

CARACTERÍSTICAS FERMENTATIVAS DE SILAJES DE FORRAJE DE MAÍZ CON LA INCLUSIÓN DE GALLINAZA Y FORRAJE DE SOYA

REVISTA
ESPAMCIENCIA

FERMENTATIVE CHARACTERISTICS OF CORN FORAGE SILAGES WITH THE INCLUSION OF POULTRY MANURE AND SOYFOOD

Avellaneda-Cevallos, Juan; Tapia-Moreno, Edwin; Arana-Sánchez, Denisse; Herrera-Herrera, Rocío; Pinargote-Mendoza, Edgar; Avellaneda-Vázquez, Juan

Juan Avellaneda-Cevallos

Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Ecuador
Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias , Ecuador

Edwin Tapia-Moreno

Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Ecuador

Denisse Arana-Sánchez

Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, Ecuador

Rocío Herrera-Herrera

Universidad Nacional de Loja, Ecuador

Edgar Pinargote-Mendoza

Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Ecuador

Juan Avellaneda-Vázquez

javellaneda@uteq.edu.ec

Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Ecuador

Revista ESPAMCIENCIA

Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí, Ecuador

ISSN: 1390-8103

Periodicidad: Semestral

vol. 13, núm. 1, 2022

revista@espam.edu.ec

Recepción: 31 Enero 2022

Aprobación: 21 Julio 2022

URL: <http://portal.amelica.org/ameli/journal/527/5274203002/>

DOI: https://doi.org/10.51260/revista_espamciencia.v13i1.308



Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional.

Resumen: La presente investigación tuvo como objetivo cuantificar la capacidad de fermentación y calidad nutricional del ensilaje de maíz con la inclusión de fuentes de nitrógeno como gallinaza y forraje de soya (*Glicine max* (L.) Merr.). Los tratamientos fueron: Forraje de maíz solo o control (FM); Maíz con inclusión de 10% de forraje de soya (FS10); Maíz con 20% de forraje de soya (FS20); T4, Maíz con 30% de forraje de soya (FS30); T5, Maíz con 5% de gallinaza (G5); T6, Maíz con 10% de gallinaza (G10) y T7, Maíz con 15% de gallinaza (G15). Se evidenció que la adición de Gallinaza incremento significativamente el contenido de Materia seca (MS), mientras que el Forraje de soya (FS) presentó similitud con el testigo. El contenido de proteína total (PT) por efecto de la adición de FS, fue mayor a los otros tratamientos estudiados. Las fuentes de nitrógeno empleadas, no afectaron el contenido de fibra total (FT). El valor de la concentración de cenizas (C), fue fuertemente afectado por la adición de gallinaza. El contenido de nitrógeno amoniacal (N-NH₃), se incrementó con la inclusión de gallinaza en el proceso de ensilaje. El valor de pH, la concentración de ácido láctico y butírico fue significativamente superior con la adición de gallinaza. En conclusión, se puede indicar que la adición tanto de gallinaza como de forraje de soya, mejoran el contenido nutricional del silaje de maíz, sin embargo, la inclusión de forraje de soya es mucho más favorable en término de las variables fermentativas.

Palabras clave: Silaje, fermentación, nitrógeno, gallinaza, soyas, aditivos.

Abstract: The objective of this research was to quantify the fermentation capacity and nutritional quality of corn silage with the inclusion of nitrogen sources such as chicken manure and soybean forage (*Glicine max* (L.) Merr.). The treatments were: corn forage alone or control (FM); Corn with inclusion of 10% soybean forage (FS10); Corn with 20% soybean forage (FS20); T4, Corn with 30% soybean forage (FS30); T5, Corn with 5% chicken manure (G5); T6, Corn with 10% chicken manure (G10) and T7, Corn with 15% chicken manure (G15). It was evidenced that the addition of poultry manure significantly

increased the content of dry matter (DM), while the soybean forage (FS) presented similarity with the control. The total protein content (TP), due to the effect of the addition of FS, was higher than the other treatments studied. The nitrogen sources used did not affect the total fiber content (TF). The ash concentration value (C) was strongly affected by the addition of chicken manure. The content of ammoniacal nitrogen (N-NH₃) increased with the inclusion of chicken manure in the silage process. The pH value, the concentration of lactic and butyric acid was significantly higher with the addition of chicken manure. In conclusion, it can be indicated that the addition of both chicken manure and soybean forage improve the nutritional content of corn silage, however, the inclusion of soybean forage is much more favorable in terms of fermentative variables.

