

Trabajo Final de Graduación

**Dilución de la proteína bruta en mijo perenne (*Panicum coloratum*
L.) y pasto llorón (*Eragrostis curvula* (Schrad.) Nees)**

Lucas José Barale y Nicolás Prieto Ponzio

Autores

Ing. Agr. Carlos Ferri

Director

Ingeniería Agronómica
Facultad de Agronomía (UNLPam)

---- 2015 ----

Dilución de la proteína bruta en mijo perenne (*Panicum coloratum* L.) y pasto llorón (*Eragrostis curvula* (Schrad.) Nees)

Resumen

El objetivo fue caracterizar la dinámica de la concentración proteica en función de la materia seca (MS) aérea acumulada de mijo perenne (*P. coloratum* L.), en contraste con la especie de uso complementario (pasto llorón; *E. curvula* (Schrad) Nees) a través de la curva de dilución de proteína bruta (PB). Las curvas de dilución de la proteína permiten la evaluación simultánea de la producción de MS y la concentración de proteína en los pastos. El trabajo se efectuó, en invernáculo, sobre 84 plantas (42 de mijo perenne cv Verde y 42 de pasto llorón cv Tanganyika) cultivadas en macetas de PVC (11x50 cm, 25 plantas m⁻²), rellenas con suelo Haplustol entico (MO=1,8%; P=32,6 ppm; pH=6,4) y distribuidas en un diseño completamente aleatorizado con arreglo factorial de los tratamientos (especies forrajeras, fertilización y fechas de corte; 2x2x7) y tres repeticiones. Las plantas se cortaron a 8 cm de altura al inicio del mes de octubre. Previo a la defoliación, la mitad de las macetas de cada especie se fertilizaron con urea (dosis equivalente a 100 kg de N por hectárea), la otra mitad actuaron como control. Luego del corte inicial, a partir del día siete de rebrote, cada siete días y hasta el día 49, se extrajeron al azar seis plantas por especie. Las plantas se cortaron a nivel del suelo y el material cosechado fue separado en las fracciones lámina, tallo (incluyó vaina e inflorescencia) y material muerto. Las fracciones se secaron (55° C, 48 h) y pesaron para estimar la MS aérea acumulada y la proporción de lámina viva. Por último, se reagruparon las fracciones y se molieron, para determinar PB (Nx6,25) mediante el método semi-micro Kjeldahl. Los datos se analizaron mediante ANOVA, prueba Tukey ($\alpha=0,05$) y regresión con transformación logarítmica de tipo doble con variables auxiliares (dummy) para diferenciar entre especies. Luego, este modelo fue transformado a potencial ($y=ax^{-\beta}$), donde α es la concentración de N cuando la MS acumulada equivale a 1 (uno) y β es el coeficiente de dilución del N. Este último se define como la disminución en la

concentración de N en la planta por cada unidad de MS acumulada. La acumulación de MS aumentó en ambas especies, en forma similar, hasta el corte cinco. A partir del mismo, la MS acumulada aumentó en mayor medida en *P. coloratum* con respecto a *E. curvula* (interacción corte x especie; $p=0,021$). Además, la fertilización con nitrógeno incrementó en un 38% la MS acumulada promedio. En lo que respecta a concentración de PB, ésta disminuyó conforme avanzaron los cortes, observándose en el primer corte una mayor concentración de PB para *P. coloratum*. Además, el corte interaccionó con el tratamiento de fertilización, mostrando diferencias ($p<0,05$) entre especies en el primer corte. La MS acumulada y la concentración de PB se relacionaron en forma potencial negativa, tanto para el tratamiento sin y con fertilización. Esto indica que, a una edad mayor de corte del pasto corresponde una acumulación de MS mayor y una concentración de PB menor. Los parámetros de la curva de dilución de la proteína indican que la diferencia en la concentración proteica entre las especies dependió del nivel de materia seca acumulado. Si bien *P. coloratum*, en relación con *E. curvula*, presentó un porcentaje de proteína bruta inicial mayor, la dilución de la misma también fue mayor.

