

Evaluación del rendimiento y la calidad del forraje Maralfalfa en tres vaquerías del norte de Puerto Rico en la época de días largos^{1,2}

Rafael Ramos-Santana³, Yamil Quijano-Cabrera⁴
y Raúl Macchiavelli⁵

J. Agric. Univ. P.R. 98(2):169-177 (2014)

RESUMEN

Se realizó un experimento para evaluar el rendimiento de materia seca (RMS) y la calidad del forraje de Maralfalfa a seis intervalos de cosecha (IC; 40, 50, 60, 70, 80, 90 d) en tres vaquerías del norte de Puerto Rico durante la época de días largos. El IC de 40 días resultó en significativamente ($P < 0.05$) menor RMS que los intervalos de 60, 80 y 90 días; no hubo diferencias significativas ($P < 0.05$) entre los RMS obtenidos a 40, 50 y 70 días. El corte a los 40 días resultó en la mejor calidad forrajera según indicado por los criterios de contenido de proteína bruta, digestibilidad *in vitro* de la materia seca, y de fibra insoluble en detergente neutro; además de valores estimados de energía neta, índice de calidad relativa y la producción teórica de leche. Aunque se observan diferencias significativas ($P < 0.05$) en algunos de estos criterios entre los IC de 40 y 50 días, el de 50 días todavía evidencia una buena calidad nutricional; contrario a los cuatro intervalos más largos, con los que se obtuvo mayor RMS pero la calidad forrajera resultó marcadamente inferior. Las ecuaciones de regresión simple entre la digestibilidad *in vitro* de la materia seca y de la fibra insoluble en detergente neutro versus el intervalo de corte mostraron una pérdida en digestibilidad de 2.7 y 3 puntos porcentuales por cada 10 días de aumento en el intervalo de corte, respectivamente.

Palabras clave: *Pennisetum* spp., forrajes, días largos

ABSTRACT

Yield and quality of Maralfalfa forage during long days on three dairy farms in northern Puerto Rico

¹Manuscrito sometido a la Junta Editorial el 14 de marzo de 2014.

²Esta investigación se realizó gracias a la aportación de los ganaderos Rafael Cardona, Ada Vélez y Alfredo Pérez de la región norte en Arecibo, Puerto Rico. El material vegetativo de Maralfalfa lo aportó el Instituto Dominicano de Investigaciones Agropecuarias y Forestales al Proyecto ZTS-55 de la Estación Experimental Agrícola liderado por el Dr. Elide Valencia.

³Catedrático retirado, Departamento de Cultivos y Ciencias Agroambientales, Estación Experimental Agrícola de Corozal.

⁴Especialista en Pastos, Departamento de Cultivos y Ciencias Agroambientales, Servicio de Extensión Agrícola.

⁵Catedrático, Departamento de Cultivos y Ciencias Agroambientales, Colegio de Ciencias Agrícolas, Universidad de Puerto Rico en Mayagüez.

An experiment was conducted to evaluate the dry matter yield and quality performance of Maralfalfa forage obtained at six harvest intervals (HI; 40, 50, 60, 70, 80, 90 d) on three dairies in northern Puerto Rico during the long day season. The 40-day harvest interval was significantly ($P < 0.05$) inferior in dry matter yield to those of 60, 80, and 90 days; no significant ($P < 0.05$) differences in yield were observed among intervals of 40, 50 and 70 days. The 40-day interval showed the highest forage quality as indicated by crude protein content, digestibility in vitro of dry matter and neutral detergent fiber, and estimated net energy, index of relative forage quality and theoretical milk production. Although significant ($P < 0.05$) differences were observed in some of these criteria between 40- and 50-day harvest intervals, the latter maintained a good nutritional value in contrast to drastic losses in quality observed with the longer harvest intervals under study. The simple regression equations between digestibility in vitro of dry matter and of neutral detergent fiber versus harvest interval showed a decrease in digestibility of 2.7 and 3.0 percentage points for each additional 10 days of harvest interval, respectively.