Keywords: Silage, fermentation, nitrogen, poultry manure, soybeans, additives.

INTRODUCCIÓN

En zonas tropicales como en Ecuador el régimen de lluvias limita la disponibilidad del pasto durante el verano afectando la productividad ganadera. Por otro lado, la ampliación de la frontera agrícola y su generación de residuos de cosechas y subproductos agroindustriales induce a la implementación de sistemas de producción cada vez más intensivos, cuyo balance alimentario permita el máximo y regular rendimiento animal. Tal regularidad es el reflejo de la oferta continua de alimento, que en parte se logra a través de la conservación de forrajes (Rotz y Muck, 1994).

La técnica de conservación, como silaje, es de aplicación mundial (Wilkinson y Davies, 2012) y entre los pastos el maíz (*Zea mays*) cultivado como forraje y ensilado, es de mayor aceptación debido a su regularidad de producción y atributos nutricionales, composición química y óptimas características fermentativas, (Khan et al., 2014), no obstante el bajo contenido de nitrógeno de esta planta, hace que se traslade este valor al ensilaje y por lo tanto el aporte nutricional al sistema ruminal sea restringido (Castillo Jiménez et al., 2009), por lo que se hace necesaria la búsqueda de alternativas para incrementar el contenido proteico para mejorar su calidad y con ello la productividad animal.

Para tal propósito la gallinaza es una alternativa, como subproducto agroindustrial, de rápida y suficiente disponibilidad con elevado contenido de nitrógeno proteico y no proteico (van Ryssen, 2001). Es de gran utilidad en la alimentación de rumiantes principalmente por esta característica, (Hadjipanayiotou et al., 1993), aunque debe considerarse que en su mayor parte se halla en forma de nitrógeno no proteico (NNP), representando una alternativa al ser asociado a los procesos en conservación de forrajes para mejorar el contenido de estos que generalmente poseen bajo valor en este nutriente (Estrada-Pareja, 2005).

Otra alternativa es la soya cultivada como forraje, (Hintz et al., 1992), es de gran producción de biomasa y fuente de nitrógeno sostenible con la madurez (Touno et al., 2014), mismo que tiene una alta solubilidad e incrementa con el proceso de ensilaje (Mustafa et al., 2007), lo que permite que presumir una mejor relación del uso de los carbohidratos y compuestos nitrogenados para así favorecer la multiplicación bacteriana. Por ello este trabajo planteó cuantificar la capacidad de fermentación y calidad nutricional del ensilaje de maíz con la adición de fuentes de nitrógeno como gallinaza y forraje de soya (*Glicine max* (L.) Merr.), como alternativa de alimentación de rumiantes en condiciones tropicales.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se llevó a cabo, en el cantón Quevedo, provincia de Los Ríos-Ecuador, en la Finca Experimental “La María” de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo (UTEQ) ubicada en el Km 7,5 vía Quevedo-El Empalme, entrada al cantón Mocache, en las coordenadas geográficas 79° 27' de longitud Oeste y 01° 06' de Latitud Sur 73 msnm. Según el sistema de clasificación de las zonas de vida de Holdridge, la localidad de Quevedo se encuentra dentro de la zona ecológica Bh-T.

Para determinar la composición química en términos de contenido de materia seca (MS), materia orgánica (MO), proteína total (PT), fibra total (FT) y cenizas (C) se empleó la metodología sugerida por la AOAC (1990), y las características fermentativas de los silajes, en lo referente a la concentración de ácido láctico fue determinado espectrofotométricamente de acuerdo a Baker y Summerson (1941), ácido acético y butírico mediante lo establecido por Erwin et al. (1961), Nitrógeno amoniacal (N-NH₃) según McCullough (1967), y el pH mediante el empleo de un potenciómetro (Orión Research, Inc Type 260A); en el Laboratorio de Bromatología de la Escuela Politécnica del Chimborazo (ESPOCH).

Tratamientos y Diseño Experimental

El experimento estuvo conformado por siete tratamientos y cuatro repeticiones, cada uno constituido por un microsilaje de maíz más un aditivo nitrogenado de 60 días de fermentación, contenido en un tanque de plástico de 20 litros de capacidad. Los tratamientos fueron: Forraje de maíz solo o control (FM); Maíz con inclusión de 10% de forraje de soya (FS10); Maíz con 20% de forraje de soya (FS20); T4, Maíz con 30% de forraje de soya (FS30); T5, Maíz con 5% de gallinaza (G5); T6, Maíz con 10% de gallinaza (G10) y T7, Maíz con 15% de gallinaza (G15). Todos los microsilajes fueron mezclados con 3% melaza en relación al peso.

