiene una altura de 1.30 metros. En cada poste se ubican dos plantas. En la plantación se diferencian dos lotes con manejos diferentes; un lote a) Con Cobertura y un lote b) Sin cobertura (Figura 3.1.) con una extensión de 10.1 hectáreas.

En el lote a, con cobertura, se preparó el suelo sin utilizar maquinaria, con lo cual se mantuvo la cobertura previa a la siembra de las plantas de pitahaya, razón por la que existen vestigios de pasto (cultivo anterior) y se encuentran cubriendo parte de las calles de la parcela. Los controles de malezas en esta área se realizan de la siguiente manera: una fumigación con herbicida de contacto una vez al año y controles manuales cada 4 o 5 meses. El lote b, sin cobertura, fue preparado con maquinaria, se le realizó un arado y eliminó toda la cobertura vegetal. El control de malezas se hace con la eliminación del 100% de la vegetación y no quedan rastros sobre el área en estudio, en la época seca se realiza entre 30 a 45 días un control manual y en la época lluviosa entre 15 a 21 días.

Las prácticas culturales efectuadas en ambos lotes comprenden podas manuales, cuyos desechos se los ubica en una fosa y se los cubre con cal. Los controles fitosanitarios se realizan de manera preventivas y localizada dependiendo del estado sanitario de las plantas. Las fertilizaciones se aplican de manera manual, edáficas y drenchados. Las fertilizaciones foliares, edáficas y drenchados con intervalos de 30 días usando productos químicos y orgánicos para ambos manejos. El riego es localizado con emisores o goteros de 8 l/s, ubicando dos goteros por planta.

3.6. MANEJO DE LA INVESTIGACIÓN

FASE 1: DESCRIPCIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICA Y QUÍMICA DEL SUELO.

Se realizaron dos calicatas de 1.50 m de profundidad, 1 metro de ancho y dos metros de largo en cada tipo de cobertura para obtener la siguiente información:

Horizontes: Los cuales se determinaron por el método de clasificación, de la tabla de Munsell que es una forma precisa de precisar y mostrar las relaciones entre los colores del suelo (Munsell,2009).

Textura: Se obtuvo por el método del tacto por medio del manual de la ESPAM MFL (Vera et al.,2017).

Estructura: Se determinó mediante el tacto al observar la estructura del suelo en la ejecución de la calicata permitiendo verificar la forma en la que se agrupan las partículas individuales de arena, limo y arcilla.

Compactación: Se observó la compactación en la ejecución de la calicata donde se identificó y evaluó la naturaleza de sus componentes.

Actividad biológica: Se determinó mediante la observación donde se observó la presencia o no de actividad biológica.

Humedad: Se determinó con la balanza de Infrarrojos.

pH y Conductividad: Se determinó con el Conductímetro.

Densidad aparente y real: La densidad del suelo, se lo realizó por el método de cilindros en el campo.

DISEÑO EXPERIMENTAL

Se utilizó un diseño factorial en arreglos de bloques al azar (AXBXC) con tres factores de estudio, factor A, corresponde a cobertura con cobertura, sin cobertura y el factor B corresponde a la profundidad, con cuatro niveles que van de 0-5, 5-10, 10-20, 20-30 centímetros y factor C que corresponde a la localidad, con dos ubicaciones debajo de la planta y entre calles.

Tabla 3.2. Esquema ANOVA

Fuente de variación		Grados
Repeticiones		3
Tratamientos		
T1	1	
T2	3	
T3	1	
AXBXC	3	15
AXB	3	
AXC	1	
BXC	3	
Total	15	
Error		45
Total		63

Fuente. Elaboración propia.

MUESTRAS

Para determinar la concentración de carbono almacenado con base a las coberturas del suelo en el cultivo de pitahaya se procedió a realizar 20 mini calicatas de 0.50 cm x 0.50 cm x 0.40 cm, donde se tomaron las muestras intercaladas del suelo de 500 g a cuatro profundidades (0-5, 5-10, 10-20, 20-30 cm.)

En esta fase se obtuvieron las muestras del suelo en cada uno de los lotes de pitahaya (Con cobertura y Sin cobertura), en dos localidades diferentes en la calle y bajo la planta. Se realizaron 20 mini calicatas de las que se obtuvieron 80 muestras de suelo las cuales fueron extraídas de la siguiente manera: Pitahaya con Cobertura 10 muestras (debajo de la planta 5 mini calicatas y en la calle 5 mini calicatas); pitahaya sin cobertura 10 muestras (debajo de la planta 5 mini calicatas

y en la calle 5 mini calicatas) estas muestras fueron tomadas de 0-5,5-10-10-20-20-30 de cada profundidad se tomó 1 kg de suelo.

Tabla 3.3. Distribución de las muestras de suelo

Tipo de parcela	Mini calicatas ubicación		Profundidad	Total
	Bajo la planta	Entre calles		
Parcela con cobertura	5	5	0-5	40
			5-10	
			10-20	
			20-30	
Parcela sin cobertura	5	5	0-5	40
			5-10	
			10-20	
			20-30	
Total	10	10		80

Fuente. Elaboración Propia

FASE 2. LABORATORIO

Las muestras tomadas fueron llevadas al laboratorio y se colocaron en el cilindro sobre un vidrio de reloj tarado sin desperdiciar la muestra de suelo para luego ser colocado en la estufa por 24 horas, posteriormente se retiraron y se colocaron en el desecador para enfriar durante una hora para obtener el peso eliminado del peso del cilindro y se aplica la siguiente formula (1).

$$Da = \frac{\text{peso de la muestra}}{\text{volumen del cilindro}} \left(\frac{g}{cm^3} \right) \quad [1]$$

Luego se obtuvo la humedad del suelo con la ayuda de la balanza de infrarrojos.