Palabras clave: *Panicum coloratum* L., *Eragrostis curvula* (Schrad) Nees., concentración proteica, acumulación de biomasa.

Introducción

Los sistemas de pastoreo complementarios involucran la rotación de los animales entre recursos forrajeros conformados por especies con diferentes patrones estacionales de crecimiento y desarrollo (Moore *et al.*, 2004), con el fin de superar deficiencias estacionales en la producción y en el contenido de nutrientes, inherentes a la utilización de un único recurso. Las ventajas del pastoreo complementario incluyen el uso más eficiente de cada uno de los recursos y el incremento de la receptividad animal (Gillen y Berg, 2001).

El bosque de caldén está compuesto por especies con crecimiento invernal (especies C3) y estival (especies C4), aunque con una marcada preponderancia

de las primeras (Cano, 1980). El pasto llorón (*Eragrostis curvula* (Schrad) Nees) es una gramínea C4 perenne introducida y utilizada como especie complementaria del pastizal natural, la cual en primavera inicia el crecimiento antes que otras gramíneas C4. Si bien el valor nutritivo en el inicio de su ciclo de crecimiento es elevado, esta especie presenta deficiencias nutricionales durante el estado reproductivo y el invierno (Gargano *et al.*, 2001), que motivaron la búsqueda de otras especies C4 introducidas con características de adaptación al ambiente similares al pasto llorón, aunque con un mayor valor nutritivo.

El mijo perenne (*Panicum coloratum* L. var *coloratum*) cv Verde es una de las que mejor combina los valores de acumulación de materia seca y valor nutritivo. Esta especie inicia su crecimiento alrededor de cuatro semanas luego del pasto llorón y, por otro lado, presenta buenas características en cuanto a la acumulación de forraje (Stritzler *et al.*, 1996) y a la calidad nutricional (Ferri *et al.*, 1998; Ruiz *et al.* 2008). Su difusión en los sistemas ganaderos de la región Pampeana semiárida comenzó dos décadas atrás (Petruzzi *et al.*, 2003), con una buena adaptación al ambiente.

La integración del pastizal nativo con pasto llorón y mijo perenne, en un sistema de pastoreo complementario, requiere establecer la secuencia de aprovechamiento de cada uno de los recursos, a los efectos de optimizar la calidad del forraje ofrecido. La concentración de nitrógeno (N), de la composición de la materia seca de las forrajeras de crecimiento estival, es una de las variables de trascendencia en la determinación de su calidad nutricional. Valores de N inferiores a 11,2 g por kg de materia seca (MS) determinan una rápida disminución en el consumo voluntario (Minson, 1990). Se conoce que un retraso en el momento de la defoliación de un recurso forrajero determina un aumento en la MS acumulada y una disminución en la concentración de N en la materia seca (Bélanger *et al.* 2001). En consecuencia, de lo anterior se deduce que la MS acumulada y la concentración de N son dos variables que se asocian negativamente. Es decir que, aquellas especies que presenten tanto un inicio temprano de su rebrote en la estación de crecimiento como una rápida tasa de crecimiento producirán detrimentos en su concentración nitrogenada. De esta

manera, surge la necesidad de evaluar en simultáneo la acumulación de MS y la concentración de N en recursos forrajeros de uso complementario. Al respecto, Lemaire y Salette (1984) sugieren que la comparación entre concentraciones de nitrógeno en un momento dado, carece de sentido biológico si no se considera la MS acumulada en forma simultánea. Una metodología de evaluación alternativa, para superar el problema, es mediante el uso de curvas de dilución del N.

