UEA Biología
PrePrint UEA

Sección Biología
Vol. BIO2324. ep05–52

| Recibido: 13/03/2024 |
| Aceptado: 15/04/2024 |
| Publicado: 06/11/2026 |

Aplicación de guías de clase descriptivas para evaluación de indicadores de calidad del suelo en el rubro *Hylocereus megalanthus*, finca La Victoria-Palora.

Application of descriptive class guides for the evaluation of soil quality indicators in *Hylocereus megalanthus* cultivation at La Victoria farm, Palora.

Dayana Madeline Real Zúñiga[1], Stefany Jazmín Rojas Espinoza[1] Edgar Rubén Chicaiza Reisancho[1]

https://doi.org/10.59410/PREPRINT-UEA-vBIO2324ep05-52 Crossref

Resumen

El estudio, llevado a cabo en la finca La Victoria, se enfocó en evaluar los indicadores de calidad del suelo físicos, químicos y biológicos para *Hylocereus megalanthus*, dado el desconocimiento de los agricultores de los beneficios de la salud de los suelos. Se extrajeron muestras respetando el área radicular de la pitahaya. La evaluación se realizó utilizando guías de clases descriptivas de indicadores de calidad del suelo y llevando las muestras para análisis a el laboratorio de la Universidad Estatal Amazónica. Se evaluaron 13 parámetros físicos in situ con las guías, mostrando resultados óptimos en varios indicadores como cobertura del suelo, resistencia a la penetración y textura, representados en un gráfico de telaraña. Se efectuaron análisis experimentales de campo para capacidad de campo (68.42 %), porosidad (28.57 %), velocidad de infiltración (1.73 L/h) y para densidad, misma que se realizó por el método de Arquímedes, lo que, resultó inadecuado para calcularlo. A pesar de algunas desviaciones mínimas, los indicadores químicos del suelo se mantuvieron dentro de rangos aceptables en el primer reporte de análisis de suelo del 2022 y en el análisis realizado para este trabajo. Los análisis estadísticos de las muestras de laboratorio revelaron homogeneidad en las condiciones del suelo en toda el área de estudio. Por último, este estudio ofrece herramientas valiosas y prácticas para la gestión eficiente del cultivo, al permitir la evaluación sencilla de parámetros clave. Estas herramientas contribuyen al desarrollo sostenible de la agricultura en la región.

Palabras clave

calidad, salud, parámetros, sostenible

Abstract

The study, carried out at the La Victoria farm, focused on evaluating the physical, chemical and biological soil quality indicators for Hylocereus megalanthus, given the farmers' lack of knowledge of the benefits of soil health. The evaluation was carried out using descriptive class guides of soil quality indicators and taking the samples for analysis to the laboratory of the Amazon State University. 13 physical parameters were evaluated in situ with the guides, showing óptimal results in various indicators such as soil cover, penetration resistance, and texture, represented in a spider web graph. Experimental field analyses were performed for field capacity (68.42 %), porosity (28.57 %), infiltration velocity (1.73 L/h) and density, which was performed by the Archimedes method, which was inadequate to calculate it. Despite some minimal deviations, soil chemical indicators remained within acceptable ranges in the first soil analysis report of 2022 and in the analysis carried out for this work. Statistical analyses of laboratory samples revealed homogeneity in soil conditions throughout the study area. Finally, this study offers valuable and practical tools for efficient crop management, by allowing the simple evaluation of key parameters. These tools contribute to the sustainable development of agriculture in the region.

Keywords

quality, health, parameters, sustainability.

Direcciones

[1]Universidad Estatal Amazónica. Pastaza, Ecuador. Email: for2017068@uea.edu.ec, sj.rojase@uea.edu.ec, echicaiza@uea.edu.ec

Autor para la correspondencia

Dayana Madeline Real Zúñiga. Universidad Estatal Amazónica. Pastaza, Ecuador. Email: for2017068@uea.edu.ec

Cómo citar

REAL ZÚÑIGA, Dayana Madeline, ROJAS ESPINOZA, Stefany Jazmín and CHICAIZA REISANCHO, Edgar Rubén 2026. Aplicación de guías de clase descriptivas para evaluación de indicadores de calidad del suelo en el rubro *Hylocereus megalanthus*, finca La Victoria-Palora.. PrePrint UEA. Vol. BIO2324. p. ep05–52. https://doi.org/10.59410/PREPRINT-UEA-vBIO2324ep05-52

Editores Académicos Elizabeth Del Carmen Ramírez Iglesias

Editorial Editorial de la Universidad Estatal Amazónica 2026

Copyright

Derechos de autor 2026 | PrePrint UEA.
Esta obra está bajo una licencia internacional Creative Commons Atribución 4.0.
Los autores del artículo autorizan a la RACYT a que este artículo sea compartido bajo las condiciones de la Licencia Creative Commons 4.0 (CC-BY 4.0).

1. Introducción

El suelo desempeña un papel esencial como base física y fuente nutricional para el crecimiento de las plantas, siendo determinante para la productividad agrícola. Comprender la composición fisicoquímica y la extracción de nutrientes por cultivos, al igual que cuidar de la calidad del suelo para maximizar la productividad y reducir la erosión es crucial para mejorar la producción. (1).

Palora destaca a nivel nacional por la producción de la Pitahaya amarilla (*Hylocereus megalanthus*) o pepa de oro como se la conoce localmente, por sus propiedades nutritivas (2) y fisicoquímicas altamente valoradas por varios consumidores, además, el cantón posee un ecotipo propio, "Palora" (3) con denominación de origen (4) diferenciado del segundo ecotipo existente en el país, la fruta del dragón es producida a nivel masivo en monocultivos, por lo mismo es susceptible a múltiples plagas, al contrario de los cultivos mixtos que son más productivos, biodiversos y resistentes a las mismas (5).

A pesar de las condiciones favorables para el cultivo de Pi-

tahaya en Palora, los desafíos durante la estación seca de julio y agosto son evidentes. Esta adversidad climática se ha hecho estable en los últimos 10 años, y aunque el Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI) solo posee documentación anual registrada hasta el 2013 para la estación meteorológica M0008 a la que pertenece el área estudiada (6), se tomó en cuenta las experiencias y testimonios de la población local. Este clima seco ha motivado la adopción de sistemas de goteo o de fertirriego en fincas como La Victoria, puesto que es una práctica clave en la tecnificación agronómica, esta busca optimizar y mejorar el rendimiento de los cultivos, mediante la aplicación de abonos disueltos en el agua de riego (7). Aunque en la finca ya se realizó una prueba sobre el fertirriego, aún está en fase experimental, y no vamos a hacer mayor énfasis en conocer la necesidad nutricional del cultivo de pitahaya por estado fenológico, ni el aporte nutricional que le brinda el suelo y el agua al cultivo, por la novedad que representa en el sector y la falta de tiempo para abordar estos factores.

La importancia del estudio radicó, en comprender los indicadores físicos, químicos y biológicos (1) que están relacionados con la calidad de suelo de *Hylocereus megalanthus* por la deficiente información específica de los beneficios sobre tener calidad de suelo en las fincas.

Se basó en prácticas de campo experimentales in situ, con guías de clase descriptivas de indicadores de calidad del suelo, poseen valores cualitativos a los cuales se les asigna un valor cuantitativo en base a una escala de valores para cada aspecto que pudiese mostrar la clase descriptiva evaluada, de forma que sea aplicable cuando los recursos son escasos y no permiten hacer un análisis de suelo completo en laboratorio, siendo el caso de los pequeños productores, que por los gastos implicados omiten inversiones significativas en análisis de suelo por la volatilidad de los precios de la pepa de oro y por lo mismo no están abiertos a la tecnificación de cultivos.

