

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

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

J. Agric. Univ. P.R. 98(1):49-56 (2014)

RESUMEN

Se realizó un experimento para evaluar el rendimiento de materia seca (RMS) y la calidad del forraje Maralfalfa a seis intervalos de cosecha (IC; 40, 50, 60, 70, 80, 90 d) en tres vaquerías del norte de Puerto Rico en la época del año de días cortos. Los IC de 40 y 50 días dieron resultados significativamente ($P < 0.05$) mejores que los otros IC en la mayoría de los parámetros de calidad forrajera evaluados. Sin embargo, los RMS a los anteriores intervalos fueron ($P < 0.05$) inferiores a los IC de 70, 80 y 90 días. Al intervalo de 60 días no se observó diferencia ($P > 0.05$) en RMS con respecto a la cosecha de 50 días. El IC de 50 días presenta una calidad forrajera no muy inferior a la de los 40 días (ej., % proteína bruta 19.1 vs. 16.0), pero su RMS resultó ser casi tres veces superior ($P < 0.05$) (3,000 vs. 8,607 kg/ha). Las ecuaciones de regresión simple entre la digestibilidad in vitro de la materia seca y la de la fibra insoluble en detergente neutro vs. el intervalo de corte mostraron una pérdida en digestibilidad de 5.0 y 6.0 puntos porcentuales por cada 10 días de aumento en el intervalo de cosecha, al bajar de 84% y 74% a IC 40 días, a 60% y 45% a IC 90 días, respectivamente.

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

ABSTRACT

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

An experiment was conducted to evaluate the dry matter yield and quality performance of Maralfalfa forage at six harvest intervals (HI; 40, 50, 60, 70, 80, 90

¹Manuscrito sometido a la Junta Editorial el 21 de noviembre 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. El material vegetativo de Maralfalfa fue aportado por el Instituto Dominicano de Investigaciones Agropecuarias y Forestales al Proyecto ZTS-55 de la Estación Experimental Agrícola liderado por el Dr. Elide Valencia.

³Catedrático, 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.

d) at three dairy farms in northern Puerto Rico during the short day season. In the majority of the quality parameters under study, the HI of 40 and 50 days were significantly ($P < 0.05$) superior to the other HI. Conversely, the dry matter yields from the above mentioned intervals were ($P < 0.05$) inferior to those obtained with HI of 70, 80 and 90 days. The 50 and 60 day HI did not differ significantly ($P > 0.05$) in dry matter yield. The HI of 50 days yielded forage of a quality not very inferior to that of the 40 days (ex., % crude protein 19.1 vs. 16.0), but its dry matter yield was nearly three times higher ($P < 0.05$) (3,000 vs. 8,607 kg/ha). The simple regression equations of in vitro digestibility of dry matter and of neutral detergent fiber vs. HI showed a digestibility loss of 5.0 and 6.0 percentage points for each 10 days increment in harvest interval, as the values decreased from 84% and 74% at HI 40 d, to 60% and 45% at HI 90 d, respectively.

Key words: *Pennisetum* spp, forages, short days

INTRODUCCIÓN

Maralfalfa (*Pennisetum* spp.) es un pasto mejorado perenne desarrollado en Colombia, que se caracteriza por alta producción de biomasa y excelente valor nutricional. Estas cualidades han sido verificadas a diferentes altitudes en la América Latina variando desde el nivel del mar hasta 3,000 msnm. En Colombia, existen varias hipótesis discrepantes sobre el origen de esta forrajera. Sin duda, es el resultado de varios cruces de especies forrajeras pero cada fuente de información propone diferentes fuentes participantes en dicho cruce. Además, varias empresas productoras de semilla de pastos alegan ser los verdaderos proveedores de la auténtica semilla de Maralfalfa. Esta forrajera ha sido propagada ampliamente en América Latina; en Colombia se comenzó a usar en varias lecherías sin mediar información técnica confiable sobre su desempeño agronómico sino más bien dependiendo de la información de campo de otros productores de leche (Palacios-Hilario, 2010; Correa-Cardona, 2007). En Puerto Rico, la Estación Experimental Agrícola obtuvo la Maralfalfa introducida desde el Instituto Dominicano de Investigaciones Agropecuarias y Forestales (IDIAF). Aquí un número considerable de ganaderos lecheros locales 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, no obstante, se requiere mayor evidencia técnica sobre su desempeño bajo las condiciones agro-ambientales locales.