Key words: *Pennisetum* spp., forages, long days

INTRODUCCIÓN

Maralfalfa (*Pennisetum* spp.) es un pasto mejorado perenne desarrollado en Colombia y luego propagado ampliamente en la América Latina. Se caracteriza por extraordinaria producción de forraje y excelente valor nutricional. Ha sido evaluado a diferentes altitudes de América Latina abarcando desde el nivel del mar hasta 3,000 msnm. En Colombia se debaten varias hipótesis sobre el origen de esta forrajera. Se dice que es el resultado de varios cruces de especies forrajeras y cada fuente de información discrepa en cuanto a cuáles fueron las especies que se cruzaron. Existen varias empresas productoras de semillas para pastos que alegan ser los verdaderos proveedores de la auténtica semilla de Maralfalfa. Inicialmente se comenzó el uso de esta forrajera en varias vaquerías de Colombia sin mediar información técnica confiable sobre su desempeño agronómico, sino más bien dependiendo de la información de campo que circulaba entre los productores de leche (Palacios-Hilario, 2010; Correa-Cardona, 2007). En Puerto Rico, la Maralfalfa fue introducida por la Estación Experimental Agrícola a través del Instituto Dominicano de Investigaciones Agropecuarias y Forestales (IDIAF). Un número considerable de ganaderos lecheros entusiasmados con esta forrajera la han propagado en sus fincas y actualmente la utilizan en la alimentación de sus hatos. Estos ganaderos están convencidos que la Maralfalfa es un excelente forraje, sin embargo, se requiere mayor evidencia técnica sobre su desempeño bajo las condiciones agroambientales locales.

Existe poca información científica confiable sobre el valor nutritivo de la Maralfalfa en diversas etapas de cosecha, pero la literatura

científica incluye información sobre este y otros tipos de pasto Elefante (Napier) [*Pennisetum purpureum* (syn. *Cenchrus purpureus*)] con alto potencial para la producción forrajera. Entre estos últimos se encuentran el pasto Elefante verde, y el cultivar conocido como Elefante morado (Sterling-Rojas y Guerra-Guzmán, 2010; Correa-Cardona, 2007). En Colombia, Sterling-Rojas y Guerra-Guzmán (2010) cortaron tres de estos forrajes a intervalos largos de 120 días y obtuvieron una mayor producción anual (t/ha) de biomasa verde, pero no significativamente diferente, para el pasto Elefante verde (264) comparado con el pasto Maralfalfa (232) y el Elefante morado (182). En porcentaje de proteína bruta (PB) (base seca), el pasto Elefante verde resultó significativamente ($P < 0.05$) superior (6.7) a la Maralfalfa (3.62) y al Elefante morado (4.4). En Puerto Rico, Ramos-Santana et al. (2013) compararon el potencial del pasto Maralfalfa con otras cuatro forrajeras del género *Pennisetum* al cosechar a 90 días de rebrote bajo condiciones de baja fertilización. No se observaron diferencias significativas ($P > 0.05$) entre los cultivos en cuanto al rendimiento de materia seca (RMS), que resultó muy bajo con promedio anual de 9,915 kg/ha para todos los cultivares. No se observaron diferencias significativas ($P > 0.05$) en el contenido de PB, cuyo valor más bajo (5.3%) fue el de Maralfalfa, mientras el promedio de las cinco forrajeras fue de 6.14%. Clavero y Razz (2009) evaluaron el efecto de tres intervalos de defoliación del pasto Maralfalfa sobre la digestibilidad *in vitro* de la materia seca observando 62.45% a tres semanas de crecimiento y reducción en 10.35 unidades porcentuales a las nueve semanas. Las concentraciones de carbohidratos estructurales aumentaron ligeramente a medida que se alargó el intervalo de corte. El estudio indicó que la calidad del pasto Maralfalfa empeora a medida que la planta madura, lo cual refleja incrementos en la acumulación de material muerto en el perfil de la planta y la lignificación de las paredes celulares. Se concluyó que el pasto Maralfalfa debe de ser cosechado alrededor de las seis semanas de crecimiento para optimizar su valor nutritivo.