De la misma manera se precisó adaptar un método de extracción de muestras de suelo de forma que no sea invasivo para el área radicular de la pitahaya amarilla, cumplido lo anterior se sacó las muestras de suelo, se llevaron al Laboratorio de la Universidad Estatal Amazónica (UEA) para analizar los indicadores de suelo químicos, se interpretó el estado del suelo para cada variable evaluada, también se aplicó análisis estadístico con IBM SPSS Statistics para interpretar pruebas de hipótesis de normalidad, distribución y significancia, al igual que se evaluó la estadística descriptiva de los datos de laboratorio, lo que permitió describir y comprender la relación entre estas variables estudiadas.

Con este estudio, se proporcionará a los agricultores de Palora información valiosa para mejorar la eficiencia de sus cultivos, y en caso de que preciaran de evaluar la calidad de sus suelos lo puedan hacer con un costo mensurable, ya que si conocen de estas cuestiones, se les hará fácil darle permanencia a sus cultivos, reconociendo que la calidad de los suelos es crucial para un tener suelos sostenibles y eficientes, apoyando a aplicar prácticas agrícolas sostenibles (8).

2. Metodología

2.1. Ubicación del experimento

La investigación se llevó a cabo en la parroquia Arapicos en el sector Planada Esfuerzo 1, en coordenadas UTM 166766,30 - 9799372,60. En la finca La Victoria lote 6. esta parcela había sido originalmente una montaña virgen que experimentó una intervención mínima por parte del ser humano. La extensión en estudio comprendió 1.75 hectáreas y esta albergó 1350 plantas **(Figura 1)**.

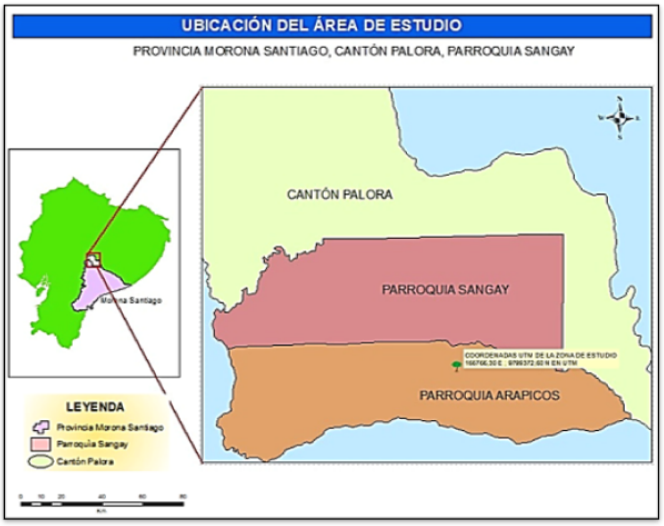


Figura 1| Mapa de ubicación de la localidad con respecto a su posición en la provincia.

2.2. Diseño del experimento

Con el propósito de obtener una representación precisa, se empleó un enfoque de muestreo aleatorio. Se seleccionaron ocho puntos distribuidos al azar entre las plantas, con cuidado de evitar el contacto con las raíces de las plantas de *Hylocereus megalanthus* para prevenir posibles afectaciones. Para cada punto se realizaron tres repeticiones que de ahora en adelante se denominarán como Horizontes A, B, y C. cada uno con diferentes profundidades a una profundidad total de excavación no más de 20 cm puesto que el área de intercambio de nutrientes para esta especie vegetal no excede la profundidad de 30 cm por la extensión de sus raíces secundarias.

Una estación de clima seco corresponde a precipitaciones bajas y temperatura alta. Según el INAMHI, la estación meteorológica operativa más cercana es la de código M0008, ubicada cerca a la ciudad de Puyo, se obtuvo la siguiente información climática anual sobre el área de estudio **(Figura 2)**.

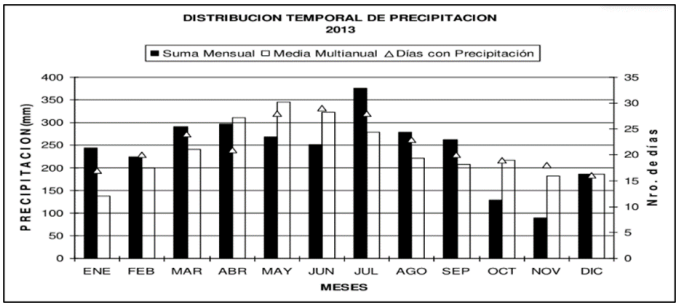


Figura 2 | Distribución Temporal de Precipitación de la estación M0008, INAMHI 2013

En 2013 la suma mensual de precipitación dio que noviembre fue el menor, mientras que la media multianual de precipitación indicó que enero, noviembre y diciembre son los meses con menor precipitación.

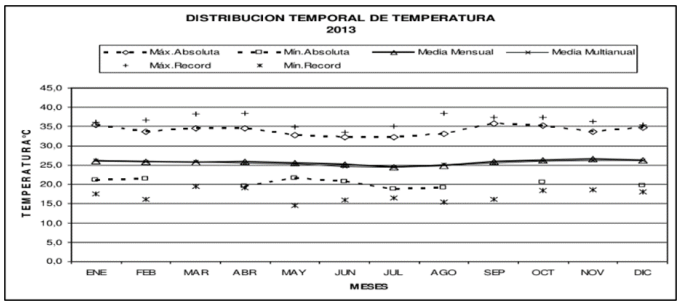


Figura 3 | Distribución Temporal de Temperatura de la estación M0008, INAMHI 2013

A nivel de temperatura en 2013, se tiene que en junio, julio y agosto la temperatura es menor y la mayor se da en el mes de noviembre.

La técnica de extracción de muestras de suelo se adaptó a favor del área de estudio considerando las particularidades del sistema radicular de las plantas de pitahaya. Las raíces secundarias suelen extenderse hasta la profundidad vertical de 30 cm. (9).

2.3. Procedimiento de muestreo

para extraer muestras de suelo generalmente se usa una barrena de sondeo que mantiene principalmente la estructura del suelo (10). Sin embargo, para este estudio no se consideró relevante el hacer una edificación geográfica del suelo. Se adoptó los pasos del instructivo de campo para facilitadores de las Escuelas de Revolución Agraria (ERA's), para ello se pueden emplear diferentes herramientas, pero en nuestro caso solo contábamos con una pala y de ahí que se hiciera un hoyo en "V" como se describe en el boletín de ERA's (11) **(Figura 4)**.

Se limpió el área seleccionada con un machete, eliminando 1- 2 cm de la capa arable, repitiendo el proceso en cada uno de los ocho puntos de muestreo.

Se realizó un muestreo tipo hoyo en "V", alcanzando una profundidad de 20 cm o más, incluso llegando hasta la profundidad del largo de la pala.

Se extrajo la muestra con una pala recta, tomando una porción de un espesor considerable mayor a 5 cm de ancho.

Se descartó la porción de muestra en contacto con la pala, evitando disturbios.

Se cortó con un cuchillo una porción prismática según la profundidad especificada (Adaptado a las profundidades/repeticiones establecidas en el estudio): Horizonte A (0-5 cm), Horizonte B (5-10 cm) y el Horizonte C (10-15 cm).

