



Fertilidad de suelos en potreros de la provincia Cercado Beni, Bolivia, 2024–2025

Soil fertility in pastures in the Cercado Beni province, Bolivia, 2024–2025

Luis Alberto HINOJOSA YEPEZ^{1*} , Dorys YEPEZ NOVAY² , Paula Andrea TATUA ROMERO³ 

¹Universidad Autónoma del Beni José Ballivián Trinidad, Beni, Estado Plurinacional de Bolivia.

²Universidad Autónoma del Beni José Ballivián, Facultad de Ciencias Pecuarias. Trinidad, Beni, Estado Plurinacional de Bolivia.

³Universidad de Cundinamarca, Facultad de Ciencias Agropecuarias. Programa de Movilidad Estudiantil Zootecnia en Convenio con la Universidad Autónoma del Beni José Ballivián.

Autor para correspondencia*: lahinojosay@uabjb.edu.bo

RESUMEN

Para evaluar la fertilidad de los suelos en potreros del Centro de Investigación, se implementó un diseño de bloques al azar con tres tratamientos y cuatro repeticiones según la topografía: altura (T1), semialtura (T2) y bajura (T3). Se tomaron muestras de suelo a una profundidad de 0 a 20 cm en octubre de 2024 para análisis físico-químicos. Los resultados, tabulados en los análisis de varianza (ANOVA) y la prueba de Fisher, revelaron que los suelos son generalmente pesados y ácidos, con un pH promedio de 5.27. Las áreas de bajura (T3) resultaron ser muy fuertemente ácidas, mientras que las de altura (T1) fueron moderadamente ácidas. La materia orgánica varió de alta (6.77%) en las zonas de bajura a moderada (3.88%) en las de altura. En cuanto al nitrógeno, la disponibilidad fue suficiente en el T3 (111.71 kg/ha), pero media en el T2 (50.84 kg/ha). La prueba de Duncan agrupó los niveles de fósforo como moderado (T3 y T2) y bajo (T1). Los niveles de potasio fueron bajos en el T3 (251.18 kg/ha) y muy bajos en el T1 (157.86 kg/ha). En resumen, con base en los resultados, estos suelos tienen una fertilidad limitada por un pH ácido y una baja capacidad de intercambio catiónico. A pesar de que algunos nutrientes se encuentran en niveles altos, la falta de capacidad para retenerlos y la acidez en ciertas zonas limitan la productividad de los pastizales.

PALABRAS CLAVE: Fertilidad, suelos, potreros, materia orgánica, nitrógeno.

ABSTRACT

To evaluate soil fertility in pastures at the Research Center, a randomized block design with three treatments and four replications was implemented, based on topography: highland (T1), mid-altitude (T2), and lowland (T3). Soil samples were collected at a depth of 0–20 cm in October 2024 for physicochemical analysis. The results, tabulated using analysis of variance ANOVA and Duncan's test, showed that the soils are generally heavy and acidic, with an average pH of 5.27. Overall, these soils have limited fertility because acidic pH and low cation exchange capacity restrict nutrient retention and pasture productivity. The lowland areas (T3) were found to be very strongly acidic, while the highland areas (T1) were moderately acidic. Organic matter content ranged from high (6.77%) in the lowland areas to moderate (3.88%) in the highland areas. Nitrogen availability was sufficient in T3 (111.71 kg/ha) but moderate in T2 (50.84 kg/ha). Duncan's test grouped phosphorus levels as moderate for T3, and T2, and low for T1. Potassium levels were low in T3 (251.18 kg/ha) and very low in T1 (157.86 kg/ha). Although some nutrients are present at high levels, the inability to retain them and acidity in certain areas limit pasture productivity.

KEYWORDS: Fertility, soils, pastures, organic matter, nitrogen.

INTRODUCCIÓN

La mayor parte del territorio del departamento del Beni está cubierta por pampas de llanura de inundación (Pouilly *et al.*, 2004; Baudoin Weeks *et al.*, 2012; Solíz Rojas & Mercado, 2022). Hacia el suroeste están ubicados los “piedemontes” de la zona yungueña, al este empieza la formación del escudo precámbrico, en el cual se hallan tres grandes ecorregiones: el Cerrado Beniano, las Sabanas Inundables y el Sudoeste de la Amazonia. (Ministerio de Desarrollo Productivo y Economía Plural, 2024).

