TRABAJO FINAL DE GRADUACIÓN

“EVALUACIÓN DEL VALOR NUTRITIVO DE GRAMÍNEAS MEGATÉRMICAS EN SUELOS CON LIMITANTES EDÁFICAS DE LA REGIÓN SEMIÁRIDA PAMPEANA”

Autores: LAMBERT, Matías Armando

ZAPATA, Ricardo Raúl

Director: STRITZLER, Néstor Pedro

Ingeniería Agronómica

Facultad de Agronomía

Universidad Nacional de La Pampa

- 2014 -

ÍNDICE

Resumen……..…5

Abstract……..….6

Introducción ……...….7

Hipótesis y Objetivo……...……...10

Materiales y Métodos……11

Descripción de las especies evaluadas …….11

Resultados y Discusión……..18

Producción de biomasa aérea……18

Conclusiones……..….38

Agradecimientos……..…39

Bibliografía……....40

ÍNDICE DE FOTOS

Foto 1: Pasto llorón (*Eragrostis curvula (Schrad)* Nees)……..……..……..12

Foto 2: Mijo perenne *(Panicum coloratum)*……..13

Foto 3: Pasto varilla *(Panicum virgatum)*…….14

Foto 4: Pasto garrapata *(Eragrostis superba)*……...…15

Foto 5: Parcelas de ensayo en Guatraché……..16

Foto 6: Parcelas de ensayo luego del corte en julio……..…...18

ÍNDICE DE FIGURAS

Fig.1: Biomasa aérea acumulada (en kg MS ha^{-1}) de cada uno de los tratamientos……..…..20

Fig. 2: Contribución (en kg MS ha^{-1}) de cada especie en los tratamientos con polifíticas……....21

Fig. 3: Ecuación de regresión entre el porcentaje de proteína bruta y la digestibilidad *in vitro* de la materia seca (% DIVMS), para las muestras de megatérmicas evaluadas en el ensayo……..……...31

Fig. 4: Ecuación de regresión lineal entre el porcentaje de proteína y el porcentaje de fibra detergente neutro (% FDN), para las muestras de megatérmicas evaluadas en el ensayo……...32

Fig. 5: Ecuación de regresión lineal entre el porcentaje de proteína bruta y porcentaje de fibra en detergente ácido (% FDA), para las muestras de megatérmicas evaluadas en el ensayo……33

Fig. 6: Ecuación de regresión lineal entre digestibilidad *in vitro* de la materia seca (% DIVMS) y el porcentaje de fibra detergente neutro (% FDN), para las muestras de megatérmicas evaluadas en el ensayo ..…….33

Fig. 7: Ecuación de regresión lineal entre digestibilidad *in vitro* de la materia seca (% DIVMS) y el porcentaje de fibra detergente ácido (% FDA), para las muestras de megatérmicas evaluadas en el ensayo…….34

Fig. 8: Ecuación de regresión lineal entre porcentaje de fibra detergente neutro (% FDN) y el porcentaje de fibra detergente ácido (% FDA), para las muestras de megatérmicas evaluadas en el ensayo……35

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Biomasa aérea acumulada y desvío estándar (en kg MS ha^{-1}) de cada uno de los tratamientos……20

Tabla 2: Variables de valor nutritivo medidas en todos los tratamientos……..…23

Tabla 3: Coeficiente de correlación (r) entre las variables analizadas……..…30

RESUMEN

Las especies C_4 de crecimiento estival fueron introducidas en la Región Semiárida Pampeana con el fin de complementar la oferta forrajera del pastizal natural, el cual concentra su producción en el invierno. El presente trabajo pretende, en un contexto de amplia variabilidad climática interanual y de suelos con restricciones, evaluar la producción y el valor nutritivo de la materia seca diferida de tres especies megatérmicas (*Eragrostis superba, Panicum coloratum* y *Panicum virgatum*), dispuestas como monofíticas y polifíticas, con respecto a *Eragrostis curvula* (Pasto llorón). El ensayo se llevó a cabo en un campo cercano a la localidad de Guatraché, Departamento Guatraché, provincia de La Pampa, en la Región Semiárida Pampeana. Las especies y cultivares fueron logrados por división de matas y trasplantados en parcelas de 3 m de largo y 2 m de ancho cada una, consistiendo de 4 líneas espaciadas a 0,50 m. El estudio fue realizado dentro de un diseño en bloques totalmente aleatorizados con tres repeticiones. Los tratamientos fueron: 1. *Eragrostis curvula* (PLL)*;* 2. *Eragrostis superba* (ES); 3. *Panicum coloratum* (PC)*;* 4.*Panicum virgatum* (PV); 5. ES + PC; 6. ES + PV; 7. PC + PV; y 8. ES +PC + PV. El forraje de todas las parcelas fue cortado simultáneamente, el 13 de julio de 2010. Se determinó la producción y el contenido de materia seca (MS), la digestibilidad *in vitro* de la misma (% DIVMS), el contenido en proteína bruta y la concentración de fibra en detergentes neutro (FDN) y ácido (FDA). Los datos obtenidos de cada tratamiento en el ensayo experimental fueron analizados estadísticamente por ANVA y las diferencias entre medias por la prueba de Duncan. No se encontraron diferencias significativas ($p \geq 0,05$) entre los tratamientos en las determinaciones realizadas excepto en las variables % DIVMS y % FDA, donde existe disimilitud entre dos de ellos. Los coeficientes de correlación entre las variables analizadas muestran valores de R^2 bajos, por lo que se puede inferir que no son importantes a la hora de determinar el valor nutritivo de las especies. Los resultados obtenidos permiten concluir que la utilización de las especies megatérmicas analizadas en forma monofítica como polifítica, no produciría modificaciones importantes en los parámetros nutritivos de la pastura.

Palabras clave: monofíticas, polifíticas, manto calcáreo, variabilidad climática.

ABSTRACT

The warm season grasses were introduced in the Semiarid Pampean Region with the aim of complementing the forage offer of the natural grassland, that concentrates the biomass production in winter. The present work was design to evaluate, within a context of a wide interannual climatic variability and soils with severe restrictions, the dry matter production and nutritive value of deferred forage of three warm season grasses (*Eragrostis superba*, *Panicum coloratum* y *Panicum virgatum*), in mono- and polyphytic plots, with *Eragrostis curvula* (weeping lovegrass) as a control. The experiment was performed in Guatraché, Department of Guatraché, La Pampa province, in the Semiarid Pampean Region. All plots were obtained by plant division, and transplanted into 3 m long rows, spaced 0.50 m between rows and 0.30 m between plants. Each plot consisted of 4 rows. The study was done within a completely randomized block design, with three replications. The forage of all plots was cut simultaneously on july 13th, 2010. The dry matter (DM) production and content, DM digestibility *in vitro* (IVDMD), crude protein (CP) content, and neutral (NDF) and acid (ADF) detergent fibre were determined. The results obtained were statistically treated by ANOVA, and the differences between means, by Duncan test. No significant differences ($p \geq 0.05$) between treatments were found, with the exception of % IVDMD and % ADF between two of the treatments. The correlation coefficients between variables showed low R^2, the refore it can be inferred that they are not important in determining the nutritional quality of the species. The results obtained indicate that the use of warm season grasses both as monophytic or polyphytic pastures would not produce important changes in nutritional parameters pasture.

Keywords: monophytic, polyphytic, limestone mantle , climate variability.

INTRODUCCIÓN

Las regiones semiáridas se caracterizan por la variabilidad en la producción primaria debido a la escasez y mala distribución de las lluvias. Son ambientes con precipitaciones intermedias entre regiones húmedas y áridas, en las cuales se alternan años lluviosos con secos. En cuanto al uso del suelo se puede decir que el proceso de expansión de la agricultura en la región húmeda y subhúmeda de la pradera pampeana determinó un corrimiento e intensificación de la actividad ganadera hacia áreas semiáridas y regiones extra-pampeanas, marginales para estos sistemas de producción (Viglizzo *et al.* 2011, Rearte, 2011). Además se aumentó la carga animal en las zonas que ya practicaban la ganadería. El incremento de la misma, en general, no fue acompañado de acciones de manejo orientadas a aumentar la receptividad del sistema, lo que habría acelerado el proceso de deterioro del mismo. Este proceso se manifiesta a través de cambios estructurales, en la distribución espacial y composición específica de la vegetación (Busso, 1997; SAyDS, 2006).

Esta situación promovió la búsqueda e incorporación, a la oferta forrajera de estos sistemas de producción ganadera, de especies gramíneas de crecimiento estival (C_4) como pasto llorón y otras gramíneas C_4 perennes exóticas, con el fin de rotar su utilización con el pastizal natural, cuya composición específica, en su mayoría es de crecimiento invernal (Cano, 1980).

El sistema de producción predominante en la Región es el extensivo. Dadas las características edáficas y climáticas se ve condicionado en alto grado el tipo de especies vegetales que pueden prosperar y el nivel de rendimiento que manifiestan.

En el período estival, el balance hídrico y los niveles de temperatura permiten una producción forrajera sobre la base de gramíneas megatérmicas. Estas especies poseen hábito de crecimiento vigoroso, elongación continua del tallo, elevada tasa de crecimiento y tienden a encañar rápidamente. Prosperan y producen en ambientes cálidos, secos, suelos pobres, con sequías frecuentes y severas (Covas, 1974). Las temperaturas óptimas para crecimiento van de los 30°C hasta los 35°C, siendo la mínima indispensable para el desarrollo, de 15°C (Hernández, 1985).

Respecto a la calidad nutricional, en comparación con las templadas, las gramíneas estivales son inferiores ya que tienen un mayor contenido de fibra, debido a la gran proporción de tejido vascular y grosor de la pared celular (Jung y Deetz, 1993). Además, tienden a poseer elevados contenidos de lignina, disminuyendo así la digestibilidad de la materia seca. La alta resistencia a la degradación mecánica por la anatomía foliar que presentan, puede explicar parcialmente un mayor tiempo de retención ruminal y en consecuencia menor consumo voluntario (Ellis *et al*., 1994).

