



JOURNAL OF THE
Selva Andina
Animal Science
Official Journal of the Selva Andina Research Society

ISSN 2311-3766 (print edition)
JSAAS
ISSN 2311-2581 (online edition)

Journal of the Selva Andina Animal Science

ISSN: 2311-3766

ISSN: 2311-2581

directoreditoranimalscience@gmail.com

Selva Andina Research Society

Bolivia

Condori-Quispe, Rolando; Loza-Murguía, Manuel
Gregorio; Achu-Nina, Cristóbal; Alberto-Alberto, Huber
Calidad del ensilaje de avena forrajera (*Avena sativa* L.)
conservado en tres diferentes tipos de silos artesanales
Journal of the Selva Andina Animal Science, vol. 6, núm. 2, 2019, pp. 57-65
Selva Andina Research Society
Bolivia

DOI: <https://doi.org/10.36610/j.jsaas.2019.060200057>

- ▶ Número completo
- ▶ Más información del artículo
- ▶ Página de la revista en redalyc.org





Calidad del ensilaje de avena forrajera (*Avena sativa* L.) conservado en tres diferentes tipos de silos artesanales

Quality of forage oat silage (*Avena sativa* L.) preserved in three different types of artisan silos

Condori-Quispe Rolando^{1*}, Loza-Murguía Manuel Gregorio^{2,3}, Achu-Nina Cristóbal¹, Alberto-Alberto Huber¹

Datos del Artículo

¹ Universidad Católica Boliviana San Pablo-UCBSP. Unidad Académica Campesina Tiahuanacu UAC-T. Ingeniería Zootécnica. Km 74. Carretera Internacional La Paz-Desaguadero. Tel +591-2-2895100. La Paz, Estado Plurinacional de Bolivia.

² Universidad Católica Boliviana San Pablo-UCBSP. Unidad Académica Campesina Carmen Pampa-UAC-CP. Ingeniería Agronómica. Coroico-Nor Yungas-La Paz, Estado Plurinacional de Bolivia. Tel +591(2)8781991.

³ Departamento de Enseñanza e Investigación en Bioquímica & Microbiología-DEI&BM. Unidad Académica Campesina Carmen Pampa-UAC-CP.

***Dirección de contacto:**
Universidad Católica Boliviana San Pablo -UCBSP. Unidad Académica Campesina Tiahuanacu UAC-T. Ingeniería Zootécnica. Km 74. Carretera Internacional La Paz-Desaguadero. Tel: +591-71586738.

Rolando Condori Quispe
E-mail address : rolacuario18@gmail.com

Palabras clave:

Avena sativa,
ensilaje,
silos,
composición química.

J. Selva Andina Anim Sci.
2019; 6(2):57-65.

Historial del artículo.

Recibido abril, 2017.
Devuelto diciembre 2018
Aceptado julio, 2019.
Disponible en línea, octubre, 2019.

Editado por:
**Selva Andina
Research Society**

Key words:

Avena sativa,
silage,
silos,
chemical composition.

Resumen

El presente trabajo de investigación, se realizó en la estancia ganadera “Uywa Illa” de la Comunidad Huancollo del Municipio Tiahuanacu, con el objetivo de evaluar la conservación en tres tipos de silos (trinchera, montón y bolsa) sobre la calidad de ensilaje de avena (*Avena sativa* L.) a los 90 días de conservación. Las variables respuesta fueron: características organolépticas, composición química, eficiencia de conservación de nutrientes. El análisis organoléptico, señala 96 % ensilaje de buena calidad para los silos de tipo trinchera, bolsa y el 85 % en silo tipo montón, en tanto 4 % fue considerado ensilaje de mala calidad en silos de tipo trinchera, bolsa y 15 % para el silo tipo montón. Para análisis de datos de composición química y eficiencia de conservación de nutrientes, se empleó el diseño completamente al azar. El análisis de varianza (ANVA) para el contenido de proteína cruda, calcio, fósforo, energía metabolizable y ácido láctico, resultado no significativo, la eficiencia de conservación de proteína cruda y energía metabolizable el ANVA resultado no significativo.

