

**CARACTERIZACIÓN Y RESPUESTA DE LA PAJA COLORADA  
(*Andropogon lateralis* Nees) A DIFERENTES MOMENTOS,  
FRECUENCIAS E INTENSIDADES DE DEFOLIACIÓN.**

**María Lorena Iacopini**

**Trabajo de tesis presentado como requisito parcial para optar al título de  
MAGISTER SCIENTIAE EN PRODUCCIÓN ANIMAL**

Facultad de Ciencias Agrarias - Universidad Nacional de Mar del Plata  
Estación Experimental Agropecuaria Balcarce - INTA

Balcarce, Argentina

16 de Septiembre de 2009

**CARACTERIZACIÓN Y RESPUESTA DE LA PAJA COLORADA  
(*Andropogon lateralis* Nees) A DIFERENTES MOMENTOS,  
FRECUENCIAS E INTENSIDADES DE DEFOLIACIÓN.**

**María Lorena Iacopini**

---

Director de Tesis: Miguel A. Brizuela, Ing. Agr., Ph. D.

---

Asesor: José P. De Battista, Ing. Agr., M. Sc.

---

Asesor: María Silvia Cid, Ing. Agr., Ph. D.

**CARACTERIZACIÓN Y RESPUESTA DE LA PAJA COLORADA  
(*Andropogon lateralis* Nees) A DIFERENTES MOMENTOS,  
FRECUENCIAS E INTENSIDADES DE DEFOLIACIÓN.**

**María Lorena Iacopini**

**Aprobada por:**

---

Director de Tesis: Miguel A. Brizuela, Ing. Agr., Ph. D.

---

Evaluador externo: Carlos Ferri, Ing. Agr., M. Sc., Dr.

## DEDICATORIA

***"El valor de las cosas no está en el tiempo que duran,  
sino en la intensidad con que suceden.***

***Por eso, existen momentos inolvidables, cosas inexplicables  
y, sobre todo, personas incomparables".***

***(Fernando Pessoa)***

A la memoria de mis padres...

*Oscar Artemio Iacopini – Aida Francisca Herrmann*  
por el invaluable ejemplo de determinación y amor...  
por hacer de nuestras vidas sus vidas...

A *Favio Catalano*, mi amor...

por la simple definición de una palabra: amor...  
por la paciencia, complicidad y compañerismo...

A mis hermanos (*Oscar, Vanessa, María de los Angeles y Francisco*),  
a mis cuñados (*Luis, Luciano, Valeria y Alejandro*),  
a mis sobrinos (*Cristian, Aylén, Bauti, Igna, Nico, Facu y Lucio*),  
a mis suegros (*Marta y Alberto*)...  
por el apoyo incondicional...

A *Juan Manuel Pueyo* y a *José Pedro De Battista*...

junto a quienes hice mis primeros pasos en los pastizales y en INTA,  
por todo lo que me han enseñado e intenté aprender,  
por la calidez humana, la enorme generosidad y la valiosa amistad...

## AGRADECIMIENTOS

*“Solamente se llegará a gozar de lo realizado cuando en su alma sienta,  
preferentemente en los silencios necesarios para la reflexión,  
que el único premio verdadero es el que proviene del placer espiritual,  
limpio y sereno del deber cumplido”.*  
*(Dr. René Favalaro)*

**A todos aquellos que de una u otra manera me han ayudado y acompañado en mí paso por Balcarce, y muy especialmente... GRACIAS:**

A *Jose De Battista*... por los valiosos aportes a este y todos mis trabajos... por la paciencia, el cariño y las palabras de aliento.

A *Miguel Brizuela* y *Silvia Cid*... por los aportes y por permitirme trabajar juntos.

Al *Dr. Carlos Ferri*... por la predisposición, la lectura crítica y los aportes al trabajo.

A *INTA*, especialmente a la *EEA Concepción del Uruguay*... a todo su personal... por brindarme la infraestructura, medios y el apoyo para la realización de este posgrado.

A los “*babaluces forrajeros uruguayenses*”... *Ernesto, Fran, Juanito, Osito, Pachin, Gringo, Mario, Silvana*... por el día a día, porque trabajar juntos me llena de orgullo y satisfacción.

A *Norma Arias, Juanjo De Battista, Marita Eckert, Mónica Gómez, Angela Christiansen* y *Andrea Biolatto*... por mucho más que lo brindado para este trabajo... por la predisposición y el apoyo constante.

A todo el personal de la *Unidad Integrada Balcarce*, especialmente al Laboratorio de Nutrición Animal, a los *Ings. Carlos Mezzadra* y *Susana Guaita* y a *María de la Paz Bazan*.

A los *Ings. Germán Berone* y *Diego Bendersky*... por los valiosos aportes al trabajo.

A *Marita Cocimano* y a los innumerables “*chicos del Chinchorro*”... por hacer todo más ameno, porque como diría *Beto*, “*venir a hacer un posgrado, no significa venir a hacer un posgrado*”.

A *mamá Grace Chiarinotti*, por la dedicación y el inmenso cariño... y a todos los "casineros"... los de antes, los de ahora, los de siempre... por ser una pieza fundamental de esta historia... por tantos momentos compartidos, que ya son inolvidables.

A las brujas de siempre: *Roxana Avila, María Agostini, Mariel Lago, María Inés Pachecoy, Romi Battistella, Natu Carrasco, Juliana Papaleo, Laurita Macor, Ani Curti, Dani Pinget, Ceci Ferrari, Patri Bruzera, Rosi Tolcachier, Lucía Páez, Raquel Flores, Vivi Hernández y Vale Giménez*... y a mis queridos amigos: *Alonso Medina, Alvaro Durand, Nano Cracogna, Seba Zuil, Polcito Hegglin, Javi Pirchi, Marce Acuña y José Geraci*... por bancarme y alentarme siempre.

A mi gran amigo *Alejo Ré* (el insuperable y querido "broder")... por el aguante diario y por ayudarme siempre... definitivamente "quiero ser como vos cuando sea grande"...

A *Gabriel Otero (Pelú)*... sería egoísta agradecerte, el trabajo es también tuyo... pero igual quiero decirte gracias por el esfuerzo, el apoyo constante, la paciencia y por poner siempre en riesgo "el coeficiente de variación".

A *Ingrid Mónaco (Mami)*... mi gran compañera en esta travesía balcarceña... por estar siempre, aún en la distancia... por tantas cosas compartidas... por ayudarme a no bajar los brazos... por hacer posible la impensable amistad *chaqueña-correntina*... una amistad para toda la vida.

A *Sebastián Vittone*... como decirte gracias amigo... por tantas horas de ruta, mates, consejos y momentos compartidos... por bancarme siempre y porque, sin dudas, esta experiencia hubiese sido más difícil sin tu apoyo, amistad y compañerismo.

A *Andropogon lateralis* y sus cañitas...

A *Dios*...

GRACIAS!!!!...

## INDICE GENERAL

<b>INDICE DE CUADROS .....</b>	<b><i>ix</i></b>
<b>INDICE DE FIGURAS .....</b>	<b><i>xi</i></b>
<b>RESUMEN .....</b>	<b><i>xv</i></b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b><i>xvii</i></b>
<b>1. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
1.1. Hipótesis .....	5
1.2. Objetivos .....	5
<b>2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>6</b>
2.1. <i>Andropogon lateralis</i> Nees. ....	8
2.2. Crecimiento y producción de forraje .....	11
2.3. Valor nutritivo de las plantas forrajeras .....	15
2.4. Estructura de las plantas y manejo de la defoliación .....	17
<b>3. MATERIALES Y MÉTODOS .....</b>	<b>23</b>
3.1. Descripción del sitio experimental .....	23
3.2. Condiciones climáticas .....	24
3.3. Experimentos .....	25
3.3.1. Experimento 1 .....	25
3.3.2. Experimento 2 .....	26
3.4. Mediciones .....	27
3.4.1. Estructura de mata .....	27
3.4.2. Acumulación de biomasa .....	29
3.4.3. Composición química del forraje .....	29
3.5. Análisis estadístico .....	30
3.5.1. Experimento 1 .....	30
3.5.2. Experimento 2 .....	31

<b>4. RESULTADOS</b> .....	<b>32</b>
4.1. Condiciones climáticas .....	32
4.2. Experimento 1 .....	33
4.2.1. Estructura de mata .....	33
4.2.2. Biomasa total acumulada y tasa de acumulación .....	36
4.2.3. Componentes de la biomasa acumulada .....	39
4.2.4. Composición química del forraje .....	42
4.2.5. Acumulación de materia seca digestible .....	46
4.3. Experimento 2 .....	47
4.3.1. Estructura de mata .....	47
4.3.1.1. Momento de aparición, número y peso de macollos reproductivos .	49
4.3.2. Biomasa total acumulada y tasa de acumulación .....	50
4.3.3. Componentes de la biomasa acumulada .....	53
4.3.4. Composición química del forraje .....	55
4.3.5. Acumulación de materia seca digestible .....	58
<b>5. DISCUSIÓN</b> .....	<b>59</b>
5.1. Estructura de mata .....	59
5.2. Acumulación de biomasa y sus componentes .....	64
5.3. Composición química del forraje .....	67
5.4. Implicancias de manejo .....	70
<b>6. CONCLUSIONES</b> .....	<b>72</b>
<b>7. BIBLIOGRAFIA</b> .....	<b>74</b>
<b>8. APÉNDICE</b> .....	<b>89</b>

