



Efectos de intensidades de pastoreo sobre la humedad del suelo

Effects of grazing intensities on soil moisture

Efeitos das intensidades de pastejo na umidade do solo

Juan Edgar García-Mendoza ^I
juan.garciam@espam.edu.ec
<https://orcid.org/0009-0004-3955-8797>

María Belén Zambrano-Zambrano ^{II}
maria.zambranoza@espam.edu.ec
<https://orcid.org/0009-0009-3490-7368>

José Lizardo Reyna-Bowen ^{II}
jlereyna@espam.edu.ec
<https://orcid.org/0009-0002-0042-3276>

Correspondencia: juan.garciam@espam.edu.ec

Ciencias Técnicas y Aplicadas
Artículo de Investigación

* **Recibido:** 11 de abril de 2025 ***Aceptado:** 19 de mayo de 2025 * **Publicado:** 30 de junio de 2025

- I. Estudiante de la Carrera de Ingeniería Agrícola Universidad ESPAM MFL, Calceta, Manabí, Ecuador.
- II. Estudiante de la Carrera de Ingeniería Agrícola Universidad ESPAM MFL, Calceta, Manabí, Ecuador.
- III. Ingeniero Agrícola, Magister en Ciencias de la Geo Información y Observación de la Tierra Mención Información de Tierra Para la Planificación del Territorio, Doctor Dentro del Programa de Doctorado en Ingeniería Agraria, Alimentaria, Forestal Y del Desarrollo Rural Sostenible, y Docente en la ESPAM MFL, Ecuador.

Resumen

La ganadería ocupa más del 26% de la superficie terrestre libre de hielo, pero su intensificación puede degradar el suelo, reduciendo su capacidad de retención de humedad. El sobrepastoreo compacta el suelo, disminuyendo la infiltración de agua hasta en un 55% en comparación con el pastoreo rotacional. En América Latina, la ganadería extensiva impacta los ciclos hidrológicos, como en la Pampa Argentina y Ecuador, donde la infiltración puede reducirse.

En Manabí, Ecuador, se evaluó el efecto de diferentes intensidades de pastoreo en la humedad del suelo en la finca La Vidal, en Chone. Se estudiaron tres manejos: alta intensidad (AP), moderada (PM) y sin pastoreo (SP). Los resultados mostraron que el pastoreo moderado retiene más humedad (6,38%), superando tanto a los suelos sin pastoreo (5,58%) como a los de alta intensidad (5,42%). Aunque se esperaba que el suelo sin pastoreo conservara más agua, la compactación en pastizales intensivos y la estructura del suelo influyeron en los resultados. El estudio resalta la importancia del manejo sostenible del pastoreo para preservar la humedad del suelo, beneficiando la productividad y conservación del ecosistema a largo plazo.

Palabras Clave: ganadería; pastoreo; humedad del suelo; compactación; manejo sostenible.

Abstract

Livestock farming occupies more than 26% of the ice-free land surface, but its intensification can degrade the soil, reducing its moisture-retention capacity. Overgrazing compacts the soil, reducing water infiltration by up to 55% compared to rotational grazing. In Latin America, extensive livestock farming impacts hydrological cycles, as in the Argentine Pampas and Ecuador, where infiltration can be reduced.

In Manabí, Ecuador, the effect of different grazing intensities on soil moisture was evaluated at the La Vidal farm in Chone. Three management methods were studied: high intensity (HI), moderate intensity (MI), and no grazing (NO). The results showed that moderate grazing retains more moisture (6.38%), outperforming both ungrazed (5.58%) and high intensity (5.42%) soils. Although ungrazed soil was expected to retain more water, compaction in intensive pastures and soil structure influenced the results. The study highlights the importance of sustainable grazing management to preserve soil moisture, benefiting long-term productivity and ecosystem conservation.

Keywords: livestock; grazing; soil moisture; compaction; sustainable management.

Resumo

A pecuária ocupa mais de 26% da superfície terrestre livre de gelo, mas sua intensificação pode degradar o solo, reduzindo sua capacidade de retenção de umidade. O sobrepastoreio compacta o solo, reduzindo a infiltração de água em até 55% em comparação com o pastoreio rotacionado. Na América Latina, a pecuária extensiva impacta os ciclos hidrológicos, como nos Pampas argentinos e no Equador, onde a infiltração pode ser reduzida.