Se colocó la muestra en una hoja de papel aluminio para preservar la humedad, aproximadamente 150 g de cada submuestra.

Cuando se encontró impurezas u otros elementos en las submuestras, se desmenuzó con la mano y retiro.

Se etiquetó con su correspondiente identificación y se guardó la muestra en una bolsa de plástico gruesa.

Se trasladaron las muestras al sitio de trabajo.

Se pesó el suelo en húmedo y se registró en la libreta de campo.

Se secaron en bandejas de plástico o aluminio y se dejaron reposar.

Se movilizaron al laboratorio para su tratamiento.

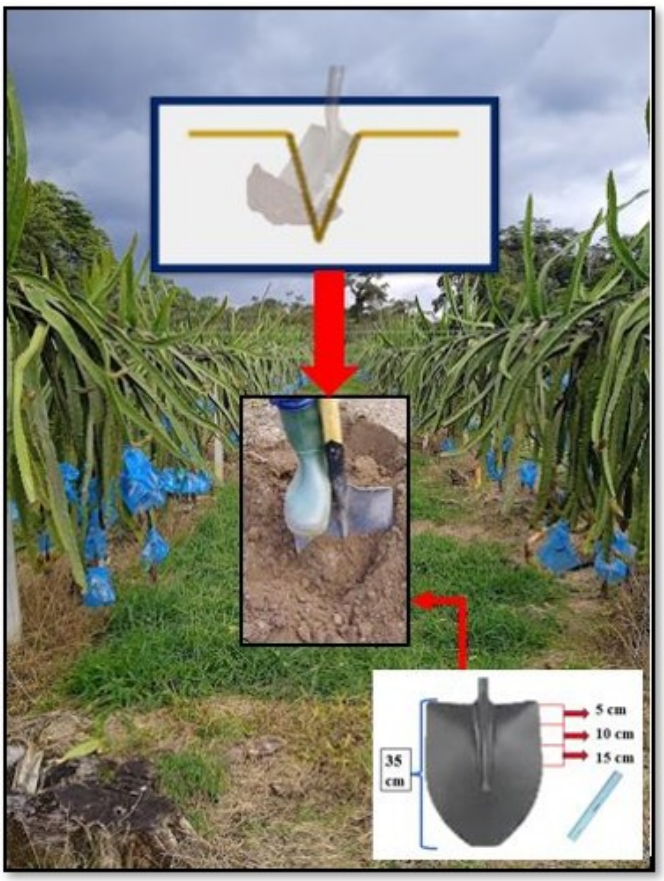


Figura 4 | Procedimiento para la extracción de muestras de suelo: perforación vertical en forma de "Vƨ medición de profundidad con respecto a la herramienta.

Para este estudio, se realizó una adaptación de las clases descriptivas consideradas para evaluar los indicadores de calidad del suelo, lo valorado de manera cualitativa en esta parte, se basó en indicadores de naturaleza física y biológica considerados por la practicidad e idoneidad de ser aplicados. 15 fueron los parámetros/ indicadores evaluados, a 13 de ellos se les aplicó un rango del 1-10 para asignarles categorías específicas y por supuesto un valor cuantitativo que a su vez los posicione en un gráfico radial que permita comparar los obtenido en cada clase evaluada en La Victoria, tomando el ejemplo de "Un método agroecológico rápido para la evaluación de la sostenibilidad de cafetales" de Nicholls et al. (12), que le asigno valores a lo cualitativo, de este pertenecen varias clases descriptivas de indicadores de calidad del suelo analizados.

Entre los indicadores tomados de Nicholls (12) están el Color del suelo, evidencia de erosión, grado de estructura, la Materia orgánica/ reacción al agua oxigenada, la Actividad biológica que a pesar de medirlas de manera objetiva solo busca esclarecer el panorama de calidad del suelo a nivel general para los agricultores.

Los indicadores que midieron pedregosidad en el perfil, resistencia a la penetración, profundidad efectiva, exceso de humedad y capacidad de adaptación del cultivo, consistencia de agregados, estabilidad de los agregados, infiltración y permeabilidad, pertenecen a la guía de clases descriptivas elaborada por un docente de la Universidad Estatal Amazónica (13)

Otras fuentes consideradas para evaluar la calidad del suelo, fueron la Cobertura del suelo adaptado de USDA 1998 (14), las Clases de estructura por tamaño adaptado de USDA 1999 (14), la metodología para Determinar textura al tacto que la autora Erazo adaptó de la fuente original de Thien 1979 (15), el Tipo de estructura del suelo (16), y también el Color del suelo de Munsell (17)

Se realizaron análisis en el laboratorio de la Universidad Estatal Amazónica a partir de las submuestras recopiladas, con el objetivo de obtener datos relacionados con el potencial de hidrógeno (pH), la materia orgánica (MO) y la conductividad eléctrica (CE), Estos análisis proporcionaron información fundamental para comprender la evaluación de indicadores de calidad del suelo en el contexto estudiado (18), que para este estudio se considera que son los mínimos requeridos para determinar la viabilidad del suelo del área.

Para pH y CE fue necesario realizar dos mediciones de la misma muestra, para después obtener una media de los mismos datos. En potencial de hidrógeno se utilizó un medidor multiparamétrico de mesa; en un recipiente de capacidad de 60 mL se agregaron 10 g de muestra de suelo y 50 mL de agua destilada en relación 1:4, seguido se llevó al agitador a 200 rpm durante 100 minutos y se reposó 30 min, se calibró el equipo de pH y se analizó cada muestra (18). Para la CE se usó 10 g de muestra y 50 mL de agua destilada. Se movió cinco minutos y se dejó reposar 30 minutos antes de tomar los datos (18).

Para el cálculo de MO se procedió con el método de calcinación donde se pesó 5 g de suelo de la muestra en un crisol de 15 mL en una balanza digital y se colocó en una estufa durante 24 h a una temperatura de 105 °C, pasado este tiempo, se llevó a enfriar las muestras en un desecador y posteriormente se pesaron. Después se llevó las muestras a mufla durante 2 h a una temperatura de 360 °C, se enfriaron en el desecador y se pesó nuevamente para obtener los datos y aplicar la fórmula (19).

$$MO = \frac{Peso\ a\ 105°C - Peso\ a\ 360°C}{Peso\ a\ 105°C} * 100 \qquad (1)$$

Se optó por pruebas de campo experimentales in situ para capacidad de campo, porosidad, velocidad de infiltración y densidad. Estos métodos, enriquecen la comprensión contextual de la calidad del suelo, los indicadores que consideró el estudio, se detallaron en la tabla de resultados.

La capacidad de campo, porosidad y densidad del suelo se trabajó con un suelo seco previamente a temperatura ambiente durante un tiempo de 21 días. Y posteriormente sometido a un máximo eliminado de humedad en un horno a 105°C de temperatura durante 15 min en un total de 5 intervalos, hasta que se estabilizó el peso de la muestra.