## INDICE DE CUADROS

<b>Cuadro 1.</b> Efecto de la fecha de inicio del rebrote y de los días transcurridos desde dicho inicio sobre variables estructurales en matas de <i>Andropogon lateralis</i> . .....	33
<b>Cuadro 2.</b> Efecto de la frecuencia y la intensidad de la defoliación sobre el diámetro, altura, número de macollos reproductivos y peso individual de macollos reproductivos de matas de <i>Andropogon lateralis</i> . .....	47
<b>Cuadro 3.</b> Probabilidad de los efectos frecuencia (F) e intensidad (I) de la defoliación sobre la tasa de acumulación de matas de <i>Andropogon lateralis</i> Nees. ....	52
<b>Cuadro 4.</b> Probabilidad de los efectos de frecuencia (F) e intensidad (I) de defoliación sobre la cantidades acumuladas de biomasa de lámina viva (LV), lámina muerta (LM), tallos (T) y la relación LV:LM+T de matas de <i>Andropogon lateralis</i> Nees. ...	54
<b>Cuadro 5.</b> Probabilidad del efecto de la frecuencia (F) y de tres momentos determinados (M) de la defoliación sobre la digestibilidad de la materia seca (DivMS), la concentración de proteína bruta (PB) y la concentración de fibra detergente neutro (FDN) ponderados por la proporción de las fracciones componentes de la biomasa (lámina viva y tallo) de matas de <i>A. lateralis</i> . ....	55
<b>Cuadro 6.</b> Digestibilidad de la materia seca (DivMS), concentración de proteína bruta (PB) y concentración de fibra detergente neutro (FDN) ponderados por la proporción de las fracciones componentes de la biomasa (lámina viva y tallo) de matas de <i>A. lateralis</i> , en tres momentos determinados de la defoliación. ....	55
<b>Apendice</b>	
<b>Cuadro I.</b> Componentes de biomasa aérea (lámina viva, lámina muerta y tallo) de matas de <i>Andropogon lateralis</i> Nees., a lo largo del ciclo de crecimiento con diferentes inicios de rebrote. ....	89

<b>Cuadro II.</b> Digestibilidad in vitro de la materia seca (DivMS), concentración de proteína bruta (PB) y concentración de fibra detergente neutro (FDN) de matas de <i>Andropogon lateralis</i> , para los diferentes inicios de rebrote. ....	90
<b>Cuadro III.</b> Probabilidad del efecto de los días desde el inicio del rebrote (DDI) y las fracciones componentes de la biomasa, lámina viva y tallo (F) sobre la digestibilidad in vitro de la materia seca, concentración de proteína bruta y concentración de fibra detergente neutro de matas de <i>Andropogon lateralis</i> Nees para los diferentes inicios de rebrote. ....	91
<b>Cuadro IV.</b> Altura promedio (cm) de matas de <i>Andropogon lateralis</i> Nees para las diferentes frecuencias e intensidades de defoliación. ....	92
<b>Cuadro V.</b> Efecto de los días de rebrote sobre la altura promedio (cm) de matas de <i>Andropogon lateralis</i> Nees para las frecuencias de defoliación: 21, 35 y 49 días. ....	92
<b>Cuadro VI.</b> Componentes de la biomasa aérea acumulada (lámina viva: LV, lámina muerta: LM y tallo: T) (g MS.mata <sup>-1</sup> ) de matas de <i>Andropogon lateralis</i> Nees, para las diferentes frecuencias e intensidades de defoliación. ....	93

## INDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Esquema de una planta de <i>Andropogon lateralis</i> Nees (Fernández <i>et al.</i> , 1993). .....	8
<b>Figura 2.</b> a) Esquema de un fitómero y b) de una planta de gramínea que muestra el desarrollo de un macollo y el arreglo de los fitómeros (Moore; Moser, 1995). .....	11
<b>Figura 3.</b> Relaciones entre características morfogenéticas de las plantas y variables estructurales de la pastura (Adaptado de Lemaire; Chapman, 1996). .....	14
<b>Figura 4.</b> Esquema de una mata de <i>Andropogon lateralis</i> Nees. (Adaptación del esquema de <i>Schizachyrium paniculatum</i> de Luisoni, 1994). .....	20
<b>Figura 5.</b> Vista general del sitio experimental. ....	24
<b>Figura 6.</b> Esquema de implementación de tratamientos del Experimento 1. ....	26
<b>Figura 7.</b> Esquema de implementación de tratamientos del Experimento 2. ....	27
<b>Figura 8.</b> “Sacabocado” utilizado para determinar el número de macollos por mata. ....	28
<b>Figura 9.</b> a) Precipitaciones, b) temperaturas medias y c) heladas del período experimental (2006-07) y de la serie histórica (1956-2006) (EEA INTA C. del Uruguay). .....	32
<b>Figura 10.</b> Evolución de la altura promedio (cm) de matas de <i>Andropogon lateralis</i> Nees a lo largo del período experimental, según las diferentes fechas de inicio del rebrote. ....	34
<b>Figura 11.</b> Altura máxima (cm) de matas de <i>Andropogon lateralis</i> Nees para diferentes inicios de rebrote. ....	34
<b>Figura 12.</b> a) Número de macollos reproductivos ( $N^{\circ}$ MR.mata <sup>-1</sup> ) y b) peso individual de los mismos (g MS.MR <sup>-1</sup> ) en matas de <i>Andropogon lateralis</i> Nees. a lo largo del período experimental para los diferentes inicios de rebrote. ....	36

- Figura 13.** Acumulación de biomasa (*a*, g MS.mata<sup>-1</sup>) y tasa de acumulación (*b*, g MS.mata<sup>-1</sup>.día) en matas de *Andropogon lateralis* Nees. con presencia de macollos reproductivos (con MR) y sin la presencia de los mismos (sin MR), según el transcurso de los días desde el inicio del rebrote. .... 37
- Figura 14.** Biomasa total acumulada (g MS.mata<sup>-1</sup>) por matas de *Andropogon lateralis* Nees. durante el período experimental en los diferentes inicios de rebrote. .... 38
- Figura 15.** a) Acumulación de biomasa (g MS.mata<sup>-1</sup>) y b) tasa de acumulación (g MS.mata<sup>-1</sup>.día) de matas de *Andropogon lateralis* Nees. a lo largo del período experimental para los diferentes inicios de rebrote. .... 39
- Figura 16.** Acumulación de biomasa aérea, con proporción de fracciones componentes, en matas de *Andropogon lateralis* Nees para los diferentes inicios de rebrote. .... 40
- Figura 17.** Componentes de biomasa (lámina viva, lámina muerta y tallo; g MS.mata<sup>-1</sup>) de matas de *Andropogon lateralis* Nees. a lo largo del período experimental para los diferentes inicios de rebrote: *a*) Inicio 1 (15/09); *b*) Inicio 2 (27/10); *c*) Inicio 3 (08/12) y *d*) Inicio 4 (19/01). .... 41
- Figura 18.** a) Evolución de la digestibilidad in vitro de la MS (DivMS), *b*) la concentración de proteína bruta (PB) y *c*) fibra detergente neutro (FDN) de la parte aérea de matas de *Andropogon lateralis* Nees. para los diferentes inicios de rebrote: Inicio 1 (15/09); Inicio 2 (27/10); Inicio 3 (08/12) e Inicio 4 (19/01). .... 42
- Figura 19.** Digestibilidad in vitro de la materia seca (DivMS, %) de los componentes de biomasa (lámina viva y tallo) de matas de *Andropogon lateralis* Nees. a lo largo del período experimental para los diferentes inicios de rebrote: *a*) Inicio 1 (15/09); *b*) Inicio 2 (27/10); *c*) Inicio 3 (08/12) y *d*) Inicio 4 (19/01). .... 43
- Figura 20.** Concentración de PB (%) de los componentes de biomasa (lámina viva y tallo) de matas de *Andropogon lateralis* Nees. a lo largo del período experimental para los diferentes inicios de rebrote: *a*) Inicio 1 (15/09); *b*) Inicio 2 (27/10); *c*) Inicio 3 (08/12) y *d*) Inicio 4 (19/01). .... 44

- Figura 21.** Concentración de FDN (%) de los componentes de biomasa (lámina viva y tallo) de matas de *Andropogon lateralis* Nees., a lo largo del período experimental, para los diferentes inicios de rebrote: a) Inicio 1 (15/09); b) Inicio 2 (27/10); c) Inicio 3 (08/12) y d) Inicio 4 (19/01). ..... 45
- Figura 22.** Materia seca digestible total acumulada (g MSD.mata<sup>-1</sup>) por matas de *Andropogon lateralis* Nees. para los diferentes inicios de rebrote. .... 46
- Figura 23.** a) Diámetro (cm) y b) altura (cm) de matas de *Andropogon lateralis* para las diferentes frecuencias de defoliación. .... 48
- Figura 24.** Momento de aparición y número de macollos reproductivos por mata de *A. lateralis* para las diferentes frecuencias e intensidades de defoliación. .... 49
- Figura 25.** a) Número de macollos reproductivos (N°.mata<sup>-1</sup>) y b) peso individual de los mismos (g MS.macollo<sup>-1</sup>) en matas de *Andropogon lateralis* para las distintas frecuencias e intensidades de defoliación. .... 50
- Figura 26.** Biomasa total acumulada (g MS.mata<sup>-1</sup>) por matas de *Andropogon lateralis* Nees. para las diferentes frecuencias e intensidades de defoliación. .... 51
- Figura 27.** Acumulación de biomasa (g MS.mata<sup>-1</sup>) en matas de *Andropogon lateralis* Nees. a lo largo del período experimental para tres frecuencias y 2 intensidades de corte: a) 5 cm y b) 10 cm del suelo. .... 51
- Figura 28.** Tasa de acumulación (g MS.mata<sup>-1</sup>.día) de matas de *Andropogon lateralis* Nees., para las frecuencias de defoliación evaluadas en tres momentos determinados del período experimental. .... 53
- Figura 29.** Acumulación de biomasa aérea, con proporción de componentes, en matas de *Andropogon lateralis* Nees para las diferentes frecuencia e intensidad de defoliación evaluadas. .... 54
- Figura 30.** a) Digestibilidad de la materia seca (DivMS; %), b) concentración de proteína bruta (PB, %) y c) concentración de fibra detergente neutro (FDN; %), ponderados por la proporción de las fracciones componentes de la biomasa (lámina viva y tallo) de matas de *Andropogon lateralis* en tres momentos determinados del período experimental. .... 56

