



Casa abierta al tiempo
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA
METROPOLITANA
Unidad Xochimilco

División de Ciencias Biológicas y de la Salud (CBS)

Licenciatura en Medicina Veterinaria y Zootecnia

“Impacto de la ganadería en la calidad del suelo”

Prestadores de S.S.: Martínez Santos Essau Salvador
2172030467

Arceo Lake José Carlos 218202832326

Asesor: Vela Correa Gilberto 27970

Servicio social realizado en el Laboratorio de euafofología y absorción atómica de la UAM
Xochimilco del 05/09/2023 al 10/03/2024

Índice

Resumen	3
Introducción.....	3
Marco teórico.....	3
Objetivos.....	5
Metodología utilizada.....	5
Actividades realizadas	5
Objetivos y metas alcanzadas	6
% humedad= $((PH- PS) / PS) \times 100$	7
Densidad real	9
Porosidad o espacio poroso	11
% P = $(1 - (Da / Dr)) \times (100)$	11
pH y conductividad.....	12
Color de suelo.....	13
% Materia orgánica.....	14
Discusión	15
Conclusión.....	16
Recomendaciones	16
Referencias	17

Resumen

El presente estudio tuvo como objetivo evaluar la calidad del suelo en un área específica destinada al pastoreo. Se realizaron análisis de diferentes parámetros fisicoquímicos y se estableció su relación con la productividad y sustentabilidad del cultivo. Se empleó como referencia el "Manual de técnicas para el análisis de suelos" del Dr. Gilberto Vela Correa de 2020, el cual proporciona diversas técnicas para analizar pH, conductividad, contenido de materia orgánica, color, porcentaje de humedad, densidad aparente, densidad real y espacio poroso. Se recolectaron muestras de suelo de distintos puntos del área en cuestión y se realizaron los análisis correspondientes. Los resultados revelaron una combinación de arcillas y suelos franco arcillosos limosos, así como un contenido aceptable de materia orgánica. Se determinó que los niveles de humedad se encontraban adecuados, incluso tras un periodo sin lluvias. El pH del suelo mostró ser moderadamente alcalino, lo cual podría tener un impacto leve en la producción de ciertos tipos de plantas. Asimismo, se observó una conductividad elevada en el suelo. Los análisis recopilados en el área de pastoreo indican que la calidad del suelo es adecuada para la actividad pecuaria a la que está destinada. No obstante, se recomienda realizar un monitoreo constante del pH para asegurar que se mantenga en niveles óptimos. Esto contribuirá a garantizar la productividad y sustentabilidad del cultivo en la granja experimental.

Introducción

El análisis de propiedades físicas y químicas del suelo es fundamental para comprender su comportamiento y evaluar su calidad. En este estudio, se realizaron pruebas de pH, densidad real, densidad aparente, porosidad, color, contenido de materia orgánica y conductividad. Comprender las características del suelo en un contexto específico es esencial para la toma de decisiones en agricultura, conservación ambiental y planificación del uso de la tierra. El análisis de pH del suelo revela su acidez o alcalinidad, influyendo en la disponibilidad de nutrientes y actividad microbiana. La densidad real y aparente del suelo revela detalles sobre su estructura y compactación, afectando la retención de agua y circulación de aire. La porosidad es crítica para la retención de agua, flujo de aire y desarrollo de las plantas, mientras que el color indica su composición mineral y orgánica, y posibles procesos degradativos o enriquecedores. La materia orgánica es crucial para la fertilidad y salud del suelo, aportando nutrientes, mejorando la estructura y promoviendo actividad microbiana beneficiosa. La conductividad eléctrica proporciona información sobre la cantidad de sales en el suelo, lo cual afecta su calidad y la del agua.

Marco teórico

El suelo es un recurso fundamental que sustenta la vida en la Tierra, y su análisis detallado es esencial para comprender su comportamiento y evaluar su calidad en

diversos contextos. Este proyecto de investigación se centra en examinar varias propiedades físicas y químicas del suelo para obtener una comprensión integral de su estado y su potencial impacto en diferentes áreas, como la agricultura, la conservación ambiental y la planificación del uso de la tierra (Sánchez, 2019).