En un estudio con cabras recién paridas, Sosa et al. (2007) no encontraron diferencias significativas ($P < 0.05$) en la digestibilidad *in vivo* entre dietas basadas en Maralfalfa (100%) y otras con sustituciones de esta al 10% (base seca) por maíz y melaza. Se concluyó que la energía neta de lactación (ENL) de la Maralfalfa es superior a la de las otras gramíneas comúnmente utilizadas en el Ecuador, aunque ligeramente inferior a la de la alfalfa.

El objetivo del presente estudio es comparar el RMS y varios criterios de valor nutritivo de la Maralfalfa a varios intervalos de cosecha en tres vaquerías localizadas en el norte de Puerto Rico durante la época de días largos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se seleccionaron para evaluar tres vaquerías (localidades) en la región norte de Puerto Rico en la municipalidad de Arecibo. En cada localidad se escogió un área cuadrada de 9.15 x 9.15 m establecida en Maralfalfa a una distancia de siembra de 0.92 m entre hileras. Después del corte de uniformidad se aplicó un abono comercial 15-5-10 a razón de 147.4 kg/ha en la mencionada área y luego se aplicó 15 ml/L de Tol-don⁶ para el combate de las malezas. El área se cosechó a intervalos de cosecha (IC) de 40, 50, 60, 70, 80 y 90 días durante la época de días largos (28 junio 2013 a 26 septiembre 2013) según un diseño estadístico completamente al azar. A cada IC por localidad se cortaron al azar 1 m lineal de tres hileras para la determinación del rendimiento de forraje verde. Luego de medir el rendimiento se tomó una muestra del forraje de cada muestra individual de cada corte para determinar el contenido de materia seca (MS) y otra muestra compuesta representativa de las tres hileras para análisis químico. Todas las muestras se secaron al horno a 60° C por 10 días. Las muestras compuestas se enviaron a un laboratorio especializado en análisis químicos de forrajes (Forage Testing Laboratory Dairy One, Ithaca, NY), donde se determinaron para cada intervalo de corte los siguientes valores de PB, ENI, energía neta para mantenimiento (ENm), digestibilidad *in vitro* de la materia seca a 48 h (DIMS), digestibilidad *in vitro* de la fibra insoluble en detergente neutro a 48 h (DIFIDN), índice de calidad relativa del forraje (ICR), y la proyección en producción lechera de acuerdo a la calidad forrajera (kg leche/t MS). Las medias de todos los parámetros se sometieron a la prueba LSD de Fisher (Alfa = 0.05).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El Cuadro 1 presenta el RMS promedio del pasto Maralfalfa cosechado a seis intervalos de corte en tres fincas ganaderas durante el período de días largos. El RMS al intervalo de 40 días (8,599 kg/ha) resultó significativamente ($P < 0.05$) inferior que a los intervalos de 60, 80, y 90 días, pero inexplicablemente no menor ($P < 0.05$) con respecto a los 70 días de cosecha. El rendimiento a los 90 y 80 días de IC superó por tres veces ($P < 0.05$) al correspondiente a 40 días. A los 50 días de IC el RMS no resultó diferente ($P < 0.05$) que a los 40, 60 y 70 días, pero sí diferente ($P < 0.05$) con respecto a los 80 y 90 días, que le duplicaron

⁶Los nombres de compañías y de marcas registradas solo se utilizan para proveer información específica y su uso no constituye garantía por parte de la Estación Experimental Agrícola de la Universidad de Puerto Rico, ni endoso sobre otros productos o equipo que no se menciona.