- Figura 31.** a) Digestibilidad de la materia seca (DivMS), b) concentración de proteína bruta (PB) y c) concentración de fibra detergente neutro (FDN) para las fracciones lámina viva y tallo de matas de *Andropogon lateralis* Nees para las diferentes frecuencias de defoliación. .... 57
- Figura 32.** Producción media de materia seca digestible (g MSD.mata<sup>-1</sup>) de matas de *Andropogon lateralis* Nees, para las diferentes frecuencias de defoliación en tres momentos determinados del ciclo de crecimiento (Octubre (319°D), Diciembre (1064°D) y Mayo (2678°D)). .... 58

## RESUMEN

Los objetivos del presente estudio fueron evaluar en *Andropogon lateralis*, en las condiciones agroecológicas del centro-sur de Entre Ríos (Argentina), las variaciones en desarrollo fenológico, acumulación y composición química de la biomasa en: 1) plantas con diferentes épocas de inicio y edades de rebrote (*Experimento 1*) y 2) plantas defoliadas con diferentes frecuencias e intensidades (*Experimento 2*). El ensayo se llevó a cabo en la EEA INTA Concepción del Uruguay (32°29'LS, 58°20'LO). Las mediciones se realizaron desde septiembre 2006 hasta mayo 2007, en matas individuales de un área clausurada de campo natural. En el Experimento 1 se evaluaron 4 diferentes fechas de inicio de rebrote (15/09/06; 27/10/06; 08/12/06; 19/01/07) y 6 momentos ó edades de rebrote (cortes cada 21 días). En el Experimento 2 se evaluó la respuesta de la especie a la aplicación de distintas frecuencias (21, 35 y 49 días) e intensidades (5 y 10 cm) de defoliación. En ambos experimentos las mediciones se agruparon en tres subgrupos: 1) Estructura de mata (número y peso de los macollos reproductivos); 2) Acumulación de biomasa y componentes de la misma y 3) Composición química del forraje. Un cambio en la época de inicio de rebrote produjo una variación en el número de cañas por mata, siendo mayor en el inicio de primavera (27/10), intermedio en el de fines de invierno (15/09), inferior en el inicio de primavera tardía (08/12) y nulo en el de verano (19/01). El peso individual de las cañas, al momento de máxima expresión de las mismas, fue similar entre las épocas de rebrote evaluadas ( $1,3 \pm 0,5$  g MS.caña<sup>-1</sup>). Por otro lado, la frecuencia y la intensidad de defoliación no modificaron ni el número ( $7,4 \pm 3,1$  MR.mata<sup>-1</sup>) ni el peso individual ( $0,66 \pm 0,23$  g MS.MR<sup>-1</sup>) de los macollos reproductivos (cañas), aunque se observó una tendencia a que las matas defoliadas con mayor intensidad presentaran menor número y mayor peso individual de cañas. No obstante, el momento de aparición de las cañas fue independiente de la época ó edad del rebrote y del manejo de la defoliación, registrándose la aparición de las cañas fundamentalmente a partir del mes de diciembre. La época de inicio de rebrote afectó la acumulación de biomasa, siendo superior en el rebrote de primavera (27/10), y estando la misma estrechamente relacionada a la emisión de macollos reproductivos. Así, la acumulación total de biomasa fue un 84% superior en las matas con presencia de cañas, con respecto a las que no presentaron cañas, resultando la tasa de acumulación un 75% superior en las matas con macollos reproductivos. La acumulación total de biomasa no difirió entre las

diferentes defoliaciones evaluadas ( $45,2 \pm 11,7$  g MS.mata<sup>-1</sup>). La digestibilidad y la concentración de proteína bruta fueron superiores en los inicios tempranos de rebrote, mientras que la concentración de fibra detergente neutro fue similar en todos los inicios de rebrote evaluados. La frecuencia de defoliación no afectó la digestibilidad (69,7%) ni la concentración de proteína bruta (9,7%) ni la concentración de fibra detergente neutro (69,7%). No obstante, el valor nutritivo disminuyó debido a la maduración fisiológica de las plantas. La fracción lámina viva presentó mayor valor nutritivo que el tallo.

**Palabras clave:** *Andropogon lateralis*, estructura de mata, acumulación de biomasa, composición química.

## ABSTRACT

The objectives of this study were evaluated in *Andropogon lateralis*, in agro-ecological conditions of central-southern of Entre Rios (Argentina), the changes in phenological development, accumulation and nutritive value of biomass: 1) plants with different start date and age of regrowth (*Experiment 1*) and 2) defoliated plants with different frequencies and intensities (*Experiment 2*). The test was conducted in the EEA INTA Concepción del Uruguay (32°29'S, 58°20'W). The measurements were made from September 2006 to May 2007, in individual plant (bush) of closed area of grassland. In Experiment 1 assessed 4 different starting dates of regrowth (15/09/06, 27/10/06, 08/12/06, 19/01/07) and 6 times or ages of regrowth (cuts every 21 days). In Experiment 2 assessed the response of the species to the application of different frequencies (21, 35 and 49 days) and intensities (5 and 10 cm) of defoliation. In both experiments the measurements were grouped into three subgroups: 1) Structure of bush (number and weight of reproductive tillers); 2) Accumulation of biomass and components of it and 3) chemical composition of forage. A change in the time of initiation of regrowth produced a variation in the number of canes per bush, being higher in the beginning of spring (27/10), intermediate in late winter (15/09), lower in the beginning late spring (08/12) and zero in the summer (19/01). The individual weight of the canes at the time of maximum expression of them was similar between the ages of regrowth evaluated ( $1.3 \pm 0.5$  g MS.canes<sup>-1</sup>). Moreover, the frequency and intensity of defoliation and the number did not change ( $7.4 \pm 3.1$  MR.bush<sup>-1</sup>) or individual weight ( $0.66 \pm 0.23$  g MS.MR<sup>-1</sup>) of the reproductive tillers (canes), although there was a tendency for the more intensely defoliated plant had lower weight and greater number of individual canes. However, the timing of appearance of the canes was independent of age of regrowth and defoliation management, with the appearance of canes primarily from the month of december. The age of onset of regrowth affected the accumulation of biomass is higher in the spring regrowth (27/10), and it was closely related to the appearance of reproductive tillers. Thus, the total biomass accumulation was 84% higher in the bushes with the presence of canes with respect to the bushes did not show, the resulting accumulation rate 75% higher in the bushes with reproductive tillers. There were no differences in total biomass accumulation among different defoliation evaluated ( $45.2 \pm 11.7$  g MS.bush<sup>-1</sup>). Digestibility and crude protein content were higher in the early onset of regrowth, while the neutral detergent fiber content was similar in all evaluated early regrowth. The frequency of defoliation did not affect the

digestibility (51.9%), crude protein (9.7%) and neutral detergent fiber (69.7%). However, the nutritive value decreased due to the physiological maturity of plants. Life blade fraction showed higher nutritional value alive the stem.

**Keywords:** *Andropogon lateralis*, structure of bush, accumulation of biomass, chemical composition.

## 1. INTRODUCCIÓN

La provincia de Entre Ríos, por sus características ecológicas, resulta apta para la producción ganadera en la mayor parte de su superficie. Su principal recurso forrajero es el pastizal natural que cubre casi el 70% de la superficie de la provincia y representa el 90% de la superficie ganadera (Pueyo, Iacopini, 2005).

Este recurso presenta una gran heterogeneidad, la cual surge de la combinación de los factores del ambiente, tales como clima, suelo, topografía, presencia o ausencia de monte (Landi, Galli, 1984), especies nativas adaptadas, manejo de los animales, entre las más importantes (Mufarrege *et al.*, 1992). El clima (lluvias y temperaturas) tiene una influencia notoria en el crecimiento de las especies (Formoso, 1995).

La producción de forraje del pastizal natural se caracteriza por una marcada estacionalidad (Verdier, 1993). Esta estacionalidad del crecimiento anual determina una acumulación de forraje en el período primavera-verano-otoño que ronda los 2000 – 4800 kg MS.ha<sup>-1</sup> (Landi, Galli, 1984; Pueyo *et al.*, 2007) y un escaso o nulo crecimiento invernal de aproximadamente 250-500 kg MS.ha<sup>-1</sup> (Landi, Galli, 1984; Peruchena, Sampedro, 1996; Pueyo *et al.*, 2007).

El relativamente bajo valor nutritivo de los pastizales de la región, cuando se los compara con forrajeras cultivadas del tipo C<sub>3</sub>, constituye uno de los principales factores limitantes para la producción animal (Verdier, 1993; Peruchena, Sampedro, 1996). Los valores de digestibilidad *in vitro* de la materia orgánica y proteína bruta varían entre 40 – 56 % y 5 – 7 %, respectivamente (Hofer *et al.*, 1991; Verdier *et al.*, 1991; Iacopini, 2001).

Norton (1982) encuentra que las diferencias en morfología, anatomía, bioquímica y composición química de las plantas, afectan la calidad de las mismas. Otros factores involucrados son: el hábito de crecimiento, la longevidad, la proporción y distribución de hojas y tallos; los cuales tienen efectos significativos sobre la calidad del forraje.

La baja calidad del forraje de especies tropicales ó C<sub>4</sub> en relación a la de las especies templadas C<sub>3</sub> (menor digestibilidad, menor contenido de nitrógeno y mayor contenido de pared celular), se debe a factores intrínsecos de la planta (anatomía,

bioquímica y composición química), así como a factores ambientales (Wilson, Minson, 1980; Norton, 1982).

Los distintos tipos de pasturas naturales que se desarrollan en un establecimiento están caracterizados por las especies botánicas que las integran y éstas están relacionadas a las condiciones de suelo y manejo que soportan (Pizzio, 2001).

Según Casermeiro y Sphan (1999) son numerosas las familias que componen el tapiz herbáceo, y el mayor aporte de biomasa forrajera lo realizan las gramíneas nativas perennes. Las leguminosas representan un bajo porcentaje en el tapiz vegetal, pero su importancia radica en la capacidad de prosperar en suelos pobres en fósforo y por el aporte proteico que realizan y de otros elementos nutritivos necesarios en la dieta animal.