El área donde se llevó a cabo el estudio se localiza en el sudeste de la provincia de La Pampa, con precipitaciones anuales inferiores a 600 mm, un período libre de heladas de 180 días y una temperatura media anual de 16°C. La fisonomía es de llanura extendida con pendiente suave y ambiente natural de ecotono entre estepa y caldenal, que comprende alrededor de 450.000 ha. En este área los suelos en general son de escasa profundidad y muy heterogéneos con historia agrícola de 100 años. Presentan cierta evolución genética, escasa diferenciación de horizontes y breve estructuración, con textura franco, franco-arenosa (Cano, 1980). Las limitaciones más importantes son: baja capacidad de retención de humedad, drenaje algo

excesivo, mediana - baja fertilidad, susceptibilidad a la erosión eólica, presencia de tosca que se encuentra cercana a la superficie e incluso aflorando.

La gramínea perenne estival más difundida en la región es el pasto llorón (*Eragrostis curvula* (Schrad) Nees), especie de elevada productividad y perennidad. El problema más importante que presenta es que su calidad nutritiva decae notablemente a lo largo del ciclo de crecimiento. Sólo el primer rebrote puede ser considerado de muy buena calidad nutritiva (Stritzler, 2008). A partir de allí ésta decrece constantemente, por lo que la especie no es apta para ser utilizada como diferida hacia el invierno. Según Ricci (2003) la decisión de diferir en el tiempo el uso de una gramínea megatérmica, se asocia a la transferencia de cantidad de materia seca (MS), ya que el valor nutritivo de un diferido es bajo. El rebrote primaveral de las gramíneas perennes de crecimiento estival se produce a la salida del invierno y en octubre ya todas las especies están en activo crecimiento. Esta etapa se prolonga hasta mediados - fines de diciembre, el forraje producido por ellas es de buen valor nutritivo, tienen contenidos altos de proteína bruta y porcentajes de digestibilidad de entre 65- 70%.

A partir de diciembre, mientras que la calidad nutritiva del forraje de pasto llorón decae, la de las otras especies megatérmicas sigue siendo alta (Rabotnikof *et al.*, 1986a,b; Frasinelli *et al.*, 1992; Stritzler *et al.*, 1994, 1995; Ferri *et al.*, 1996; Jouve *et al.*, 1996; Petruzzi *et al.*, 1996; 1997; Stritzler y Petruzzi, 2000). En numerosos trabajos se ha demostrado el bajo valor nutritivo del pasto llorón (Marchi *et al.*, 1973; Castro y Gallardo 1984), siendo superado por otras gramíneas de crecimiento estival (Rabotnikof *et al*., 1986a,b; Stritzler y Petruzzi, 2000).

En las últimas tres décadas se ha introducido y evaluado una gran cantidad de especies megatérmicas, y algunas de ellas, como *Eragrostis superba*, *Panicum coloratum* y *Panicum*

virgatum, demostraron excelentes características forrajeras (Torres Carbonell y Marinissen, 2010). Estas especies se adaptan a todo tipo de suelo pero prefieren los francos y franco-arenosos. Las precipitaciones anuales de 500 mm son suficientes para lograr un buen establecimiento. A medida que aumentan las precipitaciones hay mayor producción de forraje aunque el valor nutritivo generalmente no es afectado (Stritzler y Petruzzi, 2005). El diferente porte de las especies mencionadas podría permitir la siembra de pasturas megatérmicas polifíticas, cuyo comportamiento en suelos someros podría ser complementario y no competitivo, al explorar y ocupar distintos sitios del perfil del suelo. En cuanto al crecimiento, las distintas especies megatérmicas pueden complementarse, ya que algunas de ellas tienen su pico productivo desplazado hacia el fin del verano (Stritzler y Petruzzi, 2005), mientras que otras producen a tasa máxima al principio del mismo.

HIPÓTESIS

La cantidad y el valor nutritivo de la biomasa aérea acumulada por tres especies megatérmicas de porte diferente son mayores a las del pasto llorón en suelos con severas limitaciones por presencia de manto de tosca.

OBJETIVO

Evaluar la producción y valor nutritivo de la materia seca diferida de tres especies megatérmicas (*Eragrostis superba*, *Panicum coloratum* y *Panicum virgatum*), dispuestas como monofíticas y polifíticas, respecto a la especie más difundida en la zona: el pasto llorón.

MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo se estableció en un lote ubicado en la localidad de Guatraché (37° 41´ 34.58” S y 63° 31´57.75” O), Departamento Guatraché, provincia de La Pampa, donde mediante punción, pudo determinarse la presencia de tosca a 50 cm.

Las especies evaluadas fueron *Panicum virgatum* L. cv. Álamo, *Panicum coloratum* L. cv. Verde, *Eragrostis superba* Peyr. cv. Palar y *Eragrostis curvula (*Schrad.*)* Nees. cv. Tanganika (pasto llorón) como testigo, que es la especie más difundida en la zona donde se realizó el ensayo.

DESCRIPCIÓN DE LAS ESPECIES EVALUADAS

- Pasto llorón *(Eragrostis curvula (Schrad) Nees)*

De origen sudafricano, cultivada en la región templada semiárida de la Argentina. Está muy difundida en las provincias de La Pampa y San Luis y también en el suroeste de Córdoba y de Buenos Aires.

Utilizada en suelos susceptibles a erosión eólica (su introducción se realizó para fijar médanos), se adapta a suelos de textura arenosa o franco-arenosa, con requerimientos medios en fertilidad y crece en rangos de pH del suelo de 7 a 8,5. Sistema radical puede llegar hasta los 5 metros, pero “se adapta” a suelos poco profundos de 20 a 50 cm (Bandera *et al.*, 2013).

Tiene alta tolerancia a sequía y se adapta a regímenes hídricos de 350 a 800 mm.

Es muy resistente a temperaturas bajas y rebrota temprano en la primavera. Su rango de temperatura óptima va de 17 a 32°C (Bandera *et al.*, 2013).

Las plantas son variables en su morfología lo cual condujo a divisiones taxonómicas adicionales (variedades).

***Foto 1*:** Pasto llorón (*Eragrostis curvula* (Schrad) Nees)

- Mijo Perenne (*Panicum coloratum* L.)

Nativo de la sabana africana, fue introducido en diferentes áreas de EEUU, Australia y Sudamérica. Es una gramínea largamente perenne de crecimiento primavero estival y se adapta a zonas templadas, cálidas a tropicales, y a suelos arenosos y franco arenosos. Tolera sequía pero se desarrolla mejor en zonas con precipitaciones de 500 mm o más (Petruzzi *et al.*, 2003).

Puede alcanzar una altura de 80-90 cm, presenta hojas densas de color verde azulado de 1,5 cm de ancho con un largo aproximado de 30 cm. Las panojas son abiertas con espiguillas de color verde y púrpura (Petruzzi *et al.*, 2003).

La forma de diseminación más común es por semillas, con un pulso de maduración en diciembre en pasturas ya establecidas. También puede diseminarse por rizomas cortos.

En la Región Semiárida Pampeana rebrota en el mes de septiembre y a partir de allí comienza un crecimiento intenso durante la primavera y el verano. En el otoño la producción de forraje es menor pero prosigue hasta el comienzo de las heladas (Petruzzi *et al.*, 2003).

Hay registros de cultivares de mijo perenne de más de 10 años que han demostrado una persistencia del 100 %.

Foto 2: Mijo Perenne

(Panicum coloratum)

- Pasto varilla (*Panicum virgatum* L.)

Especie originaria de Norteamérica, se extiende desde México a Canadá. Existen dos ecotipos genéticos uno adaptado a regímenes de humedad más benignos (más difundido en nuestro país) y otro de tierras altas adaptado a ambientes áridos-semiáridos (Bandera *et al.*, 2013).

Posee un sistema radical rizomatoso, que puede alcanzar 4 metros de profundidad en suelos sin limitaciones. Posee alta capacidad de adaptación a distintos ambientes marginales. Tiene

condiciones para producir elevada cantidad de forraje; su calidad es buena, muy palatable, aunque decae en el diferido. Presenta resistencia al frío y prefiere suelos del tipo arenoso, franco-arenoso (Bandera *et al.*, 2013).

Como desventaja podríamos hacer referencia a su lento período de establecimiento, que se extiende de 2 a 3 años.

En estudios de evaluación de ecotipos y cultivares, en la Región Semiárida Central de la Argentina, Petruzzi *et al*. (2009, 2011) determinaron que el ecotipo de tierras bajas, y dentro de éste el cultivar Álamo es el que mejor se adapta a las condiciones climáticas y edáficas de la región.

Foto 3: Pasto varilla

(Panicum virgatum)

- Pasto garrapata (*Eragrostis superba* Peyr.)

Nativa de África, se caracteriza por su menor resistencia a heladas y sequías respecto al pasto llorón pero su calidad forrajera es superior. Ideal para consociarla con alfalfa (Bandera *et al.*, 2013).

Tolera niveles relativamente altos de salinidad y medios de alcalinidad pero no anegamientos.

Hasta el momento se carece de cultivares con buena adaptación a ambientes semiáridos.

Posee una mediana producción de forraje, pero de muy alto valor nutritivo, tanto en su ciclo de crecimiento primavero–estival como diferido para su utilización en invierno. Su forraje alcanza 69,0 % DIVMS y 10,6 % PB en primavera, manteniendo buenos valores de digestibilidad en verano (65,3 %) y otoño (66,4 %). En invierno, la digestibilidad es suficiente para mantener rodeos de cría (Stritzler y Petruzzi, 2005).

Foto 4: Pasto garrapata

(Eragrostis superba)

Todas las especies y cultivares fueron logrados por división de matas y trasplantados en parcelas de 3 m de largo y 2 m de ancho cada una, con un total de 4 líneas espaciadas a 0,50 m.

Los tratamientos fueron especies solas y combinaciones de dos o tres especies, dentro de un diseño en bloques totalmente aleatorizados con tres repeticiones.

Cada parcela contenía uno de los siguientes tratamientos:

a) PLL: *Eragrostis curvula.*

b) ES: *Eragrostis superba*

c) PC: *Panicum coloratum.*

d) PV: *Panicum virgatum.*

e) ES-PC: *E. superba* + *P. coloratum.*

f) ES-PV: *E. superba* + *P. virgatum.*

g) PC-PV: *P. coloratum* + *P. virgatum.*

h) ES-PC-PV: *E. superba* + *P. coloratum* + *P. virgatum*

Foto 5: Parcelas de ensayo en Guatraché.

