

NIVELES DE BIOL BOVINO EN LA RECUPERACIÓN DE UNA PRADERA NATIVA EN CONDICIÓN DE LADERA

Levels of bovine biol in the recovery of native grassland on a hillside

Alain Hanz Arcón Bando¹, Zenón Martínez Flores², Lizett Katty Martínez Luizaga³

RESUMEN

La diversidad de pastos de las praderas nativas que se desarrollan en las pampas, laderas y sierras, en diferentes altitudes del altiplano, constituyen el alimento básico del ganado de altura. Con el objetivo de determinar el efecto sobre la recuperación de una pradera nativa deteriorada en condición de ladera, se evaluó el efecto de los niveles de biol bovino (0% testigo, 20%, 40% y 60%) en la cobertura, frecuencia, densidad, vigor de la vegetación y rendimiento de materia seca por el método de cuadrantes, y para las especies vegetales se utilizó el método de intersección de líneas punteadas. Los datos de MS fueron analizados en un DBCA. Las especies vegetales recuperadas se determinaron mediante el cálculo del área mínima. Destacaron por su presencia principalmente las familias botánicas; Asteraceae con 37.5% y Poaceae con 20%. El contenido de NPK del biol utilizado fue bajo, pero con alto contenido de Fe y un pH alcalino. En los resultados se observaron diferencias entre los niveles de biol bovino en la cobertura vegetal, la densidad, el vigor de la vegetación y el rendimiento de materia seca; registrándose un aumento mayor del 30.68% en la cobertura vegetal con el tratamiento 3 (60%). Lo que significa que la recuperación de la pradera nativa sobre pastoreada es posible con la fertilización de biol líquido.


Palabras clave: biol, niveles de biol, pendiente, recuperación.

ABSTRACT

The diverse range of grasses found in the native grasslands of the pampas, hillsides, and mountain ranges at different altitudes of the plateau constitute the staple food of high-altitude cattle. To determine their effect on the recovery of deteriorated native grassland on a hillside, the effect of bovine slurry levels (0% control, 20%, 40%, and 60%) on cover, frequency, density, vegetation vigor, and dry matter yield was evaluated using the quadrant method. For plant species, the dotted-line intersection method was used. DM data were analyzed using a DBCA. Recovered plant species were determined by calculating the minimum area. The most notable botanical families were Asteraceae (37.5%) and Poaceae (20%). The NPK content of the slurry used was low, but it had a high Fe content and an alkaline pH. The results showed differences between the levels of bovine slurry in plant cover, density, vegetation vigor, and dry matter yield; a greater than 30.68% increase in plant cover was recorded with treatment 3 (60%). This means that the recovery of the overgrazed native grassland is possible with liquid slurry fertilization.

Keywords: biol, levels biol, slope, recovery.

¹ Facultad de Agronomía, Universidad Mayor de San Andrés, Bolivia.

²  Docente Investigador, Facultad de Agronomía, Universidad Mayor de San Andrés, Bolivia. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9678-4377>. zmartinez@umsa.bo

³ Consultor, Bolivia. ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-7420-6409>

INTRODUCCIÓN

En el Altiplano boliviano, la presencia natural de áreas con pasturas, favorece la crianza de ganado camélido, ovino y vacuno, en beneficio económico y de seguridad alimentaria de la población rural. La mayor parte praderas alto andinas se encuentran en proceso de degradación debido a factores como la parcelación de terrenos comunales entre familias, el sobre pastoreo y el cambio climático (IAM, 2023; Nogué et al., 2021), que repercute en la disminución de la producción forrajera para la alimentación de la ganadería. Si bien el pastoreo puede reducir la biomasa y ciertas concentraciones de nutrientes dentro de un pastizal, parece mejorar el contenido y la densidad, lo que puede proporcionar sistemas de pastizales más sostenibles (Bell et al., 2020), pero no el sobrepastoreo.

El biol es un abono orgánico líquido, resultado de la descomposición de los residuos animales y vegetales como el guano y rastros en ausencia de oxígeno (Ramírez et al., 2016). Además contiene nutrientes que son fácilmente asimilados por las plantas haciéndolas más vigorosas y resistentes (INIA, 2008). Ramírez et al. (2023) dicen el biol es un abono orgánico de consistencia líquida que se produce en un biodigestor a partir de la fermentación del estiércol de animales y de residuos vegetales y además cuenta con las características físico-químicas y microbiológicas para un óptimo crecimiento de diversos cultivos, así también, de ser empleado como una alternativa de solución frente a los agroquímicos convencionales que impactan de una manera negativa el sector agrícola y el medio ambiente. Su aplicación con parte efluente puede ser dirigido al follaje y el lodo al suelo, semilla y/o raíz (Colque et al. 2005). Destaca el biol bovino en la mejor relación beneficio costo como aporte nutricional en el pasto janeiro (*Eriochloa polystachya*) (Paredes, 2021).

Los biofertilizantes de aplicación foliar ayudan al mantenimiento del cultivo aportando nutrientes esenciales para el metabolismo, gracias a la rápida asimilación por la planta, lo que permite combatir de manera efectiva las deficiencias que pueda presentar el cultivo (Restrepo-Correa et al., 2017).

Los abonos orgánicos pueden aumentar y mantener los niveles de producción forrajera porque, además de ser fuente de N, P y S, tienen influencia sobre algunas propiedades del suelo como la estructura, porosidad,

retención de agua, población de microorganismos y fijación de P (López et al., 2017).

