

## **Efecto de la fertilización nitrogenada y la edad del rebrote sobre el valor nutritivo de *Brachiaria brizantha* cv. "Marandú"**

### **Efect of age regrowth and nitrogen fertilization on the nutritive value of *Brachiaria brizantha* cv. "Marandú"**

Luis Gándara <sup>1</sup>, Celina I. Borrajo <sup>2</sup>, Juan A. Fernández <sup>3</sup>, M. Mercedes Pereira <sup>1</sup>

Originales: Recepción: 20/02/2015 - Aceptación: 08/08/2016

#### **RESUMEN**

Se evaluó en *Brachiaria brizantha* cv Marandú, el valor nutritivo en función de la edad del rebrote (28, 56, 84 y 112 días) y fertilización (F1, F2, F3, F4 y F5). Se determinó proteína bruta (PB), fibra detergente neutro (FDN), fibra detergente ácido (FDA) y digestibilidad *in vitro* de la materia seca (DIVMS). El contenido de PB, mostró interacción entre edad de rebrote y fertilización. Los valores promedio por edad fueron de 46; 48; 60; 71; y 77 g PB Kg MS<sup>-1</sup> para F1, F2, F3, F4 y F5 respectivamente. La fertilización nitrogenada permitió incrementar la proporción de PB. Sobre FDN hubo una respuesta positiva de la fertilización (627 a 645 g FDN Kg MS<sup>-1</sup> para F1 y F5) y de la edad (567 a 683 g Kg MS<sup>-1</sup> de los 28 a los 112 días) y sobre FDA hubo diferencias significativas en función de la edad, (con valores de 278 a 399 g FDA Kg MS<sup>-1</sup> a los 28 y 112 días respectivamente). La DIVMS presentó diferencias significativas en función de la edad de rebrote variando de 603 a 370 g Kg MS<sup>-1</sup> desde los 28 días a 112 días. En los parámetros analizados la edad de rebrote fue un factor determinante en el valor nutritivo.

#### **Palabras clave**

valor nutritivo • edad de rebrote • fertilización • *Brachiaria brizantha* cv. Marandú

- 
- 1 Grupo de Producción Animal Subtropical. Estación Agropecuaria Corrientes Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). Ruta Nacional N° 12 km 1008 (3400). Corrientes, Argentina. [gandara.luis@inta.gob.ar](mailto:gandara.luis@inta.gob.ar)
  - 2 Grupo de Producción Vegetal. Estación Agropecuaria Mercedes. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). Av Pujol al este s/n (3470). Mercedes. Corrientes, Argentina.
  - 3 Cátedra de Nutrición Animal. Facultad de Ciencias Agrarias. UNNE. Sargento Cabral 2131 (3400). Corrientes. Argentina.

## ABSTRACT

In *Brachiaria brizantha* cv. Marandú, it was evaluated the nutritional value. Nutritional value was considered: crude protein (CP), neutral detergent fiber (NDF), acid detergent fiber (ADF) and *in vitro* digestibility of dry matter (IVDDM). The variables were evaluated for age of regrowth (28, 56, 84 and 112 days) and fertilization (F0, F1, F2, F3 and F4). We determined the nutritional value. CP content showed interaction between age and fertilization. Nitrogen fertilization can increase the proportion of PB. The average values of regrowth age were 46, 48, 60, 71, and 77 g CP kg DM<sup>-1</sup> to F1, F2, F3, F4 and F5 respectively. It was a positive answer to fertilization (627-645 g NDF kg DM<sup>-1</sup> to F1 and F4) and age (567-683 g kg DM<sup>-1</sup> from 28 to 112 days). In turn, fertilization had no effect on the ADF and if there was a positive response from the age of regrowth, with average values of 278 to 399 g kg DM<sup>-1</sup> ADF at 28 and 112 days respectively. The IVDDM was affected by the age ranging from 603 to 370 g kg DM<sup>-1</sup> from 28 days to 112 days. Age regrowth is the most important factor in the nutritional value.

### Keywords

nutritional value • age of regrowth • fertilization • *Brachiaria brizantha* cv. Marandú

## INTRODUCCIÓN

La base de la alimentación de la ganadería en la provincia de Corrientes son los pastizales, siendo la producción animal de regular a baja, comparada con los niveles potenciales del ambiente, esto se debe a las características de producción y calidad del recurso forrajero (6).