CUADRO 1.—Promedio de rendimiento de materia seca (RMS), porcentaje de proteína bruta (PB)¹ energía neta para lactación (ENL)¹ y energía neta para mantenimiento (ENm)² del forraje Maralfalfa cosechado a seis intervalos en tres vaquerías del norte de Puerto Rico en la época de días largos.

Intervalo de cosecha días	% MS	Rendimiento de MS por corte (kg/ha)	PB (%)	ENL (Mcal/kg)	ENm (Mcal/kg)
40	19 a	8,599 a ²	14.0 a	1.22 a	1.30 a
50	18 a	11,974 ab	11.0 b	1.10 ab	1.25 ab
60	20 a	19,254 bc	10.0 bc	1.00 bc	1.16 bc
70	20 a	16,755 abc	9.4 cd	0.95 c	1.17 bc
80	23 b	25,576 c	8.1 de	0.86 c	1.11 c
90	25 c	25,376 c	7.7 e	0.86 c	1.08 c
Promedio	21	17,922	10.0	1.0	1.18

¹Base seca

²Medias en la misma columna con diferentes letras difieren (P < 0.05)

el RMS (P < 0.05) (Cuadro 1). Entre los IC de 40 y 50 días la diferencia en RMS, aunque sustancial, no fue significativa (P > 0.05). Ambos de estos IC pueden ser recomendados, el primero por la calidad forrajera sobresaliente y el segundo por buena calidad en combinación con alto RMS. Vicente-Chandler et al. (1983) estudiaron la frecuencia de corte de la yerba Napier (*Pennisetum purpureum* Schum.) a 40, 60 y 90 días de IC bajo condiciones de fertilización intensiva y encontraron que el incremento relativo en RMS sobre el de los 40 días fue de 50% y 65% con IC de 60 y 90 días, respectivamente. En el presente estudio las diferencias análogas en RMS fluctuaron entre 56% y 67%. Este hecho es indicativo de semejanza entre el comportamiento productivo de la Maralfalfa con respecto a la yerba Napier común. En relación a un experimento análogo al presente realizado por Ramos-Santana et al. (2014) en la época de días cortos, el promedio de RMS de los seis IC evaluados resultó 74% mayor en la época de días largos que en la de días cortos. Estos resultados muestran la gran variación en RMS que ha de esperarse entre ambas épocas estacionales.

El contenido de PB promedio del forraje de Maralfalfa a los 40 días de IC (14%) superó significativamente a todos los demás intervalos evaluados. A los 50 días la PB disminuyó significativamente (P < 0.05) en tres puntos porcentuales, pero sin diferir (P > 0.05) de la del IC de 60 días donde la disminución adicional fue por un punto porcentual (Cuadro 1). A los 70 días de IC se observa una reducción adicional de solo 0.57 unidad porcentual (P > 0.05) en PB mientras a los 80 y 90 días PB disminuye significativamente (P < 0.05) por debajo de los anteriores intervalos manteniéndose entre 8.1% y 7.73%, respectivamente.

Vicente-Chandler et al. (1983) encontraron que el contenido de PB de la yerba Napier bajo condiciones de fertilización intensiva fue de 9.9%, 7.9% y 5.4% a 40, 60, y 90 días de intervalos de cosecha, respectivamente. En el presente ensayo los contenidos de PB a los mismos IC fueron consistentemente superiores a los de aquellos investigadores, variando en los IC anteriores entre 14%, 10%, y 7.73%, respectivamente. Con respecto al estudio análogo de Ramos-Santana et al. (2014) en días cortos, es notable que en el presente estudio los IC de 40 y 50 días resultaron en contenidos de PB 5.0 puntos porcentuales inferiores. Los niveles de PB determinados a los IC más largos (60, 70, 80 y 90 días) resultaron muy parecidos tanto en la época de días cortos como de días largos.