El presente trabajo de investigación tiene por objetivo evaluar el efecto de diferentes niveles de biol bovino en la recuperación de una pradera nativa en condición de ladera.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación de la zona de estudio

La investigación se realizó en la Estación Experimental Choquenaira, dependiente de la Facultad de Agronomía de la Universidad Mayor de San Andrés, situada en el municipio de Viacha, provincia Ingavi del departamento de La Paz, a ocho kilómetros de la población de Viacha, a una altitud de 3870 m s.n.m., geográficamente 16° 41' 39.25" de latitud sur y 68° 17' 14.31" de longitud oeste (Céspedes, 2021).

Metodología

Identificación de especies nativas

El procedimiento más difundido para determinar el área mínima consiste en tomar una unidad maestra pequeña y contar el número de especies presentes en ésta (Ferro-Díaz, 2015). Luego se duplica la superficie extendiendo la unidad anterior y se cuenta el número de especies nuevas que aparecen en la unidad duplicada. Esta operación se repite hasta que el número de especies nuevas disminuye al mínimo. En la Figura 1 se esquematiza este procedimiento.

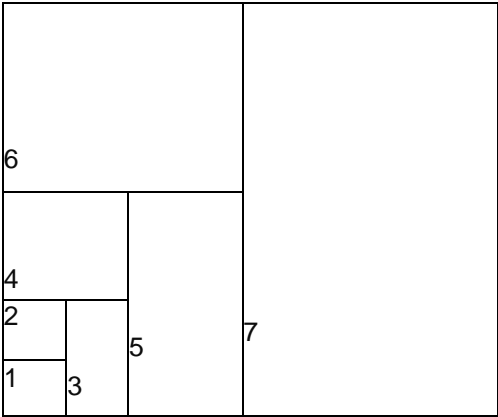


Figura 1. Esquema aproximado del muestreo para la evaluación del área mínima.

Las especies vegetales presentes en la pradera nativa fueron identificadas entre los meses noviembre y diciembre, y posteriormente una vez recuperadas se

extrajeron muestras de plantas completas (raíz, tallo, hojas y flores); secadas en un herborizador portátil. Con el apoyo de un experto botánico se identificaron las especies siguiendo claves específicas, también se efectuaron comparaciones con muestras del Herbario Nacional de Bolivia. Una vez que se identificaron las especies nativas fueron agrupadas en familias y según su palatabilidad, con la bibliografía citada y apoyo de las instancias anteriormente mencionadas.

Cobertura vegetal por especies

La cobertura ha sido utilizada para medir la abundancia de especies cuando la estimación de la densidad es muy difícil (Mostacedo y Fredericksen, 2000). La cobertura es muy usada con especies que crecen vegetativamente, como por ejemplo, los pastos y algunos arbustos. Para intercepción de puntos la cobertura relativa (Cr) se calcula de la siguiente forma: $Cr = (Ni/Nt) \times 100$ donde: Ni = número de registros de plantas de cierta forma de vida; Nt = número total de registros de todas las plantas.

Se aplicó el muestreo clásico de intercepción en línea de puntos (Halloy et al., 2011). Primero se extendió una cinta métrica a lo largo de la unidad experimental, luego con dos varillas (agujas de tejer de 2 mm de diámetro), separadas una de la otra cada 50 cm, se pincharon recorriendo perpendicularmente a la ladera; anotando el nombre de todas las especies de plantas interceptadas por las dos varillas, la primera muestra se anotó a 25 cm del extremo izquierdo del segmento. Se repitió el proceso cada 50 cm a lo largo de la cinta métrica; se realizaron 100 contactos y para cálculo del porcentaje de cobertura, por ejemplo, si se tuvieron 300 puntos de contacto, durante el cual, la especie A se tocó 21 veces, la cobertura resultante sería del 7%.

Frecuencia y densidad de la vegetación

Mostacedo y Fredericksen (2000) definen la densidad como un parámetro que permite conocer la abundancia de una especie o una clase de plantas. La densidad (D) es el número de individuos (N) en un área (A) determinada: $D = N/A$, y la frecuencia como la probabilidad de encontrar un atributo (por ejemplo una especie) en una unidad muestral y se mide en porcentaje $F = (NME/NTM) 100$, donde F = frecuencia, NME = número de muestras que contiene una especie (Mousaei, 2011).

Vigor

Se usaron 10 medidas de altura de cuatro especies: *Nassella* sp., *Aristida antoniana* Steud., *Jarava* sp., y *Eragrostis* sp.; seleccionadas por sus características: forrajeras, perennes, palatables y de óptimo desarrollo, todas pertenecientes a la familia de las Poaceae. En esta variable se asignó un valor de 100 para la máxima altura de planta encontrada; luego se hizo las comparaciones con las alturas halladas a nivel de campo.

Rendimiento de materia seca

En áreas mínimas delimitadas en las respectivas unidades experimentales se cosecharon únicamente cuatro especies de interés forrajero; antes de la producción de semilla. Luego se pesó la materia verde (MV) en una balanza digital de precisión de 4 000 g, posteriormente 5 g de la muestra por especie, proveniente del cuarteo de la muestra de materia verde de cada planta; fueron colocadas en sobres de papel estañado, en la estufa mufla a 105 °C por un periodo de 24 horas, hasta obtener un peso constante. El peso de materia seca expresado en gramos fue calculada mediante la siguiente formula: $MS = (Pi - Pf/Pf) 100$; donde: MS = materia seca; Pf = peso final de la muestra, Pi = peso inicial de la muestra.

Diseño experimental

Los datos de cobertura vegetal obtenidos fueron analizados en un Diseño Bloques Completos al azar (DBCA) (Ochoa, 2016), mediante los programas Infostat versión en español actualizada 29-09-2020 y Excel versión 1808.

