

COMPACTACIÓN Y CALIDAD NUTRICIONAL DEL ENSILAJE DE AVENA (*Avena sativa* L.) ASOCIADO CON VEZA VELLOSA (*Vicia villosa* Roth)

Compaction and nutritional quality of Oat (*Avena sativa* L.) silage associated with Hairy vetch (*Vicia villosa* Roth)

Limbert Telesforo Laura Huanca¹, Juan Javier Quino Luna², Eloy Hernan Huacani Rivera³, Marcelo Tarqui Delgado⁴, Miriam Huayllas Maraza⁵

2026 | Vol. 13(2) | ISSN 2518 – 6868 | Recibido: [21/07/2026] · Aceptado: [24/09/2026] · Publicado: [28/09/2026]
<https://doi.org/10.53287/rriam.9p153>

RESUMEN

La región del altiplano boliviano tiene una época húmeda y seca, existiendo un desbalance en la alimentación del ganado; en consecuencia, afectando a la economía de la región ganadera. Sin embargo, una alternativa tecnológica factible es el método de conservación de forrajes como el ensilaje siendo de buena calidad nutritiva y sostenible para la producción ganadera durante los meses de sequía. El objetivo del estudio fue evaluar la compactación y calidad nutricional del ensilaje de Avena (*Avena sativa* L.) asociada con Veza vellosa (*Vicia villosa* Roth), en la Estación Experimental Choquenaira, Viacha, La Paz – Bolivia. Las variables evaluadas del ensilaje fueron densidad de compactación (kg MS m³) y calidad nutritiva del ensilaje: Ceniza (CZ), proteína bruta (PB), extracto etéreo (EE), fibra bruta (FB), fibra detergente ácido (FDA) y fibra detergente neutro (FDN). Para el análisis estadístico se utilizó la prueba *t student* ($\alpha \leq 0.05$). La compactación del ensilaje muestra resultados de una densidad de 230 a 350 kg MS m³ en silo tipo bunker. Asimismo, la calidad nutricional presentó poca variación con parámetro de buena calidad en %PB (11.58), %EE (1.99), %FB (30.15), %FDA (38.58) y regular calidad en %CZ (11.33), %FDN (59.02). En conclusión, los valores de compactación se encontraron dentro del rango establecido, registrando una variación mínima en la calidad nutricional del ensilaje.

Palabras clave: *Avena sativa*, conservación anaeróbica, bromatológico, forraje, silo.

ABSTRACT

The Bolivian Altiplano region experiences distinct wet and dry seasons, leading to nutritional imbalances for livestock and consequently impacting the region's livestock economy. However, forage conservation methods—such as ensiling—offer a feasible technological alternative, providing high nutritional quality and sustainability for livestock production during the dry months. This study aimed to evaluate the compaction and nutritional quality of silage made from a mixture of oats (*Avena sativa* L.) and hairy vetch (*Vicia villosa* Roth) at the Choquenaira Experimental Station in Viacha, La Paz, Bolivia. The variables evaluated included compaction density (kg DM/m³) and nutritional quality parameters: ash (CZ), crude protein (PB), ether extract (EE), crude fiber (FB), acid detergent fiber (FDA), and neutral detergent fiber (FDN). Statistical analysis was performed using the Student's *t*-test ($\alpha \leq 0.05$). Compaction results showed densities ranging from 230 to 350 kg DM/m³ in bunker silos. Nutritional quality showed little variation, with parameters indicating good quality for %PB (11.58), %EE (1.99), %FB (30.15), and %FDA (38.58), and fair quality for %CZ (11.33) and %FDN (59.02). In conclusion, compaction values fell within the established range, and minimal variation was observed in the nutritional quality of the silage.

Keywords: *Avena sativa*, anaerobic preservation, food science, forage, silo

¹ Docente Investigador, Facultad de Agronomía, Universidad Mayor de San Andrés, Bolivia. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5231-0559>. limbertlau@gmail.com.

² Docente Investigador, Facultad de Agronomía, Universidad Mayor de San Andrés, Bolivia. ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-8518-3734>. quinolunaj@gmail.com.

