

# EFECTO DE ADITIVOS EN EL ENSILAJE DE AVENA (AVENA SATIVA L)

## EFFECT OF ADDITIVES ON OATS SILAGE (AVENA SATIVA L)

A. G. Cordero Fernández.<sup>1</sup>, J.L. Contreras Paco\*.<sup>1, 3</sup> P. H. Mayhua Mendoza<sup>1</sup>, C. R. Poma Centeno<sup>2</sup>. 2013. XXIII<sup>a</sup> Reunión de la Asociación Latinoamericana de Producción Animal (ALPA) y la Asociación

B. Cubana de Producción Animal (ACPA), La Habana, Cuba, dic. 2013.

<sup>1</sup> Docentes Investigadores del Laboratorio de Nutrición Animal y Evaluación de Alimentos-LUNEA de la Universidad Nacional de Huancavelica, Facultad de Ciencias de Ingeniería. Ciudad Universitaria Paturpampa, Huancavelica, Perú

<sup>2</sup> Estudiante de pregrado del EAP Zootecnia de la Facultad de Ciencias de Ingeniería de la Universidad Nacional de Huancavelica. Ciudad Universitaria Paturpampa, Huancavelica, Perú

<sup>3</sup> Autor para la correspondencia: [josepcunh123@hotmail.com](mailto:josepcunh123@hotmail.com)

[www.produccion-animal.com.ar](http://www.produccion-animal.com.ar)

[Volver a: Silos](#)

### RESUMEN

El experimento fue conducido en el Centro de Investigación y Producción de Vacunos de Acraquia-CIPVA de la provincia de Tayacaja y en el Laboratorio de Nutrición Animal y Evaluación de Alimentos-LUNEA de la Universidad Nacional de Huancavelica, con el objetivo de estudiar el ensilado de avena (*Avena sativa* L.) sin y con la adición de aditivos químicos y fermentativos en el momento del ensilaje sobre la composición química y pH. A los 120 días de edad fue cortado y almacenado en silos de laboratorio de PV (2 kg de materia natural por silo) durante 90 días de fermentación. El diseño experimental fue el completamente aleatorizado con 6 tratamientos: 1) avena libre de aditivos (A), 2) A + 1% de urea, 3) A + 1% de óxido de calcio, 4) A + 10% de maíz amarillo duro triturado, 5) A + 10% de salvado de trigo y 6) A + 1% de sulfato de calcio, utilizando 5 repeticiones por tratamiento. La adición de 10% de salvado de trigo se mostró más eficiente de aumentar la materia seca en relación a los demás tratamientos. La incorporación de calcio en la forma de óxido o sulfato promovió respectivamente, la disminución de los contenidos de materia orgánica en comparación al ensilado libre de aditivos (85.38, 87.24 vs 89.51 p.100), consecuentemente los valores de materia mineral fueron más elevados. Los mayores valores de proteína cruda fueron observados en los ensilados adicionados de 1% de urea y de 10% de salvado de trigo, observando respectivamente una superioridad de 2.5 y 1.1 puntos porcentuales (11.14, 10.01 p.100) en relación al ensilado libre de aditivos (8.66 p.100). Los ensilados adicionados de urea, calcio en la forma de óxido o sulfato y de maíz amarillo duro triturado en relación al tratamiento libre de aditivo promovieron decrecimiento en los valores de carbohidratos totales (74.88, 73.92, 75.59, 75.59 vs 77.85 p.100). El uso de maíz amarillo duro triturado mejora el proceso fermentativo, además de promover mejoras en la cualidad de la materia seca, proteína cruda y extracto etéreo del ensilado estudiado.