Tratamientos

Una alternativa para recuperar el pasto natural degradado es el uso de fertilizantes orgánicos, como son los bioles líquidos, que mejoran el suelo, la actividad microbiana y aportan nutrientes solubles (Paredes, (2021). El fertilizante orgánico foliar biol-bovino, fue aplicado en tres niveles de tratamientos (Tabla 1).

Tabla 1. Tratamientos.

| Tratamiento | Descripción | Repeticiones |
|--------------|--------------|--------------|
| T0 (testigo) | 0 % de biol | IV |
| T1 | 20 % de biol | IV |
| T2 | 40 % de biol | IV |
| T3 | 60 % de biol | IV |

La investigación estuvo conformado por cuatro bloques cada uno con cuatro parcelas de tamaño 5.4 m x 3.1 m, establecidas en un área de 16.74 m². En cada unidad experimental se colocaron tres áreas mínimas fijas donde se evaluaron las variables de estudio.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Identificación de las familias y especies vegetales

La mayoría de las 40 especies en la pradera nativa de ladera, agrupados en 15 familias (Tabla 2), además de ser palatables (50%), pertenecen mayormente (37.5%) a las Asteráceas, seguido de las Poáceas (20%), y en menor porcentaje a las Brassicáceas, Cactáceas, Malváceas, Oxalidáceas con 5%, Caryophylláceas, Convolvuláceas, Fabáceas, Geraniáceas, Portulacáceas, Rosáceas, Rubiáceas, Verbenáceas y Amaryllidáceas, con 2.5%. Valores que discrepan de 75 especies, 22 familias, 22.67% de Asteráceas, 22.67% de Poáceas, Caryophyllaceas con 9.33%,

Geraniaceas con 5.33%, hallados por Condori (2012), y también con las 61 especies y 20 familias, la mayoría (20) especies pertenecen a la familia Poaceae 32.8%, luego la familia Asteraceae con 13 especies (21.3%), luego la Fabáceas con 7 especies (11.5%) hallados por Echeverría (2013). También con lo hallado por Mamani (2016): Asteraceae con 27.69% y Poaceae con 24.62% y en menor proporción están: las Juncaceae 6.15%, Fabaceae, Ranunculaceae y Geraniaceae con 4.62%, Apiaceae, Brassicaceae, Malvaceae, Rosaceae con 308%; y con lo reportado por (Reyes, 2011). 85 especies distribuidas en 28 familias. La Poaceae con, 21% son 40 las que se presentan en mayor proporción; Asteraceae que representa el 20%, Juncaceae con 5.9%, Apiaceae 4.7%, Amaranthaceae, Cyperaceae y Rosaceae 3.2% respectivamente y otras familias representan el 44%. Otra investigación realizada por Chirinos (2017) reporta cifras menores en la familia Asterácea con la mayor cobertura 20.15%, seguido de la familia Poaceae con un 14.18%, familia Fabáceae con 8.21%, familia Lamiaceae 6.72%, y las demás familias con menos de 3%.

Tabla 2. Especies presentes y palatabilidad en la pradera nativa de ladera.

| Nombre científico | Nombre común | Familia | D | PD | ND |
|--|----------------------------------|-----------------|---|----|----|
| <i>Nothoscordum andicola</i> Kunth. | Cebollín, chulkus, pampa sihulla | Amaryllidaceae | | | |
| <i>Hypochaeris elata</i> (Wedd) Griseb. | Leche leche | Asteraceae | | | |
| <i>Heterosperma tenuisectum</i> (Griseb.) Cabrera. | s/n | Asteraceae | | | |
| <i>Hieracium</i> sp. | s/n | Asteraceae | | | |
| <i>Bacharis incarum</i> (Wedd.) Cuatrec. | Ñack'a thola, ñack'a huara | Asteraceae | | | |
| <i>Tagetes multiflora</i> L. | Huacataya | Asteraceae | | | |
| <i>Facelis retusa</i> (Lam.) Sch. Bip. | s/n | Asteraceae | | | |
| <i>Senecio vulgaris</i> L. | Flor amarilla, hierva cana. | Asteraceae | | | |
| <i>Viguiera dentata</i> (Cav.) Spreng. | s/n | Asteraceae | | | |
| <i>Bidens andicola</i> Kunth. | Pega-pega, muni muni, | Asteraceae | | | |
| <i>Achyrocline alata</i> (Kunth) DC. | Orko thian | Asteraceae | | | |
| <i>Gnaphalium</i> sp. | Wira wira | Asteraceae | | | |
| <i>Taraxacum officinale</i> F.H. Wigg. | Leche leche, diente de león | Asteraceae | | | |
| <i>Sonchus asper</i> (L.) Hill | Kanapacu | Asteraceae | | | |
| <i>Sonchus oleraceus</i> L. | Lechugilla común, achicoria | Asteraceae | | | |
| <i>Schkuhria pinnata</i> (Lam.) Kuntze ex Thell. | s/n | Asteraceae | | | |
| <i>Lepidium</i> sp. | Janukara | Brassicaceae | | | |
| <i>Capsella bursa-pastoris</i> (L.) Medic. | Bolsa de pastor | Brassicaceae | | | |
| <i>Echinopsis crassicaulis</i> (R. Kiesling) H.* | s/n | Cactaceae | | | |
| <i>Opuntia boliviana</i> (Salm-Dyck) F.Ritter | Airampu, puscaya | Cactaceae | | | |
| <i>Paronychia andina</i> (Vill.) DC. | s/n | Caryophyllaceae | | | |
| <i>Dichondra microcalix</i> (Hallier f.) Fabris. | Orgo latita | Convolvulaceae | | | |
| <i>Trifolium amabile</i> Kunth. | Trébol de oveja, layu layu. | Fabaceae | | | |
| <i>Erodium cicutarium</i> (L.) L'Her.ex Aiton | Aguja, reloj reloj | Geraniaceae | | | |
| <i>Tarasa tenella</i> (Cav.) Krapov. | Kora, malva, khowa | Malvaceae | | | |
| <i>Malva neglecta</i> . | Malva | Malvaceae | | | |
| <i>Hypseocharis pimpinellifolia</i> Remy. | Suelda, consuelda | Oxalidaceae | | | |
| <i>Oxalis</i> sp. | s/n | Oxalidaceae | | | |
| <i>Jarava</i> sp. | Paja, sicuya | Poaceae | | | |

