
ARTÍCULO CIENTÍFICO

Efecto de la inclusión de diferentes niveles de morera
(*Morus alba*) en la calidad nutricional de ensilajes de sorgo
(*Sorghum alnum*)

*Effect of the inclusion of different mulberry (Morus alba)
levels on the nutritional quality of sorghum
(Sorghum alnum) silages*

A. Alpizar¹, María Isabel Camacho¹, C. Sáenz¹, M. E. Campos², J. Arece³ y M. Esperance³

¹Escuela de Ciencias Agrarias, Facultad de Ciencias de la Tierra y el Mar, Universidad Nacional de Costa Rica, Heredia, Costa Rica, apdo. postal 86-300

E-mail: andres.alpizar.naranjo@una.cr

²Universidad Técnica Nacional, Sede de Atenas, Alajuela, Costa Rica, apdo. postal 7-4013

³Estación Experimental de Pastos y Forrajes Indio Hatuey,

Universidad de Matanzas Camilo Cienfuegos, Ministerio de Educación Superior
Central España Republicana, CP 44280, Matanzas, Cuba

RESUMEN: El objetivo de esta investigación fue determinar el efecto de la inclusión de diferentes niveles de morera (*Morus alba*) en la calidad nutricional de ensilajes de sorgo (*Sorghum alnum*). Se evaluaron cinco proporciones de sorgo: morera (100:0, 75:25, 50:50, 25:75 y 0:100), con un diseño completamente aleatorizado y tres réplicas por cada tratamiento. Las mezclas se hicieron en base fresca y se colocaron en tanques plásticos de 120 L. La compactación se realizó en capas de 20 cm, mediante el apisonamiento con los pies, y se adicionó melaza a razón del 4 % del peso del material verde. Los ensilajes fueron almacenados durante 40 días. Antes y después de la conservación, se determinó: la materia seca (MS), la proteína cruda (PC), la fibra neutro detergente (FND), la fibra ácido detergente (FAD), la hemicelulosa y las cenizas. Con el aumento del porcentaje de morera se incrementaron de manera significativa los contenidos de MS, PC y cenizas ($p < 0,05$). La FND, la FAD y la hemicelulosa tendieron a aumentar después de la conservación. Los valores de pH de las mezclas 100:0 (3,81), 75:25 (3,91) y 50:50 (3,89) tuvieron diferencias significativas ($p < 0,01$) respecto a 75:25 (4,05) y 0:100 (4,08). La valoración organoléptica mostró un proceso de conservación adecuado en todas las mezclas. Se concluye que la inclusión de 50 % de morera constituye una alternativa viable para mejorar la calidad nutricional del ensilaje de sorgo.

Palabras clave: alimentación de los animales, composición química, silos

ABSTRACT: The objective of this study was to determine the effect of the inclusion of different mulberry (*Morus alba*) levels on the nutritional quality of sorghum (*Sorghum alnum*) silages. Five sorghum:mulberry ratios (100:0, 75:25, 50:50, 25:75 and 0:100) were evaluated, with a completely randomized design and three replications per treatment. The mixtures were made on fresh basis and they were placed in 120-L plastic tanks. Compaction was performed in 20-cm layers, tamping the materials down with the feet, and molasses was added at a rate of 4 % of the weight of the green material. The silages were stored during 40 days. Dry matter (DM), crude protein (CP), neutral detergent fiber (NDF), acid detergent fiber (ADF), hemicellulose and ash were determined before and after conservation. With the increase of the mulberry percentage the DM, CP and ash contents increased significantly ($p < 0,05$). The NDF, ADF and hemicellulose tended to increase after conservation. The pH values of the mixtures 100:0 (3,81), 75:25 (3,91) and 50:50 (3,89) had significant differences ($p < 0,01$) with regards to 75:25 (4,05) and 0:100 (4,08). The organoleptic evaluation showed an adequate conservation process in all the mixtures. The inclusion of 50 % mulberry is concluded to constitute a viable alternative to improve the nutritional quality of the sorghum silage.