El pH del suelo es una medida fundamental que revela su acidez o alcalinidad, lo cual tiene un impacto significativo en la disponibilidad de nutrientes para las plantas y en la actividad microbiana en el suelo. Un pH adecuado es crucial para un crecimiento saludable de las plantas y para maximizar la eficiencia de los fertilizantes aplicados (Mengel & Kirby, 2000).

La densidad real y aparente del suelo son indicadores importantes de su estructura y compactación. La densidad real proporciona información sobre la masa de suelo por unidad de volumen, mientras que la densidad aparente se refiere a la relación entre la masa y el volumen total del suelo, incluyendo los poros. Estos parámetros son fundamentales para comprender la capacidad del suelo para retener agua, así como para permitir la circulación de aire y el desarrollo saludable de las raíces de las plantas (FAO, 2024).

La porosidad del suelo es otro aspecto crítico que influye en su capacidad para retener agua, facilitar el flujo de aire y promover el desarrollo de las plantas. Una adecuada porosidad garantiza una buena aireación del suelo y una distribución uniforme del agua, lo que es esencial para maximizar el crecimiento de las plantas (González-Barrios, González-Cervantes, Sánchez-Cohen, López-Santos, & Valenzuela-Núñez, 2011).

El color del suelo proporciona información sobre su composición mineral y orgánica, así como posibles procesos de degradación o enriquecimiento. La variación en el color puede indicar la presencia de ciertos minerales o la acumulación de materia orgánica, lo que puede influir en su fertilidad y capacidad para soportar la vegetación (Jaramillo J., 2002).

La materia orgánica es un componente fundamental para la fertilidad y salud del suelo. Aporta nutrientes esenciales para las plantas, mejora la estructura del suelo, aumenta su capacidad de retención de agua y promueve la actividad microbiana beneficiosa, contribuyendo así a la formación de un suelo saludable y fértil (Martínez H., Fuentes E., & Acevedo H., 2008).

Finalmente, la conductividad eléctrica del suelo proporciona información sobre la cantidad de sales presentes, lo cual puede afectar tanto la calidad del suelo como la del agua que interactúa con él. Un alto contenido de sales puede afectar negativamente la capacidad del suelo para soportar la vida vegetal y puede requerir

medidas de manejo específicas para mitigar su impacto en la agricultura y otros usos de la tierra (Ruiz C., *et. al.* 2013).

Objetivos

General:

Evaluar el impacto de la actividad ganadera en la calidad del suelo, centrándose en las propiedades físicas y químicas del suelo en áreas de pastoreo.

Específicos:

Analizar las propiedades físicas y químicas del suelo destinado al pastoreo.

Comparar las propiedades presentadas por el suelo de actividad ganadera con los valores estándar en diferentes literaturas.

Identificar los factores que influyen en la calidad del suelo y que están relacionados con la actividad ganadera.

Metodología utilizada

En este estudio, se obtuvieron muestras de suelo de un terreno en la granja empleando la metodología descrita en el "Manual de técnicas para el análisis de suelos" del Dr. Gilberto Vela Correa (2020), tomando 15 muestras dentro del terreno de pastoreo y 2 muestras fuera como control. La superficie del área muestreada fue de aproximadamente 20,000 metros cuadrados. Para la toma de las muestras se utilizó una pala, pico, bolsas polipropileno, marcador indeleble, croquis de la zona a, cinta adhesiva y una báscula para obtener 1.5 kg de cada punto de 0 a 30 centímetros cm de profundidad. Realizando una limpieza previa de la superficie del suelo antes de tomar las muestras.

Actividades realizadas

Una vez recolectadas las 17 muestras (15 muestras y 2 controles), se separaron 30 gramos de suelo de cada una para el cálculo del porcentaje de humedad. Para las demás pruebas, las muestras se secaron extendiéndolas sobre papel estroza en un ambiente controlado, evitando temperaturas superiores a 35°C y manteniendo una humedad relativa entre 30% y 70% en un invernadero de la Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Xochimilco.

Después del secado, las muestras se molieron en un mortero y se tamizaron utilizando un tamiz de acero inoxidable con aberturas de 2 milímetros de diámetro.

El porcentaje de humedad se calculó mediante el método de la combustión en alcohol antes del secado de las muestras, mientras que la densidad aparente se determinó utilizando el método de la probeta y la densidad real se obtuvo mediante el método del picnómetro.