La dilución del N fue descrita mediante un análisis de regresión bivariado, con la concentración de N y acumulación de MS como variables dependiente e independiente, respectivamente. Siendo la ecuación de la curva de dilución la siguiente:

$$y = \alpha x^{-\beta}$$

Donde y es la concentración de N en la planta expresado como porcentaje de la MS, α es la concentración de N (en porcentaje) cuando la MS acumulada equivale a 1 (uno), x es la MS acumulada (g por planta) y β es el coeficiente de dilución del N, el cual describe la disminución en la concentración de N en la planta por cada unidad de MS acumulada (Justes *et al.*, 1994; Cruz y Lemaire, 1996). La presente metodología, puede ser utilizada para identificar aquellos recursos forrajeros que presenten el menor coeficiente de dilución del N, en otros términos, la menor disminución de N por unidad de MS acumulada. Además, permitiría inferir la concentración relativa de N en la MS entre recursos forrajeros con similar disponibilidad de N edáfico, a partir de la MS acumulada. Dado que, si bien la acumulación de biomasa es función de las condiciones de crecimiento y éste afecta la concentración de N por dilución, la concentración de N del componente metabólico (contenido celular) es una función de la disponibilidad de N edáfico (Bélanger *et al.*, 2001).

En el contexto actual de intensificación ganadera y deterioro de la vegetación natural de la región Pampeana semiárida central, el presente trabajo pretende generar aportes, para el desarrollo de un sistema de pastoreo complementario para rodeos de cría bovina y/o ovina, con el fin de atenuar los efectos de las

sequías y el consecuente impacto sobre la producción animal y la estabilidad del sistema productivo.

La integración del pastizal natural con pasto llorón y mijo perenne, en un sistema de pastoreo complementario, permitiría durante el semestre cálido la captura del potencial productivo, al inicio de la primavera, del pasto llorón y el aceptable valor nutricional del mijo perenne con el avance en la estación de crecimiento. Ello requiere ajustar el manejo de estos recursos, en especial los de reciente difusión en los sistemas de producción (por ej., mijo perenne).

Hipótesis del trabajo

Las diferencias, entre mijo perenne y la especie de uso complementario (pasto llorón), en la concentración de proteína bruta del rebrote primaveral en función del tiempo cronológico, se producen por diferencias en la acumulación de biomasa.

Objetivo

Caracterizar la dinámica de la concentración proteica en función de la biomasa acumulada de mijo perenne, en contraste con la especie de uso complementario (pasto llorón).

Materiales y métodos

El estudio se realizó entre los meses de marzo y diciembre, en el invernáculo de la Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de La Pampa (36°46' lat. Sur; 64°16' long. Oeste; 210 m.s.n.m.). Se trasplantaron 84 plantas (42 de mijo perenne cv Verde y 42 de pasto llorón cv Tanganyka; con 10 macollos), a mediados de marzo, en macetas de PVC (120 mm de diámetro x 500 mm de alto; 25 plantas m⁻²) rellenas con suelo haplustol entico (MO=1,8%; P=32,6 ppm; pH=6,4) homogeneizado, extraído de la capa arable, las cuales fueron

mantenidas a capacidad de campo mediante riegos periódicos. Las 84 plantas crecieron en condiciones de invernáculo y se defoliaron al inicio del mes de octubre. Previo a esta defoliación, se aplicó a la mitad de las macetas una dosis equivalente a 100 kg de N por hectárea. Además, se contó el número de macollos por planta para luego ser utilizado como covariable. Las macetas se distribuyeron en un diseño totalmente aleatorizado con arreglo factorial (especie forrajera, 2; nivel de nitrógeno, 2; fecha de corte, 7) y 3 repeticiones. Luego del corte inicial, a partir del día siete de rebrote, cada siete días y hasta el día 49, es decir, en siete ocasiones de muestreo durante el ensayo, se extrajeron al azar tres plantas por tratamiento. Las plantas se cortaron a nivel del suelo y el material cosechado fue secado (55° C, 48 h), pesado y molido con malla de 1 mm en molino tipo Wiley, en las diferentes fracciones morfológicas, para la determinación de la materia seca (MS) acumulada y proteína bruta (PB: N x 6,25) mediante el procedimiento semi-micro Kjeldahl.