Es característica la predominancia de las especies de crecimiento primavero-estivo-otoñal ( $C_4$ ) en detrimento de las especies invernales ( $C_3$ ).

Dentro de las especies de ciclo estival, debido a su abundancia, *Andropogon lateralis* Nees es considerada un componente principal de las pasturas naturales de Corrientes y algo menos de Entre Ríos (INTA, 1972). Es una especie dominante en la parte oriental a lo largo del río Uruguay, especialmente en los campos arenosos húmedos a veces formando grandes pastizales (Burkart, 1969).

En general, una de las limitantes más importantes para aprovechar los pastizales estivales es la característica estructural de las matas. En el caso de *A. lateralis* una vez elongados los tallos y alcanzado el estado de plena floración, durante los meses de diciembre y enero (Ferrarotti, 1970), se establece una alta densidad de cañas florales. Las mismas dificultan, por interferencia física, el acceso a una importante cantidad de hojas y/o macollos que quedan en el interior de la mata. Esto conlleva a que sólo una fracción del forraje esté efectivamente accesible (Luisoni, 1994).

La utilización de esta forrajera nativa se ve seriamente afectada, debido a la gran cantidad de cañas que forma y a la persistencia y dureza de las mismas. Existe entonces un problema de impedimento físico que hace que el animal rechace o use muy poco esta planta (Royo Pallares, Benítez, 1976).

La presentación física o distribución estacional de las hojas verdes en relación al desarrollo de los tallos, influencia la facilidad de aprehensión del forraje por el animal y el consumo (Stobbs, 1973; Hodgson, 1983; Burns *et al.*, 1989; Coleman *et al.*, 1989; Stuth, 1991; Griffiths, Gordon, 2003). Según lo expresado por Griffiths y Gordon (2003) esta influencia es más pronunciada en pasturas tropicales que en pasturas templadas.

*A. lateralis* posee un ritmo de crecimiento muy rápido. Dicho crecimiento es proporcional a la cantidad de sustancias de reserva almacenadas y qué esta depende del momento, frecuencia e intensidad de la defoliación efectuada.

La defoliación está definida por la frecuencia, la intensidad o severidad, y el momento en que ocurre. La misma afecta el rendimiento total de forraje, su distribución estacional, su estructura, y la persistencia y composición botánica de la pastura (Knight, 1970; Harris, 1978; Watkin, Clements, 1978; Korte, Harris, 1987; Hart, Hoveland, 1989; Woodis, Jackson, 2008). La estructura del forraje puede ser alterada por la defoliación intensa y frecuente, que al interrumpir el desarrollo reproductivo, reduce el número de tallos florales (Davies, 1988; Korte, Harris, 1987; Luisoni, 1994; Griffiths, Gordon, 2003; Mousel *et al.*, 2003).

t'Mannetje y Ebersohn (1980) proponen modificar por distintos medios la estructura de canopeo de especies tropicales y subtropicales, incluido entre ellos una mayor intensidad de defoliación para evitar la exuberancia de las mismas. Con el incremento de la presión de defoliación se reducen la materia seca disponible y la altura del forraje, pero se logra aumentar la proporción de hojas en el canopeo mediante una reducción de la cantidad de tallos. La frecuencia de defoliación altera la estructura de las plantas de una pastura, debido a la utilización diferencial de las mismas (Briske, 1991). El incremento de la frecuencia provoca, en general, un aumento en la proporción de hojas en relación a la de los tallos (Korte, Harris, 1987; Davies, 1988; Mousel, *et al.*, 2003, 2005).

La composición química del forraje también es afectada por el manejo de la defoliación. Mislevy y col. (2003) determinaron en dos cultivares de *Andropogon gayanus* K. una reducción en la digestibilidad de la materia orgánica del 70% al 61% y del contenido de proteína bruta del 18% al 15%, al disminuir la frecuencia de defoliación de 2 a 7 semanas.

La pérdida de forraje en una pastura está relacionada al manejo y la estructura de las plantas, el estadio de crecimiento y a la época de año. Algunos estudios con plantas templadas utilizan información sobre la fisiología de la floración y las tasas de aparición y muerte de macollos para programar cortes estratégicos con el objetivo de controlar la floración de las plantas forrajeras, sin comprometer la perennidad de la misma (Hume, 1991). La caracterización y la respuesta de la paja colorada a las variaciones de manejo de la defoliación permitirán una mejor comprensión de la especie, contribuyendo a un mejor entendimiento de la dinámica de los pastizales naturales. Tal caracterización servirá de subsidio para la elaboración de programas sustentables de utilización de los pastizales, buscando una mejor forma de conservación y manejo. Estos estudios deben fundamentar la experimentación de técnicas de mejoramiento y manejo de pastizales naturales, selección y manejo de especies nativas o establecimiento de especies cultivadas.

El planteo de este trabajo se orientó a contribuir con la generación de conocimientos acerca de *Andropogon lateralis* para alcanzar un uso eficiente y sustentable de los pastizales naturales dominados por esta especie, estableciendo pautas de manejo de la defoliación tendientes a regular su aprovechamiento.

## HIPÓTESIS

### Experimento 1:

El atraso, al inicio de la estación de crecimiento, del momento de remoción de la biomasa presente en plantas no-defoliadas de *A. lateralis* determinará:

- H1. Una reducción en el número de macollos reproductivos y en la acumulación de biomasa.
- H2. Una mejora de la composición química de la biomasa acumulada.

### Experimento 2:

La aplicación desde el inicio de la estación de crecimiento de una combinación de alta frecuencia e intensidad de defoliación en *A. lateralis* determinará:

- H3. Una reducción en el desarrollo de macollos reproductivos.
- H4. Una mejor composición química de la biomasa acumulada, pero con una disminución en la cantidad de la misma.

## OBJETIVOS

Evaluar en paja colorada (*Andropogon lateralis* Nees.), en las condiciones agroecológicas del centro-sur de la provincia de Entre Ríos:

1. Las variaciones en desarrollo fenológico, acumulación y composición química de biomasa de plantas con diferentes momentos de inicio del rebrote (*Experimento 1*).
2. La respuesta en acumulación y composición química de biomasa de plantas defoliadas con diferentes frecuencias e intensidades (*Experimento 2*).

## 2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

Los pastizales son uno de los tipos de vegetación más extensos del planeta. Estos sistemas proporcionan una amplia gama de bienes y servicios ambientales, en la cual, a la provisión habitual de carne, leche, lana y cuero que producen los sistemas de pastoreo, se le debe sumar, entre otros aspectos, la contribución de los pastizales al mantenimiento de la composición de gases en la atmósfera mediante el secuestro de CO<sub>2</sub>, su papel en el control de la erosión de los suelos, y como fuente de material genético para una gran cantidad de especies vegetales y animales que constituyen hoy la base de la alimentación mundial (Bilenca; Miñarro, 2004).

Los pastizales naturales de Argentina incluyen diversos tipos de ecosistemas utilizados generalmente como tierras de pastoreo. Esta diversidad de ecosistemas abarca estepas arbustivas, praderas templadas méxicas, planicies halomórficas, bosques y sabanas, entre otros. Sobre esta geografía, que ocupa una extensa porción de la superficie de nuestro país (aproximadamente el 65 %; 1.808.000 km<sup>2</sup>) se sustenta gran parte de su producción ganadera, incluyendo 22.000.000 vientres vacunos y 13.000.000 terneros, 13.562.000 cabezas ovinas, 3.404.190 cabezas caprinas y 3.650.000 yeguarizos (Blanco, L., com. pers., 2008).

La provincia de Entre Ríos, por sus características ecológicas, resulta apta para la producción ganadera en la mayor parte de su superficie. Su principal recurso forrajero es el pastizal natural que cubre casi el 70% de la superficie de la provincia y representa el 90% de la superficie ganadera (Pueyo; Iacopini, 2005).

Este recurso presenta una gran heterogeneidad; la cual surge de la combinación de los factores del ambiente, tales como clima, suelo, topografía, presencia o ausencia de monte (Landi; Galli, 1984); especies nativas adaptadas, manejo de los animales, entre las más importantes (Mufarrege et al., 1992). El clima (lluvias y temperaturas) tiene una influencia notoria en el rebrote de las especies (Formoso, 1995).

La producción de forraje de los pastizales entrerrianos se caracteriza por una marcada estacionalidad (Verdier, 1993). Esta estacionalidad del crecimiento anual determina una acumulación de forraje en el período primavera-verano-otoño que oscila entre 2000 y 4800 kg MS.ha<sup>-1</sup> (Landi; Galli, 1984; Pueyo *et al.*, 2007). Mientras se

determina un escaso o nulo crecimiento invernal de 250-500 kg MS.ha<sup>-1</sup> aproximadamente (Landi; Galli, 1984; Peruchena; Sampedro, 1996; Pueyo *et al.*, 2007).

El relativamente bajo valor nutritivo de los pastizales de la región, cuando se los compara con forrajeras cultivadas del tipo C<sub>3</sub>, constituye uno de los principales factores limitantes para la producción animal (Verdier, 1993; Peruchena; Sampedro, 1996). Los valores de digestibilidad in vitro de la materia orgánica y proteína bruta varían entre 40 – 56 % y 5 –7 %, respectivamente (Hofer *et al.*, 1991; Verdier *et al.*, 1991; Iacopini, 2001).

La baja calidad del forraje de especies tropicales ó C<sub>4</sub> en relación a la de las especies templadas C<sub>3</sub> (menor digestibilidad, menor contenido de nitrógeno y mayor contenido de pared celular), se debe a factores intrínsecos de la planta (anatomía, bioquímica y composición química), así como a factores ambientales (Wilson; Minson, 1980; Norton, 1982).