³ Docente Investigador, Facultad de Agronomía, Universidad Mayor de San Andrés, Bolivia. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2584-6478>. eloyhernanh@gmail.com

⁴ Docente Investigador, Facultad de Agronomía, Universidad Mayor de San Andrés, Bolivia. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2560-1289>. mtarqui5@gmail.com

⁵ Investigadora, Facultad de Agronomía, Universidad Mayor de San Andrés, Bolivia. ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-7236-6945>. marazahm25@gmail.com

INTRODUCCIÓN

La región del altiplano boliviano se caracteriza por tener época de lluvias, lo cual hace que la producción y oferta de pastos y forrajes, se concentre entre los meses de diciembre a abril, existiendo un desbalance en la época seca, entre los meses de mayo a noviembre, donde la oferta es menor a la demanda, los pastos detienen su crecimiento, presentando niveles bajos de producción y calidad, siendo menos digestibles con bajo contenido de proteínas y presentando escases (López *et al.*, 2023). Cuevas, Reyes *et al.* (2024), señala que los problemas asociados al cambio climático afectan de forma negativa el rendimiento y calidad nutritiva de las especies forrajeras, principalmente por la escasez de agua y debido a las altas temperaturas. Este cambio afecta el crecimiento de los forrajes, polinización, llenado del grano y la fotosíntesis, siendo para algunos casos la madurez fisiológica, lo que ocasiona un incremento en los carbohidratos estructurales de la planta y como consecuencia la calidad de los forrajes.

Frente a estas condiciones existe la necesidad de desarrollar estrategias mediante innovaciones tecnológicas en unidades productivas, con la finalidad de disminuir los efectos negativos de la época seca, garantizando el abastecimiento de forrajes para el ganado bovino lechero y otros en la región Alto andina (López *et al.*, 2023). Dentro las alternativas tecnológicas factibles se encuentra el método de conservación de forraje (ensilaje) que permite preservar el valor nutricional de la planta mediante un proceso anaeróbico, tomando en cuenta factores como tamaño de partícula, compactación, sellado y se logra mayor calidad en el forraje que luego será aprovechado por el animal (Neumann *et al.* 2024).

El ensilaje es un método de conservación anaeróbico de forraje verde cortado y picado depositado en silo, por tiempos cortos o largos, preservando el valor nutricional (componentes energéticos y proteicos) mediante procesos de fermentación manteniéndolo estable por mucho tiempo.

La calidad del ensilaje, es afectada por la composición química de la materia a ensilar, el clima y los microorganismos empleados, entre otros (López *et al.*, 2023). Para alcanzar un buen rendimiento, deben tomarse en cuenta el porcentaje de materia seca (MS) y la densidad de compactación, ya que ambos factores están relacionados con la calidad del ensilaje (Krüger *et al.* 2020). La compactación del forraje es un punto clave en la calidad del ensilaje que debe tomarse en cuenta para evitar pérdidas (Toledo *et al.* 2020).

Por lo tanto, el objetivo del presente trabajo fue evaluar la compactación y calidad nutricional del ensilaje de Avena (*Avena sativa* L.) asociada con veza vellosa (*Vicia villosa* Roth), para mejorar y disponer de alimentos nutritivos asegurando la producción de ganado durante periodos de escasez.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación de la zona de estudio

El estudio se realizó en la Estación Experimental Choquenaira (EECH), dependiente de la Facultad de Agronomía de la Universidad Mayor de San Andrés (UMSA), ubicado en el distrito 3 del municipio de Viacha, provincia Ingavi del departamento de La Paz. Geográficamente situado a 16° 42' 05" de Latitud Sur y 68° 15' 15" de Longitud Oeste, a una altitud promedio de 3 870 m.s.n.m., definida como una zona ecológica de clima templado frio, enmarcada por la alternancia de una estación seca (invierno) y una estación húmeda de cuatro meses (verano). La precipitación pluvial media de 473 mm año⁻¹, la temperatura media anual de 16.52 °C, una humedad relativa de 66.93 %, la evapotranspiración aproximada de 1 050 mm año⁻¹ y la velocidad del viento que oscila de 13.5 a 17 km h⁻¹ (Flores, 2012; EECH, 2021).

Materiales

Material prima e insumos.