Análisis estadístico

Los efectos de especie, dosis de nitrógeno y fecha de corte sobre la concentración de PB y MS acumulada se analizaron mediante ANOVA y la comparación entre medias con prueba de Tukey ($\alpha = 0,05$). Luego, se empleó una regresión con transformación logarítmica natural de tipo doble ($y = \ln N$; $x = \ln MS$ acumulada) con variables auxiliares (dummy) para diferenciar entre especies. Este modelo fue luego transformado a potencial ($y = \alpha x^{-\beta}$), donde α es la concentración de N cuando la MS acumulada equivale a 1 (uno) y β es el coeficiente de dilución del N. Este último se define como la disminución en la concentración de N en la planta por cada unidad de MS acumulada.

Resultados y Discusión

En el Cuadro 1 se presenta la MS acumulada en gramos por planta en *P. coloratum* y *E. curvula* a través de los diferentes cortes. La acumulación de MS aumentó en ambas especies, en forma similar, hasta el corte cuatro. A partir del

corte cinco, la MS acumulada continúa en aumento pero lo hace en mayor medida en *P. coloratum* con respecto a *E. curvula* (interacción corte x especie; $p=0,021$). Además, la fertilización con nitrógeno incrementó ($p<0,01$) en un 38% la MS acumulada promedio.

Cuadro 1. Materia seca acumulada en plantas de *Panicum coloratum* y *Eragrostis curvula*, en diferentes cortes.

Especie	Cortes							Media
	1	2	3	4	5	6	7	
	----- (g/planta) -----							
<i>P. coloratum</i>	0,635 ^{dA}	1,277 ^{dA}	1,37 ^{dA}	3,463 ^{cA}	4,842 ^{bA}	5,928 ^{bA}	8,232 ^{aA}	3,755
<i>E. curvula</i>	0,447 ^{eA}	0,767 ^{deA}	1,922 ^{cdeA}	2,47 ^{bcdA}	3,345 ^{bcB}	4,287 ^{bB}	6,377 ^{aB}	2,723
Media:	0,541	1,022	1,646	2,967	4,093	5,107	7,299	
EE:	274,15							

Letras minúsculas y mayúsculas muestran diferencias ($p<0,05$) entre medias en sentido horizontal y vertical, respectivamente.

En lo que respecta a concentración de PB, ésta disminuyó conforme avanzaron los cortes, observándose en el primer corte una mayor concentración de PB para *P. coloratum* (interacción especie x corte; $p=0,0002$; Cuadro 2a). Además, el corte interaccionó con el tratamiento de fertilización ($p=0,0307$), mostrando diferencias ($p<0,05$) entre especies en el primer corte (Cuadro 2b).

Cuadro 2. Concentración de proteína bruta en plantas de a) *Panicum coloratum* y *Eragrostis curvula* y b) tratamientos con (F) y sin nitrógeno (NF), en diferentes cortes.

		Cortes							
a) Especie	1	2	3	4	5	6	7	Media	
----- (%) -----									
<i>P. coloratum</i>	18,4 ^{aA}	18,0 ^{aA}	15,5 ^{abA}	12,7 ^{abcA}	11,7 ^{bcA}	9,5 ^{bcA}	7,0 ^{cA}	13,3	
<i>E. curvula</i>	13,3 ^{abcB}	16,2 ^{aA}	14,4 ^{abA}	11,4 ^{abcA}	12,0 ^{abcA}	10,4 ^{bcA}	7,5 ^{cA}	12,2	
Media:	15,9	17,1	14,9	12,0	11,9	10,0	7,2		
b) Fertilización	----- (%) -----								
F	18,2 ^{aA}	17,8 ^{aA}	15,3 ^{abA}	12,7 ^{bcA}	12,4 ^{bcA}	10,5 ^{cdA}	8,0 ^{dA}	13,6	
NF	13,5 ^{abcB}	16,5 ^{aA}	14,6 ^{abA}	11,4 ^{bcA}	11,4 ^{bcA}	9,4 ^{cdA}	6,5 ^{dA}	11,9	
Media:	15,9	17,1	14,9	12,0	11,9	10,0	7,2		
EE:	0,6124								

Letras minúsculas y mayúsculas muestran diferencias entre medias en sentido horizontal y vertical, respectivamente.