Para determinar la capacidad de campo, se empleó un recipiente de tereftalato de polietileno (PET) perforado en la parte posterior con un punzón a alta temperatura. Inicialmente, se llenó el recipiente de 38 g de suelo seco y se saturó con abundante agua, luego se selló con una bolsa plástica para evitar la evaporación. Se pesó cada 12 h y nuevamente se saturó de agua después de cada intervalo, el procedimiento se realizó hasta estabilizar el peso del suelo dándose el resultado a las 72 h de experimentación su valor fue de 64 g de suelo saturado. Finalmente, los datos obtenidos se procesaron utilizando la fórmula de capacidad de campo propuesta. (20)

$$Peso\ total = Peso\ del\ vaso + Peso\ suelo\ seco \qquad (2)$$

$$\text{Gramos de suelo seco a cc} = \text{Peso suelo saturado} - \text{Peso suelo seco} \qquad (3)$$

$$CC = \frac{100\ g\ de\ suelo\ seco(Gramos\ de\ suelo\ seco\ a\ CC)}{Peso\ suelo\ seco} \qquad (4)$$

En el experimento de porosidad del suelo, se utilizó un vaso de precipitación graduado, llenado hasta cubrir el volumen de 50 mL de suelo seco y se le añadió 100 mL de agua. Aunque los resultados fueron perceptibles casi de inmediato, se dejó reposar la mezcla durante 24h, dando un total de 20mL de volumen de vacío del suelo. La interpretación de los resultados se llevó a cabo mediante la siguiente formula (21)**:**

$$Volumen\ total = Volumen\ vacio + Volumen\ de\ sustrato \qquad (5)$$

$$m(\%\ Porosidad) = \frac{Vv}{Vt} * 100 \qquad (6)$$

Para la densidad se trabajó con el principio de Arquímedes con muestra de suelo fresca y seca, con vasos de precipitación graduados, usando 100 g de suelo para cada procedimiento, se sumergieron los sustratos en 100 mL de agua, el suelo fresco ocupó un volumen de 150 mL en el vaso y tuvo un volumen de vacío de 10 mL mientras que el suelo seco partió de un proceso de secado de 417g de suelo fresco, de los 100 g que resultaron se obtuvo un volumen de 144 mL, ese espacio ocupó el suelo, y tuvo un volumen de vacío de 6 mL, finalmente, se hizo la relación de espacio ocupado en el vaso por el sólido mediante una regla de tres, obteniendo así su densidad (22).

$$D = \left[\frac{m(g)}{V(ml)}\right] \qquad (7)$$

La velocidad de infiltración normalmente se hace por medio de un cilindro (23), para este procedimiento no se utilizó

muestras de suelo, sino que, en el mismo lugar de estudio se excavó un hoyo de 15 cm de ancho, 15 cm de largo y 10 cm de profundidad. Se colocó una cinta métrica para medir la profundidad y a su vez, se vio que volumen se consumía cada "X" tiempo, consiguientemente se añadió 1500 mL de agua al hoyo, registrando 52 minutos para la absorción de ese volumen de agua. Finalmente, se aplicó una fórmula específica para este procedimiento, basada en el volumen consumido en el tiempo.

$$Velocidad\ de\ Infiltracion = \frac{Volumen}{Tiempo} \qquad (8)$$

Para su respectiva interpretación se usó la **Tabla 1** extraída de la tesis "Evaluación de las prácticas de manejo y su influencia en la conservación de los suelos en dos agroecosistemas de la estación experimental Tunshi" (24) que establece lo siguiente:

Tabla 1 | Adaptación de la interpretación de Landon 1984 ,citado en Tracasa- Nipsa, 2014, p. 14.

Clase	Denominación	Rango (mm/h)	Interpretación
1	Muy lenta	**<1**	Adecuado para riego de erosión en ladera.
2	Lenta	**1 a 5**	Se pierde parte considerable del agua de riego, falta de aireación para las raíces en exceso de humedad.
3	Moderadamente lenta	**5 a 20**	Óptima para riego de superficie.
4	Moderada	**20 a 60**	Adecuado para riego de superficie.
5	Moderadamente rápida	**60 a 125**	Demasiado rápida para riego de superficie, provoca pérdida de nutrientes por lavado.
6	Rápida	**125 a 250**	Marginal para riego de superficie. Se requiere riego localizado
7	Muy rápida	**>250**	Excesiva para riego de superficie. Se requiere riego localizado.

Por medio del Software IBM SPSS Statistics 29.0, se realizó el análisis de la data correspondiente a los resultados de CE, pH y MO obtenidos en laboratorio (25), se interpretaron según las salidas generadas por el programa para análisis descriptivos, pruebas de hipótesis para normalidad, para Varianza y para significancia Kruskal-Wallis, además de la interpretación y valoración de estos resultados.

3. Resultados y discusión

3.1. Resultados

3.1.1. Indicadores físicos in situ

Según lo evaluado a percepción visual en el área de estudio, se obtuvo lo siguiente **(Tabla 2)**

Tabla 2 | Análisis granulométrico a 60 cm de profundidad

Clase descriptiva/ Indicador	Rango (1 -10)	Interpretación
Cobertura del suelo (viva o muerta)	**10**	Óptimo, el suelo tiene el área cubierta más del 90%. (14)
Pedregosidad en el perfil	**9**	Sin pedregosidad, la presencia es nula (13)
Resistencia a la penetración	**9**	Suelo moderadamente resistente a la penetración y/o el cultivo tiene capacidad media de penetración (<1MPa). (13)
Profundidad efectiva	**9**	Óptimo - Suelos moderadamente resistentes (<1MPa), poco pedregoso o sin pedregosidad y sin excesos de humedad en la zona radicular (13)
Exceso humedad y capacidad adaptación cultivo	**7**	Poco saturados, la saturación de agua se produce durante 5-30% del periodo vegetativo y el cultivo tiene una mediana capacidad de adaptación al exceso de humedad (13)
Textura del suelo	**8**	Franco arcilloso (FA). (15)
Estructura del suelo	**9**	Óptimo, Granular o blocosa, Tamaño grueso, con grado fuerte y de consistentes a muy consistentes, agregados de moderadamente estables a muy estables al agua. (12)
Grado de estructura	**8**	Los agregados están moderadamente bien formados y bien definidos in situ. Cuando es removido el suelo, son observables numerosos agregados bien formados. (13)
Consistencia de agregados	**8**	Poco consistentes, Se rompe fácilmente ante la presión con los dedos. (13)
Estabilidad de los agregados	**7**	El agregado presenta un moderado desprendimiento de burbujas, velocidad de fraccionamiento y presencia de partículas en suspensión. (12)
Color del suelo	**10**	Óptimo, Marrón oscuro o negro, alto contenido de materia orgánica. (12)
Evidencia de erosión	**9**	Óptimo, No hay evidencia de erosión. (12)
Infiltración y permeabilidad	**8**	Óptimo, Tasa de infiltración básica de moderadamente lenta a moderada (0,5- 6 cm/h). (13)

También se tomaron en cuenta los siguientes valores

Franco arenoso, INIAP 2022 (26). Aunque, pertenece a un análisis de suelo de hace 2 años y a una distinta profundidad a la que se evaluó en campo al tacto, se consideró porque es un valor que no se altera con el tiempo fácilmente y sirve como contexto.

Valor de color según Munsell: fresco Hue 10R 3/2 dark, seco Hue 5YR 2/4 reddish brown. (17). La escala de color de Munsell con la que se identificó la muestra de suelo es considerada idónea para la mayoría de los cultivos, suele denotar alta presencia de materia orgánica, vital para la calidad de suelo.