La provincia Cercado, ubicada en el departamento del Beni, es un pilar de la producción ganadera en Bolivia (Solíz Rojas & Mercado, 2022). La economía local depende en gran medida de la cría de ganado bovino, la cual históricamente se ha desarrollado bajo un modelo extensivo en vastos potreros de sabana nativa (Barba Mendoza, 2024; García Paz, 2024). Sin embargo, este sistema de producción, si bien culturalmente arraigado, ha contribuido a la degradación de los recursos naturales, en particular de la fertilidad del suelo, lo que ha limitado el potencial productivo de la región.

Los suelos del Beni son, en general, de baja fertilidad natural y se encuentran expuestos a condiciones climáticas extremas, como inundaciones prolongadas y sequías severas (Baudoin Weeks *et al.*, 2012; Aguilar-Kirigin & Haibara Aguilera, 2024). A estos factores se suman las prácticas de manejo convencionales, como el pastoreo continuo, quemadas, chaqueo anual, que han acelerado la pérdida de materia orgánica y nutrientes, comprometiendo la sostenibilidad a largo plazo de la actividad ganadera.

Esta investigación pretende diagnosticar la situación de la fertilidad de los suelos de los potreros en la provincia Cercado, específicamente en el Centro de Investigación de Mejoramiento de Ganado Bovino (CIMGB) perteneciente a la Universidad Autónoma del Beni José Ballivián (UABJB) que permita obtener una visión clara sobre el estado nutricional del suelo y detectar el estado actual de los nutrientes que afectan al crecimiento de los pastizales.

En la región de Trinidad-Bolivia, la UABJB juega un papel fundamental en el desarrollo académico y la investigación aplicada en diversas áreas, incluyendo la agricultura y la ganadería. Dentro de su infraestructura, los potreros utilizados para el pastoreo de ganado bovino representan un recurso significativo tanto para la formación práctica de sus estudiantes como para la producción ganadera local. La eficiencia y sostenibilidad de estos sistemas de pastoreo dependen en gran medida de la calidad y fertilidad del suelo, factores que influyen directamente en la productividad de los pastos (Motta-Delgado *et al.*, 2019).

La fertilidad del suelo está íntimamente relacionada con la disponibilidad de macro y micronutrientes esenciales como nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio, etc. Estos nutrientes son cruciales para el crecimiento vigoroso y saludable de los pastos, que constituyen la base de la alimentación del ganado (Sierra B., 1992). Sin embargo, Southern Scientific Services (2023) destaca que, para garantizar una gestión eficiente de los nutrientes del suelo, es fundamental contar con un conocimiento detallado de su concentración y su disponibilidad en el mismo, un aspecto que actualmente no está suficientemente documentado en los potreros del CIMGB de la UABJB.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

Se realizó el trabajo de investigación en 70 ha de potreros del CIMGB, dedicado al mejoramiento de ganado bovino y producción de toros reproductores nelore puros de origen de alto valor genético, que presenta una temperatura promedio anual de 26° C, humedad relativa de 80% y una precipitación pluvial anual promedio de 1800 a 1900 mm (INE-SENAMHI, 2025). Dedicada principalmente al pastoreo de ganado bovino, donde predominan las especies de pastos del

género *Brachiaria*, las cuales están divididas en ocho potreros (Figura 1); siete se destinan al cultivo de pastos, mientras que uno se emplea para la siembra de maíz. En las zonas de altura predomina el pasto decumbens (*Brachiaria decumbens*), semialtura dominado por la especie pasto aguja (*Brachiaria humidicola*) y en zonas bajas establecido con Tangola (*Brachiaria* spp.) y en un mínimo porcentaje de presencia de pastos nativos como el arrozillo (*Leersia hexandra*), cañuela morada (*Hymenachne amplexicaulis*) y pasto de bajío (*Paspalum laxum*).

