

**EVALUACION DE LA FECHA Y FRECUENCIA DE CORTE Y LA  
FERTILIZACION SOBRE LA PRODUCCION DE PASTO VARILLA**

*(Panicum virgatum (L.)).*

**Autores: Baigorria, Jorge Alberto; Fresia, Leonardo.**

**Director: Petruzzi, Horacio Javier.**

**Co-director: Stritzler, Néstor Pedro.**

**Ingeniería Agronómica**

**Facultad de Agronomía**

**Universidad Nacional de La Pampa**

**-2012-**

## INDICE

Resumen.....	3
Introducción.....	4
Materiales y métodos.....	9
Resultados .....	12
Discusión.....	22
Conclusiones.....	27
Bibliografía.....	28

## RESUMEN

El objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto de la fertilización nitrogenada y del intervalo de acumulación de biomasa aérea sobre la calidad nutritiva y producción de forraje de Pasto Varilla (*Panicum virgatum* L.). El estudio se llevó a cabo durante la temporada 2008-2009 utilizando un diseño experimental en bloques completos al azar y un arreglo factorial 2x8 de tratamientos. Estos resultaron de la combinación de 2 factores, la fertilización edáfica con nitrógeno (0 y 100 kg N ha<sup>-1</sup>) y el intervalo de acumulación de biomasa aérea (cortes en noviembre, diciembre, febrero, abril y julio). Para la evaluación de calidad de la biomasa acumulada de forraje, se determinaron las concentraciones de Proteína Bruta (PB) y de Fibra Detergente Acido (FDA). Con esta última se estimó la Digestibilidad de la materia seca (DMS). Los resultados se sometieron a análisis de varianza y prueba de Tukey. La sequía bajo la que se desarrolló el estudio afectó profundamente los resultados obtenidos. El promedio de biomasa acumulada, para los tratamientos que incluyeron fertilización, fue superior al de los que no se fertilizaron. La biomasa acumulada se incrementó cuando se realizaron dos cortes del cultivo, versus un solo corte. En promedio, la concentración de PB del forraje de los tratamientos fertilizados fue mayor que el de los no fertilizados. Para la concentración de FDA del forraje, no hubo efecto significativo de interacción entre factores de tratamiento, pero si entre niveles del factor fertilización y entre fechas de corte. Para la DMS del forraje, se encontraron diferencias entre niveles del factor fertilización y fechas de corte, pero no así efecto de interacción entre factores de tratamiento. La baja calidad nutritiva de este cultivo, al estado senescente, no hace aconsejable su utilización en planteos en los que se espera sostener, al menos, niveles de mantenimiento del ganado durante el periodo invernal.

**Palabras claves:** pasto varilla, fertilización nitrogenada, biomasa acumulada, proteína bruta, fibra detergente ácido, digestibilidad.

## INTRODUCCION

Las variaciones en las precipitaciones entre años y entre estaciones, son características de las regiones semiáridas (Bailey, 1979). Durante los períodos lluviosos, los productores tienden a aumentar la carga mientras que en los secos, ésta no se reduce con la misma velocidad y en similar magnitud. Esto ocurre por diversas razones, entre ellas la reducción de precios y la esperanza de un cambio positivo en la situación climática. El proceso conduce, por lo tanto, a una sobre carga en los potreros (Gastó Coderch, 1993), que lleva al sobrepastoreo. El avance de la agricultura sobre sistemas ganaderos ha agravado la situación, desplazando animales hacia zonas semiáridas. De acuerdo a lo informado por Iglesias e Iturrioz (2008), el oeste de la región ha experimentado un incremento de la carga animal en gran escala, impactando directamente sobre sus frágiles sistemas productivos.

La siembra e implantación de especies forrajeras perennes de buena calidad nutricional y alta productividad constituye una alternativa a este problema en los sistemas ganaderos. Por un lado, permite concentrar la carga animal sobre potreros en momentos determinados del año, dejando descansar a los pastizales naturales, y por el otro, evitar procesos erosivos al interrumpir la roturación frecuente de suelos no aptos para ello. En este sentido, es central que los productores agropecuarios no cedan a la tentación de roturar las pasturas de los potreros desmontados, con fines de cosecha en los años favorables (Stoddart *et al.*, 1975).

En el periodo estival, normalmente libre de heladas, el balance hídrico y los niveles de temperatura permiten una producción forrajera de alto nivel sobre la base del cultivo de

gramíneas perennes megatérmicas, muchas veces conocidas como especies de tipo Carbono 4 (C4), las cuales son más eficientes en la captación de CO<sub>2</sub> cuando las concentraciones de este compuesto son bajas. Adicionalmente, las especies C4 tienen mayor resistencia estomática a la pérdida de agua (Wentworth, 1983). Como consecuencia de estas dos características, las especies C4 resultan adecuadas para ambientes semiáridos al exhibir eficiencias elevadas en el uso del agua y nitrógeno (N) disponibles en el suelo (Ehleringer *et al.*, 1997).

La gramínea perenne estival más difundida como forrajera en la región Semiárida Pampeana, es el Pasto llorón (*Eragrostis curvula* (Schrad.) Ness), introducida en el país en el año 1947 (Covas, 1991). La rápida expansión, a partir de su introducción, se debió a las cualidades de esta especie que la hacen prácticamente insustituible. La fijación de médanos y la reincorporación al proceso productivo de potreros erosionados fueron sus primeros impactos, acompañados de una elevada productividad y perennidad, aún en condiciones climáticas adversas (Covas, 1974), como así también, escasa incidencia de plagas y enfermedades. Entre las desventajas que presenta esta especie C4, merece mencionarse la pérdida temprana de la calidad de su forraje (Gargano y Adúriz, 1984); solo el primer rebrote primaveral puede ser considerado de buen valor nutritivo, siendo superada por otras gramíneas de crecimiento estival a estados fenológicos más avanzados (Rabotnikof *et al.*, 1986a; Rabotnikof *et al.*, 1986b; Stritzler *et al.*, 1996).

Por otro lado, los cereales forrajeros de crecimiento invernal proveen forrajes de alto valor nutritivo (Ferri y Stritzler, 1996), pero su implantación es de elevado costo. Esta desventaja se hace aún más importante si el forraje es utilizado con animales de bajo requerimientos (ej.: vacas y ovejas en gestación temprana).

Una forma económica de disponer de forraje durante el invierno, sería a través de la utilización diferida del forraje producido en el período estivo-otoñal por gramíneas perennes

de tipo C4 (Covas, 1982). Sin embargo, a medida que avanza el estado de madurez y la edad de las plantas, las concentraciones proteicas y de carbohidratos no estructurales del forraje disminuyen (Ballard *et al.*, 1990), aumentando las de fibra lignificada (Stritzler *et al.*, 1996), la proporción de tallos (Minson, 1990; Adler *et al.*, 2006) y la cantidad de material senescente (Parson, 1988; Lemaire y Chapman, 1996).