Em Manabí, Equador, o efeito de diferentes intensidades de pastejo na umidade do solo foi avaliado na fazenda La Vidal, em Chone. Três métodos de manejo foram estudados: alta intensidade (AI), intensidade moderada (IM) e sem pastejo (NO). Os resultados mostraram que o pastejo moderado retém mais umidade (6,38%), superando os solos sem pastejo (5,58%) e de alta intensidade (5,42%). Embora se esperasse que o solo sem pastejo retivesse mais água, a compactação em pastagens intensivas e a estrutura do solo influenciaram os resultados. O estudo destaca a importância do manejo sustentável do pastejo para preservar a umidade do solo, beneficiando a produtividade a longo prazo e a conservação do ecossistema.

Palavras-chave: pecuária; pastagem; umidade do solo; compactação; manejo sustentável.

Introducción

La ganadería es una de las principales actividades económicas a nivel mundial, con más de 3,5 mil millones de hectáreas dedicadas al pastoreo, lo que representa aproximadamente el 26% de la superficie terrestre libre de hielo (Wolf et al., 2021). Sin embargo, la intensidad del pastoreo puede generar alteraciones significativas en las propiedades físicas del suelo, particularmente en su contenido de humedad, un factor determinante para la productividad agrícola y la estabilidad de los ecosistemas (Lei et al., 2023). La compactación del suelo causada por el sobrepastoreo reduce su porosidad y capacidad de infiltración, lo que incrementa la escorrentía superficial y disminuye la disponibilidad de agua para las plantas (Czegledi y Radacsi, 2021).

Mosier et al. (2022) han demostrado que la gestión del pastoreo influye directamente en la estructura del suelo y en su capacidad para retener humedad. En regiones de pastizales, se ha observado que las áreas con alta carga animal pueden experimentar hasta un 55% de reducción en la infiltración de agua en comparación con aquellas manejadas con estrategias de pastoreo

rotacional (Fidalski et al., 2021). Esta disminución no solo afecta la disponibilidad hídrica para la vegetación, sino que también incrementa el riesgo de erosión y degradación del suelo (Kim et al., 2022). En ecosistemas áridos y semiáridos, donde el agua es un recurso limitante, la compactación del suelo puede agravar la desertificación y comprometer la sostenibilidad de los sistemas ganaderos (Serrano et al., 2023).

En América Latina, la ganadería extensiva ha sido identificada como un factor clave en la modificación del paisaje y los ciclos hidrológicos (Magliano et al., 2023). Investigaciones en la Pampa Argentina han evidenciado que, en suelos sometidos a pastoreo intensivo, la reducción de la cobertura vegetal puede superar el 40%, lo que aumenta la temperatura superficial del suelo y disminuye su capacidad de retención de humedad (Jacobo et al., 2024). En contraste, prácticas de manejo sostenible, como la regulación de la carga animal y el descanso de potreros, han demostrado ser eficaces para conservar la estructura del suelo y optimizar el uso del agua (Mosier et al., 2022). En Ecuador, la ganadería es una actividad predominante, ocupando el 82% de la tierra destinada al sector agropecuario. No obstante, la gestión inadecuada del pastoreo, particularmente en regiones de alta carga animal, ha generado preocupaciones sobre la compactación del suelo y su impacto en la retención de humedad (Taïpe et al., 2022). Se estima que, en zonas de pastoreo intensivo, la infiltración del agua puede reducirse hasta en un 30%, lo que afecta la disponibilidad hídrica para los cultivos y limita la regeneración de la vegetación nativa (Centeri, 2022; Navarro et al., 2023). En la provincia de Manabí, la de mayor extensión ganadera en el país, con más de 989,000 cabezas de ganado, la interacción entre el uso intensivo del suelo y las condiciones ambientales agrava su vulnerabilidad a la degradación (Taïpe et al., 2022). Esta situación es especialmente crítica en el cantón Chone, donde el 53,5% de su superficie cultivada está dedicada al pasto, predominando la especie *Megathyrus maximus* (Gersie et al., 2019). Sin embargo, la combinación de suelos con topografía heterogénea, precipitación irregular y prácticas de manejo ineficientes crea un escenario desafiante para la conservación de la humedad del suelo (Larson et al., 2022).

El diseño de estrategias de manejo sostenible es crucial para mitigar estos efectos negativos. Aspectos como la planificación del pastoreo, los períodos de descanso, la regulación de la carga animal y la producción de biomasa son clave para garantizar un equilibrio entre la producción ganadera y la conservación de los recursos hídricos (Svinurai et al., 2021; Vignal et al., 2023).