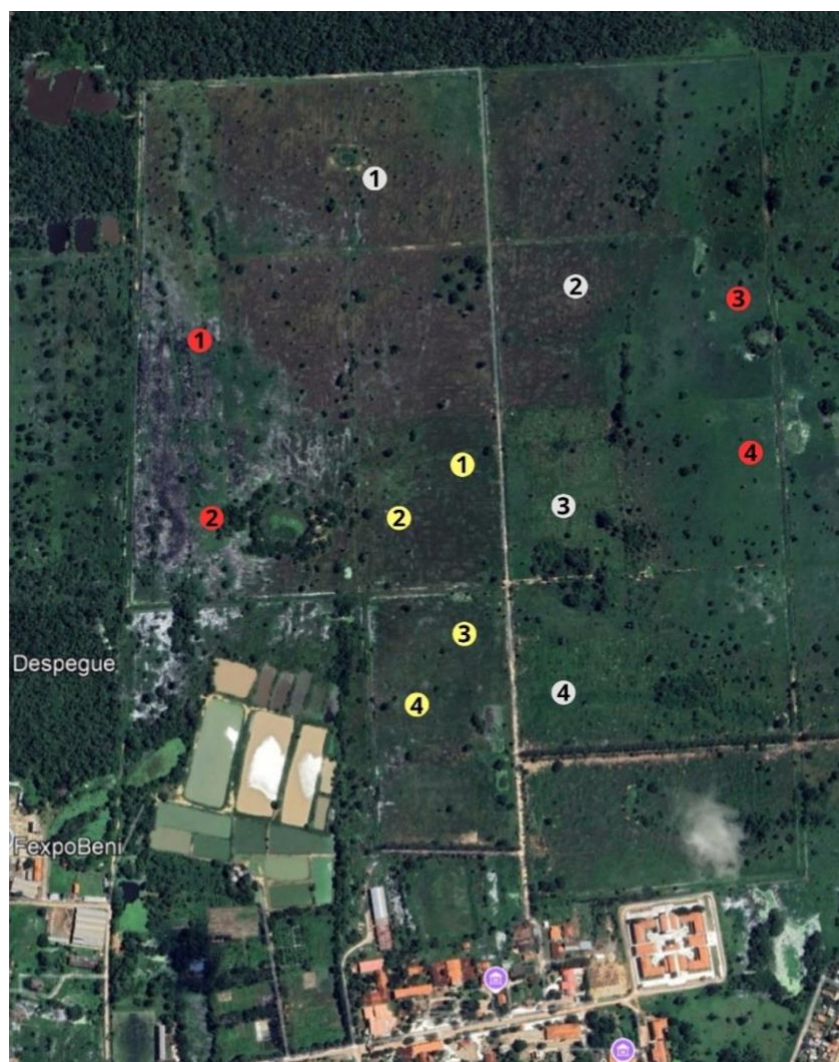


Figura 1. Imagen satelital de los puntos de muestreo de los suelos presentes en la UABJB, divididos por su topografía y tratamiento.

Diseño y análisis estadístico

El estudio aplicó un diseño de bloques al azar con tres tratamientos y cuatro repeticiones (Tabla 1). Cada tratamiento correspondió a una zona topográfica determinada de altura, semialtura y bajura. Los datos de macronutrientes: nitrógeno, fósforo y potasio fueron

sometidos al análisis de varianza y prueba de Fisher con 5% de probabilidad de error para determinar diferencias entre los bloques y tratamientos. Además, realizamos la comparación de medias entre tratamientos con el método múltiple de Duncan, a través del programa estadístico SAS versión 9.1.

Tabla 1. Tratamientos para evaluar la fertilidad de los suelos en los potreros del Beni en febrero de 2025.

Tratamientos	Topografía del suelo	Símbolo
T1	Altura	
T2	Semialtura	
T3	Bajura	

Análisis físico-químico del suelo

En octubre de 2024 tomamos muestras de suelo a una profundidad de 0 a 20 cm en cada tratamiento del área experimental. En cada unidad de muestreo, recolectamos cinco submuestras de 300 g por unidad de muestreo, que luego mezclamos para formar una muestra homogénea de 500 g, la cual fue analizada en los Laboratorios NUBROMS de la UABJB, empleando las

siguientes técnicas: a) pH por potenciometría (relación suelo:agua 1:5), b) materia orgánica por gravimetría, c) nitrógeno con macro Kjeldahl, d) fósforo y potasio con espectrofotometría de absorción atómica y e) capacidad de intercambio catiónico a través del cálculo interno. Cada punto de muestreo (Figura 1) se georreferenció a través de un GPS (Tabla 2).