Con el objetivo de superar los problemas de valor nutritivo presentados por el Pasto Llorón, se inició, hace más de dos décadas, un ambicioso trabajo de introducción, selección y evaluación de especies forrajeras megatérmicas. Algunas especies han superado las evaluaciones preliminares, y sobre ellas se han realizado estudios de mayor detalle en cuanto a la cantidad, valor nutritivo y distribución del forraje producido. Entre dichas especies se cuentan *Digitaria eriantha* Steudel subespecie *eriantha*, *Eragrostis superba* Wawra & Peyr., *Schizachyrium scoparium* (Michaux) Nash, *Panicum coloratum* L., *Panicum virgatum* L., *Tetrachne dregei* Nees y *Tripsacum dactyloides* (L.) L. De este repertorio de gramíneas megatérmicas, el Pasto Varilla (*Panicum virgatum* L.) se ha constituido en una nueva alternativa forrajera para la Región Semiárida Pampeana, por sus características de producción (Rabotnikof *et al.*, 2004).

El Pasto Varilla es nativo de América del Norte, llegando a extenderse incluso hasta América Central (Whyte *et al.*, 1971). Está conceptuado como especie decreciente, en su dinámica de respuesta a la herbivoría, de buen valor forrajero y muy palatable, aunque presenta valores nutricionales muy bajos a estados fenológicos avanzados (Veneciano, 2006). Al ser de lento establecimiento, se ve afectado en los primeros estadios de crecimiento por las malezas (particularmente gramíneas anuales). Se cultiva solo o acompañado de *Andropogon gerardii* Vitman, para pastoreo directo o henificación (Veneciano, 2006). Los cultivares más difundidos de Pasto Varilla (*Panicum virgatum* L.) son: Álamo (con germoplasma

proveniente del S de Texas), Blackwell (Kansas), Kanlow (Oklahoma), Dacotah (North Dakota), Forestburg (South Dakota), Cave-in-rock (Illinois) y Nebraska 28 (Nebraska).

Presenta un porte robusto y alto, con hojas de color verde-azulado intenso, anchas (1,5 a 3cm) y largas (30 a 50cm). El rebrote primaveral se inicia con el aumento de la temperatura ambiental, y generalmente es poco afectado por heladas tardías (Veneciano, 2006). La fase de crecimiento intenso comienza en el mes de noviembre, y se prolonga hasta fin de enero, aproximadamente. Con el comienzo del otoño la producción de forraje comienza a disminuir y, paulatinamente, cae también su calidad. Con las primeras heladas se detiene completamente el crecimiento, y las heladas fuertes de mayo-junio secan el forraje casi por completo. La floración se inicia en diciembre, continua con mayor intensidad en los meses de verano, y se mantiene hasta el final del ciclo de crecimiento. Tal característica determina la presencia simultánea, en el cultivo, y aun en cada individuo, de inflorescencias con diferente grado de madurez. Sus panojas son laxas de 15 a 25 cm de longitud, con tallos florales que alcanzan una altura que oscila entre 1,5 y 2 m.

En su fase de crecimiento activo (noviembre), y hasta fines de enero, presenta concentraciones de proteína bruta (PB) elevadas, valores de digestibilidad de la materia seca (DMS) de entre 65 y 70%. La producción de materia seca (MS) de forraje oscila, dependiendo del año y el lugar, entre 3000 y 11000 Kg. ha<sup>-1</sup> (Frasinelli *et al.*, 1992; Stritzler *et al.*, 1994, 1995; Ferri y Stritzler, 1996; Petruzzi *et al.*, 1996, 1997; Stritzler y Petruzzi, 2000). Además en esta época (noviembre-enero), esta gramínea produce forraje en cantidad y calidad suficiente para lograr ganancias de peso de más de 800 g por animal y por día, de acuerdo a mediciones realizadas conjuntamente entre INTA y la Universidad Nacional de La Pampa en Santa Rosa. (Stritzler, y Petruzzi, 2005).

El consumo de MS (CMS) y el consumo de MS digestible (CMSD) de *Panicum virgatum* L. aumentan con la cantidad de forraje ofrecida (Stritzler *et al.*, 1994). También se observó una tendencia creciente en la DMS con el aumento de oferta de forraje (Stritzler *et al.*, 1996). Este efecto fue probablemente producido por la creciente proporción de hojas en las dietas, a medida que aumentó la cantidad de forraje ofrecido.

El valor nutritivo de las hojas de *Panicum virgatum* L. es mayor que el de los tallos (Stritzler *et al.*, 1996) y por lo tanto, como los animales prefieren las hojas a los tallos (Wilson, 1984), es razonable suponer que la DMS aumente con la disponibilidad de forraje.

A pesar de su buena adaptación a condiciones edafoclimáticas como las del E de San Luis, y un potencial productivo presumiblemente superior al del Pasto Llorón, *Panicum virgatum* L. exhibe limitaciones de calidad similares a la de aquella especie, si su utilización se difiere al estado de forraje senescente (valor nutritivo pobre al estado de cultivo diferido, Veneciano, 2006). Requiere de sistemas de manejo que no impliquen elevada frecuencia de defoliación, y del aporte de N para sostener sus niveles de productividad elevados en el tiempo (Veneciano, 2006). En cuanto a su respuesta a la fertilización, solo existe información parcial al respecto. Se han realizado algunos ensayos de fertilización y, en términos generales, se ha encontrado una respuesta positiva a la adición de nitrógeno (Petruzzi *et al.*, 2005; Stritzler y Petruzzi, 2005).

La realización de este trabajo de tesis estuvo orientada a verificar la siguiente hipótesis: la fertilización nitrogenada y el intervalo de acumulación de biomasa aérea afectarían la calidad nutritiva y producción de forraje de *Panicum virgatum* L.

El objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto de la fertilización nitrogenada y del intervalo de acumulación de biomasa aérea sobre la calidad nutritiva y producción de forraje de *Panicum virgatum* L.

## MATERIALES Y METODOS

El estudio se llevó a cabo en el Campo Experimental de la Facultad de Agronomía de la UNLPam (36°S 64°W y 210 msnm), sobre una parcela implantada con *Panicum virgatum* L. cv. Álamo en el año 1994. El ensayo se realizó durante la temporada 2008-2009, utilizando un diseño experimental en bloques completos al azar con 3 repeticiones, y un arreglo factorial 2x8 de tratamientos.