© 2019. Journal of the Selva Andina Animal Science. Bolivia. Todos los derechos reservados.

Abstract

This research work was carried out in the “Uywa Illa” cattle ranch of the Huancollo Community of the Tiahuanacu Municipality, with the objective of evaluating the conservation in three types of silos (trench, heap and bag) on the quality of oat silage (*Avena sativa* L.) at 90 days of conservation. The response variables were: organoleptic characteristics, chemical composition, and nutrient conservation efficiency. The organoleptic analysis indicates 96% good quality silage for trench, bag and 85% silos in heap type silo, while 4% was considered poor quality silage in trench, bag and 15% silos for heap type silo. For analysis of chemical composition data and nutrient conservation efficiency, the completely randomized design was used. The analysis of variance (ANVA) for the content of crude protein, calcium, phosphorus, metabolizable energy and lactic acid, was not significant, the conservation efficiency of crude protein and metabolizable energy the ANVA was not significant.

© 2019. Journal of the Selva Andina Animal Science. Bolivia. All rights reserved.

Introducción

La cebada (*Hordeum vulgare* L.) fue una de las primeras plantas domesticadas hace aproximadamente 10000 años, en zonas del Creciente Fértil^{1,2}, lo que actualmente corresponde a Israel, Líbano, Siria, Irak y Turquía, a partir de la especie silvestre *Hordeum vulgare* ssp. *spontaneum*³, su expansión en diversas zonas geográficas se realizó en base a su adaptabilidad⁴, empero hay ciertas tendencias a promover una leve reducción en su demanda mundial, siendo el quinto cereal de mayor producción a nivel mundial, con un volumen de 90 millones de t/año concentradas en Europa, con productividad de 4 t/ha⁵, sea por limitaciones agronómicas y económicas que controlan los mercados o por repunte en la demanda de arroz (*Oryza sativa* L.) y maíz (*Zea mays* L.)⁶, se mantiene como insumo importante para la industria alimentaria, en especial la cervecera.

El ensilaje, un área de integración potencial para la industria láctea, brinda oportunidades diversas en la obtención de grandes cantidades de alimento, beneficiando los sistemas de cultivo para proporcionar alimento en invierno.⁷ La importancia del ensilaje de cereales (EC) para vacas lecheras, se ha centrado en pastos o maíz, para dietas de ganado vacuno en lactancia o ganado final.^{8,9}

En la actualidad el ensilaje se considera como un alimento natural, ecológico, económico que los concentrados, cuyas materias primas, en su mayoría, forrajes de determinadas regiones, son una alternativa para la alimentación del ganado¹⁰ así, el ensilaje de forraje verde (EFV), una técnica de conservación basada en procesos químicos y biológicos generados en los tejidos vegetales, cuando éstos contienen suficiente cantidad de carbohidratos fermentables, en medio de anaerobio, a la vez su conservación se

realiza en medio húmedo, por la formación de ácidos que actúan como agentes conservadores.¹¹ El ensilaje a través de procesos de fermentación anaerobia láctica espontánea, con bacterias epifíticas de ácido láctico (BAL) fermentadoras de hidratos de carbono hidrosolubles del forraje, generan ácido láctico y en menor proporción ácido acético, productos que regulan el pH a niveles que inhiben la presencia de microorganismos inductores de la putrefacción.^{12,13}

Los aditivos utilizados en estos procesos incluyen inhibidores químicos, como ácidos, formaldehídos, varias sales, estimulantes biológicos^{14,15}, que incluye BAL, así como de otras bacterias que tienen propiedades antimicrobianas específicas^{16,17}, en tanto ácido fórmico o sulfúrico, con efectos conservantes por la rápida disminución del pH, condiciones que permiten sobrevivir microorganismo deseables como BAL, en tanto la aplicación de aditivos biológicos, cada vez más populares son utilizados en muchos países por razones de salud, seguridad, así como por la calidad nutricional.^{18,19}

Desde este punto de vista la estancia ganadera “Uywa Illa” de la comunidad Huancollo del municipio de Tiahuanacu, apoyado por la Unidad Académica Campesina de Tiahuanacu incursiona el año 2017 con el propósito de elaborar de silos para ensilaje de avena (*Avena sativa* L.), que apoyen en la explotación del ganado bovino en época seca.