Tabla 2. Coordenadas de cada punto de las muestras.

Tratamiento	Punto	Latitud	Longitud
1	1	14°48'21"S	64°53'49"O
	2	14°48'11"S	64°53'50"O
	3	14°48'11"S	64°53'51"O
	4	14°48'24"S	64°53'56"O
2	1	14°48'28"S	64°53'43"O
	2	14°48'20"S	64°53'44"O
	3	14°48'08"S	64°53'46"O
	4	14°48'04"S	64°53'55"O
3	1	14°48'22"S	64°54'03"O
	2	14°48'13"S	64°54'05"O
	3	14°48'15"S	64°53'35"O
	4	14°48'08"S	64°53'36"O

RESULTADOS

Características del suelo

Sostenemos que los suelos en estudio son pesados, presentando características de pH ácido, en promedio 5.27, moderadamente ácido, donde el T3 está clasificado como ácido y el T1 moderadamente ácido. La materia orgánica que va desde alto (6.77%) en zonas de bajura a moderado (3.88%) en zonas de altura (Tabla 3).

Materia orgánica (%)

Los contenidos oscilaron entre un nivel moderado del 3.88% (T1) y un nivel muy alto del 6.77% (T3). Como muestra la Tabla 3, la materia orgánica aumentó de manera ascendente con la topografía del suelo.

Nitrógeno disponible (kg/ha)

El nitrógeno disponible osciló entre 111.71 kg/ha en el T3 (suficiente) y 50.84 kg/ha en el T2 (medio). El análisis de varianza demostró diferencias significativas entre los tratamientos ($P < 0.05$). Asimismo, la prueba de Duncan estableció dos grupos funcionales: el grupo “a” para el T3 y el grupo “b” para los T1 y T2 (Tabla 3).

Fósforo (kg/ha)

La prueba de Duncan separó los tratamientos en tres grupos: T3 con 36.54 kg/ha (moderado) en el grupo “a”, T2 con 27.98 kg/ha (moderado) en el grupo “ab” y el T1 con 18.63 kg/ha (bajo) en el grupo “b”. Los tratamientos presentaron diferencias significativas ($P < 0.05$) (Tabla 3).

Potasio (kg/ha)

Se encontraron niveles de potasio de entre 251.18 kg/ha en el T3 (bajo) y 157.86 kg/ha en el T1 (muy bajo) en las zonas más altas. Con base en el análisis estadístico, no se evidenció diferencia significativa entre los tratamientos y bloques ($P < 0.05$).

El análisis de Duncan muestra dos grupos, el T3 y T2, como grupo “a”, y el T1 como grupo “b” (Tabla 3).

Capacidad de intercambio catiónico (meq/100gr)

Los niveles oscilaron desde 0.93 meq/100 g en el T3 hasta 0.79 meq/100g en el T1. Todos los tratamientos registraron valores muy bajos, lo que demuestra la baja capacidad del suelo para retener e intercambiar cationes.

Tabla 3. Resultados de la fertilidad de los suelos en los potreros de la UABJB, Beni. Muestras tomadas en febrero de 2025. pH = Potencial de Hidrógeno, M.O. = Materia Orgánica, N DISP. = Nitrógeno Disponible, P = Fósforo, K = Potasio, Ca = Calcio, Mg = Magnesio, CIC = Capacidad de Intercambio Catiónico.

Tratamientos	pH	MO (%)	N disp. (kg/ha)	P (kg/ha)	K (kg/ha)	Ca (kg/ha)	Mg(kg/ha)	CIC (meq/100g)
T1	5.51	3.88	54.20 b	18.63 b	157.86 b	43.82	43.26	0.79
T2	5.53	4.53	50.84 b	27.98 ab	243.09 a	55.94	38.83	0.90
T3	4.94	6.77	111.71	36.54 a	251.18 a	73.08	51.11	0.93
Promedio	5.27	5.06	72.25	27.72	217.38	57.61	44.40	0.87

DISCUSIÓN

La fertilidad de los suelos de potreros en la provincia Cercado, Beni, presenta una variabilidad que refleja tanto las características edáficas inherentes de la

región como la influencia del manejo ganadero. Los análisis físico-químicos de Hinojosa *et al.* (2014a) así como Yépez y Hinojosa (2018) muestran diferencias en

textura y contenido de nutrientes, pero convergen en una problemática común, la fertilidad de baja a moderada.