Como respuesta a los 16 tratamientos aplicados, se midió la biomasa aérea acumulada sobre el total de 48 parcelas de corte que se utilizaron en el ensayo. Los tratamientos resultaron de la combinación de 2 factores, siendo uno de ellos la fertilización edáfica con N, mientras que el segundo comprendió el intervalo de acumulación de biomasa aérea. Para el factor fertilización edáfica se utilizaron 2 niveles de tratamiento: 0 y 100 kg N ha<sup>-1</sup>. Este último nivel comprendió la aplicación de 218 kg ha<sup>-1</sup> de urea, al comienzo del período vegetativo, sobre la mitad de la parcela de corte. Con respecto al factor de tratamiento intervalo de acumulación de biomasa aérea, los 8 niveles utilizados surgieron de realizar, sobre las parcelas, cortes de muestreo organizados de la manera que se indica en el Cuadro 1.

Con dimensiones de 3 m de largo y 2 m de ancho, todas las parcelas utilizadas para evaluar el efecto de los tratamientos se sometieron a un corte de limpieza durante el invierno, a los efectos de proceder a la remoción de la biomasa aérea remanente del ciclo vegetativo anterior. Para el procedimiento de muestreo de biomasa aérea, la superficie efectiva de corte de cada parcela fue de 2 m<sup>2</sup>, al excluirse un contorno de bordura de 0,5 m de ancho.

**Cuadro 1: Intervalos de acumulación de biomasa aérea ensayados en los tratamientos experimentales**

Nivel de intervalo de acumulación de biomasa aérea.*	Época de primer corte de muestreo.	Época de segundo corte de muestreo.
1 (IN+NA)	Noviembre	Abril
2 (ID+DA)	Diciembre	Abril
3 (IF+FA)	Febrero	Abril
4 (IN+NJ)	Noviembre	Julio
5 (ID+DJ)	Diciembre	Julio
6 (IF+FJ)	Febrero	Julio
7 (IA)	Abril	.....
8 (IJ)	Julio	.....

\*Periodos: IN= invierno-noviembre; ID= invierno-diciembre; IF= invierno-febrero; IA= invierno-abril; IJ= invierno- julio; NA= noviembre- abril; NJ= noviembre- julio; DA= diciembre- abril; DJ= diciembre- julio; FA= febrero- abril; FJ= febrero- julio.

Todo el material encerrado en el área de muestreo se cortó manualmente a aproximadamente 5-8 cm del suelo y se pesó. Los cortes de limpieza se realizaron a la misma altura del suelo que los de muestreo.

Para la determinación de MS (%) y el cálculo de disponibilidad de forraje (kg MS ha<sup>-1</sup>), se tomó una muestra de 200 gramos que se llevó a estufa a 60°C hasta peso constante.

Posteriormente, esta muestra se molió con molino tipo Wiley provisto de tamiz con malla de 1 mm, para someterla a análisis de laboratorio de caracterización nutricional.

Los análisis de calidad del forraje se realizaron en el laboratorio de Producción Animal de la Facultad de Agronomía de la UNLPam. Ellos comprendieron determinaciones de concentración de PB por el método de Kjeldahl ( $N \times 6.25$ ) y de FDA por el método de los detergentes (Van Soest y Robertson, 1985). Con los valores obtenidos de FDA se procedió a estimar la DMS, utilizando la ecuación propuesta por Rohweder *et al.* (1978), que a continuación se describe:

$$\text{DMS} = 88,9 - (0,779 \times \% \text{FDA})$$

Los resultados se sometieron a análisis de varianza y, en aquellos casos en que se detectaron diferencias significativas ( $\alpha=0.05$ ), a prueba de Tukey.

## RESULTADOS

En el Cuadro 2 se detallan las precipitaciones mensuales y totales anuales ocurridas en el sitio del ensayo durante las temporadas 2008 y 2009, como así también los registros históricos de la zona para ambas variables.

Entre los meses de octubre y diciembre de 2008, período del año en que se espera un crecimiento activo del cultivo, se pudo observar que las precipitaciones fueron similares a la media histórica para el mismo período (235,5 vs 231,5 mm), mientras que para el primero, segundo y tercer trimestre del 2009 las mismas fueron marcadamente inferiores a la media histórica: (111,7 vs 248,3mm; 24,0 vs 104,8 mm y 59,0 vs 81,9 mm respectivamente). Considerando el periodo anual agosto 2008 a julio 2009, las precipitaciones sumaron 417,8 mm, representando el 62,7 % del valor histórico. En 11 de los 12 meses considerados, las precipitaciones estuvieron por debajo de la media histórica (Cuadro 2).

### **Cuadro 2: Precipitaciones (mm) mensuales y anuales históricas y para el período 2008-2009.**

Año	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Total
<b>2008</b>	110,6	84,6	4,6	0,0	12,3	25,5	9,0	5,9	35,6	94,9	54,3	86,3	523,6
<b>2009</b>	3,2	38,1	70,4	2,2	21,8	0,0	5,1	0,0	53,9	7,6	72,4	100,1	374,8
<b>Histórica</b>	76,7	75,3	96,3	53,5	30,3	21,0	18,0	22,1	41,8	71,5	73,5	86,5	666,5

Los valores de biomasa acumulada para los tratamientos aplicados se presentan en el Cuadro 3. El promedio de biomasa acumulada para los tratamientos que incluyeron fertilización (2392 kg MS ha<sup>-1</sup>) fue superior al de los que no se fertilizaron (1972 kg MS ha<sup>-1</sup>), aunque esta diferencia no fue significativa (p<0,05).

Para el tratamiento fertilizado, el rango de MS acumulada para los diferentes momentos y frecuencias de corte, osciló entre un mínimo de 2000 y un máximo de 3000 kg

MS ha<sup>-1</sup>, mientras que para el no fertilizado los valores oscilaron entre 1600 y 2600 kg MS ha<sup>-1</sup>.

La biomasa acumulada se incrementó cuando se realizaron dos cortes del cultivo (uno durante el período de crecimiento y otro al finalizar éste), versus un solo corte al finalizar el periodo de crecimiento, (2253 vs 1975 kg MS ha<sup>-1</sup> respectivamente) aunque la diferencia no fue estadísticamente significativa ( $p < 0,05$ ).