Materiales y métodos

Localización del área de investigación. Se realizó en la estancia ganadera “Uywa Illa”, comunidad Huancollo, municipio Tiahuanacu, Tercera Sección Municipal de la provincia Ingavi del Departamento

de La Paz, ubicada a 72 km de la ciudad de La Paz, carretera internacional Río Seco (El Alto)-Desaguadero, lado este y sur del complejo arqueológico de Tiahuanacu de la región altiplánica del Estado Plurinacional de Bolivia, entre las coordenadas geográficas 16° 24' a 16° 41' de latitud sur y 68° 35' a 68° 50' de longitud oeste, una altura de 3840 msnm.²⁰

Ubicación de silos. En 28 m², se estableció área de trabajo, se cercó con callapos y alambre de púas para evitar el ingreso de animales durante el pastoreo, se han elaborado tres tipos de silos. i) *Silo trinchera* (ST), se preparó tres unidades, separada entre

sí a 1.5 m, cada unidad de 2.5 m de largo por 1.5 m de ancho, profundidad 0.80 m, con capacidad de 3 m³ de ensilaje, forrándose sus paredes con agrofílm, cada unidad estaba separada a 1.5 m. ii) *Silo montón* (SM), se preparó tres unidades, cada una de 2.0 m de largo por 2.0 m de ancho, se extendió agrofílm (6.5 m de largo por 4 m de ancho) nivelando la superficie, con capacidad de 1.38 m³. iii) *Silo bolsa* (SB). Se preparó tres unidades, cada una, se han dispuesto 3 bolsas de yute con capacidad de 0.12 m³, además las 3 bolsas de nylon (polipropileno), para el sellado hermético de cada silo.

Tabla 1 Capacidad de almacenamiento de los silos para la elaboración de ensilaje

| Tipo de silo | Repeticiones | Capacidad del silo en (m ³) | Cantidad forraje en kg/silo | Cantidad total de forraje por tratamiento (kg) |
|--------------|--------------|---|-----------------------------|--|
| Trinchera | 3 | 3.00 | 1950 | 5850 |
| Montón | 3 | 1.38 | 900 | 2700 |
| Bolsa | 3 | 0.12 | 75 | 225 |
| Total | 9 | 4.50 | 2925 | 8775 |

El cultivo de avena fue la variedad “gaviota” en estado fenológico grano lechoso, de un cultivar de 0.18 ha, obteniéndose 8775 kg en materia verde. La cosecha de avena para ensilaje se realizó, en estado fenológico de grano lechoso con la maquina cegadora, 24 h antes de elaboración del ensilaje, con la finalidad de disponer forraje verde con una humedad de 60 a 70 %²¹, se calculó el volumen de ensilaje por m³, tabla 5²².

Elaboración de ensilaje. Obtenida la avena se dejó solarizar 24 h al medio ambiente, luego se picó en una maquina picadora, a un tamaño promedio de 2 a 5 cm. Para el llenado a los ST y SM con forraje verde picado se realizó directamente desde la maquina picadora, el compactado se ha realizado cada 20 a 25 cm de altura de llenado con forraje picado a través del método del apisonamiento con los pies

hasta su llenado total. El SB se llenó manualmente con forraje picado en las bolsas de yute, compactándose a cada 20 cm de altura del llenado con los pies hasta llenar los silos con 75 kg.

Tapado y sellado del silo. Los ST y SM inmediatamente se han cubierto con agrofílm para evitar su contaminación, el ST, sobre el agrofílm, se ha cubierto con una capa de 20 cm de tierra para evitar la entrada de aire y agua. El SM, después de cubrirla con agrofílm se selló los bordes con tierra igualmente para evitar la entrada de aire y agua. El SB se cerró con un cordel para evitar la entrada de oxígeno y agua.

En los ST, SM y SB, fueron similares, con excepción del sellado. Por otro lado, también vale aclarar que no se ha utilizado ningún tipo de aditivos, debido a que se evaluará la eficiencia de conservación

de nutrientes en ensilaje con respecto al forraje verde cosechados al instante.