Para medir el pH y la conductividad, se utilizaron las muestras previamente preparadas. El color del suelo se determinó utilizando el sistema de tablas Munsell.

La materia orgánica se calculó siguiendo el método de Walkley y Black (AS-07), donde se emplearon reactivos como el dicromato de potasio, el ácido sulfúrico concentrado y el sulfato ferroso en una titulación.

Se registraron todos los datos obtenidos en tablas para realizar los cálculos correspondientes.

Objetivos y metas alcanzadas

Objetivos:

Análisis exhaustivo de propiedades físicas y químicas del suelo: Se logró realizar un análisis detallado de diversas propiedades del suelo, incluyendo porosidad, humedad, pH, color, conductividad eléctrica y contenido de materia orgánica. Este análisis proporcionó una comprensión profunda de la calidad del suelo y su idoneidad para la actividad pecuaria.

Comparación con estándares y referencias bibliográficas: Se contrastaron los resultados obtenidos con estándares de calidad establecidos y con estudios previos realizados en áreas similares. Esta comparación permitió evaluar el estado del suelo en relación con criterios reconocidos y determinar su adecuación para la producción pecuaria.

Identificación de factores de influencia en la calidad del suelo: Se identificaron diversos factores que influyen en la calidad del suelo, como la actividad ganadera, la distribución de abonos orgánicos y la gestión del pH. Esta identificación proporcionó información valiosa para comprender los procesos que afectan la calidad del suelo en la zona de estudio.

Recomendaciones para la mejora de la gestión del suelo: Se formularon recomendaciones específicas para mejorar la gestión del suelo en la zona de pastoreo, incluyendo la optimización de la distribución de abonos orgánicos, el monitoreo regular del pH y la implementación de prácticas de manejo sostenible. Estas recomendaciones tienen como objetivo mejorar la calidad del suelo y promover la sostenibilidad de la actividad pecuaria.

Metas:

Se ha determinado que el espacio poroso del suelo se encuentra dentro de un rango intermedio, con valores que van del 44.92% al 54.93%, lo que indica una adecuada capacidad de retención de agua y aireación para el crecimiento vegetal.

La humedad del suelo, con valores entre el 5.1% y el 9%, se ha encontrado en niveles adecuados, considerando la ausencia de lluvias durante la temporada de sequía, lo que sugiere una buena relación entre la densidad aparente y el espacio poroso.

El pH del suelo, con valores entre 7.9 y 8.4, se encuentra dentro del rango moderadamente alcalino, lo que puede influir en la producción de ciertos tipos de plantas, pero no presenta riesgos significativos para la actividad pecuaria.

El color del suelo, identificado como gris pardo oscuro, sugiere una alta presencia de materia orgánica y minerales, principalmente hierro, lo que favorece la fertilidad del suelo.

La conductividad eléctrica del suelo, con valores entre 0.2 y 1.17 mS/cm, indica que los suelos considerados no son salinos, lo que permite la producción de pasturas más palatables para el ganado.

Se ha identificado una variabilidad significativa en el contenido de materia orgánica del suelo, con valores que van desde 0.14% hasta 4.99%, lo que sugiere la necesidad de mejorar la distribución de los abonos orgánicos empleados en la zona de pastoreo.

Resultados

Humedad

Para el cálculo de resultados se empleó la siguiente fórmula:

$$\% \text{ humedad} = ((\text{PH} - \text{PS}) / \text{PS}) \times 100$$

PH = peso del suelo húmedo PS = peso del suelo seco

Cuadro 1: Porcentaje de Humedad						
Muestra	Peso Contenedor	PLTH (g)	PLTS (g)	PH (g)	PS	%
C-1	24.11	46.99	45.45	22.88	21.34	7.2

C-2	28.78	49.43	48.16	20.65	19.38	6.6
M-1	23.71	50.71	49.28	27	25.57	5.6
M-2	27.65	44.78	43.39	17.13	15.74	8.8
M-3	28.2	52.71	51.17	24.51	22.97	6.7
M-4	28.29	53.66	51.99	25.37	23.7	7.1
M-5	24.62	49.04	47.35	24.42	22.73	7.4
M-6	28.26	51.39	49.75	23.13	21.49	7.6
M-7	26.76	49.18	47.74	22.42	20.98	6.9
M-8	27.3	51.4	49.93	24.1	22.63	6.5
M-9	28.66	55.5	53.71	26.84	25.05	7.2
M-10	24.02	47.21	46.09	23.19	22.07	5.1
M-11	24	47.19	45.78	23.19	21.78	6.5
M-12	24.74	47.41	45.83	22.67	21.09	7.5
M-13	24.42	45.48	43.92	21.06	19.5	8
M-14	28.14	50.48	48.93	22.34	20.79	7.5
M-15	25.45	44.69	43.11	19.24	17.66	9