Las gramíneas estivales forrajeras introducidas permiten incrementar la productividad secundaria de los pastizales porque suministran mayor cantidad y calidad de forraje por unidad de área y estos dos factores permitirían aumentar la carga y la producción por hectárea (18). Estas especies forrajeras, en su mayoría originarias del África, si bien se establecen en suelos de menor fertilidad presentan limitaciones en el crecimiento, cuando se registran restricciones de macronutrientes en el suelo, tales como fósforo, nitrógeno y potasio.

De la misma manera que los pastizales, estas especies forrajeras se caracterizan

por el rápido crecimiento principalmente primavero-estival, para disminuir la acumulación de biomasa desde mediados del otoño hasta fines del invierno dependiendo de factores como temperatura y precipitaciones.

En los sistemas de producción pecuarios, la escasa producción de forraje durante el invierno, genera un déficit que impiden sostener en el tiempo la productividad del sistema. Esta limitante se puede superar mediante la disminución de la carga animal o suplementando en las épocas críticas por la escasa oferta forrajera.

El rápido crecimiento de los pastizales y especies forrajeras introducidas, conlleva a alcanzar el estado de madurez muy rápidamente, acarreado pérdidas de calidad y consecuentemente la eficiencia en el uso del pasto por el animal.

En gramíneas, las acciones tendientes a mejorar el contenido de proteína bruta (PB) y disminuir los valores de

fibra detergente neutro (FDN) del forraje incrementan el valor nutritivo y están altamente correlacionados con el consumo y la ganancia de peso (12, 3).

El aumento en la utilización de *Brachiaria brizantha* en la provincia de Corrientes generó suficientes trabajos en lo que hace al establecimiento y utilización, no existiendo suficiente información en lo que se refiere al valor nutritivo en sus diferentes etapas de desarrollo.

### Objetivo general

Evaluar el valor nutritivo de *Brachiaria brizantha* con diferentes niveles de fertilización en distintas edades de rebrote.

### Objetivos específicos

Determinar el efecto de diferentes niveles de Nitrógeno sobre el valor nutritivo de *Brachiaria brizantha*.

Determinar el efecto de la edad de rebrote sobre el valor nutritivo de *Brachiaria brizantha*.

Evaluar sobre el valor nutritivo las interacciones entre la edad de rebrote y fertilización nitrogenada.

### MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo se llevó a cabo en la Estación Experimental Agropecuaria (EEA) de Corrientes, Argentina perteneciente al Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). Sus coordenadas geográficas son de 27°39' de latitud sur y 58°46' de longitud oeste del meridiano de Greenwich y su altitud respecto al nivel del mar 56 metros.

El sitio experimental se encuentra en la sub-región natural denominada Albardón y Planicie Sub-cóncava del río Paraná y Afluentes de la gran región Occidental (5), donde el clima de la región norte de

Corrientes fue clasificado como subtropical húmedo, sin estación seca (14).

Los suelos son de tipo *Argiudol acuico*, franco de textura fina mixta, correspondiente a la serie Treviño, el mismo se ubica en un relieve normal, media loma alta a media loma, con pendientes de 1 a 1,5%. Son suelos moderadamente fértiles, con valores intermedios en bases de cambio, especialmente en el horizonte Bt, y de materia orgánica en el epipedón, pero muy pobres en fósforo. El uso actual es agrícola, forestal y ganadero extensivo. El índice de productividad es de 50 y la capacidad de uso es IIIe (5).

El ensayo fue sembrado el 29 de octubre de 2009, de forma manual, en líneas distanciadas a 0,30 m y densidad de siembra equivalente a 8,5 Kg de semilla pura ha<sup>-1</sup>. La fertilización de base se realizó en el momento de la siembra en todas las parcelas manteniendo un testigo absoluto sin fertilizar. Se aplicó urea (46-0-0), fosfato diamónico (DAP) (18-46-0) y cloruro de potasio (ClK) (0-0-50).

La aplicación de base fueron 120 Kg de DAP ha<sup>-1</sup> y 70 Kg ClK ha<sup>-1</sup> en forma manual a chorrillo en el lineo.