**Palabras clave:** aditivos químicos fermentativos, ensilado, composición química, Ph.

### ABSTRACT

The experiment was conducted at the Center for Research and Production of Cattle for Acraquia-CIPVA Tayacaja province and in the Laboratory of Animal Nutrition and Food Assessment-LUNEA National University of Huancavelica, in order to study the silage oats (*Avena sativa* L.) with and with out the addition of chemical additives and fermenting silage when the chemical composition and pH. At 120days of age was cut and stored in laboratory silos PV (2 kg natural material silo) for 90 days of fermentation. The experimental design was a randomized complete with 6 treatments: 1)free of additives oats (A), 2) A+ 1% urea, 3) A+ 1% calcium oxide, 4) A+10%yellow cornhardgrinding,5) A +10%wheat bran and6) A +1%calcium sulfate, using 5replicates per treatment. Addition of 10% wheat bran was more effective to increase the dry matter in relation to the other treatments. The incorporation of calcium in the form of oxide or sulphate respectively promoted, lower organic matter contents compared to the additive free silage(85.38, 87.24 vs 89.51p.100), consequently the mineral matter values were higher. The higher crude protein values were observed in silageadded1% urea and 10% wheat bran, respectively observing a superiority of 2.5 and 1.1percentage points (11.14, 10.01 p.100) relative to free silage additives (8.66 p.100). The silage added urea, calcium oxide or sulfate form and crushed yellow corn compared to additive-free treatment promoted decrease in the valuesof total carbohydrates(74.88, 73.92, 75.59, 75.59vs77.85p.100). Using crushed yellow corn fermentation process improvement, and promoted improvements in the quality of dry matter, crude protein and ether extract of silage studied.

**Keywords:** chemical additives fermentation, silage, chemical composition, pH.

## INTRODUCCIÓN

En la región de la Sierra del Perú, se presentan características climáticas de crecimiento estacional de plantas forrajeras, alto costo de la tierra y explotación pecuaria poco desarrollada. Ante esta realidad los procesos de conservación de forrajes cumplen importante papel para reducir el problema de escasez de alimento permitiendo así, una producción de leche y carne equilibrada durante el año.

Entre las gramíneas anuales, la avena (*Avena sativa* L.) tradicionalmente utilizado para corte, ha sido destacada como forrajera para ensilaje y/o henificación.

Entretanto, en el momento ideal para el corte, la avena y las gramíneas en general presentan altos valores de humedad, bajas concentraciones de carbohidratos solubles y elevado poder tampón características que influyen negativamente el proceso de fermentación, impidiendo el rápido decrecimiento del pH y permitiendo la ocurrencia de fermentaciones secundarias indeseables, lo que perjudica la calidad del producto preservado (Mc Donald, 1981). Las fermentaciones indeseables permiten a la mayor producción de ácidos acético y butírico, de nitrógeno amoniacal, amidas y aminas (Schank *et al.* 1992, citado por Ferrari *et al.* 2009).

Siendo así, la composición química y el valor nutritivo de los ensilajes pueden ser modificados por la adición de aditivos en el momento del ensilaje, los cuales pueden ser ácidos, sales, carbohidratos fermentados, microbio-lógicos o subproductos microbianos con alguna actividad enzimática (amilasa, celulasa, hemicelulasa).

Ante estas consideraciones se presenta la interrogante, en el Perú, particularmente en la sierra ¿habrá ventaja expresiva en la utilización de aditivos químicos y de carbohidratos fermentables en el ensilado de la avena?

## MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento fue conducido en el Centro de Investigación y Producción de Vacunos de Acraquia-CIPVA, de la provincia de Tayacaja y en el Laboratorio de Nutrición Animal y Evaluación de Alimentos-LUNEA del Departamento Académico de Zootecnia de la Facultad de Ciencias de Ingeniería de la Universidad Nacional de Huancavelica. La variedad de avena utilizada fue Mantaro 15, proveniente de la Estación experimental de Santa Ana, la misma que fue sembrada en un área continua al establo lechero del CIPVA.

Fueron evaluados seis tratamientos (aditivos) con 5 repeticiones que consistieron en: T1: ensilado de avena; T2: T1+1% de urea ( $\text{NH}_2\text{COONH}_2$ ); T3: T1+1% de óxido de calcio ; T4: T1+10% de maíz amarillo triturado; T5: T1+10% de salvado de trigo y T6: T1+1% de sulfato de calcio.

Transcurridos los 90 días de fermentación de los tratamientos los silos experimentales fueron abiertos y tomadas muestras en número de 5 por tratamiento, las mismas que fueron pre deshidratadas en estufa a 55°C de temperatura por 24 horas, a continuación las muestras molidas en un molino doméstico, para análisis posteriores.