En el mes de agosto se comenzó a preparar el terreno pasando un cincel cruzado para romper el piso de labor y una rastra doble. En el mes de septiembre se realizaron los trasplantes

manualmente a partir de la división de matas de las especies en estudio y del testigo, se acompañó con riego. Se utilizó la técnica de trasplante para asegurar la implantación y un arranque homogéneo de todas las especies del ensayo. Se realizó control de malezas en forma mecánica.

De cada parcela se cortó la biomasa aérea acumulada en las 2 líneas centrales descartando 20 cm de cada extremo. Se determinaron los rendimientos de materia seca diferida de cada tratamiento en el mes de julio. Los cortes se hicieron a 10 cm del suelo y se cosechó el total de material. Se pesó y se tomó una muestra representativa de cada parcela, que se secó a 60 °C hasta peso constante y se molió en molino a cuchillas, con malla de 1 mm. El material fue entonces llevado a laboratorio y sobre cada muestra se hicieron las siguientes determinaciones: contenido de materia seca, digestibilidad *in vitro* de la materia seca por el método de Tilley y Terry (1963) modificado por Alexander y McGowan (1966), contenido en proteína bruta por el método semimicro Kjeldahl, concentración de fibra en detergentes neutro y ácido, por los métodos descriptos por Van Soest y Robertson (1985).

Los datos obtenidos de cada tratamiento en el ensayo experimental fueron analizados estadísticamente por ANVA y las diferencias entre medias por el test de Duncan.

Foto 6: Parcelas de ensayo luego del corte en julio.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

PRODUCCIÓN DE BIOMASA ÁEREA

En la Tabla 1 y la Figura 1 se presenta la biomasa aérea acumulada de cada tratamiento.

Todas las determinaciones se realizaron con material de las especies con diferimiento total (crecimiento del ciclo completo), es decir con un estado de madurez avanzado. El tratamiento ES-PC-PV se diferenció ($p < 0,05$) de todos los tratamientos menos de ES-PV, dando los mayores niveles de producción de materia seca en el año 2010 (12714 kg ha^{-1}) (Figura 1, Tabla 1).

Dentro de las parcelas monofíticas no hubo diferencias significativas. Sin embargo, el PLL fue la de mayor (6596 kg ha^{-1}) y ES la menor (2249 kg ha^{-1}). En general los tratamientos con las

especies combinadas tuvieron mayor producción que cuando estuvieron solas. El promedio de acumulación de biomasa aérea para las parcelas monofíticas de ES, PC y PV fue 3496 kg ha^{-1}, mientras que el promedio para las mismas especies, en combinaciones de a dos especies (ES-PC; ES-PV y PC-PV) fue de 8411 kg ha^{-1}. La combinación de las tres especies, como ya fue expresado, fue la de más alta acumulación de MS de todo el ensayo. En general, las parcelas que tuvieron a PV como uno de sus integrantes, tendieron a presentar mayores volúmenes de materia seca. Es probable que esto sea consecuencia del gran porte de esta especie, en términos relativos a las otras especies en evaluación.

Estas diferencias podrían explicarse por los crecimientos propios y por la irregularidad en la presencia del manto de tosca o impedancias, ya sea en cuanto a profundidad como a distribución en el lote. Es frecuente, además, encontrarse con pisos de labor, lo que puede dificultar la penetración de las raíces en los primeros cm y, por lo tanto, la correcta expansión del sistema que nutrirá a la planta durante su desarrollo. Además estos disminuyen la infiltración, promoviendo la erosión hídrica ya que se favorece la escorrentía superficial (McGarry, 2001). La capacidad para sobreponerse a estas dificultades varía entre las especies bajo estudio, resultado de las características propias de sus raíces (Taboada y Álvarez, 2008).

Otro factor a considerar a la hora de explicar las diferencias en la acumulación de MS entre las especies está dado por las características propias del suelo. En la zona donde se llevó a cabo el estudio el suelo franco posee un % de materia orgánica de 2,34 %, con 7,5 ppm de fósforo asimilable; el pH es levemente ácido (6,6) y la textura fundamentalmente arenosa-limosa (50% y 40% respectivamente) (Paredes, S., comunicación personal).

La utilización de especies megatérmicas combinadas en la misma pastura permitiría mejorar la exploración del perfil edáfico ya que la distribución de sus raíces en el perfil del suelo difiere. Este aspecto debería tenerse en cuenta aún cuando la calidad nutritiva de las especies no fuera diferente, tanto en pasturas monofíticas como polifíticas.

Tabla 1: Biomasa aérea acumulada y desvío estándar (en kg MS ha^{-1}) de cada uno de los tratamientos.

Tratamiento	kg MS Ha^{-1}	Desvío estándar
PLL	6596^{bcd}	2271
ES	2249^{de}	836
PC	4289^{cde}	734
PV	3952^{cde}	1607
ES-PC	7762^{bc}	882
ES-PV	9575^{ab}	3004
PC-PV	7898^{bc}	2073
ES-PC-PV	12714^{a}	1618

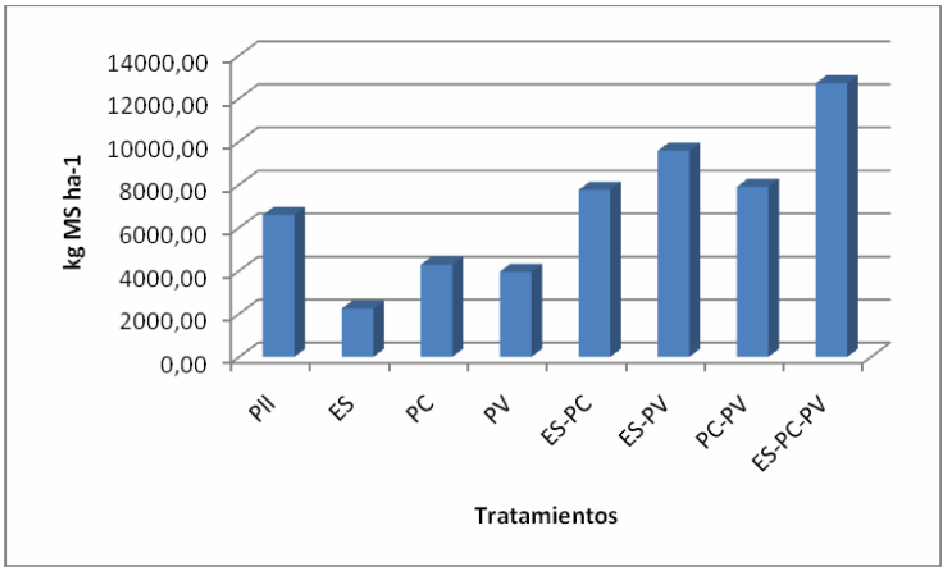

Fig. 1: Biomasa aérea acumulada (en kg MS ha^{-1}) de cada uno de los tratamientos.

El promedio del aporte de biomasa aérea acumulada de cada una de las especies muestra que *P. coloratum* es la que predomina, siguiendo en un porcentaje muy bajo *E. superba* y *P. virgatum*, las cuales prácticamente no se diferencian entre sí (Figura 2).

En segundo lugar, en cuanto a rendimiento promedio, se ubica el tratamiento ES-PV con 9575 kg MS ha^{-1}. En este caso, aproximadamente el 90% del forraje es aportado por *P. virgatum* (Tabla 1, Figuras 1 y 2). Les sigue en cantidad de MS acumulada el tratamiento PC-PV alcanzando un rendimiento promedio de 7898 kg MS ha^{-1} (Tabla 1). La especie *P. coloratum* participa en un 60% de la mezcla en promedio (Figura 2). Finalmente el tratamiento ES-PC es el que menor rendimiento promedio tuvo entre las polifíticas, alcanzando un promedio de 7762 kg MS ha^{-1}. Prácticamente todo el forraje aportado corresponde a *P. coloratum* (96% en promedio) (Figura 2).

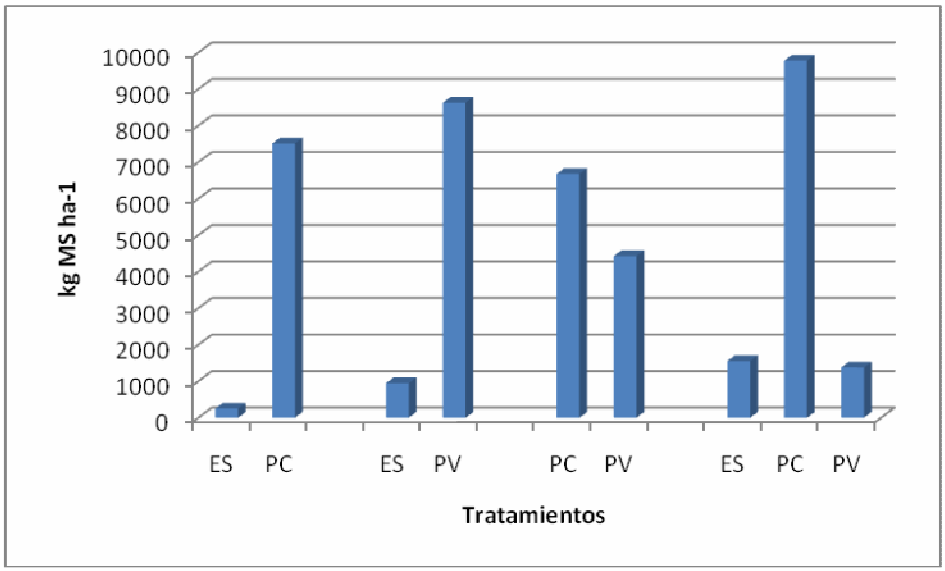

Fig. 2: Contribución (en kg MS ha^{-1}) de cada especie en los tratamientos con polifíticas.

En cuanto a la especie *Panicum coloratum* se encuentran referencias a la cantidad de forraje que produce, la cual no sería tan alta como la del pasto llorón (Petruzzi *et al*. 2003). Varios años de evaluación en nuestra Región, han permitido comprobar que el "mijo perenne" es capaz de producir más de 8 toneladas de materia seca por año. Si bien el rebrote comienza en el mes de septiembre, una producción sostenida se observa desde el mes de octubre, logrando el pico de producción en los meses de noviembre y diciembre con valores de hasta 55 kg MS ha^{-1} $día^{-1}$. A partir de febrero, la producción declina hasta que llega el momento de las heladas, cuando detiene su crecimiento (Petruzzi *et al.* 2003).