Norton (1982) encuentra que las diferencias en morfología, anatomía, bioquímica y composición química de las plantas, afectan la calidad de las mismas. Otros factores involucrados son: el hábito de crecimiento, la longevidad, la proporción y distribución de hojas y tallos; los cuales tienen efectos significativos sobre la calidad del forraje.

Los distintos tipos de pastizales que se desarrollan en un establecimiento están caracterizados por las especies botánicas que las integran y éstas están relacionadas a las condiciones de suelo y manejo que soportan (Pizzio, 2001).

Según Casermeiro y Sphan (1999) son numerosas las familias que componen el tapiz herbáceo, y el mayor aporte de biomasa forrajera lo realizan las gramíneas nativas perennes. Las leguminosas representan un bajo porcentaje en el tapiz vegetal, pero su importancia radica en la capacidad de prosperar en suelos pobres en fósforo y por el aporte proteico que realizan y de otros elementos nutritivos necesarios en la dieta animal.

En los pastizales predominan las especies de crecimiento primavero-estivo-otoñal en detrimento de las especies de características invernales. Dentro de las especies de ciclo estival, debido a su abundancia, *Andropogon lateralis* es considerada un componente principal de los pastizales de Corrientes y Entre Ríos (INTA, 1972).

### 2.1. *Andropogon lateralis* Nees.

*Andropogon lateralis* es una especie forrajera herbácea nativa de la familia Gramíneas, perteneciente a la subfamilia Panicoideae, tribu Andropogoneae, de ciclo estival, que forma matas perennes, cespitosas, con largas raíces fibrosas, erectas, de unos 70 a 150 cm de alto, de color pardo-rojizo, follaje glabro en denso manojo basal, cañas delgadas, cilíndricas con nudos bien marcados; hojas lineales, algo frágiles en seco, abundantes y dísticas en los macollos abajo, escasa sobre las cañas y con la lámina reducida; vainas basales hasta 16 cm de longitud; láminas de 10 a 22 cm de longitud, conduplicada a plana, hojas superiores con bordes involutos y lámina filiforme (Burkart, 1969).



**Figura 1.** Esquema de una planta de *Andropogon lateralis* N. (Fernández *et al.*, 1993).

Esta especie, que se destaca por su abundancia, es comúnmente denominada paja colorada, en guaraní Capií-puitá, esta denominación proviene de la típica coloración pardo-rojiza que presentan las cañas florales (Benitez; Fernandez, 1978). En Brasil es conocida como Capim Caninha.

Se la encuentra en Brasil, Paraguay, Uruguay y Argentina subtropical y mesopotámica. Muy abundante en Corrientes y en Entre Ríos se la encuentra en la parte oriental, a lo largo del río Uruguay, en especial en campos arenosos húmedos, a veces formando grandes pastizales, dominando la sabana o invadiendo campos desmontados (Burkart, 1969).

Su distribución en los campos no guarda relación estrecha con el tipo de suelo. Se halla tanto en zonas altas con afloramientos rocosos como en laderas y bajos inundables temporalmente (malezales) (Benitez; Fernandez, 1978).

Se destaca la presencia de *A. lateralis* preferentemente en áreas húmedas, como campos bajos, campos altos con alta precipitación o en áreas inundables (Valls, 1986; Barreto; Boldrini, 1990). Klein (1964) comentó que esta especie es una gramínea importante por poseer una amplia dispersión y altos valores de abundancia, tanto en campos húmedos como en las ondulaciones más secas, perteneciendo así, a un grupo de especies indiferentes a la humedad.

Hervé y Valls (1980) mencionan características de *Andropogon lateralis* como resistencia a heladas, rusticidad y rápida dispersión. Según Rosengurtt *et al.* (1979) esta especie presenta una buena capacidad de producción de forraje, siendo apetecida por el ganado solamente en estado joven.

No es común hallar plantas aisladas, en general se las encuentra agrupadas formando pequeñas o grandes colonias denominadas comúnmente "pajonales de paja colorada" (Benitez; Fernández, 1978).

La producción anual de los pajonales, promedio de 20 años en la provincia de Corrientes, es de 5086 kg MS.ha<sup>-1</sup>.año (Pizzio; Fernández, 2003). Estos pastizales presentan un patrón de crecimiento similar al que caracteriza a los pastizales de la región noreste de nuestro país, es decir una marcada estacionalidad concentrando el 65,8% de la producción anual durante los meses de otoño y verano y 12,6% en los meses de Junio, Julio y Agosto (Pizzio; Fernández, 2003).

El ritmo de crecimiento estival de esta especie es muy rápido desde principios de primavera, continuado de igual manera hasta mediados de abril. De allí en adelante se hace más lento pero continúa creciendo hasta mediados de julio, aunque muy lentamente. El estado de encañazón comienza a fines de noviembre-principios de diciembre, el estado grano maduro desde principios de febrero hasta abril; aún en mayo se observan algunas plantas con espigas en dicho estado y es posible ver las cañas desgranadas que permanecen en la planta durante todo el invierno (Ferrarotti, 1970).

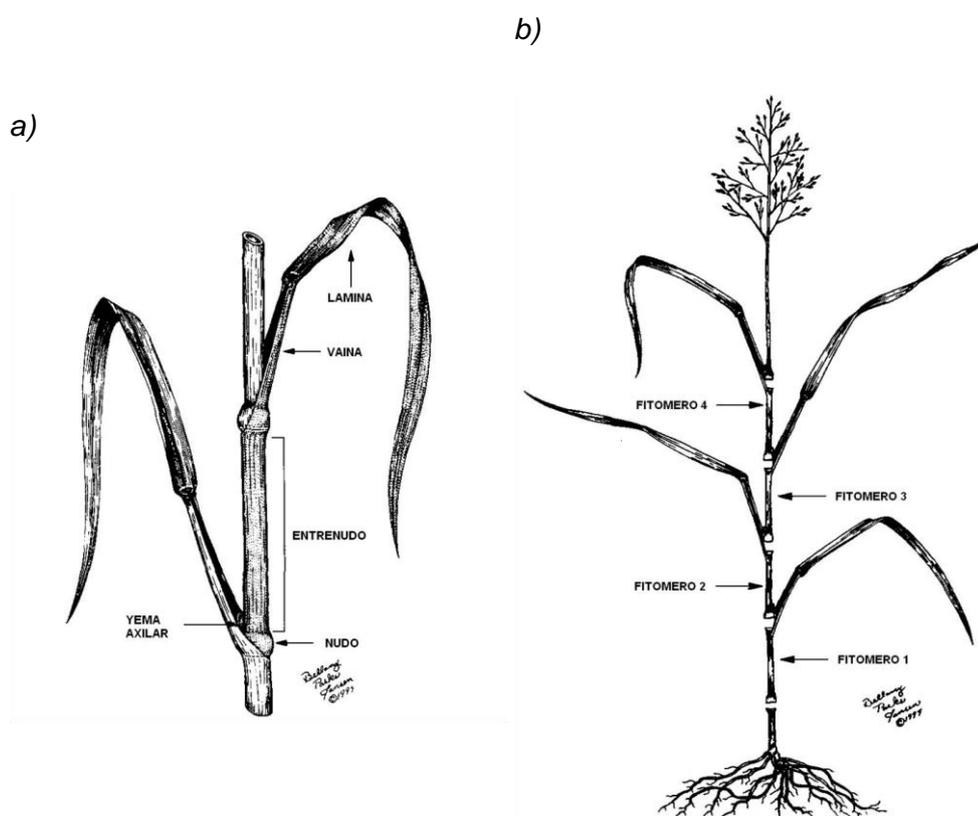
En plantas de *A. lateralis* fueron obtenidos valores de digestibilidad de la materia seca que variaron a lo largo del año entre 55,6% y 59,9% en condiciones de exclusión y bajo pastoreo un valor promedio de 60,6% (INTA, 1994). Tales valores, según los autores, demuestra el potencial forrajero de esta especie con un manejo adecuado.

La utilización de esta forrajera nativa se ve seriamente afectada, debido a la gran cantidad de cañas que forma y a la persistencia y dureza de las mismas. Pocas forrajeras nativas mantienen durante tanto tiempo las cañas florales como esta especie, que al madurar provoca un endurecimiento excesivo de esta parte de la planta que de no ser cortada o quemada permanece por varios años (Benítez; Fernández, 1978). Existe entonces un problema de impedimento físico que hace que el animal rechace o use muy poco esta planta (Royo Pallares; Benítez, 1976). Se encontró información preliminar sobre la posibilidad de controlar el encañado de la paja colorada, por medio de corte mecánico y luego pastoreo con cargas elevadas en la época de máxima velocidad de formación de cañas (Royo Pallares; Benítez, 1976).

Se ha observado que los animales que pastorean en un pajonal cortado, utilizan todo el forraje producido por la paja colorada, realizando una defoliación casi continua de las matas cortadas. En cambio, en pajonales no cortados el pastoreo se concentra en los pastos que hay entre las matas de paja colorada y esporádicamente consumen las hojas laterales que sobresalen de las mismas (Royo Pallares; Benítez, 1976).

## 2.2. Crecimiento y producción de forraje

El fitómero es la unidad base modular del crecimiento de los macollos de gramíneas, definido usualmente por la lámina y vaina de la hoja, nudo, entrenudo y yema axilar (Figura 2a). La arquitectura de los macollos de gramíneas está determinada por el tamaño, número y arreglo espacial de fitómeros (Figura 2b) (Briske, 1991; Moore; Moser, 1995). Una planta de gramínea es una colección de macollos que derivan de un solo macollo primario o corona (Skinner; Nelson, 1994).



**Figura 2.** a) Esquema de un fitómero y b) de una planta de gramínea que muestra el desarrollo de un macollo y el arreglo de los fitómeros (Moore; Moser, 1995).

Para conocer y diseñar sistemas de producción animal de alta eficiencia, se requiere de la comprensión de la dinámica del proceso de crecimiento y desarrollo de las plantas forrajeras en asociación a factores del ambiente y del impacto del factor uso (Colabelli *et al.*, 1998). Cambios en la morfología de las gramíneas afectan las decisiones de manejo como inicio del pastoreo, cosecha para henificado, pastoreo de

rebrotos, aplicación de herbicidas o fertilizantes y provee, además, evidencia de problemas de manejo (Mitchell; Moser, 2000).