Para la densidad aparente se empleó el cálculo por medio del método de la probeta, por el cual se obtuvieron los siguientes pesos, los cuales se sustituyeron en la fórmula dándonos los datos observados en el cuadro 2:

Fórmula de la densidad aparente: **Peso del suelo = (Pesaje-Peso Prob) / 2**

Densidad aparente = Peso del Suelo g/volumen ml

Densidad aparente

El cálculo de la densidad real se llevó a cabo utilizando el método del picnómetro, tal como se describe en la sección anterior de la investigación. Los valores de peso obtenidos se registraron en el cuadro 3 y para ello se empleó la fórmula correspondiente para obtener la densidad real.

Cuadro 2: Densidad Aparente			
Muestra	Den. ap.	Muestra	Den. ap.
C-1	1.19	M-8	1.23
C-2	1.16	M-9	1.25
M-1	1.24	M-10	1.21
M-2	1.06	M-11	1.18
M-3	1.23	M-12	1.15
M-4	1.21	M-13	1.19
M-5	1.06	M-14	1.16
M-6	1.2	M-15	1.19
M-7	1.15		

Densidad real

Fórmula de la densidad real; **Dr = S/(S + A) - (s + a)**

P/Tierra = Peso del picnómetro + peso de la muestra de suelo

P/Suelo/Agua= Peso del picnómetro + peso muestra + peso del agua

P/Agua= Peso de picnómetro + peso del agua

S= P/tierra - peso de picnómetro solo

A= Peso de picnómetro + peso del agua - peso del picnómetro solo

(S+A)= Peso del agua + Peso del suelo

(s+a) = Peso de picnómetro con suelo y agua - peso del picnómetro solo

Cuadro 3: Densidad Real						Dr (g x cm ³)	Cuadro 3: Densidad Real						Dr (g x cm ³)
Muestra	(S)	(A)	(s+a)		(S+A)-(s+a)	g cm-3	Muestra	(S)	(A)	(s+a)		(S+A)-(s+a)	g cm-3
C-1	5	100.23	103.13	105.23	2.1	2.38	M-8	5.01	101.51	104.48	106.52	2.04	2.46
C-2	5.01	100.25	103.11	105.26	2.15	2.33	M-9	5	98.7	101.62	103.7	2.08	2.40
M-1	4.96	101.33	104.26	106.29	2.03	2.44	M-10	4.99	99.72	102.59	104.71	2.12	2.35
M-2	4.98	98.47	101.43	103.45	2.02	2.47	M-11	5.01	100.86	103.79	105.87	2.08	2.41
M-3	4.98	99.54	102.29	104.52	2.23	2.23	M-12	5.02	99.06	101.94	104.08	2.14	2.35
M-4	4.98	99.29	102.18	104.27	2.09	2.38	M-13	4.99	101.52	104.41	106.51	2.1	2.38
M-5	5.01	99.08	101.96	104.09	2.13	2.35	M-14	4.99	99.14	102.05	104.13	2.08	2.40
M-6	4.99	99.96	102.8	104.95	2.15	2.32	M-15	4.99	101.27	104.28	106.26	1.98	2.52
M-7	5	98.34	101.1	103.3	2.16	2.31							

Porosidad o espacio poroso

Para llevar a cabo la prueba de porosidad, es necesario disponer de los valores de la densidad real y la densidad aparente. Con este propósito, se utiliza la siguiente fórmula y al sustituir los valores correspondientes, se obtienen los resultados que se presentan en el cuadro 4.