Los análisis de los contenidos de MS, EE, PC fueron realizadas en el laboratorio de Nutrición animal y Evaluación de Alimentos (LUNEA) de la UNH, según AOAC. Los valores de pH fueron determinados según las técnicas descritas por Silva y Queiroz (2002). Los carbohidratos totales (CT) fueron determinados conforme Sniffen *et al.* (1992); citados por Cabral *et al.* (2003), de acuerdo a la siguiente fórmula:  $\text{CT} = 100 - (\text{MM} + \text{PC} + \text{EE})$ . El diseño experimental utilizado fue el completamente al azar con 6 tratamientos y 5 repeticiones para los valores de MS, MO, PC, MM, EE, CT y pH. Estas variables fueron analizadas por el Procedimiento GLM (General Linear Models) del programa computacional *Statistical Analysis System, versión 9.2* para Windows® (SAS, 2008). El modelo estadístico separó como fuente de variación el efecto de tratamiento. Para el efecto de comparación de medias, fue utilizada la prueba de Tukey, con nivel de significación de 5% de probabilidad.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para la materia seca (MS), materia orgánica (MO), proteína cruda (PC), materia mineral (MM), extracto etéreo (EE), carbohidratos totales (CT) y pH de los tratamientos de acuerdo al modelo estadístico, los cuadrados medios, las pruebas de significación referente al análisis de varianza y la relación entre suma de cuadrados del efecto y la suma de cuadrados total se encuentran en el Cuadro 1. Así mismo, la estimación de la medias ( $\bar{y}$ ) y de los errores estándares de las medias (EE) de las características en estudio están referidas en los cuadros 2, 3 y 3.

En el Cuadro 1, se aprecia que la naturaleza de los aditivos en los ensilados de avena influyó significativamente ( $p < 0.001$ ) sobre la materia seca (MS). La contribución de los tratamientos en relación a la variación total fue muy alta para la MS. Con la adición de salvado de trigo o maíz amarillo duro triturado, en la proporción de 10%, respectivamente se verificó efecto positivo sobre la variable en estudio. Se estimó respectivamente, contenidos de 32.31 y 29.88% de MS, superiores al 19.46% de MS del ensilado de avena libre de aditivos (Cuadro 2). En este último ensilado probablemente hubo pérdidas de MS, principalmente de carbohidratos solubles. Consecuentemente la utilización de salvado de trigo o maíz amarillo duro triturado no permitió la pérdida de MS. En relación al ensilado de avena libre de aditivos hubo un aumento de 12.85 y 10.46 unidades porcentuales de MS al utilizar salvado de trigo y maíz amarillo duro, respectivamente. Este hecho puede ser justificado por el contenido de MS del salvado de trigo y maíz amarillo duro triturado, que son superiores al de la avena. En experimento

realizado por Alli (1983), citado por Evangelista (2009) ocurrió reducción de 46 unidades porcentuales de carbohidratos solubles después de 42 días de fermentación. Bernardino et al. (2005), al adicionar 10% o 20% de cáscara de café al pasto elefante (*Pennisetum purpureum* Schum) al momento del ensilaje observaron 18 y 24.9% de MS, respectivamente en los ensilados de ésta especie forrajera. Evangelista et al. (2009) observaron después de 100 días de fermentación de la caña de azúcar los contenidos de MS de 23.7 y 29.8% en los ensilados libre de aditivos y adicionado de maíz desintegrado con paja y coronta, respectivamente. Resultados semejantes fueron observados por Bernardes et al. (2007) y Andrade et al. (2001) en los ensilados de caña de azúcar adicionados de niveles de maíz desintegrado con paja y coronta o harina de maíz, respectivamente. Júnior y Lavezzo (2001) al adicionar entre 2 y 12% de salvado de yuca en el ensilaje de pasto elefante (*Pennisetum purpureum* Schum) observaron entre 20.23 y 24.32% de MS, en relación al 18.65% de MS en el ensilado libre de salvado de yuca. Por tanto, ensilados con aditivos presentan mayores contenidos de MS.

El ensilado de avena adicionado de 1% de urea, fue significativamente ( $P < 0.05$ ) superior al ensilado libre de urea (21.70 vs 19.46% MS). Ese incremento en el contenido de MS fue de 2.24 puntos porcentuales. Cordero et al. (2013) observaron aumentos de 7.88 puntos porcentuales en el contenido de MS en la avena amonificada con 1% de urea en base a la materia natural en relación al control (31.33 vs 23.45% MS). Los contenidos de MS de materiales tratados con compuestos nitrogenados no proteicos son controversiales. Cândido et al. (1999), trabajando bagazo de caña de azúcar amonificado con varios niveles de urea, el tratamiento control fue en MS (69.6%) superior a los materiales amonificados, en función a los diferentes niveles de urea (63.3%). Pereira et al. (1992), citado por Cândido et al. (1999), tratando la panca de maíz chala con urea, no encontraron reducción significativa en el contenido de MS, sin embargo los valores presentaron esa tendencia. Reducciones de MS de materiales amonificados de urea pueden ser explicadas por el elevado poder higroscópico de la urea y de la amonía, haciendo con que el material absorba humedad del ambiente (Cândido et al. (1999).