Tiempo de conservación. Durante 90 días, posteriormente se procedió con la apertura de los silos para obtener muestras en cada tratamiento.

Evaluación del proceso fermentativo en los silos. Se muestreo antes del sellado de los silos y al final del proceso, de cada silo al azar se tomó seis muestras de 250 a 300 g, se las mezcló y de esta se obtuvo 500 g y se procedió a su análisis de proteína cruda, calcio, fósforo, energía metabolizable y ácido láctico.²

Evaluación organoléptica, se ha realizado con ayuda de profesionales expertos en área de alimentación animal y conservación de forrajes (9 personas), quienes de acuerdo a su experiencia y método de

apreciación subjetiva han evaluado y clasificado dentro de los rangos y categorías establecidas.²⁴

La eficiencia de conservación de nutrientes del ensilaje, se realizó con la finalidad de evaluar el efecto de conservación en los diferentes silos, principalmente de proteína cruda (PC) y energía metabolizable (EM), el cálculo de eficiencia de conservación de nutrientes se ha utilizado la fórmula.²⁵

Dónde:

$$EC = \frac{n}{N}$$

EC = Eficiencia de conservación de proteína cruda o energía metabolizable expresados en %.
 n = Valor del nutriente de proteína cruda y energía metabolizable de ensilaje en base materia seca expresados en %.
 N = Valor del nutriente de proteína cruda y energía metabolizable de avena previo al ensilado en base materia seca expresados en %.

Resultados

Tabla 2 Evaluación de las características organolépticas del ensilaje de avena

| Parámetros de evaluación | Calificación en % | | |
|----------------------------------|-------------------|-------------|------------|
| | Silo trinchera | Silo montón | Silo bolsa |
| Ensilaje de buena calidad | | | |
| Color | 100 | 89 | 100 |
| Olor | 100 | 89 | 89 |
| Textura | 89 | 78 | 100 |
| Promedio | 96 | 85 | 96 |
| Ensilaje de mala calidad | | | |
| Color | 0 | 11 | 0 |
| Olor | 0 | 11 | 11 |
| Textura | 11 | 22 | 0 |
| Promedio | 4 | 15 | 4 |
| Total promedios | 100 | 100 | 100 |

Tabla 3 Contenido de proteína cruda de los ensilajes conservados en silos tipo trinchera, montón y bolsa (g/kg)

| Repeticiones | Tratamientos (tipo de silos) | | |
|------------------|------------------------------|---------------|---------------|
| | Trinchera | Montón | Bolsa |
| 1 | 103.6 | 103.4 | 81.9 |
| 2 | 107.6 | 178.9 | 155.9 |
| 3 | 164.3 | 150.0 | 161.2 |
| Promedios | 125.17 | 144.10 | 133.00 |

Tabla 4 Contenido de calcio del ensilaje de avena (g/kg)

| Repeticiones | Tratamientos (tipo de silos) | | |
|------------------|------------------------------|-------------|-------------|
| | Trinchera | Montón | Bolsa |
| 1 | 0.26 | 0.47 | 0.71 |
| 2 | 0.56 | 0.66 | 0.98 |
| 3 | 1.03 | 0.68 | 1.31 |
| Promedios | 0.62 | 0.60 | 1.00 |

Tabla 5 Contenido de fósforo en ensilaje de avena (g/kg)

| Repeticiones | Tratamientos (tipo de silos) | | |
|------------------|------------------------------|-------------|-------------|
| | Trinchera | Montón | Bolsa |
| 1 | 0.81 | 0.72 | 0.94 |
| 2 | 0.27 | 0.61 | 0.38 |
| 3 | 0.31 | 0.39 | 0.51 |
| Promedios | 0.46 | 0.57 | 0.61 |

Tabla 6 Contenido de energía metabolizable del ensilaje de avena (Mcal./kg)

| Repeticiones | Tratamientos (tipo de silos) | | |
|------------------|------------------------------|-------------|-------------|
| | Trinchera | Montón | Bolsa |
| 1 | 1.21 | 1.14 | 1.08 |
| 2 | 0.88 | 0.98 | 0.89 |
| 3 | 0.61 | 0.32 | 0.49 |
| Promedios | 0.90 | 0.81 | 0.82 |

