



EFFECTO DE ADITIVOS QUÍMICOS EN LA COMPOSICIÓN DEL EL ENSILADO DE AVENA (*Avena sativa* L)

EFFECT OF CHEMICAL ADDITIVES IN THE COMPOSITION OF OAT (*Avena sativa*) SILAGE

Paytan L. M¹, Sáez M¹, Cordero A.G^{2*}, Contreras, J.L³ Curasma J³, Tunque M³, Rojas Y.C⁴

¹ Investigadores privados del Gobierno Regional de Huancavelica-Perú. ^{2*} Docente consultor privado en diseño estadísticos a nivel Universitario. El Tambo- Huancayo-Perú.

³Laboratorio de Nutrición Animal y Evaluación de Alimentos-Facultad Ciencias de Ingeniería E.P Zootecnia UNH, Perú. ⁴Estudiante de pregrado de la Escuela Profesional de Zootecnia-Facultad Ciencias de Ingeniería -UNH, Perú.

Mail: joselcpunh123@hotmail.com.

RESUMEN

El objetivo del experimento fue evaluar el efecto de aditivos químicos (urea, urea-benzoato de sodio, benzoato de sodio, urea- sulfato de amonio) en la composición bromatológica del ensilado de avena. Los ensilados se elaboraron en la Escuela Académico Profesional de Zootecnia de la Universidad Nacional de Huancavelica mediante tubos de PVC de 10cm (ancho) x 40 cm (altura), provistos de tapas herméticas. Se utilizó el diseño experimental completamente al azar, con 5 tratamientos y 5 repeticiones. Los microsilos fueron abiertos a los 60 días después del ensilaje. Ninguno de los aditivos fue eficaz en la reducción de fibra neutra detergente (FND), fibra ácido detergente (FAD), hemicelulosas y relación FND-hemicelulosas de los ensilados. Los tratamientos con UR, UR + BS, UR + SA, propiciaron menores valores de carbohidratos solubles, en relación al ensilado sin aditivos. El ensilado de avena sin aditivos, es una estrategia que puede ser mejorada con aditivos en forma satisfactoria en el contenido de proteína cruda, solo o asociado, excepto con el BS.

PALABRA CLAVES: benzoato de sodio, sulfato de amonio, urea, forraje, avena, ensilado

SUMMARY

The objective of the experiment was to evaluate the effect of chemical additives (urea, sodium urea-benzoate, sodium benzoate, ammonium urea sulfate) in the bromatological composition of oat silage. The silages were elaborated in the Professional Academic of Zootecnia of the National University of Huancavelica by tubes of PVC of 10cm (Width) x 40 cm (Height), with sealed caps. The experimental design was completely randomized, with 5 treatments and 5 replicates. The microsils were opened 60 days after silage. None of the additives were effective in the reduction of neutral detergent fiber (FND), acid detergent fiber (FAD), hemicelluloses and FND-hemicelluloses ratio of silages. The treatments with UR, UR + BS, UR + SA favored lower values of soluble carbohydrates, in relation to silage without additives. Oat silage without additives is a strategy that can be improved with additives satisfactorily in crude protein content alone or in association with BS.

KEYWORDS: Sodium benzoate, ammonium sulfate, urea.

INTRODUCCIÓN

Es reconocido que uno de los entabes dificultades de la producción de leche y/o carne es la estacionalidad de la producción forrajera, que es crítica en la época seca del año. Los cereales no pueden ser mantenidos en el campo para su uso como forraje, pues sufrirá alteraciones impropias para la alimentación animal, por estar expuesto a un medio aeróbico esto cambia en la composición química y bromatológica. La utilización de la avena como forraje en la época seca una práctica bastante difundida entre los productores. El ensilado representa uno de los recursos forrajeros; sin embargo, el proceso de producción y suministro de ensilados de avena a los animales incluye pérdidas considerables y muchas veces puede inviabilizar esta opción.

La pérdida de materia seca producida durante el proceso de ensilaje está asociada al alto contenido en carbohidratos solubles y a la gran cantidad de población de levaduras que promueven la fermentación alcohólica, y la alta producción de dióxido de carbono (CO₂) y agua (Freitas *et al.* 2004, Pedroso *et al.* 2005, citados por Neto *et al.* 2007).