Si bien el crecimiento y el desarrollo están correlacionados positivamente, son dos procesos diferentes (Frank *et al.*, 1985). El crecimiento puede ser definido como el incremento irreversible de tamaño (área, volumen, masa) y, por lo tanto, involucra cambios cuantitativos. Por otro lado el desarrollo está relacionado con la sucesión progresiva de estados diferenciados fisiológica y/o morfológicamente, y da énfasis a cambios cualitativos que se suceden durante el ciclo de vida (Salisbury; Ross, 1992; Mitchell; Moser, 2000).

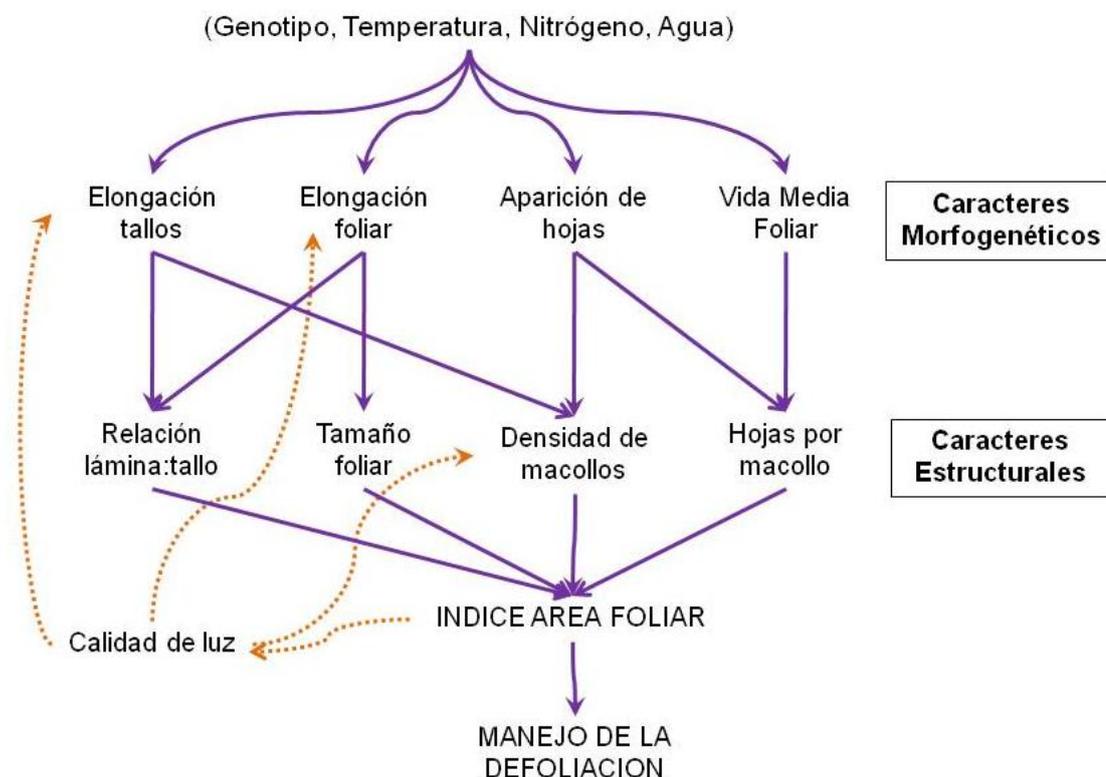
Ambos procesos, crecimiento y desarrollo, son simultáneos e interdependientes y transcurren en el ciclo de vida de una planta bajo control genético y son regulados por factores ambientales (Hodgson *et al.*, 1981; Briske, 1991; Gillen; Ewing, 1992; Wilhelm; McMaster, 1995). Dentro del medio abiótico, la luz, la temperatura y la disponibilidad de agua y nutrientes se destacan por ser determinantes de los mencionados procesos (Colabelli *et al.*, 1998; Cruz, 1998). La temperatura del aire es el principal factor ambiental determinante de la tasa de desarrollo, registrándose una estrecha relación lineal entre el crecimiento acumulado y la temperatura acumulada a través de los días de crecimiento y el día del año (Kalu; Fick, 1983; Hendrickson, 1992; Mitchell *et al.*, 1998). La relación entre la morfología del desarrollo y los días del año puede atribuirse parcialmente al proceso de inducción floral que ocurre en respuesta al estímulo fotoperiódico (Salisbury; Ross, 1985; Briske, 1991). La floración en plantas de *Andropogon gerardii* se desencadena con días largos seguidos de días cuya longitud disminuye (Benedict, 1941). Dicha floración ocurre temprano en la mañana con el pico de dispersión de polen entre las 4 y las 9 de la mañana (Jones; Newell, 1946; Normann *et al.*, 1997). Los requerimientos de fotoperíodo para floración y senescencia varían en función de la latitud y son los principales factores que determinan la adaptación de la especie (Moser; Vogel, 1995).

El mayor crecimiento vegetativo de *Andropogon gerardii* termina con el desarrollo de la inflorescencia, por lo tanto, esta especie es considerada *determinada* en su hábito de crecimiento (Dahl; Hyder, 1977). Luego de la inducción floral, los macollos avanzan hacia la etapa de maduración de las semillas, el crecimiento se detiene y comienza la senescencia de los macollos (Mitchell; Moser, 2000).

Hodgson *et al.* (1981), en la década del 80', incorporan a la investigación de pasturas el proceso de crecimiento en relación a las tasas de generación y expansión de órganos individuales con el objetivo de explicar los cambios netos en la producción de forraje a partir de estimaciones independientes de los incrementos brutos y de las pérdidas por senescencia.

Lemaire y Chapman (1996) proponen un esquema conceptual que describe la forma en que las características morfogenéticas de las plantas interactúan para determinar las principales características estructurales de las pasturas que definen el área foliar por macollo y el índice de área foliar (IAF) de una cubierta vegetal y con ello la capacidad de captar energía para fotosíntesis y mantener funciones de crecimiento (Figura 3). Este esquema revaloriza el modelo originalmente presentado por Davies (1988) y ofrece un marco relativamente simple para analizar los flujos de tejido de las pasturas integrando el desarrollo del IAF y de la intercepción de la luz, o sea los procesos de aparición y elongación de hojas y la vida media foliar, con los componentes estructurales básicos que conforman el IAF de una cubierta: largo y número de hojas por macollo y densidad de los mismos.

Sbrissia y Da Silva (2001) propusieron una adaptación al esquema de Chapman y Lemaire (1993) para plantas forrajeras megatérmicas, indicando la necesidad de incluir el alargamiento del tallo entre las características morfogénicas y la relación lámina/tallo entre las características estructurales. Esto se debe a que en la mayoría de las especies forrajeras megatérmicas hay crecimiento del tallo en período vegetativo. En gramíneas de crecimiento erecto el alargamiento del tallo incrementa el rendimiento forrajero (Sbrissia; Da Silva, 2001) aunque modifica notablemente la estructura de la pastura pudiendo convertirse en un factor limitante para el consumo (Euclides *et al.*, 2000).



**Figura 3.** Relaciones entre características morfogénéticas de las plantas y variables estructurales de la pastura (Adaptado de Lemaire; Chapman, 1996).

El incremento en la producción de gramíneas puede ser atribuido a incrementos en la densidad de macollos ó a incrementos en el peso de los mismos ó a la combinación de ambos (Nelson; Zarrouh, 1981; Bircham; Hodgson, 1983; Grant et al, 1983; Volenec; Nelson, 1983; Hernández Garay, Matthew; Hodgson, 1999). Experimentos con plantas a bajas densidades sugieren que la formación de macollos sería más importante en la determinación del rendimiento que el peso de los macollos (Nelson; Zarrouh, 1981; Hernández Garay *et al.*, 1999). Cuando la densidad de macollos es alta o la pastura se encuentra en estado reproductivo, el peso de los macollos adquiere mayor importancia (Volenec y Nelson, 1983). Sin embargo, aunque la respuesta en producción de forraje puede ser explicada en términos de respuesta de densidad de población y peso de macollos, también es conocido que la población de macollos está sujeta a una compensación tamaño:densidad (Hodgson *et al.*, 1981; Bircham; Hodgson, 1983; Davies, 1988; Chapman; Lemaire, 1993). Es decir, un incremento en el tamaño de los macollos puede ser observado en casos donde la densidad de macollos desciende con incrementos de la biomasa, sin ningún cambio en

la productividad de la pastura. De forma similar, la densidad de macollos puede incrementarse sin indicar necesariamente un cambio en la productividad.

De acuerdo con Da Silva y Pedreira (1997) la acumulación de forraje en una pastura es el resultado de interacciones complejas de la combinación de atributos genéticos de una especie dada y los efectos del ambiente sobre procesos fisiológicos y características morfofisiológicas para la determinación de la producción.

En plantas tropicales y subtropicales, el alargamiento de cañas tiene una importancia relativamente grande como característica morfogénica y determina las variaciones estructurales del dosel como la relación hoja:caña, por ejemplo (Sbrissia; Da Silva, 2001; Sbrissia, 2004).

Hodgson *et al.* (1981) definieron la acumulación de forraje como un proceso dinámico y el resultado del balance entre crecimiento y senescencia/deposición de tejidos. En el caso específico de plantas en pastoreo, se considera en dicho balance el material consumido por los animales, siendo la acumulación de forraje un balance entre el crecimiento, consumo y las pérdidas por senescencia (Bircham; Hodgson, 1983).

Características relacionadas al ambiente y a las prácticas adoptadas de manejo de la defoliación presentan una interferencia sobre la dinámica de acumulación de forraje. El factor más influyente es la luz, pues potencia la producción de tejidos cuando abunda e induce la senescencia de los mismos cuando es insuficiente (Brougham, 1956). Limitaciones de agua y otros nutrientes también interfieren en ambos procesos.