No obstante, aún existen vacíos en el conocimiento sobre cómo diferentes intensidades de pastoreo afectan la humedad del suelo en los ecosistemas de pradera en Chone. En este contexto, la presente investigación tiene como objetivo evaluar el impacto de distintas intensidades a diferentes profundidades del suelo de pastoreo sobre la retención de humedad. Se plantea la hipótesis de que un mayor nivel de pastoreo reduce significativamente la capacidad del suelo para retener agua.

Materiales y métodos

Sitio de estudio

La investigación se realizó en la finca La Vidal ubicada en el sitio Rancho Viejo de la parroquia Ricaurte perteneciente al cantón Chone Provincia de Manabí Ecuador. El área de estudio se sitúa a $0^{\circ} 37' 26''$ S, $80^{\circ} 5' 12''$ O, con una temperatura promedio anual de 22 a 28 °C y una precipitación de 98.91mm (Figura 1).

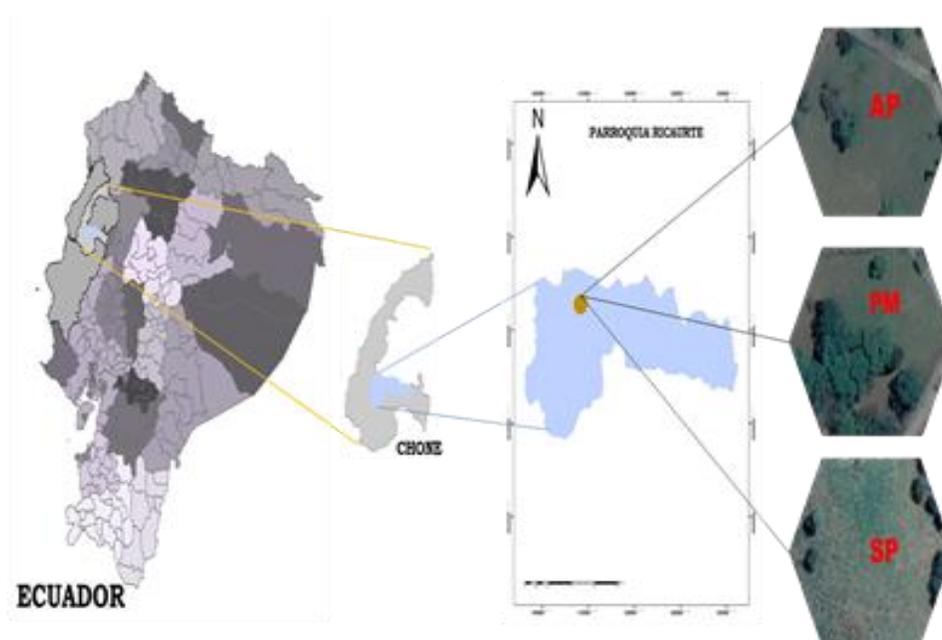


Figura 1.- Área de estudio de las diferentes intensidades. Ubicación en la finca experimental La Vidal en la provincia de Manabí cantón Chone, parroquia Ricaurte, Ecuador. Las áreas en estudio están codificadas de la siguiente manera, (AP) Alta intensidad de pastoreo, (PM) pastoreo moderado y (SP) sin pastoreo

Descripción física y química del suelo en estudio

Perfil del suelo sin pastoreo

Analizando los horizontes con características distintivas que reflejan la calidad y salud del mismo. En el horizonte A, que se extiende desde 0 hasta 10 cm de profundidad, se observa un color café gris (10 YR 2/2) y una textura franca, compuesta por 21.6% de arcilla, 37.6% de limo y 40.8% de arena. Este horizonte muestra una estructura granular y una consistencia compacta, además de una notable actividad biológica y una buena presencia de raíces medianamente gruesas y raicillas. Su densidad aparente es de 1.20 g/cm³ y su pH es 7.14, con una conductividad eléctrica de 116.3 μS. A continuación, el horizonte AB, que abarca de 10 a 33 cm, presenta un color café amarillento (10 YR 3/2) y una textura franco arenosa (7.2% arcilla, 31.2% limo y 61.6% arena). Su estructura también es granular, con consistencia friable y notable actividad biológica. Aquí predominan las raicillas, con una densidad aparente de 1.11 g/cm³ y un pH de 6.97, mientras que la conductividad es de 74.1 μS.