La producción de biomasa aérea de las gramíneas perennes estivales es, en términos generales, alta pero dependiente de las precipitaciones. La especie de más alto potencial productivo es *Panicum virgatum*, siguiéndole *Panicum coloratum*, sin diferencias con la producción del pasto llorón cuando fueron sometidos a ensayos comparativos (Rabotnikof *et al.*, 1986b; Stritzler *et al.*, 1996; Frasinelli *et al.*, 1997; Rabotnikof y Stritzler, 2006; Stritzler y Rabotnikof, 2006; Veneciano, 2006).

La producción de biomasa de *E. superba* cv. Palar, cuando se compara con otras especies, es de un valor medio, pero de mayor calidad nutritiva respecto a las mismas (Stritzler y Petruzzi, 2005).

Respecto al valor nutritivo del forraje, existe información que indica que en pasto llorón decae notablemente a lo largo del ciclo de crecimiento con valores de digestibilidad *in vitro* de la materia seca (DIVMS) y de proteína bruta en primavera de alrededor del 60 % y 9,7 % respectivamente, mientras que en invierno la DIVMS es del 35 % y la proteína bruta del 3,4 %

(Stritzler y Petruzzi, 2005). Estos valores son coincidentes con los hallados en el presente estudio (Tabla 2).

La información disponible sobre *P. virgatum* hace referencia a una especie altamente productiva**,** alcanzando para la provincia de La Pampa valores de más de 10 t MS ha^{-1} $año^{-1}$ (Rabotnikof y Stritzler, 2006). Su forraje es de muy buena calidad nutritiva durante el ciclo de crecimiento, alcanzando valores de 68,3 % de DIVMS y 11,2 % de proteína bruta (PB) (Stritzler y Petruzzi, 2005). Sin embargo, no podría utilizarse como diferido hacia el invierno. Su forraje, aparentemente, sería de tan baja calidad nutritiva en el invierno, que no podría sostener niveles de mantenimiento en vacas de cría (Stritzler y Petruzzi, 2005). Nuestros resultados coinciden con los publicados por estos autores. Como puede verse en la Tabla 2, todas las parcelas en las que PV fue uno de los componentes, fueron las de valor nutritivo más bajo, con la excepción del pasto llorón. Sin embargo, muchas de las diferencias fueron no significativas ($P > 0,05$).

Tabla 2: Variables de valor nutritivo medidas en todos los tratamientos.

Tratamientos	% PB	Desvío estándar	% DIVMS	Desvío estándar	% FDN	Desvío estándar	% FDA	Desvío estándar
PLL	3,39[a]	1,314	34,1[b]	2,749	86,77[a]	2,529	44,62[ab]	0,931
ES	3,43[a]	0,272	48,6[a]	2,067	82,25[a]	0,492	48,71[ab]	1,850
PC	3,33[a]	1,120	42,2[ab]	2,037	82,06[a]	2,149	46,68[ab]	1,307
PV	2,83[a]	0,730	39,6[ab]	6,027	83,49[a]	6,003	43,42[b]	4,751
ES-PC	3,01[a]	0,369	42,3[ab]	1,412	82,6[a]	4,268	46,92[ab]	6,295
ES-PV	2,68[a]	0,502	36,7[b]	5,745	85,06[a]	1,550	50,27[a]	2,119
PC-PV	2,89[a]	0,261	42,3[ab]	5,001	83,74[a]	3,165	51,53[a]	7,156
ES-PC-PV	2,79[a]	0,491	40,0[ab]	8,045	84,8[a]	3,416	47,34[ab]	3,174

De la Tabla 2 podemos observar que el % PB no varía entre los diferentes tratamientos, lo que se confirma con los datos obtenidos mediante ANVA, donde no se encontraron diferencias

significativas ($p \geq 0,05$) entre los tratamientos. El menor valor registrado se corresponde con la pastura polifítica donde se combinaron las especies *E. superba y P. virgatum* (PB = 2,68 %). La causa de esta diferencia podría estar dada por los bajos niveles de materia orgánica registrados en los suelos de la zona y la competencia que se establece entre las especies por los nutrientes disponibles en el perfil, viéndose el crecimiento reducido. En general las deficiencias minerales determinan una reducción de la actividad fotosintética de las plantas, y el N es probablemente el elemento mineral que más afecta dicha actividad, pudiendo imputarse esto a los efectos depresivos que su déficit ejerce sobre el consumo de carbono, la actividad metabólica de los cloroplastos y la concentración de N en los tejidos de asimilación. Gran número de autores reconocen que el desarrollo del área foliar y el aumento correlativo de la cantidad de energía luminosa interceptada constituyen la principal causa del incremento de la producción de forraje (Woledge y Pearse, 1985 -cit. por Mazzanti *et al.*, 1994; Gastal y Lemaire, 1988). Además, la tasa de fotosíntesis de hojas no limitadas nutricionalmente es superior a la correspondiente a hojas con deficiencias de N (Mazzanti *et al.*, 1994).

El tratamiento testigo tuvo un mayor porcentaje de proteína (PB = 3,39 %; Tabla 2) en comparación con cualquiera de los tratamientos donde se combinaron especies; las diferencias, de todas maneras, no fueron significativas ($p > 0,05$). Numerosos trabajos han demostrado la baja calidad del forraje de pasto llorón (Marchi *et al.*, 1973; Vera *et al.*, 1973; Castro y Gallardo, 1984), siendo superado por otras gramíneas de crecimiento estival (Stritzler y Petruzzi, 2000).

El tratamiento ES como monofítica tuvo el mayor porcentaje de PB (3,43 %). En evaluaciones de solubilidad inicial y degradabilidad efectiva se determinó que *Eragrostis superba* posee la mejor calidad como diferido y que *Panicum virgatum* produce forraje de buen

valor nutritivo sólo al principio, por lo que no es recomendable diferir su utilización (Álvarez, 2010). Esta última especie mencionada obtuvo el menor porcentaje de proteína bruta (2,83 %) en comparación con los demás tratamientos como monofíticas (Tabla 2).

Frecuentemente, el diferimiento completo del crecimiento primavero – estival proporciona un material fibroso que obliga a observar el manejo nutricional del rodeo. La fracción hojas es la que posee las mejores cualidades nutritivas (Hacker y Minson, 1981; Lamb *et al*., 2002) por lo que el uso moderado de las pasturas durante la época de crecimiento podría ser una buena práctica para atenuar la declinación de la calidad del material a diferir (Veneciano, 2006).

Al comenzar el otoño, la producción de forraje en megatérmicas empieza a disminuir, y paulatinamente cae también su calidad. Las primeras heladas detienen completamente el crecimiento y las heladas intensas de mayo-junio secan el forraje casi por completo, con la excepción de *Panicum coloratum*, que siempre mantiene algunos brotes verdes dentro de cada mata. El valor nutritivo del forraje producido por esta especie es muy alto durante toda la estación de crecimiento alcanzando valores superiores al 14% de proteína bruta en diciembre y también conserva buena calidad, en términos comparativos, cuando es diferida hacia el invierno (Petruzzi *et al.*, 2003). Es altamente apetecido por el ganado, tanto en pastoreo directo como henificado (Pratt *et al.*, 1990).

Veneciano *et al*. (2012) observaron que menos de tres defoliaciones en la estación de crecimiento no bastaron para alterar en invierno la composición de la biomasa aérea ni el contenido de proteína bruta del forraje de mijo perenne fertilizado, mientras que un número mayor de cortes redujo notoriamente la disponibilidad del material por diferir.

Privitello *et al.* (2010), en la provincia de San Luis, midieron en el cultivo diferido de mijo perenne fertilizado rendimientos de 11.830 y 3.580 kg MS ha^{-1} $año^{-1}$ para planta entera y hoja, respectivamente, y 5.015 (planta entera) y 1.700 (hoja) kg MS ha^{-1} $año^{-1}$ para la pastura sin fertilización, con niveles de PB en hoja de 3,3 y 1,7 % para los tratamientos con y sin fertilización respectivamente. Stritzler (2008) encontró valores de digestibilidad y proteína bruta similares, aunque relativamente más altos, a los del presente estudio, en evaluación de forraje diferido de las mismas especies. Es probable que el tipo de suelo de la región y la disponibilidad de nutrientes sean factores que expliquen esta diferencia.

Los bajos valores de PB obtenidos indican que el consumo voluntario de las pasturas evaluadas puede estar limitado si los animales no reciben un suplemento con mayor porcentaje de proteína en la dieta. El desvío estándar no fue muy elevado en ninguno de los casos. Aunque las diferencias no son significativas, los porcentajes obtenidos de proteína bruta en los tratamientos como polifíticas siempre fueron menores respecto a los tratamientos como monofíticas, excepto en el caso de la combinación ES-PC (3,01 %) que superó levemente a *P. virgatum*, siendo este tratamiento el que menor porcentaje de proteína presentó como monofítica (2,83 %) (Tabla 2). Las diferencias entre tratamientos no fueron, en ningún caso, significativas ($p > 0,05$). Ninguno de los tratamientos presentó un porcentaje de proteína próximo al nivel mínimo necesario para mantener una fermentación ruminal activa, que de acuerdo a Minson (1990) es del 6 %, ni para cubrir el requerimiento proteico de una vaca de cría seca que según la National Research Council (1973) es del 5,9 %.

En cuanto al % DIVMS existen diferencias significativas ($p \leq 0,05$) entre el tratamiento testigo y *E. superba* como monofíticas. Stritzler (2008) reportó que la especie *E. superba* superó

hasta en un 14 % el porcentaje de digestibilidad respecto a pasto llorón en evaluaciones de forraje diferido. Los datos obtenidos mediante el ensayo refuerzan esta tendencia. Los demás tratamientos no se diferencian significativamente con estos últimos ni entre sí ($p \leq 0,05$; Tabla 2).

Los valores correspondientes a porcentaje de digestibilidad de los tratamientos con monofíticas permiten establecer que la DIVMS más alta correspondió al forraje de *E. superba*, seguido por *P. coloratum*, *P. virgatum* y finalmente el pasto llorón. Sin embargo, debido a la dispersión de los valores entre repeticiones, sólo fueron significativamente diferentes ES y PLL ($p \leq 0,05$).