Para el análisis estadístico se empleó el paquete SAS (SAS, 2004). Se realizó el análisis de varianza ANOVA de un diseño completamente aleatorizado con comparaciones ortogonales y polinomios ortogonales. Cuando existieron diferencias estadísticas significativas entre grupos y dentro de grupos se aplicó la prueba de separación de medias: Tukey, testando probabilidades menores a 0,05.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Composición química

Las respuesta de la presente investigación en lo referente al contenido de materia seca del ensilaje de Forraje de Maíz (FM, testigo) fueron similares a los reportados por Fonseca et al. (2000) y Jalc et al. (2009), sin embargo, comparando el testigo ensilado, al que se le adicionó gallinaza (G) y soya (FS) en su conjunto, el que recibió la inclusión de gallinaza, incrementó ($P < 0,01$) en 4.1 % el contenido de materia seca (MS), estos resultados concuerdan con los reportados por Mthiyane et al. (2001) quien con el fin de evaluar las características del ensilaje del forraje de caña de azúcar asociado a pollinaza encontró un comportamiento creciente en el contenido de esta variable. Por otra parte, el FS provocó una reducción de 7,0 % ($P > 0,05$), siendo el ensilaje con el de mayor nivel de inclusión (15%) de este desecho avícola el que reportó el más alto contenido de materia seca ($P < 0,01$). El efecto de la gallinaza sobre el contenido de la MS fue lineal y positivo, y con igual tendencia, pero negativo el ensilaje elaborado con forraje de soya (FS; $P < 0,01$). El contenido de MS del ensilaje con el nivel de 10% de FS fue superior ($P < 0,05$) al ser comparado con los otros niveles de inclusión.

Coincidentemente con los resultados de esta investigación, Fonseca et al. (2000), encontraron que el ensilaje de maíz presentó valores promedios de PT de 81 g Kg⁻¹ de MS, aunque Possenti et al. (2005)

y Castillo Jiménez et al. (2009) reportaron valores ligeramente superiores. Los resultados del contenido de proteína total (PT), en esta investigación demostraron que con la inclusión de FS mejoró ($P < 0.01$) el contenido de este nutriente en el ensilaje de FM, similar a lo reportado por Ojeda et al. (2006). Mientras que dentro de FS los tres niveles tuvieron el mismo efecto ($P > 0.05$); así mismo, la adición de gallinaza al ensilaje no estimuló cambio alguno en esta variable; este comportamiento, en contrario al reportado por Mthiyane et al. (2001) quien con niveles incrementales de gallinaza, el ensilaje presentó mayor contenido de proteína total. La inclusión tanto de gallinaza como de forraje de soya no afectó el contenido de fibra total (FT) del silaje de FM, sin embargo, evaluando el efecto directo de la gallinaza como nivel incremental (G10 y G15) condujo a un menor contenido fibra. El efecto de la inclusión de gallinaza presentó una disminución lineal en el contenido de paredes celulares ($P < 0.05$), estos resultados concuerdan con los reportados por Mthiyane et al. (2001), quienes demostraron que con el incremento de la inclusión de pollinaza las concentraciones de la fracciones fibrosas del ensilaje fueron inferiores al testigo; sin embargo, estos resultados son contrarios a los reportados por Zhu et al. (2011), en terminos del uso de la inclusión de leguminosas en el ensilaje de FM.

Al comparar el efecto de la inclusión de gallinaza y el forraje de soya en el ensilaje de FM, solo la gallinaza incrementó el contenido de Ceniza ($P < 0.01$), ya que el testigo presentó valores de 6.9% de esta fracción, siendo estos valores similares a los reportados por Possenti et al. (2005) y superiores a los indicados por Khan et al. (2012). Debe indicarse que, que la inclusión de gallinaza en el ensilaje de FM presentó una tendencia lineal positiva de esta variable ($P < 0.01$). En cuanto al contenido de materia orgánica (MO), la inclusión de forraje de soya propició iguales respuestas a las demostradas por el testigo, siendo estos superiores ($P < 0.01$) con relación al FM con inclusión de gallinaza; la misma que tuvo una tendencia lineal decreciente al incrementar sus niveles ($P < 0.01$) (Cuadro 1).