De acuerdo a Nussio y Schmidt, 2004, citado por Siqueira *et al.* 2010, el principal objetivo de los estudios realizados sobre ensilados es la búsqueda de aditivos que, asociados forraje, además de incrementar los el contenido en compuestos nitrogenados, inhiban la fermentación alcohólica, con la intención de evitar las pérdidas de materia seca. Entre estos aditivos destacan la urea (Hill y Leaver, 2002, citado por Siqueira *et al.* 2010) y el benzoato de sodio

(Pedroso *et al.*, 2007, Pedroso *et al.* 2011). La urea se mezcla frecuentemente con el sulfato de amonio en una relación 9:1 para alcanzar el equilibrio adecuado de nitrógeno-azufre en dietas para animales rumiantes (Ferreiro *et al.* 1977).

La eventual ocurrencia de un efecto sinérgico crea la posibilidad del uso de aditivos a niveles más bajos, permitiendo la posible reducción de costes de aplicación.

En este el presente experimento, el objetivo fue determinar el efecto aditivos químicos (urea, urea-benzoato de sodio, benzoato de sodio, urea- sulfato de amonio) en la composición bromatológica del ensilado de avena.

MATERIALY MÉTODOS

El experimento se llevó a cabo en las dependencias de la Escuela Profesional de Zootecnia de la Universidad Nacional de Huancavelica (UNH)-Perú, en el distrito del mismo nombre, en el período 2014 a 2015. Los análisis de laboratorio fueron se realizados realizaron en los Laboratorios de Nutrición Animal y Evaluación de Alimentos de la Escuela Profesional de Zootecnia de la UNH.

La siembra se realizó en el mes de noviembre cosechando en el mes de mayo, realizando esta actividad en el anexo denominado Cceroncancha del centro poblado de Sachapite del distrito de Yauli, provincia y región Huancavelica, a 3500 msnm con suelos que contienen el 65% de materia orgánica y clima frio seco, Los ensilados se realizaron o elaboraron con avena forrajera (*Avena sativa L* var. Mantaro 15), cosechada a los 5 meses de edad, en el estado de post-formación de forrajes, recogida manualmente y cortada con hoces en partículas de 1-3 cm.

Se realizaron diferentes tratamientos a la avena cortada antes del ensilaje (dosis en base a forraje fresco): 1) sin aditivo (control); 2) urea (10g/kg) (UR); 3) Urea (5g/kg) + Benzoato de sodio (0.5g/kg) (UR+BS); 4) Benzoato de sodio (1g/kg) (BS) y 5) Urea + Sulfato de amonio (9:1) (10g/kg) (UR+SA).

Como silos experimentales, se utilizaron tubos de PVC de 40 cm de altura y 10 cm de diámetro. El forraje fue se compactó con ayuda de bastones de madera, disponiéndose en capas de aproximadamente 10 cm de espesor, conteniendo cada mini silo aproximadamente 1.800g de forraje de avena. Después del llenado final del forraje, A continuación, los silos se cerraron herméticamente con tapas de PVC cubiertas con cintas adhesivas y se almacenaron en un lugar protegido, a temperatura ambiente, durante 60 días. Transcurrido este tiempo, se abrieron los microsilos esparciéndose todo sobre un plástico, descartándose el material

descompuesto (Parte superior de los silos). Se tomaron muestras de cada microsilo, se deshidrataron en estufa de circulación forzada a 65 °C durante 48h y se molieron en un molino Wiley Retsch -SM100 hasta un tamaño de partícula de 2 mm para su posterior análisis de materia seca (MS), proteína bruta (PB), extracto etéreo (EE), cenizas brutas (CB), extracto etéreo (EE), fibra neutro detergente (FND) y fibra ácido detergente (FAD) de acuerdo a la metodología descrita por Silva y Queiroz (2002).

Se estimó el contenido en Hemicelulosas como diferencia entre FND y FAD y la relación FND/Hemicelulosas. Los carbohidratos solubles (CS) se estimaron como $CS = 100 - (CB + PB + EE + FND)$.

El diseño experimental utilizado fue, Diseño completamente al azar, con 5 tratamientos y 5 repeticiones. Los datos se analizaron estadísticamente por los procedimientos del análisis de varianza mediante el MLG del SAS (SAS, 2008). Las diferencias entre medias se compararon por la prueba de Tukey al 5% de significación.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las variaciones observadas entre los valores de MS después del ensilaje fueron ocasionadas por la excesiva edad de corte (180 días) y por el tiempo transcurrido desde el corte hasta la confección elaboración de los ensilados.