### **2.3. Valor nutritivo de las plantas forrajeras**

Cada planta tiene una fisiología y morfología específicas que le da determinadas características de adaptación, crecimiento y calidad. Es importante reconocer las diferencias en calidad que pueden presentarse entre grupos de plantas, en plantas individuales e incluso entre cultivares. Además, estas diferencias interactúan con la etapa de crecimiento y el medio ambiente (Nelson; Moser, 1994).

Los factores climáticos alteran la distribución natural de las plantas en una cantidad variable de ambientes, indirectamente alterando la calidad del forraje a través de respuestas fisiológicas de las plantas con influencias de la adaptación, disponibilidad de forraje y los procesos de maduración (Nelson; Moser, 1994). La radiación solar, a través de la fotosíntesis, es la principal fuerza motriz que establece el límite superior en la productividad en un sentido directo, pero la temperatura y la precipitación desempeñan papeles importantes como moduladores en la determinación de la proporción de la productividad potencial que se consigue en un determinado sitio (Snaydon, 1991). La temperatura también tiene efecto sobre la calidad del forraje. Los materiales de la pared celular depositados a bajas temperaturas son menos lignificados y de mayor digestibilidad. A altas temperaturas, la síntesis de lignina es incrementada produciendo un forraje de menor calidad. Además, a bajas temperaturas los hidratos de carbono tienden a acumularse en los tejidos foliares de las gramíneas C<sub>4</sub>. Las gramíneas estivales generalmente acumulan menor cantidad de carbohidratos no estructurales, especialmente a bajas temperaturas, quizás porque sintetizan poco fructano (Nelson; Moser, 2000). La concentración de fibra detergente ácido, celulosa, lignina y sílice aumentan al incrementarse la temperatura mientras que la concentración de hemicelulosa disminuye. Aunque la concentración de fibra detergente ácido, celulosa y sílice disminuyen y los de lignina aumentan con incrementos en la radiación, la temperatura tiene un mayor efecto en la calidad del forraje que el flujo de luz (Jung *et al.*, 1981).

El desarrollo morfológico de las plantas forrajeras interactúa con las condiciones ambientales para determinar la cantidad y la composición química de los componentes, lámina, vaina, tallo y estructuras reproductivas. La habilidad del ganado para seleccionar la cantidad de cada componente consumido determina el valor nutritivo de la dieta del mismo.

El tamaño del macollo, la arquitectura y el nivel reproductivo de las gramíneas varían con la ontogenia y afecta la calidad del forraje disponible (Frank *et al.*, 1985). La madurez de la planta es el principal factor que afecta la morfología y determina la calidad del forraje. La disminución de la calidad del forraje con la edad se debe principalmente a una disminución en la relación hoja:tallo (Ugherughe, 1986) y a una disminución en la calidad del componente tallo. En estudios realizados con *Andropogon gerardii* se encontró que la proporción de tejido foliar disminuye con la madurez, en etapas jóvenes el rendimiento de hojas es el doble que el de tallos pero

en madurez el rendimiento de los tallos es el doble que el de las hojas (Griffin; Jung, 1983). En un determinado estado morfológico, las hojas contienen 9,7; 60,4; 66,0 y 4,7 g.100 g MS<sup>-1</sup> de proteína bruta, digestibilidad, fibra detergente neutro y lignina, respectivamente. En similar estado morfológico, los tallos contienen 4,3; 50,0; 75,3 y 7,2 g.100 g MS<sup>-1</sup>, respectivamente. La menor calidad del tallo puede ser atribuido a su anatomía, debido a que las láminas de las hojas están constituidas principalmente de células de mesófilo, mientras que los tallos están compuestos por células del xilema altamente lignificadas y por otras células de esclerénquima (Nelson; Moser, 2000).

Es posible conseguir alta calidad de los forrajes cuando los mismos son manejadas con el objetivo de mantener las plantas, el menor tiempo posible, en fases reproductivas, por ejemplo cortando las gramíneas en estados tempranos, incluso en comienzos de la floración. Estas estrategias capturan la mayor proporción de hojas producidas con niveles aceptables de calidad. Al mismo tiempo, sin embargo, los cortes tempranos pueden reducir la producción y la persistencia de las plantas, factores que deben ser considerados en el proceso de decisión.

#### **2.4. Estructura de las plantas y manejo de la defoliación**

En gramíneas forrajeras el principal objetivo es buscar medios para controlar (o impedir) la floración, reduciendo la elongación de los tallos y, consecuentemente, mejorar la calidad del forraje. El aumento de la floración, para estas especies, sería importante solo en los campos de producción de semillas (Santos, 2002).

El proceso de floración puede ser dividido en cuatro fases: inducción, iniciación, formación y desarrollo floral. La inducción corresponde a los eventos que indican a una planta que debe alterar su programa de desarrollo. La iniciación se refiere a las alteraciones que ocurren en el meristema apical cuando este deja de ser vegetativo y pasa a ser reproductivo. El período entre la formación del primordio floral y la flor verdadera corresponde a la fase de formación, mientras que desarrollo floral abarca desde la formación de esta a anthesis. El proceso de floración puede ser revertido hasta la fase de iniciación (Hopkins, 1995; Metzger, 1995).

El pasaje de la planta de estadio vegetativo a reproductivo depende de factores genéticos, ambientales y hormonales que interactúan entre sí. Dentro de los factores ambientales que intervienen en la floración, los más estudiados son el fotoperíodo y la temperatura, siendo descritas en la literatura numerosas interacciones entre ellos.

El “capim *Andropogon*” (*Andropogon gayanus* Kunth.) es una planta de día corto con un fotoperíodo crítico de 12 a 14 horas. Esta especie presenta una fase juvenil de alrededor de 6 semanas, no siendo posible inducirlo a la floración con días cortos a los 28 días de crecimiento. La temperatura óptima para la floración de esta especie es de 25 °C, siendo muy reducido con 17 °C y relativamente nulo con temperaturas menores a 16 °C (Tompsett, 1976).

Los mecanismos fisiológicos responsables de los cambios relacionados con la floración aún son poco conocidos. Ciertamente, algunas hormonas están involucradas en este proceso, pero su modo de acción, sitio de producción, receptores celulares y control aún no han sido determinados en su totalidad (Santos, 2002).

Los resultados obtenidos por Ockerby *et al.* (2001), trabajando con sorgo, sugieren que la señal para el inicio de la fase reproductiva se origina en las hojas en expansión y en los primordios foliares. En este experimento, los autores observaron que una remoción de estas hojas llevaba a las plantas a una fase anterior del programa de desarrollo, atrasando la floración.

Algunos estudios con forrajeras templadas utilizan la información sobre la fisiología de la floración y las tasas de nacimiento y muerte de macollos para programar cortes estratégicos con el objetivo de controlar la floración de plantas forrajeras, sin comprometer la perennidad de la pastura (Hume, 1991).

La interrupción del desarrollo de macollos reproductivos está ligada a la época, a la frecuencia e intensidad de la defoliación. Korte *et al.* (1984; 1985) observaron que, en pasturas de raigrás, la interrupción precoz del proceso de floración y pastoreos poco frecuentes aumentaron la sobrevivencia de macollos reproductivos. Resultados similares fueron hallados por otros autores en diversas especies, por ejemplo Hume (1991) al comparar *Lolium* y *Bromus willdenowii* Kunth. Korte *et al.* (1984) observaron también que la tasa de mortalidad de macollos reproductivos fue mayor con alta intensidad de pastoreo (80 a 86%) que con pastoreos más leves (25%).

El desarrollo de las cañas favorece el aumento de la producción de materia seca, en tanto, puede tener efectos negativos sobre el aprovechamiento y la calidad del forraje producido. Parsons (1988) resalta la importancia de controlar la producción de cañas en los pastizales, alegando que su presencia puede reducir la eficiencia del sistema de dos formas: limitando la capacidad de colecta de forraje por los animales o reduciendo el valor nutritivo del forraje.

El efecto de la defoliación en distintos momentos de la estación de crecimiento sobre el desarrollo morfológico de las especies ha sido establecido por varios autores (Davies, 1988; Mullahey *et al.*, 1990, 1991). La defoliación severa a principios de floración, reduce el rendimiento anual, el número y peso de macollos (Mullahey *et al.*, 1990). De esta forma, se modifica el desarrollo morfológico, lo cual conduce a cambios en la estructura de la planta. La relación inversa entre frecuencia de defoliación y desarrollo de tallos florales está de acuerdo con lo sostenido por Korte y Harris (1987) y por Davies (1988). La mayor cantidad de macollos reproductivos elongados que son defoliados al incrementar la presión de la defoliación, lo que implica mayor probabilidad de eliminar la dominancia apical ejercida sobre las yemas axilares, estimula el macollamiento, y así el desarrollo vegetativo (Stoddart *et al.*, 1995).

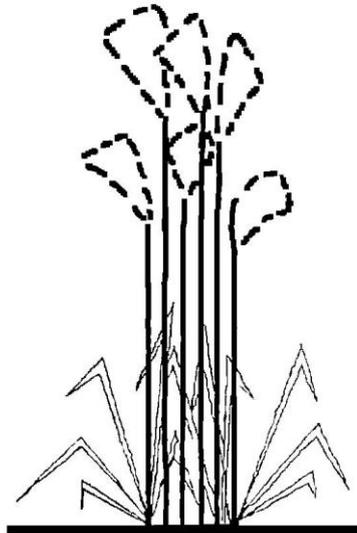
Hodgson (1983) advierte sobre los bajos niveles de producción de animales en pastoreo en regiones tropicales y subtropicales como consecuencia de un limitado consumo, debido al bajo valor nutritivo y a las características estructurales del forraje.

Las pérdidas de forraje en una pastura están relacionadas al manejo de la estructura del pastizal, al estado de desarrollo de la planta y a la época del año (Santos, 2002). Chacon *et al.* (1978) en un experimento con distintas intensidades de pastoreo y especies tropicales, encuentran más importantes a la estructura y calidad que a la disponibilidad de forraje para explicar la producción animal.