El ensilado de avena adicionado de sulfato de calcio o de óxido de calcio mostraron mayores contenidos de MS ( $P < 0.05$ ) que la avena libre de aditivos. El contenido de MS del ensilado de avena adicionada de sulfato de calcio o óxido de calcio aumentó significativamente (30.00 vs 21.09%) en relación al control. La aplicación de estos compuestos químicos en el ensilaje probablemente permitió la elevación en las pérdidas fermentativas por efluentes y gases en comparación al ensilaje control. Hecho debido al efecto de la acción hidrolítica del hidróxido de calcio ( $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ), formado en la reacción entre el óxido de calcio ( $\text{CaO}$ -cal viva) y el agua. El hidróxido de calcio posé acción hidrolítica (Berger et al., 1994, citado por Schmidt et al. 2010) que promueve la ruptura de la pared celular y consecuentemente la liberación del contenido celular.

No se verificaron diferencias significativas ( $P > 0.05$ ) entre los ensilados de avena adicionados de maíz amarillo duro o salvado de trigo, en el nivel del 10%, cuanto a los porcentajes de materia orgánica (88.79 vs 89.68), con valor medio de 89.23%, que no difirieron en MO del ensilado libre de aditivos. Resultados que no están en línea con los relatos de Júnior y Lavezzo (2001) que obtuvieron diferencias significativas entre los ensilados del pasto elefante (*Pennisetum purpureum* Schum) en los contenidos de MO adicionados de salvado de yuca en relación al material exento del concentrado energético (93.17 vs 94.80%). En este estudio la adición de 2, 4, 8 y 12% de salvado de yuca permitió disminución lineal, en los contenidos de MO del ensilaje. Los contenidos de MO variaron entre valores extremos ( $P < 0.05$ ) de 85.38 y 87.24% para los ensilados adicionados de óxido o sulfato de calcio, respectivamente. Cuanto a los valores observados para el ensilado adicionado de salvado de trigo y para aquel libre de aditivos no difirieron entre sí ( $P > 0.05$ ), ni en relación al ensilado enriquecido de urea, pero sí en relación al ensilado adicionado de óxido y de sulfato de Ca.

Los ensilados de avena amonificado con 1% de urea y con la adición de 10% de salvado de trigo mostraron los mayores contenidos de proteína cruda (PC) en relación al ensilado libre de aditivos. De acuerdo a lo esperado, la adición de urea elevó en 28.63% el contenido de PC en relación al ensilado control. Hecho que se atribuye a la deposición de nitrógeno no proteico (NNP) en la pared celular. En el presente estudio es importante considerar que el contenido de nitrógeno total, consecuentemente de la PC de los ensilados con o sin los diversos aditivos, pueden contribuir para proporcionar la necesidad de nitrógeno para la síntesis microbiana y/o reducir la necesidad de una fuente suplementaria de nitrógeno para el rebaño (Van Soest et al., 1984; citado por Goobi et al., 2005). No se observaron comportamientos diferenciados ( $P > 0.05$ ) entre los ensilados adicionados de óxido de calcio, sulfato de calcio y libre de aditivos, cuanto a sus contenidos de PC, cuya media fue de 8.65%. Resultado que se compara favorablemente a lo relatado por Schmidt et al. (2010), que no evidenciaron diferencias significativas entre el ensilado de palma forrajera (*Bactris gasipaes*, Kunth) adicionados de 1% óxido de calcio en base a la materia natural y el testigo (4.2 vs 4.6% de PC). Neto et al. (2007) observaron que la adición de 1% de óxido de calcio no favoreció diferencias marcadas en el contenido de PC del ensilado de la caña de azúcar, en comparación a este recurso forrajero libre de aditivos; con variaciones entre 3.1 y 3.7%, y entre 3.2 y 3.9% de PC, respectivamente, al ser evaluadas al momento de la apertura de los silos, a los 3 y 6 días. Hubo efecto de los aditivos sobre los contenidos de materia mineral (MM) (Cuadro 1). La contribución de este factor en relación a la variación total fue de un 84.60%. La adición en la forma de óxido o sulfato de calcio permitió en los ensilados de avena la elevación en los contenidos de MM en 4.14 y 2.28 unidades porcentuales (39.50 vs 21.75%) en relación al ensilado