La urea se aplicó en forma manual posteriormente al corte de emparejamiento, las dosis establecidas fueron fraccionadas en dos veces (½ de dosis a los 5 días post corte y la otra ½ a los 10 días post corte). Se empleó tres niveles de N y los tratamientos de fertilización se combinaron de la siguiente forma:

F<sub>1</sub>: testigo (sin fertilizantes)

F<sub>2</sub>: N<sub>21,6</sub> - P<sub>55,2</sub> - K<sub>35</sub>

F<sub>3</sub>: N<sub>71,6</sub> - P<sub>55,2</sub> - K<sub>35</sub>

F<sub>4</sub>: N<sub>121,6</sub> - P<sub>55,2</sub> - K<sub>35</sub>

F<sub>5</sub>: N<sub>171,6</sub> - P<sub>55,2</sub> - K<sub>35</sub>

Se evaluó cuatro edades de rebrote (28, 56, 84 y 112 días) y cinco niveles de fertilización. Se utilizó un diseño en

bloques completos al azar, con arreglo en parcelas divididas con tres repeticiones, donde la parcela mayor correspondió a los tratamientos de fertilización y la parcela menor a las diferentes edades de rebrote (4 sub-parcelas de 2 x 4 m por parcela).

La unidad experimental tuvo un tamaño de 4 m x 8 m (32 m<sup>2</sup>).

Una vez trazadas las parcelas en campo, se asignó, en forma aleatoria, los tratamientos de fertilización a las parcelas principales, y las edades de rebrote a las sub-parcelas.

Los cortes de evaluación se realizaron, luego del corte de emparejamiento que se hizo a los 75 días de emergidas las plántulas. El emparejamiento se realizó cortando las plantas a una altura del suelo de 10-12 cm con una segadora Marca: Valpadana VMC.

Se cortó en el centro de cada parcela, dos cuadros de 0,25 m<sup>2</sup> con tijera a una altura de 10 cm del suelo. Todo el material cortado de cada aro se recolectó y se secó en estufa para luego ser procesado y analizado en el laboratorio de Física y Química de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional del Nordeste.

Se evaluó parámetros relacionados con el valor nutritivo de la biomasa producida en pie en función de la edad del rebrote y los tratamientos de fertilización. Para la determinación de la proteína cruda se siguió el procedimiento de Kjeldahl, descrito en el método de la AOAC (2000), utilizando una unidad de digestión y una de destilación Kjeldahl. (1); fibra detergente ácido (FDA); fibra detergente neutro (FDN) (7); digestibilidad *in vitro* de la materia seca (DIVMS) (19).

La composición química del forraje se realizó en el laboratorio de Física y Química de la Facultad de Ciencias Agrarias de la UNNE.

Las variables evaluadas fueron:

- Contenido de PB (g Kg MS<sup>-1</sup>)
- Contenido de FDA (g Kg MS<sup>-1</sup>)
- Contenido de FDN (g Kg MS<sup>-1</sup>)
- DIVMS (g Kg de MS<sup>-1</sup>)
- Kg MS Digestible ha<sup>-1</sup>

Los resultados se evaluaron mediante el análisis de variancia, y las diferencias entre medias se compararon con el test de Duncan ( $\alpha < 0,05$ ), con el paquete estadístico (9).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

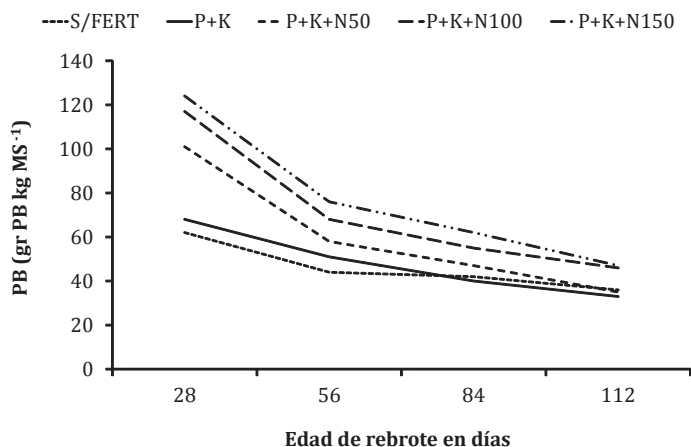
### Proteína (PB)

El contenido de PB presentó respuestas tanto a la fertilización, como a la edad de rebrote. El análisis de variancia para el contenido de PB detectó interacción entre edad de rebrote por fertilización.