PROCEDIMIENTO DE LABORATORIO

Las muestras fueron preparadas en el laboratorio en donde se pesaron, secaron, tamizaron y etiquetadas y luego fueron procesadas. Para la determinación del carbono orgánico del suelo se utilizó el método de Walkley y Black (FAO, 2019), que consistió en:

- Pesar 1.0 g de suelo seco al aire, en un Erlenmeyer de 500 ml.
- Se 10 ml de dicromato de potasio 0.167 M y mover el Erlenmeyer suavemente para dispersar el suelo en la solución.
- Luego con cuidado, se adiciono rápidamente 20 ml de ácido sulfúrico concentrado, direccionando hacia la solución.
- Inmediatamente mover el Erlenmeyer suavemente hasta mezclar el suelo y los reactivos, luego hacerlo más enérgicamente durante 1 min.
- Para minimizar la pérdida de calor, colocar el Erlenmeyer sobre una lámina aislante durante 30 minutos en una campana de extracción.
- Se adicionaron 200 ml de agua destilada en el Erlenmeyer.
- Se adicionaron cuatro gotas de indicador Ofenantrolina
- Titulamos con sulfato de hierro 0.5 M hasta cambio de color de verde a rojo marrón.

Una vez que se obtuvo el valor de materia orgánica se procedió a utilizar la fórmula (2) propuesta por la Red Mundial de laboratorio de suelo para determinar la concentración de carbono orgánico en suelo (FAO, 2019).

$$C_{orgánico}, \% = \frac{(V_{blanco} - V_{muestra}) \times M_{Fe^{2+}} \times 0.003 \times 100 \times f \cdot mcf}{w} \quad [2]$$

Donde:

Vblanco: Volumen de titulante utilizado en el blanco, ml

Vmuestra: Volumen de titulante utilizado en la muestra, ml

MFe²⁺: Concentración de solución estandarizada de FeSO₄, molaridad

0,003: Carbono oxidado

f: Factor de corrección, 1,3

mcf: Factor de corrección por la humedad

W: Peso de suelo, g

El stock de COS es el carbono orgánico total del suelo en una capa determinada (t/ha). Para la determinación de la acumulación del carbono orgánico se aplicó la fórmula (Reyna y Vera, 2019).

[3]

$$SOC_{stocki} = 10000 SOC_i \times BDi \times d \times (1 - \delta)$$

Donde:

SOC_i: Es la concentración de carbono orgánico (gg⁻¹).

BD_i: Es la densidad aparente (Mg m³).

D: Es el espesor del intervalo de profundidad (m).

δ : Es la fracción (0–1) de grava mayor de 2 mm en el suelo, y n es el número de capas del suelo.

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

El Análisis estadístico se realizó con el software estadístico InfoStat donde se obtuvieron las medidas y pruebas de Tukey esta se usará con el ANOVA.

CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. DESCRIPCIÓN FÍSICA Y QUÍMICA DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL SUELO EN ESTUDIO.

El suelo de la finca San José, en el área sin cobertura presentó tres horizontes: A, AB y B.

El Horizonte A se encontró entre los 0-15 cm presentó un color seco: 10 YR 2/2 café muy oscuro con textura franco arenoso (arcilla: 0.8%; limo: 44%; arena: 55.2%). La estructura es angular con consistencia compacta, presentó actividad biológica notable, existe presencia de raicillas muy finas. La densidad aparente fue de 1.06 gr/cm^3 y la densidad real fue de 2.19 gr/cm^3 . El suelo presentó un pH: 6.11 y una conductividad de 111 μS (Figura 4.1).

Figura 4.1. Perfil de suelo sin cobertura Horizonte A



Fuente: Elaboración propia

El segundo perfil AB se encontró entre los 15-65 cm presento un color seco: 10 YR 5/4 café amarillento, con textura franco arenosa (arcilla: 13.6%; limo: 14.4%; arena: 72%); la estructura es granular con consistencia friable, presentó una actividad biológica notable sin presencia de raicillas. La densidad aparente fue de 1.27 gr/cm^3 y la densidad real fue de 2.11 gr/cm^3 . El suelo tuvo un Ph de 5.89 y una conductividad de 156 μS (Figura 4.2).

Figura 4.2. Perfil del suelo sin cobertura horizonte AB



Fuente: Elaboración propia

El tercer perfil B se encontró entre los 65-150 cm presentó un color seco: 10 YR 6/4 café; con textura franca (arcilla: 15.2%; limo: 34.4%; arena: 50.4%). La estructura es bloque subangular con consistencia friable, no presentó actividad biológica; sin presencia de raicillas. La densidad aparente fue de 1.08 gr/cm³ y la densidad real fue de 2.14 gr/cm³. El suelo presentó un Ph de 6.19 y una conductividad de 109 uS (Figura 4.3).

Figura 4.3. Perfil del suelo sin cobertura horizonte B



Fuente: Elaboración propia

El suelo del área con cobertura presentó tres horizontes los cuales se le denominaron como: A, AB y Bc.

El primer perfil A se encontró entre los 0-40 cm; presentó un color seco: 10 YR 2/2 negro amarillento con textura franco arcilloso (arcilla: 28.8%; limo: 43.2%; arena: 28%). La estructura es granular con consistencia compacta presentó actividad biológica notable, presenta raicillas. La densidad aparente fue de 1.31 gr/cm³ y la densidad real fue de 2.34 gr/cm³. El suelo presentó un Ph de 5.83 y una conductividad de 54 uS (Figura 4.4).