Tabla 1. Composición química de ensilados¹ de avenas realizadas con aditivos químicos

Parámetros	Control	UR	UR+BS	BS	UR+SA
MS (%)	39.92 ^{BC}	38.94 ^C	43.07 ^A	41.52 ^{AB}	40.86 ^{ABC}
PC (%MS)	3.99 ^C	8.44 ^A	6.28 ^B	4.05 ^C	8.54 ^A
EE (%MS)	2.38 ^C	2.62 ^B	2.88 ^A	2.45 ^{BC}	2.62 ^B
MM (%MS)	5.17 ^{AB}	5.55 ^A	5.66 ^A	4.95 ^B	5.63 ^A
FND (%MS)	46.86 ^{BC}	45.86 ^C	48.19 ^B	47.41 ^B	49.79 ^A
FDA (%MS)	27.42 ^{AB}	26.55 ^B	27.36 ^B	26.85 ^B	28.40 ^A
Hemi (%MS)	19.44 ^B	19.35 ^B	20.83 ^A	20.56 ^{AB}	21.39 ^A
Rel. FDN-hem.	41.48 ^A	42.15 ^A	43.23 ^A	43.17 ^A	42.93 ^A
CT	88.45 ^A	83.39 ^C	85.13 ^B	88.55 ^A	83.21 ^C
CS	35.96 ^A	29.29 ^C	33.32 ^B	35.96 ^A	33.00 ^B

¹Control= ensilado sin aditivo; UR = ensilado con urea (10g/kg FF); UR + BS = urea (5g/kg FF) + benzoato de sodio (0.5 g/kg FF); BS = benzoato de sodio (1g/kg FF); UR + SA = urea + sulfato de amonio en la relación 9:1 (10g/kg FF). FF = forraje fresco. Medias seguidas de la misma letra en una misma línea no difieren entre sí, por la prueba de Tukey a 5% de probabilidad. Hemi = hemicelulosas Rel. FDN/Hem. = relación FND/Hemicelulosas; CT = carbohidratos totales; CS = carbohidratos solubles.

No se encontraron diferencias significativas entre los diferentes tratamientos en cuanto al contenido en MS ($P > 0.05$), a excepción del ensilado que contenía UR + BS (43.07%) vs el ensilado sin aditivos (39.02%) y el ensilado UR (38.94%) vs UR + BS (43.07%). La aparente reducción de MS del ensilado con urea (UR) en relación al testigo puede ser atribuida a la acción alcalina del amonio que, además de retrasar la disminución del pH, favorece la producción de ácido acético y, por consiguiente, mayores pérdidas de MS (Kung y Shaver, 2001, citado por Pedroso, et al. 2011). El valor de MS difirió ($P < 0.05$) entre los ensilados UR y UR + BS, representando este último un incremento del 7.90% de MS en comparación con el ensilado sin aditivos. La mayor cantidad de nitrógeno incorporado al ensilado con resultó en un mayor contenido en proteína bruta en comparación al ensilado UR + BS. El contenido en cenizas no difirió ($P > 0.05$) entre los ensilados UR y UR+BS (media de 5.55%) y el ensilado testigo (5.17%).

El contenido en EE fue próximo al 10%, siendo mayor en el ensilado UR + BS en comparación con el ensilado UR, que representa un incremento del 21.00% de EE en relación al ensilado sin aditivos.

El ensilado tratado exclusivamente con benzoato de sodio (BS) y en combinación con urea (UR +BS) propiciaron contenidos similares en MS (media 42.30 %) e inferior en PB (4.05%). Para EE y CB los ensilados que contenían BS mostraron valores menores en comparación a los que contenían (BS + UR). Los contenidos en FND y FAD fueron semejantes para ambos ensilados que contenían (BS) y (BS + UR), pero los CT y CS se concentraron más en los ensilados sin aditivos (Control) y con BS. En contenido de Hemicelulosa se obtuvo mayor en los ensilados con UR+BS y UR+SA, y la relación de FDN/Hemi. Resultaron similares en todos tratamientos de los ensilados (Control, UR, UR+BS, BS y UR+SA).

El benzoato de sodio es un conservante, alimento común que es conocido como un inhibidor eficaz de levaduras y mohos (Woolford, 1975, citado por Pedroso et al., 2011). A bajo pH el benzoato de sodio se transforma en ácido benzoico y, de esta forma, es capaz de atravesar la membrana celular, inhibiendo su crecimiento. En este experimento se constató que el BS aplicado solo o en combinación con la urea (UR + BS) propició contenidos similares de FND y FAD en relación al ensilado sin aditivos. Pedroso et al. (2011) al aplicar 0.5 g/kg de BS a la caña de azúcar en el momento del ensilaje no lograron reducir la fermentación alcohólica. Sin embargo, este aditivo permitió mejorar el valor nutritivo del ensilado (menor contenido de FND y lignina) en relación al ensilado sin BS. Es posible especular que dosis más altas de BS podrían ser más eficaces, pero el consecuente incremento en los costes podría ser poco práctico.

