



**unl**

Universidad  
Nacional  
de Loja

## Universidad Nacional de Loja

Facultad Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables

Carrera de Agronomía

### Caracterización edafoclimática de diferentes zonas de poblaciones nativas de chirimoya (*Annona cherimola* Mill.) en la provincia de Loja

Trabajo de Integración Curricular,  
previo a la obtención del Título de  
Ingeniero Agrónomo

**AUTOR:**

Jesús Andrés Castillo Ruiz

**DIRECTORA:**

Dra. Mirian Irene Capa Morocho PhD.

Loja – Ecuador

2024

## **Certificación**

Loja, 16 de octubre de 2024

Dra. Mirian Irene Capa Morocho PhD.

**DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR**

### **C E R T I F I C O:**

Que he revisado y orientado todo proceso de la elaboración del Trabajo de Integración Curricular denominado: **Caracterización edafoclimática de diferentes zonas de poblaciones nativas de chirimoya (*Annona cherimola* Mill.) en la provincia de Loja**, de autoría del estudiante **Jesús Andrés Castillo Ruiz**, con cédula de identidad número **1150667390**, previo a la obtención del título de Ingeniero Agrónomo. Una vez que el trabajo cumple con todos los requisitos exigidos por la Universidad Nacional de Loja para el efecto, autorizo la presentación para la respectiva sustentación y defensa.

Dra. Mirian Irene Capa Morocho PhD.

**DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR**

## **Autoría**

Yo, Jesús Andrés Castillo Ruiz, declaro ser autora del presente Trabajo de Integración Curricular y eximo expresamente a la Universidad Nacional de Loja y a sus representantes jurídicos, de posibles reclamos o acciones legales, por el contenido del mismo. Adicionalmente acepto y autorizo a la Universidad Nacional de Loja, la publicación de mi Trabajo de Integración Curricular en el Repositorio Institucional-Biblioteca Virtual.



**Firma:**

**Cédula de Identidad:** 1150667390

**Fecha:** 16/10/2024

**Correo electrónico:** [jesus.a.castillo@unl.edu.ec](mailto:jesus.a.castillo@unl.edu.ec)

**Teléfono o celular:** 0982771995

**Carta de autorización por parte del autor, para consulta, reproducción parcial o total y/o publicación electrónica del texto completo, del Trabajo de Integración Curricular.**

Yo, **Jesús Andrés Castillo Ruiz** declaro ser autor del Trabajo de Integración Curricular titulado: **Caracterización edafoclimática de diferentes zonas de poblaciones nativas de chirimoya (*Annona cherimola* Mill.) en la provincia de Loja**, como requisito para optar el título de **Ingeniero Agrónomo**, autorizo al sistema Bibliotecario de la Universidad Nacional de Loja para que con fines académicos muestre la producción intelectual de la Universidad, a través de la visibilidad de su contenido de la siguiente manera en el Repositorio Institucional.

Los usuarios pueden consultar el contenido de este trabajo en el Repositorio Institucional en las redes de información del país y del exterior con las cuales tenga convenio la Universidad.

La Universidad Nacional de Loja, no se responsabiliza por el plagio o copia del Trabajo de Integración Curricular que realice un tercero.

Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Loja, a los dieciséis días del mes de octubre de dos mil veinticuatro.

**Firma:**



**Autor:** Jesús Andrés Castillo Ruiz

**Cédula:** 1150667390

**Dirección:** Punzara, Loja, Ecuador

**Correo electrónico:** [jesus.a.castillo@unl.edu.ec](mailto:jesus.a.castillo@unl.edu.ec)

**Celular:** 0982771995

#### **DATOS COMPLEMENTARIOS**

**Director del Trabajo de Integración Curricular:** Dra. Mirian Irene Capa Morocho PhD.

## **Dedicatoria**

Quisiera dedicar el presente trabajo a mis hermanos y abuelita, Alexander Castillo, Jorge Castillo y Luz Granda quienes con su amor incondicional y constante apoyo han sido la fuerza motriz de este logro. Gracias por inspirarme a seguir adelante y por ser la razón de mi perseverancia. Cada uno de ustedes es mi orgullo y motivación y este esfuerzo es tan suyo como mío.

A mis padres, Mónica Ruiz y Jorge Castillo cuyo amor inquebrantable y sabiduría han sido mi guía en cada paso de este camino. Gracias por enseñarme la importancia del esfuerzo, la dedicación y el valor de los sueños. Este logro no hubiera sido posible sin su ejemplo y fortaleza. Esta tesis está dedicada a ustedes, con todo mi amor y gratitud.

*Jesús Andrés Castillo Ruiz*

## **Agradecimiento**

Agradezco a la Universidad Nacional de Loja, al FIASA y sobre todo al personal docente por darme la oportunidad de formar parte de esta comunidad y por brindarme su apoyo a lo largo de todo mi proceso formativo, cada uno de sus conocimientos y experiencias compartidas serán aprovechadas no solo en mi vida profesional sino también personal.

Asimismo, considero oportuno agradecer a mi directora de tesis PhD Mirian Capa, quien a través de sus conocimientos y orientaciones me supo guiar en el desarrollo del presente trabajo. Gracias a todas las personas que de alguna manera u otra aportaron al presente trabajo de investigación.

*Jesús Andrés Castillo Ruiz*

## Índice de contenidos

<b>Portada</b> .....	i
<b>Certificación</b> .....	ii
<b>Autoría</b> .....	iii
<b>Carta de autorización</b> .....	iv
<b>Dedicatoria</b> .....	v
<b>Agradecimiento</b> .....	vi
<b>Índice de contenidos</b> .....	vii
<b>Índice de tablas</b> .....	<u>ix</u>
<b>Índice de figuras</b> .....	<u>x</u>
<b>Índice de anexos</b> .....	xi
<b>1. Título</b> .....	1
<b>2. Resumen</b> .....	2
Abstract.....	3
<b>3. Introducción</b> .....	4
3.1. Objetivo general .....	6
3.2. Objetivos específicos.....	6
<b>4. Marco teórico</b> .....	7
4.1. Origen, generalidades y distribución de la chirimoya .....	7
4.2. El cultivo de chirimoya.....	7
4.2.1. Países productores de chirimoya .....	8
4.2.2. Importancia económica del cultivo .....	8
4.3. Importancia de la caracterización edafoclimática .....	8
4.4. Condiciones climáticas de la chirimoya .....	8
4.4.1. Temperatura.....	9
4.4.2. Humedad relativa .....	9
4.4.3. Precipitación.....	9
4.4.4. Horas Luz .....	9
4.5. Requerimientos edáficos y nutricionales de la chirimoya .....	9
4.6. Importancia de los análisis de suelos.....	9
4.7. Caracterización ecogeográfica.....	10

4.7.1.	Factores o variables a considerar .....	10
4.7.2.	Importancia de la caracterización ecogeográfica .....	10
4.7.3.	Zonas optimas de conservación de chirimoya.....	10
<b>5.</b>	<b>Metodología</b> .....	<b>12</b>
5.1.	Ubicación del estudio .....	12
5.1.1.	Ubicación geográfica de las muestras de suelo .....	12
5.1.2.	Ubicación ecológica .....	13
5.1.3.	Condiciones climáticas.....	13
5.2.	Metodología General .....	13
5.2.1.	Análisis Descriptivo .....	13
5.2.2.	Colecta de muestra de suelo .....	13
5.2.3.	Instalación de estaciones meteorológicas.....	14
5.3.	Metodología para primero objetivo .....	15
5.3.1.	Variables físicas.....	15
5.3.2.	Variables químicas.....	16
5.4.	Metodología para el segundo objetivo.....	19
<b>6.</b>	<b>Resultados</b> .....	<b>20</b>
6.1.	Resultados físicos y químicos de suelo de zonas de poblaciones nativas de chirimoya 20	
6.1.1.	Densidad aparente .....	20
6.1.2.	Textura de los suelos .....	20
6.1.3.	pH del suelo.....	21
6.1.4.	Porcentaje de materia orgánica en los suelos .....	22
6.1.5.	Capacidad de intercambio catiónico (CIC) de los suelos.....	22
6.1.6.	Macronutrientes del suelo .....	23
6.1.7.	Micronutrientes del suelo .....	24
6.2.	Resultados climáticos de zonas de poblaciones nativas de chirimoya .....	24
<b>7.</b>	<b>Discusiones</b> .....	<b>28</b>
<b>8.</b>	<b>Conclusiones</b> .....	<b>31</b>
<b>9.</b>	<b>Recomendaciones</b> .....	<b>32</b>
<b>10.</b>	<b>Bibliografía</b> .....	<b>33</b>
<b>11.</b>	<b>Anexos</b> .....	<b>39</b>



## **Índice de tablas**

<b>Tabla 1.</b> Cantones y sectores donde se recolectaron las muestras de suelo.....	13
<b>Tabla 2.</b> Interpretación de los resultados de pH .....	17
<b>Tabla 3.</b> Contenidos de macronutrientes en suelos con poblaciones de chirimoyas de 8 cantones de la provincia de Loja expresados en total de la masa seca del suelo (s.m.s). .....	23
<b>Tabla 4.</b> Contenidos de micronutrientes en suelos con poblaciones de chirimoya de 8 cantones de la Provincia de Loja expresados en total de la masa seca del suelo (s.m.s). Medias con una letra en común no son significativamente diferentes ( $p>0,05$ ). .....	24

## Índice de figuras

<b>Figura 1.</b> Distribución de la familia Annonaceae según Heywood (1985) y citado por (Vega, 2013).....	7
<b>Figura 2.</b> Zonas óptimas de conservación para el cultivo de chirimoya citado por Tacán et al., (2024). .....	11
<b>Figura 3.</b> Ubicación geográfica de los cantones con poblaciones de chirimoya y de las estaciones meteorológicas instaladas en la Provincia de Loja. ....	12
<b>Figura 4.</b> Triangulo textural del suelo de la USDA.....	16
<b>Figura 5.</b> Densidad aparente de los suelos con poblaciones de chirimoya en 8 cantones de la provincia de Loja, las líneas verticales encima de las barras indican el error estándar de las medias (E.E.M). ....	20
<b>Figura 6.</b> Tipos de textura de los suelos con poblaciones de chirimoya en 8 cantones de la provincia de Loja, las líneas verticales encima de las barras indican el error estándar de las medias (E.E.M). ....	21
<b>Figura 7.</b> pH de suelo de los suelos con poblaciones de chirimoya en 8 cantones de la provincia de Loja, las líneas verticales encima de las barras indican el error estándar de las medias (E.E.M).....	21
<b>Figura 8.</b> Resultados de materia orgánica de los suelos con poblaciones de chirimoya en 8 cantones de la provincia de Loja, las líneas verticales encima de las barras indican el error estándar de las medias (E.E.M). ....	22
<b>Figura 9.</b> Capacidad de intercambio catiónico de los suelos con poblaciones de chirimoya en 8 cantones de la provincia de Loja, las líneas verticales encima de las barras indican el error estándar de las medias (E.E.M). ....	23
<b>Figura 10.</b> Temperaturas máximas y mínimas de los cantones Calvas Loja y Espíndola, en el periodo de evaluación.....	25
<b>Figura 11.</b> Humedad relativa de los cantones Calvas Loja y Espíndola, en el periodo de evaluación.....	26
<b>Figura 12.</b> Precipitación de los cantones Calvas Loja y Espíndola, en el periodo de evaluación. ....	26
<b>Figura 13.</b> Radiación fotosintéticamente activa (PAR) de los cantones Calvas Loja y Espíndola, en el periodo de evaluación. ....	27

## **Índice de anexos**

<b>Anexo 1.</b> Herramientas para la recolección de muestras de suelo. ....	39
<b>Anexo 2.</b> Recolección de muestras de suelo. ....	39
<b>Anexo 3.</b> Etiquetado e ingreso de las muestras al laboratorio de Suelos. ....	40
<b>Anexo 4.</b> Análisis químicos y físicos de las muestras. ....	40
<b>Anexo 5.</b> Resultados de los análisis químicos de las muestras de suelo. ....	41
<b>Anexo 6.</b> Instalación y programación de las estaciones meteorológicas. ....	42
<b>Anexo 7.</b> Descarga de datos meteorológicos. ....	42
<b>Anexo 8.</b> Certificado de traducción de español al idioma inglés. ....	43

**1. Título:**

Caracterización edafoclimática de diferentes zonas de poblaciones nativas de chirimoya (*Annona cherimola* Mill.) en la provincia de Loja

## 2. Resumen

La demanda comercial del cultivo chirimoya está aumentando tanto por su excepcional sabor como por su alto contenido nutricional. La necesidad de comprender las condiciones del suelo y clima para el cultivo exitoso de la chirimoya es crucial para optimizar su producción y maximizar el rendimiento. Es por ello que el presente estudio tiene como objetivo caracterizar las condiciones edafoclimáticas de diferentes cantones de la provincia de Loja con poblaciones nativas de chirimoya (*Annona cherimola* Mill.), con el fin de identificar las zonas más adecuadas para el cultivo. Para la evaluación edáfica se tomaron muestras de suelos en ocho cantones de la provincia de Loja (Calvas, Celica, Espíndola, Gonzanamá, Loja, Paltas, Quilanga y Saraguro), teniendo en cuenta la potencialidad de la zona y así mismo se tomaron en cuenta atributos físicos y químicos del suelo, en cambio para el análisis climático se instalaron tres estaciones meteorológicas en tres cantones (Calvas, Espíndola y Loja). Los resultados mostraron que el cultivo de chirimoya se adapta bien a suelos francos y franco arcillosos, con densidades aparentes de 1 g/cm<sup>3</sup> a 1,4 g/cm<sup>3</sup>, además se registró que se desarrolla adecuadamente en suelos con pH de 5,5 a 6,5, con altas cantidades de materia orgánica y buena disponibilidad de macro y micro nutrientes. Se determinó que la distribución de la chirimoya se encuentra en altitudes de 1600 y 2000 m.s.n.m. siendo idóneo para su adaptabilidad, además se observó que se desarrolla a temperaturas promedios de 18 °C, con humedades de 70 % a 80 %, precipitaciones constantes y con una PAR promedio de 600 a 800 μmol/m<sup>2</sup>/s.