Cuadro 4: % de Porosidad							
Muestr a	Densidad (mg/m³)		Porosidad (%)	Muestr a	Densidad (mg/m³)		Porosidad (%)
	Aparent e	Rea l			Aparent e	Rea l	
C-1	1.19	2.38	50.02	M-8	1.23	2.46	49.92
C-2	1.16	2.33	50.22	M-9	1.25	2.4	48
M-1	1.24	2.44	49.25	M-10	1.21	2.35	48.59
M-2	1.06	2.47	57	M-11	1.18	2.41	51.01
M-3	1.23	2.23	44.92	M-12	1.15	2.35	50.98
M-4	1.21	2.38	49.22	M-13	1.19	2.38	49.92
M-5	1.06	2.35	54.93	M-14	1.16	2.4	51.65
M-6	1.20	2.32	48.3	M-15	1.19	2.52	52.78
M-7	1.15	2.31	50.32				

$$\% P = (1 - (Da / Dr)) \times (100)$$

% P = Porcentaje de espacio poroso

Da = Densidad Aparente

Dr = Densidad Real

pH y conductividad

La medición del pH se realizó utilizando un potenciómetro, y los resultados obtenidos se presentan en el cuadro 5. Por otro lado, en el cuadro 6 se muestra la escala de pH y la categoría a la que pertenece el suelo según dicha escala. Asimismo, en el cuadro 5 se pueden observar los valores obtenidos para la conductividad, los cuales fueron medidos utilizando un electrodo conectado a un medidor de conductividad.

Cuadro 5: pH y conductividad					
Muestra	pH	Conductividad (milsims)	Muestra	pH	Conductividad (milisims)
C-1	8.4	0.92	M-8	8.1	0.27
C-2	8.1	0.25	M-9	8.2	0.23
M-1	8.1	0.62	M-10	8.1	0.27
M-2	8.2	0.41	M-11	8.1	0.21
M-3	7.9	1.17	M-12	8.2	0.26
M-4	8.4	0.34	M-13	8.2	0.35
M-5	8	0.35	M-14	8.2	0.26
M-6	8.1	0.5	M-15	8.1	0.2
M-7	8.1	0.32			

Color de suelo

La determinación del color usamos las tablas Munsell, de las cuales se obtuvieron los resultados mostrados en el cuadro 6.

Cuadro 6: Color del suelo													
Muestra	TS	Cuadro	Color Seco	TM	Tabla	Color Humedo	Muestra	TS	Cuadro	Color Seco	TM	Tabla	Color Humedo
C-1	04-feb	10YR	Dark Grayish Brown	02-feb	10YR	Very Dark Brown	M-10	04-feb	10YR	Dark Grayish Brown	02-feb	10YR	Very Dark Brown
C-2	04-feb	10YR	Dark Grayish Brown	02-feb	10YR	Very Dark Brown	M-11	04-feb	10YR	Dark Grayish Brown	03-e ne	10YR	Very Dark Gray
M-1	04-feb	10YR	Dark Grayish Brown	03-e ne	10YR	Very Dark Gray	M-12	04-feb	2.5Y	Dark Grayish Brown	2.5/1	2.5Y	Black
M-2	04-feb	10YR	Dark Grayish Brown	03-e ne	10YR	Very Dark Gray	M-13	04-feb	10YR	Dark Grayish Brown	2.5/1	2.5Y	Black
M-3	04-feb	10YR	Dark Grayish Brown	03-e ne	10YR	Very Dark Gray	M-14	04-feb	2.5Y	Dark Grayish Brown	2.5/1	2.5Y	Black
M-4	04-feb	10YR	Dark Grayish Brown	03-e ne	10YR	Very Dark Gray	M-15	04-feb	10YR	Dark Grayish Brown	2.5/1	2.5Y	Black
M-5	04-feb	10YR	Dark Grayish Brown	02-e ne	10YR	Black							
M-6	04-feb	10YR	Dark Grayish Brown	03-e ne	10YR	Very Dark Gray							
M-7	04-feb	10YR	Dark Grayish Brown	02-e ne	10YR	Black							
M-8	04-feb	10YR	Dark Grayish Brown	02-e ne	10YR	Black							
M-9	04-f	10YR	Dark Grayish	02-fe	10Y	Very Dark							

% Materia orgánica

La materia orgánica se calculó con el método AS-07, de Walkley y Black, los gastos de los distintos reactivos para la preparación de la muestra y la titulación se sustituyeron en la formula dándonos los resultados de materia orgánica del cuadro 7.