Tabla 7 Contenido de ácido láctico del ensilaje de avena (%)

| Repeticiones | Tratamientos (tipo de silos) | | |
|------------------|------------------------------|-------------|-------------|
| | Trinchera | Montón | Bolsa |
| 1 | 0.24 | 0.65 | 0.10 |
| 2 | 0.98 | 0.94 | 0.90 |
| 3 | 1.01 | 0.65 | 0.99 |
| Promedios | 0.74 | 0.75 | 0.66 |

Tabla 8 Eficiencia de conservación del contenido de proteína cruda del ensilaje de avena (%)

| Repeticiones | Tratamientos (tipo de silos) | | |
|------------------|------------------------------|-------------|-------------|
| | Trinchera | Montón | Bolsa |
| 1 | 1.12 | 1.12 | 0.89 |
| 2 | 1.16 | 1.94 | 1.69 |
| 3 | 1.78 | 1.62 | 1.74 |
| Promedios | 1.35 | 1.56 | 1.44 |

Tabla 9 Eficiencia de conservación del contenido de energía metabolizable del ensilaje de avena (%)

| Repeticiones | Tratamientos (tipo de silos) | | |
|------------------|------------------------------|-------------|-------------|
| | Trinchera | Montón | Bolsa |
| 1 | 1.73 | 1.64 | 1.55 |
| 2 | 1.26 | 1.40 | 1.27 |
| 3 | 0.87 | 0.45 | 0.70 |
| Promedios | 1.29 | 1.16 | 1.17 |

Discusión

La evaluación organoléptica del ensilaje de avena conservada en los silos, por observación directa tabla 2, señalan que el 96 % en ST, 85 % en SB resultaron con calidad aceptable, en tanto Rodríguez-Martínez²⁶, reporto en 45 días de evaluación, ST 80 % de las muestras presento buenas características en coloración verde aceituna o amarillo oscuro, 20 % color café oscuro, casi negro considerado ensilaje de mala calidad. Resultados similares en ensilaje de maralfalfa con adición de yuca fresca, utilizando en niveles de 10 y 15%, alcanzaron valores promedio 90 y 85% de ensilajes de buena calidad.²⁷

Nuestros resultados si bien son superiores a los reportados por Rodríguez-Martínez²⁶, pero semejantes a Maza et al.²⁷, posiblemente se deba al proceso del ensilaje, lo que garantizó el contenido de carbohidratos solubles, de ahí la coloración verde amarillo verdosa, olor ligeramente a vinagre, textura uniforme al tacto con los bordes definidos entre hojas y tallos.

El contenido de PC en los silos con 144.10, 133.00 y 125.17 g/kg, tabla 3, SM presenta valores superiores, además estos contenidos de PC, posiblemente sean resultado del tipo de conservación SB en tanto el SM y SB estuvieron expuestos a la superficie del suelo, permitiendo que la temperatura ascienda durante el día y esto favorecería al desarrollo de microorganismos anaeróbicas, que sería proteína de origen bactriana. Mientras ST estaba expuesto a bajas temperaturas por estar ubicado bajo la superficie del suelo, que dio un lento desarrollo bacteriano anaeróbico. De ahí, que la temperatura media para el desarrollo de microorganismos benéficos en fermentación de ensilaje comprende de 30 a 40 °C, medidas a 50 cm de profundidad del silo.²²

Rojas *et al.*²⁸, reportan 92 g de PC/kg de ensilaje, Elizalde & Gallardo³¹, 100 g PC/kg en ensilajes de avena y cebada, nuestros resultados con promedios del contenido de PC llegan a ser un intermedio entre estos autores, además hay que recalcar que este proceso se efectuó acorde a las recomendaciones de Argote & Ruiz.²¹

Los valores de calcio en ST, SM, y SB fueron 0.62, 0.60 y 1.00 g/kg respectivamente tabla 4, Berndt-Riffo²⁹, reportó valores de 6.2 y 5.5 g/kg respectivamente en ensilaje de avena y pasto, nuestros datos fueron inferiores a los reportados por estos autores, pero es necesario mencionar datos de estos autores fueron utilizando aditivos para mejorar la fermentación anaeróbica y el contenido de nutrientes.