| | | | |
|--|----------------------------|---------------|--|
| <i>Aristida antoniana</i> Steud. Ex Doll | Parque Iru | Poaceae | |
| <i>Festuca dolichophylla</i> J. Presl | Chilliwa, chilligua | Poaceae | |
| <i>Nassella</i> sp. | s/n | Poaceae | |
| <i>Pennisetum clandestinum</i> Hochst. Ex Chiov. | Chiji, kikuyo | Poaceae | |
| <i>Chondrosium simplex</i> (Lag.) Kunth | Llapa pasto, pasto bandera | Poaceae | |
| <i>Eragrostis virescens</i> J. Presl | | Poaceae | |
| <i>Vulpia</i> sp. | | Poaceae | |
| <i>Portulaca</i> sp. | | Portulacaceae | |
| <i>Tetraglochin cristatum</i> (Britton) Rothm. | Kaylla; Kayllu Chai | Rosaceae | |
| <i>Richardia</i> sp. | hierba de la araña | Rubiaceae | |
| <i>Verbena</i> sp. | | Verbenaceae | |

D = deseables, PC = poco deseables, ND = no deseables, * = Friedrich y Glaetzle.

Cobertura vegetal

Los resultados del ANVA de la variable cobertura vegetal muestran que los bloques no fueron significativos ($p \geq 0.01$). Contrariamente los tratamientos aplicados de manera foliar en la cobertura vegetal de la pradera nativa de ladera tuvieron un alto efecto ($p \leq 0.01$), resultados coincidentes con lo obtenido por Yahuita (2013) con niveles estiércol de

llama en la cobertura vegetal de la cebadilla. En la Figura 2 se explican las diferencias de un mayor porcentaje de incremento de cobertura vegetal (86%) comparado con la cobertura inicial (55.32%) obtenido con el tratamiento 3 (60% de biol), los incrementos de cobertura vegetal 63.17% con el testigo (0% Biol), fue menor, incluso comparados con 74.83% y 76.66% de los tratamientos 1 y 2 respectivamente.

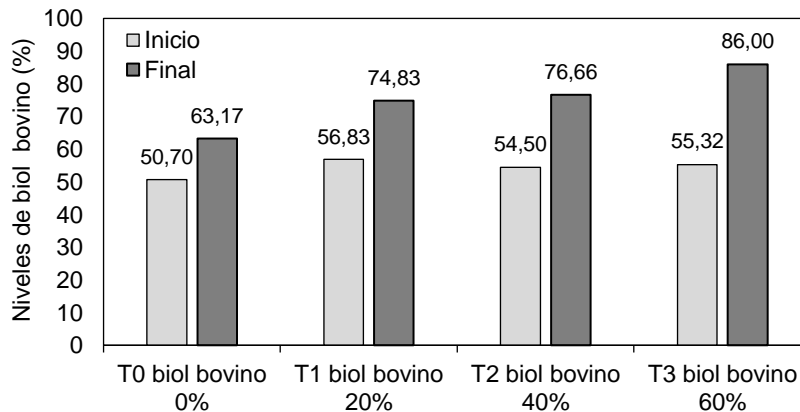


Figura 2. Efectos de nivel de biol bovino en cobertura vegetal.

Los valores de la cobertura vegetal de la Figura 2 son similares al encontrado por Mamani (2016), en la comunidad Alto Peñas; municipio Batallas (Bolivia) por el método de imagen satelital en praderas nativas de chilliwar 83% con dominancia de *Festuca dolichophylla*, *Deyeuxia vicunarium*, *Lachemilla pinnata*; pajonal *Deyeuxia* con un 76.06% con dominancias de: *Deyeuxia vicunarium*, seguida de *Festuca dolichophylla* y *Trichophorum rigidum*; y con menor cobertura el pajonal Ichu con un 65.78% donde se destacan la *Stipa ichu*, *Deyeuxia vicunarium* y *Festuca dolichophylla*.

Guzmán-Sánchez et al. (2020) en un campo de pasto estrella (*Cynodon nlemfuensis*) obtuvo una cobertura baja y la mejor (72.78%) con la aplicación con fertilizante sintético aeróbico ALOFA al 2.5%, valor

inferior al reportado por Fajardo y Solano (2014) quienes obtuvieron valores entre 77.08% y 95.42% con aplicaciones de abonos orgánicos líquidos; asimismo, Echevarría et al (2006) concluyen que el pastoreo rotacional presentó un valor medio de 60% de cobertura vegetal, y de 35% para el pastoreo continuo.

Comparados con los resultados pobres de cobertura los hallados por Condori y Quispe (2013) en dos zonas del altiplano sur de Potosí (Bolivia) indicaron que el porcentaje de cobertura total en la zona 1 representó el 7% lo cual significa prácticamente que se trata de suelo desnudo. Sin embargo, es la especie *Lampaya medicinalis* (lampaya) la que tuvo mayor porcentaje de cobertura (3%), seguida por *Parastrephia lepidophylla* (Supu t'ola) con el 2%. En cambio en la zona 2 representó el 11%. Considerando que la zona se

encuentra en una serranía, presenta mayor cobertura que la Zona 1 ya que el 89% de la superficie es roca desnuda. La especie con mayor cobertura fue *Parastrephia lucida* (t'ola romero) con 5%, seguida de *A. spinossísima* y *Fabiana densa* (tara t'ola), ambas con 2% de cobertura.