Si comparamos entre sí los tratamientos con polifíticas, observamos que las combinaciones ES-PC y PC-PV poseen valores de DIVMS idénticos, siguiendo el tratamiento donde se conjugan las tres especies (40,1 %) y finalmente la combinación ES-PV (36,73 %) (Tabla 2). Cabe destacar que el porcentaje de digestibilidad obtenido para el tratamiento *Panicum coloratum* como monofítica fue menor al encontrado en la bibliografía (42,21 % vs 50,2 %).

Estas diferencias en DIVMS pueden deberse a varios factores. La cantidad de hojas presentes en las plantas que se difieren tienen una gran influencia en el porcentaje de digestibilidad; su presencia en mayor o menor número está dada por el tipo de diferimiento (total o parcial), por el período de diferimiento (cuanto más largo, mayor pérdida de hojas) y por las condiciones climáticas bajo las cuales se produjo el crecimiento. En ensayos realizados en la Región Semiárida Pampeana se ha demostrado que mediante el manejo de la duración del período de diferimiento se modifica la estructura y la composición química de la vegetación en pasturas megatérmicas. El aumento en la duración del período de diferimiento reduce las concentraciones de lámina y de proteína bruta y aumenta la biomasa total y la concentración

fibrosa (pared celular) del forraje (Petruzzi *et al.* 2003). Estas modificaciones en la estructura de la cubierta vegetal pueden afectar la respuesta animal.

La edad del forraje está frecuentemente asociada con una disminución en la foliosidad y un incremento consecuente en la relación tallo/hoja. Los tallos presentan en general calidad más baja que las hojas en plantas de forrajes maduros (Minson, 1990). La disminución de la calidad está generalmente relacionada con un incremento en la proporción de tejido estructural lignificado (Van Soest, 1982). Según Leng (1990) los forrajes diferidos son de baja calidad cuando tienen menos de 55 % de digestibilidad; todas las muestras analizadas en este estudio caen por debajo de dicho valor.

En cuanto al parámetro FDN no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos ($p \geq 0,05$). El valor más alto corresponde al pasto llorón (86,77 %) y el más bajo al tratamiento *Panicum coloratum* (82,06 %) como monofítica. En este parámetro los desvíos adquieren valores desde 0,492 a 6,003 (Tabla 2). Entre monofíticas los porcentajes obtenidos permiten ordenar las especies según el porcentaje de FDN que poseen, de mayor a menor con la siguiente disposición: pasto llorón, *P. virgatum* (83,49 %), *E. superba* (82,25 %) y *P. coloratum.*

Los tratamientos como polifíticas alcanzaron valores superiores al 82 % de FDN, siendo la combinación ES-PV la que obtuvo el mayor porcentaje (85,06 %). El tratamiento ES-PC generó el menor porcentaje (82,6 %) (Tabla 2). Si bien ninguna de las diferencias para esta variable fue significativa ($p > 0,05$), la información guarda coherencia interna, ya que en las parcelas monofíticas, ES y PC fueron las de % FDN más bajo, y es justamente esta combinación (ES-PC) la de % FDN más bajo de las polifíticas (Tabla 2).

El análisis de varianza realizado sobre los valores de % FDA hallados para las muestras evaluadas, mostró diferencias significativas ($p \leq 0,05$) entre los tratamientos PV (43,42 %) y PC-PV (51,53 %). Los demás tratamientos no difieren significativamente entre sí ni con estos ($p \geq 0,05$) (Tabla 2). *E. superba* presenta el mayor porcentaje de FDA entre los tratamientos como monofíticas (48,71 %); le sigue *P. coloratum* (46,68 %) y pasto llorón (44,62 %).

En los tratamientos combinados, PC-PV obtuvo el mayor valor de FDA con un alto desvío estándar (Tabla 2). Le siguieron en orden descendente los tratamientos ES-PV (50,27 %); ES-PC-PV (47,34 %) y finalmente ES-PC (46,92 %). Sin embargo, como ya fue dicho, las diferencias no fueron significativas ($p > 0,05$).

La fibra en alta proporción supone un inconveniente ya que limita el contenido energético de las raciones (baja digestibilidad) y el potencial de ingestión (Mertens, 1987). Una ración bien formulada debe buscar el equilibrio entre la ingestión máxima de materia seca (niveles bajos de FDN) y el mantenimiento de las funciones y condiciones normales del rumen (aportando unos niveles mínimos de FDN y FDA) (Church, 1989). El aporte máximo de energía requiere la optimización de la ingestión de MS, que depende fundamentalmente de los niveles de FDN (Church y Pond, 1994). Sin embargo, la determinación de FDA es importante ya que estaría inversamente correlacionada con la digestibilidad del forraje (Calsamiglia y Stern, 1995).

La restricción para la degradación de las fibras está dada por los múltiples enlaces de hidrógeno entre las microfibrillas, que dan a la celulosa una naturaleza cristalina. Este factor es limitante para la hidrólisis de los carbohidratos complejos, por otro lado la degradación es rápida en las regiones no cristalinas y se hace más lenta cuando son atacadas las regiones cristalinas (Hall *et al.*, 1999).

A medida que aumenta el porcentaje de FDN y FDA la tasa de digestión de la pared celular disminuye, debido a la forma en que la lignina se relaciona con la celulosa y la hemicelulosa, provocando un mayor llenado ruminal y en consecuencia un menor consumo (Van Soest y Wine, 1968). Los alimentos ingeridos deben pasar rápidamente a través del tracto ruminal para que haya espacio e ingresen los provenientes del consumo adicional, de este modo el mismo no se verá deprimido (Mertens, 2001). El contenido de fibra y el grado de lignificación que posee son factores que influyen sobre la calidad nutritiva de los forrajes. A medida que avanza el ciclo de las plantas aumenta el porcentaje de fibra, ya sea estimado como detergente neutro o ácido, disminuyendo el valor nutritivo por su progresiva lignificación.

Por los valores obtenidos en este ensayo, podemos decir que el valor nutritivo del forraje diferido de megatérmicas, ya sea como pasturas monofíticas o polifíticas, presenta limitaciones y no registra cambios significativos al conjugar diferentes especies. Si bien los sistemas de cría desarrollados sobre pastoreo de estas gramíneas como único alimento son exitosos, la calidad de estas especies como diferido es muy baja. Además esta característica varía entre años, dependiendo de las condiciones del verano y otoño inmediatos, haciendo al sistema relativamente vulnerable (Stritzler *et al.*, 2007).

En la Tabla 3 están expresados los coeficientes de correlación entre las variables analizadas.

Tabla 3: Coeficientes de correlación (r) entre las variables analizadas.

	% PB	% DIVMS	% FDN	% FDA
% PB	----------	0,465	-0,402	-0,103
% DIVMS	----------	----------	-0,523	0,050
% FDN	----------	---------	---------	0,392
% FDA	---------	---------	---------	----------

Las correlaciones encontradas entre las variables analizadas en este ensayo no fueron elevadas. Los indicadores más correlacionados fueron % DIVMS - % FDN (r = -0,523), siendo la misma marcada y negativa entre estos dos parámetros. Le siguió en relevancia la obtenida entre % PB - % DIVMS (r = 0,465), la cual fue positiva. A continuación, en orden de importancia, se ubicó % PB - % FDN (r = - 0,402), siendo la misma negativa. Con valores aún menores se encontró la correlación entre los parámetros % FDN- % FDA (r = 0,392). No se halló relación entre las variables % DIVMS - % FDA (r = 0,05); lo mismo ocurrió con % PB - % FDA (r = - 0,103). Podemos afirmar que el contenido de PB en las pasturas no guarda relación alguna ni se ve influido por el de FDA.

En las Figuras 3 a 8 se presentan los gráficos de correlación entre los parámetros analizados.

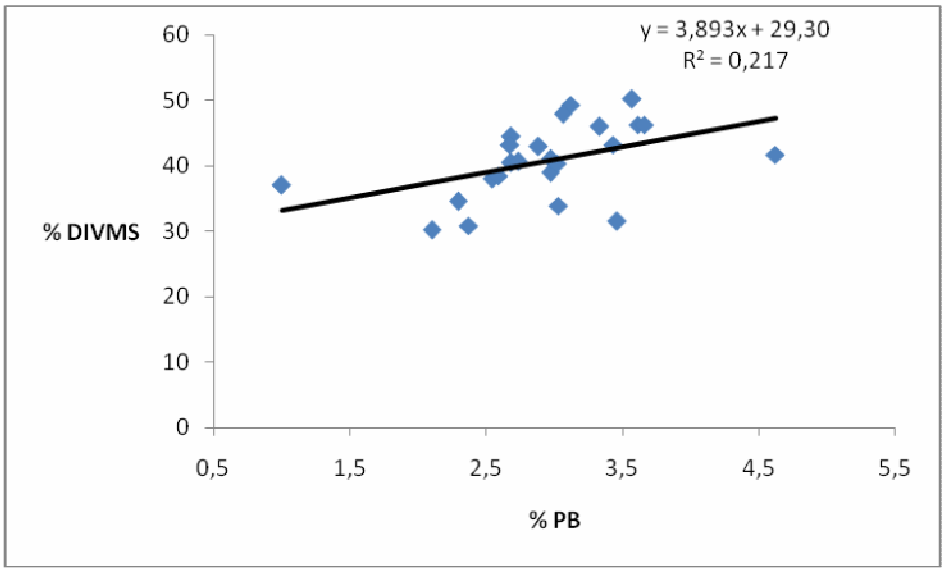

Fig. 3: Ecuación de regresión lineal entre el % de proteína bruta y la digestibilidad *in vitro* de la materia seca (% DIVMS), para las muestras de megatérmicas evaluadas en el ensayo.

En la figura 3 se observa una correlación positiva entre % PB y % DIVMS, aunque el R^2 fue bajo (0,217).