Key words: animal feeding, chemical composition, silos

INTRODUCCIÓN

Uno de los problemas de la alimentación de los rumiantes en el trópico es la pobre calidad nutritiva de los forrajes, lo cual se debe, principalmente, a sus bajos contenidos de nitrógeno y a la reducción de su producciones durante la época seca (Cárdenas *et al.*, 2003). Para suplir estas insuficiencias, la ganadería se ve forzada a utilizar suplementos balanceados de elevado precio, que representan entre el 56 y 60 % de los costos totales de la producción de leche vacuna en Costa Rica (Tobía *et al.*, 2004).

Dicha situación obliga a buscar alternativas tecnológicas para reducir los costos y aumentar la eficiencia de los sistemas ganaderos. Una de ellas es la confección de ensilajes; lo cual permite, sin ocasionar grandes transformaciones en la calidad nutricional, conservar el exceso de forraje producido durante la época lluviosa para que sea utilizado en el periodo de menor disponibilidad (Tobía *et al.*, 2004; Borja *et al.*, 2012).

En Costa Rica el sorgo (*Sorghum alnum*) presenta un rendimiento de 40,2 t de MV ha⁻¹/corte y es ideal para ser conservado, por su alta concentración de azúcares solubles; aunque su calidad nutricional está limitada por su bajo contenido de proteína (Elizondo, 2004; Vargas, 2005).

La morera (*Morus alba*) es una arbórea con alto valor nutricional. Sus valores de proteína cruda la sitúan como una alternativa viable para ser utilizada en la alimentación de los rumiantes, de forma fresca o ensilada (Ojeda y Montejo, 2001; Casanovas *et al.*, 2004; Martín *et al.*, 2007; Milera *et al.*, 2010).

Ojeda *et al.* (2006) consideran que la elaboración de ensilajes mixtos tiene la ventaja de aprovechar, de manera simultánea, los rendimientos y el potencial fermentativo de las gramíneas, junto con los mayores niveles de proteína que presentan las plantas arbóreas; estos aspectos permiten obtener un ensilaje de mayor calidad.

En tal sentido, el objetivo de esta investigación fue determinar el efecto de la inclusión de diferentes niveles de morera en la calidad nutricional de ensilajes de sorgo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación y clima. La investigación se realizó durante la época lluviosa (mayo y julio) en la finca experimental Santa Lucía (FESL) de la Escuela de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Costa Rica, la cual se ubica en los 10° 1' 20" de latitud

Norte y 84° 06' 45" de longitud Oeste, a una altitud de 1 250 msnm, en el cantón de Barva (provincia de Heredia, Costa Rica).

El clima de la zona experimental se caracteriza por presentar una precipitación anual de 2 371 mm. La humedad relativa es de 78,0 % y la temperatura media anual, de 21,5 °C, con mínimas de 15,2 °C y máximas de 27,80 °C (IMN, 2009).

Manejo agronómico de los forrajes. La plantación de sorgo se sembró a chorrillo, a una distancia de 1,0 m entre surcos, para una dosis de 20 kg/ha.

Se realizaron tres fertilizaciones: una al momento de la siembra, con fórmula NPK (10-30-10) a razón de 60 kg/ha; y las otras dos a los 20 y 40 días –respectivamente– posteriores a la siembra, con urea a razón de 33,2 kg/ha.

Las plantas no deseadas se controlaron mediante la aplicación de herbicida selectivo 2,4-D y glifosato, de forma localizada. El forraje se cosechó al inicio de la floración, lo que ocurrió a los 70 días de plantado.

La morera tenía cuatro años de establecida y una densidad de siembra de 25 000 plantas ha⁻¹. Al comienzo de las lluvias (mayo) se realizó un corte de homogenización y se fertilizó con la misma fórmula de NPK; aunque se reforzó con nitrato de amonio y sulfato de potasio en una proporción de 30-50-15, a razón de 20 g planta⁻¹. El forraje de esta planta (hojas y tallos) se cosechó a los 90 días de rebrote, a una altura de corte de 40 cm.