**Cuadro 3: Producción 2008- 2009 de biomasa aérea de *Panicum virgatum* L. cv. Álamo, para los diferentes tratamientos experimentales y momentos de corte.**

Tratamiento*	Momentos de corte	Biomasa Aérea Acumulada (Kg MS ha <sup>-1</sup> )		Total
		Primer Corte #	Segundo Corte #	
F 1	Noviembre- Abril	1046 (286) a	1045 (523) a	2091
F2	Diciembre- Abril	2614 (887) b	435 (104) a	3049
F3	Febrero- Abril	2314 (1448) b	320 (173) a	2634
F4	Noviembre- Julio	1485 (451) a	478 (70) a	1963
F5	Diciembre- Julio	2670 (434) b	280 (142) a	2950
F6	Febrero- Julio	1195 (687) b	288 (180) a	2283
F7	Abril	2162 (1213) b		2162
F8	Julio	2006 (315) b		2006
NF1	Noviembre- Abril	1053 (53) a	1103 (657) a	2156
NF2	Diciembre- Abril	1920 (316) b	253 (72) a	2174
NF3	Febrero- Abril	1556 (397) b	195 (13) a	1751
NF4	Noviembre- Julio	1149 (427) a	510 (237) a	1659
NF5	Diciembre- Julio	2375 (1028) b	205 (68) a	2581
NF6	Febrero- Julio	1563 (165) b	177 (29) a	1739
NF7	Abril	1876 (1106) b		1876
NF8	Julio	1854 (1241) b		1854

Letras distintas dentro de la misma columna difieren significativamente ( $p < 0,05$ ), los valores se presentan como media  $\pm$  desvío estándar.

\*F= Fertilizado con 100 kg N ha<sup>-1</sup>; NF= No fertilizado.

# Valor medio acompañado de desvío estándar entre paréntesis.

Para dos cortes al año (inicio y final del periodo de crecimiento), el valor promedio acumulado fue de 2495 y 2010 kg MS ha<sup>-1</sup>, para los tratamientos fertilizado y no fertilizado, respectivamente. Cuando se realizó un solo corte de la biomasa, al final del periodo de crecimiento, se observaron valores medios de 2084 y 1865 kg MS ha<sup>-1</sup> para los tratamientos fertilizado y no fertilizado, respectivamente.

Cuando se realizó el análisis estadístico de la biomasa aérea acumulada al primer corte, las diferencias entre niveles de factor fertilización y la interacción entre factores de tratamiento, no resultaron significativas ( $p < 0,05$ ), aunque sí existieron diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) entre distintas fechas de corte.

Dentro de los diferentes momentos de primer corte, el mes de noviembre (1183 kg MS ha<sup>-1</sup>) presentó diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) con las demás fechas de corte. No existieron diferencias significativas entre el resto de las fechas ( $p < 0,05$ ).

En el análisis estadístico del segundo corte, se observó que para la producción de materia seca, las diferencias entre niveles del factor fertilización y fechas de corte, no resultaron significativas ( $p < 0,05$ ), ni tampoco la interacción entre factores de tratamiento.

Las concentraciones de PB de la biomasa aérea correspondientes a los distintos tratamientos se presentan en el cuadro 4. En promedio, el porcentaje de PB de los tratamientos con fertilización nitrogenada fue mayor ( $p < 0,05$ ) que el de los que no la incluyeron (6,71 vs 4,29 %, respectivamente).

Cuando se analizó estadísticamente los valores de concentración de PB para primer corte, las diferencias entre niveles del factor fertilización, fechas de primer corte y la interacción entre factores de tratamiento resultaron significativas ( $p < 0,05$ ). Los valores de concentración de PB, para cortes de tratamientos con fertilización variaron entre 10,0%, para inicio del crecimiento de la pastura, hasta 4,53% cuando el corte se realizó en estado de

senescencia (julio). Para los tratamientos sin fertilización, la concentración de PB alcanzó un valor máximo de 5,68% para el corte de noviembre, observándose el valor más bajo (2,37%) cuando el corte se realizó en julio.

El análisis de las diferentes fechas de primer corte mostró, a excepción de las fechas de febrero y abril, no se diferenciaron estadísticamente. Para el resto de las fechas de corte, sí se observaron diferencias significativas ( $p < 0,05$ ).

En cuanto al segundo corte, se observaron diferencias en concentración de PB entre tratamientos con fertilización (6,67%) y sin fertilización (5,24%). La concentración de PB del segundo corte, para los tratamientos con fertilización, osciló entre valores que van desde 8,45% para Abril a 4,44% para el mes de julio. Para los tratamientos sin fertilización, la concentración de PB del segundo corte varió desde 7,39% en abril, con primer corte en febrero, a un valor de 3,64% en julio, con primer corte en noviembre. En el análisis estadístico del segundo corte, las diferencias entre niveles de factor fertilización y la interacción entre factores de tratamiento no resultaron significativas ( $p < 0,05$ ). Sin embargo, se encontraron diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) entre fechas de corte, siendo mayor el valor de concentración de PB para cortes de abril respecto a los de julio.

**Cuadro 4: Concentración de proteína bruta en cortes 2008- 2009 de biomasa aérea de *Panicum virgatum* L. cv. Álamo, para los diferentes tratamientos experimentales y momentos de corte.**

Tratamientos	Momentos de corte	Concentración de Proteína Bruta	
		1 <sup>er</sup> Corte *	2 <sup>do</sup> Corte *
F1	Noviembre- Abril	10,01 (0,05) a	6,82 (0,91) a
F2	Diciembre- Abril	7,30 (1,30) b	8,45 (1,19) a
F3	Febrero- Abril	5,22 (0,88) c	7,94 (2,67) a
F4	Noviembre- Julio	8,62 (0,62) a	4,44 (0,92) b
F5	Diciembre- Julio	6,62 (1,73) b	6,59 (0,71) b
F6	Febrero- Julio	6,12 (1,73) c	5,8 (1,79) b
F7	Abril	5,28 (1,63) c	
F8	Julio	4,53 (1,12) d	
	Promedio	6,71	6,67
NF1	Noviembre- Abril	5,5 (0,30) a	3,3 (0,82) a
NF2	Diciembre- Abril	4,47 (0,50) b	6,90 (0,82) a
NF3	Febrero- Abril	4,05 (0,11) c	7,39 (0,98) a
NF4	Noviembre- Julio	5,68 (0,66) a	3,64 (0,15) b
NF5	Diciembre- Julio	4,47 (0,63) b	5,15 (0,56) b
NF6	Febrero- Julio	4,07 (0,70) c	4,52 (1,21) b
NF7	Abril	3,69 (0,98) c	
NF8	Julio	2,37 (0,22) d	
	Promedio	4,29	5,24

\*valor medio acompañado de desvío estándar entre paréntesis.

Letras distintas dentro de la misma columna difieren significativamente ( $p < 0,05$ ).

En el Cuadro 5 se presentan los valores de concentración de FDA para los diferentes tratamientos ensayados. El promedio de FDA para el primer corte, con y sin fertilización, fue de 51,21% y 35,03%, respectivamente. El análisis estadístico de los datos mostró que no hubo efecto significativo ( $p < 0,05$ ) de interacción entre factores de tratamiento. Sin embargo, se observaron diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) entre niveles del factor fertilización y entre fechas de corte. En el análisis de las fechas de corte existieron diferencias entre el corte de

abril y los cortes de diciembre y febrero, así como entre el corte de diciembre respecto a febrero y corte de febrero respecto del de noviembre.