La comparación de medias de la interacción entre la edad del rebrote y los tratamientos de fertilización mostró una disminución del contenido de la PB (g PB.kg MS<sup>-1</sup>) en función de la edad de rebrote, sin embargo esa disminución, fue distinta en los tratamientos de fertilización con urea (figura 1, pág. 73).

La interacción se debe a que en un primer momento con el corte a los 28 días, la PB tuvo diferencias marcadas entre los tratamientos fertilizados c/urea y s/urea, mientras que con el avance de la edad de rebrote (corte 56, 84 y 112 días) la diferencia entre tratamientos de fertilización en el contenido de PB fue cada vez menor.

Al avanzar los días de rebrote la acumulación de biomasa se incrementa, aún cuando el suministro de N en el suelo es elevado, la concentración del mismo en las plantas disminuye a medida que estas crecen (15). Esto indica que a medida que el cultivo crece, el N se acumula a una tasa progresivamente menor que el carbono, siguiendo un patrón similar para un amplio rango de especies (11).



**Figura 1.** *Brachiaria brizantha* cv Marandú. Contenido de PB en función de la edad de rebrote (días) y tratamientos de fertilización.

**Figura 1.** *Brachiaria brizantha*. Crude protein content depending on the age of regrowth (days) and fertilization treatments.

En la primera edad de rebrote, los valores máximos y mínimos fueron 124 y 62 g PB Kg MS<sup>-1</sup> para F5 y F1 respectivamente y en la última edad rebrote, los máximos y mínimos fueron 44 y 33 g PB Kg MS<sup>-1</sup> para F5 y F2 respectivamente.

Es importante destacar la velocidad de disminución de la PB, para lograr un manejo adecuado que se ajuste a la eficiencia de utilización por parte del animal.

El análisis de la interacción de los valores de PB en función de la edad de rebrote y tratamientos de fertilización; detectó que hasta los 84 días los tratamientos con/N presentaron diferencias significativas sobre el tratamiento testigo; y el tratamiento F3 y F4 difirieron del tratamiento F1 y F2 en todas las fechas de muestreo.

En los siguientes cortes (84 y 112 días de rebrote) también hubo diferencias significativas, pero los valores de PB estuvieron por debajo del mínimo necesario (70 g PB Kg MS<sup>-1</sup>) que deben

tener los forrajes para ser utilizado eficientemente por la microflora ruminal de un bovino (20).

De acuerdo con los resultados obtenidos en este trabajo se puede observar en la figura 1 que en los tratamientos con el agregado de urea en el corte de 28 días y solo el tratamiento de mayor aplicación de urea en el corte de 56 días, fueron superiores al mínimo necesario citado.

Si se toma en cuenta el incremento en edad de rebrote de los pastos tropicales, resulta que el contenido de proteína se reduce al aumentar la materia seca. Originalmente, la dilución de la proteína (N x 6,25) fue planteada como tal por investigadores del área de fisiología vegetal, quienes postularon que para alcanzar una máxima tasa de crecimiento del cultivo, debían suministrarse las dosis óptimas de fertilizante nitrogenado, y así podrían alcanzar dicha tasa de crecimiento (8, 10). A este nivel adecuado de nitrógeno

se le denominó "Contenido de Nitrógeno Crítico" y se definió como el mínimo contenido de nitrógeno necesario para alcanzar una máxima tasa de crecimiento en la planta (8). A su vez esta concentración de N crítica declina en función de la madurez de los tejidos, debido principalmente al incremento en la proporción de pared celular y la correspondiente disminución de citoplasma, en el cual el N es un constituyente esencial de proteínas, ácidos nucleicos y cloroplastos (22).

Los resultados de este ensayo muestran cómo el avance en la edad de rebrote influye negativamente en el contenido de PB.

#### **Fibra Detergente Neutro (FDN)**

Para FDN, la edad de rebrote resultó como principal factor de variación.

El análisis de la varianza para FDN mostró un buen ajuste, con ausencia de interacción entre la edad de rebrote por fertilización. A su vez, hubo efectos significativos de la edad de rebrote y de la fertilización sobre el contenido de FDN.

Si se analiza la FDN en función de la edad de rebrote (promedios tratamientos de fertilización), se obtuvo un aumento del contenido de FDN a mayor edad de rebrote, resultando a los 28 días un valor 567 g FDN Kg MS<sup>-1</sup> y 683 g FDN Kg MS<sup>-1</sup> a los 112 días.

