

Intersiembrada de Sorgo Sudan (*Sorghum sudanense*) y Mijo Perla (*Pennisetum americanum*) en Alfalfa (*Medicago sativa* L.)

T. W. Pereyra¹, H. R. Pagliaricci, y A. E. Ohanian

Facultad de Agronomía y Veterinaria, Universidad Nacional de Río Cuarto, Córdoba, Argentina

Recibido Septiembre 13, 2012. Aceptado Julio 23, 2013.

Interseeding of Sorghum Sudan (*Sorghum sudanense*) and Pearl Millet (*Pennisetum americanum*) in Alfalfa (*Medicago sativa* L.)

ABSTRACT. Traditionally, increased crop productivity has been achieved through breeding and management practices. However, if one considers the production per unit of area and time, crop associations can be another way to improve productivity. This trial was conducted in Cordoba, Argentina, in a typical Hapludol soil. On an alfalfa (*Medicago sativa* L.) pasture established in March 2009, two treatments were imposed in November 2010: 1) pure alfalfa and 2) interseeding of pearl millet (*Pennisetum americanum*) and sorghum sudan (*Sorghum sudanense*), the latter two forages also being planted in pure stand. A randomized block design with two replications was used. Treatments compared were pure alfalfa, alfalfa-sorghum association, alfalfa-millet association, pure sorghum, and pure millet. Forage dry-matter production was determined during the period (11/01/2011 to 19/04/2011) based on three cuttings in all treatments. Frequency of the same was according to the phenological stage of alfalfa. Land use equivalent (LUE) was estimated as was the effect of intercropping on alfalfa plants. Forage production of intercrop was 150% more than that of pure alfalfa, but was less than that of pure sorghum and millet crops. The LUE values were close to 1.5 for the alfalfa-sorghum and alfalfa-millet associations. The population of alfalfa plants was not affected by interseeding, but their vigor and productive performance were. In conclusion, intercrops of alfalfa with pearl millet and with sorghum sudan improve forage production and LUE without altering the alfalfa plant stand.

Key words: Alfalfa, Forage production, Interseeding, Pearl millet, Sorghum sudan,

RESUMEN. Tradicionalmente el incremento de la productividad de los cultivos estuvo asociada al mejoramiento genético y las prácticas de manejo. Sin embargo, si se considera la producción por unidad de área y de tiempo, los cultivos asociados pueden ser otra forma de mejorar la productividad. El ensayo se llevó a cabo en Córdoba, Argentina, en un suelo Hapludol típico. Sobre una pastura de alfalfa (*Medicago sativa* L.) implantada en marzo de 2009, se establecieron dos situaciones, 1) alfalfa pura y 2) se intersembraron en noviembre de 2010 mijo perla (*Pennisetum americanum*) y sorgo sudan (*Sorghum sudanense*), los que también fueron sembrado puros. Se utilizó un diseño aleatorizado dispuesto en bloque con dos repeticiones. Los tratamientos fueron: alfalfa pura, asociación alfalfa-sorgo, asociación alfalfa-mijo, sorgo puro y mijo puro. Se determinó la producción de forraje (kg MS/ha) durante el período comprendido entre el (11/01/2011 al 19/04/2011) realizándose tres cortes en todos los tratamientos; la frecuencia de los mismos estuvo dada por el estadio fenológico de alfalfa. Se estimó el uso equivalente de la tierra (UET) y el efecto de la intersiembrada sobre las plantas de alfalfa. Las intersiembras produjeron un 150% más de forraje que alfalfa pura, pero no superaron a los cultivos puros de sorgo y mijo. El UET arrojó valores cercanos al 1.5 para las asociaciones alfalfa-mijo y alfalfa-sorgo. El número de plantas de alfalfa no se modificó por la intersiembrada pero sí su vigor y comportamiento productivo. En conclusión las intersiembras de alfalfa con mijo perla y sorgo sudan, mejoran la producción de forraje y el uso equivalente de la tierra sin alterar la población de plantas de alfalfa.

Palabras clave: Alfalfa, Intersiembrada, Mijo perla, Producción de forraje, Sorgo sudan

¹Autor para la correspondencia, e-mail: twp654@hotmail.com

Introducción

En la última década los productores argentinos aumentaron la productividad de sus campos a través de un fuerte incremento en la carga animal. Este fenómeno no se produjo por un aumento en el número de animales sino por una disminución en la superficie destinada a la ganadería, para aumentar la superficie agrícola (Melo *et al.*, 2008).