Los valores medios de concentración de FDA del segundo corte, para los tratamientos con y sin fertilización, fueron de 42,92% y 33,12%, respectivamente, y no existieron diferencias significativas entre niveles del factor fertilización ni entre fechas de cortes, pero siendo significativa la interacción entre factores de tratamientos ( $p < 0,05$ ). La concentración de FDA de los rebrotes fertilizados de abril (media= 44,9%) fue diferente del promedio de FDA del tratamiento no fertilizado (26,9%). Para las fechas de corte de rebrote del mes de julio no existieron diferencias entre tratamientos fertilizado y no fertilizado (40,9% vs 39,4%, respectivamente).

Los valores calculados de DMS de los diferentes tratamientos aplicados se presentan en el Cuadro 6. En promedio, la DMS del primer corte fue de 49% para los tratamientos con fertilización, mientras que en los que no se fertilizó alcanzó el 61,6%, con valores mínimos y máximos de 37,05% y 55,4% para el fertilizado y de 55,9% y 67% para el no fertilizado, respectivamente. Se encontraron diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0,05$ ) entre niveles del factor fertilización y fechas de corte, pero no así efecto de interacción entre factores de tratamiento.

Cuando se analizaron las diferentes fechas del primer corte, se encontraron diferencias significativas entre los cortes de abril, con respecto a los cortes de diciembre y febrero, como así también para diciembre respecto a febrero y febrero respecto a noviembre ( $p < 0,05$ ).

Para el segundo corte no existieron diferencias significativas entre niveles del factor fertilización y fechas de corte.

La interacción entre factores de tratamiento resultó significativa ( $p < 0,05$ ). La DMS del corte de abril fue mayor para los tratamientos sin fertilización que para los fertilizados (68,0%

vs 53,9%), respectivamente. Respecto al corte de julio, no existieron diferencias de DMS entre los tratamientos (F 57,0% vs NF 58,2%).

**Cuadro 5: Concentración de fibra detergente ácido en corte 2008- 2009 de biomasa aérea de *Panicum virgatum* L. cv. Álamo, para los diferentes tratamientos experimentales y momentos de corte.**

Tratamiento	Momentos de corte	Concentración de Fibra Detergente Ácido (%MS)	
		1 <sup>er</sup> corte *	2 <sup>do</sup> corte *
F1	Noviembre- Abril	43,1 (9,54) a	61,8 (19,1) a
F2	Diciembre- Abril	52,2 (3,16) a	36,7 (1,99) a
F3	Febrero- Abril	54,1 (3,40) b	36,3 (1,74) a
F4	Noviembre- Julio	53,5 (0,37) a	43,2 (1,79) a
F5	Diciembre- Julio	52,4 (1,45) a	39,0 (0,73) a
F6	Febrero- Julio	66,6 (14,7) b	40,5 (3,56) a
F7	Abril	43,0 (2,32) c	
F8	Julio	44,8 (0,94) c	
	Promedio	51,21	42,92
NF1	Noviembre- Abril	33,0 (0,34) a	29,7 (1,47) a
NF2	Diciembre- Abril	34,0 (3,15) a	25,7 (0,79) a
NF3	Febrero- Abril	38,2 (13,89) b	25,1 (1,29) a
NF4	Noviembre- Julio	33,0 (0,48) a	39,8 (0,59) a
NF5	Diciembre- Julio	33,2 (1,96) a	38,8 (1,64) a
NF6	Febrero- Julio	38,4 (12,8) b	39,6 (0,82) a
NF7	Abril	28,1 (2,49) c	
NF8	Julio	42,3 (3,16) c	
	Promedio	35,03	33,12

\*valor medio acompañado de desvío estándar entre paréntesis.

Letras distintas dentro de la misma columna difieren significativamente ( $p < 0,05$ ).

**Cuadro 6: Digestibilidad de la materia seca en cortes 2008- 2009 de biomasa aérea de *Panicum virgatum* L. cv. Álamo, para los diferentes tratamientos experimentales y momentos de corte.**

Tratamientos	Momentos de corte	Digestibilidad de la MS (%).	
		1 <sup>er</sup> Corte*	2 <sup>do</sup> Corte*
F1	Noviembre- Abril	55,3 (7,43) a	40,8 (14,9) a
F2	Diciembre- Abril	48,3 (2,46) a	60,3 (1,55) a
F3	Febrero- Abril	46,7 (2,65) b	60,6 (1,35) a
F4	Noviembre- Julio	47,2 (0,28) a	55,2 (1,39) a
F5	Diciembre- Julio	48,1 (1,13) a	58,5 (0,57) a
F6	Febrero- Julio	37,0 (11,4) b	57,3 (2,77) a
F7	Abril	55,4 (1,81) a	
F8	Julio	54,0 (0,73) a	
NF1	Noviembre- Abril	63,2 (0,26) a	65,7 (1,15) a
NF2	Diciembre- Abril	62,4 (2,45) a	68,8 (0,62) a
NF3	Febrero- Abril	59,2 (10,8) b	69,3 (1,01) a
NF4	Noviembre- Julio	63,2 (0,27) a	57,9 (0,46) a
NF5	Diciembre- Julio	63,0 (1,53) a	58,7 (1,28) a
NF6	Febrero- Julio	59,0 (9,97) b	58,1 (0,64) a
NF7	Abril	67,0 (1,94) a	
NF8	Julio	55,9 (2,46) a	

Letras distintas dentro de la misma columna difieren significativamente ( $p < 0,05$ ).

\*Valor medio acompañado de desvío estándar entre paréntesis.

## DISCUSION

La producción de biomasa de Pasto Varilla puede alcanzar valores de 20 t MS ha<sup>-1</sup> dependiendo de la localidad y el cultivar elegido (Brejda, 2000). Muir *et al.* (2001), utilizando la misma dosis de fertilizante que en el presente trabajo, informaron valores de biomasa para el cultivar Álamo en un rango de 7 a 19 t MS ha<sup>-1</sup>, dependiendo de la localidad y las precipitaciones, mientras que Vogel *et al.* (2002) citaron producciones que alcanzaron hasta 10 t MS ha<sup>-1</sup>.

En el trabajo aquí presentado, se obtuvieron valores de producción de biomasa acumulada muy inferiores a los citados anteriormente, alcanzando para los tratamientos con fertilización un promedio de 2392 kg MS ha<sup>-1</sup>, y de 1974 kg MS ha<sup>-1</sup> para tratamientos no fertilizados. Para la misma región de estudio, Petruzzi *et al.* (2009) obtuvieron para el periodo 2006-2007, y bajo mejores condiciones hídricas, valores de producción más elevados y respuesta a la fertilización, siendo la producción de biomasa acumulada de 21,5 t MS ha<sup>-1</sup> y de 13,7 t MS ha<sup>-1</sup> para el tratamiento fertilizado y no fertilizado respectivamente. Si bien los valores de biomasa acumulada observados en este trabajo son suficientes para mostrar la baja producción obtenida, a campo se pudo apreciar visualmente dicho rendimiento reducido. En general, la altura de la pastura no superó los 60 cm, valor muy inferior a la altura mencionada por Veneciano (2006) para un cultivo en condiciones de desarrollo normal.