Los datos de Yépez y Hinojosa (2018) describen un suelo de textura arcillosa con un pH moderadamente ácido (5.7) y una capacidad de intercambio catiónico (CIC) de 2.09 meq/100g. En contraste, nuestra investigación registró un pH promedio más ácido (5.27), donde las zonas bajas (T3) presentaron mayor acidez que las zonas altas (T1). Asimismo, la CIC mostró valores muy bajos en todas las zonas, lo que constituye una limitante significativa. Esto indica que el suelo posee una capacidad limitada para retener y liberar nutrientes a las plantas, lo que potencia las pérdidas por lixiviación bajo las abundantes precipitaciones e inundaciones que definen la región.

Por otro lado, Hinojosa *et al.* (2014a, b) reportaron en potreros cercanos, suelos de textura franco-limosa y franca, con valores de pH ligeramente más altos (6.10 y 6.36). Sus hallazgos coinciden con nuestra investigación sobre los bajos niveles de materia orgánica (MO), un indicador clave de la calidad del suelo. La MO mejora la estructura edáfica, contribuye a la CIC, optimiza la retención de agua y eleva la disponibilidad de nutrientes. La escasez de MO en estos potreros deriva de la degradación de los pastos y de la mínima incorporación de residuos orgánicos, problemas recurrentes donde el mal manejo del fuego (Aguilar-Kirigin, 2025) agrava en los sistemas ganaderos extensivos.

De acuerdo con el Plan de Uso de Suelos del Beni (Gobierno Autónomo del Departamento del Beni, 2019), los suelos de estudio están clasificados como “uso agropecuario extensivo”, con bajo manejo y estacional. Esta clasificación coincide con los datos de este estudio. Las condiciones climáticas extremas, como las

inundaciones y sequías, sumadas a la baja fertilidad del suelo, demuestran que el uso intensivo carece de sostenibilidad si no se aplica una gestión adecuada.

La variabilidad entre los estudios refleja la heterogeneidad edáfica de la provincia Cercado, lo que exige estrategias de manejo diferenciadas para cada zona. Las zonas de bajuras (T3) acumulan significativamente más materia orgánica y nitrógeno debido a la saturación hídrica prolongada que caracteriza a estas depresiones topográficas. El exceso de agua desplaza el oxígeno de los poros del suelo y crea condiciones de anaerobiosis que ralentizan la actividad de los microorganismos descomponedores. Asimismo, la textura pesada de estas zonas facilita la formación de complejos organominerales que protegen la materia orgánica de la degradación, mientras que la escorrentía superficial transporta y concentra sedimentos ricos en carbono desde las zonas altas (T1) hacia estos sumideros naturales.

Los suelos de potrero en la provincia Cercado presentan una fertilidad de mediana a baja debido a una combinación de factores limitantes como el pH ácido a moderadamente ácido, baja capacidad de intercambio catiónico y un déficit generalizado de MO. Aunque el P registra niveles aceptables en algunas zonas, la baja retención de nutrientes y la escasa actividad microbiana limitan la productividad de los pastizales. Para revertir esta situación y asegurar la sostenibilidad del sistema, proponemos implementar prácticas de manejo específicas como: a) aplicar enmiendas calcáreas para corregir el pH, b) emplear fertilizaciones mixtas (orgánicas – químicas) y adoptar la rotación de pasturas mediante el pastoreo de ultra-alta densidad con periodos de descansos largos. Estas estrategias incrementarán la biomasa radicular y la MO.