Densidad vegetal

Las familias botánicas que obtuvieron los mayores porcentajes de densidad vegetal (Tabla 3), en orden descendente, fueron, primero: la familia Poaceae con incrementos casi similares entre tratamientos, pero con un rango más amplio 32.97% a 40.61% en el tratamiento 3 (60% de biol), luego le sigue la familia Asteraceae sobresaliendo el tratamiento 3 (60% de

biol), finalmente la familia Oxalidaceae con valores menores. Destaca los valores de suelo desnudo y roca en todos los tratamientos, con un mayor beneficio en el tratamiento 1 (20% de biol). Resultados que coinciden con Chirinos (2017) en cuanto al orden de las familias primero Poaceae con una densidad de 3.01 expresado en unidades m^{-2} , seguida por la familia Asterácea con una densidad de 2.09 unidades m^{-2} y la familia Lamiaceae con una densidad de 1.998 unidades m^{-2} . Sin embargo, Lafuente (2007), en una pradera nativa clausurada en planicie época húmeda registró incrementos diferentes de densidad en algunas especies: *Festuca dolichophylla* 23.20%, *Muhlenbergia fastigiata* 7.50%, *Hordeum muticum* 3.95%, *Taraxacum officinale* 2.45%, *Salvia* sp. 1.35%, *Alchemilla pinnata* 1.00%.

Tabla 3. Densidad vegetal (%) por familias y tratamientos.

| Familias botánicas | T0 (testigo) | | T1(20% de biol) | | T2 (40% de biol) | | T3 (60% de biol) | |
|----------------------|--------------|--------|-----------------|--------|------------------|--------|------------------|--------|
| | Inicio | Final | Inicio | Final | Inicio | Final | Inicio | Final |
| Amaryllidaceae | 0.00 | 0.00 | 5.26 | 6.17 | 1.00 | 1.19 | 0.50 | 0.63 |
| Asteraceae | 15.11 | 23.11 | 9.15 | 19.82 | 12.41 | 20.15 | 13.59 | 26.58 |
| Brassicaceae | 0.00 | 0.00 | 0.68 | 1.30 | 0.00 | 0.40 | 0.00 | 0.95 |
| Cactaceae | 0.00 | 0.89 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.19 | 2.38 | 2.85 |
| Caryophyllaceae | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.44 | 1.00 | 1.19 | 0.50 | 0.63 |
| Convolvulaceae | 6.67 | 7.56 | 0.00 | 0.00 | 2.93 | 3.95 | 1.00 | 1.58 |
| Fabaceae | 0.00 | 0.89 | 6.50 | 6.59 | 3.56 | 4.74 | 5.02 | 5.28 |
| Geraniaceae | 7.11 | 7.11 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.58 | 1.00 | 1.27 |
| Malvaceae | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.32 | 2.10 | 2.37 | 0.50 | 0.95 |
| Oxalidaceae | 12.44 | 13.33 | 7.37 | 12.23 | 14.63 | 19.00 | 11.92 | 12.66 |
| Poaceae | 32.44 | 37.78 | 35.92 | 40.00 | 36.97 | 40.6 | 32.97 | 40.61 |
| Portulacaceae | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.76 | 0.00 | 0.79 | 1.00 | 1.27 |
| Rosaceae | 3.11 | 3.56 | 4.21 | 4.41 | 0.75 | 0.79 | 1.88 | 1.90 |
| Rubiaceae | 0.00 | 0.00 | 0.53 | 1.32 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Verbenaceae | 0.00 | 0.00 | 1.28 | 2.32 | 0.00 | 0.00 | 1.00 | 1.27 |
| Suelo desnudo y roca | 23.11 | 5.78 | 29.10 | 2.32 | 24.65 | 2.06 | 26.74 | 1.58 |
| Total (%) | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 |

Frecuencia de vegetación

En la Tabla 4 se observa la frecuencia de la vegetación agrupada por familias botánicas. La familia que

respondió mejor al tratamiento 3 (60% de biol), fue la Poaceae con un incremento de 49.59%, las familias Asteraceae y la Oxalidaceae. obtuvieron incrementos bajos menores de 17.00% y 18.21%, respectivamente.

Tabla 4. Frecuencia de vegetación en (%) por familias y tratamientos.

| Familias botánicas | T0 (testigo) | | T1(20% de biol) | | T2 (40% de biol) | | T3 (60% de biol) | |
|--------------------|--------------|-------|-----------------|-------|------------------|-------|------------------|-------|
| | Inicio | Final | Inicio | Final | Inicio | Final | Inicio | Final |
| Amaryllidaceae | 1.63 | 1.73 | 4.33 | 4.47 | 4.02 | 4.53 | 0.43 | 2.68 |
| Asteraceae | 17.02 | 18.30 | 16.19 | 18.29 | 17.00 | 18.11 | 15.78 | 17.06 |
| Brassicaceae | 0.80 | 0.87 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.60 | 0.68 |
| Cactaceae | 1.50 | 2.16 | 1.27 | 1.63 | 2.51 | 3.40 | 0.50 | 0.68 |
| Caryophyllaceae | 0.18 | 0.20 | 0.00 | 0.17 | 0.00 | 0.10 | 0.00 | 0.34 |
| Convolvulaceae | 0.51 | 0.87 | 1.02 | 1.22 | 1.75 | 1.89 | 0.30 | 0.68 |
| Fabaceae | 0.51 | 0.43 | 3.07 | 3.25 | 0.00 | 1.13 | 0.00 | 0.68 |
| Geraniaceae | 0.00 | 0.43 | 0.00 | 0.81 | 0.00 | 0.38 | 0.87 | 1.02 |
| Malvaceae | 0.00 | 1.30 | 0.00 | 0.81 | 0.00 | 1.51 | 0.00 | 0.34 |