Se utilizó las especies forrajeras (Avena var. Águila asociada con Veza vellosa var. Dasycarpa) y aditivos (melaza de caña de azúcar) para la elaboración del ensilaje, lo cual fue elaborado el ensilaje a mediados del mes de abril. Luego de la evaluación del rendimiento de las especies forrajeras en campo; corte, picado y transporte de forraje al silo; limpieza y encalado, tendido de plástico, descarguo del forraje, apisonado o compactado, aditivos (melaza), tapado y sellado. Se evaluó el grado de compactación y calidad nutricional del ensilado en silo tipo bunker.

Equipos, herramientas e infraestructura

En el proceso de la evaluación del ensilaje de las especies forrajeras Avena asociada con Veza vellosa, se utilizó: balanzas digitales, wincha métrica, herramientas menores (orquetas y rastrillos), tablero, planillas de registro entre otros.

Asimismo, en el análisis de muestras del ensilado en la determinación de materia seca (MS), se utilizó las instalaciones de laboratorio de forrajes de la EECH,

con equipos, materiales e insumos necesarios y para el análisis de calidad nutritiva (bromatológico) se tomó los servicios del laboratorio de CETABOL en la ciudad de Santa Cruz.

Metodología

Evaluación de la densidad y calidad nutricional del ensilaje

a) Siembra y cosecha

El establecimiento de las especies forrajeras se realizó en época de primavera (octubre) del 2024, mediante labranza convencional (roturado, mullido y nivelado del suelo). Se empleo una siembra al voleo con una asociación de Avena y Veza vellosa (procedencia SEFO, Cochabamba) a una densidad de 60 y 20 kg ha⁻¹ respectivamente. El régimen de fertilización química: Urea (46 – 0 - 0) y FDA (18 – 46 - 0) se aplicó durante la siembra de acuerdo con el requerimiento del cultivo (análisis de suelo). La Cosecha se realizó en otoño (abril) en el estado fenológico del grano lechoso-pastoso, obteniendo un rendimiento de MV (38.05 t ha⁻¹) y MS (10.99 t ha⁻¹).



Figura 1. Proceso de siembra y cosecha de las especies forrajeras (Avena asociada con Veza vellosa)

Fuente: Reporte fotográfico, EECH (2025)

b) Elaboración del ensilaje

Para la elaboración del ensilaje, el forraje verde de las especies forrajeras (Avena asociado con Veza vellosa), fue procesada mediante una picadora mecánica a una longitud de 3 a 5 cm.

El forraje picado se depositó al silo tipo bunker, donde se procedió a su compactación mecánica e incorporando melaza como aditivo para optimizar el

proceso de fermentación. Finalmente, se garantizó la anaerobiosis mediante el tapado y sellado hermético del silo con plástico negro de 200 μ , asegurando el perímetro con una capa de 20 cm de tierra para evitar el intercambio gaseoso durante el proceso fermentativo del ensilaje.



Figura 2. Proceso de la elaboración del ensilaje

Fuente: Reporte fotográfico, EECH (2025)

c) Densidad de compactación del ensilaje

La densidad de compactación del ensilaje (kg MS m^{-3}) de Avena asociada con Veza vellosa, se determinó en base a materia verde (MV) y materia seca (MS). Para la determinación del contenido de Humedad y MS se efectuó en el laboratorio de forrajes de la EECH, aplicando el método de Demanet (2018).

Para ello, las submuestras de 100 g de materia verde se llevaron a una estufa de secado $105\text{ }^{\circ}\text{C}$ durante 48 horas (Figura 3). Finalmente, el porcentaje de materia seca (%MS) obtenido permitió convertir el rendimiento de materia verde en densidad de materia seca por unidad de volumen (kg MS m^{-3}).



Figura 3. Proceso de evaluación de la densidad de compactación del ensilaje

Calidad nutricional del ensilaje

Se tomó submuestras del ensilaje de especies forrajeras (Avena asociado con veza vellosa), las cuales fueron homogeneizadas conformando muestras compuestas de 0.50 kg, luego se almacenaron en bolsas de polietileno con cierre hermético, asegurando la eliminación del aire y su identificación respectiva con etiquetas. Para garantizar la integridad térmica durante el transporte, las muestras se colocaron en cajas de poliestireno expandido (envase de plastoformo), enviando por vía Courier (vía mensajería) al laboratorio especializado CETABOL, para su respectivo análisis químico (bromatológico).