3.2. Gráfico Radial

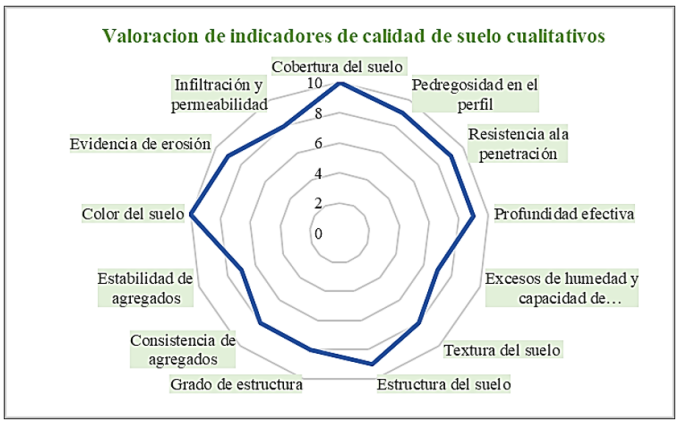


Figura 5 | Gráfico radial, valoración de indicadores de calidad del suelo cualitativos.

Según la **Figura 5** este análisis de clases descriptivas de

indicadores de calidad del suelo, la cobertura y el color del suelo fueron los valores óptimos y mejor puntuados, los otros parámetros evaluados dieron igualmente resultados excelentes, ningún indicador evaluado dio una calificación menor a 7 puntos tras su interpretación en campo con la guía, lo que indica un alto valor de calidad del suelo en el área de estudio al representarse en el gráfico de telaraña.

3.2.1. Indicadores biológicos in situ

Generalmente se evalúan como abundancia y subproductos de micro y macroorganismos como indica Bautista et al. (1), pero en este indicador se basó en una percepción objetiva que propone Nicholls para lo siguiente :

Materia orgánica/ Reacción al agua oxigenada (12):

5-7, Reacción moderada, Suelo del lugar de muestreo

De esta clase descriptiva también tenemos su resultado de laboratorio y el dato de INIAP del 2022 (26).

Actividad biológica: Presencia moderada, 5-7, Se denota una presencia moderada de invertebrados, lombrices y túneles (12).

Lo anterior se basó en presencia o ausencia de lo identificado visualmente sin mayor precisión.

3.2.2. Indicadores físicos de practica experimental

Se secó el suelo de la muestra, después del pesado en húmedo, a 105 C durante 15 minutos, los intervalos necesarios hasta que el peso final fue constante.

Tabla 3 | Resultados de la experimentación in situ para los Indicadores de calidad del suelo Físicos

Capacidad de campo	Estimación de porosidad	Densidad aparente	Densidad real	Velocidad de infiltración
68.42 g de agua a CC	28.57%	2 g/cm³	1.78 g/cm³	1.73 l/h

Los siguientes datos corresponden a las fórmulas ya despejadas del análisis experimental realizado en campo, descritas en la última parte de la metodología, por ello se concluye lo siguiente, en lo que compete a capacidad de campo se tiene un alto valor de este parámetro puesto que el resultado dio 68.42 g de agua a capacidad de campo ya que, retiene mucha agua, por otro lado la estimación de porosidad da un valor de 28.57% por lo que estamos trabajando con un suelo con porosidad moderada para retener agua, para la densidad se empleó el principio de Arquímedes pero el resultado contrastó con lo esperado, puesto que la densidad real de 1.78 g/cm^3 debería ser mayor a la aparente de 2 g/cm^3 debido al parámetro de porosidad contemplado en la última, y finalmente, la velocidad de infiltración se interpretó como volumen consumido en un intervalo de tiempo, dando el valor de 1.73 l/h, que corresponde a muy rápida velocidad de infiltración según la **Tabla 3** de Landon 1984.

3.2.3. Indicador químico evaluado en laboratorio

A continuación, se muestran los datos de los parámetros evaluados en laboratorio del INIAP en el 2022 (26)**,** que considero las relaciones catiónicas en su emisión de resultados, entre otros parámetros.

Tabla 4 | Resultados con respecto a las relaciones catiónicas de La Victoria, elaborado por INIAP 2022

Ca/Mg	Mg/K	(Ca+Mg) /K	∑ Bases	pH
5.2	1.9	11.8	2.95 meq/100mL	4.89

Según los niveles en la **Tabla 4** de referencia óptimos que presentó Chanaluisa (26) en su reporte de análisis de suelo de INIAP, la relación calcio-magnesio que dio 5.2 de resultado puede considerarse óptima porque está dentro del rango 2- 8 , la relación magnesio- potasio con valor de 1.9 estuvo por debajo del nivel óptimo establecido de 2.5- 10 , la relación calcio más magnesio por potasio que dio 11.8 se estuvo por debajo del nivel óptimo, ya que, el rango va de 12.5-50, la sumatoria de bases que resultó en 2.95 meq/100mL determinó que no era óptima, pudiéndose deber a la acidez del suelo, y finalmente el pH fue de 4.89 perteneciente a un suelo muy ácido, llegando a requerir cal.

Los siguientes datos corresponden al análisis de las muestras recolectadas llevadas al laboratorio de la Universidad Estatal Amazónica que se realizó a inicios de 2024, arrojó los subsiguientes datos para pH, CE y MO (25).

3.2.4. Conductividad eléctrica (CE)

Tabla 5 | Resultados de conductividad para cada punto

Código	P1A	P1B	P1C	P2A	P2B	P2C	P3A	P3B	P3C	P4A	P4B	P4C
CE	34.2	249	140.2	120	142.2	143.9	398.4	131.1	111.4	66.3	97.6	62.8
Código	P5A	P5B	P5C	P6A	P6B	P6C	P7A	P7B	P7C	P8A	P8B	P8C
CE	215.9	148.1	103.3	152.9	222.2	148.7	222.3	337.6	302.4	224.7	138.6	175.9

En la **Tabla 5** el estudio reveló que el valor más bajo de la conductividad eléctrica (CE) fue el P1A con una medida de 34.2 μs/cm, mientras que el valor más alto fue el P3A con una cifra de 398.9 μs/cm. Con estos resultados, se observó una amplia disparidad en los niveles de CE entre las diferentes muestras, como si cada una tuviera su propia identidad eléctrica. Por último, el valor de la media de CE fue 170.39 μS/cm , que representó una baja conductividad, puesto que la concentración de sales fue baja.

3.2.5. pH (Reacción del suelo)

Tabla 6 | Resultados del pH para cada Punto

Código	P1A	P1B	P1C	P2A	P2B	P2C	P3A	P3B	P3C	P4A	P4B	P4C
pH	5.77	5.41	5.79	5.78	6.12	5.88	5.24	5.26	5.46	6.11	5.41	5.81
Código	P5A	P5B	P5C	P6A	P6B	P6C	P7A	P7B	P7C	P8A	P8B	P8C
pH	5.33	5.36	5.43	5.04	5.28	5.29	5.27	5.03	5.03	5.86	5.7	5.42

En la **Tabla 6** el primer estudio de pH realizado en La Victoria, el valor fue de 4.89, a lo que INIAP recomendó modificar suelo por la acidez presentada y en el realizado en la UEA se destacó el valor mínimo de 5.03 atribuido a la muestra P7C, y el valor máximo fue 6.12 de la muestra P2B. Se observó que cada muestra fue diferente para cada caso, pero no muy dispersas entre sí, con variaciones que oscilaron entre ligeramente ácidas a casi neutras.