Tratamientos y diseño experimental. El diseño fue completamente aleatorizado, con cinco tratamientos y tres repeticiones (tabla 1).

Tabla 1. Proporción de sorgo y morera en cada tratamiento.

Tratamiento	Sorgo	Morera
T ₁	100	0
T ₂	75	25
T ₃	50	50
T ₄	25	75
T ₅	0	100

Procedimiento experimental y mediciones. Los silos utilizados fueron tanques plásticos con cierre hermético, con un peso promedio (vacío) de 5,68 ± 0,36 kg y una capacidad entre 70 y 82 kg de forraje fresco.

Los forrajes de sorgo y morera se trocearon por separado, con un tamaño promedio de partícula de 2 cm. Las mezclas experimentales de sorgo y

morera se realizaron en base fresca, y se adicionó melaza a razón del 4 % del peso del material verde; la compactación se hizo en capas de 20 cm, mediante el apisonamiento con los pies. A continuación, los silos se sellaron de forma hermética y su apertura se prefijó a los 40 días.

La composición nutricional de las diferentes mezclas se determinó, en fresco, durante la confección de los ensilajes; mientras que el material conservado hasta la apertura se muestreó mediante un barreno cilíndrico de 2 m de longitud y 5 cm de diámetro. Este procedimiento permitió obtener materiales ensilados a diferentes profundidades (0-20, 40-50 y 100-120 cm), los que se homogenizaron para formar muestras de 0,6 kg.

Los indicadores medidos fueron: materia seca (MS), proteína cruda (PC) y cenizas (AOAC, 1984). La fibra neutro detergente (FND), la fibra ácido detergente (FAD) y la hemicelulosa se determinaron según los procedimientos propuestos por Goering y Van Soest (1970).

La calidad fermentativa de los ensilajes se determinó a partir del grado de acidez (pH), según la metodología descrita por Barnett (1954); y la valoración organoléptica, de acuerdo con la

tabla de indicadores propuesta por Ojeda *et al.* (1991).

Análisis estadístico. Se realizó un análisis de varianza a través del modelo general lineal. Las medias se compararon mediante el test de comparación de rangos múltiples de Duncan (1955), para un nivel de significación de $p < 0,05$. El paquete estadístico empleado fue SPSS® versión 15.0.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El contenido de MS es importante durante el proceso de ensilaje, ya que actúa como controlador de la calidad del proceso fermentativo (García *et al.*, 2010). En este sentido, Romero y Aronna (2006) señalaron que con el aumento de la MS del forraje se reduce el nivel de efluentes, lo cual puede generar la pérdida de nutrientes solubles.

Los valores de MS de las mezclas sorgo: morera variaron desde 26,52 % en el sorgo hasta 31,71 % en el tratamiento de 100 % de morera, para los forrajes en verde, con aumentos significativos ($p \leq 0,05$) en la medida en que se incrementó la morera (tabla 2). Esta tendencia se mantuvo una vez terminado el proceso de conservación, aunque con valores más bajos respecto a los iniciales, lo que se atribuye a la incorporación de la melaza.

Tabla 2. Composición química del material ensilado al inicio y al final del experimento.