Figura 4.4. Perfil de suelo con cobertura A



Fuente: Elaboración propia

El segundo perfil AB se encontró entre los 40-95 cm presentó un color seco: 10 YR 3/4 Café; con textura franco arenoso (arcilla: 12.8%; limo: 14.4%; arena: 72.8%). La estructura es Subangular con consistencia semicompacto, presenta una actividad biológica poco notable y presenta raicillas. La densidad aparente fue de 1.45 gr/cm³ y la densidad real fue de 2.08 gr/cm³. El suelo presentó un pH: 6.14 y una conductividad: 44 uS (Figura 4.5)

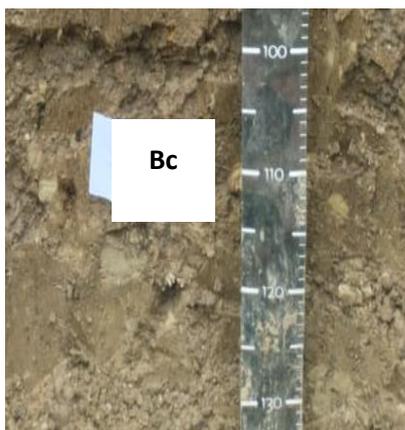
Figura 4.5. Perfil del suelo con cobertura horizonte AB



Fuente: Elaboración propia

El tercer perfil Bc se encontró entre los 95-130 cm presentó un color seco: 10 YR 5/4 café amarillento opaco con textura arcillosa (arcilla: 84.8%; limo: 4 %; arena: 11.2%). La estructura es subangular con consistencia friable, no presenta actividad biológica y presenta raicillas. La densidad aparente fue de 0.96 gr/cm³ y la densidad real fue de 2.21 gr/cm³. El suelo presentó un pH: 6.3 y una conductividad de 37 uS (Figura 4.6).

Figura 4.6. Perfil del suelo con cobertura horizonte Bc



Fuente: Elaboración propia

Tabla 4.1. Descripción físicas y químicas del suelo de las calicatas generales sin cobertura y con cobertura.

Horizonte	Perfil cm	Color	Textura	Estructura	Consistencia	Actividad Biológica	Presencia de Raíces	pH	Conductividad ($\mu\text{s/cm}$)	Densidad aparente gr/cm^3	Densidad real gr/cm^3
Calicata manejo Sin Cobertura											
A	0-15	10 YR 2/2 Café muy oscuro	Franco Arenoso	Bloque Angular	Compacta	Notable	Raicillas muy finas	6.11	111	1.06	2.19
AB	15-65	10 YR 5/4 Café amarillento	Franco Arenoso	Granular	Friable	Notable	Sin presencia	5.89	156	2.11	2.11
B	65-150	10 YR 6/4 Café	Franca	Bloque Subangular	Friable	Sin Presencia	Sin presencia	6.19	109	1.08	2.14
Calicata manejo con Cobertura											
A	0-40	10 YR 2/2 Negro Amarillento	Franco Arcilloso	Granular	Compacta	Notable	Raicillas	5.83	54	1.31	2.34
AB	45-100	10 YR 3/4 Café	Franco Arenoso	Subangular	Semicompato	Notable	Raicillas	6.14	44	1.45	2.08
Bc	100-150	10 YR 5/4 Café Amarillento	Arcilla	Subangular	Friable	Sin Presencia	Raicillas	6.30	37	0.96	2.21

‡=Colores determinados de acuerdo a la tabla de Munsell. **Estructura**= Definido por el manual de la ESPAM. **T**= Consistencia se mide por muestras húmedas. **Morfología de raíces**= Se determina visualmente la presencia de raíz. **ψ**= Presencia de lombrices se determina mediante la observación de los perfiles por sus lombrices. **L** = **Ph** identificado por el conductímetro. **Conductividad ($\mu\text{s/cm}$)** = Se determina mediante muestras cilíndricas. **Densidad aparente (gr/cm^3)** = Densidad del suelo por el método de los cilindros en el campo. **Densidad real (gr/cm^3)** = En el laboratorio por el método de la probeta.

En la finca San José se realizó una calicata general para cada manejo donde se obtuvo la información física y química de los diferentes perfiles encontrados se puede observar que los resultados entre ambos manejos se mantienen similares lo que hace referencia a los resultados obtenidos en un estudio por Vera, et al. (2017). Donde se menciona que los suelos de la zona del valle del río Carrizal Chone se presentan suelos con características de limo y franco limosos demostrando que los suelos de la finca San José tienen las mismas características.

Ortega y Martínez (2022) mencionan que los suelos con un pH más neutro indican una mejor calidad del suelo lo que ayuda a la salud, de los microorganismos que se encargan de la descomposición de la materia vegetal y aumentar la disponibilidad, de nutrientes el pH neutro (entre 6.1 y 7.5) es óptimo para la mayoría de las plantas y microorganismos del suelo, los cuales se encargan de fijar carbono orgánico en el suelo.

Humedad del suelo

La humedad del suelo presentó diferencias significativas en relación al manejo y la localidad. El mayor porcentaje de humedad se obtuvo en el manejo con cobertura debajo de la planta con una media de 8.17 %, mientras que la humedad más baja se presentó en el lote sin cobertura debajo de la planta (Tabla.4.2).

Manejo	Localidad	Medias		
Con Cobertura	Planta	8.17	A	
Con Cobertura	Calle	7.69	A	B
Sin Cobertura	Calle	7.41		B
Sin Cobertura	Planta	3.75		C

Medias con letras diferentes son significativas

Estos resultados indican que los suelos con cobertura mantienen mayor humedad, lo cual es un factor importante en la captura de carbono ya que los suelos húmedos

tienden a tener una mayor capacidad para retener carbono orgánico en suelo (Tomiwa et al., 2020). En otras investigaciones se ha demostrado que el uso de coberturas vegetales puede tener un efecto significativo tal como lo menciona Komlan, Allend y Djaman (2022) en un estudio en donde determinaron que los cultivos de cobertura mejoran la porosidad del suelo, reducen la evaporación directa de la superficie y la pérdidas de sedimentos causadas por escorrentías, mejorando la disponibilidad de nutrientes para las plantas, conservando la humedad en suelo y micro organismos los cuales contribuyen a la captura de carbono Orgánico.

4.2. CONCENTRACIÓN DE CARBONO EN LAS DIFERENTES PROFUNDIDADES Y COBERTURAS.

El manejo del suelo no presenta diferencias significativas entre el manejo con cobertura tanto en la planta como en la calle (Tabla 4.4) y presentaron una media de 4.67 % de concentración de carbono. El manejo sin cobertura en la planta presentó las medias más bajas con un promedio de 2.18%.