En relación al valor promedio de la ENI estimada de Maralfalfa (Cuadro 1), a los IC de 40 y 50 días (1.22 y 1.10 Mcal/kg) estos superaron significativamente ($P < 0.05$) al resto de los intervalos evaluados, con excepción de la diferencia de 50 contra 60 días. Entre los cuatro IC más largos 60, 70, 80 y 90 días de cosecha no hubo diferencias significativas ($P < 0.05$), variando los valores entre 1.0 y 0.86 Mcal/kg de MS. El progresivo decrecimiento a cada IC de 10 días adicionales (con excepción de la falta de cambio entre 80 y 90 días), que fue de 1.22 a 0.86 Mcal/kg en total, obedecería a una rápida lignificación del forraje (Di Marco, 2012; Wattiaux, 2013). La ENm (Mcal/kg) mostró el mismo patrón de cambio progresivo, disminuyendo de 1.3 a IC 40 días y 1.25 a IC 50 días, sin mediar diferencia significativa entre estos dos, luego a 1.16 y 1.17 a IC 60 y 70 días y finalmente a 1.11 y 1.08 a IC 80 y 90 días. Con la sola excepción de IC 70 días, que difirió del IC 50 días en ENI pero no en ENm, las otras diferencias significativas ($P < 0.05$) fueron iguales para ambos criterios de valor en EN. Los resultados del presente ensayo tanto en ENI como en ENm fueron muy semejantes a los obtenidos por Ramos-Santana et al. (2014) en días cortos. Solo se registró un leve aumento en el promedio de los seis IC en ENI y ENm de 0.09 y 0.15 Mcal/kg, respectivamente, en la época de días largos del presente estudio.

El Cuadro 2 presenta los resultados de digestibilidad in vitro y estimados de ICR de los forrajes de los seis IC evaluados en días largos. El IC de 40 días se destaca con valores de 82% DIMS, 72% DIFIDN, y 137 ICR, superando significativamente ($P < 0.05$) a todos los otros IC evaluados. Estos resultados indican claramente que la Maralfalfa debe cosecharse a temprana etapa para obtener forraje de alto valor nutricional. A los IC más largos se ve una progresiva reducción significativa ($P < 0.05$) en estos criterios de valor nutritivo, con excepción de los cambios mínimos entre 60 y 70 días. Al comparar los valores del IC más largo (90 días) con el más corto (40 días) las reducciones totales son de

CUADRO 2.—Promedios del porcentaje de digestibilidad *in vitro* de la MS (DIMS)¹ y de la fibra insoluble en detergente neutro (DIFIDN)¹, del índice de calidad relativa (ICR)² y de la producción lechera estimada¹ (kg leche/t MS)³ del forraje Maralfalfa a seis intervalos de cosecha en tres vaquerías del norte de Puerto Rico en la época de días largos.

Intervalo de cosecha (días)	DIMS %	DIFIDN %	ICR	Producción lechera estimada kg leche/t MS
40	82 a ⁴	72 a	137 a	1,266 a
50	78 b	69 b	122 b	1,196 a
60	73 c	62 c	103 c	1,078 b
70	73 c	63 c	101 c	1,086 b
80	70 d	59 d	89 d	1,017 c
90	68 d	56 d	87 d	1,000 c
Promedio	74	63	106	1,107

¹Estimados a 48 h (base seca).

²ICR- según Hancock (2011); Primera > 140, Bueno = 110-139, Regular = 90-109, Pobre utilidad < 90.

³Proyección estimada a base de la composición nutricional evaluada según el Laboratorio Dairy One en Ithaca, NY.

⁴Medias en la misma columna con diferentes letras difieren (P < 0.05).