| | | | | | | | | |
|----------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Oxalidaceae | 6.43 | 12.26 | 6.17 | 14.20 | 6.96 | 16.22 | 7.08 | 18.21 |
| Poaceae | 39.03 | 42.32 | 45.68 | 48.00 | 41.35 | 44.35 | 43.32 | 49.59 |
| Portulacaceae | 1.52 | 1.73 | 0.96 | 1.63 | 2.10 | 2.45 | 1.30 | 1.71 |
| Rosaceae | 3.57 | 3.90 | 1.44 | 1.63 | 1.10 | 1.13 | 2.30 | 2.39 |
| Rubiaceae | 0.51 | 1.30 | 0.36 | 0.41 | 0.59 | 0.75 | 1.03 | 1.39 |
| Verbenaceae | 0.00 | 0.87 | 0.00 | 0.10 | 0.00 | 0.15 | 0.00 | 0.20 |
| Suelo desnudo y roca | 26.80 | 11.34 | 19.51 | 3.38 | 22.62 | 3.90 | 26.50 | 2.33 |
| Total (%) | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 |

Vigor

Según la Tabla 5 con el tratamiento 3 (60% de biol), se lograron porcentajes de vigor mucho más altos en comparación a los otros tratamientos, en la especie *Nasella* sp. un 92.88% de vigor con un promedio de altura de 61.72 cm, con el tratamiento 3, 90.80% de

vigor; en la especie *Aristida antoniana* Steud, y un promedio de altura de 17.56 cm; en la especie *Jarava* sp., se obtuvo un 90.83% con un promedio de altura del 36.28 cm y finalmente en la especie *Eragrostis virescens* se obtuvo un 85.20% de vigor con un promedio de altura 33.31 cm.

Tabla 5. Vigor de especies clave en porcentaje por tratamientos.

| Especies botánicas | T0 (testigo) | | T1(20% de biol) | | T2 (40% de biol) | | T3 (60% de biol) | |
|---------------------------------|--------------|-------|-----------------|-------|------------------|-------|------------------|-------|
| | Inicio | Final | Inicio | Final | Inicio | Final | Inicio | Final |
| <i>Nasella</i> sp. | 62.40 | 70.10 | 73.80 | 81.72 | 75.82 | 91.53 | 73.96 | 92.88 |
| <i>Aristida antoniana</i> Steud | 66.67 | 86.67 | 67.83 | 81.50 | 61.54 | 80.40 | 66.67 | 90.80 |
| <i>Jarava</i> sp. | 82.00 | 87.44 | 71.90 | 86.30 | 77.92 | 90.40 | 78.26 | 90.83 |
| <i>Eragrostis virescens</i> J. | 76.67 | 80.00 | 71.62 | 83.15 | 67.73 | 78.27 | 65.00 | 85.20 |

Guzmán-Sánchez et al. (2020) señala que para pasto estrella (*Cynodon nlemfuensis*) se tiene buenos resultados promedio para vigor (4.6) y altura (0.6) con biofertilizante líquido ALOFA al 2.5%, pero sin diferencias significativas respecto a otros cuatro tratamientos aplicados.

Rendimiento de materia seca

Los rendimientos de materia seca expresados en MS kg ha⁻¹ es de cuatro especies clave: *Nassella* sp., *Aristida antoniana* Steud., *Jarava* sp., *Eragrostis virescens* J.Presl, seleccionadas por sus características forrajeras, por ser plurianuales, alta palatabilidad, pertenecientes a la familia de las Poaceae.

Tabla 6. Rendimiento de materia seca (MS) kg ha⁻¹.

| Especies botánicas | T0 | T1 | T2 | T3 |
|---------------------------------|--------|--------|--------|--------|
| <i>Nasella</i> sp. | 390.76 | 645.05 | 690.13 | 897.14 |
| <i>Aristida antoniana</i> Steud | 100.90 | 128.70 | 167.37 | 175.14 |
| <i>Jarava</i> sp. | 175.72 | 202.57 | 189.43 | 211.81 |
| <i>Eragrostis virescens</i> J. | 102.42 | 195.50 | 204.91 | 206.61 |

T0 = testigo, T1 = 20% de biol, T2 = 40% de biol, T3 = 60% de biol.

El tratamiento 3 (60% de biol), tuvo una influencia altamente efectiva en el rendimiento de la materia seca 897.14 kg MS ha⁻¹ de la especie clave: *Nasella* sp., respecto a los otros tratamientos. Las demás especies

clave tuvieron incrementos menores. Huiza (2008) con la aplicación de abono orgánico de estiércol de ovino reporta en cebadilla: rendimientos mayores y diferentes, el tratamiento con nivel de abonamiento c2 (5 t ha⁻¹) obtuvo un mayor promedio de materia seca 3.26 t ha⁻¹ sobre el tratamiento c3 (10 t ha⁻¹) registrando 3.02 t ha⁻¹ que no existe mucha diferencia con el primer tratamiento y por último el tratamiento c1 (0 t ha⁻¹) que fue el testigo con un rendimiento de 2.83 t ha⁻¹ de materia seca, lo que se puede afirmar que la aplicación de materia orgánica aumenta el rendimiento. Lo mismo concluyen Mamani et al. (2024) que la revegetación e incorporación de estiércol de ovino tuvo un efecto favorable en la recuperación y calidad nutritiva del pastizal natural.