Existe poca información científica sobre el valor nutritivo de este forraje en diversas etapas de cosecha, si bien la literatura incluye información sobre este y otros varios tipos de pasto Elefante (Napier) [*Pennisetum purpureum* (syn. *Cenchrus purpureus*)] con alto potencial productivo. Entre estos 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 estos forrajes a intervalos largos de 120 días y observaron una mayor (aunque no significativa) producción anual (ton/ha) de biomasa verde para el Elefante verde (264) en relación a Maralfalfa (232) y al Elefante morado (182). En porcentaje de proteína bruta (PB) del forraje a base seca, el Elefante verde resultó significativamente ($P < 0.05$) superior (6.7%) a la Maralfalfa (3.6%) y al Elefante morado (4.4%). En Puerto Rico, Ramos-Santana y col. (2013) compararon el potencial de la Maralfalfa con otras cuatro forrajeras del género *Penisetum* a 90 días de cosecha bajo condiciones de baja fertilización. No se observaron diferencias significativas ($P > 0.05$) entre los cultivares en cuanto al rendimiento anual de materia seca (MS), la cual resultó sumamente baja, con promedio anual común de 9,915 kg/ha. Tampoco se observaron diferencias significativas ($P > 0.05$) en el contenido de PB, cuyo resultado más bajo (5.3%) fue el de Maralfalfa. Las cinco forrajeras evaluadas registraron 6.14% de PB. Clavero y Razz (2009) evaluaron el efecto de tres intervalos de defoliación en la calidad del pasto Maralfalfa y observaron que los mayores valores de digestibilidad *in vitro* de la materia seca (62.45%) se obtuvieron a las tres semanas de crecimiento y luego el valor declinó 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 verificó que la calidad del pasto Maralfalfa empeora a medida que avanza la madurez de la planta, al acumular material muerto en el perfil de la planta y ocurrir la lignificación de las paredes celulares. Se concluyó que el pasto Maralfalfa debe de ser cosechado tras alrededor de seis semanas de crecimiento para optimizar su valor nutritivo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se seleccionaron tres vaquerías (localidades) al 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 de fórmula 15-5-10 a razón de 147.4 kg/ha en la mencionada área y luego se aplicó 15 ml/L de Toldon⁶ para el combate de los yerbajos. El área se cosechó a intervalos de 40, 50, 60, 70, 80 y 90 días durante 13 semanas en la época de días cortos (Diciembre 13 de 2012 a Marzo 14 de 2013). A cada intervalo de cosecha por localidad se cortaron

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 mencionan.

al azar tres áreas de 1 m cuadrado para la determinación del rendimiento de forraje verde, en un diseño estadístico completamente al azar. Luego de medir el rendimiento se tomó una muestra individual de cada submuestra para determinar la concentración de MS y otra muestra compuesta para someter a análisis indicativo de la calidad forrajera. Todas las muestras se secaron al horno a 60° C por 10 días. Las muestras compuestas se enviaron a un laboratorio privado (Forage Testing Laboratory Dairy One, Ithaca, NY), donde se determinaron los valores de PB; energía neta para lactación (ENL) y para mantenimiento (ENm); digestibilidad in vitro a 48 h de la MS (DIMS) y de la fibra insoluble detergente neutro (DIFIDN); índice de calidad relativa (ICR); y la proyectada producción lechera de acuerdo a la calidad forrajera (kg leche/ton MS). Todos las medias de las variables en cuestión se evaluaron utilizando la prueba LSD de Fisher con Alfa = 0.05. Se sometieron muestras de las porciones basales y medias de plantas de Maralfalfa afectadas por hongos en dos vaquerías (70 días de cosecha) a la Clínica de Diagnóstico de Enfermedades y Artrópodos del Recinto Universitario de Mayagüez para identificación del hongo involucrado.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El Cuadro 1 presenta los promedios observados del rendimiento por corte de MS del pasto Maralfalfa cosechado a seis IC en tres fincas ganaderas durante el periodo de días cortos. El RMS al intervalo de 40 días (3,000 kg/ha) resultó significativamente ($P < 0.05$) inferior a los otros intervalos bajo consideración debido en parte al bajo contenido de MS del forraje a temprana etapa. Al comparar los RMS de los intervalos de 50 y 60 días no hubo diferencia significativa ($P < 0.05$), pero sus valores triplicaron (60 días) o casi así (50 días) el resultado a los