**Palabras claves:** Análisis, edáfico, climático, chirimoya, muestras de suelo, estaciones meteorológicas.

## **Abstract**

The commercial demand for cherimoya cultivation is increasing due to its exceptional flavour and high nutritional content. Understanding soil and climate conditions necessary for successful cherimoya cultivation is crucial for optimizing production and maximizing yield. Therefore, this study aims to characterize the edaphoclimatic conditions of various cantons in the province of Loja with native populations of cherimoya (*\*Annona cherimola\** Mill.), in order to identify the most suitable areas for cultivation. For the soil evaluation, samples were collected from eight cantons in the province of Loja (Calvas, Celica, Espindola, Gonzanama, Loja, Paltas, Quilanga, and Saraguro), considering the potential of each area, and both physical and chemical soil attributes were analysed. Meanwhile, for the climatic analysis, three weather stations were installed in three cantons (Calvas, Espindola, and Loja). The results indicated that cherimoya adapts well to loamy and clay loam soils, with bulk densities ranging from 1 g/cm<sup>3</sup> to 1.4 g/cm<sup>3</sup>. It was also found that cherimoya grows well in soils with a pH of 5.5 to 6.5, high organic matter content, and good availability of macro and micronutrients. The study determined that cherimoya distribution is found at altitudes between 1600 and 2000 meters above sea level, which is ideal for its adaptability. Furthermore, it thrives at average temperatures of 18°C, with humidity levels between 70% and 80%, constant precipitation, and a photosynthetically active radiation (PAR) ranging from 600 to 800 μmol/m<sup>2</sup>/s.

**Keywords:** Analysis, edaphic, climatic, cherimoya, soil samples, meteorological stations.

### 3. Introducción

La chirimoya (*Annona cherimola* Mill.) es un frutal de la familia Annonaceae, con cerca de 140 géneros y más de 2500 especies (Vega, 2013). Es una de las familias que más contribuye a la biodiversidad en muchas áreas tropicales y subtropicales del mundo (Rodríguez-Núñez et al., 2021).

Debido a la presencia de acetogeninas, compuestos exclusivos de esta familia con propiedades citotóxicas, antitumorales, antimaláricas e insecticidas, el interés por la chirimoya y otras especies de Annonaceae ha aumentado en los últimos años (Vit, 2014). Con aproximadamente 3000 hectáreas cultivadas comercialmente, España es el país productor más importante del mundo. En Perú y Chile, su producción comercial es significativa, mientras que en otros países como Ecuador, Bolivia, Colombia, Portugal, Estados Unidos, Argentina y México es limitada. Actualmente, esta variedad de cultivos se mantiene principalmente in situ en jardines tradicionales, parcelas de jardín y setos en áreas rurales (Larranaga et al., 2017).

Para hacer una planificación sobre la implementación del cultivo de chirimoya y, así como su evaluación, es indispensable conocer su distribución y sus diferentes variaciones climáticas donde se desarrolla, e identificar las zonas potenciales de cultivo y la posible variación de dichas zonas debido al cambio climático (Núñez-Colín et al., 2017).

La chirimoya es un frutal de alta distribución, pero es un cultivo poco difundido, por ello se suele mencionar que su importancia a nivel mundial es bastante escasa. Su dispersión y expansión se ha visto muy limitada debido al número reducido de variedades comerciales disponibles, además la producción se concentra en determinadas fechas lo cual produce una saturación en el mercado. Otra razón de su reducida difusión se debe a sus exigencias edafoclimáticas poco conocidas (Vega, 2013).

La carencia de información actualizada ha obstaculizado el desarrollo óptimo del cultivo, debido, a que no se conoce con exactitud en que zonas se desarrolla mejor. A pesar de que el cultivo de chirimoya es importante en la región sur del Ecuador, todo esto limita altamente la producción del frutal, y demás la distribución de la chirimoya es totalmente desigual la cual se la encuentra de forma natural mas no como un cultivo controlado guiado para la producción (Sokolowski et al., 2020).

En 1998 se realizó un estudio con el objetivo de identificar las posibles áreas de cultivo para la chirimoya en el sur de Ecuador, en donde se concluyó que las mejores condiciones para el establecimiento del cultivo de chirimoya en el sur del Ecuador se encuentran a una altitud entre

1600 y 2000 metros. Además, identificaron que casi una cuarta parte de la provincia tiene un clima adecuado para el crecimiento de la chirimoya. Al considerar las condiciones del suelo, se encontró que 6590 km<sup>2</sup> eran adecuados y 1750 km<sup>2</sup> tenían condiciones óptimas de suelo estas condiciones eran principalmente de las parroquias Amaluza y Yangana (Bydekerke et al., 1998). Conjuntamente, la demanda comercial del cultivo chirimoya está aumentando tanto por su excepcional sabor como por su alto contenido nutricional, se está expandiendo su cultivo a zonas subtropicales como la costa mediterránea de Andalucía (España) (García-Carmona et al., 2020).

La necesidad de comprender las condiciones del suelo y clima para el cultivo exitoso de la chirimoya es crucial para optimizar y conocer los momentos adecuados para aplicar prácticas agrícolas del manejo del cultivo (Mendes et al., 2017). El conocer con exactitud las condiciones edafoclimáticas del cultivo puede ser uno de los pasos más importantes para la planificación y establecimiento del frutal en la provincia de Loja, evaluando zonas potenciales y mejorando su rendimiento. Esto se logrará al caracterizar edafoclimáticamente las zonas con poblaciones nativas de chirimoya (*Annona cherimola* Mill.) en diferentes cantones de la provincia de Loja.



### **3.1. Objetivo general**

- Caracterizar edafoclimáticamente las zonas con poblaciones nativas de chirimoya (*Annona cherimola* Mill.) en diferentes cantones de la provincia de Loja

### **3.2. Objetivos específicos**

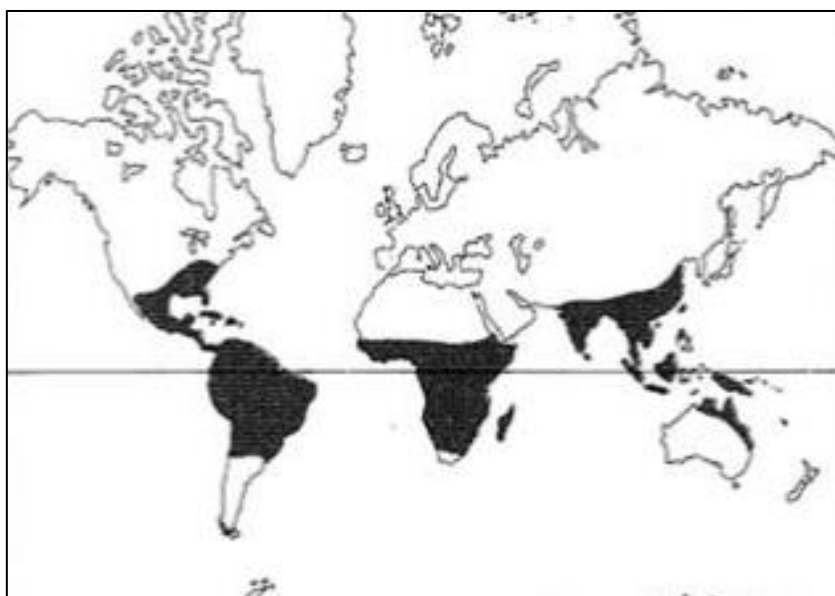
- Determinar las propiedades físico química de los suelos en donde se desarrollan las poblaciones nativas de chirimoya en ocho cantones de la provincia de Loja.
- Caracterizar y analizar la variabilidad climática de tres localidades representativas de poblaciones nativas de chirimoya para propósitos agronómicos.

## 4. Marco teórico

### 4.1. Origen, generalidades y distribución de la chirimoya

Dentro de la familia Annonaceae destaca el género *Annona*, el cual cuenta con especies de interés hortícola principalmente en el neotrópico. La mayoría de las especies de este género crecen en climas tropicales y algunas también se encuentran en regiones subtropicales, como la chirimoya (*Annona cherimola* Mill.) (Rodríguez et al., 2021).

De acuerdo con Vega (2013), esta planta es originaria de los Andes de Ecuador y Perú y se considera una de las frutas tropicales más apreciadas del género *Annona* spp. Debido a la presencia de acetogeninas, compuestos exclusivos de esta familia con propiedades citotóxicas, antitumorales, antipalúdicas y pesticidas, el interés por la chirimoya y otras especies de Annonaceae ha aumentado en los últimos años (Larranaga et al., 2017). Su distribución potencial se extiende por la mayoría de las regiones subtropicales y tropicales húmedas del planeta (Figura 1) (Bydekerke et al., 1998).



**Figura 1.** Distribución de la familia Annonaceae según Heywood (1985) y citado por (Vega, 2013)

### 4.2. El cultivo de chirimoya

La producción se lleva a cabo en varios lugares para el mercado nacional debido a la baja resistencia del fruto a la manipulación y transporte. Debido al número limitado de variedades comerciales disponibles, que además concentran la producción en fechas específicas y saturan el mercado, su expansión es muy limitada. Sus requisitos edafoclimáticos son otra explicación de su baja difusión (Vega, 2013).

#### **4.2.1. Países productores de chirimoya**

El sur de Ecuador se considera el hábitat natural de la chirimoya y se cree que es su lugar de origen. Sin embargo, este potencial de cultivo está siendo ignorado actualmente (Bydekerke et al., 1998). En el sur de España, se cultivan más de 3 600 ha de chirimoya, lo que representa el 80 % del total de la producción mundial. Este frutal se adapta naturalmente a las condiciones locales de estas áreas y es un cultivo muy rentable que ha alcanzado la saturación de un mercado reducido. En Chile, la chirimoya se cultiva en una superficie de alrededor de mil hectáreas para los mercados internacionales, principalmente los Estados Unidos de América, Japón y varios países latinoamericanos. Se considera un cultivo importante (Vega, 2013).

#### **4.2.2. Importancia económica del cultivo**

La chirimoya es un frutal de poca relevancia en todo el mundo. Aunque se encuentra en una gran cantidad de lugares, se puede afirmar que su cultivo no es muy común, ya que solo se comercializa en Perú, España, Chile, Bolivia, Ecuador, Estados Unidos, Colombia, Sudáfrica e Israel. Es necesario seguir investigando este potencial frutal para obtener beneficios económicos y sociales (González, 2015).

#### **4.3.Importancia de la caracterización edafoclimática**

De acuerdo con Sokolowski et al., (2020) recalca que es importante conocer las características edáficas y climáticas de una zona para comprender la respuesta de un cultivo ante diversos manejos ya sea en ensayos experimentales como en campos de productores. Estas actividades de diagnóstico edafoclimático tienen como objetivo recopilar datos para describir las características fundamentales de la zona de estudio e identificar los problemas que limitan la productividad.

#### **4.4.Condiciones climáticas de la chirimoya**

La chirimoya es una fruta tropical que requiere ciertas condiciones ecofisiológicas para su cultivo óptimo. Según los estudios, se ha concluido que las variables climáticas de temperatura y humedad relativa no se asocian directamente con el desarrollo fenológico floral de la chirimoya (Elizalde, 2018). Sin embargo, los cultivos de chirimoya necesitan condiciones de humedad y temperaturas estables, así como condiciones edafoclimáticas específicas para su cultivo (FAO, 2006). Según Ruiz et al., (2020) describen los siguientes condiciones edafoclimáticas necesarios para el desarrollo del cultivo de chirimoya:

#### **4.4.1. Temperatura**

La chirimoya prospera en climas moderadamente fríos y cálidos. El rango de temperatura óptimo para su crecimiento es entre 17°C y 20°C. Puede tolerar temperaturas tan bajas como 5°C y tan altas como 30°C por períodos cortos, pero la exposición prolongada a temperaturas extremas afectará negativamente a largo plazo.

#### **4.4.2. Humedad relativa**

La chirimoya prefiere un ambiente de alta humedad. Crece mejor en áreas con una humedad relativa que oscila entre el 60 % y el 70 %. La alta humedad ayuda a mantener el contenido de humedad del suelo y previene la pérdida de los estigmas, evitando que se sequen prematuramente.

#### **4.4.3. Precipitación**

Un patrón de lluvia adecuado y bien distribuido es crucial para el cultivo de chirimoya. El árbol requiere una lluvia anual de alrededor de 1000 a 1500 mm para un crecimiento óptimo.

#### **4.4.4. Horas Luz**

La chirimoya es una planta amante del sol y requiere plena luz solar durante al menos 6 a 8 horas al día. Prospera en áreas con luz solar directa y brillante, lo que promueve un crecimiento saludable y el desarrollo de la fruta.

#### **4.5.Requerimientos edáficos y nutricionales de la chirimoya**

La chirimoya crece mejor en suelos arcillosos y bien drenados con un pH entre 6,5 y 7. Si está bien drenado, puede soportar una variedad de tipos de suelo, como suelos arenosos, arcillosos y lateríticos. El suelo debe ser rico en materia orgánica y tener una buena capacidad de retención de agua (Ruiz et al., 2020).

Esta especie, al igual que las demás especies del género *Annona*, se adapta a una variedad de tipos de suelos, como arenosos, limo-arenosos o arcillosos, e incluso se ha observado que crecen bien en suelos pedregosos, siempre y cuando tengan un buen drenaje. La aplicación de materia orgánica es conveniente, y las dosis de fertilizantes se determinan a partir de análisis de suelo (Vega, 2013).

#### **4.6.Importancia de los análisis de suelos**

Para interpretar los datos de  $^{137}\text{Cs}$  y evaluar las implicaciones que el tipo y uso del suelo, agrario, ganadero o forestal, tiene sobre el comportamiento del radioisótopo en el suelo, es esencial caracterizar el suelo y conocer sus propiedades fisicoquímicas (Gaspar et al., 2014).