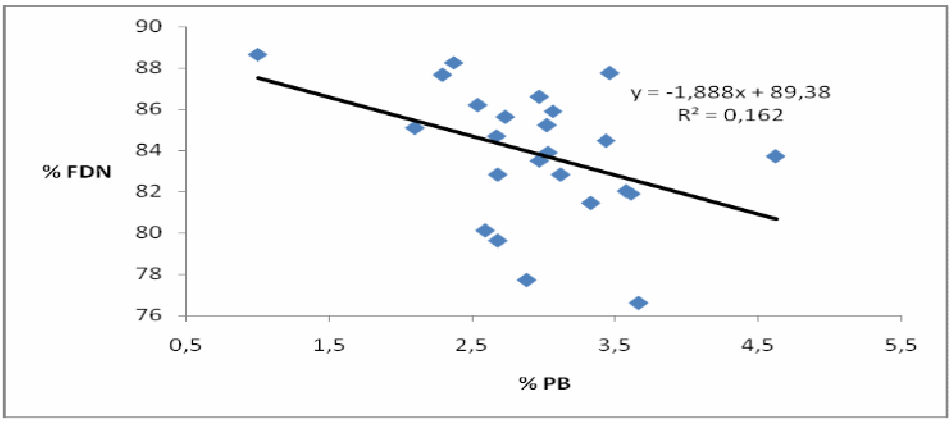

Fig. 4: Ecuación de regresión lineal entre el % de proteína bruta y el % de fibra en detergente neutro (% FDN), para las muestras de megatérmicas evaluadas en el ensayo.

Las variables % PB y % FDN presentan una correlación negativa con un R^2 de 0,162 muy bajo como para ser determinante.

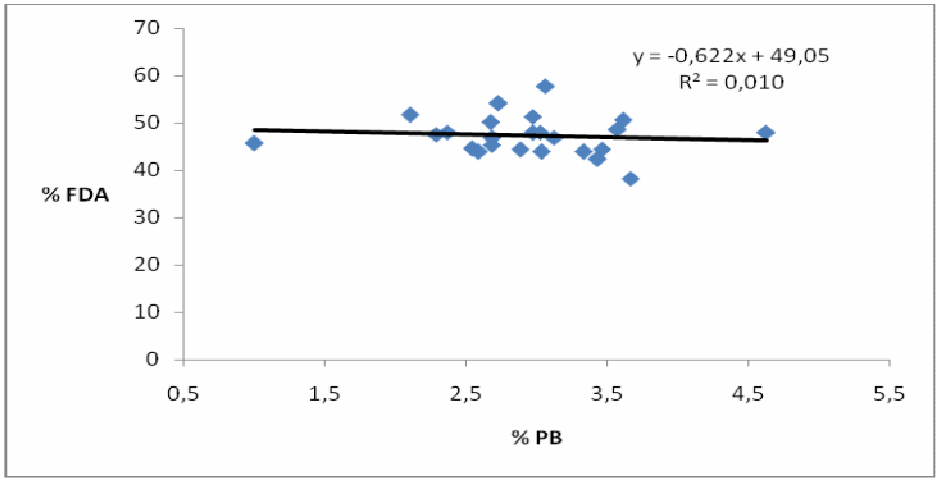

Fig. 5: Ecuación de regresión lineal entre el % de proteína bruta y el % de fibra en detergente ácido (% FDA), para las muestras de megatérmicas evaluadas en el ensayo.

El valor de R^2= 0,010 indica que no existiría correlación alguna entre el % PB y el % FDA.

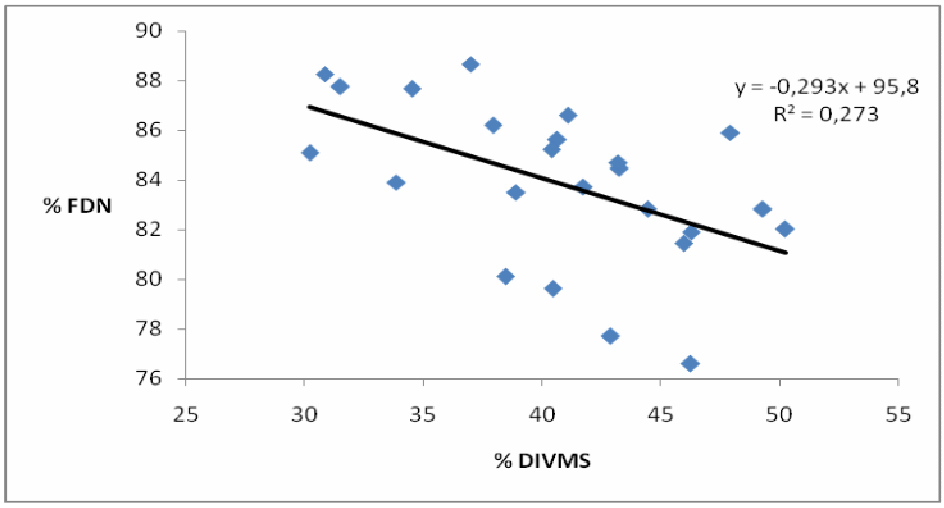

Fig 6: Ecuación de regresión lineal entre la digestibilidad *in vitro* de la materia seca (% DIVMS) y el % de fibra en detergente neutro (% FDN), para las muestras de megatérmicas evaluadas en el ensayo.

Con un R^2 de 0,273 podemos ver que existiría una correlación negativa entre % DIVMS y % FDN.

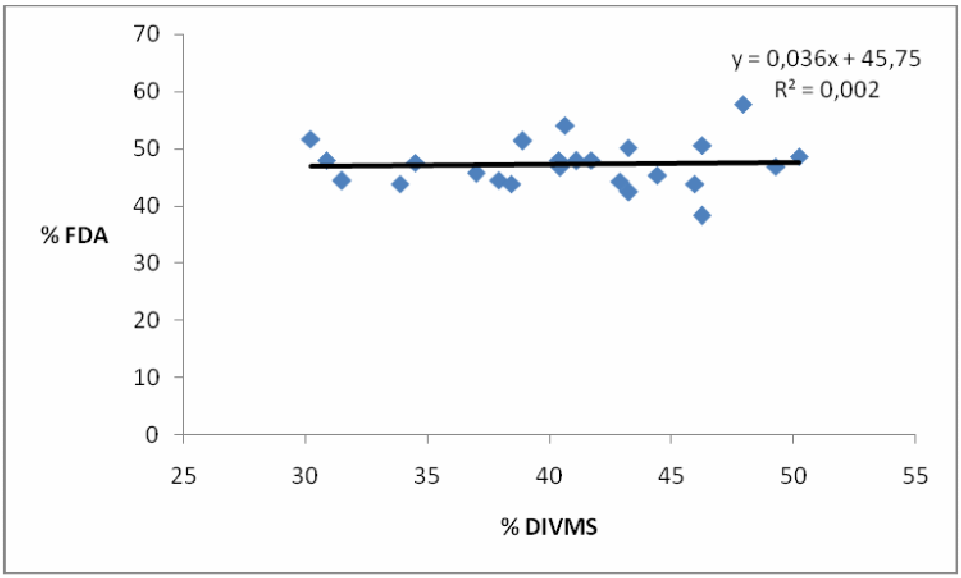

Fig. 7: Ecuación de regresión lineal entre la digestibilidad *in vitro* de la materia seca (% DIVMS) y el % de fibra en detergente ácido (% FDA), para las muestras de megatérmicas evaluadas en el ensayo.

No se encontró correlación alguna entre las variables % DIVMS y % FDA (R^2= 0,002).

Frecuentemente en los laboratorios de análisis de alimentos para rumiantes se usan ecuaciones de regresión empíricas basadas en el contenido de fibra detergente ácido para estimar la digestibilidad de la materia seca o el total de nutrientes digestibles (Vago *et al.*, 2010). Los resultados obtenidos en el presente ensayo no muestran una buena relación entre ambos parámetros.

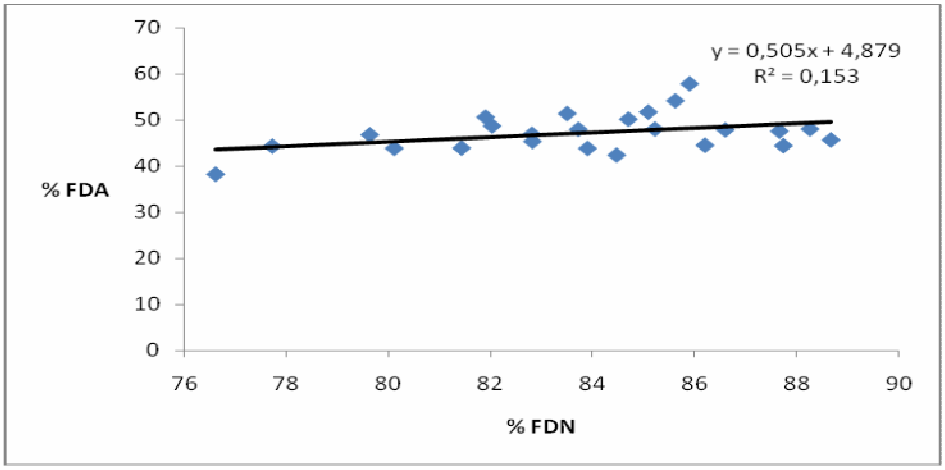

Fig. 8: Ecuación de regresión lineal entre el % de fibra en detergente neutro (% FDN) y el % de fibra en detergente ácido (% FDA), para las muestras de megatérmicas evaluadas en el ensayo.

Se encontró una correlación positiva, aunque con un R^2= 0,153 muy bajo, entre % FDN y % FDA.

Estudios realizados con forrajes senescentes (Ballard *et al.*, 1990, Leury *et al.*, 1999) muestran que la reducción en el contenido celular (100-FDN) puede tener un fuerte efecto sobre la ingestión y la digestibilidad de la dieta.

Pagella *et al.* (1996) encontraron que los parámetros FDN y PB serían buenos predictores de la DIVMS en pasto llorón bajo pastoreo.

En opinión de varios autores, FDA es mejor estimador de la digestibilidad comparado con FDN (Tinnimit y Thomas, 1976; Coelho *et al.*, 1988), mientras otros sostienen que, para digestibilidad, FDN sería un predictor de igual eficiencia que FDA (Van Soest, 1965, 1976, 1982; Jarrige, 1980).