3.2.6. Indicador biológico evaluado en laboratorio

Tabla 7 | Resultados de MO, por el método de Izquierdo & Arévalo

Código	P1A	P1B	P1C	P2A	P2B	P2C	P3A	P3B	P3C	P4A	P4B	P4C
% MO	2.43	0.38	3.4	4.07	4.17	3.22	1.55	2.82	24.33	0.81	3.58	2.09
Código	P5A	P5B	P5C	P6A	P6B	P6C	P7A	P7B	P7C	P8A	P8B	P8C
% MO	2.59	8.22	2.39	5.17	3.33	5.25	0.44	3.29	2.36	3.58	2.56	2.33

En la **Tabla 7** en 2022 el porcentaje de Materia orgánica según Walkley Black (27), fue de 32.39%, valor extremadamente alto para el rango que se evalúa en contenido de materia orgánica, la razón, la descomposición activa de materia orgánica presente de lo que antes fue montaña virgen. En cuanto a la metodología de Izquierdo y Arévalo, que se empleó en este trabajo el resultado de la media fue de 3.93%, que está dentro del rango que indica un suelo rico en materia orgánica (12)**.**

3.2.7. Análisis estadístico de laboratorio

Se realizó a partir de la data de CE, pH y MO de las muestras analizadas en el laboratorio de la Universidad Estatal Amazónica (25). Para esta estadística inferencial lo primero a realizar fue la prueba de normalidad, dado a que no se exceden los 50 datos, se toma en cuenta Shapiro-Wilk, con las siguientes hipótesis planteadas:

H0= Los datos analizados siguen una distribución normal

H1= Los datos analizados no siguen una distribución normal

Tabla 8 | Pruebas de normalidad para los parámetros evaluados, tomando Shapiro-Wilk

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov[a]			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Valor de potencial del suelo	.178	24	.047	.930	24	.100
Conductividad eléctrica del suelo	.204	24	.011	.928	24	.089
Porcentaje de materia orgánica del suelo	.313	24	<.001	.522	24	<.001

Corrección de significación de Lilliefors

Nota: Si p> 0.05 se acepta la H0, si no se rechaza.

En la **Tabla 8** dado que el porcentaje de materia orgánica no cumplió la distribución normal por su valor de <.001, todos se consideraron no normales, y a su vez se les deben realizar análisis estadísticos no paramétricos, para evaluarlos se empleará Kruskal-Wallis**.** Evaluar la igualdad de varianzas determinando si fue apropiado asumir la igualdad en dos o más grupos fue necesario, por ello se propuso lo siguiente**:**

H0= Las varianzas son iguales

H1= Las varianzas no son iguales

Nota: si p> x no se rechaza la H0, si p<= x se rechaza H0

Tabla 9 | Pruebas de homogeneidad de varianzas

Pruebas de homogeneidad de varianzas					
		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Potencial de hidrógeno del suelo	Se basa en la media	0.85	2	21	0.442
	Se basa en la mediana	0.891	2	21	0.425
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	0.891	2	17.179	0.429
	Se basa en la media recortada	0.876	2	21	0.431
Conductividad eléctrica del suelo	Se basa en la media	1.119	2	21	0.345
	Se basa en la mediana	0.935	2	21	0.408
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	0.935	2	20.196	0.409
	Se basa en la media recortada	1.135	2	21	0.34
Porcentaje materia orgánica del suelo	Se basa en la media	2.465	2	21	0.109
	Se basa en la mediana	0.608	2	21	0.554
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	0.608	2	8.004	0.568
	Se basa en la media recortada	1.516	2	21	0.243

En la **Tabla 9** la homogeneidad de varianzas dio lo siguientes valores de significancia, para pH fue 0.442, para CE fue 0.345 y para MO fue 0.109. En vista de que el valor fue mayor a 0.05 en los tres casos, no se rechazó la H0 y por lo tanto se concluyó que las varianzas son iguales.

Los estadísticos descriptivos son herramientas esenciales para comprender y comunicar la información contenida en un conjunto de datos.

Tabla 10 | Estadísticos descriptivos de los parámetros evaluados

Estadísticos descriptivos					
	N	Media	Desv. estándar	Mínimo	Máximo
Potencial de hidrógeno del suelo	24	5.5033	.32325	5.03	6.12
Conductividad eléctrica del suelo	24	170.3854	87.72155	34.18	398.35
Porcentaje materia orgánica del suelo	24	3.9314	4.65223	.38	24.33
Horizonte al cual pertenece el dato	24	2.00	.834	1	3

En la **Tabla 10** cada variable posee escalas diferentes para ser medidas, de ahí su diferencia de media en cada caso, un dato a destacar, la CE fue la que tuvo los datos más dispersos entre sí.

Tabla 11 | Estadístico de Prueba Kruskal-Wallis

Estadísticos de prueba[a,b]			
	Potencial de hidrógeno del suelo	Conductividad eléctrica del suelo	Porcentaje materia orgánica del suelo
H de Kruskal-Wallis	.849	.635	.915
gl	2	2	2
Sig. asin.	.654	.728	.633

a) Prueba de Kruskal Wallis

b) Variable de agrupación: Horizonte al cual pertenece el dato

Para el análisis estadístico de Kruskal-Wallis se tomó lo siguiente:

H0=Los parámetros evaluados no tienen diferencia significativa

H1= Los parámetros evaluados tienen diferencia significativa

En la **Tabla 11** como el valor de significancia para pH fue de 0.849, para CE fue 0.635 y para MO fue 0.915 , siendo todos mayores a 0.05, se dedujo que los parámetros no tienen diferencia significativa, no existió evidencia suficiente para afirmar una diferencia real entre ellos.

Finalmente, se observó que cada uno de los parámetros evaluados independientemente estaba distribuido de manera semejante entre los diferentes horizontes, se revelo falta de normalidad y ausencia de diferencias significativas, y en cada caso evaluado, el suelo fue optimo y saludable, tal como se interpretó de la data de cada parámetro antes de ingresar al programa IBM SPSS.

3.3. Discusión

Este estudio compara dos metodologías de toma de muestras de suelo: la de IHOBE (10) y la de ERA's (11). La metodología de IHOBE utiliza barrenos especializados para obtener muestras completas y profundas, separadas por horizontes, con una profundidad de hasta 1000 cm. En contraste, la de ERA's, más simple, utiliza una pala para diferenciar muestras por horizontes, pero su profundidad se limita a unos 35 cm. Las diferencias en la metodología pueden influir en los resultados del laboratorio debido a las posibles alteraciones en la estructura del suelo. Aunque la metodología de IHOBE es más completa, la de ERA's es preferible en términos de simplicidad y practicidad, especialmente para proyectos con limitaciones de tiempo o recursos.

Aunque en este análisis no se consideraron la capacidad de intercambio catiónico (CIC), el potencial Redox, el punto de marchitez permanente (PMP), el agua disponible en el suelo y otros factores, que también están relacionados con los indicadores químicos evaluados, estos fueron previamente examinados por INIAP en 2022. Sin embargo, debido a restricciones presupuestarias, se optó por no incluirlos en el estudio. Estas limitaciones podrían haber afectado la interpretación de los resultados al no tener en cuenta ciertos aspectos importantes del suelo y al influir en la precisión de las mediciones realizadas. En el estudio del monocultivo de pitahaya, se integró un análisis cualitativo de variables físicas para abordar la complejidad de los sistemas de suelo. La evaluación de aspectos como la cobertura, textura, pedregosidad y color se realizó utilizando rangos ajustables a la realidad visualizada, facilitando la interpretación mediante un gráfico radial. Esta combinación de observación detallada en el terreno con mediciones cuantitativas de indicadores físicos, químicos y biológicos proporciona una comprensión de la salud y productividad del suelo en el contexto del monocultivo de pitahaya**.**

La comparación de métodos para determinar la materia orgánica en el suelo revela tres enfoques distintos. El método de Nicholls y Altieri (12)emplea agua oxigenada en campo, evaluando la efervescencia como indicador de materia orgánica y actividad microbiana. La calificación de la muestra de suelo exhibió una reacción moderada, siendo óptimo para la agricultura. En contraste, la metodología de Izquierdo y Arévalo (19) se basa en la calcinación, evaluando la relación entre materia orgánica, densidad aparente y disponibilidad de nutrientes. Los resultados de laboratorio mostraron un contenido del 3.93%, dentro del rango de suelo rico en materia orgánica. Por último, el método de Walkley & Black 1935 (27), destaca por su oxidación húmeda, mostrando un valor del 32.39%, (26) indicando una descomposición activa de materia orgánica. La elección de la metodología debe adaptarse a los objetivos de la investigación; para mayor precisión, se recomienda considerar los métodos de Walkley o Izquierdo, mientras que, para una evaluación más general, como la del contexto de este estudio, el método de Nicholls sería suficiente.