CUADRO 1.

Efecto de aditivos nitrogenados sobre la concentración de materia seca, proteína, fibra, cenizas y materia orgánica (g kg⁻¹ MS) en microsilos de maíz forrajero.

Cuadro 1. Efecto de aditivos nitrogenados sobre la concentración de materia seca, proteína, fibra, cenizas y materia orgánica (g kg⁻¹ MS) en microsilos de maíz forrajero.

Variables	Materia Seca	Proteína	Fibra	Ceniza	Materia Orgánica
Entre grupos					
Testigo	282,7 b	79,43 b	312,08	69,28 b	930,73 a**
Gallinaza (G)	323,78 a**	100,52 b	285,63	160,56a**	839,44 b
Soya (S)	275,7 b	133,71 a**	283,14	86,57 b	913,43 a
Testigo vs G + S					
Testigo	282,7b	79,43 b	312,08	69,28	930,73 a**
G + S	299,74 a**	117,12 a**	284,39	123,57 a**	876,44b
G vs S					
G	323,78a**	100,52 b	285,63	160,56 a**	820,875 b
S	275,7b	133,71 a**	283,14	86,57b	913,43 a**
Dentro de G					
G5	308,325 b	107,58	309,35	123,43 c**	876,58 a**
G10	320,8 b	91,55	282,95	164,65 b	835,35 b
G15	342,2 a**	102,43	264,6	193,6 a*	806,4 c*
G5 vs G10 + G15					
G5	308,33 b	107,58	309,35 a*	123,43 b	876,58 a**
G10 + G15	331,5 a**	96,99	273,78 b	179,13 a**	820,875 b
G10 vs G15					
G10	320,8 b	91,55	282,95	164,65 b	835,35 a**
G15	342,2 a**	102,43	264,6	193,6 a**	806,4 b
Dentro de S					
S10	286,56 a*	122,23	285,18	84,74	915,26
S20	270,43b	141,78	285,51	85,83	914,18
S30	270,1 b	137,13	278,74	89,15	910,85
S10 vs S20 + S30					
S10	286,575 a**	122,23	285,18	84,74	915,26
S20 + S30	270,27 b	139,46	282,13	87,49	912,52
S20 vs S30					
S20	270,425	141,78	285,51	85,83	914,18
S30	270,1	137,13	278,74	89,15	910,85

a,b. Promedios con el mismo literal son estadísticamente iguales según Tukey (P<0.05).

CUADRO 2.

Efecto de aditivos nitrogenados sobre la concentración de nitrógeno amoniacal, pH, ácido láctico, ácido acético, ácido butírico (g kg⁻¹ MS), en microsilos de maíz forrajero.

Variables	N-NH ₃	pH	Ácido láctico	Ácido acético	Ácido butírico
Entre grupos					
Testigo	15,49 b	4,28 b	36,3 a	8,9	0,1 b
Gallinaza (G)	18,65 a**	4,91 a*	38,0 a**	10,9	9,8 a**
Soya (S)	16,35 b	3,68 c*	18,9 b	8,6	0,2 b
Testigo vs G + S					
Testigo	15,49b	4,28	36,3 a*	8,9	0,1 b
G + S	17,5 a**	4,29	28,5 b	9,7	5,0 a**
G vs S					
G	18,65 a**	4,91 a**	38,0 a**	10,9 a*	9,8 a**
S	16,35 b	3,68 b	18,9 b	8,6 b	0,2 b
Dentro de G					
G5	18,04	4,70	37,6	10,9	5,2b
G10	19,28	4,80	40,7	10,9	8,8b
G15	18,62	5,23	35,7	10,8	15,3 a**
G5 vs G10 + G15					
G5	18,04	4,70	37,6	10,9	5,2 b
G10 + G15	18,95	5,02	38,2	10,9	12,1 a**
G10 vs G15					
G10	19,28	4,80	40,7	10,9	8,8 b
G15	18,62	5,23	35,7	10,8	15,3 a**
Dentro de S					
S10	16,64	3,56	16,7	7,4	0,2
S20	16,68	3,69	18,9	8,3	0,2
S30	15,74	3,78	21,1	10,1	0,2
S10 vs S20 + S30					
S10	16,64	3,56	16,7	7,4	0,2
S20 + S30	16,21	3,74	20,0	9,2	0,2
S20 vs S30					
S20	16,68	3,69	18,9	8,3	0,2
S30	15,74	3,78	21,1	10,1	0,2

a,b. Promedios con el mismo literal son estadísticamente iguales según Tukey (P<0.05)