Pagliaricci *et al.* (2008) afirman que probablemente toda superficie ocupada por la agricultura difícilmente vuelva a ser utilizada por otros sistemas de producción y con mayor razón si la actividad que ha sido desplazada, es la ganadería.

El desplazamiento de la ganadería a ambientes restrictivos, que se caracterizan por ser menos productivos y a su vez con una distribución de la producción de forraje más estacional, casi sin excepción, llevó a un proceso de sobrecarga de las pasturas y pastizales naturales. Este fenómeno cambió fuertemente el paradigma de las décadas pasadas, donde se señalaba a la ganadería argentina de tener una baja eficiencia de cosecha del forraje producido. La situación actual es de fuertes desbalances entre la escasa oferta y la alta demanda de forrajes, sólo atenuada en períodos de alto crecimiento de las pasturas y pastizales, es decir fines de primavera y verano. En la región pampeana estos hechos han cambiado el orden relativo de importancia de las especies forrajeras templadas y la composición botánica de las pasturas, dando lugar a una simplificación de las mezclas, a pasturas monofíticas o de pocas especies. La alfalfa sigue siendo la principal leguminosa, con una importancia relativa mayor en los sistemas lecheros que de invernada y con una alta proporción de alfalfa pura, cercano al 50% del

total de las pasturas que contienen esta especie (Bertin, 2009).

Por su parte, Pereyra (2005) señala que, en los sistemas mixtos de producción, la competencia que se genera entre agricultura y ganadería hace que se limite al máximo la superficie destinada a los cultivos anuales, ya que los mismos compiten en gran medida por el uso de la tierra con cultivos agrícolas debido a los tiempos prolongados de ocupación de los lotes desde la elección y preparación de los mismos, hasta el momento de la primera utilización.

Tradicionalmente el incremento de la productividad estuvo asociado al aumento del rendimiento a través del mejoramiento genético y de las prácticas de manejo del cultivo. Sin embargo, si se considera la producción por unidad de área y de tiempo, los cultivos asociados pueden ser otra forma de mejorar la productividad (Calviño *et al.*, 2005).

Otros autores han señalado que la siembra de un cultivo anual con especies perennes, además de las ventajas económicas representa una contribución a la sustentabilidad ecológica debido a los menores requerimientos en labores, biocidas y un uso racional y eficiente del suelo (Fernández *et al.*, 1997). El éxito de esta práctica se basa en el aprovechamiento diferencial de los recursos por parte de los cultivos integrantes (Li *et al.*, 2001).

Este estudio tuvo como objetivo determinar la producción de forraje por unidad de superficie, la eficiencia en el uso de la tierra y el efecto de la siembra directa sobre las plantas existentes de alfalfa, cuando se intersembró con verdeos de verano.

Materiales y Métodos

El estudio se llevó a cabo en el campo experimental de la Facultad de Agronomía y Veterinaria de la Universidad Nacional de Río Cuarto, ubicado en el Departamento Río Cuarto, Córdoba, Argentina (32° 33' LS y 63° 10' LO). El suelo es un Hapludol típico sin problemas de drenaje interno o externo, caracterizado por un relieve plano, con pendientes menores al 2%. El material originario está constituido principalmente por sedimentos de tipo loésicos franco-arenosos muy finos de la Formación La Invernada (Cantú, 1992).

El clima es templado sub húmedo, con régimen de precipitaciones tipo monzónico (80% de las lluvias concentradas en el periodo octubre - abril) y con una precipitación media anual de 850 mm. El

balance hídrico presenta un déficit de entre 50 y 300 mm/año de acuerdo al régimen de lluvia. Las principales adversidades climáticas son: sequías, heladas extemporáneas, granizo y la intensidad de las precipitaciones (Degioanni, 1998).

Sobre una pastura de alfalfa cv La Sureña de grado 7 de reposo invernal implantada bajo sistemas de siembra directa en marzo de 2009 con una densidad de 12 kg/ha, se establecieron dos situaciones: 1) alfalfa pura, 2) alfalfa intersembrada con sorgo y 3) alfalfa intersembrada con mijo perla. La intersembró se realizó luego de un corte de la alfalfa con segadora, el 18 de noviembre de 2010. Con una sembradora de siembra directa se intersembró, sorgo sudan cv F 700 y mijo perla variedad comercial

INTA Pergamino, a razón de 18 kg de semilla viable por hectárea. Del mismo modo se sembraron en parcelas sin la presencia de alfalfa, sorgo sudan y mijo perla para la evaluación de la producción de forraje como cultivos puros. En todos los tratamientos se aplicó riego complementario con la finalidad de trabajar bajo condiciones no restrictivas de humedad de suelo. Se realizaron aplicaciones mensuales de 30 mm con un equipo autopropulsado de avance lateral.