Indicador (%)	Tratamiento (relación sorgo: morera)					ES \pm
	T ₁ (100:0)	T ₂ (75:25)	T ₃ (50:50)	T ₄ (25:75)	T ₅ (0:100)	
MS						
Inicial	26,52 ^e	28,96 ^d	29,36 ^c	30,26 ^b	31,71 ^a	0,45
Final	24,84 ^d	25,74 ^c	27,57 ^b	28,30 ^b	29,63 ^a	0,47
PC						
Inicial	8,77 ^e	10,47 ^d	11,19 ^c	11,51 ^b	11,76 ^a	0,28
Final	7,92 ^d	8,32 ^{cd}	8,92 ^c	9,67 ^b	10,42 ^a	0,25
FND						
Inicial	54,88 ^a	48,91 ^b	47,17 ^c	41,15 ^d	41,32 ^d	1,37
Final	60,70 ^a	50,42 ^b	47,08 ^c	44,57 ^c	41,21 ^d	1,81
FAD						
Inicial	35,08 ^a	27,42 ^c	28,33 ^b	24,87 ^e	26,43 ^d	0,94
Final	36,49 ^a	31,59 ^b	26,73 ^c	27,48 ^c	25,94 ^c	1,10
Hemicelulosa						
Inicial	19,80 ^b	21,50 ^a	18,85 ^c	16,28 ^d	14,90 ^e	0,63
Final	24,21 ^a	18,83 ^{bc}	20,35 ^b	17,09 ^{cd}	15,27 ^d	0,87
Cenizas						
Inicial	8,29 ^c	10,55 ^d	11,18 ^c	11,99 ^b	13,10 ^a	0,42
Final	9,01 ^c	10,25 ^b	10,34 ^b	11,19 ^b	12,92 ^a	0,36

a, b, c, d: medias con letras desiguales en las filas difieren significativamente para $p \leq 0,05$ (Duncan, 1955).

Boschini (2003) encontró comportamientos similares al evaluar diferentes proporciones de maíz y morera, lo cual ratifica que ocurren cambios en la MS durante la conservación (Ojeda *et al.*, 2006).

En la presente investigación se obtuvo un ensilaje de buena calidad, a pesar de que los contenidos iniciales y finales de MS fueron inferiores a los señalados por McDonald *et al.* (1998), quienes consideran que los valores óptimos de MS para garantizar este propósito deben fluctuar entre 32 y 37 %.

La proteína cruda de los forrajes frescos y de los ensilados mostró incrementos significativos ($p \leq 0,05$) en la medida que aumentó el porcentaje de morera en las mezclas, lo cual también fue señalado por Ojeda *et al.* (2006) y por Cárdenas *et al.* (2003), al introducir niveles crecientes de especies arbóreas en los ensilajes de gramíneas.

La morera alcanzó valores de PC similares a los reportados por González (1996). El proceso de conservación produjo disminución en dichos valores, lo cual se atribuye a la proteólisis que ocurre durante la fermentación, con la consecuente transformación de proteína en nitrógeno no proteínico, fundamentalmente como amoníaco (Cárdenas *et al.*, 2004).

Los forrajes utilizados presentaron diferencias en cuanto a los componentes vinculados a la fibra. El sorgo tuvo mayores porcentajes de FND, FAD y hemicelulosa que la morera, por lo que estos indicadores tendieron a disminuir de manera significativa ($p \leq 0,05$) a medida que se incrementaron los porcentajes de morera.

Después de la conservación, dichos indicadores tendieron a aumentar sus porcentajes, lo cual se atribuye a la participación de algunos de sus componentes en los procesos fermentativos; tales acciones provocan que varíen las proporciones de estos, con respecto a los forrajes frescos (Vargas, 2005).

Estos resultados en los componentes fibrosos no tuvieron el mismo comportamiento durante la conservación en otras gramíneas. En este sentido, los valores de FND obtenidos en el sorgo y la morera fueron inferiores a los reportados por Amador y Boschini (2000) y Boschini (2000).

Por su parte Boschini (2003), al evaluar ensilajes mixtos de maíz y morera, halló un aumento en los contenidos de FND y una disminución de la FAD y la hemicelulosa, como consecuencia del proceso de fermentación.