CONCLUSIONES

La composición florística de la pradera nativa en condición de ladera estaba conformada por 40 especies vegetales, agrupadas en 15 familias botánicas; donde sobresalen la Asteráceas con 37.5% y la familia de la Poáceas con 20%; y en menor porcentaje las otras, biodiversidad inferior y diferente a los reportados por otros autores en otras regiones.

La mayoría de las especies recuperadas 50% identificadas eran palatables, 40% poco deseables y apenas 10% indeseables, también diferentes a otras

regiones reportadas. La cobertura vegetal y recuperación de la pradera nativa fue mayor con la aplicación foliar de 60% de biol; con una variación desde 55.32% hasta 86.00%. Comparando el tratamiento 3 (60% de biol); y especies claves seleccionadas se obtuvo un mayor rendimiento de materia seca 897.14 kg ha⁻¹ en la especie *Nasella* sp.

Las inversiones en biofertilizante líquidos como el biol bovino en la recuperación de una pradera nativa deteriorada de ladera tiene un impacto positivo en las unidades productivas, ayudando a la recuperación de la biodiversidad del suelo y a la disminución del impacto ambiental.

BIBLIOGRAFÍA

- Bell, MJ; Huggett, ZJ; Slinger, KR; Roos, F. 2020. The effect of grazing by cattle and sheep on diverse pastures (en línea). *Livestock Science*, 241(September): 104261. Disponible en <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2020.104261>
- Céspedes, AR. 2021. Evaluación de la productividad y la calidad nutritiva de la cebada (*Hordeum vulgare*) como forraje verde, con aplicación de riego y biol en la Estación Experimental Choquenaira (en línea). Universidad Mayor de San Andrés. Disponible en <https://repositorio.umsa.bo/xmlui/bitstream/handle/123456789/29737/TM-3038.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Colque, T; Mujica, A; Apaza, V; Rodríguez, D; Cañahua, A; Jacobsen E. 2005. Producción de biol abono líquido natural y ecológico (en línea). ILLPAPUNO. Disponible en <https://es.slideshare.net/slideshow/produccion-de-biol-abono-liquido-natural-y-ecologico/149956974>
- Condori, CER. 2012. Evaluación de los recursos forrajeros nativos en la zona alto andina de la comunidad Jaillihuaya, del municipio de Batallas, provincia Los Andes (en línea). Tesis de Licenciatura, Universidad Mayor de San Andrés. Disponible en <https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/4367/T-1769.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Condori, CHG; Quispe HJL. 2013. Evaluación preliminar de soportabilidad y diversidad de praderas nativas de la comunidad de Challacollo, Llica Potosí (en línea). *Info INIAF* 1(2):57-66. Disponible en http://www.revistasbolivianas.ciencia.bo/pdf/rciii/v1n2/v1n2_a07.pdf
- Chirinos, ME. 2017. Identificación de los componentes de la cobertura vegetal en la comunidad de Mollepiña del distrito de Curpahuasi –Apurímac año 2017 (en línea). Tesis Ingeniero Ambiental, Universidad Alas Peruanas Apurímac. Disponible en <https://hdl.handle.net/20.500.12990/7473>
- Echeverría, OWD. 2013. Uso de la teledetección y sistemas de información geográfica en la zonificación e identificación de praderas nativas e introducidas para su evaluación. Estudio de caso municipio de Calacoto, provincia Pacajes, departamento de La Paz (en línea). Tesis de Licenciatura, Universidad Mayor de San Andrés. Disponible en <https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/4057/T-1875.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Echavarría, FG; Gutierrez, LR; Ledesma, R; Banuelos, VR; Aguilera, JI; Serna, PA. 2006. Influencia del sistema de pastoreo con pequeños rumiantes en un agostadero del semiárido Zacatecano. I Vegetación nativa (en línea). *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias* 44(2):203-217. Disponible en <https://cienciaspecuarias.inifap.gob.mx/index.php/Pecuarias/article/view/1748/1742>
- Fajardo, MJ; Solano, JA. 2014. Evaluación de la fertilización foliar con purín la finca mineralizado en producción de forrajes (en línea). Tesis de Licenciatura. Universidad del Cauca. Disponible en <http://repositorio.unicauca.edu.co:8080/xmlui/handle/123456789/877>
- Ferro-Díaz, JF. 2015. Manual revisado de métodos útiles en el muestreo y análisis de la vegetación (en línea). *Ecovida: Revista científica sobre diversidad biológica y su gestión integrada* 5(1):139-186. Disponible en <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/9439153.pdf>
- Guzmán-Sánchez, RF; Beltrán-Perafán, JA; Montes-Rojas, C; Anaya-Flórez, MA. 2020. Efecto del abono orgánico líquido mineralizado en la producción y composición de forrajes para pastoreo (en línea). *Revista de Investigación Agraria y Ambiental*, Bogotá, Colombia 11(2):13-27. Disponible en <https://doi.org/10.22490/21456453.3065>
- Halloy, S; Ibáñez, M; Yager, K. 2011. Puntos y áreas flexibles (PAF) para inventarios rápidos del estado de biodiversidad (en línea). *Ecología en Bolivia* 46(1):46-56. Disponible en http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&id=S1605-25282011000100005&lng=es&tlng=es
- Huiza, LA. 2008. Efecto de la densidad de siembra y abono orgánico en el comportamiento agronómico de la cebada (*Hordeum vulgare* L.) en el altiplano del norte (en línea). Tesis de Licenciatura. Universidad Mayor de San Andrés. Disponible en <https://repositorio.umsa.bo/xmlui/bitstream/handle/123456789/4578/T-1262.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- IAM (Iniciativa Andina de Montañas). 2023. Vulnerabilidad y adaptación al cambio climático en zonas de alta montaña de la región andina (en línea). Estudio regional organizado por el Consorcio para el Desarrollo Sostenible de la Eco región Andina (CONDESAN) y el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA). Elaborado por DEUMAN. Disponible en https://iam-andes.org/wp-content/uploads/2023/12/DEU_Policy-brief.pdf
- INIA (Instituto Nacional de Investigación Agraria). 2008. El biol (en línea). Disponible en <http://repositorio.inia.gob.pe/bitstreams/d8a5c936-d223-4374-a88b-8a3380d2fc0d/download>