La producción de forraje se determinó mediante muestreos al ras del suelo con una unidad de superficie de 0.25 m². Se separaron las muestras obtenidas en componentes (alfalfa, mijo y sorgo) y se secaron a estufa de ventilación forzada hasta peso constante. Los valores obtenidos se expresaron en (kg MS/ha). Se tomaron seis muestras por tratamiento y la frecuencia de muestreo fue determinada por el 10% de floración o aparición de brotes basales en alfalfa.

Con la finalidad de evaluar la eficiencia en el uso de la tierra, se calculó el UET (uso equivalente de la tierra), con los valores de producción de forraje obtenidos en cada situación según la siguiente expresión: $UET = \frac{Palf(i)}{Palf(p)} + \frac{Pc(i)}{Pc(p)}$, donde, Palf(i) fue la producción de forraje obtenida en alfalfa intersembrada, Palf(p) producción de forraje de alfalfa pura, Pc(i) la de sorgo o mijo

intersembrado en alfalfa y Pc(p) la de sorgo o mijo como cultivo puro.

Para determinar el efecto de la intersiembra sobre las plantas de alfalfa, se midió cobertura de alfalfa en porcentaje (% cob de alf), número de plantas de alfalfa por unidad de superficie (N° de pl/m²) y tamaño de plantas de alfalfa (diámetro de raíz y corona, y peso seco) en las situaciones en que alfalfa fue y no fue intersembrada. El porcentaje de cobertura se determinó a campo mediante el método de espacios libres, Spada (2011) realizándose 10 mediciones en cada una de las situaciones planteadas. Para las determinaciones de número y tamaño de plantas, se utilizó un método destructivo donde se sacaron individuos, en 10 muestreos de cada situación, en 50 cm en la línea de siembra, lo que permitió contar cantidad de plantas, y luego procesarlas para la determinación de diámetro de raíz, corona y peso seco de las mismas hasta los 5 cm por debajo de la corona. Se utilizó un diseño completamente aleatorizado dispuesto en bloques con dos repeticiones, los tratamientos fueron: 1) alfalfa pura, 2) asociación alfalfa-sorgo, 3) asociación alfalfa-mijo, 4) sorgo puro y 5) mijo puro. Se sometieron los resultados a ANAVA, y los promedios se compararon a través de la prueba de Duncan.

Resultados y Discusión

Evaluación de la producción de forraje

La producción de forraje (kg MS/ha) de la intersiembra y de los cultivos puros se evaluó durante el período de crecimiento del verdeo, realizándose tres cortes en el período comprendido entre el 11/01/11 y el 19/04/11. El Cuadro 1 presenta los valores obtenidos para las asociaciones alfalfa-verdeo y sus respectivos cultivos puros.

La producción de forraje (kg MS/ha) de las intersiembras fue mayor a la de alfalfa pura en

todos los cortes y el total del ciclo, valores que difirieron estadísticamente ($P \leq 0,05$). No obstante las intersiembras produjeron menos forraje que los verdeos puros, en los cortes de enero, febrero y en el total de ciclo arrojando diferencias significativas ($P \leq 0,05$). Solo en el corte de abril, las intersiembras no difirieron estadísticamente ($P \leq 0,05$) de la producción de mijo y sorgo puros.

En la Figura 1, se observa que la producción total de las intersiembras alcanzó valores superiores

Cuadro 1. Producción de forraje (kg MS/ha) de alfalfa intersembrada con mijo perla y sorgo sudan bajo siembra directa y sus respectivos cultivos puros. Río Cuarto, Córdoba, Argentina. Año 2011.