En relación al contenido de fósforo reportamos 0.61 g/kg, SB y los SM y ST con 0.57 y 0.46 g/kg respectivamente, Siebald *et al.*³⁰, reportaron 0.43 g/kg, Berndt-Riffo²⁹, 3.6 y 1.9 g de fosforo/kg respectivamente en base a materia seca, tabla 5.

Los valores de energía metabolizable, tabla 6, ST presenta valores superiores con 0.90 Mcal/kg seguidos por SB y SM, con 0.82 y 0.81 Mcal/kg respectivamente, autores como Berndt-Riffo²⁹, reporta 2.26 Mcal/kg, Elizalde & Gallardo³¹, 2.17 Mcal/kg.

Los datos de contenido de ácido láctico tabla 7, 0.75 %, en SM, seguidos por ST y SB con 0.74 y 0.66 % respectivamente, Apráez *et al.*³², reporta 0.71 %, nuestros datos en el SM y ST están por encima de los datos estos autores, en tanto SB están por debajo a los señalados por Peñafiel-Macias³³ y Apráez *et al.*³², no obstante se considera que está por debajo de los parámetros indicados por Betancourt³⁴, con valores 1.5 a 2 % y 0.7 a 1.8 % respectivamente de ácido láctico y acético, para que el ensilaje sea agradable y presente buenas características. Probablemente este resultado se deba al menor contenido de carbohidratos solubles, además mencionar que los datos reportados por, estos autores, utilizaron inocu-

lantes y aditivos para mejorar la fermentación para favorecer el desarrollo de BAL.

La eficiencia de conservación PC en ST, SM, SB fue 1.35, 1.56 y 1.44 % respectivamente, que nos indican que se ha logrado incrementar PC, tomando en cuenta, que el forraje previo a la elaboración contenía 9.24 % de PC y la conservación en ST, SM, SB presentaron en promedio 12.52, 14.41 y 13.80 % respectivamente, tabla 8 y 3.

La eficiencia de conservación de energía metabolizable (EM) de ensilaje en los tres tipos de silos, tabla 9, se observa que el ST conserva mayor proporción con 1.29 %, seguido por SB 1.17 % y SM 1.16 % en promedio, es necesario destacar que los ensilajes conservados ST, SM y SB incrementaron EM, desde el inicio al ensilado que contenía 0.90, 0.81 y 0.82 Mcal de EM respectivamente.

Finalmente, en la conservación de ensilaje de avena en ST, SB se ha logrado obtener un 96 % en los dos primeros y SM 85 %.

La determinación PC, Ca, P, EM, AL, presentaron comportamientos semejantes a otras investigaciones. En cuanto a la eficiencia de conservación de PC y EM, nos indican que los tipos de silos empleados en el presente trabajo de investigación no influyen en la eficiencia de conservación energía metabolizable y proteína cruda.

Conflictos de intereses

La presente investigación ha cumplido normas éticas en el manejo amigable con el medio ambiente, declaramos que no existen conflictos de interés.

Agradecimientos

Nuestro reconocimiento profundo a la Unidad Académica Campesina de Tiahuanacu de la Universidad

Católica Boliviana San Pablo. Carrera de Ingeniería en Zootecnia, por permitirnos realizar la investigación. A la Fundación Swisscontact por el apoyo financiero en la presente investigación.

Aspectos éticos

Todos los procedimientos experimentales fueron aprobados por el Comité de la Unidad Académica Campesina de Tiahuanacu (La Paz, Estado Plurinacional de Bolivia y siguió las pautas establecidas por este comité.