Tabla 4.2. Concentración de carbono orgánico en cada profundidad en base a la localidad y manejo

Manejo	Localidad	Profundidad (cm)	Medias %	
Con Cobertura	Planta	20-30	4.84	A
Con Cobertura	Planta	5-10	4.73	A
Con Cobertura	Planta	10-20	4.73	A
Con Cobertura	Planta	0-5	4.66	A
Con Cobertura	Calle	20-30	4.60	A
Con Cobertura	Calle	10-20	4.49	A
Sin Cubertura	Calle	0-5	4.48	A
Sin Cobertura	Calle	5-10	4.46	A
Con Cobertura	Calle	0-5	4.45	A
Con Cobertura	Calle	5-10	4.29	A
Sin Cobertura	Calle	10-20	4.16	A
Sin Cobertura	Calle	20-30	4.09	A
Sin Cobertura	Planta	5-10	2.44	B
Sin Cobertura	Planta	0-5	2.42	B
Sin Cobertura	Planta	10-20	2.06	B
Sin Cobertura	Planta	20-30	1.78	B

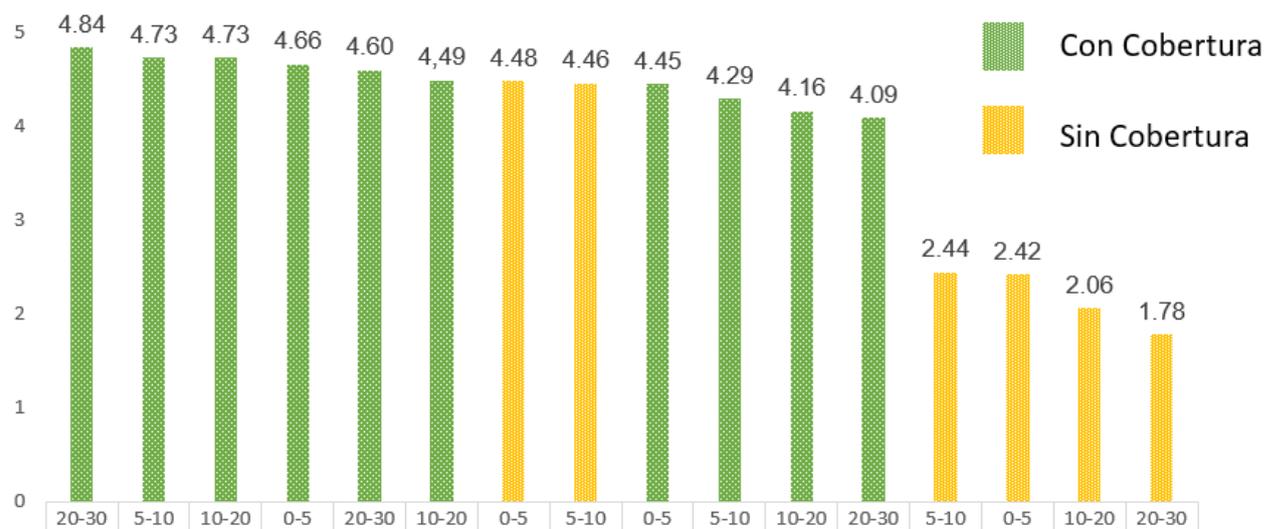
Medias con una letra común no son significativamente diferentes (> 0,05)

Se observa que el manejo con cobertura vegetal aumenta las concentraciones de carbono en la planta y calle por lo que la presencia de desechos de las malezas aumenta la concentración de carbono orgánico en comparación al manejo sin cobertura debido a que las plantas presentes en la cobertura son pasto y aportan materia orgánica. Según Bajorquez et al., (2015) menciona que las coberturas estables generan más ganancias en la concentración de carbono ya que un estudio realizado por ellos muestra que el uso de pasto como cultivo de cobertura registro una mayor cantidad de carbono orgánico.

Las concentraciones en el manejo sin cobertura fueron menores, pero se encontró que las mayores concentraciones para este manejo se encuentran en la profundidad de 0-10 cm sin embargo en los tres primeros perfiles no hay diferencias significativas porque son mayores a 2% y la menor concentración es de 1.78% y se encuentra en la profundidad de 20-30 cm. Según Huerta et al., (2018) mencionan que la falta de cobertura vegetal en las raíces genera un gran impacto en la concentración de carbono ya que al estar expuesto las raíces de los cultivos estas son más cortas y delgadas impidiendo un desarrollo idóneo y en consecuencia afecta la capacidad que tienen para absorber nutrientes.

En un estudio realizado por Ridgeway et al. (2023) concluyen que las raíces estimulan la descomposición de la materia orgánica ayudando a asimilar nitrógeno y carbono orgánico movilizándolos selectivamente sin liberarlos al ambiente a lo que estos autores atribuyen que las raíces son capaces de capturar y proteger el carbono en el suelo.

Figura 4.9. Concentraciones de carbono orgánico en cuatro profundidades (1) 0-5, (2) 5-10, (3) 10-20, (4) 20-30 cm en base a las localidades Calle y Planta y los manejos Con Cobertura y Sin Cobertura.



4.3. ACUMULACIÓN DE CARBONO DE ACUERDO AL MANEJO EN CADA LOCALIDAD

La acumulación de carbono orgánico en suelo, de acuerdo al manejo y la localidad, presentaron diferencias significativas ($p < 0,05$) (Tabla 4.3). El manejo con cobertura en la localidad planta obtuvo una media de 48.54 ($t\ ha^{-1}$) y en la localidad con cobertura en calle presentó una media de 45.48 ($t\ ha^{-1}$) siendo estas estadísticamente iguales. El manejo sin cobertura en la localidad calle obtuvo una media de 41.18 ($t\ ha^{-1}$) y el manejo sin cobertura planta obtuvo el valor más bajo con una media 20.01 ($t\ ha^{-1}$) presentando diferencias significativas en relación al manejo de cubierta tanto en calle como en planta; así como de las muestras en el manejo Sin Cobertura debajo de la planta con una media de 20.01 ($t\ ha^{-1}$). Entre los suelos con cobertura y sin cobertura hay una diferencia de 13.85 % aproximadamente en la acumulación de carbono orgánico.