libre de aditivos, respectivamente. Schmidt et al. (2010), en el ensilado de la palma forrajera con óxido de calcio, en el mismo nivel que en el presente estudio observaron aumentos en 4.4 unidades porcentuales (88%) en el contenido de MM, y que el calcio fue el principal responsable por el aumento de esa fracción, que varió de 0.55% de la MS (control) para 2.83% de la MS (óxido de calcio). De acuerdo a Oliveira *et al.* (2007) el óxido de calcio micro pulverizado presenta 94.1% de Ca en su composición química, lo que justifica el incremento en los contenidos de calcio. En el presente estudio no fue evaluada esta variable.

Cuadro 1. Resumen del análisis de varianza para la materia seca (MS), materia orgánica (MO), proteína cruda (PC), extracto etéreo (EE), materia mineral (MM), carbohidratos totales (CT) y pH de los tratamientos: Ensilado de avena (1), 1 + 1% de urea, 1 + 1% de óxido de calcio, 1 + 10% de maíz amarillo duro triturado, 1 + 10% de salvado de trigo y 1 + 1% de sulfato de calcio.

FV	GL	MS		MO		PC	
		CM <sup>a</sup>	R <sup>b</sup>	CM <sup>a</sup>	R <sup>b</sup>	CM <sup>a</sup>	R <sup>b</sup>
Tratamientos	5	105.146 <sup>***</sup>	0.967	3.824 <sup>***</sup>	0.750	12.782 <sup>***</sup>	0.846
Error	20	0.881	0.032	0.318	0.249	0.581	0.154
CV (%)		3.61		6.02		0.86	

<sup>a</sup>: Cuadrado medio; <sup>b</sup>: relación entre suma de cuadrados del efecto y la suma de cuadrados total; <sup>\*\*\*</sup>: P<0.001.

Continuación.....resumen del análisis de varianza

FV	GL	EE		MM		CT		EE
		CM <sup>a</sup>	R <sup>b</sup>	CM <sup>a</sup>	R <sup>b</sup>	CM <sup>a</sup>	R <sup>b</sup>	
Tratamientos	5	0.255 <sup>***</sup>	0.842	12.838 <sup>***</sup>	0.846	8.5426 <sup>**</sup>	0.6663	
Error	20	0.012	0.157	0.580	0.153	1.0691	0.3336	
CV (%)		3.53		6.45		1.36		

<sup>a</sup>: Cuadrado medio; <sup>b</sup>: relación entre suma de cuadrados del efecto y la suma de cuadrados total; <sup>\*\*\*</sup>: P<0.001.

Continuación.....resumen del análisis de varianza

FV	GL	pH	
		CM <sup>a</sup>	R <sup>b</sup>
Tratamientos	5	1.673 <sup>***</sup>	0.948
Error	20	0.023	0.051
CV (%)		3.15	

<sup>a</sup>: Cuadrado medio; <sup>b</sup>: relación entre suma de cuadrados del efecto y la suma de cuadrados total; <sup>\*\*\*</sup>: P<0.001.

Cuadro 2. Estimación de las medias ( $\bar{y}$ ) y de los errores estándares de las medias (EE) para materia seca (MS), materia orgánica (MO) y proteína cruda (PC) del ensilado de avena.

Tratamientos	MS (%)		MO (%)		PC (%)	
	$\bar{y}$	EE	$\bar{y}$	EE	$\bar{y}$	EE
Ensilado de avena (1)	19.46 <sup>F</sup>	± 0.349	89.51 <sup>A</sup>	± 0.505	8.66 <sup>CD</sup>	± 0.098
1 + Urea (1% de la MV)	21.70 <sup>E</sup>	± 0.692	88.86 <sup>AB</sup>	± 0.149	11.14 <sup>A</sup>	± 0.426
1 + óxido de Ca (1% de la MV)	24.66 <sup>D</sup>	± 0.433	85.38 <sup>C</sup>	± 0.291	8.57 <sup>D</sup>	± 0.230
1 + maíz amarillo duro triturado (10% de la MV)	29.88 <sup>B</sup>	± 0.389	88.79 <sup>AB</sup>	± 0.444	9.79 <sup>BC</sup>	± 0.390
1 + salvado de trigo (10% de la MV)	32.31 <sup>A</sup>	± 0.592	89.68 <sup>A</sup>	± 0.071	10.01 <sup>AB</sup>	± 0.218
1 + sulfato de Ca (1% de la MV)	27.80 <sup>C</sup>	± 0.330	87.24 <sup>B</sup>	± 0.237	8.73 <sup>CD</sup>	± 0.182