- Lafuente, J. 2007. Evaluación del potencial forrajero del pastizal natural en condiciones de clausura en tres zonas del Altiplano Norte de La Paz (en línea). Tesis de Licenciatura. Universidad Mayor de San Andrés. Disponible en <https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/5119/T-1154.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- López, FA; Miranda, JA; Calero, WA. 2017. Producción y calidad de forraje con enmiendas orgánicas en pastura (*Brachiaria brizantha*), en la Costa Caribe Sur de Nicaragua (en línea). Revista Universitaria Del Caribe 18(1):83-90. Disponible en <https://doi.org/10.5377/ruc.v18i1.4810>
- Mamami, MEP. 2016. Evaluación de los recursos forrajeros nativos con imagen satelital en la comunidad alto peñas del municipio de Batallas, provincia Los Andes (en línea). Tesis de Licenciatura, Universidad Mayor de San Andrés. Disponible en <https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/6785/T-2213.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Mamani, J; Terroba, N; Quispe, J; Supo, F. 2024. Respuesta de pastizales naturales degradados a la revegetación y la aplicación de estiércol de ovino (en línea). Revista de Investigaciones Altoandinas 26(2):86-93. Disponible en <http://dx.doi.org/10.18271/ria.2024.623>
- Mostacedo, B; Fredericksen, TS. 2000. Manual de métodos básicos de muestreo y análisis en ecología vegetal (en línea). Editora El País, Proyecto de Manejo Forestal Sostenible (BOLFOR). Disponible en <http://www.bionica.info/Biblioteca/Mostacedo2000EcologiaVegetal.pdf>
- Mousaei, M. 2011, Determinación de un tamaño y una forma de cuadrante adecuados para detectar asociaciones entre especies de plantas (en línea). Ecological Modelling 222(10):1790-1792. Disponible en <https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2011.03.007>
- Nogué, S; Santos, AMC; John, H; Björck, S; Castilla-Beltrán, A; Connor, S; de Boer, EJ; de Nascimento, L; Felde, VA; Fernández-Palacios, JM; Froyd, CA; Haberle, SG; Ooghiemstra, H; Ljung, K; Norder, SJ; Peñuelas, J; Prebble, M; Stevenson, J; Whittaker, RJ; Steinbauer, MJ. 2021. The human dimension of biodiversity changes on islands (en línea). Science 372(6541):488-491. Disponible en <https://doi.org/10.1126/science.abd6706>
- Ochoa, TRR. 2016. Diseños experimentales. 2da. Edición. Universidad Mayor de San Andrés. Facultad de Agronomía. La Paz- Bolivia. ISBN 978 -99974 -44-7-1. 359: 60-69.
- Paredes, AVA. 2021. Efecto del biol como aporte nutricional en el Pasto Janeiro (*Eriochloa polystachya*) (en línea). Trabajo Doctoral. Universidad Agraria del Ecuador. Disponible en <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/PAREDES%20AVILA%20LJUBITZA%20AZUCENA.pdf>
- Ramírez, DE; Chipana, R; Echenique, MA. 2016. Aplicación de biol y riego por goteo en diferentes cultivares de cañahua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) en la Estación Experimental Choquenaira (en línea). Revista de Investigación e Innovación Agropecuaria y de Recursos Naturales 3(1):30-38. Disponible en http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&id=S2409-16182016000100005&lng=es&tlng=es
- Ramírez, LAG; Cabrera, FAL; Escobedo, MKL; Vásquez, CBB; Torres, CAL. 2023. Biofertilizante "biol": caracterización física, química y microbiológica (en línea). Alfa Revista de Investigación en Ciencias Agronómicas y Veterinaria 7(20):336-345. Disponible en <https://doi.org/10.33996/revistaalfa.v7i20.219>
- Restrepo-Correa, SP; Pineda-Meneses, EC; Ríos-Orsorio, LA. 2017. Mecanismos de acción de hongos y bacterias empleados como biofertilizantes en suelos agrícolas: una revisión sistemática (en línea). Corpoica Ciencia Tecnología Agropecuaria 18(2):335-351. Disponible en http://dx.doi.org/10.21930/rcta.vol18_num2_art:635
- Reyes, TJA. 2011. Evaluación agrostológica y manejo tradicional de forma participativa de los CANAPAS alto andinas municipio de Batallas provincia los Andes La Paz (en línea). Tesis de Licenciatura, Universidad Mayor de San Andrés. Disponible en <https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/7469/T-1585.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Yahuita, L. 2013. Comportamiento de la cebadilla (*Bromus catharticus*) con la incorporación de estiércol tratado de llama en la provincia Ingavi, municipio Viacha, comunidad Charahuayto (en línea). Tesis de Licenciatura. Universidad Mayor de San Andrés. Disponible en <https://repositorio.umsa.bo/xmlui/bitstream/handle/123456789/4180/T-1827.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Artículo recibido en: 09 de septiembre del 2024

Aceptado en: 15 de noviembre del 2025