Literatura citada

- Zohary D, Hopf M, Weiss E. Domestication of plants in the Old World. 4th ed. Oxford University Press: Oxford; 2012. p. 280.
- Lev Yadun S, Gopher A, Abbo S. The cradle of agriculture. *Science* 2000;288(5471):1602-3. DOI: <https://doi.org/10.1126/science.288.5471.1602>
- von Bothmer R, van Hintum T, Knüpfner H, Sato K. The domestication of cultivated barley. En: Diversity in Barley (*Hordeum vulgare*). Eds von Bothmer R, van Hintum T, Knüpfner H, Sato K. Elsevier Science BV. Amsterdam. The Netherlands; 2003.p. 9-27.
- Knüpfner H, Terentyeva I, Hammer K, Kovaleva O, Sato K. Ecogeographical diversity-a Vavilovian approach. En: Diversity in Barley (*Hordeum vulgare*) eds von Bothmer R, van Hintum T, Knüpfner H, Sato K. Elsevier Science BV. Amsterdam. The Netherlands; 2003.p. 53-76.
- Instituto Nacional de Estadística y Censos. Sistema agroalimentario de la cebada. Quito; 2010. Disponible en: <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/institucional/home/>
- Castro A, Hoffman E, Viega L (eds.). Limitaciones para la productividad de trigo y cebada. Cooperación Iberoamericana de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo, Montevideo, URU. 2011.
- de Ruiter JM, Hanson R, Hay AS, Armstrong KW, Harrison-Kirk RD. Whole crop cereals for grazing and silage: balancing quality and quantity. *Proc New Zealand Grassland Assoc.* 2002; 64, 181-9.
- Khorasani GR, Okine EK, Kennelly JJ, Helm JH. Effect of whole-crop cereal grain silage substituted for alfalfa silage on the performance of lactating dairy cows. *J Dairy Sci* 1993;76(11):3536-46. DOI: [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(93\)77692-4](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(93)77692-4)
- O'Kiely P, Moloney AP. Performance of cattle offered whole-crop barley or wheat silage. *Irish J Agr Food Res* 1995;34(1):13-24.
- Garcés Molina AM, Berrio Roa L, Ruiz Alzate S, Serna de León JG, Builes Arango AF. Ensilaje como fuente de alimentación para el ganado. *Rev Lasallista Investig* 2004;1(1):66-71.
- Acevedo Pons IC, García Aguiño OR, Ocanto G, García Aguiño OR, Ocanto G. Evaluación de las características fisicoquímicas y funcionales del ensilaje de maíz (*Zea mays*) y ensilaje de sorgo (*Sorghum vulgare*) municipio Urdaneta del Estado Lara. *Agroindustria, Sociedad y Ambiente* 2013;1(1):110-29.
- Merry RJ, Lowes KF, Winters AL. Current and future approaches to biocontrol in silage. In: Jambor V, Klupil L, Chromec P, Prochazka P, editors. Proceedings of the 8th International Symposium on Forage Conservation. Pohorelice,