Medias seguidas de las mismas letras, para una misma característica, no difieren entre sí, en la prueba de Tukey a 5% de probabilidad.

En el Cuadro 3, se visualiza que los ensilados de avena adicionados de maíz amarillo duro triturado o de salvado de trigo, que no difieren entre sí en el contenido de extracto etéreo (3.42 y 3.33%), fueron significativamente (P<0.05) superiores a los ensilados adicionados de urea, óxido o sulfato de calcio, y al ensilado libre de aditi-

vos; con valor medio de 2.91%. Considerándose por los contenidos de extracto etéreo del maíz amarillo y del salvado de trigo (3.7 vs 4.6%; Lana, 2005) es probable que su inclusión en la avena al momento del ensilaje haya contribuido para un mayor contenido en este nutriente en la forma de ensilado. Júnior y Lavezzo (2001) no constataron diferencias significativas en los valores de extracto etéreo en el ensilado de pasto elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) adicionado de 12% de salvado de yuca en relación al testigo (3.76 vs 4.79%). Sin embargo, observaron respuesta cuadrática en el contenido de extracto etéreo al utilizar niveles crecientes de salvado de yuca (entre 0 y 12%).

Los niveles de aditivos utilizados alteraron los contenidos de carbohidratos totales de los ensilados. El valor de CT del ensilado adicionado de 1% de óxido de Ca que no difiere de aquellos adicionados de urea, maíz amarillo duro y sulfato de Ca fue inferior al ensilado con salvado de trigo y al testigo. Cabral *et al.* (2003) observaron disminución en los valores de CT con el aumento del porcentaje de panículas en el ensilado de sorgo, cuyo valor medio fue mayor en comparación al presente estudio (81.72 vs 77.85%).

Se observa en el Cuadro 3, que los valores de pH en los ensilados adicionados de maíz amarillo duro triturado, de óxido de Ca y en la avena libre de aditivos no ocurrieron diferencias ( $P > 0.05$ ). Estos valores se coadyuvan con las cifras para los ensilados entre 4.0 y 5.0 sugeridas por Reis y Da Silva, citados por Berchielli *et al.* (2011), que muestran una mayor capacidad tamponante en relación a los forrajes frescos y a la de los henos. El tratamiento con urea provocó efecto de tamponamiento, inhibiendo la rápida disminución de pH del material ensilado, que asociado al bajo valor de MS (21.70%), permitió el desarrollo de microorganismos del género *Clostridium*, pues ellos tienen su máxima eficiencia en ambientes con elevada actividad de agua, elevación de pH y alta temperatura (Ferrari *et al.* 2009). Hecho que probablemente también sucedió con los ensilados adicionados de salvado de trigo y sulfato de calcio, aunque los valores de MS fueron mayores. Los valores de pH de estos tratamientos y del ensilado adicionado de urea que quedaron arriba de la faja de 4.0 y 5.0, podría atribuirse también a la presión de compactación utilizada (Do Amaral *et al.*, 2007).

Cuadro 3. Estimación de las medias ( $\bar{y}$ ) y de los errores estándares de las medias (EE) para materia mineral (MS), extracto etéreo (EE) y carbohidratos totales (CT) y pH del ensilado de avena.