14 y 16 puntos porcentuales para DIMS y DIFIDN, respectivamente, y de 50 unidades de ICR. Desde hace varias décadas se acepta que el consumo de MS tiende a ser inversamente proporcional al contenido de fibra insoluble en detergente neutro (García y Kalscheur, 2010). Según Di Marco (2012) el uso de la DIFIDN en la elaboración de raciones para rumiantes va en aumento debido a su alta asociación con el consumo, lo que afecta el desempeño productivo del animal. Aunque entre los IC de 40 y 50 días (10 días de diferencia) hay una reducción significativa (P < 0.05) de tres unidades porcentuales en DIFIDN, se considera que ambos de estos son recomendables tomando en cuenta los dos factores de RMS y digestibilidad *in vitro*. Comparando los resultados presentes con los de Ramos-Santana et al. (2014) en días cortos, a los IC de 40 y 50 días no se observan grandes diferencias en %DIMS, %DIFIDN y en el ICR; en cambio, los IC más largos (60, 70, 80 y 90 días) tendieron a arrojar valores más altos para estos parámetros en la época de días largos del presente ensayo.

El índice de calidad relativa (ICR) es otro estimado de valor nutritivo utilizado en Estados Unidos para establecer el precio de los forrajes comercializados. El ICR de la Maralfalfa al IC de 40 días (137) resultó significativamente (P < 0.05) superior a todos los otros IC estudiados, decreciendo el valor progresivamente a los IC más largos. Un forraje con ICR por encima de 140 se considera de primera calidad y que amerita el más alto precio de venta (Weant, 2010; Hancock, 2011). El forra-

je de Maralfalfa a los 50 días de IC alcanza la categoría de bueno, a 60 y 70 días de IC se consideraría ya en un estado regular y por último a los 80 y 90 días de IC como pobre.

El último criterio evaluativo de los forrajes presentado en el Cuadro 2 se refiere a la producción lechera esperada (kg de leche/t de forraje consumido) a base del valor nutritivo estimado. A los 40 y 50 días de cosecha, la producción teórica esperada (1,266 y 1,196 kg, respectivamente) no difiere estadísticamente ($P > 0.05$). A los 60 y 70 días IC dicha producción es inferior ($P < 0.05$) a la de IC 40 y 50 días, pero superior ($P < 0.05$) a la de IC de 80 y 90 días. A los 40 y 50 días de IC la producción lechera esperada resultó muy semejante a los resultados de Ramos-Santana et al. (2014) en días cortos, no así a los IC más largos donde dicha proyección tendió a ser mayor en el presente estudio.

En las dos mitades de la Figura 1 se presentan las ecuaciones de regresión simple de la DIMS y la DIFIDN vs. el IC. El coeficiente de determinación R^2 fue semejante en ambos casos y muy contundente al explicar el 84% y 82% de la variación en las dos variables dependientes. El coeficiente de regresión para DIMS refleja que por cada 10 días que se prolonga el IC se reduce la digestibilidad en 2.7 puntos porcentuales. La reducción análoga para DIFIDN se calculó en tres puntos porcentuales.

CONCLUSIONES

El forraje Maralfalfa presenta su valor nutricional óptimo a los IC de 40 y 50 días en la época de días largos. Aunque no alcanzó significación ($P > 0.05$) bajo las condiciones de este experimento, el RMS del forraje de IC 50 días fue 39% mayor que el del IC 40 días. Por su parte, el IC 40 días presentó el mejor valor nutricional según los resultados

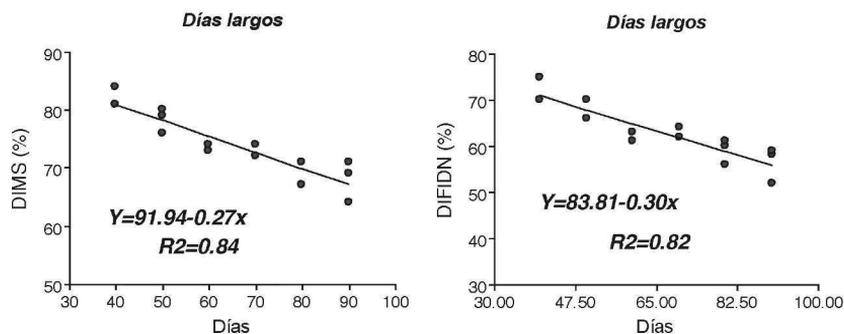


FIGURA 1. Ecuaciones de regresión simple de DIMS y DIFIDN vs. intervalo de cosecha.