Las muestras fueron deshidratadas en estufa de circulación forzada a $105\text{ }^{\circ}\text{C}$ por 48 h y se molieron (Molino Wiley Retsch SM100) hasta un tamaño de partícula de 2 mm, se analizó la Materia Seca (MS

Gravimétrico), Cenizas Totales (Gravimétrico), Extracto Etéreo Grasa (Extracción Soxhiet), Fibra Bruta (Gravimétrico-Técnica Weende), Fibra Detergente Acido (Gravimétrico Técnica Van Soest), Fibra Detergente Neutro (Gravimétrico-Técnica Van Soest), Proteína (Volumétrico-Micro Kjeldahl), Fosforo (Vanadomolibdato de amonio), Boro (Azometina-H), Azufre (Turbidimetría) y Potasio (CETABOL, 2024).

Con la recomendación de Mendieta (2020), se determinó la calidad nutricional del ensilaje de Avena asociada con Vicia vellosa, analizando y comparando la composición química bromatológica en base a las siguientes variables: Ceniza (CZ), proteína bruta extracto etéreo (EE), fibra bruta (FB), fibra detergente ácido (FDA) y fibra detergente neutro (FDN). Los parámetros de evaluación de la calidad nutricional forrajera se detallan en la Tabla 1.

Tabla 1. *Parámetros de evaluación de calidad nutricional del ensilaje*

Parámetro	Malo (%)	Regular (%)	Bueno (%)	Excelente (%)
Materia Seca (MS)	< 22	22 a 26	27 a 29 36 a 38	30 a 35
Fibra Detergente Neutro (FDN)	> 65	64 a 56	55 a 46	< 45
Fibra Detergente Acido (FDA)	> 45	44 a 39	38 a 32	< 31
Ceniza (CZ)	-	> 10	≤ 10	-
Proteína Bruta (PB)	-	< 7,5	> 7,5	-
Extracto Etéreo (EE)	-	-	> 2	-
Fibra Bruta (FB)	-	-	≤ 33	≤ 30

Variables de estudio

Las variables de estudio de la compactación y calidad nutricional del ensilaje de Avena asociada con Veza vellosa, son los siguientes:

Densidad de compactación del ensilaje:

Expresada en kilogramos de materia verde por metro cúbico (kg MV m⁻³) o kilogramos de materia seca por metro cúbico (kg MS m⁻³). Se evaluó en tres zonas distintas de la estructura del silo bunker.

Calidad nutricional del ensilaje:

Análisis bromatológico (%CZ, %PB, %EE, %FB, %FDN, %FDA) en laboratorio CETABOL para formular ración alimenticia del ganado.

Análisis estadístico

El análisis de la compactación del ensilaje de las especies forrajeras de avena asociada con veza vellosa, se utilizó la prueba t Student con un nivel de significancia del 5 % ($\alpha \leq 0.05$) (Peñafiel, 2009) con el objetivo de identificar diferencias estadísticas en la compactación evaluada en distintas zonas del silo tipo búnker; mientras para la calidad nutricional (análisis bromatológico) no fue posible realizar un análisis estadístico inferencial debido a la falta de réplicas suficientes, limitándose los resultados a la evaluación descriptiva de las diferencias porcentuales de los nutrientes obtenidos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Análisis de la densidad de compactación del ensilaje

Las densidades obtenidas de compactación del ensilaje (Figura 2), se encontraron en un rango de 230 a 350 kg MS m⁻³ (Figura 1).

Sin embargo, se observa una ligera tendencia de 335 kg MS m⁻³ en el sector derecho. Asimismo, el sector izquierdo y medio, muestran un comportamiento homogéneo entre sí, fluctuando en un rango entre 230 a 270 kg MS m⁻³. Los resultados son similares a lo obtenido por Demanet (2021), con un valor de 250 kg MS m⁻³.