El horizonte B, que va de 33 a 45 cm, se caracteriza por su color café pardo (10 YR 4/4) y textura franca areno arcillosa (20.8% arcilla, 6.4% limo y 72.8% arena). Con una estructura granular y consistencia fiable, también muestra notable actividad biológica y presencia de raicillas. Presenta una densidad aparente de 1.15 g/cm³, un pH de 6.88 y conductividad eléctrica de 63.6 μS.

En el horizonte IIA, que se extiende desde los 45 hasta los 95 cm, el color café pardo (10 YR 4/3) es acompañado por una textura franco arenosa (4% arcilla, 28% limo y 68% arena). Este horizonte tiene una estructura granular, pero presenta menor actividad biológica; la presencia de raíces incluye raíces gruesas, medianamente gruesas y raicillas. Su densidad aparente es de 1.13 g/cm³ con un pH de 6.94 y conductividad eléctrica de 50.7 μS.

Finalmente, en el horizonte IIB (95-150 cm), se observa un color gris (10 YR 5/6) con textura franco arenosa (12.8% arcilla, 28.8% limo y 58.4% arena). Este horizonte tiene estructura subangular, consistencia fiable y carece prácticamente de actividad biológica; solo se encuentran raicillas presentes. La densidad aparente aquí es más baja, alcanzando los 1.03 g/cm³ con un pH de 6.85 y conductividad eléctrica de 67.4 μS.

Es importante destacar que en el horizonte IIB se observaron manchas blancas, lo que podría indicar problemas como salinidad o acumulación de carbonatos que requieren atención para mantener la salud del suelo.

El perfil del suelo de intensidad moderada

Esta se compone de varios horizontes que presentan características diferenciadas. En el horizonte A (0-10 cm), se observa un color café gris (10 YR 2/2) con una textura franca, donde la composición es de 21,6% arcilla, 37,6% limo y 40,8% arena. Este horizonte tiene una estructura subangular, consistencia compacta y una actividad biológica poco notable, con presencia de raíces medianamente gruesas y raicillas. Su densidad aparente es de 1,20 g/cm³ y la densidad real alcanza 2,36 g/cm³; además, el pH es de 7,14 y la conductividad de 116,3 μS. En el horizonte AB (10-33 cm), el color es café amarillento (10 YR 3/2) con una textura franco arenosa (7,2% arcilla, 31,2% limo y 61,6% arena). Presenta una estructura granular y consistencia friable, destacándose por su actividad biológica notable y la presencia de raíces medianamente gruesas y raicillas. Las densidades aparente y real son de 1,11 g/cm³ y 2,39 g/cm³ respectivamente; su pH es de 6,97 y su conductividad de 74,1 μS. En el horizonte B (33-45 cm), el color cambia a café pardo (10 YR 6/4) con textura franco areno arcillosa (20,8% arcilla, 6,4% limo y 72,8% arena), mostrando estructura subangular y consistencia friable. La actividad biológica sigue siendo notable con la presencia de raicillas muy finas; su densidad aparente es de 1,15 g/cm³ y la real de 2,44 g/cm³; el pH es de 6,88 y la conductividad de 63,6 μS. El horizonte IIAB (45-95 cm) tiene un color café pardo (10 YR 4/3) y textura franco arenosa (4% arcilla, 28% limo y 68% arena), con estructura subangular y consistencia friable. Aquí también se presenta actividad biológica notable con raicillas; la densidad aparente es de 1,13 g/cm³ y la real de 2,92 g/cm³; su pH es de 6,94 y conductividad de 50,7 μS. Finalmente, en el horizonte Cs (95-150 cm), el color es gris (10 YR 4/4) con textura franco arenosa (12,8% arcilla, 28,8% limo y 58,4% arena). Este horizonte carece de estructura definida y presenta consistencia suelta sin actividad biológica detectable; se encuentran raicillas presentes. Su densidad aparente es de 1,03 g/cm³ y la densidad real llega a los 2,51 g/cm³; el pH es de 6,85 con una conductividad de 67,4 μS. Se observa oxidación y reducción de hierro en el horizonte IIAB, lo que sugiere dinámicas importantes en la formación del suelo.