de los criterios evaluativos incluidos. Sin embargo, el IC 50 días no se mostró muy inferior según estos resultados, por lo que se considera de una buena calidad; esta situación es contraria a la de los cuatro IC más largos. En aquellas vaquerías cuya área de corte lo permita, el corte de Maralfalfa a intervalos de 40 días proveería una excelente calidad forrajera, lo que podría redundar en una producción animal mayor o más costo efectiva.

LITERATURA CITADA

- Clavero, T. y R. Razz, 2009. Valor nutritivo del pasto Maralfalfa (*Pennissetum purpureum* x *Pennissetum glaucum*) en condiciones de defoliación. *Revista de la Facultad de Agronomía Versión Impresa* ISSN 0378 -7818, 26(1)78-87.
- Correa-Cardona, J., 2007. Calidad nutricional del pasto Maralfalfa cosechada a dos edades de rebrote. Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Colombia. *Revista Cibernética Engormix y Foro Internacional*. www.engormix.com/articulos.
- Di Marco, O., 2012. Estimación de la calidad de los forrajes. www.engormix.com/articulos.
- García, A. y K. Kalscheur, 2010. Tamaño de la partícula y fibra efectiva en la dieta de vacas lecheras. Extension Americas Research - Base Learning Network. www.extension.org.
- Hancock, D. W., 2011. Using relative forage quality to categorize hay. The University of Georgia Cooperative Extension. www.caes.uga.edu/publications.
- Palacios-Hilario, E. H., 2010. Pasto Maralfalfa introducción a la región de San Martín. www.perulactea.com/2010/08/30/pasto-maralfalfa
- Ramos-Santana, R., E. Valencia-Chin y R. Macchiavelli, 2013. Evaluación del rendimiento de materia seca y características nutritivas de cinco cultivos de yerba Napier evaluados en condiciones de baja fertilización a intervalos de 90 días. *J. Agric. Univ. P.R.* 97(3-4):185-190.
- Ramos-Santana, R., Y. Quijano-Cabrera y R. Macchiavelli, 2014. Evaluación del rendimiento y calidad del forraje Maralfalfa en tres vaquerías del norte de Puerto Rico en la época de días cortos. *J. Agric. Univ. P. R.* 98(1):49-56.
- Sosa, D., C. Larco, R. Falconí, D. Toledo y G. Suárez, 2007. Digestibilidad de Maralfalfa (*Pennisetum* sp.) en cabras. Escuela Politécnica del Ejército. Facultad de Ciencias Agropecuarias (IASA), Ecuador. Artículos técnicos nutrición ovinos. *Revista Cibernética*. www.engormix.com.
- Sterling-Rojas, L. y C. E. Guerra-Guzmán, 2010. Segunda fase de la evaluación comparativa de los pastos Maralfalfa, Elefante Verde y Morado en el municipio de Pitalito Huila (Colombia). Suplemento Memorias V Encuentro. *Revista de Investigaciones UNAD*. 9(2)533-540.
- Vicente-Chandler, J., R. Caro-Costas, F. Abruña y S. Silva, 1983. Producción y utilización intensiva de las forrajeras en Puerto Rico. Universidad de Puerto Rico, Recinto de Mayagüez, Estación Experimental Agrícola. Boletín 271.
- Wattiaux, M. A., 2013. Dairy Essentials, Nutrition and Feeding. Chapter 5 - Protein Metabolism in Dairy Cows. The Babcock Institute. 16th Annual International Dairy Short Course.
- Weant, J. M., 2010. Hay: Get the most from grass forage. The Dairy One Improver. www.dairyone.com/publications.