Sin embargo, Toledo *et al.*, (2020), señala que el oxígeno del aire favorece el metabolismo aeróbico que disminuye los valores de Hum, FDN y FDA, por lo que aumentan EE y PC. Asimismo, una compactación adecuada del forraje de Avena asociada con vicia, no se reduce el contenido de proteína cruda del ensilaje (Neumann *et al.* 2024) y (García & Chávez *et al.* 2022) mencionan que un buen forraje debería tener más del 7 % de PC. Según Dumont (2022), el nivel óptimo de Materia seca (MS) del 35 % representa el nivel óptimo para la conservación de forraje. Asimismo, esta concentración minimiza la producción de efluentes y restringe tanto las pérdidas por respiración como la degradación de carbohidratos, lo que optimiza el valor nutricional en silos tipo búnker y favorece el aprovechamiento digestivo por parte del ganado.

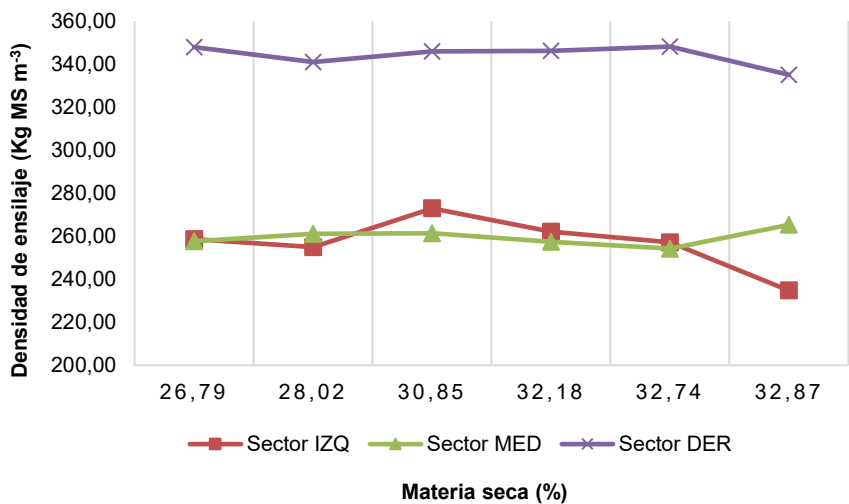


Figura 4. Densidad de compactación del ensilaje

Análisis de calidad nutricional del ensilaje

El contenido nutricional del ensilaje de las especies forrajeras Avena asociada con Vicia vellosa, se categorizo en términos generales de calidad buena, con los siguientes parámetros de calidad comparativa: %CZ (regular), %PB (bueno), %EE (bueno), %FB (bueno), %FDA (bueno), %FDN (regular), con parámetros nutricionales entre valores de significancia (Tabla 2).

Ceniza (CZ)

La CZ para el ensilaje de Avena + Vicia vellosa fue de 11.33 % (Tabla 2), es de calidad regular. Los resultados son superiores a los obtenidos por Arias *et al.*, (2024), Demanet (2021) con valores de 8.21 a 9.77 y 5.8 % de CZ en el ensilaje de Avena – Veza; Espinoza & López (2023) con 9.69, 9.13 % en Avena asociada con veza. El contenido de ceniza en el ensilaje garantiza una fermentación efectiva, siempre y cuando se haga el manejo correcto de la elaboración.

Tabla 2. Calidad nutricional del ensilaje de las especies forrajeras Avena + Veza vellosa

Parámetros	
Ceniza (CZ) (%)	11.33
Proteína Bruta (PB) (%)	10.58
Extracto Etéreo (EE) (%)	1.99
Fibra Bruta (FB) (%)	30.15
Fibra Detergente Acido (FDA) (%)	38.58
Fibra detergente Neutro (FDN) (%)	59.02

Proteína Bruta (PB)

La PB del ensilaje de Avena + Veza vellosa (10.58 %) (Tabla 2), es de calidad buena. El resultado es mayor a los obtenidos por Arias *et al.*, (2021) con valores de 6.54, 6.02, 6.55 y 8.28 % en las variedades de avena Criolla, Mantaro, criolla + veza y Mantaro + veza, en la región Puna del Peru. Sin embargo, están por intermedio de los obtenidos por Espinoza & López (2023) con 28.67 y 8.44 % en la vicia y avena en la región del altiplano, por Rojas *et al.*, (2004) con 10.6 % (T1) de PB.