Los resultados del presente estudio parecen indicar un efecto sinérgico entre los aditivos BS y UR cuando se aplicaron simultáneamente. La mayoría de los parámetros de evaluación de la calidad del forraje mejoraron en los ensilados UR + BS en relación a ensilados tratados con UR o BS, como aditivos únicos. Dosis bajas de urea (0.5% aprox.) permiten la corrección parcial del contenido en proteína de los ensilados, evitando los aspectos negativos (pH inadecuado y pérdidas elevadas de MS) que pueden ocurrir cuando la urea es aplicada a niveles más elevados.

La aplicación de urea + sulfato de amonio (UR + SA) en el momento del ensilaje produjo el mismo efecto ($P > 0.05$) que el ensilado sin aditivos, en relación a la MS (media 40.39%). Los silos experimentales que contenían avena tratada con UR como único aditivo, que no difirió del ensilado sin aditivo, presentó menor contenido en FND (45.86%) en relación a los ensilados tratados con UR + BS (48.19%), UR + SA (49.79%) y BS (47.41%). El material tratado con UR fue semejante en FDA a los demás ensilados, excepto al tratado con UR + US.

CONCLUSIONES

El ensilado de avena es una buena estrategia que requiere el tratamiento con urea asociado el benzoato de sodio o el sulfato de amonio que propician dan lugar a ensilados con mayores cantidades en proteína bruta y pérdidas similares de carbohidratos solubles.

Aplicar solamente urea al forraje de avena en el momento del ensilaje da lugar a mayores pérdidas de carbohidratos solubles en contraste con el mayor contenido en proteína bruta generado.

La variabilidad natural de los resultados que incluyen la fermentación producida durante el proceso del ensilaje requiere de otras evaluaciones para ampliar la base de datos de aditivos en el ensilaje de avena forrajera.

BIBLIOGRAFIA

- FERREIRO, H.M., SUTHERLAND, T.M., WILSON, A. Effect of nitrogen source on rumen fermentation in based on sugar cane. *Tropical Animal Production*, v. 2, p. 319-322, 1977.
- FREITAS, A.W.P.; PEREIRA, J.C.; ROCHA, F.C. ET AL. Características da silagem de cana-de-açúcar tratada com dois inoculantes e enriquecida com resíduo de soja. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 41., 2004, Campo Grande. Anais... Campo Grande: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2004. (CD-ROM)

- HILL, J.; LEAVER, J.D. Changes in chemical composition and nutritive value of urea treated whole crop wheat during exposure to air. *Animal Feed Science Technology*, v.102, p.181-195, 2002.
- KUNG, L.; SHAVER, R. Interpretation and use of silage fermentation analysis reports. *Focus on Forage*, v.3, n.13, p.1-5, 2001.
- NETO, G. B., SIQUEIRA, G. R., REIS, R. A. ET AL. Óxido de cálcio como aditivo na ensilagem de cana-açúcar. *R. Bras. Zootec.*, v. 36, n. 5, p. 1231-1231, 2007.
- PEDROSO, A.F.; NUSSIO, L.G.; PAZIANI, S.F. ET AL. Fermentation and epiphytic microflora dynamics in sugar cane silage. *Scientia Agricola*, v.26, n.5, p.427-432, 2005.
- PEDROSO, A DE F., NUSSIO, L. G., LOURES, D. R. ET AL. Efeito do tratamento com aditivos químicos e inoculantes bacterianos nas perdas e na qualidade de silagens de cana-açúcar. *R. Bras. Zootec.*, v. 36, n. 3, p. 558- 564, 2007.
- PEDROSO, A.F., RODRIGUEZ, A. DE A. JÚNIOR, W. B., DE SOUZA, G. B. Fermentation parameter, quality and losses in sugarcane silages treated with chemical additives and bacterial inoculant. *R. Bras. Zootec.*, v. 40, n. 11, p. 2318-2322, 2011.
- SILVA, D. J., QUEIROZ, A. C. Análise de alimentos: métodos químicos y biológicos. Viçosa, MG: Editora UFV, 2002. 231p.
- SIQUEIRA, G. R., REIS, R. A., Shocken-Iturrino, R. P. Queima e aditivos químicos e bacterianos na ensilagem de cana- de- açúcar. *R. Bras. Zootec.*, v. 39, n. 1, p. 103-112, 2010.
- STATISTICAL ANALYSES SYSTEM - SAS. 2008. System for Microsoft Windows. Release 9.2. Cary: SAS Institute, (CD-ROM).
- WOOLFORD, M.K. Microbial screening of food preservatives, cold sterilants, and specific antimicrobial agents as potential silage additives. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, v.26, p.229-237, 1975.