Los valores reducidos de producción de biomasa aérea del presente trabajo, y la escasa respuesta a la fertilización, pueden atribuirse al déficit hídrico que se produjo en determinadas etapas del cultivo. Las condiciones hídricas durante el año 2008 previas al comienzo del periodo vegetativo (julio-septiembre), fueron inferiores a la media pluviométrica histórica en unos 30mm. En el último trimestre del año 2009, período del año en que se espera que comience el ciclo vegetativo del Pasto Varilla, las lluvias fueron de 235 mm, valor cercano a

la media histórica para dichos meses en la región. Por lo tanto, puede asumirse que las condiciones hídricas fueron óptimas para el crecimiento inicial de la pastura, lo que se ve reflejado en niveles aceptables de producción de biomasa aérea, con valores de producción de MS acumulada para el corte de diciembre que superaron a los de noviembre previo.

Las condiciones hídricas cambiaron radicalmente durante el trimestre siguiente (enero-marzo) de 2009, ya que las precipitaciones acumuladas solo alcanzaron los 112 mm, lo que solo representa el 45 % de la media histórica para dicho período del año.

Durante enero, febrero y marzo del 2009 se registraron déficits de precipitaciones del 96%, 49% y 27%, respectivamente, con relación a la media histórica registrada para cada mes. El marcado déficit hídrico registrado durante enero, agravado por la elevada evapotranspiración potencial, explicaría la caída en la producción de biomasa cosechada en el corte de febrero. Los valores registrados de biomasa aérea acumulada para los tratamientos, con y sin fertilización, fueron inferiores alrededor de 7 veces a aquellos obtenidos en la región por Petruzzi *et al.*, (2009), para la misma pastura en una fecha de corte similar. Muir *et al.* (2001) mencionaron reducciones drásticas en la producción de biomasa aérea de *Panicum virgatum* L., que en algunos casos ocasionaron crecimiento casi nulo, ante condiciones de sequía severa en Texas, Estados Unidos.

Durante el segundo trimestre del año 2009, se registraron lluvias a niveles equivalentes a solo 33% de la media histórica de la región. Nuevamente, el fuerte déficit de precipitaciones explica los bajos valores de biomasa obtenidos en el corte de abril. Como era de esperarse, en el segundo corte se observó una mayor acumulación de biomasa aérea a medida que aumentó el tiempo transcurrido desde el primer corte, de manera similar a los resultados obtenidos por Vogel *et al.* (2002).

Los valores observados de biomasa aérea acumulada al segundo corte, con y sin fertilización, fueron muy inferiores (20 y 13 veces, respectivamente) a los registrados en la región durante 2006 y 2007 (Petruzzi *et al.*, 2009).

En el tercer trimestre de 2009, el nivel de lluvias registrado representó el 72% de la media histórica para la región.

El nivel de biomasa aérea acumulada de tratamientos con un único corte, para el presente estudio, no tuvo diferencias con el de los que incluyeron dos cortes. Muir *et al.* (2001), al igual que Petruzzi *et al.* (2009), tampoco obtuvieron diferencias significativas en biomasa aérea acumulada, entre tratamientos de un corte y dos cortes. Por el contrario, Monti *et al.* (2008) informaron diferencias significativas en producción de biomasa aérea de *Panicum virgatum* L., dependiendo del año, cuando se contrastó uno versus dos cortes. Ante sequías severas, el sistema de doble corte puede causar mayor pérdida de stand de plantas (Sanderson *et al.*, 1999).

En el presente estudio, la concentración de PB en la biomasa aérea de *Panicum virgatum* L. disminuyó a medida que el corte se realizó más tarde en el ciclo de la pastura. Para los tratamientos sin fertilización, las concentraciones de PB resultaron por debajo de las requeridas en la dieta de una vaca de cría, las cuales oscilan, según el NRC (1973), entre 5% (seca-preñada) y 9 % (lactación) de la MS de la ración, por lo que con los valores de este estudio, la pastura no alcanzaría ni a cubrir los requerimientos de mantenimiento.

Concentraciones de PB similares a las del presente trabajo fueron informadas por Stritzler y Petruzzi (2005), evaluando las gramíneas perennes estivales de mayor potencial para la Región Semiárida Central, incluida *Panicum virgatum* L..

En cuanto al segundo corte, la concentración de PB no aumentó con la fertilización nitrogenada, pero se observaron diferencias entre momentos de corte, lo que probablemente se

debió a que el cultivo en el mes de abril aún se encontraba en estado vegetativo, tornándose senescente hacia el mes de julio, cuando disminuye notablemente su calidad nutritiva (Veneciano, 2006). La disminución de la concentración de PB, con el avance del estado fenológico de la pastura, se acentuó en los tratamientos que incluyeron dos cortes en comparación con los de un solo corte. Como era de esperarse, las concentraciones más bajas de PB se observaron, en general, para los cortes efectuados al estado de senescencia de la biomasa aérea. Brejda (2000) también menciona concentraciones de PB menores para el forraje de *Panicum virgatum* L., cosechado en invierno, en comparación con el cosechado en otoño.

*Panicum virgatum* L. tiene la particularidad de traslocar reservas a sus órganos subterráneos, hacia el final de su ciclo de crecimiento (Monti *et al.*, 2008) y, además, con la ocurrencia de las heladas, pierde una mayor proporción de hojas que de tallos (Adler *et al.*, 2006). Por lo tanto, era esperable que la biomasa aérea presentase menores concentraciones de PB en el corte de julio.

Aunque, en términos relativos, la concentración de PB del forraje de especies megatérmicas se considera baja, el mayor rendimiento en MS que implica la fertilización oportuna puede ser una compensación, si se regula la carga animal, y con ello la posibilidad de una mayor selección y consumo de forrajes de mejor calidad (Privitello, 2004). Esta ventaja no fue notoria en el presente trabajo, debido a la baja producción de MS causada, como ya fue mencionado, por las bajas precipitaciones durante la estación de crecimiento.

En la Región Semiárida, además, la disponibilidad de agua en el suelo determina a menudo la respuesta de la planta al N edáfico, ya que el agua afecta la cantidad y la forma de N disponible en la solución del suelo (Gillet, 1984).