Tratamiento	Corte 1 11/01/2011	Corte 2 25/02/2011	Corte 3 19/04/2011	Total 11/01 al 19/04
Alfalfa pura	1885.71a	1757.17a	1405.71a	5049.22a
Alfalfa + Mijo	6026.95b	6029.52b	3297.81b	15356.28b
Mijo puro	8791.75c	10873.86c	3743.39b	23411.02c
Alfalfa + Sorgo	5918.29b	5006.86b	2858.86b	13781.08b
Sorgo puro	6326.99b	11088.26c	2429.14b	19847.19c
Significancia	0.035	0.0273	0.048	0.024
CV (%)	27.27	27.98	25.12	22.13

Letras distintas en la misma columna difieren significativamente ($P_d > 0,05$); CV: coeficiente de variación

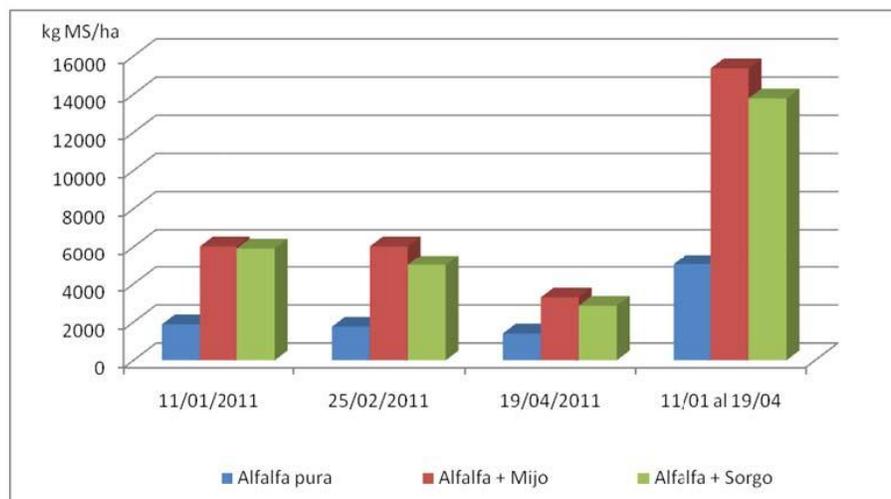


Figura 1. Producción de forraje (kg MS/ha) de alfalfa pura é intersembrada con mijo perla y sorgo sudan bajo siembra directa. Río Cuarto, Córdoba argentina. Año 2011.

al 150% de lo producido por alfalfa pura, no obstante cuando se las compara con mijo y sorgo puros, solo se alcanzan valores cercanos al 80% de lo producido por los verdes. Díaz *et al.* (2012) trabajando en la EEA Paraná, con asociaciones de soja y maíz para la producción de forraje para ensilar, encontraron que la asociación produjo un 75% de lo producido por maíz puro, pero un 100% más producción que soja pura.

Eficiencia en el uso de la tierra

El uso equivalente de la tierra (UET), se calculó a partir de los valores de producción de forraje (kg MS/ ha) obtenidos en las intersembras y los respectivos cultivos puros. El valor del UET indica cual es la superficie promedio que necesitan los cultivos puros para producir la misma cantidad de materia seca de forraje que han producido en el mismo tiempo estando asociados luego de la intersembrada.

El Cuadro 2, muestra los valores de UET para alfalfa pura (valor estandarizado como uno) y cuando se intersembrada con sorgo y mijo para el período comprendido entre el 11/01/2011 y el 19/ 04/2011.

Los valores de UET muestran que la asociación de alfalfa con sorgo sudan y mijo perla es en promedio un 50% más eficiente en el uso de la tierra, dejando en claro que cuando se los cultiva

puros necesitan, para producir la misma cantidad de forraje, 1.5 veces la superficie que utilizaron cuando se los asocia (Figura 1). Al respecto Hamdollah Eskandari (2012), trabajando con asociaciones de maíz con *Vigna sinensis*, encontró que en todas las combinaciones posibles de surcos entre ambas especies, el UET siempre fue superior a la unidad. Resultados similares encontró Al-Suhaibani (2010) trabajando con asociación de alfalfa y trébol blanco en distintas combinaciones de arreglo espacial, donde el UET siempre superó el valor unitario.

Efecto de la siembra directa de mijo y sorgo sobre las plantas de alfalfa

Al finalizar el período de estudio relacionado a la producción de forraje, desde la siembra y evaluación de las asociaciones de alfalfa con sorgo y mijo perla, noviembre 2010 a abril de 2011, se realizaron mediciones para establecer cuál había sido el efecto de la siembra directa de sorgo y mijo sobre la alfalfa; estas mediciones fueron tomadas en los sitios donde se intersembró alfalfa y la alfalfa testigo. Las determinaciones realizadas fueron: Cobertura de plantas (%), número de plantas y tamaño de las plantas de alfalfa.

Cuadro 2. Uso Equivalente de la Tierra (UET) de alfalfa pura é intersembrada con mijo perla y sorgo sudan bajo siembra directa. Río Cuarto, Córdoba. Argentina. Año 2011.