Características fermentativas

Las concentraciones N-NH₃ como parte proporcional del N total del ensilaje con gallinaza, demostró mayor concentración, al compararse con el testigo y con el ensilaje con forraje de soya; siendo la tendencia de estos resultados similares a los reportados por Zhu et al. (2011), quienes evaluaron la inclusión de *Pisum sativum* en el ensilaje de FM; acción que demuestra que la inclusión de la gallinaza tiene efectos negativos en el proceso de conservación del FM con inclusión de gallinaza, asociando esta respuesta a la alta concentración de N-NH₃ presente en este subproducto avícola.

El potencial de hidrogeniones (pH) del ensilaje de FM presentó un valor de 4.28, valor superior a los reportados por Fonseca et al. (2000), Steidlóvá & Kalac (2002), Branislav et al. (2008) y Weinberg et al. (2011). Sin embargo, es importante mencionar, que la inclusión de gallinaza elevó el pH, mientras que el forraje de soya lo disminuyó (P<0.05), lo anterior en terminos de las respuesta de la adición del forraje de soya, puede ser explicado por el alto contenido de humedad de la forraje de soya utilizado en la presente investigación, el cual como lo menciona Giver-Revendin et al. (2002), a las fuentes alimenticias con alto contenido de humedad, se las considera que tienen un alta capacidad de retención de agua; misma que demuestran la posibilidad de reduccion de pH.

La concentración de ácido láctico (AL) del ensilaje de FM, reportó valores de 36. 3 g kg⁻¹ de MS, valores que son similares a los reportados por Weinberg et al. (2011). Es indispensable menconar que que no existión diferencias entre el FM y el forraje que contenía G, esto pudiera deberse al proceso de conservación del forraje; sin embargo, la adición del forraje de soya deprimió la fermentación lactica, fenomeno asociado al estado de madurez. En cuanto al ácido acético (AA) solo la G incremento (P<0.05) su concentración en el FM, mientras que la inclusión de gallinaza y de forraje de soya incremento significativamente (P<0.01) la concentración de ácido butírico (AB). La mayor inclusión de gallinaza indujo linealmente (P<0.01) mayor concentración de AB (Cuadro 2).

CONCLUSIONES

Se puede indicar que la inclusión de gallinaza y forraje de soya en el proceso de ensilaje del forraje de maíz, tiene efectos positivos relacionados con el incremento de las características nutritivas y fermentativas de esta gramínea forrajera, toda vez que la adición de gallinaza provocó incrementos de contenido de MS; el FS, mejoró el contenido de proteína, así como, las concentraciones de las variables de fermentación; por lo que estas respuestas hacen considerar que el uso de forraje de soya, es una buena alternativa para corregir las deficiencias nutricionales del forraje de maíz.