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

| Intervalo de cosecha días | MS (%) | RMS por corte (kg/ha) | PB (%) | ENL (Mcal/kg) | ENm (Mcal/kg) |
|---------------------------|----------------------|-----------------------|--------|---------------|---------------|
| 40 | 12.33 a ² | 3,000 a | 19.1 a | 1.17 a | 1.24 ab |
| 50 | 18.67 b | 8,607 b | 16.0 b | 1.13 a | 1.27 a |
| 60 | 20.67 b | 9,699 bc | 10.3 c | 0.90 b | 1.02 bc |
| 70 | 26.00 c | 13,987 d | 10.3 c | 0.80 b | 0.99 c |
| 80 | 29.67 d | 16,099 e | 7.5 d | 0.64 c | 0.79 c |
| 90 | 31.67 d | 10,699 c | 7.7 d | 0.79 bc | 0.83 c |
| Promedio | 23.10 | 10,348 | 11.8 | 0.91 | 1.03 |

¹Base seca.

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

40 días. A 70 y 80 días de cosecha el rendimiento siguió aumentando significativamente ($P < 0.05$) hasta alcanzar 13,987 y 16,099 kg/ha, respectivamente. En cambio, a los 90 días de cosecha el RMS declinó ($P < 0.05$) a 10,348 kg/ha. Posiblemente dicha reducción fue el resultado de una sequía prolongada luego de la fecha de cosecha a los 60 días; otro causante fue el daño causado por un hongo (*Bipolaris* sp., determinado en laboratorio) en la porción basal y media de las plantas. Esta identificación fue confirmada en dos de las fincas y posiblemente también existió en la tercera. Reyes-Purata et al. (2009) e Izuiza (1995), también observaron que condiciones ambientales de sequía a los IC más largos resultan en RMS inferiores que a los IC previos.

El porcentaje promedio de PB del forraje de Maralfalfa resultó significativamente ($P < 0.05$) superior para el IC de 40 días (19%) relativo a los demás intervalos evaluados (Cuadro 1). A los 50 días, el contenido de PB había bajado significativamente ($P < 0.05$) en 3 puntos porcentuales relativo al intervalo anterior y a los 60 y 70 días dicha diferencia fue de 9 puntos porcentuales. Ocurre otra reducción a los 80 y 90 días de cosecha ($P < 0.05$) hasta alcanzar valores de 7.5% y 7.7% PB, respectivamente.

Referente a la ENI (Cuadro 1), el forraje obtenido a los IC de 40 días (1.17 Mcal/kg) y 50 días (1.13 Mcal/kg) resultaron significativamente ($P < 0.05$) superiores a los forrajes de los otros intervalos evaluados. Entre los tres IC de 60, 70 y 90 días no se observan diferencias significativas ($P > 0.05$), variando entre valores de 0.9 a 0.79 Mcal/kg de MS. No obstante, a 80 días de rebrote el valor de ENI del forraje cosechado resultó inferior ($P < 0.05$) a los IC de 60 y 70 días pero sin diferir ($P < 0.05$) significativamente con respecto a 90 días. Los IC entre 70 a 90 días coinciden con una alta tasa de lignificación del forraje según Di Marco (2012) y Wattiaux (2013), por lo tanto era de esperarse una reducción considerable en la ENI del Maralfalfa tal como se observó. Con leves variaciones el patrón de cambio en el valor de ENm del forraje obtenido a los sucesivos IC fue igual al de ENI.