Tratamiento	Uso Equivalente de la Tierra (UET)
Alfalfa+Mijo	1.48
Alfalfa + Sorgo	1.57
Alfalfa monocultivo	1

Cobertura y número de plantas de alfalfa

En el Cuadro 3, se observan los valores de cobertura de plantas de alfalfa para la situación de alfalfa intersembrada (asociaciones de alfalfa-sorgo y alfalfa-mijo) y alfalfa no intersembrada (alfalfa pura).

El porcentaje de cobertura de plantas de alfalfa que no fue intersembrada, superó significativamente ($P \leq 0.05$) al valor obtenido para alfalfa que fue intersembrada con sorgo y mijo, con valores de 75 y 52 % respectivamente. Por su parte, el número de plantas en ambas situaciones, no difirió significativamente ($P \leq 0.05$).

Tamaño de plantas de alfalfa

El Cuadro 4, expone los valores que estiman el tamaño de las plantas de alfalfa cuando se intersembró y cuando no se lo hizo.

En el diámetro de raíz de las plantas de alfalfa, no se encontraron diferencias significativas ($P \leq 0.05$) entre las plantas medidas en situación de alfalfa pura y las de alfalfa que fue intersembrada. En cambio, el diámetro de la corona y el peso seco si fueron afectados significativamente ($P \leq 0.05$) por la intersiembrado (Cuadro 4). Las plantas de la alfalfa que no fue intersembrada, poseen un diámetro

superior al 50% y un peso seco mayor al 63% con relación a las plantas en situación de intersiembrado.

Estos resultados indican, que a pesar de que el número de plantas no difiere en ambas situaciones, el mayor porcentaje de cobertura que presenta alfalfa no intersembrada, está dado por el mayor tamaño de las plantas expresado en su masa y diámetro de la corona. Este comportamiento indica que las plantas de la alfalfa que fue intersembrada expresaron un menor crecimiento a lo largo del período que duró el ensayo, dado por la competencia que genera la asociación con los verdes. Al respecto, Busque y Herrero (1995) reportan que las asociaciones entre leguminosas y gramíneas forrajeras ponen de manifiesto interacciones interespecíficas relacionadas a la mayor eficiencia en el uso de los recursos, especialmente luz, por parte de la gramínea y con mayor medida si es una de tipo C4. Por su parte Duarte *et al.* (1994) citando trabajos de (Sánchez y Salinas, 1981; Veiga, 1986; Ferrufino, 1988), señalan que estos investigadores han encontrado que la magnitud de las interacciones interespecíficas, en asociaciones de cultivos forrajeros, están reguladas por condiciones de clima, disponibilidad de nutrientes y el arreglo espacial de cada tipo de especie.

Cuadro 3. Porcentaje de cobertura y número de plantas de alfalfa pura e intersembrada con sorgo sudan y mijo perla bajo siembra directa. Río Cuarto, Córdoba. Argentina. Año 2011.

Tratamiento	Cobertura (%)	Nº de pl/m ²
Alfalfa intersembrada	52.00a	55.00
Alfalfa no intersembrada	75.50b	60.00
Significancia	0.0469	ns
CV (%)	10.17	23.52

Letras distintas en la misma columna difieren significativamente ($P > 0.05$).

CV: coeficiente de variación.

ns: diferencias no significativas.

Cuadro 4. Diámetro de corona y de raíz y peso seco de plantas de alfalfa pura e intersembrada con sorgo sudan y mijo perla bajo siembra directa. Río Cuarto, Córdoba. Argentina. Año 2011.

Tratamiento	Diámetro raíz (cm)	Diámetro corona (cm)	Peso seco (g)
Alfalfa intersembrada	1.20	6.35 ^a	7.93 ^b
Alfalfa monocultivo	1.55	9.55 ^b	12.95 ^b
Significancia	ns	0.0489	0.0386
CV (%)	30.25	37.25	36.83

Letras distintas en la misma columna difieren significativamente ($P \leq 0.05$).

ns: no significativo ($P \leq 0.05$).

CV: coeficiente de variación.

Conclusiones

La asociación alfalfa-sorgo sudan y alfalfa-mijo perla, permite aumentar considerablemente la producción de forraje por unidad de superficie en relación a un cultivo de alfalfa puro, mejorando la distribución por corte y la producción estacional durante el período de crecimiento del verdeo.

Las intersembras de sorgo y mijo en alfalfa, mejoraron la eficiencia en el uso de la tierra, liberando superficie que podría ser destinada a otros cultivos.