El suelo es un componente fundamental en la producción de chirimoya. Su composición, textura, estructura y capacidad de retención de agua influyen directamente en el desarrollo de las raíces y, por ende, en el crecimiento de la planta. El análisis de suelo es una técnica que utiliza análisis físico y químico de muestras representativas de un terreno específico, así como datos de calibración de investigaciones previas en varios suelos, para determinar la dosis de fertilización adecuada para un rendimiento específico (Schweizer, 2011).

Un análisis detallado de los suelos presentes en las zonas de estudio proporcionará información valiosa sobre su capacidad para albergar y nutrir los cultivos de chirimoya. La evaluación de la fertilidad del suelo, así como la presencia de posibles limitantes, contribuirá a la implementación de estrategias de manejo adecuadas.

#### **4.7. Caracterización ecogeográfica**

La compilación de variables ambientales como la precipitación, humedad relativa, la temperatura, topografía y las características del suelo, entre otras, se conoce como descriptores ecológicos, para realizar una caracterización ecogeográfica de un cultivo todo esto analizando las interacciones y respuestas del mismo (Borja, 2017).

##### **4.7.1. Factores o variables a considerar**

De acuerdo con Naranjo et al., (2018) describe que las principales variables para una caracterización ecogeográfica son temperatura media, mínima, máxima, precipitación, altitud, pendiente variables edáficas como profundidad del suelo, contenido de grava en el suelo, textura del suelo, contenido de carbón orgánico en el suelo, pH en el suelo.

##### **4.7.2. Importancia de la caracterización ecogeográfica**

La caracterización ecogeográfica permite la generación de mapas, en donde estos se convierten en herramientas poderosas para la toma de decisiones de conservación ex-situ e in-situ, además permiten identificar de forma rápida y sencilla las áreas o regiones con alta variabilidad y adaptabilidad para el cultivo (Tapia et al., 2021).

##### **4.7.3. Zonas óptimas de conservación de chirimoya**

En 2024 se realizaron estudios de zonas óptimas de conservación para 25 cultivos andinos del Ecuador, se caracterizó las zonas correspondientes para el cultivo de chirimoya tomando un total de 12 criterios, en donde se destaca que los sitios más óptimos para el desarrollo del cultivo se concentran en tres áreas de la región Andina, en la Sierra norte, centro y sur, en provincias como Imbabura, Pichincha, Chimborazo, Cañar, Azuay, Loja y Zamora Chinchipe (Figura 2) (Tacán et al., 2024).

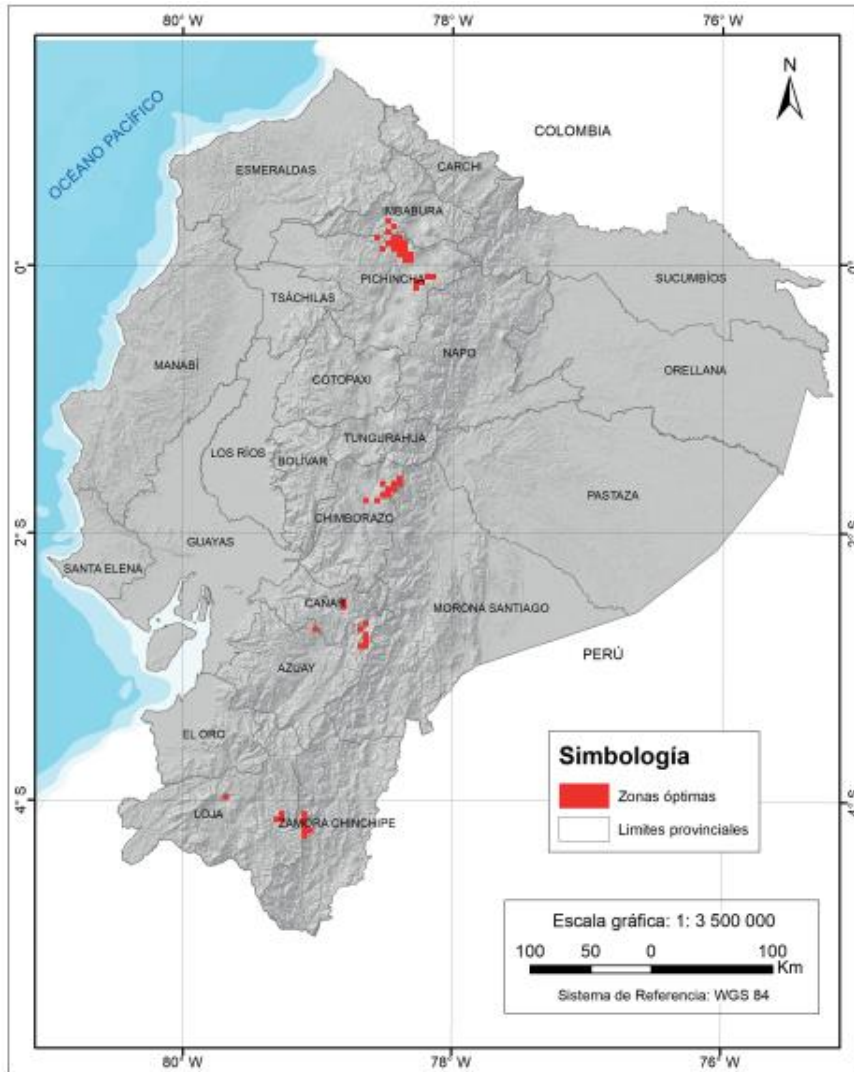


Figura 2. Zonas óptimas de conservación para el cultivo de chirimoya citado por Tacán et al., (2024).

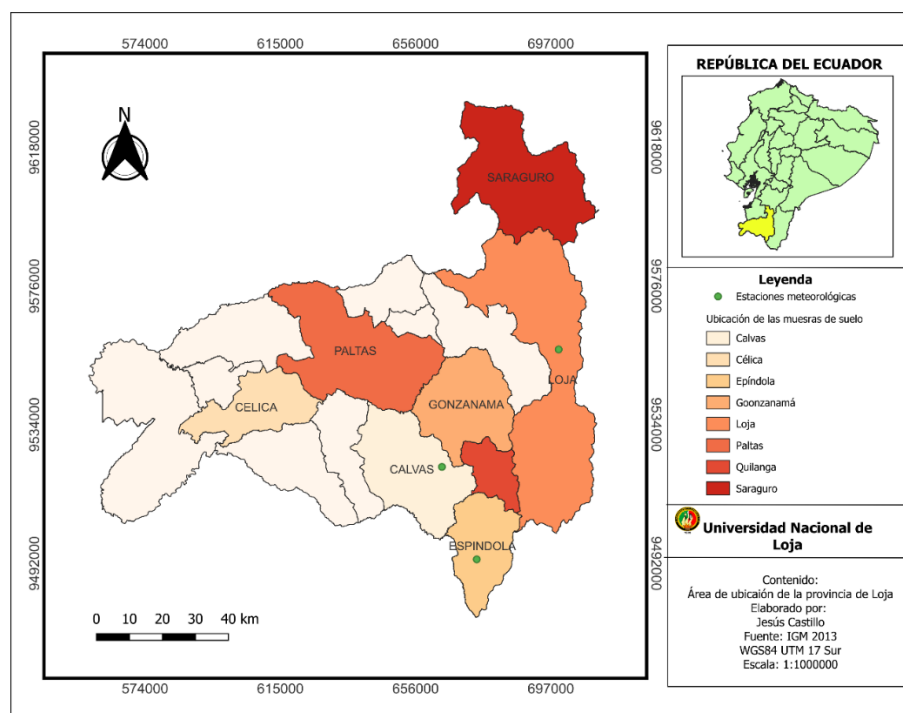
## 5. Metodología

### 5.1. Ubicación del estudio

#### 5.1.1. Ubicación geográfica de las muestras de suelo

Las muestras de suelo fueron previamente recolectadas en ocho cantones específicos de la provincia de Loja, región sur del Ecuador: Calvas, Celica, Espíndola, Gonzanamá, Loja, Paltas, Quilanga y Saraguro (Figura 3). Estos cantones, exhiben una gran variabilidad geográfica y climática que es esencial para la evaluación de la idoneidad del suelo para el cultivo de chirimoya. La topografía, altitud, y composición del suelo de cada uno de estos cantones desempeñan un papel clave en la determinación de la capacidad de producción de chirimoya.

Para la caracterización climática se instalaron tres estaciones meteorológicas en los cantones de Calvas, Loja y Espíndola en sitios donde existen poblaciones de chirimoya (Figura 3). La estación de Calvas se instaló en las coordenadas  $4^{\circ}19'17''S$  de latitud,  $79^{\circ}33'10''W$  de longitud y con una altitud de 1906 m.s.n.m., mientras que la de Loja se ubicó a  $3^{\circ}59'26''S$  de latitud,  $79^{\circ}12'18''W$  de longitud a 2060 m.s.n.m., en cuanto a la estación de Espíndola se instaló en las coordenadas  $4^{\circ}35'05''S$ ,  $79^{\circ}25'44''O$  y a una altitud de 1695 m.s.n.m. Estas estaciones permitieron la recopilación de datos climáticos, incluyendo temperatura, precipitación, radiación PAR y humedad relativa, para obtener una comprensión integral de las condiciones ambientales en los que se desarrolla el cultivo de chirimoya en la región sur del Ecuador.



**Figura 3.** Ubicación geográfica de los cantones con poblaciones de chirimoya y de las estaciones meteorológicas instaladas en la Provincia de Loja.

### 5.1.2. Ubicación ecológica

La provincia de Loja se encuentra en la región interandina de Ecuador y posee una ubicación ecológica que abarca diferentes tipos de ecosistemas, como los bosques secos, los bosques nublados y los páramos. Esta diversidad de ecosistemas contribuye a la riqueza en biodiversidad de la provincia (Aguirre, 2017).

### 5.1.3. Condiciones climáticas

La provincia de Loja cuenta con una temperatura de 15,0 °C, la precipitación anual en esta localidad es de aproximadamente 1453 mm; humedad relativa de 65 % y una velocidad del viento de 3,1 m/s (Echeverría et al., 2013).

## 5.2. Metodología General

### 5.2.1. Análisis Descriptivo

Se aplicó principalmente análisis descriptivos en los datos meteorológicos centrados en comprender las principales características de los datos recopilados en campo. Además, se usó los análisis de varianza (ANOVA) para las variables edáfica, aquí se aplicó la prueba de comparación de Tukey. Este análisis permitió generar una visión amplia de los patrones y tendencias observadas en donde se desarrolla el cultivo de chirimoya.

### 5.2.2. Colecta de muestra de suelo

El material edáfico se recolectó en 24 sitios de los 8 cantones de estudio de la provincia de Loja, los sitios que se seleccionaron fueron poblaciones potenciales de chirimoya (Anexo 1.) (Tabla 1.).

**Tabla 1.** Cantones y sectores donde se recolectaron las muestras de suelo.

<b>Cantón</b>	<b>Sector</b>	<b>Código</b>
Calvas	Macaycanza	CAMA
	Tabloncillo	CATA
	Sanguillin	CAUA
Célica	Casharumi A	CECAA
	Casharumi B	CECAB
	Pozul	CEPO
	Roncador	CEPR
Espíndola	Jimbura	EJA
	Machay	EMA
	La Guaca	ESAGA
Gonzanamá	Palaza	GNB
	Mollepamba	GNC
	El Palton	GNE
	Paluco	GPC



Loja	La Argelia	LLA
	Nangora	LMN
	Pedregal	LMP
	Yangana	LYY
Paltas	Carmelo	PCD
	Tunaspamba	PTA
Quilanga	San Roque	QQA
	Santa Barbara	QSA
Saraguro	Manu	SAM
	Uduzhe	SAU

Para la toma de muestras se limpió el sitio de hojarasca y materia orgánica o planas que estaban alrededor, se seleccionó un área de 40 cm x 40 cm, y luego se introdujo el barreno a una profundidad de 20 a 40 cm; por zona se tomaron un total de 5 submuestras y a la final se mezclaron se extrajo aproximadamente de 500-1000 g de suelo. Un 70 % de la muestra compuesta se envió al Laboratorio AGRORUM de Guayaquil para los análisis químicos (Materia orgánica, pH, macro, micro nutrientes y CIC) y el 30 % de muestra se lo llevó al laboratorio de Suelos de la Universidad Nacional de Loja para determinar los parámetros físicos (textura y densidad aparente) (Anexo 2; 3; 4; 5.).

### 5.2.3. Instalación de estaciones meteorológicas

- **Ubicación de las estaciones meteorológicas:**

Se colocó tres estaciones en los cantones Calvas, Espíndola y Loja, en sectores estratégicos (Anexo 6.).

- **Sensores:**

En el mástil de las estaciones se instalaron los siguientes sensores:

- Sensor de temperatura y humedad relativa HOBO S-THC-M002
- Sensor pluviométrico HOBO S-RGEF
- Sensor de luz fotosintética (intensidad de luz y PAR) HOBO S-LIA-M003
- Registrador de datos HOBO H21

- **Configuración y Calibración:**

Se realizó un ajuste adecuado de los sensores para asegurar mediciones precisas y confiables de las variables que se requiere, todo esto con el uso de dos distintos softwares compatibles con las estaciones.

- **Recolección de datos:**

Se usó un datalogger compatible con los sensores el cual procesa datos, verificó el estado de la estación, filtró y permitió exportar los datos con ayuda de los softwares, todos los datos se registraron en un periodo de cuatro meses desde abril hasta julio del 2024, el intervalo de medición de datos fue a nivel diario de todas las variables. Una vez instalada, se realizó un monitoreo continuo para asegurar el funcionamiento correcto de la estación y que proporcione datos precisos, cada muestreo se realizó una vez por cada uno de los meses durante el proyecto de titulación (Anexo 7.).