- Czech Republic: Research Institute of Animal Nutrition; 1997. p. 17-27.
13. Schlegel HG. General Microbiology. 6th ed. Cambridge, UK: Cambridge University Press; 1987.
 14. McDonald P, Henderson AR, Heron SJE. The biochemistry of silage, 2nd ed. Chalcolombe Publications, Marlow, United Kingdom; 1991. DOI: <https://doi.org/10.1017/S0014479700023115>
 15. Woolford MK, Wilkie AC. Investigations into the role of specific micro-organisms in the aerobic deterioration of maize silage. *J Agric Sci* 1984;102(1):97-104. DOI: <https://doi.org/10.1017/S0021859600041502>
 16. Merry RJ, Davies DR. *Propionibacteria* and their role in the biological control of aerobic spoilage in silage. *Lait* 1999;79(1):149-64. DOI: <http://www.doi.org/10.1051/lait:1999112>
 17. Weinberg ZG, Muck RE. New trends and opportunities in the development and use of inoculants for silage. *FEMS Microbiol Rev* 1996;19(1):53-68. DOI: [https://doi.org/10.1016/0168-6445\(96\)00025-3](https://doi.org/10.1016/0168-6445(96)00025-3)
 18. Cussen RF, Merry RJ, Williams AP, Tweed JKS. The effect of additives on the ensilage of forage of differing perennial ryegrass and white clover content. *Grass Forage Sci* 1995;50(3):249-58. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2494.1995.tb02320.x>
 19. Davies DR, Merry RJ, Williams AP, Bakewell EL, Leemans DK, Tweed JKS. Proteolysis during ensilage of forages varying in soluble sugar content. *J. Dairy Sci* 1988;81(2):444-53. DOI: [http://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(98\)75596-1](http://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(98)75596-1)
 20. Decreto Ley 4-2-2955/2013 de diciembre 2013. Estatuto y reglamento del ayllu originario Huancollo. Fundación TIERRA - Regional Altiplano. Tiahuanacu-Bolivia; 2013. p.11.
 21. Argote G, Ruiz A. Manejo y conservación de avena forrajera. Agrobanco: Universidad Nacional Agraria La Molina (PE); 2011. Guía Técnica.
 22. Reyes N, Mendieta B, Fariñas T, Mena M, Cardona J, Pezo D. Elaboración y utilización de ensilajes en la alimentación del ganado bovino. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza Managua (MA); 2009. Manual Técnico 2009. p. 98.
 23. American Organization of Analytical Chemists International (AOAC). Official methods of analysis. 15th ed. Arlington, VA, USA: Association of Official Analytical Chemists; 1990.
 24. Chaverra-Gil H, Bernal-Eusse J. Ensilaje en la alimentación de ganado vacuno. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). Tercer Mundo Editores. Bogotá, Colombia; 2000. p. 153.
 25. Flores A, Loetz E. Eficiencia de conservación de la materia orgánica y nitrogenada mediante la biotecnología del ensilaje, comparada con la técnica tradicional de henificación en el Altiplano boliviano. *Biofarbo* 1999;7(7):15-24.
 26. Rodríguez Martínez AA (2014) Calidad de ensilaje en bolsa elaborado con silo prensa de palanca manual vs ensilaje elaborado artesanalmente [Tesis de Licenciatura]. Universidad Nacional Agraria. Nicaragua; 2014.
 27. Maza L, Vergara O, Paternina E. Evaluación química y organoléptica del ensilaje de maralfalfa (*Pennisetum* sp.) más yuca fresca (*Manihot esculenta*). *Rev MVZ Córdoba* 2011;16(2):2528-37.
 28. Rojas C, Hazard S, Hewstone C. Comparación de grano de maíz y trigo brotado como componentes de raciones de engorda invernal de novillos. *Agricultura Técnica* 2003;63(4):375-9. DOI: <https://dx.doi.org/10.4067/S0365-28072003000400005>

29. Berndt Riffo SA. Composición nutricional y calidad de ensilajes de la zona sur [Tesis de Licenciatura]. [Valdivia]. Universidad Austral de Chile. Chile; 2002.
30. Siebald Sch E, Dumont JC, Navarro H, Santana R. Uso de ácido fórmico más formiato de amonio en ensilajes de praderas permanentes en el sur de Chile. *Agric Téc* 2003;63(3):251-8. DOI: <http://dx.doi.org/10.4067/S0365-28072003000300004>
31. Elizalde HF, Gallardo M. Evaluación de ensilajes de avena y cebada en la ganancia de peso de vaquillas en crecimiento. *Agric Téc* 2003;63(4); 380-6. DOI: <https://dx.doi.org/10.4067/S0365-28072003000400006>
32. Apráez Guerrero JE, Insuasty Santacruz EG, Portilla Melo JE, Hernández Vallejo WA. Composición nutritiva y aceptabilidad del ensilaje de avena forrajera (*Avena sativa*), enriquecido con arbustivas: acacia (*Acacia decurrens*), chilca (*Braccharis latifolia*) y sauco (*Sambucus nigra*) en ovinos. *Vet Zootec* 2012;6(1):25-35.
33. Peñafiel Macías JC. Evaluación de tres niveles (20, 30, 40%) de ensilaje en alimentación de terneras Girolando Mestizo de la etapa de crecimiento en el Rancho Ganagro en el Recinto Rec-ta de Vélez del Cantón Pujili [Tesis de Licenciatura]. [La Mana]. Universidad Técnica de Coto-paxi. Ecuador; 2015.
34. Betancourt M, Gonzalez I, Martinez de Acuro M. Evaluación de la calidad de los ensilajes. *RIA, Rev Investig Agropecu* 2005;8:1-5.
-