La producción de biomasa, como era esperable, disminuyó a medida que avanzó el estado fenológico, de noviembre a febrero. Sin embargo, aumentó en el corte de abril para volver a disminuir hacia julio. Este comportamiento anómalo sólo puede explicarse por las bajas precipitaciones registradas hacia febrero, mientras que las lluvias registradas durante el mes de marzo hicieron posible un nuevo período de crecimiento de la pastura y, consecuentemente, un aumento en la digestibilidad del forraje producido.

Algunos autores mencionaron disminuciones del orden del 20- 25% (Brejda, 2000), o del 7- 8% (Adler *et al.*, 2006), en la DMS del forraje cuando el forraje de *Panicum virgatum* L. se cosechó durante el invierno, en relación con el cosechado en otoño. En el presente trabajo, si bien la DMS decreció en el corte de julio, respecto al corte de abril, esta disminución fue mínima (2%) para los tratamientos con fertilización, o de hasta de 16% en los que no se fertilizó, explicándose por los altos valores de DMS en abril (Cuadro 6), como se mencionó en el párrafo anterior.

Tal como se esperaba, a medida que disminuyó el periodo entre el primer y segundo corte, la DMS del forraje cosechado al realizarse este último fue mayor, lo que se explicaría por una mayor cantidad de material senescente acumulado.

Para todas las fechas de corte, la DMS fue superior en los tratamientos sin fertilización, respecto a los que la incluyeron. Esto se explica porque todo el estudio fue claramente afectado por las bajas precipitaciones. Esto hizo que, no solamente se viera drásticamente reducida la producción de MS, sino que también se modificaran las relaciones tallo-hoja, ya que en el cultivo no fertilizado prácticamente no se diferenciaron macollos reproductivos. Dado que las hojas son siempre de mayor valor nutritivo que los tallos, el resultado fue una DMS superior en los tratamientos sin fertilización que en los que se aplicó fertilizante (Cuadro 6).

## CONCLUSIONES

- La sequía bajo la que se desarrolló el estudio afectó profundamente los resultados obtenidos; por esta razón, los mismos solo pueden ser tomados en cuenta dentro de este contexto particular, pero frecuente, en la Región Pampeana Semiárida.
- La producción de MS de forraje de *Panicum virgatum* L. no resultó afectada por la fertilización, pero sí por la fecha de corte. Sin embargo, la cantidad de biomasa aérea acumulada en los tratamientos con un corte respecto al de dos cortes durante todo el ciclo, no presentó diferencias.
- La fertilización nitrogenada incrementó la concentración de PB en el forraje de la pastura de *Panicum virgatum* L.
- Con el avance del estado fenológico de la pastura de *Panicum virgatum* L. se redujo la concentración de PB y la DMS, y aumentó la concentración de FDA.
- La baja calidad nutritiva de este cultivo al estado senescente no hace aconsejable su utilización en planteos en los que se espera lograr, al menos, niveles de mantenimiento durante el periodo invernal.

## BIBLIOGRAFIA

**Adler, P., Sanderson, M., Boateng, A. and Jung H. 2006.** Biomass yield and biofuel quality of switchgrass harvested in fall or spring. *Agron. J.* 98: 1518- 1525.

**Bailey, H.P. 1979.** Semi-arid climates: their definition and distribution. In: *Ecological studies* 34, pp 73-97. [A.E. Hall; G.H Cannell y H.W. Lawton (eds.)]. Springer-Verlag, Heidelberg, Alemania.

**Ballard, R. A., Simpson, R. J., and Pearce, G. R. 1990.** Losses of digestible components of annuals ryegrass (*Lolium rigidum* Gaudin) during senescence. *Aust. J. Agric. Res.* 41: 719-731.

**Brejda, J. J. 2000.** Fertilization of native warm- season grasses. In: *Native warm season: Research trends and issues*, pp. 177- 200. [K. J. Moore and B. Anderson (eds.)]. CSSA Spec. Publ. 30. ASA, Madison. Wi., USA.

**Covas, G. 1974.** Los pastos sudafricanos en relación a la forrajicultura en La Pampa, con especial referencia al pasto llorón (*Eragrostis curvula*). Simposio sobre Pasto Llorón en la Provincia de La Pampa, pp. 1-10.

**Covas, G. 1982.** Potencial y limitaciones de los recursos forrajeros actuales y de aquellos en vías de experimentación en la Región Pampeana Semiárida. *Actas de las Primeras Jornadas Técnicas en la Región Pampeana Semiárida.* Fac. Agron. UNLPam, pp. 13-31.

**Covas, G. 1991.** Introducción del pasto llorón en la Republica Argentina. En: *El pasto llorón, su biología y manejo*, pp. 1-6. [O. A. Hernández, R. E. Brededan y Gargano, A. O. (eds.)]. CERZOS, UNS, Bahia Blanca.

**Ehleringer, J.R., Cerling, T.E. and Helliker, E.R. 1997.** C4 photosynthesis, atmospheric CO2 and climate. *Oecologia* 112: 285-299.

**Ferri, C. M. y Stritzler, N. P. 1996.** Comportamiento de verdes invernales en Santa Rosa, La Pampa. II. Estimación de la degradabilidad ruminal *in sacco*. Rev. Fac. Agron., UNLPam 9:19- 22.

**Frasinelli, C.A., Stritzler, N.P., Veneciano, J.H., Casagrande, J.R., Marchi, A. y Funes, M.O. 1992.** *Digitaria eriantha*, una forrajera estival promisoría. La Ciencia y Tecnología en el Desarrollo de la Provincia de San Luis. Revista de Divulgación 2: 17 p.

**Gargano, A. O. y Adúriz, M.A. 1984.** Manejo de la defoliación y fertilización nitrogenada en pasto llorón, *Eragrostis curvula* cv. Tanganyka. I. Rendimiento de materia seca, digestibilidad *in vitro* y rendimiento de materia seca digestible. Rev. Fac. Agron. (UBA) 5: 7-14.

**Gastó Coderch, J. 1993.** La desertificación: los posibles elementos de lucha. En: La agricultura del siglo XXI, pp. 47-77. [J.I. Cubero y M.T. Moreno (eds.)]. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid España.

**Gillet, M. 1984.** Las gramíneas forrajeras. Editorial Acribia, España. 353 p.

**Iglesias, D. H. e Iturrioz, G. 2008.** Caracterización de la cadena agroalimentaria de la carne vacuna en la Provincia de La Pampa. Documento de trabajo, Informe Anual 2008, EEA, INTA, 71 pp.

**Lemaire, G. and Chapman, G. 1996.** Tissue flows in grazed plants communities. In: The ecology and management of grazing systems, pp. 3- 36. [J. Hodgson and Illius A. W. (eds.)]. CAB International. Londres, Reino Unido.