El Cuadro 2 presenta los resultados de la DIMS a 48 h del forraje de los seis IC. Los estimados a IC de 40 días (84%) y 50 días (83%) resultaron muy altos, pero no difirieron del de 60 días (68%). En los intervalos sucesivos de 70, 80 y 90 días, los estimados de DIMS bajaron dos veces hasta un mínimo de 58% para luego subir levemente a 60% con diferencias significativas ($P < 0.05$). Según Di Marco (2012), un forraje amerita considerarse de alta calidad si su DIMS es de 70% o más. Por el contrario, un valor menor de 50% significa baja calidad. De acuerdo a este criterio el forraje de Maralfalfa de 40 y 50 días de IC fue de alta calidad. El Cuadro 2 también presenta los resultados referentes a la DIFIDN. Di Marco (2012) señaló que el uso de la DIFIDN en la ela-

CUADRO 2.—Promedios porcentuales de digestibilidad *in vitro* de la materia seca (DIMS)¹ y de la fibra insoluble detergente neutro (DIFIDN)¹ y promedios del índice de calidad relativa (ICR)² y de la producción lechera estimada (kg leche / t MS)³ del forraje de Maralfalfa cosechado a seis intervalos en tres vaquerías del norte de Puerto Rico en la época de días cortos.

| Intervalo de cosecha (días) | DIMS % | DIFIDN % | ICR | Producción kg leche/t de MS |
|-----------------------------|-------------------|-------------|-------|--------------------------------|
| 40 | 84 a ⁴ | 74 a | 143 a | 1,306 a |
| 50 | 83 a | 74 a | 142 a | 1,295 a |
| 60 | 68 ab | 55 b | 84 b | 903 b |
| 70 | 65 b | 53 ab | 78 bc | 875 bc |
| 80 | 58 c | 46 b | 66 c | 728 c |
| 90 | 60 c | 45 c | 67 c | 728 c |
| Promedio | 70 | 58 | 97 | 972 |

¹Estimados a 48 h en base seca.

²ICR- según Hancock (2011): Primera >140, Bueno = 110 a 139, Regular = 90 a 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 ($P < 0.05$).

boración de raciones para rumiantes está tomando auge rápidamente debido a su alta asociación con el consumo voluntario y por ende el desempeño animal. A estos efectos se supone que el consumo de MS sea inversamente proporcional al contenido dietético de fibra insoluble en detergente neutro. A los IC de 40 y 50 días (10 días de diferencia) se obtuvo el mismo alto valor (74%) de la DIFIDN. Por lo tanto, los forrajes de estos dos intervalos dan indicios de ser de excelente calidad (García y Kalscheur, 2010). Los forrajes de todos los otros IC entre 60 y 90 días resultaron significativamente ($P < 0.05$) inferiores a los de 40 y 50 días en DIFIDN, lo que demuestra que según se madura la Maralfalfa hay una reducción considerable de su valor nutritivo; al igual a lo que es típico de las gramíneas forrajeras en general.

El índice de calidad relativa (ICR) es otro criterio evaluativo utilizado en Estados Unidos para establecer el precio de los forrajes. Un valor de ICR por encima de 140 corresponde a forraje de primera calidad y su precio es el más alto (Weant, 2010; Hancock, 2011). Como se observa en el Cuadro 2, el ICR difirió mínimamente entre la Maralfalfa a 40 y 50 días de cosecha y fue 143 y 142, respectivamente. Este resultado indica, otra vez, la excelente calidad de estos dos forrajes, cuyos valores superan ($P < 0.05$) a los de los forrajes obtenidos a los intervalos de 60, 70, 80 y 90 días, y más que duplican los respectivos valores de 66 y 67 a los 80 y 90 días de IC.

Finalmente, el Cuadro 2 presenta los estimados de la producción lechera esperada (kg leche TM de MS) basada en el valor nutritivo de

los forrajes a los seis intervalos de cosecha. Tanto a 40 como a 50 días de cosecha, la producción lechera teórica esperada es de aproximadamente 1,300 kg. Para los forrajes obtenidos a 60, 70, 80 y 90 días, se espera una reducción teórica en producción lechera que va desde 400 kg a los 60 días hasta 572 kg a los 90 días de cosecha.