Perfil del suelo Alta intensidad de pastoreo

presenta una serie de horizontes con características específicas que reflejan su composición y estructura. El Horizonte A (0-30 cm) se caracteriza por un color café gris (10 YR 2/1) y una textura franca, compuesta por 21,6% de arcilla, 37,6% de limo y 40,8% de arena. Su estructura es granular y la consistencia compacta. La actividad biológica es poco notable, con presencia de raíces

medianamente gruesas y raicillas. La densidad aparente es de 1,20 g/cm³ y la densidad real de 2,36 g/cm³. El pH se sitúa en 7,14, con una conductividad de 116,3 μS.

En el Horizonte B (30-45 cm), el color cambia a café amarillento (10 YR 4/4) y la textura se clasifica como franco arenoso, con 7,2% de arcilla, 31,2% de limo y 61,6% de arena. Este horizonte presenta una estructura subangular y consistencia friable. La actividad biológica es notable y se observan raicillas. La densidad aparente es de 1,11 g/cm³ y la densidad real de 2,39 g/cm³. El pH es de 6,97 y la conductividad alcanza los 74,1 μS.

El Horizonte Cs (45-70 cm) muestra un color café pardo (10 YR 5/6) y tiene una textura franca areno arcillosa con un contenido del 20,8% de arcilla, 6,4% de limo y 72,8% de arena. Carece de estructura definida y su consistencia es suelta. En este horizonte no se detecta actividad biológica significativa y solo hay presencia de raicillas muy finas. La densidad aparente es de 1,15 g/cm³ y la densidad real es de 2,44 g/cm³. El pH se sitúa en 6,88 con una conductividad de 63,6 μS.

El Horizonte AB (70-85 cm) presenta un color café pardo (10 YR 4/3) con textura franco arenosa (4% arcilla, 28% limo y 68% arena). Su estructura es granular migajosa y la consistencia friable. La actividad biológica es poco notable y se observan raicillas muy finas. La densidad aparente es de 1,13 g/cm³ mientras que la densidad real alcanza los 2,92 g/cm³. El pH es de 6,94 con una conductividad de 50,7 μS.

Horizonte IIA (85-150 cm) se caracteriza por un color gris (10 YR 2/1) y textura franco arenosa (12,8% arcilla, 28,8% limo y 58,4% arena). Presenta estructura subangular y consistencia friable; sin embargo, no hay presencia detectable de actividad biológica ni raíces significativas. La densidad aparente en este horizonte es de 1,03 g/cm³ y la densidad real es de 2,51 g/cm³. El pH se sitúa en 6,85 con una conductividad de 67,4 μS. Es importante mencionar que se observó oxidación y reducción de hierro en el horizonte Cs.

Manejo de intensidades de pastoreo

Alta intensidad de pastoreo (AP)

Cuando nos referimos a una alta intensidad de pastoreos, hablamos de un uso muy frecuente de un lugar determinado el cual el animal pasa el mayor tiempo, con corto periodo de descanso. En el presente estudio el área con la alta intensidad de pastoreo, es un potrero que se encuentran bebederos y comederos donde un aproximado de 20 a 30 vacas pasan 18hrs por un periodo de 5 días por semana durante un periodo de no menos de 20 años.

Pastoreo moderado (PM)

En un área de 7056 metros cuadrados se encuentra la zona del pastoreo moderado, en este sistema podemos encontrar de 10 a 15 vacas esta sería la mitad de lo que encontramos en el otro sistema ya mencionado anteriormente, este manejo de pastoreo es un potrero donde el ganado pasa un corto periodo de tiempo hasta que baje el nivel de pasto, después de esto el ganado es despojado de esa área y de esta manera se obtiene un descanso adecuado para la recuperación del pasto.

Sin pastoreo (SP)

El lugar sin pastoreo es un suelo donde no ha habido presencia de pastoreos alrededor de 10 años.

Muestreo de suelo y preparación de muestras.

Las muestras de suelos fueron tomadas en el mes de noviembre del año 2023 y se obtuvieron en cada uno de los manejos: Alta intensidad de pastoreo, Pastoreo Moderado y Sin Pastoreo. En cada uno de los manejos se tomarán 10 muestras de suelo con cuatro repeticiones distribuidas en diferentes profundidades 0-5, 5-10, 10-20, 20-30 (cm) con un número total de muestras de 120. Ver Tabla 1.