Cuadro 7: Materia Orgánica							
Muestra	mL FeSO4	Nr	Peso suelo	MO	Corg	Nt	C:N
				%			
C-1	5.7	0.82	0.2	1	0.58	0.05	11.6
C-2	5	0.82	0.2	2.99	1.74	0.15	11.6
M-1	5.6	0.82	0.2	1.28	0.74	0.06	11.6
M-2	4.5	0.82	0.2	4.42	2.56	0.22	11.6
M-3	6	0.82	0.2	0.14	0.08	0.01	11.6
M-4	5.8	0.82	0.2	0.71	0.41	0.04	11.6
M-5	4.3	0.82	0.2	4.99	2.89	0.25	11.6
M-6	5.1	0.82	0.2	2.71	1.57	0.14	11.6
M-7	5.5	0.82	0.2	1.57	0.91	0.08	11.6
M-8	5.6	0.82	0.2	1.28	0.74	0.06	11.6
M-9	5.2	0.82	0.2	2.42	1.41	0.12	11.6
M-10	5.1	0.82	0.2	2.71	1.57	0.14	11.6

M-11	5.4	0.82	0.2	1.85	1.08	0.09	11.6
M-12	5.4	0.82	0.2	1.85	1.08	0.09	11.6
M-13	5.8	0.82	0.2	0.71	0.41	0.04	11.6
M-14	5	0.82	0.2	2.99	1.74	0.15	11.6
M-15	5	0.82	0.2	2.99	1.74	0.15	11.6

Discusión

El espacio poroso obtenido va del 44.92 a los 54.93 por ciento, por lo que comparándolo con el Departamento De Ambiente Y Recursos Naturales-U.N.L.P. (2019, aun con la tendencia a manejar un aproximado de 50% de espacio poroso, que se puede clasificar como intermedio.

La humedad obtenida de 5.1 a 9 por ciento debe relacionarse con la densidad aparente y el espacio poroso, así, al contrastarla con los datos y considerando la ausencia de lluvias en la zona por temporada de sequía, se ha determinado que la humedad se encuentra en niveles adecuados.

El pH de 7.9 a 8.4 nos indica: según Pekin (2014), el suelo del área se encuentra justo en el rango de pH moderadamente alcalino, que puede tener un efecto menor en la producción de algunos tipos de plantas ya que según Neina (2019), el pH alcalino puede incrementar los procesos de nitrificación, sin embargo, no presenta riesgo alguno

El color gris pardo oscuro según USDA, s.f., muestra una gran cantidad de materia orgánica y minerales, principalmente hierro en diversas presentaciones.

Según los resultados obtenidos de la conductividad de 0.2 a 1.17 minisims y según Kaya et al. (2022), los suelos considerados no salinos presentan una conductividad por debajo de 2%, lo que significa que podemos producir diferentes tipos de pasturas más palatabilidad que los pastos halófilos (Vicente & Marius-Nicușor, 2023).

Al tener un contenido de materia orgánica tan variable de 0.14 a 4.99 podemos decir que el contenido de materia orgánica tan dispersa en el terreno puede ser producto de una mala distribución de abonos orgánicos, ya que, se informó de la disposición de las heces de algunas de las producciones pecuarias de la granja y desechos orgánicos de las mismas que se emplean como abono para las zonas de cultivo y pastoreo.

Conclusión

Los análisis recopilados de la zona de pastoreo indican que la calidad del suelo es apta para la actividad pecuaria a la que se ha destinado, además de que no presenta indicadores de contaminación alguna, sin embargo, es evidente la falta de una mejor distribución de los abonos empleados y un monitoreo constante del nivel de pH para asegurar que este se mantenga en niveles óptimos y no afecte la calidad de los pastos empleados (grama) ni su capacidad productiva.