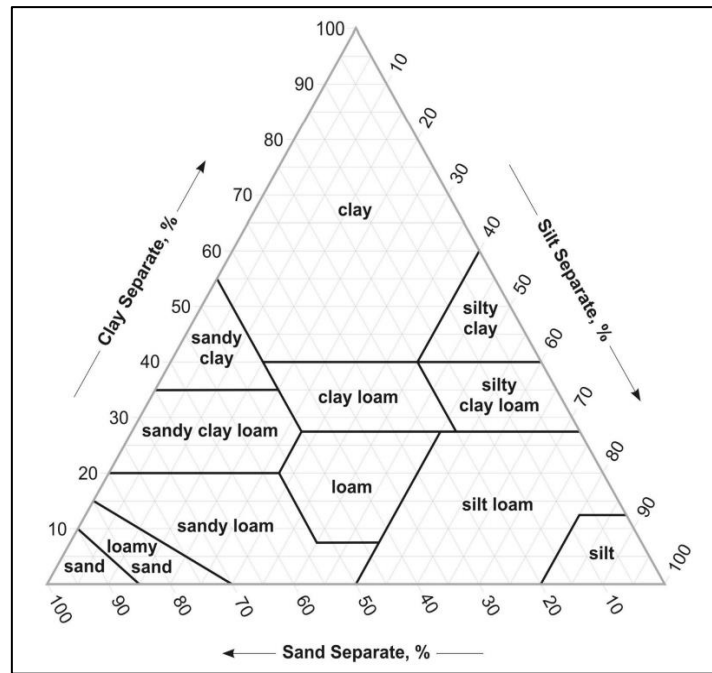
**5.3. Metodología para primero objetivo:** Determinar las propiedades físico química de los suelos en donde se desarrollan las poblaciones nativas de chirimoya en ocho cantones de la provincia de Loja.

Para la caracterización edáfica se determinó las características físico química entre dos a cuatro muestras por cada cantón. Las variables que se analizaron fueron las siguientes:

**5.3.1. Variables físicas**

- **Textura**

El método de Bouyoucos se utilizó para determinar la textura, el cual utiliza la distribución de las partículas minerales y requiere la dispersión de las partículas en el suelo con una sustancia como el metafosfato de sodio. Después de la dispersión, se utiliza un hidrómetro, que mide las partículas en suspensión, para determinar la cantidad de arena, limo y arcilla presentes en la muestra de suelo. Los resultados se toman en dos tiempos (Rojas y Herrera, 2016). Los resultados se presentaron en porcentaje y de acuerdo al triangulo textural de suelo (Figura 4).



**Figura 4.** Triángulo textural del suelo de la USDA.

- **Densidad aparente (DA)**

El método del cilindro, implica la recolección de una muestra de suelo en forma de cilindro con un dispositivo de muestreo metálico (cilindro de 5 cm de alto, 5,3 cm de diámetro y un volumen de 100 cm<sup>3</sup>), se utilizará para determinar la variable de densidad aparente. El cilindro se inserta hasta la profundidad necesaria de 20 cm. El objetivo es obtener una muestra de suelo con un volumen específico (Vt) en su estado natural (sin alteraciones) en su ubicación original. Una vez extraído el muestreador del suelo se retirará el cilindro interior y se enrasará la muestra cortando cuidadosamente con un cuchillo el suelo excedente por encima y por debajo. Los cilindros enrasados se llevarán al laboratorio para su secado en estufa a 105 °C por 48 horas y posterior pesado para determinar su masa (Agostini et al., 2014).

### 5.3.2. Variables químicas

- **Materia orgánica**

Para el cálculo de materia orgánica se usó el método de Walkley Black propuesto en 1934. El procedimiento implica la preparación de la muestra de suelo, la adición de dicromato de potasio y ácido sulfúrico, agitación, reposo, adición de agua destilada, ácido fosfórico y difenilamina, titulación con la solución de sal de Morh y registro del volumen consumido. Para obtener resultados precisos, es crucial realizar un blanco siguiendo el mismo proceso que con

la muestra; es necesario señalar que en el análisis se usó un espectrofotómetro UV/VIS (Prada y Alfredo, 2018).

El cálculo del porcentaje de la materia orgánica se presentará mediante la siguiente ecuación:

$$MO( \ ) = \frac{(V_o - V) \times N \times 0.39 \times 1.75 \times 1.1}{PM}$$

Dónde:

**V<sub>o</sub>** = volumen gastado en la titulación del blanco.

**V** = volumen gastado en la titulación de la muestra.

**N** = Normalidad exacta del sulfato de hierro.

**0.39** = Peso químico equivalente del carbón.

**1.72** = Constante de conversión de C a MO sobre la hipótesis de que la materia orgánica contiene 58 % de C en la generalidad de los suelos encontrados en el Ecuador.

**1.1** = Error de conversión de C a MO (10 %).

**PM** = Peso de la muestra de suelo.

**F** = Factor de corrección de la sal de Morh.

**0.39** = 3 x 100 x 1.3/100 (3 = peso equivalente del carbono)

- **pH**

Para este análisis se usó el método de electrometría, que utiliza un electrodo de vidrio para medir el potencial de hidrógeno, la dilución requiere de una muestra de suelo con agua destilada a una proporción de (1:2,5), agitarla y dejar reposar durante 30 minutos. El proceso implica agregar veinte mililitros de suelo y cincuenta mililitros de agua destilada. Luego, agitar la mezcla durante cinco minutos a 400 rpm, dejar reposar durante treinta minutos y luego usar un potenciómetro configurado previamente para leer el pH. La interpretación de pH se realizará de acuerdo a la Tabla 2.

**Tabla 2.** Interpretación de los resultados de pH

<b>pH</b>	<b>Interpretación</b>
5.5	Ácido
5.6 a 6.4	Ligeramente ácido
6.5 a 7.5	Prácticamente neutro
7.6 a 8.0	Ligeramente alcalino

8.1	Alcalino
-----	----------

- **Determinación de nitrógeno amoniacal disponible (N)**

El principio detrás del método Kjeldahl consiste en la digestión ácida (con ácido sulfúrico y catalizadores) y requiere un tiempo significativo de hasta 10 horas. Por lo general, la digestión se realiza a 420°C. La reacción forma sulfato de amonio, que en exceso de hidróxido de sodio genera amoníaco, el cual se destila y se titula para determinar el contenido de nitrógeno en la muestra a estudiar (Lanza et al., 2016).

- **Determinación de fósforo disponible (P)**

Para la cuantificación del fósforo se manejó el método de espectrofotometría UV-VIS, el cual se basa en medir la intensidad del color del complejo azul de fosfomolibdato, que se forma por la reacción del ion ortofosfato con el ion molibdato en medio ácido. Luego, el complejo se reduce parcialmente con ácido ascórbico para generar el color azul.

- **Determinación de macronutrientes (K, Ca, Mg) y micronutrientes (Fe, Cu, Mn, Zn)**

El principio se basa en la atomización de los elementos en solución mediante la llama aire-aceite, permitiendo la absorción proporcional de radiación proveniente de una lámpara del mismo elemento (Rahn-Chique et al., 2012). Se toman 2,5 ml de suelo y se agregan 25 ml de solución extractante; se agita durante 10 minutos y se filtra. Después de tomar 1 mililitro de filtrado, se agregarán 9 mililitros de agua destilada y 15 mililitros de óxido de lantano al 1 %. Una curva de calibrado se tomará utilizando soluciones patrón y la solución extractora como cero. Las condiciones y concentraciones establecidas en el procedimiento se utilizan para realizar las lecturas en un espectrofotómetro de absorción atómica.

- **Capacidad de intercambio catiónico**

Método de Formaldehído consiste en pesar 5 gramos de suelo, agregar 25 ml de acetato de amonio 1N a pH 7.0 y agitar durante 30 minutos, seguido de un reposo de 15 minutos. Luego, se filtra y se agrega más acetato hasta completar 100 ml, y se guarda el filtrado para determinar Ca<sup>++</sup>, Mg<sup>++</sup>, K<sup>+</sup> y Na<sup>+</sup>. El suelo se lava cinco veces con 100 ml de alcohol etílico y cinco veces con cloruro de sodio al 10 % en cinco porciones de 10 ml. Después de agregar formol al 40 % neutralizado y fenolftaleína al 1 %, se titula la solución obtenida con NaOH 0,1N. Se utiliza agua destilada, cloruro de sodio y formol para crear un blanco.

**5.4. Metodología para el segundo objetivo:** Caracterizar y analizar la variabilidad climática de tres localidades representativas de poblaciones nativas de chirimoya para propósitos agronómicos.

Se realizó en 3 zonas representativas de poblaciones nativas de chirimoya: cantón, Calvas, Loja y Espíndola.

Las variables que se analizarán son:

- Temperatura máxima mínima y media utilizando un termómetro HOBO S-THC-M002, se representó en mapas de isotermas los cuales se obtuvieron conociendo los datos de temperatura media de la temporada evaluada.
- Para medir la precipitación se utilizó un sensor pluviométrico HOBO S-RGEF, además se presentaron los resultados en datos diarios y mensuales. Además, se realizó interpolaciones a partir de los datos pluviómetros estacionarios (estaciones meteorológicas) ubicados en las dos localidades de estudio para obtener un mapa de isoyetas. Estos datos fueron comparados con datos históricos observados para determinar la variabilidad de las zonas de estudio en un periodo más amplio de tiempo.
- Humedad relativa la cual se midió con un higrómetro modelo HOBO S-THC-M002, los datos se expresarán en porcentaje.
- La radicación se computó con un piranómetro que mide la intensidad de luz y PAR, modelo HOBO S-LIA-M003. Los datos se registraron a nivel diario en MJ/m<sup>2</sup> día.

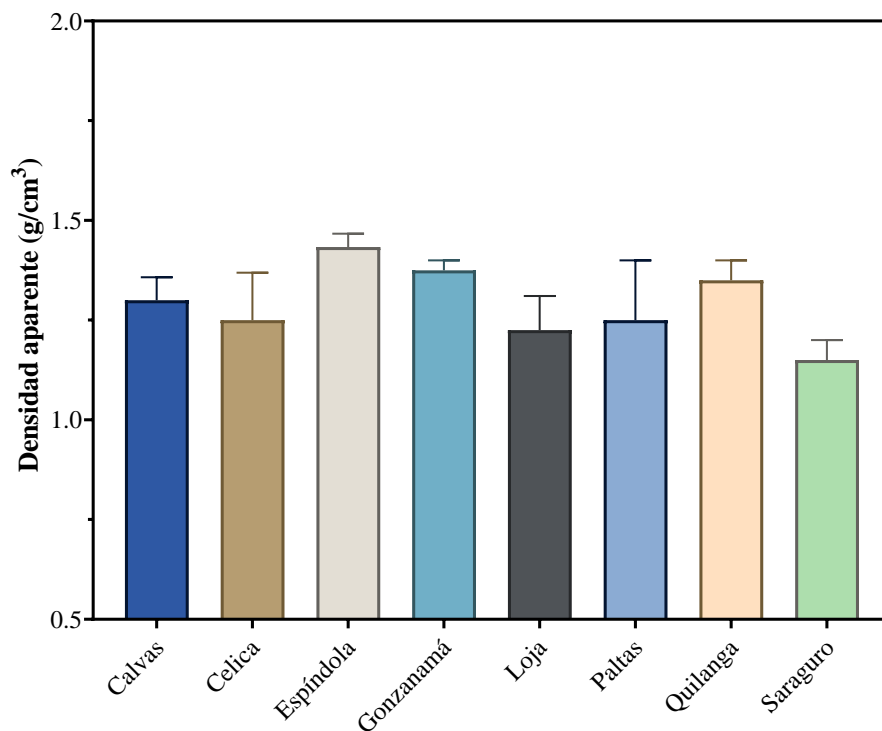
Todos los datos se registraron de manera diaria cada hora durante 4 meses desde abril hasta julio 2024. Las variables precipitación y radiación fueron reportadas como valores acumulados diarios, y mensuales. Mientras que, las variables temperatura y humedad relativa se expresaron como medias diarias y mensuales. La variabilidad de los datos registradas fue expresada como coeficientes de variación.

## 6. Resultados

### 6.1. Resultados físicos y químicos de suelo de zonas de poblaciones nativas de chirimoya

#### 6.1.1. Densidad aparente

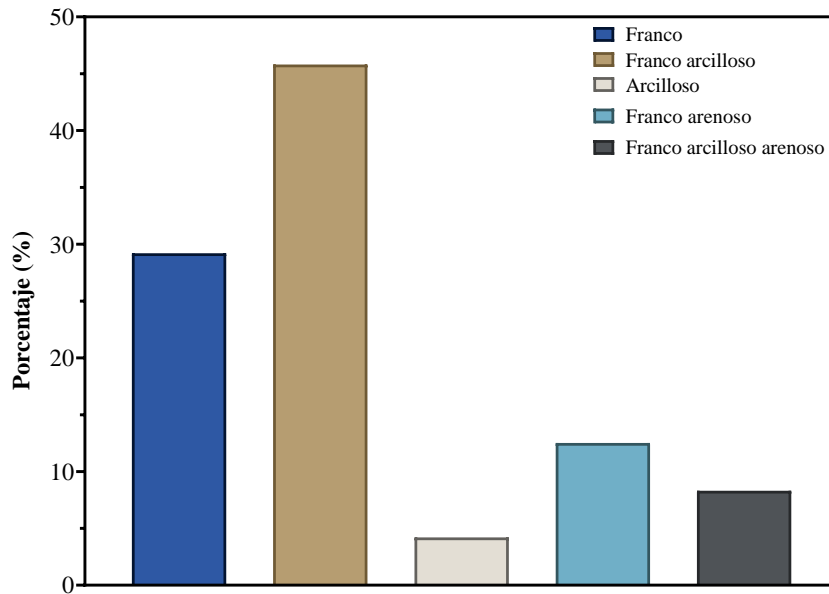
En la figura 5 se muestra la densidad aparente de los diferentes sitios de crecimiento de la chirimoya, en el que se determinó que no existe diferencias significativas entre estas localidades. La densidad aparente varió entre 1 a 1,4 g/cm<sup>3</sup>, no siendo un factor limitante para el crecimiento de la chirimoya en los sitios estudiados.