**Minson, D. J. 1990.** Prediction of forage intake. In: Forage in ruminant nutrition, pp. 83- 107. [J. Hacker, (ed.)]. Academic press Inc., San Diego, CA. USA.

**Monti, A.; Bezzi, G.; Pritoni, G. y Verturi, G. 2008.** Long- term productivity of lowland and upland Switchgrass ecotypes as affected by cutting frequency. *Bioresources*, 99: 7425-7432.

**Muir, J. P., M. A. Sanderson, W. A. Ocumpaugh, R. M. Jones, M. R and R. L. Reed. 2001.** Biomass production of “Alamo” Switchgrass in response to nitrogen, phosphorus, and row spacing. *Agron. J.* 93: 896- 901.

**NRC (National Research Council) 1973.** Necesidades nutritivas del Ganado vacuno de carne. Editorial Hemisferio Sur. Buenos Aires, 77 p.

**Parson, A. J. 1988.** The effect of season and management en the growth of grass swards. In: *The Grass crop: the physiological basis of production*, pp. 128- 177. [M. B. Jones and A. Lazenby (eds.)]. Chapman and Hall. London, New York.

**Petruzzi, H.J., Castro, M., González, H., Stritzler, N., y Ruiz, M. 2005.** Efecto de la fecha de cosecha y la fertilización sobre la producción de semillas en *Panicum virgatum*. XIX Reunión de la Asociación Latinoamericana de Producción Animal, pp. 451- 453.

**Petruzzi, H.J., Jouve, V.V., Ferri, C.M., Stritzler, N.P. y Pagella, J.H. 1996.** Tasa de crecimiento y valor nutritivo de 7 gramíneas estivales en la región pampeana semiárida. *Rev. Arg. Prod. Anim.* 16 (Supl. 1): 82-83.

**Petruzzi; H.J., Fernández, G., Stritzler, N.P., Zuccari, A., Jouve, V.V. y Ferri, C.M. 1997.** Pastoreo de forraje diferido de gramíneas de crecimiento estival. *Rev. Arg. Prod. Anim.* 17 (Supl.1): 121.

**Petruzzi, H. J., Orelia, M. y Stritzler, N. P. 2009.** Influencia de la fertilización nitrogenada y la fecha y frecuencia de cosecha sobre la producción de biomasa de Pasto Varilla (*Panicum virgatum* L). *Rev. Arg. Prod. Anim.* 29, Supl. 1: 501- 502.

**Privitello, L. 2004.** Evaluación comparativa de la calidad forrajera en especies subtropicales y nativas en la provincia de San Luis (Argentina). *Pastos y Forrajes* 27 (2): 29- 33.

**Rabotnikof, C.M., Ferri, C.M., Stritzler, N.P. y Petruzzi, H.J. 2004.** Selectividad animal sobre gramíneas perennes de crecimiento estival. *Rev. Arg. Prod. Anim.* 24 (Supl. 1): 152-153.

**Rabotnikof, C.M., Hernández, O.A., Stritzler, N.P., Gallardo, M., Funes, E. y Villar, C.A. 1986a.** Evaluación de especies forrajeras estivales en la Región Pampeana Semiárida. I. Determinación de pared celular, lignina y desaparición de materia seca en bolsitas de *Bothriochloa intermedia*, *Eragrostis curvula*, *Setaria leiantha*, *Panicum antidotale* y *Digitaria eriantha* bajo condiciones de diferimiento. *Rev. Arg. Prod. Anim.* 6:47-56.

**Rabotnikof, C.M., Stritzler, N.P., y Hernández, O.A 1986b.** Evaluación de especies forrajeras estivales en la Región Pampeana Semiárida. II. Determinación de producción de materia seca, persistencia, proteína y digestibilidad *in vitro* de *Bothriochloa intermedia*, *Digitaria eriantha*, *Setaria leiantha*, *Eragrostis curvula* y *Panicum antidotale* bajo condiciones de diferimiento. *Rev. Arg. Prod. Anim.* 6:57-66.

**Rohweder, D.A., Barnes, R.F. and Jorgensen, N. 1978.** Proposed hay grading standards based on laboratory analyses for evaluating quality. *J. Anim. Sci.* 47:747-759.

**Sanderson, M.A., Read, J.C. and Reed, R.L. 1999.** Harvest management of switchgrass for biomass feedstock and forage production. *Agron. J.* 91:5-10

**Stoddart, L. A., Smith, A. D and Box, T.W. 1975.** Range Management. McGraw- Hill, New York, U.S.A, 359 p.

**Stritzler, N.P. y Petruzzi, H.J. 2005.** Las gramíneas perennes estivales y su impacto productivo en la región pampeana semiárida. Seminario técnico: Forrajes 2005. Editorial INTA. 99-116

**Stritzler, N.P. y Petruzzi, H.J. 2000.** Gramíneas perennes estivales introducidas en zonas semiáridas, resultados y perspectivas. Actas del Congreso Nacional de Ganadería Pampeana, Santa Rosa, La Pampa, pp. 13-17.

**Stritzler, N.P., Pagella, J.H., Jouve, V.V and Ferri, C.M. 1996.** Semi- arid warm- season grass yield and nutritive value in Argentina. *J. Range Manage.* 49: 121-125.

**Stritzler, N.P., Pagella, J.H., Jouve, V.V y Ferri, C.M. 1994.** Producción y valor nutritivo de gramíneas estivales en la Región Pampeana Semiárida. *Rev. Arg. Prod. Anim.* 14 (Supl. 1): 58-59.

**Stritzler, N.P., Rabotnikof, C.M., Ferri, C.M., Pagella, J.H. and Jouve, V.V. 1995.** Cattle preference for 4 warm- season grasses in La Pampa, Argentina. *Ann. Zootech.* 44 (Supl. 1): 112.

**Van Soest, P.J. and Robertson, J. B. 1985.** Analysis of forages and fibrous foods. Cornell University Press, New York. 159 p.

**Veneciano J.H. 2006.** Gramíneas estivales perennes para ambientes semiáridos: Características y productividad. EEA San Luis. 84 p. (Información Técnica N° 171).

**Vogel, K. P., Brejda, J., Walters, D. and Buxton, D. 2002.** Switchgrass biomass production in the Midwest USA: Harvest and Nitrogen management. *Agron. J.* 94: 413- 420.

**Wentworth, T.R. 1983.** Distribution of C4 plants along environmental and compositional gradients in southeastern Arizona. *Vegetation* 52:21-34.

**Whyte, R.O., Moir, T.R. y Cooper, J.P. 1971.** Las gramíneas en la agricultura. Estudios Agropecuarios 42 (3° ed.). FAO, Roma, Italia.

**Wilson, J.R. 1984.** Tropical pastures. In: Control of crop productivity, pp.185-197. [C. J. Pearson (ed.)]. Academic Press, Londres, Reino Unido.