Intensidad de Pastoreo	Muestras de suelo	Repeticiones	Profundidades (cm)	Total
AP	10	4	0-5	40
			5-10	
			10-20	
			20-30	
PM	10	4	0-5	40
			5-10	
			10-20	
			20-30	
SP	10	4	0-5	40
			5-10	
			10-20	
			20-30	
Total				120

Fuente: Autores

Fase de laboratorio

Los análisis se realizaron en el laboratorio de agua, suelo y planta de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí “Manuel Félix López” (ESPAM MFL), perteneciente al sitio El Limón, cantón Bolívar con coordenadas de 0°49'8.12"S Latitud Sur y 80°10'53.08"O Longitud Oeste.

Las muestras tomadas fueron llevadas al laboratorio lugar donde se pesaron, secaron, tamizaron y codificaron para luego proceder con el proceso de determinación de la humedad, la obtención de esta se realizó con ayuda de la balanza de infrarrojos.

Análisis estadístico

Todos los resultados fueron evaluados con un ANOVA en el programa estadístico INFOSTAT. 2018. Y la comparación de las medias fueron realizadas con la prueba de Tukeey al 0.5 %.

Resultados y discusión

El análisis de varianza (ANOVA) reveló un efecto significativo de la intensidad del pastoreo sobre la humedad del suelo ($p < 0,0001$), en concordancia con Hassan et al. (2023), quienes reportaron que el pastoreo influye en la humedad, la densidad aparente y la concentración de nutrientes. Sin embargo, la profundidad del suelo no presentó diferencias significativas ($p = 0,8783$), lo que sugiere que la variabilidad en la humedad no depende de este factor. Este hallazgo difiere de Lei et al. (2023), quienes señalaron que la profundidad del suelo influye en la distribución de la humedad, posiblemente debido a diferencias en la estructura edáfica o la dinámica del pastoreo.

El test de Tukey (Figura 2) mostró que el pastoreo moderado registró la mayor humedad del suelo (6,38 %), siendo significativamente diferente de los tratamientos sin pastoreo (5,58 %) y de alta intensidad (5,42 %), los cuales no difirieron entre sí (letra B en ambos casos). Estos resultados contradicen parcialmente la hipótesis inicial, ya que la mayor humedad no se observó en suelos sin pastoreo, sino en aquellos con intensidad moderada. Una posible explicación es que la ausencia de pastoreo favorece la acumulación de materia orgánica y la formación de una estructura porosa, lo que aumenta la infiltración y reduce la retención de agua disponible (Fu et al., 2024).

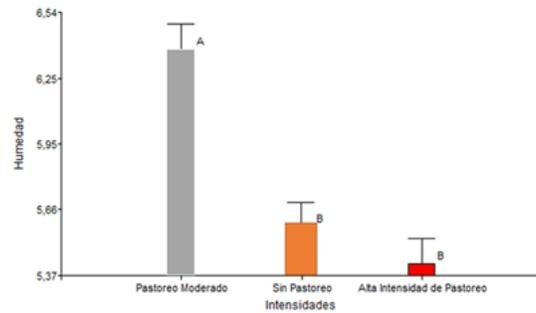


Figura 2. Resultado de las medias comparadas de las intensidades de pastoreo

Según Wang et al. (2021), un pastoreo de alta intensidad puede compactar el suelo, limitando la infiltración y afectando la disponibilidad hídrica en la zona radicular. De manera similar, Lei et al. (2023) documentaron que en ecosistemas áridos un pastoreo ligero a moderado preserva las propiedades hidrológicas del suelo, mientras que una alta intensidad genera efectos negativos en la infiltración y retención de humedad.

A pesar de la falta de diferencias significativas en la humedad entre profundidades, descriptivamente se observó en la Figura 3 una distribución uniforme entre capas. Yang et al. (2023) señalaron que la variabilidad de la humedad en el perfil del suelo depende más de la textura y estructura que de la profundidad. En este estudio, la capa de 10-20 cm mostró la mayor variabilidad en humedad ($5,71 \% \pm 0,99$), lo que sugiere heterogeneidad estructural, mientras que la capa de 20-30 cm presentó menor dispersión ($5,81 \% \pm 0,60$), indicando condiciones más homogéneas. Jacobo et al. (2024) atribuyeron esta variabilidad a factores como compactación, agregación y diferencias texturales.