LITERATURA CITADA

- AOAC (Association of Official Analytical Chemistry).. 1990. Official Methods of Analysis. (15th ed., Vol. 1). Washington, DC., USA: Association of Official Analytical Chemists.
- Baker, B., & Summerson, W. 1941. The colorimetric determination of lactic acid in biological material. *Journal of Biology and Chemistr.*, 538-554.
- Branislav, G., Daniel, B., Miroslav, J., & Milan, S. 2008. Influence of silage additive on fermentation of high moisture crimped corn. *Journal Central European Agriculture*, 9(3):439-444.
- Castillo Jiménez, M., Rojas-Bourillon, A., & Wing Chin-Jones, R. 2009. Valor nutricional del ensilaje de maíz cultivado en asocio con vigna (*Vigna radiata*). *Agronomía Costarricense*, 33(1):133-146.
- Erwin, E., Marco, G., & Emery, E. 1961. Volatile fatty acid analysis of blood and rumen fluid by gas chromatograohy. *Journal of Animal Science*, 44: 1768-1776.
- Estrada Pareja, M. M. 2005. Manejo y procesamiento de la gallinaza. *Revista Lasallista de investigación*, 2(1):43-48.
- Fonseca , A., Cabrita, A., Lage, A., & Gomes, E. 2000. Evaluation of the chemical composition and the particle size of maize solage produced in North-West of portugal. *Animal Feed science and Technology*, 83:173-183.
- Giver-Revendin, S., Duvaux-Ponter, C., Sauvant , D., Martin, O., Nunes do Prado, I., & Muller, R. 2002. Intrinsic buffering capacity of feedstuffs. *Animal Feed Science and Technology*, 96:83-102.
- Hadjipanayiotou, M., Verhaeghe, L., Labban, L., Shurbaji, A., El-Rahman Kronfoleh, A., Al-Wadi, M., . . . Kader Al-Haress, A. 1993. Feeding ensiled poultry excreta to ruminant animals in Syria. *Livestock Research for Rural Development*, 5(1).
- Hintz, R., Albrecht, K., & Oplinger, E. 1992. Yield and quality of soybean forage as affected by cultivar and management practices. *Agronomy Journal*, 84(5):95-798.
- Jalc, D., Laukova, A., Pogány, M., Váradyová, Z., & Homolka, P. 2009. Bacterial inoculant effects on corn silage fermentation and nutrient composition. *Asian Australasian Journal of Animal Science*, 22(7):977-983.
- Khan, N. A., Yu, P., Ali, M., Cone, J. W., & Hendriks, W. H. 2014. Nutritive value of maize silage in relation to dairy cow performance and milk quality. *Journal of Science Food and Agriculture*, 9.(2):238-252.
- Khan, N., Cone, J., Fievez, V., & Hendriks, W. 2012. Causes of variation in fatty acid content and composition in grass and maize silages. *Animal Feed Science and Technology*, 174:36-45.
- McCullough, H. 1967. The determination of ammonia in whole blood by a direct colorimetric method. *Clinical Chemistry Acta*, 17:297-304.
- Mthiyane, D., Nsahlai, I., & Bonsi, M. 2001. The nutritional composition, fermentation characteristics, in sacco degradation and fungal pathogen dynamics of sugarcane tops ensiled with broiler litter with or without water. *Animal feed Science and Techology*, 94:171-185.
- Mustafa, A., García, J. C., Seguin, P., & Marois-Mainguy, O. 2007. Chemical composition, ensiling characteristics and ruminal degradability of forage soybeans cultivars. *Canadian Journal of Animal Science*, 87:623-629.
- Ojeda, F., Montejo, I., & López, O. 2006. Estudio de la calidad fermentativa de la morera y la hierba de guinea ensilada en diferentes proporciones. *Pastos y Forrajes*, 29(2):195-200.

- Possenti, R., Junior, E., Bueno, M., Bianchini, D., Leinz, F., & Rodrigues, C. 2005. Parametros bromatologicos e fermentativos das silagens de milho e girasol. *Ciencia Rural*, 3.(5):1185-1189.
- Rotz, C. A., & Muck, R. E. 1994. Changes in forage quality during harvest and storage. En G. C. Fahey, M. Collins, D. R. Mertens, L. E. Moser, & C. S. American Society of Agronomy (Ed.), *Forage quality, evaluation and utilization. Silage Science and Technology*. (págs. 828-868). Madison, Wisconsin, USA.
- SAS. 2004. Institute. User's Guide: Statistics [CD-ROM Computer file]. Version 9. USA.
- Steidlová, S., & Kalac, P. 2002. Levels of biogenic amines in maize silages. *Animal Feed Science and Technology*, 102:197-205.
- Touno, E., Kaneko, M., Uozumi, S., Kawamoto, H., & Deguchi, S. 2014. Evaluation of feeding value of forage soybean silage as a substitute for wheat bran in sheep. *Animal Science Journal*, 85:46-52.
- Van Ryssen, J. 2001. Poultry litter as a feedstuff for ruminants: A South African sense. *South African Journal of Animal Science*, 1-8.
- Weinberg, Z., Khanal, P., Yildiz, C., Chen, Y., & Arieli, A. 2011. Ensiling fermentation products and aerobic stability of corn and sorghum silages. *Grassland Science*, 57:1-5.
- Wilkinson, J., & Davies, D. 2012. The aerobic stability of silage: Key finding and recent developments. *Grass and Forage Science*, 68:1-19.
- Zhu, Y., Bai, C., Guo, X., Xue, Y., & Ataku, K. 2011. Nutritive value of corn silage in mixture with vine peas. *Animal Production Science*, 51:1117-1122.