**Figura 5.** Densidad aparente de los suelos con poblaciones de chirimoya en 8 cantones de la provincia de Loja, las líneas verticales encima de las barras indican el error estándar de las medias (E.E.M).

#### 6.1.2. Textura de los suelos

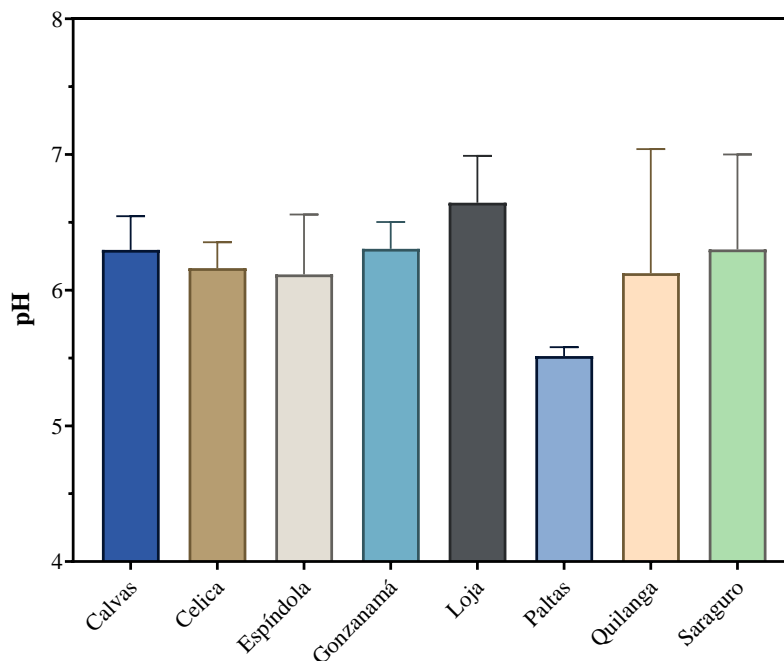
De acuerdo con los resultados analizados en la figura 6 indica una alta diversidad textural encontrando que un 40 % de los suelos presentan un tipo de textura franco arcillosa, en contraste a un 30 % de las muestras mantienen una textura franca y el porcentaje restante se muestra como suelos arcillosos, francos arenosos y francos arcillosos arenosos.



**Figura 6.** Tipos de textura de los suelos con poblaciones de chirimoya en 8 cantones de la provincia de Loja, las líneas verticales encima de las barras indican el error estándar de las medias (E.E.M).

### 6.1.3. pH del suelo

En la figura 7 se muestra el pH promedio de los cantones en el que se determinó que no existe un efecto significativo entre los diferentes sitios de crecimiento de la chirimoya. Esto nos indica que el pH de los suelos está en un rango general de 5,5 a 6,5, siendo una de las variables más significativas y determinantes en los suelos agrícolas, pues perturba directamente a la absorción de los nutrientes y su disponibilidad en el suelo.

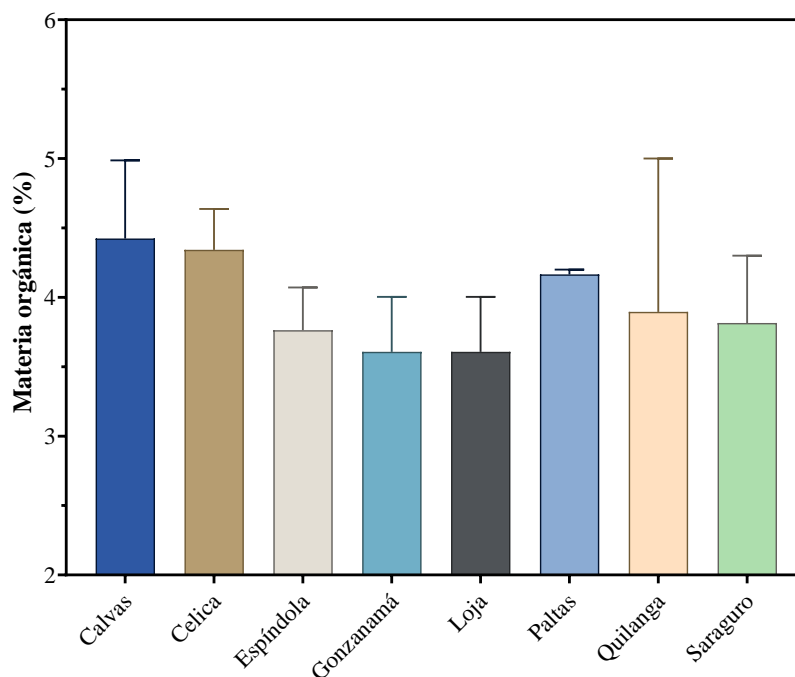


**Figura 7.** pH de suelo de los suelos con poblaciones de chirimoya en 8 cantones de la provincia de Loja, las líneas verticales encima de las barras indican el error estándar de las medias (E.E.M).



#### 6.1.4. Porcentaje de materia orgánica en los suelos

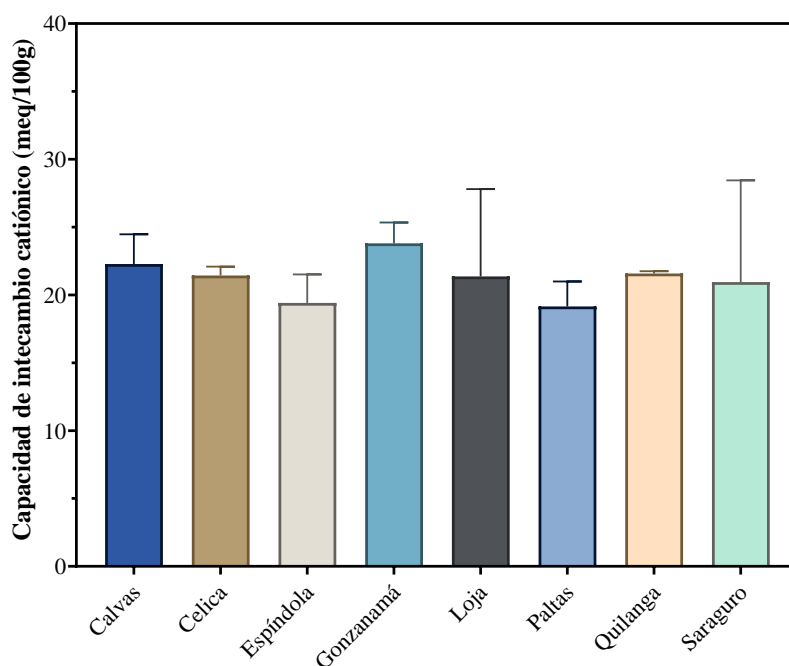
A partir del análisis se determinó que el contenido de materia orgánica no tuvo efecto significativo en los diferentes sitios de crecimiento de la chirimoya, siendo un parámetro que cumple un rol importante en la nutrición mineral de los cultivos, como fuente natural de nutrientes, así como también en las propiedades físicas, como densidad de volumen, capacidad retentiva de humedad, estructura, temperatura, aireación y porosidad. En la figura 8 indica el contenido de materia orgánica, presentando un promedio de 3 % a 4,50 % sobre la materia seca total del suelo (s.m.s.), siendo valores superiores al rango óptimo establecido, que va del 1,50 % a 2,50 % de s.m.s.



**Figura 8.** Resultados de materia orgánica de los suelos con poblaciones de chirimoya en 8 cantones de la provincia de Loja, las líneas verticales encima de las barras indican el error estándar de las medias (E.E.M).

#### 6.1.5. Capacidad de intercambio catiónico (CIC) de los suelos

En cuanto a la capacidad de intercambio catiónico se destaca que es la habilidad que tiene el suelo de atraer y retener cationes sobre su superficie e intercambiarlos con otros en el medio ambiente circundante. Los cationes retenidos en la superficie se denominan iones adsorbidos. los análisis no presentan diferencias significativas, mostrando valores que van de los 19 meq/100g a los 23 meq/100g (Figura 9).



**Figura 9.** Capacidad de intercambio catiónico de los suelos con poblaciones de chirimoya en 8 cantones de la provincia de Loja, las líneas verticales encima de las barras indican el error estándar de las medias (E.E.M).

#### 6.1.6. Macronutrientes del suelo

A partir del análisis de varianza se determinó que no existe un efecto significativo de los macronutrientes en el suelo y los diferentes sitios de crecimiento de chirimoya. En la tabla 2, se muestran los que valores de nitrógeno (% s.m.s.) varían ligeramente, con un rango de 0,22 % en Gonzanamá a 0,33 % en Calvas, mientras que los niveles de fósforo (mg/kg) oscilan entre 6,44 en Saraguro y 94,63 en Celica, el potasio (mg/kg) muestra una variación de 234,95 en Loja a 490,97 en Gonzanamá, y el magnesio (mg/kg) fluctúa entre 216,96 en Loja y 632,68 en Gonzanamá. El calcio (mg/kg) presenta una amplitud de 1367,69 en Saraguro a 4011,50 en Calvas.

**Tabla 3.** Contenidos de macronutrientes en suelos con poblaciones de chirimoyas de 8 cantones de la provincia de Loja expresados en total de la masa seca del suelo (s.m.s).

Cantón	N (%)	P (mg/kg)	K (mg/kg)	Mg (mg/kg)	Ca (mg/kg)
Calvas	0,33	26,91	289,21	589,64	4011,50
Celica	0,32	94,63	373,77	461,48	3148,40
Espíndola	0,24	22,85	319,88	327,12	3280,65
Gonzanamá	0,22	33,22	490,97	632,68	3817,30
Loja	0,28	46,16	234,95	216,96	1471,69
Paltas	0,31	15,37	278,15	258,76	1843,06
Quilanga	0,32	24,97	267,92	584,42	3622,00
Saraguro	0,30	6,44	353,37	422,38	1367,69
<b>P valor</b>	<b>0,2267</b>	<b>0,6385</b>	<b>0,7026</b>	<b>0,1961</b>	<b>0,0625</b>

**6.1.7. Micronutrientes del suelo**

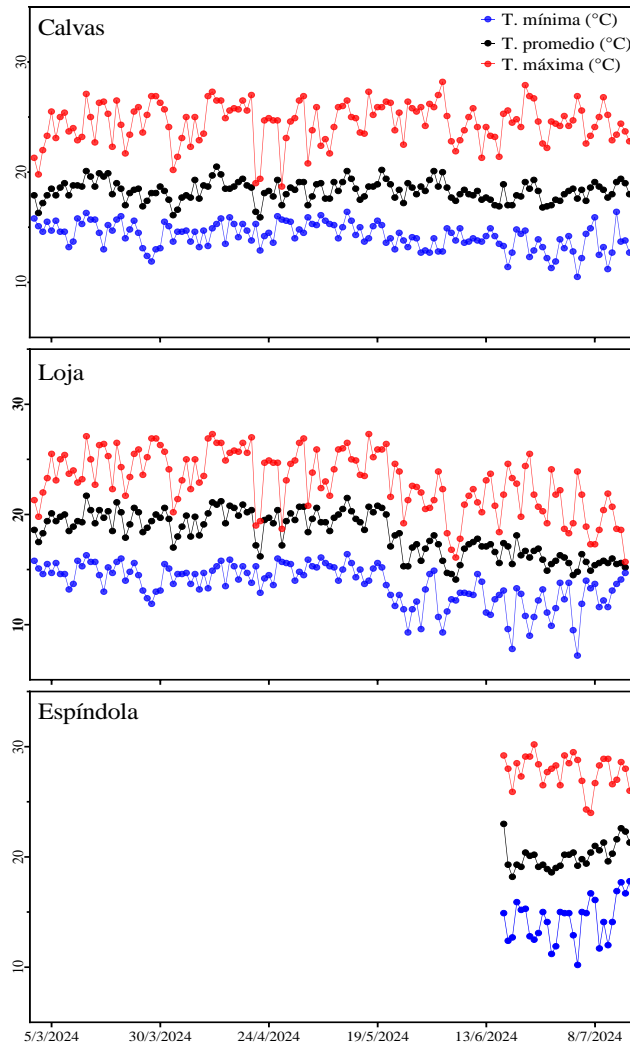
A partir del análisis se determinó que existe un efecto significativo de los micronutrientes Cu y Mn sobre los sitios de crecimiento de chirimoya, sin embargo, para los micronutrientes Fe, Zn no existió un efecto significativo. En la tabla 3 se muestra los niveles de Cu con valores que van desde 0,58 mg/kg s.m.s. en Espíndola hasta 8,48 mg/kg s.m.s. en Paltas. Para Mn los niveles más bajos están Saraguro (14,85 mg/kg) y los más altos en Paltas (73,39 mg/kg). Por otro lado, el contenido de Fe varía, desde 59,72 mg/kg en Gonzanamá hasta 271,91 mg/kg en Espíndola y, por último, el Zn con valores que oscilan entre 3,82 mg/kg s.m.s. en Calvas y 11,72 mg/kg s.m.s. en Paltas.

**Tabla 4.** Contenidos de micronutrientes en suelos con poblaciones de chirimoya de 8 cantones de la Provincia de Loja expresados en total de la masa seca del suelo (s.m.s). Medias con una letra en común no son significativamente diferentes ( $p>0,05$ ).