La presencia de valores atípicos en las capas de 5-10 cm y 10-20 cm sugiere que la humedad en estas profundidades puede verse afectada por eventos específicos, como infiltración desigual o compactación diferencial. Magliano et al. (2023) reportaron que el pisoteo del ganado incrementa la resistencia a la penetración en las capas superficiales, alterando la infiltración y redistribución de la humedad. Estos hallazgos refuerzan la influencia del pastoreo en las propiedades físicas del suelo y su impacto en la variabilidad de la humedad, incluso en ausencia de diferencias significativas entre profundidades.

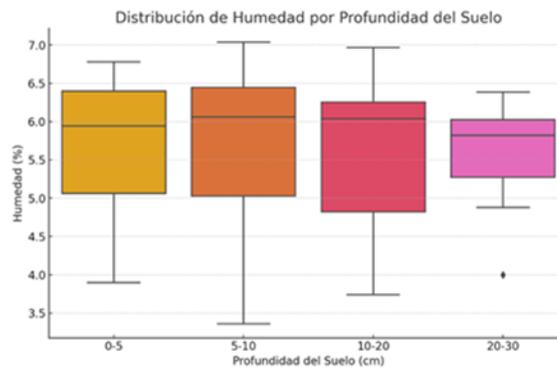


Figura 3. Distribución de humedad por profundidad del suelo de pastoreo

Conclusión

La intensidad del pastoreo afecta significativamente la humedad del suelo, mientras que la profundidad no muestra un efecto determinante. El pastoreo moderado favorece una mayor retención de humedad (6,38 %), en comparación con suelos sin pastoreo (5,58 %) o con alta intensidad de pastoreo (5,42 %), lo que sugiere que tanto la ausencia como el exceso de disturbio reducen la capacidad del suelo para retener agua. Aunque no hubo diferencias significativas entre profundidades, los valores descriptivos muestran cierta variabilidad en la capa de 10-20 cm, posiblemente por cambios en la estructura del suelo. Estos hallazgos resaltan la importancia del manejo adecuado del pastoreo para mejorar la retención de humedad y la sostenibilidad de los suelos de pastizales.

Esta retención de humedad genera un beneficio a largo plazo. Porque la humedad y probablemente la temperatura en cierta época del año hace que se genere una microfauna que podrían ser altamente beneficioso para la sostenibilidad ambiental con un manejo correcto de la ganadería.

Referencias

1. Centeri, C. (2022). Effects of Grazing on Water Erosion, Compaction and Infiltration on Grasslands. *Hydrology*, 9(2), 34. <https://doi.org/10.3390/hydrology9020034>
2. Czeglédi, L. y Radacsi, A. (2021). Overutilization of Pastures by Livestock. *Gyepgazdálkodási Közlemények*, 3(1–2), 29–35. <https://doi.org/10.55725/gygk/2005/3/1-2/10438>

3. Fidalski, J., Alves, S. y Barbosa, G. (2021). Grazing heights, stocking rate, soil structure, and water infiltration in a crop-livestock integration. *Semina: Ciências Agrárias*, 42(1), 123–136. <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2021v42n1p123>
4. Fu, R., Chen, Q., Du, Y., Dai, L., Guo, X., Fan, B., Li, Q. y Hu, Z. (2024). Soil-hydrological properties in response to grazing practices in the alpine meadows of the Qinghai-Tibetan Plateau. *Journal of Plant Ecology*, rtae109. <https://doi.org/10.1093/jpe/rtae109>
5. Gersie, S., Augustine, D. y Derner, J. (2019). Cattle Grazing Distribution in Shortgrass Steppe: Influences of Topography and Saline Soils. *Rangeland Ecology & Management*, 72(4), 602–614. <https://doi.org/10.1016/j.rama.2019.01.009>
6. Hassan, N., Abdullah, I., Khan, W., Khan, A., Ahmad, N., Iqbal, B., Ali, I., Hassan, A. M., Dai, D.-Q., El-Kahtany, K. y Fahad, S. (2023). Effect of Grazing and Mowing on SoilPhysiochemical Properties in a Semi-AridGrassland of Northeast China. *Polish Journal of Environmental Studies*. <https://doi.org/10.15244/pjoes/173163>
7. Jacobo, E., Martínez Ortiz, U., Cotroneo, S. y Rodríguez, A. (2024). Adaptive Grazing of Native Grasslands Provides Ecosystem Services and Reduces Economic Instability for Livestock Systems in the Flooding Pampa, Argentina. *Sustainability*, 16(10), 4229. <https://doi.org/10.3390/su16104229>
8. Kim, J., Ale, S., Teague, W. R. y Wang, T. (2022). Evaluating hydrological components and streamflow characteristics under conventional and adaptive multi-paddock grazing management. *River Research and Applications*, 38(4), 776–787. <https://doi.org/10.1002/rra.3948>
9. Larson, J., Lidberg, W., Ågren, A. M. y Laudon, H. (2022). Predicting soil moisture conditions across a heterogeneous boreal catchment using terrain indices. *Hydrology and Earth System Sciences*, 26(19), 4837–4851. <https://doi.org/10.5194/hess-26-4837-2022>
10. Lei, L., Zheng, J., Li, S., Yang, L., Wang, W., Zhang, F. y Zhang, B. (2023). Soil Hydrological Properties' Response to Long-Term Grazing on a Desert Steppe in Inner Mongolia. *Sustainability*, 15(23), 16256. <https://doi.org/10.3390/su152316256>
11. Magliano, P., Breshears, D., Murray, F., Niborski, M., Nosetto, M., Zou, C. y Jobbágy, E. (2023). South American Dry Chaco rangelands: Positive effects of cattle trampling and transit on ecohydrological functioning. *Ecological Applications*, 33(3), e2800. <https://doi.org/10.1002/eap.2800>