El comportamiento productivo de mijo con relación a sorgo en las asociaciones con alfalfa no mostró diferencias, posicionando a esta especie en ventaja debido a su mejor adaptación a condiciones ambientales desfavorables para sorgo.

La siembra directa de sorgo y mijo no afecta el número de plantas de alfalfa pero si su tamaño y peso, lo que reduce su comportamiento productivo.

Literatura Citada

- AL-Suhaibani. 2010. Estimation of yield and quality of alfalfa and clover for mixture cropping pattern at different seed ingrates. *American-Eurasian J. Agric. Environ. Sci.*, 8 (2): 189-196.
- Bertin, O. 2009. Diagnóstico y prospectiva de los forrajes y pasturas en Argentina. *Producir XXI, Bs. As.*, 17(211):16-20.
- Busque, J. y M. Herrero 1995. Atributos funcionales de las plantas forrajeras y su implicación en el manejo de pasturas. *Pasturas Tropicales, Volumen Especial. Herrero, M. and Ramirez, A. (Eds.). CIAT, Colombia.*
- Calviño P., A. G. Cirilo, O. Caviglia y J. P. Monzón. 2005. Resultados de intercultivo de maíz y soja en tres regiones maiceras argentinas. VIII Congreso Nacional de Maíz. Rosario, Argentina.
- Cantú, M. P. 1992. Holoceno de la Provincia de Córdoba. Manual: Holoceno de la República Argentina. Simposio Internacional sobre Holoceno en América del Sur. Tomo I. (Ed.) Martín Río Hondo. Paraná Argentina. 24 p.
- Degioanni, A. 1988. Organización Territorial de la Producción Agraria en la Región de Río Cuarto. Tesis Doctoral de la Universidad de Alcalá de Henares. España. 380 p.
- Díaz, M. G., R. Lopez y H. Peltzer. 2012. Intercultivo soja y maíz para silaje planta entera. EEA PARANA, INTA.
- Duarte, J. M., D. A. Pezo, y J. Arze. 1994. Crecimiento de tres gramíneas forrajeras establecidas en cultivo intercalado con maíz o vigna. *Pasturas Tropicales*, 16(1):8-14.
- Fernández, O. N., P. Vergara, O. R. Virnolo y P. Laterra. 1997. Producción de una pastura polifítica en siembra con sociada con verdeo de invierno. *Rev. Arg. Prod. Anim.* 17 (sup. 1):96.
- Ferrufino, A. 1988. Establecimiento de *Brachiaria decumbes* en asocio con arroz y maíz después del desbosque. En: Estación Experimental Chipirri, Bolivia. Programa de Forrajes. Informe Anual 1987-1988. P. 37-42.
- Hamdollah Eskandari. 2012. Yield and quality of forage produced in intercropping of maize (*Zea mays*) with cowpea (*Vigna sinensis*) and Mungbean (*Vigna radiate*) as double cropped. *J. Basic Appl. Sci. Res.*, 2(1): 93-97.
- Li, L., J. Sun, F. Zhang, X. Li, A. Yang and Z. Rengel. 2001. Wheat/maize or wheat/soybean strip intercropping I. Yield advantage and inter-specific interactions on nutrients. *Field Crop Res.* 71, 123-137.
- Melo, O., C. Soetto, C. y A. Gómez Demme. 2008. Análisis de la ganadería de carne en Argentina. *Producir XXI, Bs. As.*, 16(198):45-50.
- Pagliaricci, H., M. Sacido, y M. A. Herrero. 2008. Reflexiones sobre la enseñanza de forrajes ante los nuevos escenarios de la producción animal en Argentina. *Rev. Arg. Prod. Anim.* 20 (2): 273-277.
- Pereyra, T. W. 2005. Rendimiento relativo de biomasa en intercultivos de alfalfa con cereales forrajeros de invierno. Tesis de Magister Scientiae. Universidad Nacional de Río Cuarto, Córdoba, Argentina.
- Sánchez, P. A. and J. G. Salinas. 1981. Low-input technology for managing oxisols and ultisols in tropical America. *Adv. Agron.* 34:279-406.
- Spada, M. 2011. Avances en alfalfa, Ensayos Territoriales, Red de Evaluación de Cultivares de Alfalfa. INTA. ISSN 1515-4602.
- Veiga, J. B. da. 1986. Associação de culturas de subsistencia com forrageiras na renovação de pastagens degradadas em área de floresta. En: Simposio do Trópico Umido (1986). Belém, Brasil. Documento no. 36. 21 p.