Se demuestra también que la avena forrajera, optimiza el rendimiento y valor nutricional, coincidiendo con lo manifestado por Dumont *et al.*, (2022). El contenido de PB en las gramíneas puede variar de 3 a 30 % de estado muy maduro a muy tierno, es decir el contenido de la pared celular esta inversamente relacionado con el contenido de proteínas, el contenido de celulosa suele ser de 20 a 30 % de la MS (Arias *et al.*, 2021a).

Extracto Etéreo

El EE obtenida mediante análisis bromatológico del ensilaje de Avena asociada con Veza vellosa (1.99 %) (Tabla 2), presenta de calidad buena, lo cual señala niveles aceptables de contenido de grasa e influye en el sabor del ensilaje y energía para el animal. Los resultados son inferiores a los obtenidos por Mantilla (2023) con un valor de 2.18 % en la Avena INIA 909 + Vicia 906; a Espinoza & Lopez (2023) con 2.17, 3.72 % (Avena y vicia) y (Cabrera, M., & Chipana, G. 2022), con un promedio 5.65 % (Avena cayuse + veza vellosa). Sin embargo, valores ligeramente superiores pueden ser beneficiosos en algunas situaciones, como en ensilajes destinados a animales de alto rendimiento.

Fibra Bruta (FB)

El valor obtenido de FB del ensilaje fue de 30.15 % (Tabla 2), el cual está dentro del rango de calidad buena. El resultado es superior a los reportados por Espinoza & López (2023), Collao (2022), con valores de 19.3, 24.9 % (Avena y veza vellosa); 28.40 % (Avena). Asimismo, los resultados son similares a los obtenidos por Castro & Gonzales (1997), Espinoza (2025) con 33, 31.94 % de FB del ensilaje de las especies forrajeras de Avena asociada con Veza vellosa respectivamente.

Fibra Detergente Ácido (FDA)

El ensilaje evaluado registro un contenido de FDA 38.58 % (Tabla 2), categorizado de calidad buena que favorece un coeficiente de digestibilidad en el alimento. Los resultados son superiores a los obtenidos por Arias *et al.*, (2024), Espinoza & López (2023) y Demanet (2021), muestran valores de 27, 27.72 – 35.92, 37.7 % de FDA para el ensilado de las especies forrajeras de Avena asociada con Veza vellosa. Asimismo, Collao (2022) y Espinoza (2025) con contenidos de 30.40, 36.99 % en el ensilaje de Avena – Veza vellosa. La concentración de fibra en detergente ácido (FDA) ejerce un efecto negativo sobre la calidad nutricional del forraje; a mayor porcentaje de FDA, presenta una disminución en la digestibilidad y la densidad energética de la materia seca (Noreña, 2017).

Los valores obtenidos de FDN del ensilaje fue de 59.02 % (Tabla 2), categorizado de calidad regular. Los resultados son similares a los valores obtenidos por Dement (2021), Espinoza (2025) con 57.5, 61.31 % de FDN para el ensilado de las especies forrajeras Avena

asociada con Veza vellosa y 61.9 % para Avena (Sard, 2023). Sin embargo, el contenido de Fibra Detergente Neutro (FDN) es superior a los reportados por Collao (2022) y Arias *et al.*, (2024) con 50.40, 35.64 %. El contenido de FDN, es uno de los criterios más utilizados para determinar la calidad del forraje, puesto que indica la capacidad de consumo del animal y la densidad energética de la dieta. Según Mendieta (2020), los forrajes con niveles de FDN inferiores al 45 % se clasifican como de alta calidad; mientras, las concentraciones que superen el 56 % restringen el consumo voluntario y alteran los procesos digestivos del animal.

CONCLUSIÓN

El ensilaje de especies forrajeras de la asociación de Avena y Veza vellosa alcanza su máxima calidad nutricional al ser sometida a una densidad de compactación de 350 kg MS m⁻³. Este hallazgo subraya que la regulación precisa de la compactación constituye un punto crítico de control durante el proceso de ensilaje para asegurar la optimización del forraje de alta calidad.

El análisis químico bromatológico del ensilaje expreso que la asociación forrajera de Avena y Veza vellosa posee una óptima aptitud nutricional, con parámetros de calidad (CZ, PB, EE, FB, FDA y FDN), garantizando un suministro de alimento de alta calidad para el ganado en la Estacion Experimental Choquenaira.