La MS acumulada y la concentración de PB se relacionaron en forma potencial negativa, tanto para el tratamiento sin y con fertilización (Figura 1a y b). Esto indica que, a una edad mayor de corte del pasto corresponde una acumulación de MS mayor y una concentración de PB menor.

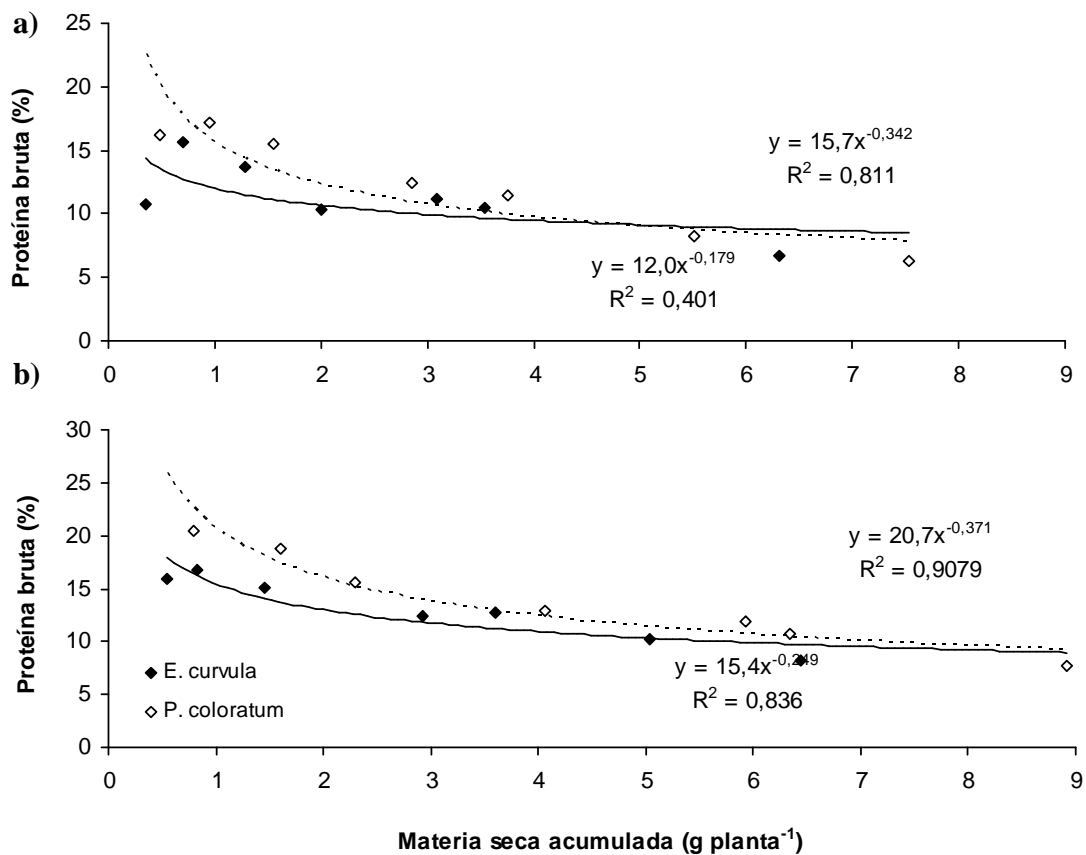


Figura 1: Relación entre la concentración de proteína bruta en la materia seca y la materia seca acumulada en tratamientos sin (a) y con fertilización (b) en *Panicum coloratum* y *Eragrostis curvula*.

El menor valor de α , en *E. curvula* con relación a *P. coloratum*, sugiere una producción de biomasa más eficiente por cada unidad de proteína en la planta. Además, *E. curvula* presentó una reducción menor ($p < 0,05$) de la PB que *P. coloratum* con el incremento en la acumulación de MS (Figura 1 a y b), tanto en el tratamiento sin (-0,17 vs -0,34) y con (-0,24 vs -0,37) fertilización.