Tabla 4.3 Acumulación de carbono en ($t\ ha^{-1}$) en cada localidad según el manejo

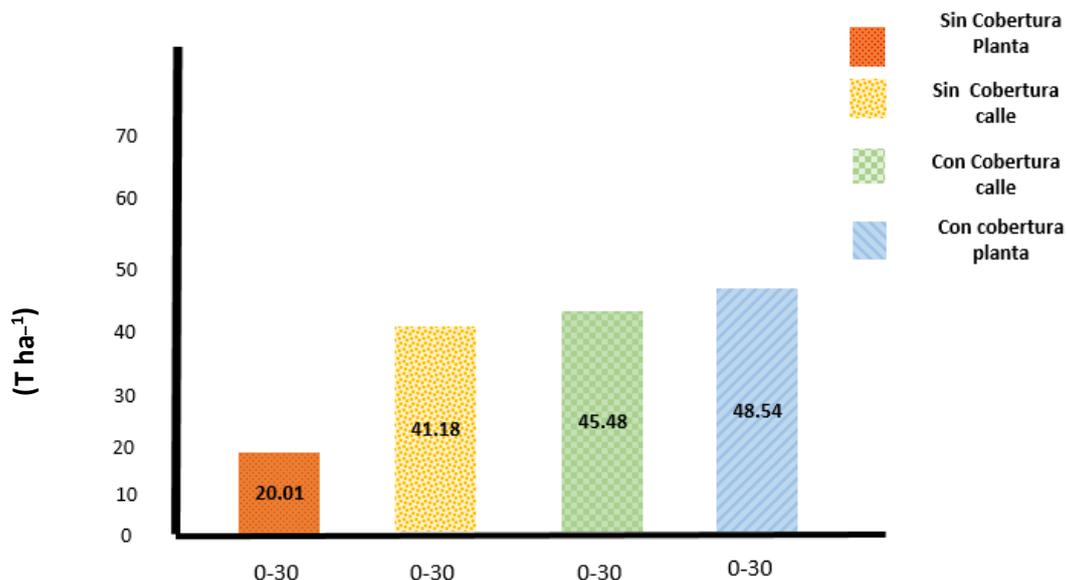
Manejo	Localidad	Medias ($t\ ha^{-1}$)	
Con Cobertura	Planta	48.54	A
Con Cobertura	Calle	45.48	A
Sin Cobertura	Calle	41.18	B
Sin Cobertura	Planta	20.01	C

Medias con letras diferentes son significativas

Yong y Francesca (2022) sugieren que los cultivos de cobertura como los pastizales almacenan aproximadamente un tercio de las reservas mundiales de carbono terrestre y pueden actuar como un importante sumidero de carbono ayudando a mejorar la salud general del suelo al reducir la erosión del mismo, proporcionando mejores propiedades estructurales e incrementando las concentraciones de carbono orgánico en el suelo. En la tabla 4.3 se muestra que los tratamientos con cobertura vegetal tanto en planta como en calle presentaron las mayores acumulaciones y el manejo en los suelos sin cobertura, especialmente en la localidad planta se evidencian las menores acumulaciones de carbono ($t\ ha^{-1}$)

Por lo que los resultados obtenidos para la localidad calle sin cobertura son resultados del manejo anterior del cultivo que influyo en la acumulación de carbono, ya que las muestras fueron tomadas cuando el cultivo de pitahaya tenía 16 meses de edad, resultados que se asocian a lo mencionado en la investigación realizada por Wood y Bowman (2021) donde mencionan que los cultivos de cobertura aumentan las reservas de carbono orgánico, en el suelo cuya magnitud dependerá de la cantidad de biomasa, los años del cultivo de cobertura y el nivel inicial de Carbono en el suelo.

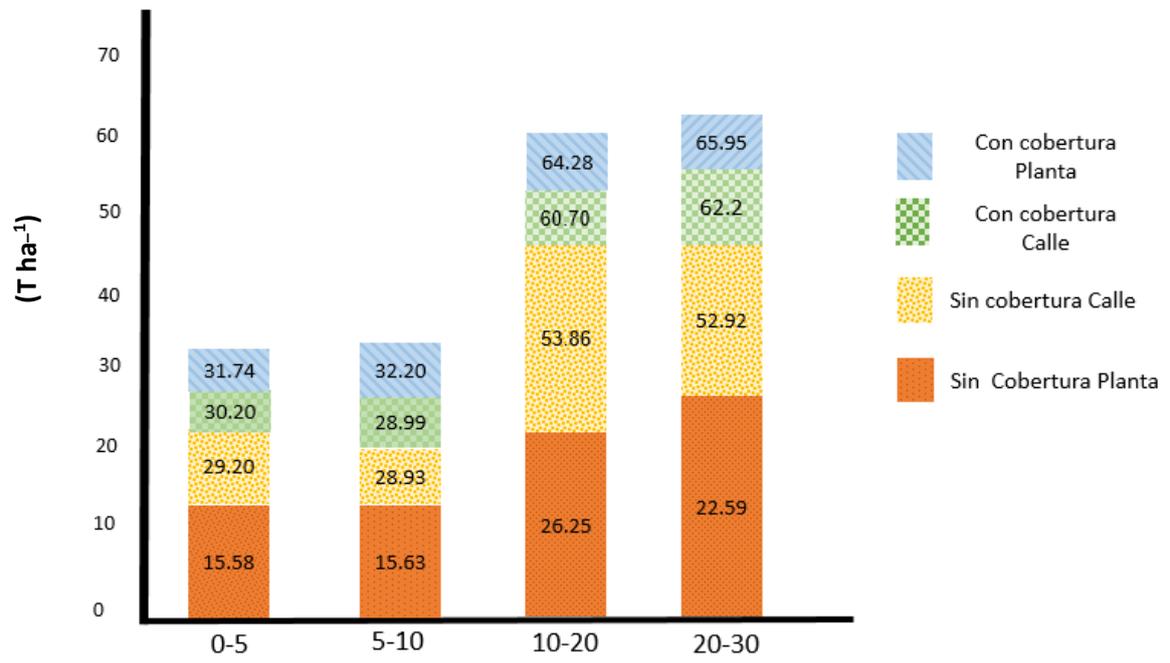
Figura 4.7. Acumulación de carbono en ($t\ ha^{-1}$) en cada localidad según el manejo