Al igual que en la PB la mayor variación del contenido de FDN en *Brachiaria brizantha* ocurrió entre los 28 a 56 días de rebrote (567 y 643 g FDN Kg MS<sup>-1</sup>) y como una hoja adulta no crece, por lo tanto no deposita MS ni fibra (13), el aumento del contenido de FDN puede ocurrir solamente por exportación de compuestos solubles.

El contenido de FDN es un parámetro importante que define la calidad del forraje, así como un factor que limita la capacidad ingestiva por los animales.

El FDN representa la fracción de la química del forraje que se correlaciona más estrechamente con el consumo voluntario de los animales, y valores superiores a 550 a 600 g FDN Kg MS<sup>-1</sup> se correlacionan de manera negativa (20).

En el presente ensayo los valores de FDN estuvieron dentro del rango óptimo entre 28 y 56 días de rebrote.

En los tratamientos de fertilización (promedios edades de rebrote), se encontró diferencias significativas entre tratamientos, con valores de 627 g FDN Kg MS<sup>-1</sup> en el tratamiento F1 y de 645 g FDN Kg MS<sup>-1</sup> en F5, los valores de los demás tratamientos se encuentran entre estos. Otras investigaciones (4, 17), mostraron que el aumento de la fertilización nitrogenada tuvo poco o ningún efecto en el contenido de FDN.

#### **Fibra Detergente Ácido (FDA)**

Para FDA el análisis de la varianza de los resultados indican ausencia de interacción entre la edad de rebrote por fertilización, siendo la edad de rebrote significativa; mientras que la fertilización fue no significativa.

La proporción de FDA (promedio tratamientos de fertilización) aumentó entre las diferentes edades de rebrote, pasando de 278 a 399 g FDA Kg MS<sup>-1</sup> desde los 28 días a los 112 días. Esta variación en el contenido de FDA no fue uniforme entre las edades, siendo entre los 28 y 56 días cuando se generó el mayor incremento, este aumentó a una tasa de 2,7 g FDA Kg MS día<sup>-1</sup> y entre los 56-84 y 84-112 aumentó a una tasa promedio de 0,8 g FDA Kg MS día<sup>-1</sup>.

El aumento en la edad de rebrote determina el envejecimiento de la planta forrajera provocando un aumento de la pared celular, con una disminución en el contenido celular y una creciente lignificación de la pared celular (21).

La concentración de FDA se relacionó positivamente con el rendimiento de MS. El contenido de FDA es un factor importante para evaluar la digestibilidad de un alimento; en la medida que aumentan los tenores de FDA, el forraje disminuye la digestibilidad de MS (2).

La ausencia de diferencias debidas a la fertilización también fueron observadas por otros investigadores, donde indicaron que la aplicación de N tiene un efecto mínimo sobre las concentraciones de FDA de gramíneas como pasto bermuda o pasturas de estación cálida (4, 17).

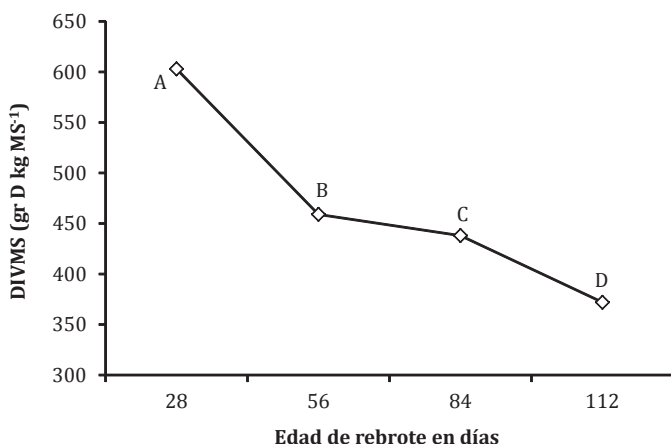
### Digestibilidad *in vitro* de la Materia Seca (DIVMS)

Los resultados del análisis de la varianza para DIVMS mostraron un buen

ajuste y ausencia de interacción entre la edad de rebrote por fertilización; hubo diferencias significativas para la edad de rebrote, sin embargo las diferencias para los tratamientos de fertilización no fueron significativas.