En relación con la metodología para determinar la textura al tacto del suelo, se examinó la propuesta de Thien de 1979 , la cual fue adaptada por Erazo en 2019 (15) utilizando espectro de reflectancia difusa y un algoritmo de inteligencia artificial. Esta adaptación se evaluó mediante la prueba de McNemar, destacando su superioridad en términos de precisión y certeza en la determinación de la textura del suelo. Esta mejora metodológica se considera valiosa para la investigación en este campo y se justifica su aplicación en el presente estudio. Aunque se disponía de datos preliminares sobre la textura del suelo obtenidos por INIAP en el 2022 mediante el análisis granulométrico de Bouyoucos (26), en la cual el resultado del análisis granulométrico fue una textura Franco Arenosa para la muestra extraída a 60 cm de profundidad en el lote, se optó por la metodología adaptada de Erazo debido a su mayor precisión y certeza.

El análisis del indicador de calidad basado en el color del suelo, según Nicholls (12), reveló que un tono marrón oscuro o negro, con un contenido de materia orgánica entre 8 y 10 en la escala predeterminada, indica condiciones óptimas para la agricultura. Este color oscuro sugiere una alta presencia de materia orgánica, beneficiando la fertilidad del suelo y su capacidad para retener nutrientes esenciales. Por otro lado, la evaluación de Munsell (17) mostró tonalidades distintas, con un tono fresco de 10R 3/2 en condiciones húmedas y un tono más seco de 5YR 2/4. Un suelo con tono fresco podría indicar una buena retención de humedad, favorable para cultivos que requieren un suministro constante de agua, mientras que un tono más seco podría sugerir menor capacidad de retención de agua, influyendo en la elección de cultivos o prácticas de riego. Estos resultados no solo ofrecen información sobre la salud del suelo, sino que también pueden orientar decisiones específicas en la práctica agrícola. Los agricultores pueden adaptar sus elecciones de cultivos o ajustar las prácticas de riego según las características del suelo encontrado en sus terrenos.

La comparación entre los métodos de determinación de la densidad aparente del suelo realizada por Montoya et al. (28) y la propuesta de la Universidad de Playa Ancha de Chile revela discrepancias significativas. El estudio de Carrillo Montoya et al. tuvo como objetivo evaluar la viabilidad de un método propuesto por investigadores coreanos en comparación con el utilizado por el laboratorio de suelos del INTA en Costa Rica, lo que señala que el método coreano no era una alternativa viable al empleado en el laboratorio del INTA. Por otro lado, la metodología de la Universidad de Playa Ancha de Chile (22) se basa en el principio de Arquímedes para determinar la densidad de sólidos irregulares, utilizando el desplazamiento de líquido para calcular el volumen del

sólido. Sin embargo, al aplicar este método, se observó un resultado inesperado, ya que la densidad real de 1.78 g/cm^3 debería ser mayor que la aparente de 2 g/cm^3 debido al parámetro de porosidad considerado en esta última. Al final del experimento, se concluyó que el método de Arquímedes no era apto para calcular la densidad del suelo, debido a la naturaleza no uniforme del suelo y la presencia de espacios capilares, lo que afectó la precisión al determinar el volumen. Este hallazgo destaca la importancia de considerar las propiedades específicas del suelo al seleccionar y aplicar métodos de medición de densidad en futuras investigaciones.

Es posible que existan posibles sesgos en el estudio, como la selección de ciertos métodos de análisis sobre otros y la falta de consideración de ciertos indicadores de calidad del suelo. Estos sesgos se abordaron mediante la evaluación crítica de los resultados y la comparación con investigaciones anteriores para garantizar la validez y fiabilidad de los hallazgos. Las futuras investigaciones podrían derivarse de este estudio al explorar más a fondo las diferencias entre las metodologías de toma de muestras de suelo, investigar la influencia de otros factores en la calidad del suelo y desarrollar métodos de análisis más precisos y eficientes.

4. Conclusiones

La metodología de muestreo en forma de "V.ªdaptada a nuestra situación determinó que los horizontes de trabajo no necesitan ser muy profundos, siendo suficiente unos 15 cm para considerar el área radicular de la planta Hylocereus megalanthus. Esta profundidad garantiza evitar cualquier daño a las raíces. Además, facilitó la obtención de terrones de suelo que no necesitan preservar su estructura original ni gestionar la presencia de contaminantes en su análisis de calidad del suelo.

La aplicación de guías descriptivas en el cultivo de *Hylocereus megalanthus* en La Victoria, ha demostrado ser una metodología eficaz y práctica para evaluar los indicadores de calidad física, química y biológica del suelo. Puesto que, ofrecen una forma accesible de identificar y medir aspectos clave del suelo de manera sencilla y reproducible.

Los indicadores físicos evaluados in situ mostraron, que la cobertura del suelo, la pedregosidad, resistencia a la penetración, profundidad efectiva, estructura, grado de estructura, consistencia de agregados, color, erosión, textura, e infiltración fueron óptimos, lo que sugiere que el suelo es adecuado para el cultivo. Además, se observaron valores buenos para exceso de humedad y estabilidad de agregados, indicando que el entorno fue propicio para el desarrollo de las plantas. Estos resultados se visualizaron en un gráfico radial, evidenciando la homogeneidad entre los parámetros calificados.

En base a la experimentación realizada en campo, la única variable que destacaría, no tanto por sus resultados favorables sino por su contradicción con la literatura existente, sería la Densidad. Se observó que el método de Arquímedes no resultó idóneo para calcular la densidad del suelo, ya que este no se comporta como un sólido irregular; la presencia de espacios capilares y la variabilidad en el contenido de agua del suelo afectaron la precisión, impidiendo un desplazamiento de líquido consistente para determinar el volumen. Este hallazgo destaca la relevancia de tener en cuenta las propiedades específicas del suelo al seleccionar y aplicar métodos de medición de la densidad.

En cuanto a los indicadores de calidad del suelo químicos, respecto al primer análisis que se realizó en la finca en el 2022, se identificaron algunas desviaciones mínimas, pero a nivel general los valores se mostraron óptimos con la relación calcio-magnesio, la relación magnesio-potasio y la sumatoria de bases, también, los indicadores evaluados en el laboratorio de la UEA , de pH, conductividad eléctrica y porcentaje de materia orgánica se mantuvieron dentro de rangos aceptables.