Tratamientos	MM (%)		EE (%)		CT	
	$\bar{y}$	EE	$\bar{y}$	EE	$\bar{y}$	EE
Ensilado de avena (1)	10.48 <sup>C</sup> ± 0.505		3.00 <sup>B</sup> ± 0.370		77.85 <sup>A</sup> ± 0.490	
1 + urea (1% de la MV)	11.12 <sup>BC</sup> ± 0.148		2.86 <sup>B</sup> ± 0.088		74.88 <sup>BC</sup> ± 0.469	
1 + óxido de Ca (1% de la MV)	14.62 <sup>A</sup> ± 0.293		2.89 <sup>B</sup> ± 0.026		73.92 <sup>C</sup> ± 0.401	
1 + maíz amarillo duro triturado (10% de la MV)	11.20 <sup>BC</sup> ± 0.443		3.42 <sup>A</sup> ± 0.060		75.59 <sup>BC</sup> ± 0.674	
1 + salvado de trigo (10% de la MV)	10.31 <sup>C</sup> ± 0.072		3.33 <sup>A</sup> ± 0.218		76.33 <sup>AB</sup> ± 0.227	
1 + sulfato de Ca (1% de la MV)	12.76 <sup>B</sup> ± 0.237		2.92 <sup>B</sup> ± 0.051		75.59 <sup>BC</sup> ± 0.438	

Medias seguidas de las mismas letras, para una misma característica, no difieren entre sí en la prueba de Tukey a 5% de probabilidad.

Cuadro 4. Estimación de las medias ( $\bar{y}$ ) y de los errores estándares de las medias (EE) para el pH del ensilado de avena.

Tratamientos	pH	
	$\bar{y}$	EE
Ensilado de avena (1)	4.4 <sup>B</sup> ± 0.058	
1 + urea (1% de la MV)	5.5 <sup>A</sup> ± 0.057	
1 + óxido de Ca (1% de la MV)	4.2 <sup>B</sup> ± 0.081	
1 + maíz amarillo duro triturado (10% de la MV)	4.2 <sup>B</sup> ± 0.081	
1 + salvado de trigo (10% de la MV)	5.4 <sup>A</sup> ± 0.064	
1 + sulfato de Ca (1% de la MV)	5.3 <sup>A</sup> ± 0.064	

Medias seguidas de las mismas letras, para una misma característica, no difieren entre sí en la prueba de Tukey a 5% de probabilidad.

## CONCLUSIONES

El ensilado de avena sin aditivos puede ser considerado como un alimento pobre en PC, siendo necesario la suplementación proteica cuando utilizados en la alimentación de vacas en lactación.

La adición de salvado de trigo, en el nivel de 10%, mejora la composición química del ensilado de avena, pues incrementa los contenidos de MS, PC y EE. Sin embargo, no contribuye para la mejora del pH.

La adición de maíz amarillo duro triturado es recomendable, pues fue eficiente en aumentar el contenido de MS y EE del material ensilado resultando con padrón fermentativo más adecuado.

El aditivo oxido de calcio permitió beneficios al ensilado incrementando los valores de MS y MM y un buen padrón fermentativo.

El aditivo urea proporcionó un padrón fermentativo diferente a lo observado en los ensilados convencionales. Sin embargo, la amonificación para el nivel utilizado permitió incremento en el contenido de PC mayor que el ensilado adicionado de maíz amarillo duro triturado.

### AGRADECIMIENTO

Estudio financiado por los recursos económicos cubierto por FEDU de la Dirección Universitaria de Investigación de la Universidad Nacional de Huancavelica y el reconocimiento al Centro de Investigación y Producción de Vacunos de Acraquia-CIPVA de la Dirección de la Escuela Académico Profesional de Zootecnia-Universidad Nacional de Huancavelica-Peru, por el apoyo brindado y facilidades para garantizar su ejecución.