<b>Cantón</b>	<b>Fe (mg/kg)</b>	<b>Cu (mg/kg)</b>	<b>Mn (mg/kg)</b>	<b>Zn (mg/kg)</b>
Calvas	73,04 <sup>a</sup>	2,70 <sup>b</sup>	25,85 <sup>ab</sup>	3,82 <sup>a</sup>
Celica	182,23 <sup>a</sup>	2,16 <sup>b</sup>	65,52 <sup>ab</sup>	11,41 <sup>a</sup>
Espíndola	271,91 <sup>a</sup>	0,58 <sup>b</sup>	25,91 <sup>ab</sup>	8,15 <sup>a</sup>
Gozanamá	59,72 <sup>a</sup>	1,69 <sup>b</sup>	32,06 <sup>ab</sup>	5,79 <sup>a</sup>
Loja	232,19 <sup>a</sup>	1,80 <sup>b</sup>	33,80 <sup>ab</sup>	9,72 <sup>a</sup>
Paltas	250,72 <sup>a</sup>	8,48 <sup>a</sup>	73,39 <sup>a</sup>	11,72 <sup>a</sup>
Quilanga	101,01 <sup>a</sup>	0,75 <sup>b</sup>	41,25 <sup>ab</sup>	6,99 <sup>a</sup>
Saraguro	158,69 <sup>a</sup>	1,26 <sup>b</sup>	14,85 <sup>b</sup>	9,38 <sup>a</sup>
<b><i>P valor</i></b>	<i>0,8338</i>	<i>0,0001</i>	<i>0,0235</i>	<i>0,4940</i>
<b><i>E.E .M</i></b>	<i>29,050</i>	<i>0,900</i>	<i>7,188</i>	<i>0,969</i>

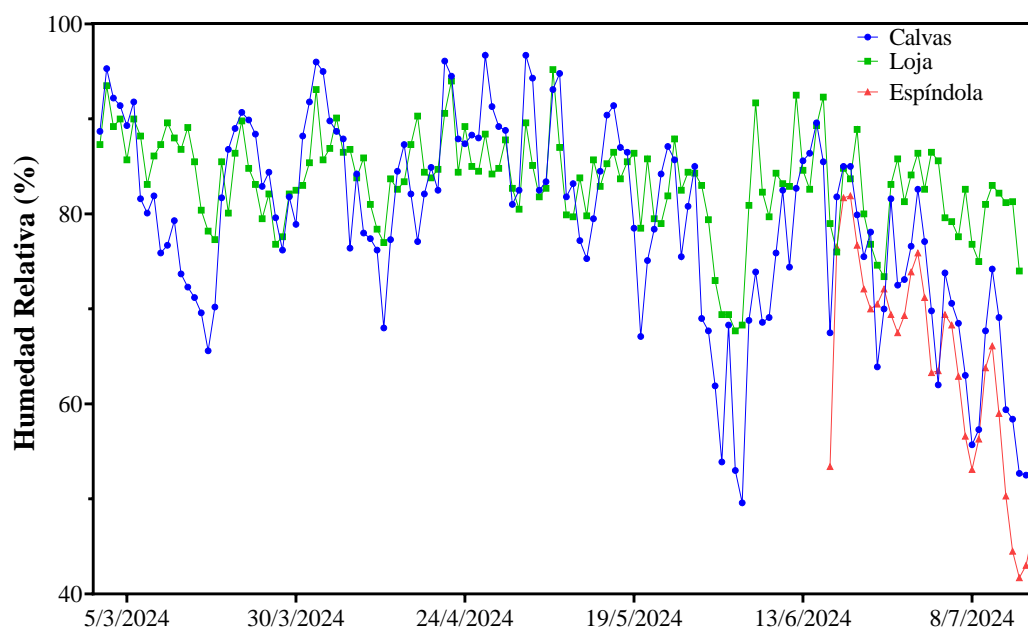
**6.2. Resultados climáticos de zonas de poblaciones nativas de chirimoya**

En la figura 10, presenta la temperatura promedio del cantón Clavas que fluctúa entre los 23°C con temperaturas máximas y mínimas de 15°C y 27°C, teniendo una buena correlación a la temperatura del cantón Loja que ronda el promedio de 24°C y con mínimas y máximas de 18°C y 28°C respectivamente, finalmente el registro de temperatura del cantón Espíndola presenta valores promedios más altos a diferencia de los dos cantones teniendo como promedio 27°C y valores mínimos de 24°C y máximos de 30°C, hay que tener en cuenta que el periodo de evaluación de la estación Espíndola es mucho menor a comparación de sus contrapartes realizando la toma de datos de aproximadamente un mes.



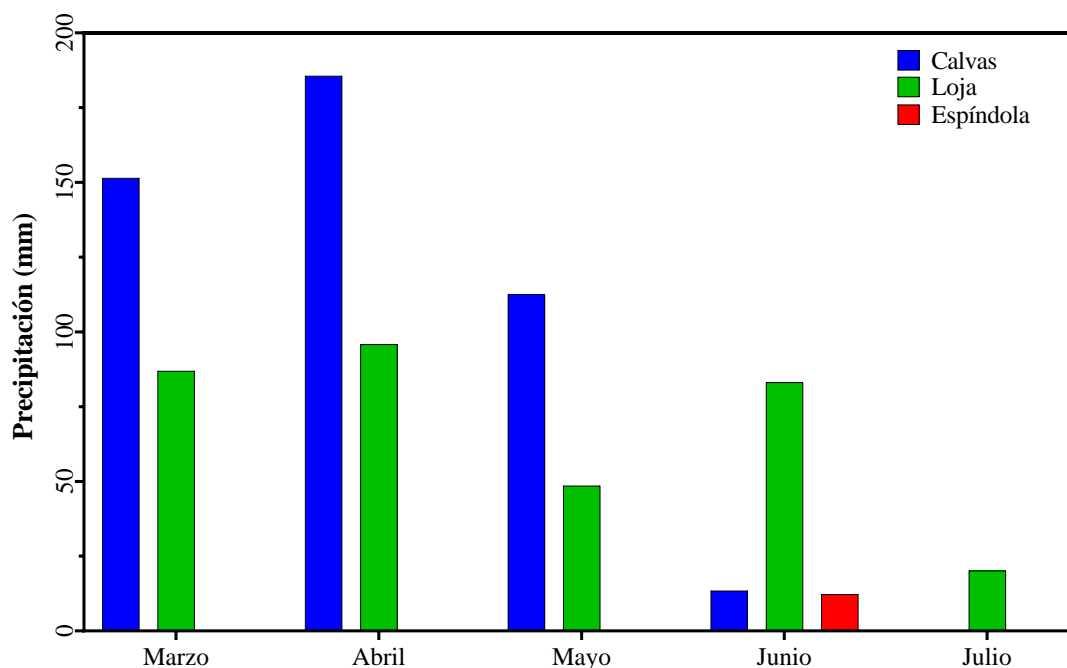
**Figura 10.** Temperaturas máximas y mínimas de los cantones Calvas Loja y Espíndola, en el periodo de evaluación.

La figura 11 muestra la humedad relativa evaluada, en donde las estaciones Calvas y Loja registraron poca variación en los resultados que van desde los 60 % a 95 % y con promedios que fluctúan los 80 % a 85 % de humedad, a diferencia del cantón Espíndola el cual registra un promedio de humedad relativa inferior del 65 %.



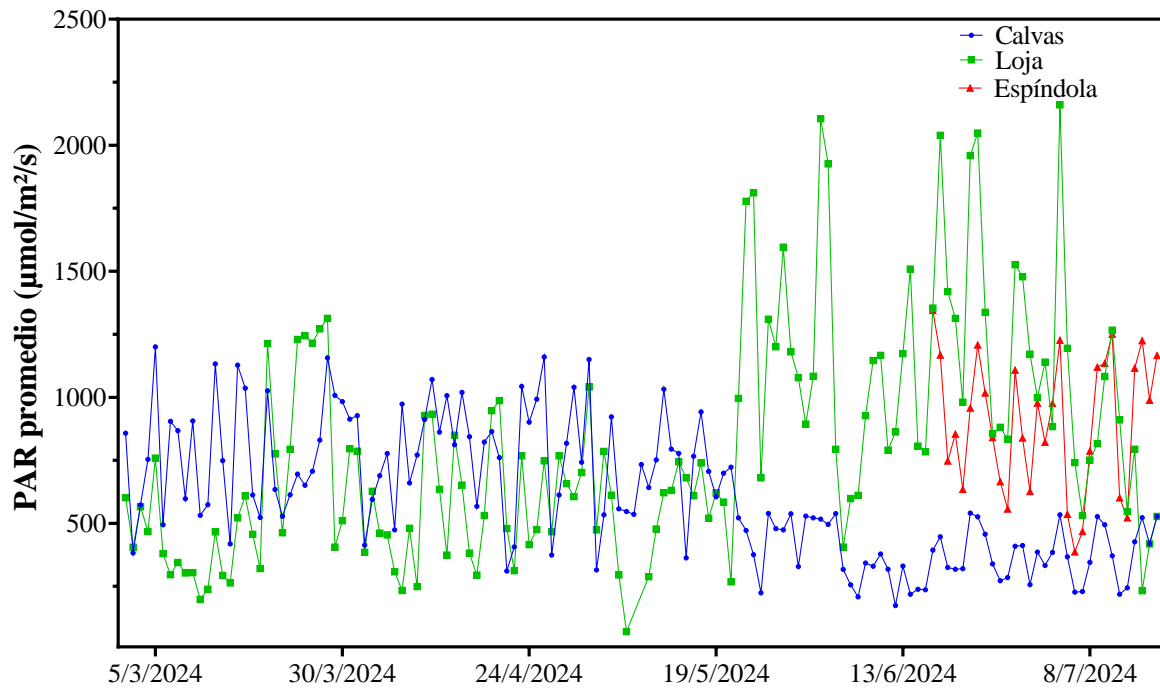
**Figura 11.** Humedad relativa de los cantones Calvas Loja y Espíndola, en el periodo de evaluación.

La precipitación muestra un patrón de incremento constante en las estaciones, pero con diferencias en la cantidad total acumulada. En Calvas, se observa un aumento significativo, superando los 450 mm hacia el final del período de estudio, mientras que, en Loja, la acumulación es más gradual, alcanzando cerca de 330 mm, algo a destacar es que al tener un periodo más limitado en el cantón Espíndola la acumulación fue muy inferior logrando un valor acumulativo de 12 mm de precipitación (Figura 12).



**Figura 12.** Precipitación de los cantones Calvas Loja y Espíndola, en el periodo de evaluación.

Finalmente, la radiación fotosintéticamente activa (PAR) promedio como lo muestra la figura 13, presenta fluctuaciones diarias notables en las estaciones, con Calvas mostrando valores promedios de 800  $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$  muy similar a los valores del cantón Loja con promedios de 760  $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ , en contraste del cantón Espíndola que muestra un promedio de 900  $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ .



**Figura 13.** Radiación fotosintéticamente activa (PAR) de los cantones Calvas Loja y Espíndola, en el periodo de evaluación.

## 7. Discusiones

Los resultados edáficos de los cantones muestreados presentan valores homogéneos en características físicas y químicas, lo que indica que no existe diferencias significativas, presentando densidades aparentes que van desde  $1 \text{ g/cm}^3$  a  $1,4 \text{ g/cm}^3$  y clases texturales de tipo franco, franco arcillosos, franco arenosos y franco arcillosos arenosos, esto debido a que las muestras de suelo se las tomaron en zonas potenciales donde se desarrolla el cultivo de chirimoya siendo principalmente zonas de bosques nativos. De acuerdo con los estudios realizados por Moscol et al., (2022) muestran que en áreas de conservación forestal el tipo de textura que predomina son de clase franco arenoso, franco arcilloso y franco arcilloso arenoso, de igual forma constatan Feng et al., (2018) que en suelos francos la densidad aparente media es de  $1,4 \text{ g/cm}^3$  a  $1,5 \text{ g/cm}^3$ , teniendo un alta correlación el tipo de textura con la densidad aparente. Rodríguez et al., (2021) mencionan que el tipo de suelo no es un limitante determinante para el crecimiento de esta planta, porque la chirimoya se adapta a varios tipos de suelo, como francos, arenoso, arenoso arcilloso, arcilloso o pedregoso,

Los análisis químicos muestran rangos de pH de 5,5 a 6,5 y con una alta cantidad de materia orgánica total de 3 % a 4,50 %, siendo suelos en donde se encuentran los principales potenciales de chirimoya. De acuerdo con Rodríguez et al., (2021) destaca que la chirimoya necesita de un suelo con buen drenaje, ya que no resisten los suelos inundados, así mismo, mencionan que el pH del suelo más adecuado está entre 6,0 y 7,5, sin embargo, García et al., (2010) aclaran que los valores óptimos de pH deben mantenerse en un rango de 7,5 a 8,5, adaptándose a una amplia gama de suelos pesados a muy ligeros, aunque destacan que los mejores resultados de desarrollo se obtienen en suelos francos con buen porcentaje de materia orgánica y buen drenaje. Asimismo, Vega (2013) asegura que el género *Annona* que se cultivan, se adapta a diversos tipos de suelos, como pueden ser arenosos, limo-arenosos, o arcillosos, e incluso se ha visto que crecen bien en suelos pedregosos, solo requiere de que estos tengan un buen drenaje.

En cuanto a los análisis nutricionales de los macronutrientes, sugieren una relativa similitud en sus niveles, lo que puede ser crucial para la caracterización edafoclimática de las zonas donde está presente el cultivo de chirimoya. Esta uniformidad nutricional puede implicar que las diferencias observadas en el crecimiento y productividad de la chirimoya no pueden atribuirse a variaciones en la disponibilidad de macronutrientes en el suelo, sino probablemente a otros factores. Rodríguez et al., (2021) señalan que la demanda de nitrógeno en chirimoya aumenta con el desarrollo de la planta, además destaca la importancia de los niveles adecuados de potasio que debe mantener el suelo para evitar problemas nutricionales, los requerimientos de calcio y

magnesio son importantes, especialmente en la última fase del crecimiento de la fruta, antes de la maduración.