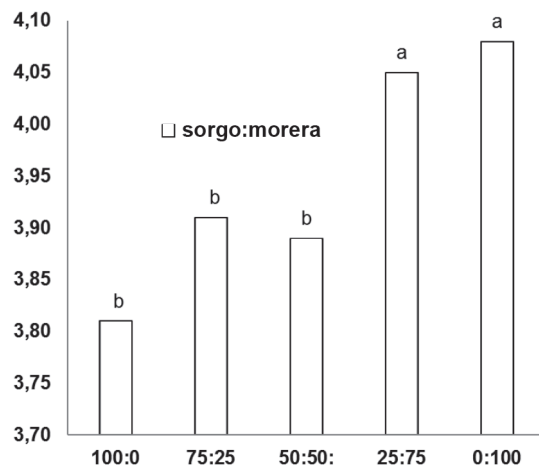
Asimismo, la FAD disminuyó con el incremento de la morera en la mezcla, lo cual se atribuye a

la presencia de mayores contenidos de FAD en el sorgo (Boschini y Elizondo, 2005). En la presente investigación, los valores de FAD obtenidos en el tratamiento T₁ (100 % de sorgo) después de la conservación, fueron similares a lo informado por Calsamiglia *et al.* (2004).

El contenido de ceniza de los forrajes verdes y de los conservados tendió a aumentar de manera significativa ($p \leq 0,05$), acorde con el incremento del nivel de morera, lo que se atribuye a sus altos niveles de calcio (Boschini y Vargas, 2009).

Durante el proceso de conservación se producen transformaciones que definen su calidad fermentativa, y se considera que el pH es uno de los cambios más radicales que ocurren (Vallejo, 1995). En este sentido, Ojeda *et al.* (2006) señalaron que cuando un ensilaje presenta entre 25 y 30 % de MS y su pH es inferior a 4,3, se puede considerar que el proceso se desarrolló de manera satisfactoria.

Los valores de pH de las mezclas, hasta la proporción 50:50, no mostraron diferencias significativas ($p < 0,01$) respecto a los ensilajes de sorgo al 100 %. Sin embargo, con el aumento del porcentaje de inclusión de morera este indicador se incrementó de manera significativa (fig. 1).



a, b: medias que difieren significativamente para $p \leq 0,01$

Fig. 1. pH de las mezclas ensiladas.

Tales cambios pueden estar relacionados con los incrementos que presentan las plantas arbóreas en la capacidad buferante, con respecto a las gramíneas (Santana, 2000). No obstante, los resultados indican que la morera posee cualidades fermentativas que le permiten ser conservada sola, ya que, aun en las proporciones más altas, sus valores de pH no comprometen la estabilidad del ensilaje (Mangado, 2006).

Por otra parte, los indicadores organolépticos constituyen una valoración subjetiva de la calidad de un ensilaje a través de los sentidos, y se han convertido en la alternativa de evaluación más utilizada y práctica (Ojeda *et al.*, 1991).

Los ensilajes presentaron un olor agradable a fruta madura, así como un color verde amarillento para las mezclas 100:0, 75:25 y 0:100, y verde pardo para 50:50 y 25:75; la textura fue bien definida, con fácil separación en todos los silos (tabla 3).

Las mezclas ensiladas tuvieron porcentajes de 92 hasta 100 %, lo que se considera como óptimo para ensilajes de buena calidad (Vallejo, 1995).

El objetivo de la conservación es preservar las características nutricionales del forraje original, con el mínimo de cambios en los contenidos de MS y de nutrientes (Muck, 1998). En este sentido, las mezclas ensiladas solo mostraron pequeños cambios en los indicadores nutricionales evaluados, lo cual indica que se produjo un adecuado proceso de fermentación.