4.3. ACUMULACIÓN DE CARBONO EN LAS PROFUNDIDADES EN CADA LOCALIDAD

Estos resultados muestran que la acumulación por sección en los perfiles del suelo el manejo con cobertura tanto en planta como en calle acumula el mayor porcentaje de carbono orgánico mientras que el manejo sin cobertura obtuvo las menores acumulaciones por perfil esto se puede observar en la figura 4.8.

Figura 4.8. Acumulación de carbono orgánico en ($t\ ha^{-1}$) en las diferentes profundidades en cada localidad.



En un estudio realizado por Zhang et al., (2023) mencionan que los cultivos con cobertura acumulan mayor cantidad de carbono en la capa superficial de 0-10 cm lo que es el resultado de sistemas radiculares desarrollados en todo el perfil del suelo y una mayor actividad biológica resultados que concuerdan con los obtenidos en nuestro estudio.

En una investigación realizada por Guillén et al., (2023) utilizaron el tamo de arroz como cobertura en un cultivo de pitahaya y donde ellos obtienen una acumulación similar con el uso del tamo de arroz ,mostrando que el uso de coberturas ,ayuda en la acumulación de carbono, al realizar una comparación entre ambos resultados nuestro manejo obtuvo una diferencia del 10% en comparación al uso de tamo de arroz, por lo que determinamos que el uso de coberturas vivas como manejo alternativo afecta positivamente a la acumulación de carbono orgánico en el suelo.

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

Las condiciones físicas y químicas del suelo en la finca San José muestran suelos francos arenosos y limosos con un pH neutro, destacando condiciones favorables para un correcto desarrollo del cultivo de pitahaya y favoreciendo a los cultivos de cobertura vegetal, mejorando su capacidad para capturar carbono orgánico en el suelo.

Por medio de estos resultados se respalda que el manejo del uso de cobertura es una alternativa muy importante, que favorece significativamente en la capacidad del suelo para incrementar la concentración y acumulación de carbono orgánico en suelo, manteniendo las condiciones físicas y químicas del suelo en perfecto estado.

5.2. RECOMENDACIONES

Se recomienda mantener la cobertura vegetal en los cultivos ya que esta ayuda a mejorar la salud del suelo y evita la degradación, manteniéndolo en buenas condiciones para que continúe capturando carbono orgánico y evitar la labranza ya que en efecto esta práctica libera el carbono que ya se encuentra almacenado y a su vez destruye la cobertura vegetal.

No cambiar la cobertura vegetal de los cultivos ya que entre más edad tenga la cobertura estará mejor desarrollada y adaptada al clima destacando su capacidad para proteger el suelo y capturar carbono orgánico.

BIBLIOGRAFÍA

- Báez, M., y Aguirre, J., (2011) Efecto de la labranza de conservación sobre las propiedades del suelo. *Terra Latinoamericana*, 2(29), 113-121. <https://www.redalyc.org/pdf/573/57321257001.pdf>
- Bastidas, A., y Hernández. (2019). Algunos aspectos del cambio climático a considerar para la supervivencia de los organismos vivos: una revisión sistemática de la literatura. *Scielo*, vol.10(3). http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2216-09732019000300300
- Bojórquez, J., Castillo, L., Hernández, A., García, J y Madueño, A. (2015). Changes in organic carbon stocks in soils under different plant covers. *Cultivos Tropicales*, 36(4), 63-69. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0258-59362015000400008&lng=es&tlng=en.
- Burbano, H. (2018). El carbono orgánico del suelo y su papel frente al cambio climático. *Revista de Ciencias Agrícolas*, 35(1), 82-96. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-01352018000100082
- CEPAL. (2018). La Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible Una oportunidad para América Latina y el Caribe Gracias por su interés en esta publicación de la CEPAL. In *Publicación de las Naciones Unidas*. https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/40155/24/S1801141_es.pdf
- Chacho, J. (2019). Evaluación de la capacidad de captura de carbono de los sistemas hortícolas, parroquia San Joaquín, cantón Cuenca. [*Tesis de titulación, Universidad Politecnica Salesiana Sede Cuenca*]. <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/17280/1/UPS-CT008237.pdf>
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe. (Julio de 2011). *Agricultura*

y cambio climático: instituciones, políticas e innovación. Seminarios y Conferencias. https://www.cepal.org/sites/default/files/publication/files/7021/LCL3353s_es.pdf

Perdon, P., Rubens, B., Mertens, J., y Verheyen, K. (2018). Efectos de la agrosilvicultura templada sobre el rendimiento y la calidad de diferentes cultivos intercalados. *Sistemas Agrícolas*, 116, 135-151. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0308521X18305821>

Escalona, D., Raisal, M., Dulce, José., Ramírez, N., Ortiz, C., y Barba, E., (2021). Calidad de las riberas en tres tipos de cobertura vegetal en un río de la sierra Madre de Chiapas, México. *Revista mexicana de biodiversidad*, 92. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-34532021000100338

Guamán, A., (2018). Validación del método para determinar materia orgánica en el suelo por la técnica de Walkley And Black. [Tesis trabajo de titulación Universidad De Cuenca]. <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/31352/1/Trabajo%20de%20titulacion.pdf>