Los resultados del análisis de la digestibilidad en función de la edad de rebrote (figura 2), muestran cómo el contenido de MS digerible disminuyó significativamente con la edad de rebrote.

Los resultados de mayor digestibilidad (promedio de los tratamientos de fertilización) se obtuvo a los 28 días de rebrote, con un contenido de 603 g MS digerible Kg MS<sup>-1</sup>, luego esta disminuyó considerablemente a 372 g MS digerible Kg MS<sup>-1</sup> en la última edad de rebrote (112 días).



Letras distintas indican diferencias significativas entre tratamientos (p: 5% Test de Duncan).  
Different letters indicate significant differences between treatments (p: 5% Duncan test).

**Figura 2.** DIVMS de *Brachiaria brizantha* en función de la edad de rebrote (promedio tratamientos de fertilización).

**Figura 2.** *Brachiaria brizantha*. DIVDM content depending on the age of regrowth (days). Average fertilization treatments.



La inclinación de la línea entre 28-56, 56-84 y 84-112 días de rebrote, generó diferentes tasas de disminución de MS digerible, es así que entre los 28 y 56 días de rebrote, la pastura disminuyó su digestibilidad a razón de  $4,1 \text{ g Kg MS}^{-1} \text{ día}^{-1}$ , entre los 56 y 84 días disminuyó a razón de  $1,5 \text{ g Kg MS}^{-1} \text{ día}^{-1}$  y entre los 84 y 112 días la disminución de la digestibilidad fue de  $2,7 \text{ g Kg MS}^{-1} \text{ día}^{-1}$ . Esta variación se correlaciona negativamente con el incremento de FDA observado en este ensayo y la causa es el desarrollo de la pastura y el envejecimiento de los tejidos como se mencionó.

Respecto del efecto de la fertilización sobre la DIVMS, no se encontró efectos significativos sobre los resultados y en la bibliografía se encuentran cambios positivos o negativos e incluso ausencia de efecto. Sin embargo, Van Soest (1994), menciona que en promedio la fertilización con N reduce levemente la digestibilidad de los forrajes.

Desde el aprovechamiento por parte del animal, es importante conocer cómo varía esa disminución de DIVMS con la Acumulación de Materia Seca (AMS), ya que durante el desenvolvimiento del desarrollo la planta presenta una amplia relación con la composición química y calidad del forraje.

Otros autores consideran que durante el crecimiento de las forrajeras ocurren aumentos en los tenores de carbohidratos estructurales y lignina (16), a su vez una invariable reducción en la proporción de la DIVMS; siendo también alteradas las estructuras de las plantas como la elevada relación hoja:tallo, y que las plantas más viejas presentan mayores proporciones de tallos que de hojas, tendiendo por tanto a una reducción en su contenido de nutrientes potencialmente digeribles con la maduración.

Es importante conocer la variación del valor nutritivo en función de la edad de rebrote y tratamiento de fertilización, con la finalidad de obtener una elevada producción de carne ya sea bajo pastoreo o mediante la utilización de henos.

La eficiente utilización del forraje dependerá en gran medida del momento de inicio de pastoreo, momento de corte para la confección del heno y de la carga animal.

Por otro lado, el momento de inicio de pastoreo determinará la eficiencia de conversión (kg de carne por kg de MS consumida) y a su vez disponibilidad de pasto al inicio, que junto con la tasa de crecimiento determinarán la carga posible.

## CONCLUSIONES

La fertilización con nitrógeno incrementó el contenido de PB y esta disminuyó con la edad de rebrote.

La edad de rebrote, es el principal factor que afecta el valor nutritivo ya que al aumentar la edad de rebrote aumentó el contenido de FDN y de FDA; y disminuyó la DIVMS y la PB.

El conocimiento de los efectos de la edad de rebrote y fertilización sobre el valor nutritivo, permiten obtener forrajes de buen valor nutritivo para la producción animal.