Se concluye que la incorporación de morera en el ensilaje de sorgo incrementó su valor nutricional, ya que mejoró los contenidos de proteína y disminuyó los componentes fibrosos. La inclusión de un 50 % de morera fue el mejor resultado, ya que se incrementó la proteína cruda del ensilaje de sorgo, se disminuyó la fibra y se alcanzó un pH adecuado para conservar el material.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a la Fundación para el Fomento y Promoción de la Investigación y Trans-

ferencia de Tecnología Agropecuaria de Costa Rica (FITACORI), por el financiamiento otorgado para la ejecución de esta investigación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AOAC. *Official methods of analysis*. 13th ed. Washington, D.C.: Association of Official Analytical Chemists, 1984.
- Amador, Ana L. & Boschini, C. Calidad nutritiva de la planta de sorgo negro forrajero (*Sorghum alnum*) para la alimentación animal. *Agronomía Mesoamericana*. 11 (2):79-84, 2000.
- Barnet, A. *Silage fermentation*. New York: Academic Press, 1954.
- Borja, M. S.; Oliveira, R. L.; Lima, L. S.; Bagaldo, Adriana; Carvalho, G. G. & Ribeiro, C. V. Sunflower meal concentrations in Massai grass silage. *Rev. MVZ Córdoba*. 17 (2):3041-3046, 2012.
- Boschini, C. & Elizondo J. Determinación de la calidad y la producción de sorgo negro forrajero (*Sorghum alnum*) en edades para ensilar. *Agronomía Mesoamericana*. 16 (1):29-36, 2005.
- Boschini, C. & Vargas, C. Rendimiento y calidad de la morera (*Morus alba*) fertilizada con nitrógeno, fósforo y potasio. *Agronomía Mesoamericana*. 20 (2):285-299, 2009.
- Boschini, C. Consumo de morera (*Morus alba*) y sorgo negro forrajero (*Sorghum alnum*) en ganado Jersey. *Agronomía Mesoamericana*. 11 (2):73-77, 2000.
- Boschini, C. Características físicas y valor del ensilaje de morera (*Morus alba*) mezclado con forraje de maíz. *Agronomía Mesoamericana*. 14 (1):51-57, 2003.
- Calsamiglia, S.; Ferret, A. & Bach, A. *Tablas FEDNA de composición y valor nutritivo de forrajes y*

Tabla 3. Valoración de las características organolépticas de las mezclas ensiladas de sorgo y morera.

Indicador	Descripción	Proporción (%)					
		%	100:0	75:25	50:50	25:75	0:100
Olor	Agradable	54					
	Poco agradable	36	54	54	54	54	54
	Desagradable	18					
Color	Verde amarillento, verde, verde claro	24					
	Verde pardo, verde oscuro, verde rojizo	16	24	24	16	16	24
	Pardo amarillo, café oscuro, café verdoso	8					
Textura	Bien definido, se separa fácil	22					
	Jabonoso al tacto, mal definido	11	22	22	22	22	22
Porcentaje total			100	100	92	92	100