Recomendaciones

- Optimizar la distribución de abonos orgánicos: Se recomienda realizar una evaluación detallada de la distribución de abonos orgánicos en la zona de pastoreo y establecer prácticas que garanticen una aplicación uniforme y eficiente. Esto ayudará a mejorar la fertilidad del suelo y promover un crecimiento saludable de la vegetación.
- Implementar un monitoreo regular del pH del suelo: Es importante establecer un programa de monitoreo periódico del pH del suelo para identificar cualquier cambio significativo que pueda afectar su calidad y productividad. Se deben tomar medidas correctivas si el pH se desvía de los niveles óptimos para la actividad pecuaria.
- Promover prácticas de manejo sostenible: Se recomienda fomentar prácticas de manejo sostenible del suelo, como la rotación de cultivos, el control de la erosión y la conservación de la biodiversidad. Estas prácticas ayudarán a mantener la salud del suelo a largo plazo y a minimizar los impactos negativos de la actividad ganadera.
- Realizar estudios adicionales sobre la calidad del agua: Dado que la calidad del agua puede afectar la calidad del suelo, se sugiere realizar estudios adicionales para evaluar la calidad del agua utilizada en la zona de pastoreo y su posible impacto en el suelo y la vegetación circundante.
- Capacitar a los ganaderos en prácticas de manejo del suelo: Se recomienda proporcionar capacitación y asistencia técnica a los ganaderos sobre prácticas de manejo del suelo que promuevan la salud del suelo y la sostenibilidad de la actividad pecuaria. Esto puede incluir sesiones de capacitación, materiales educativos y visitas técnicas a campo.
- Fomentar la colaboración entre los diferentes actores involucrados: Se sugiere promover la colaboración entre los ganaderos, las autoridades ambientales y otros actores relevantes para desarrollar estrategias integrales de manejo del suelo que aborden los desafíos específicos de la zona de pastoreo y promuevan la sostenibilidad a largo plazo.

Referencias

Anchelia Guerrero, A. R. (2018). Caracterización in situ de mineral aurífero previo a su procesamiento mediante el sistema de colores Munsell en labores de cateo libre—Compañía Minera Poderosa SA.

Barrezueta-Unda, S., Cervantes-Alava, A., Ullauri-Espinoza, M., Barrera Leon, J., & Condoy-Gorotiza, A. (2020). Evaluación del método de ignición para determinar materia orgánica en suelos de la provincia el oro-ecuador. *Fave. Sección ciencias agrarias*, 19(2), 2526.

Barrientos Ramos, L. A., & Rojas Cabrera, D. E. (2020). Efecto del compost de residuos orgánicos y estiércol vacuno en suelo franco arenoso de la Asociación Vivienda La Bloquetera-Villa María del Triunfo

Calvo, C. S., Venegas, J. P. G., Valverde, D. C., Vega, J. L., Montoya, K. C., & González, H. M. (2020). Comparación de dos métodos para la determinación de la densidad aparente del suelo. *Alcances Tecnológicos*, 13(1), 5-12.

Cremona, M. V., & Enriquez, A. S. (2020). Algunas propiedades del suelo que condicionan su comportamiento: El pH y la conductividad eléctrica. *EEA Bariloche*.

Espinoza, I. D. N., Zenteno, M. D. C., Chávez, J. C., Moreiral, V. N., Solarte, K. E. A., & Intriago, F. L. M. (2018). Propiedades físicas del suelo en diferentes sistemas agrícolas en la provincia de Los Ríos, Ecuador. *Temas agrarios*, 23(2), 177-187.

FAO. (2024). *Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura*. Obtenido de Portal de Suelos de la FAO: <https://www.fao.org/soils-portal/soil-survey/propiedades-del-suelo/propiedades-fisicas/es/>

García Girón, J. D. (2020). Distribución espacial de la humedad del suelo y su relación con la cobertura vegetal en América Central, discrepancias dentro y fuera del Corredor Seco Centroamericano.

González-Barrios, J. L., González-Cervantes, G., Sánchez-Cohen, I., López-Santos, A., & Valenzuela-Núñez, L. M. (2011). CARACTERIZACIÓN DE LA POROSIDAD EDÁFICA COMO INDICADOR DE LA CALIDAD FÍSICA DEL SUELO. *TERRA LATINOAMERICANA*, 369-377.

Jaramillo J., D. F. (2002). *Introducción a la ciencia del suelo*. Medellín-España: UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA-FACULTAD DE CIENCIAS.

Rivera, E., Sánchez, M., & Domínguez, H. (2018). pH como factor de crecimiento en plantas. *Revista de iniciación científica*, 4, 101-105.

Soriano Soto, M. (2018). Conductividad eléctrica del suelo.