Otros investigadores han encontrado correlaciones altas entre digestibilidad *in vivo* o consumo con FDA, FDN y lignina (Barnes, 1973; Donaldson, 1979; Reid *et al.*, 1979). Sin

embargo, otros han encontrado correlaciones bastante pobres entre estas variables en el caso de gramíneas estivales (Van Soest, 1982; Dugmore *et al.*, 1985).

La utilización de la PB como estimador de la digestibilidad involucraría grandes errores a causa de que el efecto del medio ambiente no puede ser bien ponderado (Van Soest, 1982). El alto grado de lignificación de los pastos diferidos provocaría que parte del nitrógeno quede nutricionalmente indisponible ya que quedaría ligado a la lignina presente en la pared celular (Van Soest, 1982).

Ensayos realizados donde se midió el tiempo relativo que los animales pastoreaban especies forrajeras megatérmicas, teniendo distintas alternativas a su alcance simultáneamente, mostraron que en el invierno los animales presentan una mayor preferencia por *Panicum coloratum*, siguiéndole la especie *Panicum virgatum* y finalmente el pasto llorón (Stritzler y Petruzzi, 2005). Esta es otra forma de conocer el valor forrajero de una especie, que respalda la afirmación de que las especies megatérmicas bajo estudio poseen una calidad nutritiva superior y son más preferidas por los animales.

Las pronunciadas variaciones intra e interanuales de las condiciones ambientales, fundamentalmente las precipitaciones, exigen establecer planteos productivos de naturaleza muy flexible, con componentes de alta capacidad de ajuste frente a las alteraciones ambientales que pudieran registrarse. Es conocida la disminución de la calidad forrajera de una pastura de megatérmicas, ya sea monofítica o polifítica, durante el transcurso de la estación de crecimiento, la cual se agudiza después de diciembre y suele tornarse crítica en otoño. La integración de la pastura con diferentes especies ofrecería al animal mejores condiciones para ejercer su natural habilidad selectiva. La integración de pasturas polifíticas que ofrezcan buena capacidad de ajuste

frente a condiciones ambientales de alta variabilidad, y a la vez suministren forraje con oscilaciones de calidad menos bruscas que las de una pastura monofítica podrían significar una ventaja en ambientes inestables como el de la Región Semiárida Pampeana.

CONCLUSIONES

- La utilización de las especies megatérmicas evaluadas, ya sea en forma monofítica como polifítica, no presenta diferencias significativas en cuanto al valor nutritivo entre sí, ni con respecto al testigo *Eragrostis curvula (Schrad) Nees*; excepto en el caso de *Eragrostis superba* Peyr como monofítica.
- Al no haber diferencias, en cuanto al valor nutritivo, entre las especies evaluadas, el parámetro que toma mayor importancia es el volumen de materia seca que pueden aportar las mismas ya sea como monofíticas o polifíticas.
- Las variaciones en las condiciones ambientales, ya sea dentro un mismo año o entre años, dificultan tener una producción de forraje estable dentro de cada año y a lo largo de los años por lo que la utilización de pasturas con distintas especies podría mejorar la respuesta frente a este factor.
- Las correlaciones encontradas entre las variables analizadas en este ensayo, fueron de muy baja o moderada intensidad, presentando todas un $R^2 < 0,5$; tanto las de coeficiente negativo como positivo.
- Los resultados obtenidos se ajustan a las condiciones ambientales propias del año en que se realizó el ensayo, por lo que no se puede decir que las interacciones encontradas sean definitivas sino que deberían evaluarse en ensayos que abarquen una mayor amplitud de tiempo y permitan diluir el efecto del ambiente sobre las mismas.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional de La Pampa, por defender la educación pública y brindar una formación superior de calidad.

A la Facultad de Agronomía UNLPam, nuestra segunda casa, por guiarnos en nuestra formación y contar para ello con un cuerpo docente excepcional, donde no sólo se rescata la cantidad y calidad de los conocimientos que nos brindan sino, más importante aún, por su carácter humano.

Al Ing. Agr. Ph. D. Néstor Pedro Stritzler, por permitirnos trabajar con él, con toda comodidad, estar siempre a disposición y acompañarnos durante este trabajo.

A la Ing. Agr. Susana Paredes y todo el personal de la Agencia de Extensión Guatraché del INTA, por recibirnos cálidamente y permitirnos participar de este ensayo.

Al personal no docente, en las labores de campo Sr. Juan Rodríguez; en los laboratorios a los Sr. Sergio Lardone y Sr. Néstor Balzer, por su ayuda desinteresada y disposición para guiarnos en todas las labores que llevamos adelante.

Y fundamentalmente a nuestras familias, novias y amigos por ser nuestro soporte emocional y estar en todo momento durante ésta y todas las etapas de nuestras vidas.

Muchas gracias.

BIBLIOGRAFÍA

Alexander, R.H. y McGowan, M. 1966. The routine determination of the in vitro digestibility of organic matter in forage. An investigation of the problems associated with continuous large scale operations. Journal British Grassland Society 21: 140-147.

Álvarez, L. 2010. Evaluación del valor nutritivo de ganancias perennes estivales a lo largo de la estación de crecimiento y su diferimiento, mediante la técnica in situ. Trabajo Final de Ingeniería en Producción Agropecuaria. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Católica Argentina.

Ballard, R.A., Simpson, R.J. y Pearce, G.R. 1990. Losses of the digestible components of annual ryegrass (*Lolium rigidum* Gaudin) during senescence. Australian Journal of Agricultural Research 41, 719-731.

Bandera, R., Bertram, N., Bolleta, A., Chiacchiera, S., Ferri, J.M., Galíndez, G., Lauric, A., Malagrina, G., Otondo, J., Petruzzi, H., Stritzler, N. y Torres Carbonell, C. 2013. Las gramíneas forrajeras megatérmicas en la región templada de Argentina. INTA, EEA Pergamino, Buenos Aires, Argentina. 46 pp.

Barnes, R.F. 1973. Laboratory methods of evaluating feeding value of herbage. In: Butler G. W. y Bailey R. W. eds. Chemistry and Biochemistry of herbage. Vol. 3. Pp. 179- 214. Academics Press, London, New York. Citado por Reid y otros, 1988.

Busso, C. A. 1997. Towards and increased and sustainable production in semiarid rangelands of Central Argentina: Two decades of research. Journal of Arid Environments 36: 623-637.

Calsamiglia, S. y Stern, M.D. 1995. A three-step in vitro procedure for estimating intestinal digestion of protein in ruminants. Journal of Animal Science. 73: 1459-1465.

Cano, E. 1980. Inventario Integrado de los Recursos Naturales de la Provincia de La Pampa. INTA, Ministerio de Economía y Asuntos Agrarios, Univ. Nac. de La Pampa., Buenos Aires.

Castro, H.C. y Gallardo, M.R.A. 1984. Evaluación comparativa del valor nutritivo en invierno de cuatro cultivares de pasto llorón (*Eragrostis curvula* (Schrad.) Nees). Revista Argentina de Producción Animal 4: 1015- 1018.

Church, D.C. 1989. The Ruminant Animal Digestive Physiology and Nutrition. Reston, Englewood Cliffs, NJ, pp. 145-171.

Church, D. C. y Pond, W. G. 1994. Fundamentos de nutrición y alimentación de animales. Editorial Limusa, S. A. de C. V. Grupo Noriega Editores. México. pp 438.

Coelho, M., Hembry, F.G., Barton, F.E. y Saxton, A.M. 1988. A comparison of microbial, enzymatic, chemical and near infrared reflectance spectroscopy method in forage evaluation. Animal Feed Science and Technology 20: 219-231.

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*, UNLPam., Santa Rosa, La Pampa, pp. 1-10.

Donaldson, E. 1979. Prediction of in vitro digestibility by the use of cellulose solubilities or chemical parameters. Edinburgh School of Agriculture, Edinburgh, Scotland, 17 p.

Dugmore, T. J., Ryssen, J. B. J. y Stielau, W. J. 1985. Effect of fibre and nitrogen content on the digestibility of Kikuyu (Pennisetum clandestinum). South African Journal of Animal Science 16: 197- 201.

Ellis, W.C., Matis, J.H., Hill, T.M. y Murhpy, M.R. 1994. Methodology for estimating digestion and passage kinetics of forages. En: G.C.Fahey (ed.). Forage quality, evaluation and utilization. ASA, CSSA, SSSA, Nebraska, Lincoln, U.S.A., pp.682-756.

Ferri, C.M., Ibauguren, J.C., Petruzzi, H.J., Stritzler, N.P. y Jouve, V.V. 1996. Consumo voluntario y digestibilidad in vivo de Panicum coloratum diferido. Revista Argentina de Producción Animal 16 (Supl. 1): 77- 78.

Frasinelli C.A., Petruzzi H.J., Veneciano J.H., Ferri C.M., Jouve V.V., Stritzler N.P. y Terenti O.A. 1997. Dry matter production and nutritive value of forage of Digitaria eriantha cv Irene in two locations of the central semi-arid region of Argentina. Proceedings of the XVIII International Grassland Congress, Canada, ID 1057:101-102.

Frasinelli, C.A.; Stritzler, N.P.; Veneciano, J.H.; Casagrande, J.R.; Marchi, A. y Funes, M.O. 1992. Digitaria eriantha. Una forrajera estival promisoria. COPROCYT, La ciencia y tecnología en el desarrollo de la provincia de San Luis. Revista de divulgación Nº 2. Gob. de San Luis. 18 p.

Gastal, F. y Lemaire, G. 1988. Study of tall fescue sward growth under nitrogen deficiency conditions. In: Proc. of the XII General Meeting of the European Grassland Federation, Dublin, Ireland. p. 323-327.

Hacker, J.B. y Minson, D.J. 1981. The digestibility of plant parts Herbage Abstracts 51: 459-482.

Hall, M.B, Hoover, W.H., Jennings, J.P. y Webster, M.T.K. 1999. A method for partitioning neutral detergent- soluble carbohydrates. Journal of Science And Food Agriculture, v. 79, p. 2079.

Hernández, O.A. 1985. Avances en el conocimiento de algunos factores que afectan la producción de las pasturas cultivadas. Revista Argentina de Producción Animal 5: 41-66.

Jarrige, R. 1980. Chemical methods for predicting the energy and protein value of forages. Annals de Zootechnie 29: 299-323.