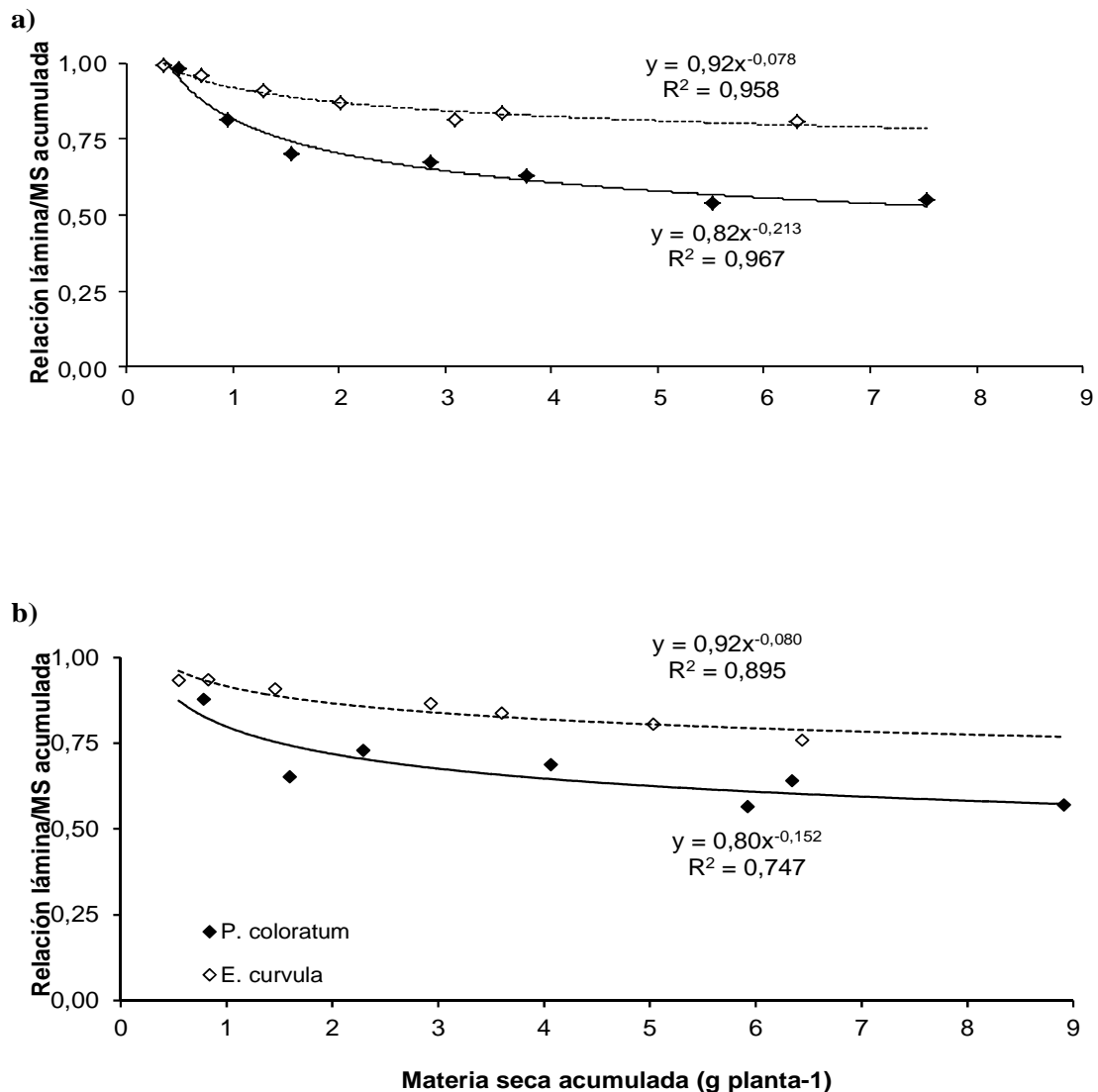


Figura 2: Relación entre la proporción de lámina y la materia seca acumulada en sin (a) y con fertilización (b) en *Panicum coloratum* y *Eragrostis curvula*.