Vasyl Cherlinka. (2020, September 9). El Control De La Humedad Del Suelo: Un Factor Clave. EOS Data Analytics; EOS Data Analytics.
[https://eos.com/es/blog/humedad
delsuelo/#:~:text=El%20control%20y%20la%20previsi%C3%B3n,los%20nutrientes%20y%20otros%20insumos.](https://eos.com/es/blog/humedad-delsuelo/#:~:text=El%20control%20y%20la%20previsi%C3%B3n,los%20nutrientes%20y%20otros%20insumos.)

Pekin, Keith (2014). "SUSTAINABLE AGRICULTURE FACTSHEET NO 3 Assessing Soil Quality and Interpreting Soil Test Results." n.d.
[https://www.wineaustralia.com/getmedia/daf8d1d5-145e-4f44-9a18aaf710abb2ee/Assessing-soil-quality-and-interpreting-soil-test-results.pdf.](https://www.wineaustralia.com/getmedia/daf8d1d5-145e-4f44-9a18aaf710abb2ee/Assessing-soil-quality-and-interpreting-soil-test-results.pdf)

DEPARTAMENTO DE AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES-U.N.L.P.(2019). APUNTE DE EDAFOLOGÍA. FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIA Y FORESTALES.

https://aulavirtual.agro.unlp.edu.ar/pluginfile.php/42969/mod_resource/content/1/POROSIDAD%20Y%20AIREACION%2026-3-19.pdf

Kaya, F., Schillaci, C., Keshavarzi, A., & Basayigit, L. (2022). Predictive Mapping of Electrical Conductivity and Assessment of Soil Salinity in a Western Türkiye Alluvial Plain. *Land*, 11, 1-21. <https://www.mdpi.com/2073-445X/11/12/2148> 15.

Martínez H., E., Fuentes E., J. P., & Acevedo H., E. (2008). CARBONO ORGÁNICO Y PROPIEDADES DEL SUELO. *Revista de la ciencia del suelo y nutrición vegetal*.

Mengel, K., & Kirby, E. A. (2000). *Principios de nutrición vegetal*. Basiela-Suiza: Instituto Internacional de la Potasa.

Minnesota Pollution Control Agency. (2023, January 30). Soil health indicator sheet - Soil compaction (bulk density) - Minnesota Stormwater Manual. Minnesota Stormwater Manual. Retrieved June 12, 2023, from [https://stormwater.pca.state.mn.us/index.php?title=Soil_health_indicator_sheet_-_Soil_compaction_\(bulk_density\)](https://stormwater.pca.state.mn.us/index.php?title=Soil_health_indicator_sheet_-_Soil_compaction_(bulk_density))

Neina, D. (2019). The_Role_of_Soil_pH_in_Plant Nutrition and Soil Remediation. *Applied and Environmental Soil Science*, 1-9.
https://www.researchgate.net/publication/338357168_The_Role_of_Soil_pH_in_Plant_Nutrition_and_Soil_Remediation. 10.1155/2019/5794869

Ruiz C., J. G. (2013). *REQUERIMIENTOS AGROECOLÓGICOS DE CULTIVOS*. Tepatitlán deMorelos, Jalisco, México: SAGARPA.

Sánchez, J. (2019). *Recursos naturales, medio ambiente y sostenibilidad*. Naciones Unidas.

USDA. (n.d.). EXPLORING SOILS COLORS. NCSS. https://www.oclw.org/uploads/3/1/6/2/31627513/7x5_wi_park_soil_booklet-web.pdf

Vicente, Ó., & Marius-Nicușor, G. (2023). Wild Halophytes: Tools for Understanding Salt Tolerance Mechanisms of Plants and for Adapting Agriculture to Climate Change. *Plants*, 12(221), 1-7. <https://www.mdpi.com/2223-7747/12/2/221#metrics>

Zotarelli, Dukes, M. D., & Morgan, K. T. (2013, February 28). Interpretación del contenido de la humedad del suelo para determinar capacidad de campo y evitar riego... ResearchGate; University of Florida George A Smathers Libraries. https://www.researchgate.net/publication/345870387_Interpretacion_del_contenido_de_la_humedad_del_suelo_para_determinar_capacidad_de_campo_y_evitar_riego_excesivo_en_suelos_arenosos_utilizando_sensores_de_humedad