Reconociendo la limitación en el tamaño de la muestra del estudio, con un total de 24 muestras, provenientes de 8 puntos de muestreo con 3 repeticiones/ horizontes cada uno, se aplicaron métodos estadísticos como normalidad, varianza y Kruskal-Wallis, revelaron la igualdad de varianzas y la no significancia en las diferencias entre CE, pH y MO, no se observaron diferencias significativas entre los distintos horizontes del suelo para los parámetros evaluados, lo que respaldo la homogeneidad de las condiciones del suelo en toda el área de estudio.

Desde una perspectiva práctica, los resultados de este estudio proporcionan a agricultores herramientas concretas, permiten una mejor toma de decisiones en la gestión eficiente del cultivo *Hylocereus megalanthus* en lo que compete a evaluación de la calidad del suelo ya que, no solo contribuye a optimizar la salud del suelo, sino que también fomenta el desarrollo sostenible de la agricultura en la región.

Contribuciones de los autores

Dayana Madeline Real Zúñiga: Adquisición y análisis de los datos; redactó el manuscrito, aprobó la versión enviada y la versión sustancialmente editada

Stefany Jazmín Rojas Espinoza: Adquisición y análisis de los datos; redactó el manuscrito, aprobó la versión enviada y la versión sustancialmente editada

Edgar Rubén Chicaiza Reisancho: Concepción del trabajo; aprobó la versión enviada y la versión sustancialmente editada

Todos los autores aporbaron la version enviada y editada.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener conflicto de intereses.

5. Referencias

1. *La calidad del suelo y sus indicadores.* Bautista Cruz, A., Etchevers Barra, J., del Castillo, R., & Gutiérrez, C. 2004, Ecosistemas: Revista cientifica de Ecologia y Medio Ambiente., Vol. 13, pág. 19.

2. *Pitahaya (Hylocereus spp.): culture, physicochemical characteristics, nutritional composition, and bioactive compounds.* Verona-Ruiz, A., Urcia-Cerna, J., & Paucar-Menacho, L. M. 2020, Scientia Agropecuaria, Vol. 11, págs. 439- 453. 3.

3. *Evaluación físico química de fruta de pitahaya Selenicereus megalanthus en diferentes estados de desarrollo.* Sotomayor, Andrea, Pitizaca, Soledad, Sánchez, Maritza, Burbano, Armando, Díaz, Alejandra, Nicolalde, José, Viera, William, Caicedo, Carlos, & Vargas, Yadira. 2019, SciELO, págs. 89-96.

4. Colaboradores SENADI. SENADI entrega el certificado de Denominación de Origen por la Pitahaya Amazónica de Palora – Servicios. *El nuevo Ecuador.* 28 de Junio de 2018, pág. 1.

5. Vera Avilés, Daniel Federico. *Biodiversidad intraespecifica varietal para mejorar ambientes degradados por monocultivos en Musáceas, como medidad de control de plagas y enfermedades.* Universitat Autònoma de Barcelona. Departament de Biologia Animal, de Biologia Vegetal i d'Ecologia, Barcelona : 2017.

6. Instituto Nacional de Meteorologia e Hidrologia Anuario Meteorologico 2013. Nro. 53-2013. Quito : s.n., 2017, pág. 41.

7. Pizarro, Fernando. *Riegos localizados de alta frecuencia (RLAF): goteo, microaspersión, exudación.* Tercera. s.l. : MP, 1996. pág. 511.

8. Ana Morillo, Elsa Manjarres, María Pedreros, Diego Sanabria, Luz Lizarazo, Irina Morales, Rosa Pérez, Iván Ruíz, José Velásquez. *Plan de manejo tecnológico del cultivo de la pitahaya.* Universidad pedagógica y Tecnológica de Colombia, Colombia : 2022.

9. Kondo, T., Martínez, M., Medina, J. A., Rebolledo Roa, A., & Cardozo Burgo, C. *Tecnología para el manejo de pitaya amarilla Selenicereus megalanthus (K. Schum. ex Vaupel) Moran en Colombia.* Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, Corpoica, Colombia : 2013.

10. IHOBE & COVITECMA. *Investigacion de la contaminacion del suelo: Guía Metodológica para la Toma de Muestras.* Vitoria-Gasteiz : IHOBE S.A., Gobierno Vasco, 1998. pág. 185. Vol. 2.

11. ERAs, Coordinación. *BOLETIN-ERA Nº 3.* Ministerio de Agricultura, Ganaderia, Acuacultura y Pesca, s.l. : 2010.

12. *Un método agroecológico rápido para la evaluación de la sostenibilidad de cafetales.* Nicholls, Clara y Altieri, Miguel. 2002, Catie, pág. 8.

13. Ramírez-Iglesias, Elizabeth. *CLASES DESCRIPTIVAS DE INDICADORES.* Universidad Estatal Amazonica, Puyo : 2022.

14. USDA. *Field Book.* s.l. : National Soil Survey Center, 2012. pág. 298.

15. Erazo, Estéfany. *Uso de Algoritmo de Inteligencia Artificial para Desarrollar una Metodología para Medir la Textura de los Suelos.* Universidad Nacional de Chimborazo, Riobamba : 2019.

16. Raudes, M., & Sagastume, N. *Manual de Conservación de SuelosRaudes, M., and N. Sagastume. "Manual de Conservación de Suelos. Programa para la Agricultura Sostenible en Laderas de América Central.* Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, Honduras : 2009.

17. Munsell. Revised Standard soil color charts. *Zbook.* [En línea] 1994. `https://dokumen.tips/documents/munsell-soil-color-chart.html?page=1`.

18. Osorio, Miguel, y otros. *El Suelo Principios y Análisis.* La Plata - Argentina : Puerto Madero, 2023.

19. Izquierdo, Jaime y Arévalo, John. *Determinación del carbono orgánico por el método químico y por calcinación.* Universidad Surcolombina, Colombia : 2021.

20. Silva, Cristián. *Evaluación técnico económica de estrategias sostenibles para la producción de cultivos regados con agua salina.* Universidad de Chile, facultad de Ciencias Agronómicas, Chile : 2018.

21. UNLP, Colaboradores. *Porosidad y Aireación Densidad real y Aparente.* Universidad Nacional de La Plata, Argentina : 2019.

22. UPLA, Aulatecnologica. *Aprende a Calcular la Densidad de un Sólido Irregular con el Principio de Arquímedes.* Universidad Playa Ancha, Valparaiso, Chile : 2024.

23. W. D. Reynolds, D. E. Elrick & E. G. Youngs. *The cylindrical infiltrometer: A review.* Soil Science of America Journal, Madison : 2002.

24. Yumbo, Kuyllur. *Evaluación de las prácticas de manejo y su influencia en la conservación de suelos en dos agroecosistemas de la estación experimental Tunshi.* Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba : 2023.

25. Uvidia, Jhoeel. *Informe de Resultados de Análisis de Laboratorio de Suelos.* Universidad Estatal Amazonica, Puyo : 2024.

26. Chanaluisa, Alexandra. *Reporte de Analisis de Suelos- Finca La Victoria.* Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, s.l. : 2022.

27. *Comparación de métodos para determinar carbono orgánico en suelo.* Eyherabide, Mercedes, y otros. Buenos Aires : SciELO, 2014, Vol. 32, págs. 13-19.

28. Salazar, Carlomagno, y otros. *Comparación de dos métodos para la determinación de la densidad aparente del suelo.* Instituto Nacional de Innovacion y Transferencia en Tecnologia Agropecuaria, s.l. : 2020.