La proporción de lámina presentó un comportamiento similar que la PB. Es probable que esta mayor dilución de la PB se asocie con la mayor acumulación de MS y la menor proporción de lámina presentada por mijo perenne con el avance en el estado del crecimiento; dado que en ésta se encuentra la mayor concentración de proteína. Además, la mayor acumulación de MS podría haber

generado un mayor autosombreo y, como consecuencia, una disminución del N en las hojas sombreadas.

Conclusiones

Los parámetros de la curva de dilución de la proteína indican que la diferencia en la concentración proteica entre las especies dependió del nivel de materia seca acumulado. Si bien *P. coloratum*, en relación con *E. curvula*, presentó un porcentaje de proteína bruta inicial mayor, la dilución de la misma también fue mayor.

Agradecimientos

Nuestro especial agradecimiento al señor Sergio Lardone por su colaboración en las diferentes prácticas de laboratorio necesarias para la realización de este trabajo y al señor Ing. Agr. Carlos M. Ferri.

Bibliografía

- Bélanger G., Michaud R., Jefferson P.G., Tremblay G.F. y Brégard A. 2001. Improving the nutritive value of timothy through management and breeding. Canadian Journal of Plant Science 81: 577-585.
- Cano E. 1980. Inventario integrado de los recursos naturales de la provincia de La Pampa. INTA, Provincia de La Pampa; UNLPam, 493 p.
- Cruz P. y Lemaire G. 1996. Diagnosis of the nitrogen status of grass stands. Tropical Grasslands 30: 166-173.
- Ferri C.M., Petruzzi H.J., Stritzler N.P. y Jouve V.V. 1998. Consumo voluntario, digestibilidad *in vivo* y proteína bruta dietaria en distintas épocas de utilización de *Panicum coloratum* diferido. Revista Argentina de Producción Animal 18: 163-170.

- Gargano A.O., Adúriz M.A., Arelovich H.M. y Amela M.I. 2001. Forage yield and nutritive value of *Eragrostis curvula* and *Digitaria eriantha* in central-south semi-arid Argentina. *Tropical Grassland* 35: 161-167.
- Gillen R.L. y Berg W.A. 2001. Complementary grazing of native pasture and old world bluestem. *Journal of Range Management* 54: 348-355.
- Justes E., Mary B., Meynard J.M., Mchet J.M. y Thelier-Huche L. 1994. Determination of critical nitrogen dilution curve for winter wheat crops. *Annals of Botany* 4: 397-407.
- Lemaire G. y Salette J. 1984. Relation entre dynamique de croissance et dynamique de prélèvement d'azote pour un peuplement de graminées fourragères. I. Etude de l'effet du milieu. *Agronomie* 4 : 423-430.
- Minson D. J. 1990. Forage in ruminant nutrition. Academic Press, 483 p.
- Moore K.J., White T.A., Hintz R.L., Patrick P.K. y Brummer E.C. 2004. Sequential grazing of cool- and warm –season pastures. *Agronomy Journal* 96: 1103-1111.
- Petruzzi H.J., Stritzler N.P., Adema E.O., Ferri C.M. y Pagella J.H. 2003. Mijo perenne. Publicación Técnica N° 51. INTA, EEA Anguil "Ing. Agr. G. Covas". La Pampa, Argentina, 28 p.
- Ruiz M.A., Martinez O. y Golberg A.D. 2008. Water stress and forage production in *Tetrachne dregei* Nees, *Panicum coloratum* L. and *Eragrostis curvula* (Schrad) Ness. *Phyton, International Journal of Experimental Botany* 77: 7-20.
- Stritzler N.P., Pagella J.H., Jouve V.V. y Ferri C.M. 1996. Semi-arid warm-season grass yield and nutritive value in Argentina. *Journal of Range Management* 49: 121-125.