Respecto a los análisis de micronutrientes, se observó que no existe diferencias significativas en Fe y Zn a diferencia del Cu y Mn en donde si se presentan diferencias significativas especialmente en el cantón Paltas donde los valores son superiores a comparación de los demás cantones. Rehman et al., (2019) aclaran en sus estudios que las concentraciones de Cu en el suelo dependen de la geología y varían entre 2-50 mg Cu kg<sup>-1</sup>, pero las concentraciones naturales de Cu > 100 mg/kg también se pueden encontrar en algunos suelos, pero estas altas concentraciones ya llegan a ser tóxicas para cualquier cultivo. Estudios realizados por Khoshru et al., (2023) mencionan que el Mn en concentraciones altas (>300 mg/Kg) llega a producir alteraciones en el suelo llegando al punto de toxicidad. La fitodisponibilidad del Cu y Mn aumenta con la disminución del pH, esto se puede corroborar en los estudios realizados, ya que el cantón Paltas presenta pH inferiores a comparación al resto, por esta razón puede que Paltas presente valores superiores a la media, sin embargo, estos resultados no se consideran tóxicos para el cultivo, no obstante, es necesario realizar más estudios para corroborar lo mencionado.

Un punto necesario a destacar es que los tres cantones en donde se realizó la caracterización climática están ubicados a distintos rangos altitudinales, que va de los 1600 m.s.n.m. en el cantón Espíndola, 2000 m.s.n.m. para Calvas y para el cantón Loja mencionamos una altitud que ronda los 2150 m.s.n.m., de acuerdo con Bydekerke et al., (1998) en su estudio mencionan que las limitaciones climáticas restringen severamente la distribución natural de la chirimoya en la provincia de Loja. La idoneidad climática está determinada en gran medida por la temperatura, las condiciones óptimas para el desarrollo del cultivo de chirimoya se encuentran en altitudes de 1600 y 2000 m.s.n.m.

De acuerdo con los análisis climáticos se puede lograr apreciar poca dispersión en los resultados obtenidos de los tres cantones, teniendo en cuenta que se logró tomar las temperaturas promedio de 18°C para los cantones Loja y Calvas, en cambio para el cantón Espíndola al tomar datos desde el mes de junio y julio la presencia de temperaturas altas fue mucho más evidente presentando una temperatura promedio de 20°C. La disponibilidad de agua a través de la lluvia es crucial para el crecimiento de la chirimoya, y la mayor cantidad de lluvia en Calvas podría favorecer un mayor desarrollo vegetativo del cultivo. Rodríguez et al., (2021) aclaran que la temperatura mínima óptima para el desarrollo de la chirimoya debe de ser de 17 °C y la temperatura máxima óptima de 25 °C, además señalan que el rango óptimo de lluvias



debe mantenerse entre los 800 mm a 1200 mm por año. Higuchi et al., (1998) mencionan que la temperatura es el factor con mayor predominancia en el desarrollo de la chirimoya, afectando el crecimiento de los brotes y la fotosíntesis en chirimoya al influir en la conductancia estomática a través del déficit de presión de vapor de las hojas, las temperaturas que plantea a las que se adapta el cultivo ronda los 15 °C a 30 °C.

La chirimoya requiere una buena cantidad de luz solar para la fotosíntesis, y estos valores de PAR son indicativos de una adecuada disponibilidad de luz, que favorece la actividad fotosintética y el crecimiento de la planta. En cuanto a la humedad relativa podemos decir que existe una correlación entre temperatura y humedad relativa, mientras más temperatura menor es la cantidad de humedad y viceversa. De acuerdo con los resultados las humedades relativas para los cantones de Calvas y Loja rondan los 70 % a 80 % a diferencia de Espíndola que al ser evaluada en temporada seca las humedades bajan significativamente presentando promedios 60 %. La (FAO, 2004) aclara que para el crecimiento óptimo del cultivo, este debe permanecer a humedades relativas con un rango de 80 % a 95 %. Bakane et al., (2020) destacan que el requerimiento de temperaturas y humedades relativas adecuadas son esenciales para la conservación de la chirimoya y la preservación de calidad, planteando valores de temperatura media de 20 °C y humedades de 85 % a 90 %.

## 8. Conclusiones

- La presente investigación proporciona una descripción general de las características físicas y químicas de suelo de diferentes zonas de poblaciones nativas de chirimoya. En donde a partir de los análisis edáficos se determinó que la chirimoya se adapta bien a suelos con densidad aparente de  $1 \text{ g/cm}^3$  a  $1,4 \text{ g/cm}^3$  y con texturas franco y franco arcilloso, además el pH registrado va en un rango de 5,5 a 6,5, y cantidades de materia orgánica de 3 % a 5 %, en cuanto a macro y micronutrientes se analizaron valores en rangos óptimos y altos, a diferencia de ciertos nutrientes (P y Cu) que presentaron valores inferiores a lo óptimo en ciertos sitios.
- En cuanto a las condiciones climáticas se describió que el cultivo de chirimoya crece a una altitud de 1600 y 2000 m.s.n.m., además se observó que se desarrolla a temperaturas promedios de  $18 \text{ }^\circ\text{C}$ , con humedades de 70 % a 80 %, precipitaciones constantes y con una PAR promedio de 600 a  $800 \mu\text{mol/m}^2/\text{s}$ .

## **9. Recomendaciones**

- Realizar un plan de fertilización para conocer los requerimientos exactos del cultivo, es necesario para un buen manejo de la chirimoya y así garantizar una mayor producción y maximizar el rendimiento del cultivo.
- Se recomienda generar mapas que permitan evaluar nuevos sitios que cumplan con los requerimientos climáticos a nivel nacional, para realizar una planificación que beneficie el establecimiento del cultivo de chirimoya.

## 10. Bibliografía

- Agostini, M. D. L. Á., Monterubbianesi, M. G., Studdert, G. A., y Maurette, S. (2014). Un método simple y práctico para la determinación de densidad aparente. *Ciencia del suelo*, 32(2), 171-176.
- Aguirre Mendoza, Z. (2017). Biodiversidad de la provincia de Loja, Ecuador. *Arnaldoa*, 24(2), 523-542. <https://doi.org/10.22497/arnaldoa.242.24206>
- Bakane, P. H., Bele, G. M., y Khobragade, U. H. (2020). *Effect of Temperature and Relative Humidity on Ripening of Custard Apple (Annona squamosa L.)*. 44.
- Borja, E. (2017). *Caracterización eco-geográfica de Prunus serotina Ehrh subsp. Capuli (Cav.) McVaugh (capuli), en la región andina de Ecuador* (pp. 1-61).
- Bydekerke, L., Van Ranst, E., Vanmechelen, L., y Groenemans, R. (1998). Land suitability assessment for cherimoya in southern Ecuador using expert knowledge and GIS. *Agriculture, Ecosystems y Environment*, 69(2), 89-98. [https://doi.org/10.1016/S0167-8809\(98\)00090-5](https://doi.org/10.1016/S0167-8809(98)00090-5)
- Echeverría, X., David, A., Fierro, P., Salin, E., Carrera, A., Martínez, M., y Francisco, P. (2013). GENERACIÓN DE GEOINFORMACIÓN PARA LA GESTIÓN DEL TERRITORIO A NIVEL NACIONAL ESCALA 1:25.000. *Geoportal IGM*, 1-30.
- Elizalde, G. (2018). *Relación de la temperatura, humedad relativa y precipitación en la fenología floral de poblaciones silvestres de Annona cherimola Mill. En la provincia de Loja*.
- FAO. (2004). *Manual for the preparation and sale of fruits and vegetables*. <https://www.fao.org/4/y4893e/y4893e00.htm#Contents>
- FAO. (2006). *CARACTERÍSTICAS GENERALES DE CHIRIMOYA (Annona Cherimola)*.
- Feng, J., Huang, X., Deng, Z., Jia, Y., Cai, J., Cheng, Q., y Zhang, H. (2018). *EFFECT OF BULK DENSITY ON SOIL WATER POTENTIAL IN MEDIUM LOAM SOIL OF AGRICULTURE*.

- Ganzález, J. (2015). *Manejo poscosecha de Annona cherimola en el valle de puchka- ancash para la producción de pulpa*.
- García, W., Guzmán, B., Lino, V., Rojas, J., Hermoso, J., Guirado, E., González, J., Scheldeman, X., y Hermoza, I. (2010). *Manual de Manejo Integral del Cultivo de Chirimoyo*. Poligraf.
- García-Carmona, M., Márquez-San Emeterio, L., Reyes-Martín, M. P., Ortiz-Bernad, I., Sierra, M., y Fernández-Ondoño, E. (2020). Changes in nutrient contents in peel, pulp, and seed of cherimoya (*Annona cherimola* Mill.) in relation to organic mulching on the Andalusian tropical coast (Spain). *Scientia Horticulturae*, 263, 109120. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2019.109120>
- Gaspar, L., Navas, A., Machín, J., López-Vicente, M., y Gómez Arozamena, J. (2014). Caracterización edáfica y distribución de  $^{137}\text{Cs}$  en perfiles de suelos representativos de agrosistemas mediterráneos de montaña. *Informacion Tecnica Economica Agraria*, 110(2). <https://doi.org/10.12706/itea.2014.008>
- Higuchi, H., Utsunomiya, N., y Sakuratani, T. (1998). *Effects of temperature on growth, dry matter production and CO<sub>2</sub> assimilation in cherimoya (Annona cherimola Mill.) and sugar apple (Annona squamosa L.) seedlings*.
- Khoshru, B., Mitra, D., Nosratabad, A. F., Reyhanitabar, A., Mandal, L., Farda, B., Djebaili, R., Pellegrini, M., Guerra-Sierra, B. E., Senapati, A., Panneerselvam, P., y Mohapatra, P. K. D. (2023). Enhancing Manganese Availability for Plants through Microbial Potential: A Sustainable Approach for Improving Soil Health and Food Security. *Bacteria*, 2(3), 129-141. <https://doi.org/10.3390/bacteria2030010>
- Lanza, J. G., Churión, P. C., y Gómez, N. (2016). Comparación entre el método Kjeldahl tradicional y el método Dumas automatizado ( N cube ) para la determinación de proteínas en distintas clases de alimentos. *Saber*, 28(2), 245-249.

- Larranaga, N., Albertazzi, F. J., Fontecha, G., Palmieri, M., Rainer, H., Van Zonneveld, M., y Hormaza, J. I. (2017). A Mesoamerican origin of cherimoya (*Annona cherimola* Mill.): Implications for the conservation of plant genetic resources. *Molecular Ecology*, 26(16), 4116-4130. <https://doi.org/10.1111/mec.14157>
- Márquez, K. (2021). Caracterización de la textura de suelo en la subcuenca del río Zaratí para la evaluación del sistema de agua subterránea. *Congreso Nacional de Ciencia y Tecnología – APANAC*, 271-277. <https://doi.org/10.33412/apanac.2021.3203>
- Mendes, D. S., Pereira, M. C. T., Nietsche, S., Silva, J. F., Rocha, J. S., Mendes, A. H., Xavier, H. R. A., y Santos, R. C. D. (2017). Phenological characterization and temperature requirements of *Annona squamosa* L. in the Brazilian semiarid region. *Anais Da Academia Brasileira de Ciências*, 89(3 suppl), 2293-2304. <https://doi.org/10.1590/0001-3765201720170205>
- Moscol, J. A., Herrera Palacios, E. L., y Puestas Chully, M. A. (2022). Estructura y diversidad arbórea y su relación con el suelo forestal en un ecosistema de bosque seco. *Manglar*, 19(4), 323-330. <https://doi.org/10.57188/manglar.2022.041>
- Naranjo, E., Tapia, C., Velázquez, R., Cruz, Y., Delgado, A., Borja, E., y Paredes, N. (2018). Caracterización eco-geográfica de Melloco (*Ullucus tuberosus* C.) en la región alto Andina del Ecuador. *Revistas de las agrociencias*, 1, 31-46.
- Núñez-Colín, C. A., Alia-Tejagal, I., Universidad Autónoma del Estado de Morelos, Villarreal-Fuentes, J. M., Universidad Autónoma de Chiapas, Escobedo-López, D., Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Rodríguez-Núñez, J. R., Universidad de Guanajuato, Peña-Caballero, V., y Universidad de Guanajuato. (2017). Distribution, eco-climatic characterization and potential cultivation zones of mamey sapote in Mexico. *Revista Chapingo Serie Horticultura*, XXIII(2), 75-88. <https://doi.org/10.5154/r.rchsh.2016.05.014>

- Prada, S., y Alfredo, D. (2018). Estandarización del método walkley-black para determinación de materia orgánica en suelos agrícolas por espectroscopia uv/vis basado en la norma ntc 5403 para el laboratorio de suelos agrícolas de la universidad francisco de paula Santander (Archivo Electrónico). [Http://Alejandria.Ufps.Edu.Co/Descargas/Tesis/1930178.Pdf](http://Alejandria.Ufps.Edu.Co/Descargas/Tesis/1930178.Pdf)  
<http://repositorio.ufps.edu.co/handle/ufps/5390>
- Rahn-Chique, K., Carrión, N., y Murillo, M. (2012). Determinación de cobre, magnesio y zinc en leucocitos mononucleares mediante espectrometría de absorción atómica con llama. *Investigación Clínica*, 53(4), 342-352.
- Rehman, M., Liu, L., Wang, Q., Saleem, M. H., Bashir, S., Ullah, S., y Peng, D. (2019). Copper environmental toxicology, recent advances, and future outlook: A review. *Environmental Science and Pollution Research*, 26(18), 18003-18016. <https://doi.org/10.1007/s11356-019-05073-6>
- Ríos Rojas, L., Correa, J. F., Rojas Marin, C. A., y Dorado-Guerra, D. Y. (2018). Caracterización edafoclimática de la zona productora de lima ácida Tahití (*Citrus latifolia* Tanaka) en el Tolima (Colombia), afectada por una fisiopatía. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 19(3). [https://doi.org/10.21930/rcta.vol19\\_num3\\_art:862](https://doi.org/10.21930/rcta.vol19_num3_art:862)
- Rodríguez, J. R., Campos, E., Agustín, J. A., Alia, I., Ortega Acosta, S. A., Peña-Caballero, V., Madera-Santana, T. J., y Núñez-Colín, C. A. (2021). Distribution, eco-climatic characterisation, and potential growing regions of *Annona cherimola* Mill. (Annonaceae) in Mexico. *Ethnobiology and Conservation*, 10. <https://doi.org/10.15451/ec2020-10-10.05-1-17>
- Rodríguez-Núñez, J. R., Campos-Rojas, E., Andrés-Agustín, J., Alia-Tejacal, I., Ortega-Acosta, S. A., Peña-Caballero, V., Madera-Santana, T. J., y Núñez-Colín, C. A. (2021). Distribution, eco-climatic characterisation, and potential growing regions of *Annona*