AGRADECIMIENTOS

Al laboratorio de la UABJB (NUBROMS) por coordinar y financiar los análisis de suelos, como a su equipo técnico, analistas y trabajadores de campo que prestaron su colaboración en la logística de la investigación. Los autores declaran no tener conflictos de intereses.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguilar-Kirigin, A. J. 2025. Evaluación y diagnóstico de los incendios en el departamento del Beni. Conservación de sus humedales, implicancias para su desarrollo y calidad de vida, en el marco del encuentro nacional “hacia una gestión integral del riesgo de incendios forestales en Bolivia”. Comité Ejecutivo de la Universidad Boliviana. La Paz, Bolivia. Ponencia Oral.
- Aguilar-Kirigin, A. J. & Haibara Aguilera, M. 2024. Evaluación y diagnóstico de las quemadas en el departamento del Beni como impacto negativo al desarrollo y calidad de vida. Impacto ambiental y problemáticas actuales en la I reunión anual de etnología. Museo Nacional de Etnografía y Folklore, Fundación Cultural del Banco Central de Bolivia, Centro de Investigación de Biodiversidad y Medio Ambiente. Trinidad, Beni, Bolivia. Ponencia Oral.
- Barba Mendoza, M. 2024. Comercio internacional y competitividad de la producción de carne bovina en Beni, Bolivia. *Generación UPSA* 4: 49–66.
- Baudoin Weeks, M.; Domic Rivadeneira, A.; Tejeda Pérez, W.; Ortuño Riveros, N.; Palabral Aguilera, A.; ... & Calderón Russo, J. 2012. Inundaciones e Incendios. Elementos para un Acercamiento Integral al Problema en el Beni. Embajada Real de Dinamarca, Fundación PIEB. La Paz, Bolivia.
- García Paz, M. F. 2024. Prácticas de ganadería sostenible para la conservación de las zonas de recarga hídrica y fuentes de agua en los Llanos de Moxos, departamento del Beni. Diplomado en gestión integral de zonas de recarga hídrica y fuentes de agua. Universidad Mayor de San Simón. Cochabamba, Bolivia.
- Gobierno Autónomo del Departamento del Beni. 2019. Plan de uso de suelos. Departamento del Beni. Empresa Consultora IDRISI-SRL. Trinidad, Beni, Bolivia.
- Hinojosa Y. L. A.; Yépez N. D. & Suárez P. M. A. 2014a. Frecuencia de corte de maralfalfa (*Pennisetum* sp.) durante la estación lluviosa, Trinidad, Bolivia. *Agrociencias Amazonia* 4: 11–18.
- Hinojosa, Y. L. A.; Yépez, N. D.; Rodal, C. F.; Ríos, O. A.; Claros, B. R.; ... & Jiménez, L. E. 2014b. Producción y características agronómicas de cuatro variedades de pasto de corte del género *Pennisetum*, en Trinidad, Bolivia. *Agrociencias Amazonia* 3: 28–35.
- INE - SENAMHI. 2025. Instituto Nacional de Estadística, Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología. La Paz, Bolivia.
- Ministerio de Desarrollo Productivo y Economía Plural. 2024. Beni Industrial y Productiva. Ministerio de Desarrollo Productivo y Economía Plural. La Paz, Bolivia.
- Motta-Delgado, P. A.; Ocaña Martínez, H. E. & Rojas-Vargas, E. P. 2019. Indicadores asociados a la sostenibilidad de pasturas: una revisión. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*. 20: 387–408.
<https://doi.org/10.21930/rcta.vol20num2art:1464>
- Pouilly, M.; Beck, S. G.; Moraes R., M. & Ibañez, C. (Eds.). 2004. Diversidad Biológica en la Llanura de Inundación del Río Mamoré. Importancia Ecológica de

la Dinámica Fluvial. Centro de Ecología Simón I. Patiño. Santa Cruz, Bolivia.

Sierra B., C. 1992. Fertilidad del suelo y praderas permanentes. *Osorno, Chile: Serie Remehue*. 31: 57–86.

Solíz Rojas, C. A. & Mercado, L. N. 2022. La Cadena de Valor de la Ganadería en los Llanos de Moxos. Grupo de Trabajo para los Llanos de Moxos. Trinidad, Beni, Bolivia.

Southern Scientific Services. 2023. 13 Nutrients in the Soil that Empower Plant: An Online Reference. Disponible en: <https://southernscientificireland.com/2023/09/25/nutrients-in-the-soil/>. Último acceso: 17 de julio de 2026.

Yépez N. D. & Hinojosa Y. L. A. 2018. Desempeño agronómico a diferentes alturas de corte de pasto aguja (*Brachiaria humidicola*) en Beni, Bolivia 2017–2018.