BIBLIOGRAFÍA

- Arias, A., Cruz, J., Pantoja, C., Contreras, J., & López, M. 2021. Rendimiento y calidad de Avena sativa asociada con Vicia sativa en la región puna del Perú. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 32(5).
<https://doi.org/10.15381/rivep.v32i5.21339>
- Arias, A., Pantoja, C., Cruz, J., Contreras, J., Sánchez, H., Solórzano, R., & López, M. 2024. Evaluación de la calidad nutricional del heno de avena (*Avena sativa*), ensilado (*Avena sativa* asociada con *Vicia sp*) y pasto natural en la cuenca Mantaro del Perú. *Compend. cienc. vet.*, 14(01), 7–15.
<https://revistascientificas.una.py/index.php/comp/article/view/4731/3773>
- Cabrera, M., & Chipana, G. 2022. Elaboración de ensilaje de avena (*Avena sativa*) y cebada (*Hordeum vulgare*) en el altiplano de Bolivia. *Revista Estudiantil en Producción, Transformación y Comercialización Agropecuaria*, 1(1), 47–47.
- Castro, D., & González, A. 1997. *Vetch-oat mixture evaluation for forage production in Galicia [Spain]*.
<https://agris.fao.org/search/en/providers/122599/records/64775c7fbc45d9ecdbc2404d>.
- CETABOL (Fundación Centro Tecnológico Agropecuario en Bolivia), 2024. Laboratorio de análisis fisicoquímico.
- Collao, AJ. 2022. Rendimiento y calidad de forrajeras cultivadas en silo bolsas bajo diferentes aditivos. Tesis de M.Sc. La Paz, Bolivia. Universidad Mayor de San Andrés. 55 p.
<https://repositorio.umsa.bo/xmlui/handle/123456789/32248>
- Cuevas, RV, Meza AL, Gutiérrez OGG, Bravo MB, Rosales-Nieto CA. 2024. Tipología de productor y efectos indirectos del cambio climático en la ganadería bovina en Sinaloa. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias* 15(3): 555-569.
<https://doi.org/10.22319/rmcp.v15i3.6529>
- Contreras, J., Ramírez, H., Tunque, M., Aroni, Y., & Curasma, J. 2020. Productive and nutritional aspects of forages oats and barley alone and consociated to vetch in high Andean conditions. *MOJ Food Processing & Technology*, 8, 59–65.
<https://doi.org/10.15406/mojfpt.2020.08.00243>
- Demagnet, R. 2021. Conservación de forraje Ensilaje.
https://praderasypasturas.com/documentos/102.-Catedras_Agronomia/03.-Conservacion_de_forrajes/2021/02.-2021_Ensilaje.pdf
- Demagnet, R. (2018). Producción y Consumo de Materia Seca.
https://praderasypasturas.com/rolando/01.-Catedras/01.-Praderas_y_Pasturas/2018/02.-Produccion_y_Consumo_de_Materia_Seca.pdf
- Demagnet, R. 2017. Calidad de los Ensilajes.
https://www.praderasypasturas.com/rolando/01.-Catedras/09.-Conservacion_de_Forrajes/2017/06.-Calidad_de_los_Ensilajes.pdf
- Demagnet, R. 2011. Conceptos Básicos en la Elaboración de Ensilajes.
https://praderasypasturas.com/files/menu/catedras/produccion_de_leche/2011/05_Elaboracion_de_Ensilaje.pdf
- Dumont, J. 2022. Análisis y composición química de ensilajes.
<https://biblioteca.inia.cl/server/api/core/bitstreams/0f6eba22-e36c-4ec5-9578-cc6756e03663/content#:~:text=Fuente:%20Laboratorio%20Bromatolog%C3%ADa%20Estaci%C3%B3n%20Experimental%20Remehue.&text=%2D%20Muestreo%20con%20%C3%A9nfasis%20en%20sentido,deben%20mejorar%20su%20aporte%20energ%C3%A9tico.&text=ALEXANDER%20R.H.,pp%20172>.
- Espinoza, F. 2023. Evaluación de la calidad nutricional del ensilaje de panca de maíz con diferentes aditivos en la provincia de Santa Elena.
<https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/9745/1/UPSE-TIA-2023-0008.pdf>
- Espinoza, MM. 2025. Evaluación del efecto de tres tipos de ensilajes en cuyes (*Cavia aparea porcellus*) en etapa de engorde en la Estación Experimental de Patacamaya. Tesis Lic. La Paz, Bolivia. Universidad Mayor de San Andrés. 70 p.
<https://repositorio.umsa.bo/handle/123456789/43375>