- cherimola Mill. (Annonaceae) in Mexico. *Ethnobiology and Conservation*, 10.  
<https://doi.org/10.15451/ec2020-10-10.05-1-17>
- Rojas, A., y Herrera, E. (2016). *DETERMINACIÓN DE TEXTURA POR EL MÉTODO DE BOUYUCOS MÉTODO DEL HIDRÓMETRO ESTANDARIZADO SEGÚN NORMA ASTM-152H*.  
[https://www.academia.edu/24095776/DETERMINACION\\_DE\\_TEXTURA\\_POR\\_EL\\_METODO\\_DE\\_BOUYUCOS\\_METODO\\_DEL\\_HIDROMETRO\\_ESTANDARIZADO\\_SEGUN\\_NORMA\\_ASTM\\_152H](https://www.academia.edu/24095776/DETERMINACION_DE_TEXTURA_POR_EL_METODO_DE_BOUYUCOS_METODO_DEL_HIDROMETRO_ESTANDARIZADO_SEGUN_NORMA_ASTM_152H)
- Ruiz, J., Medina, G., Flores, H., y Ramírez, G. (2020). *REQUERIMIENTOS AGROECOLÓGICOS DE CULTIVOS* (3.<sup>a</sup> ed.).
- Schweizer, S. (2011). *Muestreo y análisis de suelos para diagnóstico de fertilidad*. CENCOOD.
- Sokolowski, A., Paladino, I., Rodríguez, H., De Grazia, J., Barrios, M., Wolski, J., Navas, M., Rodríguez, E., Blasón, Á., Debelis, S., y Prack, B. (2020). Avances en la caracterización edafoclimática de un sector de la Reserva Santa Catalina, Lomas de Zamora. *Revista de Divulgación Técnica Agropecuaria, Agroindustrial y Ambiental*, 7(2), 55-68.
- Tacán, M., Rosales, O., Naranjo, E., Tapia, C., Monteros-Altamirano, A., Sigcha, F., Ordoñez, E., Flores, A., Valverde, M., Lima, L., Suango, V., y Paredes, N. (2024). *Zonas para la conservación de 25 cultivos nativos en Ecuador*. (Segunda edición). INIAP.
- Tapia, C., Torres, E., Paredes, N., y Parra-Quijano, M. (2021). Morphological and ecogeographical diversity analysis of maize germplasm in the high altitude Andes region of Ecuador. *Plant Genetic Resources: Characterization and Utilization*, 19(3), 183-194. <https://doi.org/10.1017/S1479262121000125>
- Vega, M. E. G. (2013a). *Y SUB-TROPICAL DE VALORES PROMISORIOS*. 34(3).
- Vega, M. E. G. (2013b). *Y SUB-TROPICAL DE VALORES PROMISORIOS*. 34(3).



- Velázquez Ruiz, A., Martínez R., L. M., y Carrillo González, F. M. (2012). Caracterización climática para la región de Bahía de Banderas mediante el sistema de Köppen, modificado por García, y técnicas de sistemas de información geográfica. *Investigaciones Geográficas*, 79. <https://doi.org/10.14350/rig.34534>
- Vit, P. (2014). *Composición química y actividad antioxidante de pulpa, hoja y semilla de guanábana Annona muricata L.* 39.

## 11. Anexos

Anexo 1. Herramientas para la recolección de muestras de suelo.



Anexo 2. Recolección de muestras de suelo.




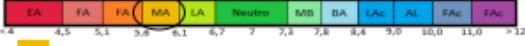




**Anexo 3.** Etiquetado e ingreso de las muestras al laboratorio de Suelos.



**Anexo 4.** Análisis químicos y físicos de las muestras.



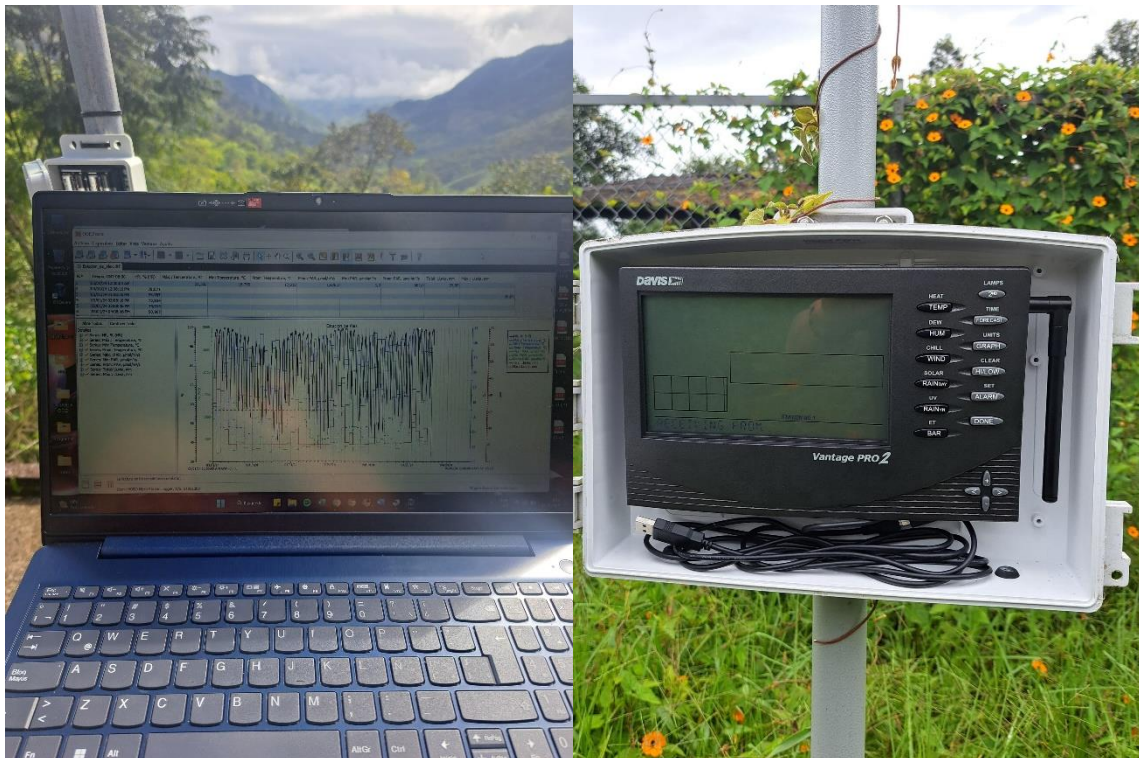
Anexo 5. Resultados de los análisis químicos de las muestras de suelo.

		<b>Informe Analítico: IA-24-LB-001041-01</b> Lab-ID: GYE-24/1041						
<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA</b> atn. Mirian Irene Capa Morocho mirian.capa@unl.edu.ec Av. Pio Jaramillo Alvarado s/n, barrio La Argelia Loja - Ecuador		<b>Lugar de ejecución de los ensayos:</b> AGRORUM S.A. (Asesoría Agroindustrial Ambiental) info@agrorum.net Cda. Kennedy, Av San Jorge #205 y calle 2da. Oeste Guayaquil - Ecuador						
DATOS PROPORCIONADOS POR EL CLIENTE								
Descripción de la muestra:	Suelo proveniente de poblaciones nativas de chirimoya. Suelo seco y tamizado							
Lote N°:	---							
Cultivo/Varietal:	Chirimoya							
Fecha/Hora de toma de muestra:	2023-11-11							
Lugar de toma de muestra:	CaUA; Calvas, Sanguilin							
Muestra tomada por:	Grupo de investigación (Cliente)							
DATOS DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA EN LABORATORIO								
Fecha de recepción:	2024-03-18							
Cantidad de muestra:	~ 250 g							
Tipo de envase:	Funda Plástica							
Fecha inicio de análisis:	2024-03-19							
Fecha fin de análisis:	2024-04-01							
RESULTADOS DE ANÁLISIS DE SUELO								
PROPIEDADES BÁSICAS								
Parámetro	Resultado	Unidad	Rangos óptimos	Bajo	Óptimo	Alto	Extractante	Método de ensayo
pH*	5,91	-	6,60 - 7,00				H <sub>2</sub> O	ME-LB-018 Electrometría
								
Conductividad eléctrica*	0,12	dS/m	0,0 - 4,0				H <sub>2</sub> O	ME-LB-019 Electrometría
MACRONUTRIMENTOS								
Parámetro	Resultado	Unidad	Rangos óptimos	Bajo	Óptimo	Alto	Extractante	Método de ensayo
Materia orgánica*	4,92	% s.m.s.	1,50 - 2,50				-	ME-LB-075, EUV-VIS
Nitrógeno (N)*	0,32	% s.m.s.	0,15 - 0,20				-	ME-LB-108, AOAC, 955.0
Fósforo (P)*	9,77	mg/kg s.m.s.	16,00 - 25,00				Olsen	ME-LB-090, EUV-VIS
Potasio (K)*	316,82	mg/kg s.m.s.	199,4 - 293,2				Acetato de Amonio	ME-LB-101, EAA - Llama
Magnesio (Mg)*	752,69	mg/kg s.m.s.	19,5 - 486,4				Acetato de Amonio	ME-LB-103, EAA - Llama
Calcio (Ca)*	4955,52	mg/kg s.m.s.	1022,0 - 2004,0				Acetato de Amonio	ME-LB-102, EAA - Llama
Sodio (Na)*	57,46	mg/kg s.m.s.	71,3 - 161,0				Acetato de Amonio	ME-LB-100, EAA - Llama
MICRONUTRIMENTOS								
Parámetro	Resultado	Unidad	Rangos óptimos	Bajo	Óptimo	Alto	Extractante	Método de ensayo
Hierro (Fe)*	52,55	mg/kg s.m.s.	9,0 - 25,0				EDTA	ME-LB-161, EAA - Llama
Cobre (Cu)*	2,71	mg/kg s.m.s.	0,9 - 2,0				EDTA	ME-LB-160, EAA - Llama
Manganeso (Mn)*	30,94	mg/kg s.m.s.	7,0 - 25,0				EDTA	ME-LB-162, EAA - Llama
Zinc (Zn)*	4,27	mg/kg s.m.s.	1,3 - 5,0				EDTA	ME-LB-159, EAA - Llama
Azufre (S)*	39,71	mg/kg s.m.s.	8,0 - 18,0				Cloruro de Calcio	ME-LB-129, EUV-VIS
Cloruros (Cl)*	4,79	mg/kg s.m.s.	- - -				H <sub>2</sub> O	ME-LB-141, Volumetría
Boro (B)*	1,66	mg/kg s.m.s.	0,9 - 2,0				H <sub>2</sub> O	ME-LB-130, EUV-VIS
RELACIONES ENTRE LAS BASES								
Relación	Resultado	Unidad	Rangos óptimos	Bajo	Óptimo	Alto	Extractante	Método de ensayo
Relación Ca/Mg *	6,58	-	2 - 5				-	ME-LB-028, Cálculo Interno
Relación Mg/K *	2,38	-	1 - 18				-	ME-LB-028, Cálculo Interno
Relación C/N*	8,91	-	8,5 - 11,5				-	ME-LB-163, Cálculo Interno
Suma de bases *	31,73	meq/100g	5 - 12				-	ME-LB-164, Cálculo Interno
Relación absorción de sodio *	1,08	-	1 - 3				-	ME-LB-028, Cálculo Interno
 098 394 1335  Guayaquil - Ecuador  www.agrorum.net info@agrorum.net								

**Anexo 6. Instalación y programación de las estaciones meteorológicas.**



**Anexo 7. Descarga de datos meteorológicos.**





**ESCUELA DE EDUCACIÓN BÁSICA MUNICIPAL "LA PRADERA"**  
**"SABIDURÍA DISCIPLINA EQUIDAD"**

CÓDIGO AMIE: 11H00111

AÑO LECTIVO: 2024-2025

RÉGIMEN: SIERRA

NIVEL EDUCACIÓN: INICIAL/ BÁSICA ELEMENTAL Y MEDIA GRADO: INICIAL II A SÉPTIMO

Loja, 07 de octubre del 2024

**CERTIFICADO DE TRADUCCIÓN ESPAÑOL-INGLÉS**

Yo, **MICHAEL ALESSANDRO GRANDA PINTA**, con C.I. **1105158255**, docente de inglés como lengua extranjera en la Escuela de Educación Básica Municipal "La Pradera" CERTIFICO: haber traducido el resumen del idioma español al idioma inglés de la tesis de pregrado denominada "**CARACTERIZACIÓN EDAFOCLIMÁTICA DE DIFERENTES ZONAS DE POBLACIONES NATIVAS DE CHIRIMOYA (ANNONA CHERIMOLA MILL.) EN LA PROVINCIA DE LOJA**", para el Señor **CASTILLO RUIZ JESÚS ANDRÉS**, estudiante de la Carrera de Agronomía en la Facultad Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables.

Lo certifico en honor a la verdad y autorizo al interesado hacer uso de éste en lo que estime conveniente.

Atentamente.



Firmado electrónicamente por:  
**MICHAEL ALESSANDRO GRANDA PINTA**



**Mgtr. Michael Alessandro Granda Pinta.**

**N° de Registro Senecyt 1031-2020-2243621**