12. Mosier, S., Apfelbaum, S., Byck, P., Ippolito, J. y Cotrufo, M. F. (2022). Improvements in soil properties under adaptive multipaddock grazing relative to conventional grazing. *Agronomy Journal*, 114(4), 2584–2597. <https://doi.org/10.1002/agj2.21135>
13. Navarro, M., Pueyo, Y., Moret, D., Valverde, Á., Igual, J. M. y Alados, C. L. (2023). Plant-soil interactions in response to grazing intensity in a semi-arid ecosystem from NE Spain. *Arid Land Research and Management*, 37(2), 184–196. <https://doi.org/10.1080/15324982.2022.2119901>
14. Serrano, J., Marques, J., Shahidian, S., Carreira, E., Marques Da Silva, J., Paixão, L., Paniagua, L. L., Moral, F., Ferraz De Oliveira, I. y Sales-Baptista, E. (2023). Sensing and Mapping the Effects of Cow Trampling on the Soil Compaction of the Montado Mediterranean Ecosystem. *Sensors*, 23(2), 888. <https://doi.org/10.3390/s23020888>
15. Svinurai, W., Hassen, A., Tesfamariam, E. y Ramoelo, A. (2021). Modelled effects of grazing strategies on native grass production, animal intake and growth in Brahman steers. *African Journal of Range & Forage Science*, 38(sup1), S41–S51. <https://doi.org/10.2989/10220119.2021.1878277>
16. Taipe, M., Duicela, L., Solorzano, J., Molina, C., Zambrano, T., Caiza, F. y Aranguren, J. (2022). Realidades de la ganadería bovina en la provincia de Manabí. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 6(4), 311–338. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v6i4.2588
17. Vignal, T., Baudena, M., Mayor, A. G. y Sherratt, J. A. (2023). Impact of different destocking strategies on the resilience of dry rangelands. *Ecology and Evolution*, 13(5), e10102. <https://doi.org/10.1002/ece3.10102>
18. Wang, Y., Pei, W., Cao, G., Guo, X., Zhou, H. y Du, Y. (2021). Moderate Grazing Increases Water Use Efficiency for Environmental Health in Alpine Meadows of the Tibetan Plateau. *Frontiers in Ecology and Evolution*, 9, 684321. <https://doi.org/10.3389/fevo.2021.684321>
19. Wolf, J., Chen, M. y Asrar, G. R. (2021). Global Rangeland Primary Production and Its Consumption by Livestock in 2000–2010. *Remote Sensing*, 13(17), 3430. <https://doi.org/10.3390/rs13173430>
20. Yang, N., Xiang, F. y Zhang, H. (2023). The Characterization of the Vertical Distribution of Surface Soil Moisture Using ISMN Multilayer In Situ Data and Their Comparison with

SMOS and SMAP Soil Moisture Products. Remote Sensing, 15(16), 3930.
<https://doi.org/10.3390/rs15163930>

© 2025 por los autores. Este artículo es de acceso abierto y distribuido según los términos y condiciones de la licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0) (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>).