- Espinoza, J., & López, C. 2023. Análisis bromatológico (composición) del ensilado tipo torta asociación de vicia (*Vicia sativa*) y avena (*Avena sativa*). *Revista Apthapi*, 9(3), 2583–2594.
<https://doi.org/10.53287/mmqu3060xo26j>
- Estación Experimental Choquenaira. 2021. Consulta y descarga de datos climáticos de la Estación meteorológica digital DAVIS. La Paz, Bolivia. Universidad Mayor de San Andrés.
- Flores, V. 2012. Diagnóstico de la situación actual del sistema de producción de la Estación Experimental Choquenaira. Trabajo Dirigido. La Paz, Bolivia. Universidad Mayor de San Andrés. 100 p.
- García GI, Meraz RE, Castelán O, Zaragoza EJ, Osorio AJ, Robles JLE & González RM. 2022. Corn silage, a systematic review of the quality and yield in different regions around the world. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria* 23(3).
https://doi.org/10.21930/rcta.vol23_num3_art:2547
- Krüger AM, Lima PMT, Abdalla FAL, Moro JG, de Carvalho IQ, Abdalla AL & Jobim CC. 2020. Dry matter concentration and corn silage density: Effects on forage quality. *Tropical Grasslands-Forrajeros Tropicales* 8(1): 20-27.
[https://doi.org/10.17138/tgft\(8\)20-27](https://doi.org/10.17138/tgft(8)20-27)
- López, C., Laura, LT., Huayllas, M., Murillo, WA., & Huacani, EH. 2023. Mejoramiento de la productividad del ganado bovino lechero a través de la innovación tecnológica de conservación forrajera y reproducción ganadero en la comunidad de Achica Baja (Viacha, La Paz). *Manual de conservación de forrajes para alimentación de ganado bovino lechero*. Primera edición. La Paz, Bolivia. 1-2 p.
- Mantilla, E. 2023. Comportamiento productivo y composición química de tres variedades de avena asociadas con vicia forrajera en la provincia de San Miguel – Cajamarca.
- Mendieta, F. 2020. Evaluación de la calidad de ensilajes de sorgo mediante la interpretación de análisis bromatológico (en línea). Santa Cruz. Consultado 15 abr. 2026. Disponible en
https://www.facebook.com/unionagronegocios/video/s/2_57337975388448/
- Neumann M, Baldissera E, Ienke LA, De-Souza AM, De-Oliveira PEP & Bumbieris VH. 2024. Nutritional value evaluation of corn silage from different mesoregions of Southern Brazil. *Agriculture* 14(7): 1055.
<https://doi.org/10.3390/agriculture14071055>
- Noreña, J. 2017. La importancia de la fibra efectiva en la alimentación del ganado (en línea). Context ganadero. Consultado 05 feb. 2026. Disponible en
<http://www.contextoganadero.com/ganaderiasostenible>
- Peñafiel, WM. 2009. Estadística aplicada: con ejemplos en Excel, La Paz, Bolivia. Artes gráficas FLOWERS. 124 p.
- Rojas, C., Catrileo, A., Manríquez, M., & Calabí, F. 2004. evaluación de la época de corte de Triticale (X Triticosecale Wittmack) para ensilaje. *Agricultura Técnica*, 64.
<https://doi.org/10.4067/s0365-28072004000100004>
- Sard, JI., 2023. Evaluación comparativa de verdeos invernales y ensilaje de planta entera. Departamento de Agronomía. Universidad Nacional del Sur.
- Toledo EA, Pertile SFN, Sifuentes SJ, Barreto JVP, Banhero G, Dos-Santos MD, Venancio RL, Ribeiro ELA, Zamboti M & Zundt M. 2020. Does compaction degree and particle size influence bromatological composition and mycotoxin levels in corn silage *Scientia Plena* 16(7): 070207 - 1.
<https://doi.org/10.14808/sci.plena.2020.070207>