Guerrero, R. (2021) Agricultura campesina de la Costa ecuatoriana: realidades y perspectivas. *Revista Ecuador Debate* 112, 77-4. <https://repositorio.flacsoandes.edu.ec/bitstream/10469/17483/1/REXTN-ED112-12-Guerrero.pdf>

Guillen, S., López, G., Ormaza, P., Mesias, F., Blonska, E. y Reyna-Bowen, L. (2023). Salud del suelo y cultivo de pitahaya: evaluación del impacto en el carbono orgánico del suelo. *Ciencia Agropecuaria*. 14(4), 519-528. <https://revistas.unitru.edu.pe/index.php/scientiaagrop/article/view/5288>

Huerta, J., Oropez, L., Guevara, D., Ríos, D., Martínez, R., Barreto, A., Olguín, L. y Mancilla, R. (2018). Efecto de la cobertura vegetal de cuatro cultivos sobre la erosión del suelo. *Idesia (Arica)*, 36(2), 153-162. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-34292018005000701>

- INECOL. (2021). La pitaya: un fruto que puede cultivarse sin eliminar la vegetación. *Eco-Lógico*, 2(4), 1-32. <https://www.inecol.mx/inecol/index.php/es/ct-menu-item-25/ct-menu-item-27/17-ciencia-hoy/743-la-pitaya-un-fruto-que-puede-cultivarse-sin-eliminar-la-vegetacion>
- Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. (2016). *La agricultura familiar en las Américas. Principios y conceptos que guían la cooperación técnica del IICA*. Instituto Interamericano de Cooperación Agrícola. <https://repositorio.iica.int/bitstream/handle/11324/2609/BVE17038696e.pdf?sequence=1>
- Komlan, K., Allend, C., y Djaman, K.(2022). Revisión crítica del impacto de los cultivos de cobertura en las propiedades del suelo. *Investigación internacional sobre la conservación del suelo y el agua*, 10(3). <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2095633922000259>
- Izquierdo, J., y Arévalo, J., (2021). Determinación del carbono orgánico por el método químico y por calcinación. *Ingeniería y Región*, (26), 20–28. <https://doi.org/10.25054/22161325.2527>
- MAGAP. (30 de marzo de 2018). Productores de Pitahaya de El Oro son capacitados en manejo del cultivo. <https://www.agricultura.gob.ec/productores-de-pitahaya-de-el-oro-son-capacitados-en-manejo-del-cultivo/#:~:text=En%20el%20Ecuador%20cultivan%20850,su%20cultivo%20tiene%20cinco%20hect%C3%A1reas.>
- Mamani, P., Saavedra, A., y Botello, R. (2015). La agricultura de conservación. Una alternativa contra la adversidad del cambio climático sobre los suelos de la región andina 67-73. <https://gestionparticipativa.pe.iica.int/getattachment/10fcc2ec-f81b-48e8-8080-68ebb654563f/La-agricultura-de-conservacion-Una-alternativa-con.aspx>
- Manchabajoy, J., Andrade, D. y Catillo, A., (2022). Evaluación de captura de carbono en sistemas productivos de café en el departamento de Nariño. *Revista Ciencias y Agricultura*, 19(1), 28-44.

<https://doi.org/10.19053/01228420.v19.n1.2022.13358>

Martínez, E., Fuentes, J., y Acevedo, E (2008). Carbono orgánico y propiedades del suelo. *Soil organic carbon and soil properties*, 8(1), 68-96. https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S07182791200800010006

Mella, R., Zambrano, M., Vélez, A., y Morales, K. (2021). El proceso de producción y distribución de la pitahaya en Manabí para su exportación directa / The process of production and distribution of the pitahaya in Manabí for its direct export. *Brazilian Journal of Business*, 3(4), 3330–3344. <https://doi.org/10.34140/bjbv3n4-037>

Mendoza, M. (2021). Efectos de la labranza convencional y labranza de conservación en la producción agrícola: Revisión de literatura. [*Proyecto Especial de Graduacion, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano*]. <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/a8681a48-2637-44e2-9867-5b12a8ee8a51/content>

Mora, D.(2011). El cultivo de Pitahaya en temporada invernal. *Instituto Interamericano de Cooperación Agrícola.[IICA]*. <https://www.ica.gov.co/getattachment/bff8ee09-c032-404b-8fcb-8c5f7d72d532/El-cultivo-de-Pitahaya-en-temporada-invernal.aspx#:~:text=El%20manejo%20cultural%20requiere%20sembrar,un%20control%20oportuno%20de%20malezas.>

Pece, M. (2019). Efecto de la siembra directa en la estabilización del carbono orgánico del suelo a escala de sitio en Santiago del Estero, Argentina. *Revista Agronómica Del Noroeste Argentino*, 39(1), 9–18. http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2314369X2019000100001

Munsell, A.(2009). The Munsell color sistem. <https://munsell.com/>

Muñoz, D., López, G., Hernández, M., Soler, A., y López, J. (2009). Impacto de la pérdida de la vegetación sobre las propiedades de un suelo aluvial. *Terra*

Latinoamericana, 27(3), 237-246.
https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-57792009000300008

Muñoz, R., Delgado, M., y Borja, M. (2021). La biodiversidad y el carbono orgánico del suelo son esenciales para revertir la desertificación. *Ecosistemas* 30(3): 22-38. <https://doi.org/10.7818/ECOS.2238>

Nelson, G., Rosegrant, M., Koo, J., Robertson, R., Sulser, T., Zhu, T., Ringler, C., Msangi, S., Palazzo, A., Batka, M., Magalhaes, M., Valmonte, R., Ewing, M., y Lee, D. (2009). *Cambio Climático: El impacto en la agricultura y los costos de adaptación*. <https://doi.org/10.2499/0896295370>

Ortega, R y Martínez, M. (2024, 31 de enero). El pH: indicador clave de la calidad del suelo por su influencia en aspectos químicos y biológicos. *MUNDOAGRO*. <https://mundoagro.cl/el-ph-indicador-clave-de-la-calidad-del-suelo-por-su-influencia-en-aspectos-quimicos-y-biologicos/>