- subproductos fibrosos húmedos. I. Forrajes*. Madrid: Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal, 2004.
- Cárdenas, J. V.; Sandoval, C. A. & Solorio, F. J. Composición química de ensilajes mixtos de gramíneas y especies arbóreas de Yucatán, México. *Técnica Pecuaria en México*. 43 (3):283-294, 2003.
- Cárdenas, J. V.; Solorio, F. J. & Saldoval, C. A. *Ensilaje de forrajes: alternativa para la alimentación de rumiantes en el trópico*. México: Universidad Autónoma de Yucatán, 2004.
- Casanovas, E.; Carranza, A.; Caballero, C.; Novoa, R. & Valera, R. Nota técnica: Efecto de la inclusión de morera (*Morus alba*) en la producción de leche. *Pastos y Forrajes*. 27 (2):147-151, 2004.
- Duncan, D. B. Múltiple range and múltiple F. Test. *Biometrics*. 11:1-42, 1955.
- Elizondo, J. Consumo de sorgo negro forrajero (*Sorghum alnum*) en cabras. *Agronomía Mesoamericana*. 15 (1):77-80, 2004.
- García, A.; Thiex, Nancy; Kalscheur, K. & Tjardes, K. Interpretación del análisis del ensilaje de maíz. <http://www.extension.org/pages/11760/interpretacion-del-analisis-del-ensilaje-de-maz>. [13/3/2013], 2010.
- Goering, H.K. & Van Soest, P. *Forage fiber analyses: apparatus, reagents, procedures, and some applications*. Washington: Agricultural Research Service, Handbook 379, 1970.
- González, J. *Evaluación de la calidad nutricional de la morera (Morus sp.) fresca y ensilada, con bovinos de engorda*. Tesis presentada para optar por el grado de maestría. Turrialba, Costa Rica: CATIE, 1996.
- Instituto Meteorológico Nacional (IMN). *Datos climáticos. Periodo 2008-2009*. Heredia: Estación Meteorológica Finca Experimental Santa Lucía, Universidad Nacional de Costa Rica, 2009.
- Mangado, J. Como realizar correctamente el ensilaje de maíz. *Revista AFIGRA*. 64:56-62, 2006.
- Martín, G. J.; Noda, Yolai; Pentón, Gertrudis; García, D.E.; García, F.; González, E. *et al.* La morera (*Morus alba*, Linn.): una especie de interés para la alimentación animal. *Pastos y Forrajes*. 30 (1):3-19, 2007.
- McDonald, P.; Edward, R.A.; Greenhalgh, J.F.D. & Morgan, C.A. Evaluation of foods (A) Digestibility. In: *Animal nutrition*. 5th ed. Harlow, Essex, England: Longman Scientific and Technical, p. 221-229, 1998.
- Milera, Milagros; Sánchez, Tania & Martín, G. J. *Morus sp.* para la alimentación de bovinos en desarrollo (Nota técnica). *Pastos y Forrajes*. 33 (1):73-79, 2010.
- Muck, R. Factors influencing silage quality and their implications for management. *J. Dairy Sci.* 71 (11):2992-3002, 1988.
- Ojeda, F. & Montejo, I. L. Conservación de la morera (*Morus alba*) como ensilaje. I. Efecto sobre los compuestos nitrogenados. *Pastos y Forrajes*. 24 (2):147-155, 2001.
- Ojeda, F.; Cáceres, O. & Esperance, M. *Conservación de forrajes*. La Habana: Editorial Pueblo y Educación, 1991.
- Ojeda, F.; Esperance, M.; Milera, Milagros & Cáceres, O. Conservación de pastos y forrajes en zonas tropicales. En: Milagros Milera, comp. *Recursos forrajeros herbáceos y arbóreos*. Matanzas, Cuba: EEPF Indio Hatuey, Universidad de San Carlos, Guatemala, p. 200-252, 2006.
- Ojeda, F.; Montejo, I. L. & López, O. Estudio de la calidad fermentativa de la morera y la hierba de guinea ensilada en diferentes proporciones. *Pastos y Forrajes*. 29 (2):195-202, [13/3/2011]. 2006.
- Romero, L. & Aronna, Soledad. *Cómo disminuir las pérdidas durante el almacenaje de los ensilajes*. Sitio Argentino de Producción Animal. http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_reservas/reservas_silos/27-disminuir_perdidas_almacenaje.pdf, 2006.
- Santana, A. *Mejoramiento del valor nutritivo de los ensilajes tropicales mediante mezclas de gramíneas y leguminosas*. Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias. La Habana: ISCAH, 2000.
- Tobía, C.; Rojas, A.; Villalobos, E.; Soto, H. & Uribe, L. Sustitución parcial del alimento balanceado por ensilaje de soya y su efecto en la producción y calidad de la leche de vaca, en el trópico húmedo de Costa Rica. *Agronomía Costarricense*. 28 (2):27-35, 2004.
- Vallejo, M. *Efecto del premarchitado y la adición de melaza sobre la calidad del ensilaje de diferentes follajes de árboles y arbustos tropicales*. Tesis presentada para optar por el grado de maestría. Turrialba, Costa Rica: CATIE, 1995.
- Vargas, R. Valoración nutricional y degradabilidad ruminal de genotipos de sorgo forrajero. *Agronomía Mesoamericana*. 16 (2):215-233, 2005.