## BIBLIOGRAFÍA

1. AOAC International. 2000. "Official Methods of Analysis". 17<sup>ª</sup>ed. Gaithersburg, USA.
2. Branco, A. F. 2006. Caracterização de alimentos para ruminantes. Disponible en: <http://www.potasa.com.br>. Acceso: 10 febrero 2007.
3. Brown, W. F. 1988. Maturity and ammoniation effects on the feeding value of tropical grass hay. *J. Animal Science*. 66: 2224.
4. Cuomo, G. J.; Anderson, B. E. 1996. Nitrogen fertilization and burning effects on rumen protein degradation and nutritive value of native grasses. *Agon. J.* 88: 439-442.
5. Escobar, H. E.; Ligier D. H.; Melgar R.; Matteio, H.; Vallejos, O. 1996. Mapa de Suelos de la Provincia de Corrientes. 1: 500.000.
6. Gándara, F.; Arias Mañotti, A. 1999. Situación actual de la ganadería. *Ganadería del NEA. INTA, Corrientes*. p. 31-39.
7. Goering, N. K.; Van Soest, P. J. 1970. Forage fiber analysis: apparatus, reagents, procedures and some application. Washington. (USDA. Agriculture Handbook). 20 p.
8. Greenwood, D. J.; Lemaire, G.; Gosse, G.; Cruz, P.; Draycott, A.; Neeteson, J. J. 1990. Decline in percentage N of C3 and C4 crops with increasing plant mass. *Annals Bot.* 66: 425-436.
9. INFOSTAT. 2008. Infostat versión 1.1. Gupo Infostat. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Córdoba. Argentina.
10. Lemaire, G.; Salette, J. 1984. Relation entre dynamique de croissance et dynamique de prélèvement d'azote pour un peuplement de gaminées fourragères. 1. Etude de l'effet du milieu. *Agronomie*. 4: 423-430.
11. Lemaire, G.; Gastal F. 1997. N uptake and distribution in plant canopies. G. Lemaire (ed.). *Diagnosis of the nitrogen status in crops INRA, Station d'Écophysiologie de plants fourragères*. 1: 3-41.
12. Mason, V. C.; Cook, J. E.; Cooper, E. M.; Hartley, R. D. 1989. Oven and stack ammoniation of grass hays. 1: Changes in chemical composition in relation to digestibility *in vitro* and cell-wall degradability. *Anim. Feed Sci Technol.* 24: 299.
13. Maurice, I.; Gastal, F.; Durand, J. L. 1997. Generation of form and associated mass deposition during leaf development in grasses: a kinematic approach for Non- steady growth. *Annals of Botany*. 80: 673-683.
14. Papadakis, J. 1974. Ecología, posibilidades Agropecuarias de las Provincias Argentinas. Fascículo 3. Enciclopedia Arg. De Agric. y Jardinería. Ed. ACME. 86 p.
15. Reeves, M.; Fulkerson, W. J.; Kellaway, R. C. 1996. Forage quality of kikuyu (*Pennisetum clandestinum*): the effect of time of defoliation and nitrogen fertilizer application and in comparison with perennial ryegrass (*Lolium perenne*). *Aust. J. Agric. Res.* 47: 1349-1359.
16. Reis, R. A.; Rodrigues, L. R. A. 1993. Valor nutritivo de plantas forrageiras. Jaboticabal: [s.n.]. 26 p.
17. Rogers, J. R.; Harvey, R. W.; Poore, M. H.; Mueller, J. P.; Barker, J. C. 1996. Application of nitrogen from swine lagoon effluent to Bermuda grass pastures: seasonal changes in forage nitrogenous constituents and effects of energy and escape protein supplementation on beef cattle performance. *J. Anim. Sci.* 74:1126-1133.
18. Royo Pallarés, O.; Pizzio, R. 1998. Producción animal sobre pasturas en la zona campos de Argentina. 17<sup>º</sup> Reuniao Grupo Campos. Santa Catarina, Brasil. p. 13-19.
19. Tilley, J. M. A.; Terry, R. A. 1963. A two-stage technique for the *in vitro* digestion of forage crops. *J. Brit. Grass l.*, 18: 104-11.
20. Van Soest, P. J. 1965. Symposium on factors influencing the voluntary intake of herbage by ruminants: voluntary intake relation to chemical composition and digestibility. *Journal of Animal Science*, Champaign. 24(3): 834-844.
21. Van Soest, P. J. 1994. Nutritional ecology of the ruminant. 2<sup>º</sup> ed. Cornell University Press, Ithaca, NY. 476 p.
22. Whitehead, D. C. 1995. Grassland nitrogen. CAB International, Wallingford, UK. 397 p.