### LITERATURA CITADA

- Andrade, J.B.; Júnior, E. F.; Braun, G. 2001. Valor nutritivo da silagem de cana-de-açúcar tratada com ureia e acrescida de rolão de milho. *Pesq. Agrop. Bras.* V. 36, n.9, 1169-1174.
- Bernardes, T. F.; Reis, R.A.; Siqueira, G. R. et al. 2007. Avaliação da queima e da adição de milho desintegrado com palha e sabugo na ensilagem de cana-de-açúcar. *R. Bras. Zootec.*, v.36, n.2, p.269-275.
- Bernardino, F. S.; García, R.; Rocha, F. C. et al. 2005. Produção e Características do Efluente e Composição Bromatológica da Silagem de Capim-Elefante Contendo Diferentes Níveis de Casca de Café. *R. Bras. Zootec.*, v.34, n.6, p.2185-2191, 2005 (supl.).
- Cabral, L. da S.; Valadares, S. de C.; Detmann, E. et al. 2003. Composição Químico-Bromatológica, Produção de Gás, Digestibilidade *in Vitro* da Matéria Seca e NDT Estimado da Silagem de Sorgo com Diferentes Proporções de Panículas. *R. Bras. Zootec.*, v.32, n.5, p.1250-1258.
- Cordero, F.A.; Contreras, P. J. Carhuapoma Q. W.A. Soldevilla C, 1, A. G. 2013. Efecto del premarchitamiento y de diferentes proporciones de urea sobre la composición bromatológica del ensilado de avena (*Avena sativa* L.) *Revista Complutense de Madrid-España*. Agosto 2013.
- Do Amaral, R. C., Bernardes, T. F., Siqueira, G. R. et al. 2007. Características fermentativas e químicas de silagens de capim-marandu produzidas com quatro pressões de compactação. *Rev. Bras. Zootec.* 36 (3): 532-539.
- Evangelista, A. R.; Siqueira, G. R.; De Lima, J. A. et al. 2009. Alterações bromatológicas e fermentativas durante o armazenamento de silagens de cana-de-açúcar com e sem milho desintegrado com palha e sabugo. *R. Bras. Zootec.*, v.38, n.1, p.20-26.
- Ferrari, J. E. y Lavezzo, W. 2001. Qualidade da Silagem de Capim-Elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) Emurchedo de Farelo de Mandioca. *Rev. Bras. Zootec.*, 30(5):1424-1431.
- Ferrari, J. E. ; Paulino, V.T.; R.A. Possenti, R.A. et al. 2009. Aditivos em silagem de capim elefante paraíso (*Pennisetum hybridum* cv. Paraíso). *Arch. Zootec.* 58 (222): 185-194.
- Gobbi, K. F.; Garcia, R.; Neto, A. F. G. et al. 2005. Composição Química e Digestibilidade *In Vitro* do Feno de *Brachiaria decumbens* Stapf. *Rev. Bras. Zootec.*, v. 34, n.3, p.720-725.
- Lana, R. de P. 2005. Nutrição e alimentação animal (mitos e realidades). Viçosa-MG, Brasil. Suprema gráfica e editora Ltda. 344p.
- Neto, G. B.; Siqueira, G. R.; Reis, R. A. et al. 2007. Óxido de calcio como aditivo na ensilagem de cana-de-açúcar. *R. Bras. Zootec.*, v.36, n.5, p.1231-1239.
- Oliveira, H.C.; A.J.V. Pires, A.J.V.; A.C. Oliveira, A.C. et al. 2009. Perdas e valor nutritivo da silagem de capim-tanzânia amonizada com ureia. *Arch. Zootec.* 58 (222): 195-202. 2009.
- Pedroso, A. F., Rodrigues, A. A., Júnior, W. B. et al. 2011. Fermentation parameters, quality and losses in sugarcane silages treated with chemical additives and a bacterial inoculant. *Rev. Bras. Zootec.* 40 (11): 2318-2322.
- Reis, R.A, Rodrigues, L. R. A. M, Resende, K. T. et. al. 2001. Avaliação de Fontes de Amônia para o Tratamento de Fenos de Gramíneas Tropicais. 2. Compostos Nitrogenados. *Rev. Bras. Zootec.* 30(3):682-686.
- Reis, R. A. y Da Silva, S.C. 2011. Consumo de forragens. En: Berchielli, T. T., Pires, A. V., De Oliveira, S. G. (eds): Nutrição de Ruminantes. 2 ed. Jaboticabal, SP: FUNEP. 616p.
- Sarmiento, P., Garcia, R., Pirez, A.J.V. y Nascimento, A. 1999. Tratamiento do bagazo de caña de azúcar com urea. *Rev. Bras. Zootec.*, 28: 1203-1208.
- Schmidt, P.; Junior, P. R.; De Toledo, L.M. et al. 2010. Perdas fermentativas e composição bromatológica da entrecasca de palmito pupunha ensilada com aditivos químicos. *R. Bras. Zootec.*, v.39, n.2, p.262-267.
- Silva, D. J., Queiroz, A. C. Análise de alimentos: métodos químicos y biológicos. Viçosa, MG: Editora UFV, 2002. 231p.
- STATISTICAL ANALYSES SYSTEM - SAS. 2008. System for Microsoft Windows. Release 9.2. Cary: SAS Institute, (CD-ROM).

[Volver a: Silos](#)