Paz, S., Lozano, A., Otero, F., Polich, M., Bellora, L., Soracco, G., y Paz, M., (2020). Carbono orgánico del suelo: Estratificación y variación espacial de diferentes fracciones en un Argiudol de la Región Pampeana bajo siembra directa. *Revista de La Facultad de Agronomía*, 119(2), 053–053. <https://doi.org/10.24215/16699513E053>

Pérez, H., Rodríguez, I., y García, R. (2021). Secuestro de carbono por el suelo y sus fracciones en agroecosistemas tropicales de la región costa ecuatoriana. *Revista Universidad y Sociedad*, 13(2), 141-149. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S221836202021000200141

Quispe, S., Mendoza, K., Sangay, S., y Cosme, R.. (2021). Uso de coberturas vegetales en el manejo sostenible del suelo asociado al cultivo de maíz amiláceo (*Zea mays* L.). *Scientia Agropecuaria*, 12(3), 329-336. http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2077-99172021000300329

- Rawson, H. (2001). Sección 7 . Notas sobre dos sistemas de labranza Labranza mínima y labranza cero. *Trigo Regado*, 3–6. <https://www.fao.org/3/x8234s/x8234s0c.htm>
- Reyna, L., y Vera, L. (2019). Concentración y almacenamiento de carbono orgánico en el suelo bajo diferentes usos del suelo en el valle de Carrizal-Chone en Ecuador. *Aplica.Ciencia*, 9(1). <https://www.mdpi.com/2076-3417/9/1/45#FD3-applsci-09-00045>
- Tomiwa, A., Bongani, N., Reckson, M., y Bayo,F.(2020). Impacto del manejo y beneficio de los cultivos de cobertura en la calidad del suelo. *Investigación de suelos y labranza*, 204(0). <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0167198720304992?via%3Dihub>
- Ridgeway, J., Kane, J., Morrissey, E., Starcher, H y Brzostek, E. (2023). Roots selectively decompose litter to mine nitrogen and build new soil carbón. *ECOLOGY LETTERS*. 00 (11). https://www.researchgate.net/publication/375065943_Roots_selectively_decompose_litter_to_mine_nitrogen_and_build_new_soil_carbon
- Ruiz, J., Medina, I., González, H., Flores L, G., Ramírez, C., Ortiz, K., Byerly, M., y Martínez, P. (2013). Requerimientos agroecológicos de cultivos. *Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias-CIRPAC-Campo Experimental Centro Altos de Jalisco*. 564 p.
- Russo, R. (2009). Guia Practica de Medicion de Carbono en la Biomasa Forestal [Archivo PDF]. 2009-09-Guia-Practica-de-Medicion-de-Carbono-en-la-Biomasa-Forestal%20(2).pdf *Agronomía*, 119(2), 053–053. <https://doi.org/10.24215/16699513E053>
- Sela, G., (2021). Secuestro del carbono en el suelo y su efecto en el cambio climático. *Cropaia*. Disponible en: <https://croipaia.com/es/blog/secuestro-carbono-suelo/>.
- Sozzi, A, y Centeno, A. (2006). Alternativas de manejo de coberturas al sembrar

sorgo bajo el sistema de siembra directa. *Bioagro*, 18(2), 129-135.
https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1316-33612006000200008

Suárez, R., Gilces, M., Menéndez, A., y Ferrin, K. (2021). El proceso de producción y distribución de la pitahaya en Manabí para su exportación directa. *Brazilian Journals of Business*, 4 (3), 3330-3344.
[file:///C:/Users/Dell/Downloads/admin,+art+037+BJB+ago%20\(10\).pdf](file:///C:/Users/Dell/Downloads/admin,+art+037+BJB+ago%20(10).pdf)

Vargas, Y., Pico, J., Díaz, A., Sotomayor, D., Burbano, A., Caicedo, C., Paredes, N., Congo, C., Tinoco, L., Bastidas, S., Chuquimarca, J., Macas, J y Viera, W. (2020). *Manual Técnico del cultivo de pitahaya* (INIAP)
<https://www.secretariadelamazonia.gob.ec/wpcontent/uploads/downloads/2020/07/Manual-de-cultivo-de-Pitahaya-para-la-Amazoni%CC%81a-Instituto-Nacional-de-Investigaciones-Agropecuarias.pdf>

Vera, L., Hernandez, A., Mesias, F., Guzman, A., y Cedeño, A. (2017). Manual para la cartografía de suelos y la descripción de perfiles de suelo.(1a ed). Ediciones Abya-Yala

Wood,S., y Bowman, M. (2021) Large-scale farmer-led experiment demonstrates positive impact of cover crops on multiple soil health indicators. 2 , 97-103.
<https://doi.org/10.1038/s43016-021-00222-y>

Yong, F. y Francesca, M. (2022). Secuestro de carbono en suelos de pastizales: comprensión, desafíos y soluciones actuales. *Science* , 337(6606).
<https://www.science.org/doi/10.1126/science.abo2380>

Zamora, B., Mendoza, M., Sangerman, D., Quevedo, A., y Navarro, A. (2018). El manejo del suelo en la conservación de carbono orgánico. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 9(8), 1787–1799. <https://doi.org/10.29312/remexca.v9i8.1723>

Zhang, H., Ghahramani, A., Ali, A. y Erbacher, A.(2023). Impactos de los cultivos de cobertura en el agua del suelo y el carbono en los sistemas de cultivo de tierras secas. *PLOS ONE* 18(06).
<https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0286748>

ANEXOS

FASE UNO DE CAMPO.



Anexo 1. Elaboracion de las calicatas general



Anexo 2. Perfeccionamiento de la calicata

FASE DOS DE LABORATORIO.



3-A



3-B



3-C

Anexo 3. Procesamiento de las muestras para las propiedades físicas y químicas del suelo



4-A



4-B



4-C

Anexo 4. Determinación de carbono orgánico