En la Figura 1 se presentan delineaciones de las ecuaciones de regresión simple de DIMS y de DIFIDN vs. el IC. El coeficiente de determinación R^2 fue de magnitud semejante en ambos casos y meridianamente alto al explicar el 66% y 64% de la variación en las dos digestibilidades, respectivamente. El coeficiente de regresión para DIMS refleja que por cada 10 días de aumento en el IC se reduce la digestibilidad *in vitro* de MS en 5 puntos porcentuales; análogamente la DIFIDN sufre una reducción de 6 puntos porcentuales.

CONCLUSIONES

El forraje de Maralfalfa presenta su valor nutricional óptimo en los IC de 40 y 50 días en la época de días cortos, aunque a dichos intervalos su producción forrajera es significativamente ($P < 0.05$) menor que a los intervalos de 70, 80 y 90 días. La pérdida de consideración en calidad a dichos intervalo largos hace problemático su uso en un sistema de manejo de corte y acarreo del forraje Maralfalfa. Por otro lado, no se observaron diferencias significativas ($P < 0.05$) en RMS entre los IC de 50 y 60 días, pero la mayoría de los valores indicativos de calidad obtenidos fueron inferiores a los 60 que a los 40 y 50 días de cosecha. En balance, el intervalo de cosecha de Maralfalfa a 50 días parece ser el más adecuado al combinar mejor calidad forrajera y RMS durante

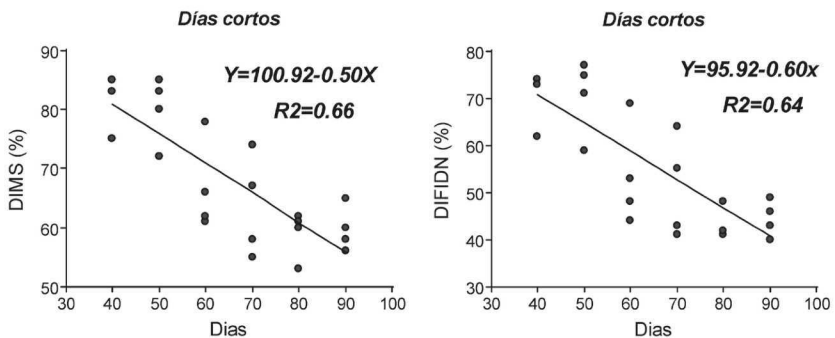


FIGURA 1. Ecuaciones de regresión simple de digestibilidad *in vitro* de la materia seca (DIMS) y digestibilidad *in vitro* de la fibra insoluble detergente neutro (DIFIDN) vs. intervalo de cosecha.

el período de días cortos. Aunque el IC de 40 días resultó en la mejor calidad forrajera en la mayoría de los criterios evaluados, su RMS solo representó una tercera parte de los rendimientos a los 50 y 60 días. En una vaquería dada, si el área de forraje de corte lo permite, se podría, sin sacrificar tonelaje, obtener una excelente calidad forrajera utilizando el corte al IC de 40 días.

LITERATURA CITADA

- Clavero T. y R. Razz, 2009. Valor nutritivo del pasto Maralfalfa (*Pennisetum purpureum* x *Pennisetum 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.
- Isuiza M., 1995. Evaluación de la producción de pasturas en Jenaro Herrera - Bajo Uca-yali. *Folia Amazónica* 7 (1-2):29-42.
- 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. Rendimiento de materia seca y características nutritivas de cinco cultivares de yerba Napier evaluados en condiciones de baja fertilización a intervalo de cosecha de 90 días. *J. Agric. Univ. P.R.* 97(3-4): 183-188.
- Reyes-Purata, A., E. D. Bolaños-Aguilar, D. Hernández-Sánchez, E. M. Aranda-Ibañez y F. Isquierdo-Reyes, 2009. Dry matter production and protein concentration in 21 genotypes of the humidicola grass *Brachiaria humidicola* (Rendle) Schweich. *Universidad y Ciencia*. (on line) 25 (3): 213-224.
- 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.
- 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.