Jouve, V.V., Petruzzi, H.J., Stritzler, N.P., Ferri, C.M. y Bono, A.A. 1996. Fertilización en Digitaria eriantha (Steudel): Tasa de crecimiento y valor nutritivo. Revista Argentina de Producción Animal 16 (Supl. 1): 79- 80.

Jung, H.G y Deetz, D.A. 1993. Cell wall lignification and degradability. En: Jung, H.G., Buxton, D.R., Hadfield, R.D. y Ralph, J. (eds.).Forage cell wall structure and digestibility. ASA-CSSA-SSSA, Madison, Wisconsin, U.S.A, pp. 315-346.

Lamb, J.B., Adams, D.C., Klopfenstein, T.J., Grant, R.J., Sims, P.L, White, L.M. y Waller, S.S. 2002. Intake and digestive kinetics of leaf and stem fractions. Journal of Range Management 55: 57-64.

Leng, R.A. 1990. Factors affecting the utilization of poor quality forages by ruminants particularly under tropical conditions. Nutrition Research Reviews 3: 227 - 303.

Leury, B.J., Siever- Kelly C., Gatford, K.L., Simpson, R.J. y Dove H. 1999. Spray- topping annual grass pasture with glyphosate to delay loss of feeding value during summer. IV. Diet composition, herbage intake, and performance in grazing sheep. Australian Journal of Agricultural Research 50, 487-495.

Marchi, A. Giraudo, C.G. y Haidar, V. H. 1973. *Eragrostis curvula* (Schrad.) Nees cv. Tanganyka. Digestibilidad y consumo, Revista de investigaciones Agropecuarias (INTA) Serie I, *Biología y Producción Animal* 10: 309-324.

Mazzanti, A., Lemaire, G. y Gastal, F. 1994. The effect of nitrogen fertilization upon the herbage production of tall fescue swards continuously grazed with sheep. 1. Herbage growth dynamics. Grass Forage Science 49:111-120.

McGarry, D. 2001. Tillage and soil compaction. En: Garcia- Torres, L., Benites, J., Martinez-Vilela, A. (Eds.), First World Congress on Conservation Agriculture, 1-5 October 2001, Madrid, Spain, Natural Resource Sciences. Pp. 281-291.

Mertens, D.R. 1987. Predicting Intake and Digestibility Using Mathematical Models of Ruminal Function. Journal of Animal Science 64: 1548-1558.

Mertens, D.R. 2001. Fibra efectiva FDN y su uso en la formulación de raciones para vacas lecheras. En Simposio internacional en bovinos, 2, 2001 Lavras. Anais. Lavras: UFLA-FAEPE. pp. 25- 36.

Minson, D.J. 1990. Forage in ruminant nutrition. Academia Press Inc., San Diego, CA., USA. 483 pp.

National Research Council (NRC) 1973. Alternative sources of protein for animal production. Committee on Animal Nutrition of the National Research Council and the American Society of Animal Science, National Academy of Sciences. Blacksburg, USA. 183 pp.

Pagella, J.H., Jouve, V.V., Stritzler, N.P. y Viglizzo, E.F. 1996. Estimación de la digestibilidad in vitro de especies forrajeras utilizando parámetros de composición química. Revista Argentina de Producción Animal 16 (Supl. 1): 25-34.

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. Revista Argentina de Producción Animal 17 (Supl. 1): 121.

Petruzzi, H.J., Jouve, V.V., Ferri, C.M., Stritzler, N.P. y Pagella, J.H. 1996. Tasa de crecimiento y valor nutritivo de siete gramíneas estivales en la región pampeana semiárida. Revista Argentina de Producción Animal 16 (Supl 1): 82- 83.

Petruzzi, H.J., Orelia, M. y Stritzler, N.P. 2009. Influencia del nitrógeno y la cosecha sobre la producción de biomasa de Pasto Varilla (*Panicum virgatum L*). Revista Argentina de Producción Animal 29 (Sup. 1): 501-502.

Petruzzi, H.J., Rossi Fraire, M.E. y Babinec, F. 2011. Biomasa aérea total de materiales de *Panicum virgatum (L)* en la región semiárida. Revista Argentina de Producción Animal 31 (Sup. 1): 500.

Petruzzi, H.J., Stritzler, N.P., Adema, E.O., Ferri, C.M. y Pagella, J.H. 2003. Mijo Perenne-Panicum coloratum. Publicación Técnica N° 51. INTA, EEA Anguil "Ing. Agr. G. Covas", La Pampa, Argentina. 28 pp.

Pratt, J.N., Novosad, A.C. y Holt, E.C. 1990. Kleingrass. Texas Agric. Ext. Service, The Texas A&M Univ. System, Texas. USA. pp. 3.

Privitello, L.M.J., Orive, J. y Rosa, S.T. 2010. Implantación de especies perennes megatérmicas en un pastizal natural del área medanosa de San Luis, Argentina. Revista Cubana de Ciencia Agrícola, vol. 44, N° 2. pp. 179- 184.

Rabotnikof, C.M., Hernández, O.A., Stritzler, N.P., Gallardo, M.R., 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. Revista Argentina de Producción Animal 6: 47-56.

Rabotnikof, C. M. y Stritzler, N .P. 2006. Producción de materia seca de gramíneas perennes estivales en el área del caldenal. Libro de Resúmenes de la XXII Reunión Argentina de Ecología, Córdoba, p. 200.

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. Revista Argentina de Producción Animal 6: 57-66.

Rearte, D. 2011. Situación actual y prospectiva de la ganadería argentina, un enfoque regional. Revista de la Asociación Latinoamericana de Producción Animal. 19: 46-49.

Reid, R.L., Post, A.J. y Olsen, F.J. 1979. Chemical composition and quality of tropical forages. Bull. Agri. Exp. Sta., Univ. West Virginia, N° 669T. (Nutr. Abst Rev. 51 (4): 2090, 1981).

Ricci, H. 2003. Diferido: preparándonos para el invierno. Revista de la Sociedad Rural de Jesús María 138: 28-30.

SAyDS, Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación. 2006. Sistema de indicadores de desarrollo sostenible: República Argentina -1ª ed.-. 1: 51-62.

Stritzler, N.P. 2008. Producción y calidad nutritiva de especies forrajeras megatérmicas. Revista Argentina de Producción Animal 28 (2): 165-168.

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.

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. y Petruzzi, H.J. 2005. Las gramíneas perennes estivales y su impacto productivo en la Región Pampeana semiárida. En: Forrajes 2005. Buenos Aires. Technidea, pp. 99-116.

Stritzler, N. P. y Rabotnikof, C .M. 2006. Evaluación de producción de forraje de especies introducidas del género *Bothriochloa*. Libro de Resúmenes de la XXII Reunión Argentina de Ecología, Córdoba, del 22 al 25 de agosto de 2006, p. 207.

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. Revista Argentina de Producción Animal 14 (Supl. 1): 58- 59.

Stritzler, N.P., Petruzzi, H.J., Frasinelli, C.A., Veneciano, J.H., Ferri, C.M. y Viglizzo, E.F. 2007. Variabilidad climática en la Región Semiárida Central Argentina. Adaptación tecnológica en sistemas extensivos de producción animal. Revista Argentina de Producción Animal 27: 111-123.

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

Taboada, M.A. y Álvarez, C.R. 2008. Root abundance of maize (*Zea mays L.*) in conventionally- tilled and zero-tilled soils of Argentina. Revista Brasileira de Ciência do Solo 32: 769- 779.

Tilley, J.M.A. y Terry, R.A. 1963. A two stage technique for the in vitro digestion of forage crops. *Journal of the British Grassland Society* 18: 104-111.

Tinnimit, P. y Thomas, J.W. 1976. Forage evaluation using various laboratory techniques. Journal of Animal Science 43: 1058-1065.

Torres Carbonell, C. y Marinissen, A. 2010. Pasturas perennes megatérmicas en la región de Bahía Blanca. Hoja técnica N° 13. EEA Bordenave, INTA. pp: 4.

Vago, M.E., Monforte, M., Rabotnikof, C.M., Stritzler, N.P., Arcuri, P., Chifflet, S., Perez, A. y Argentini, A. 2010. Comparación entre ecuaciones basadas en el contenido de fibra detergente ácido y degradabilidad en rumen de silaje de maíz. Revista Argentina de Producción Animal 30 (Supl. 1): 443-444.

Van Soest, P.J. 1965. Factors influencing the voluntary intake of herbage by ruminants: voluntary intake in relation to chemical composition and digestibility. Journal of Animal Science 24: 834- 843.

Van Soest, P.J. 1976. The estimation of digestibility from chemical composition. In: Carbohydrate Research in Plants and Animals. Misc. Publ. Landbouwhoge school, Wageningen. The Netherlands. 12 pp.

Van Soest, P. J. 1982. Nutritional ecology of ruminant. O & B Books Inc. Corvallis, USA. 373p.

Van Soest, P.J. y Robertson, J.B. 1985. Analysis of forages and fibrous foods. Cornell University Press, Ithaca, New York, U.S.A., 165 pp.

Van Soest, P.J., y Wine R.H. 1968. The determination of lignin and cellulose in acid detergent fiber with permanganate. Journal of the Association of Official Analytical Chemists. 51:780-787.

Veneciano, J.H. 2006. Gramíneas estivales perennes para ambientes semiáridos: Características y productividad. Información Técnica N° 171. INTA, EEA San Luis, San Luis, 84 pp.

Veneciano, J.H., Rabotnikof, C.M., Stritzler, N.P., Frigerio, K.L. y Lentz, B.C. 2012. Experiencias exploratorias con pasturas compuestas para ambientes semiáridos. Información Técnica N° 184, INTA, EEA San Luis, San Luis, 61 pp.

Vera, R.R., Irazoqui, H. y Menvielle, E.E. 1973. The nutritive value of weeping lovegrass during the spring season. Journal of the British Grassland Society 28: 149-152.

Viglizzo, E.F., Frank, F.C., Carreño, L.V., Jobbágy, E.G., Pereyra, H., Clatt, J., Pincén, D. y Ricard, M.F. 2011. Ecological and environmental footprint of 50 years of agricultural expansion in Argentina. Global Change Biology 17: 959-973.

Woledge, J. y Pearse, P.J. 1985. The effect of nitrogenous fertilizer on the photosynthesis of leaves of a ryegrass sward. Grass and Forage Science 40: 305-309.