Brâncio *et al.* (2000) observaron que el tamaño de bocado de capim Tanzânia (*Panicum maximum*) estaba relacionado a la proporción de hojas verdes y a la composición química del forraje. En dicho experimento, los mayores tamaños de bocado se observaron al inicio del período lluvioso, asociado a una mayor proporción de hojas verdes y a una mejor composición química del pasto. Además, Euclides *et al.* (1999) observaron que las características estructurales del pasto (disponibilidad de hojas y relación entre material verde y material muerto) tuvieron más influencia sobre el consumo de materia seca, el tiempo de pastoreo y la ganancia de peso de los

animales que las variables relacionadas con el valor nutritivo del forraje. Forbes (1988) considera que la disminución del consumo por la presencia de inflorescencias es debida a un reducido tamaño de bocado, lo cual se explica por un aumento en la selectividad y una menor densidad foliar.

La presentación física o distribución estacional de las hojas verdes en relación al desarrollo de los tallos, influencia la facilidad de aprehensión del forraje por el animal y el consumo, como por ejemplo se puede observar en la Figura 4 (Hodgson, 1983; Burns *et al.*, 1989; Coleman *et al.*, 1989; Stuth, 1991; Luisoni, 1994).



**Figura 4.** Esquema de una mata de *Andropogon lateralis* Nees. (Adaptación del esquema de *Schizachyrium paniculatum* de Luisoni, 1994).

La defoliación está definida por la frecuencia, la intensidad o severidad y el momento en que ocurre. La misma afecta el rendimiento total de forraje, su distribución estacional, su estructura, y la persistencia y composición botánica de la pastura (Harris, 1978; Watkin; Clements, 1978; Korte; Harris, 1987; Hart; Hoveland, 1989).

La estructura del forraje puede ser alterada por la defoliación intensa y frecuente, que al interrumpir el desarrollo reproductivo, reduce el número de tallos florales (Korte; Harris, 1987; Davies, 1988). t'Mannetje y Ebersohn (1980) proponen modificar por distintos medios la estructura de canopeo de especies tropicales y subtropicales, incluido entre ellos una mayor intensidad de pastoreo para evitar la exuberancia de las mismas.

En plantas individuales de *Schizachirium paniculatum* el aumento de la carga condujo a una apreciable mejora en la accesibilidad del forraje (Luisoni, 1994). La proporción de biomasa fácilmente disponible experimentó un marcado incremento en relación directa a la carga animal, pero debido a la mayor utilización se registró una disminución en el tamaño de las plantas. En este sentido, la fracción cañas florales resultó el componente de la estructura de la planta más sensible al aumento de carga. Además, a medida que avanzó el estado de encañazón las diferencias en accesibilidad entre las cargas se intensificó, por una expresión diferencial en el número de cañas por planta (Luisoni, 1994). Según lo hallado por este autor, se presentan tres factores que modifican marcadamente la estructura de las plantas. Estos factores fueron el momento de la defoliación en la estación de crecimiento, la frecuencia y la intensidad de la misma.

Santos *et al.* (1999) observaron que la relación hoja:tallo de capim Tanzânia (*Panicum maximum*) variaba con el intervalo entre pastoreos, y que esto dependía de la época del año. Trabajos con plantas templadas han demostrado que la profundidad del horizonte de pastoreo está limitada por la altura de las cañas (Flores *et al.*, 1993; Barthram; Grant, 1984). Algunos trabajos han demostrado que las plantas tropicales presentan una gran heterogeneidad vertical en términos de densidad, proporción de partes de la planta y valor nutritivo, siendo que el tamaño de bocado parece estar relacionado, principalmente, al porcentaje de hojas, masa seca de hojas y/o masa seca verde del estrato superior de la canopia. La manera como las hojas se presentan a los animales y la facilidad con que estas pueden ser tomadas y separadas de las cañas y del material muerto también parece ser importante (Euclides *et al.*, 1999; Sollenberger; Burns, 2001 Benvenuti *et al.*, 2006; Gordon; Benvenuti, 2006; Benvenuti *et al.*, 2007).

El valor nutritivo de las hojas cae más lentamente que la de las cañas con el aumento de edad de la planta (Singh, 1995). Al inicio de la estación de crecimiento el valor nutritivo de las cañas y las hojas es semejante, pero las cañas presentan una caída acentuada de su calidad con el pasar del tiempo. De modo complementario, las hojas presentan un tiempo de retención en el rumen inferior al de las cañas, lo que permite que el consumo de hojas sea mayor (Poppi *et al.*, 1981; Forbes; Coleman, 1993).

Las alteraciones de la relación hoja:tallo también deben ser analizadas con cuidado. Una reducción acentuada de la proporción de tallos puede perjudicar la penetración de luz en el interior de la canopia, limitando el potencial fotosintético de la pastura. Existe un límite para la reducción del tamaño de los tallos, a partir del cual lo ganado en términos de calidad de forraje no compensa las pérdidas en productividad debido a la reducción de la tasa fotosintética (Santos, 2002).

Las características morfológicas de las plantas por las cuales se reduce la probabilidad de defoliación, se denominan mecanismos que evitan el pastoreo (Briske, 1991). Esos pueden ser considerados en diferentes niveles de organización, planta individual o macollo. A nivel de planta individual, Briske (1991) menciona la accesibilidad de tejidos como uno de estos mecanismos, señalando que la misma está en función de la altura de macollos, el número de macollos encañados y la cantidad de material senescente acumulado dentro de la mata. Por ejemplo, en plantas grandes el efecto de la intensidad de pastoreo se reduce por la acumulación de cañas senescentes y mantillo, y solo cuando estos materiales son removidos, la intensidad de pastoreo es proporcional al volumen del canopeo. Hodgson (1983) también a nivel de planta, hace referencia a la protección de puntos de crecimiento y hojas jóvenes por tejido maduro que los rodea, lo cual evita el pastoreo excesivo.

Una de las principales características de las plantas forrajeras es la capacidad de sobrevivir y crecer en ambientes donde se encuentran sujetas a defoliaciones constantes. La resistencia al pastoreo puede ser debida a un mecanismo de “fuga” (aquellos que reducen la probabilidad y/o la intensidad del pastoreo) o mecanismos de “tolerancia” (aquellos que aceleran el rebrote de la planta). Los mecanismos de “fuga” involucran cambios morfológicos o la producción de compuestos bioquímicos y los mecanismos de “tolerancia” están ligados a la posición de meristemas y a los procesos fisiológicos (Briske, 1991). En el caso de las pasturas, las plantas de mayor interés son aquellas que poseen mecanismos de tolerancia al pastoreo, siendo los procesos fisiológicos involucrados dependientes, en gran parte, de la partición de nutrientes en la planta (Santos, 2002).

El conocimiento de los procesos de crecimiento, desarrollo y cambio de estructura de las plantas de *Andropogon lateralis* en respuesta a diferentes alternativas de manejo de la defoliación permitiría mejorar el aprovechamiento de los pastizales dominados por esta especie.

### 3. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. Descripción del sitio experimental

El ensayo se realizó en la Estación Experimental Agropecuaria INTA Concepción del Uruguay (Entre Ríos), ubicada 13 km al oeste de la ciudad homónima (32° 28' S; 58° 20' O). La misma está situada en el límite entre los suelos vertisoles, típicos del centro-este de la provincia, y los arenosos de las terrazas del río Uruguay. El ensayo se realizó sobre un suelo de la serie Bouchel (*Albacualfe vértico*). Estos suelos son profundos, compuestos por una mezcla de aluviales antiguos sobre limos, e imperfectamente drenados, localizados en pendientes suaves, lomas bajas y cerca de las líneas de drenaje y caracterizados por su baja productividad y su susceptibilidad a la erosión. El análisis de muestras del horizonte superficial del suelo, tomadas al comienzo del período experimental, presentó los siguientes resultados: P Bray 1: 4,0 ppm; N-Total: 0,28%; MO: 3,99%; pH: 6,88; N-NH<sub>4</sub>: 7,74 ppm (Laboratorio de Suelos EEA INTA C. del Uruguay). El clima es templado-húmedo con una media anual de temperatura y precipitación de 17,8 °C y 1154 mm, respectivamente. El período medio libre de heladas es de 206 días, los que transcurren desde el 06/10 hasta el 29/04 con un desvío de 15 días. Por lo general, el balance hídrico del suelo resulta positivo desde Marzo a Octubre y negativo en el período estival (Chiozza, C.; comunicación personal).



**Figura 5.** Vista general del sitio experimental.

Se trabajó en un área clausurada de aproximadamente 1 ha de campo natural, dominado por *Andropogon lateralis* Nees. (paja colorada), efectuando las mediciones sobre matas individuales seleccionadas específicamente para este fin. El período experimental abarcó desde principios de primavera (septiembre 2006) hasta fines de otoño (mayo 2007).

### **3.2. Condiciones climáticas**

Los datos diarios de temperatura media, precipitaciones y ocurrencia de heladas durante el período experimental fueron tomados en el observatorio agrometeorológico de la EEA INTA Concepción del Uruguay, ubicado a 1,62 km del sitio experimental.

La sumatoria de los grados.día del período de crecimiento fue calculada como:

$$GD = \sum^n (Tm - Tb)$$

donde:

$Tm$  Temperatura media diaria.

$Tb$  Temperatura base (10 °C).

$n$  Intervalo de tiempo (días)

La temperatura base de 10 °C fue seleccionada por haber sido utilizada por varios autores en trabajos con gramíneas perennes de crecimiento estival (Sanderson, Moore 1999; Ferri *et al.*, 2005). El valor de  $Tb$  tiene solo un ligero efecto, sobre la precisión en la determinación de un estado, cuando las temperaturas promedios del aire están por sobre dicho valor (Bonhomme, 2000).

### 3.3. Experimentos

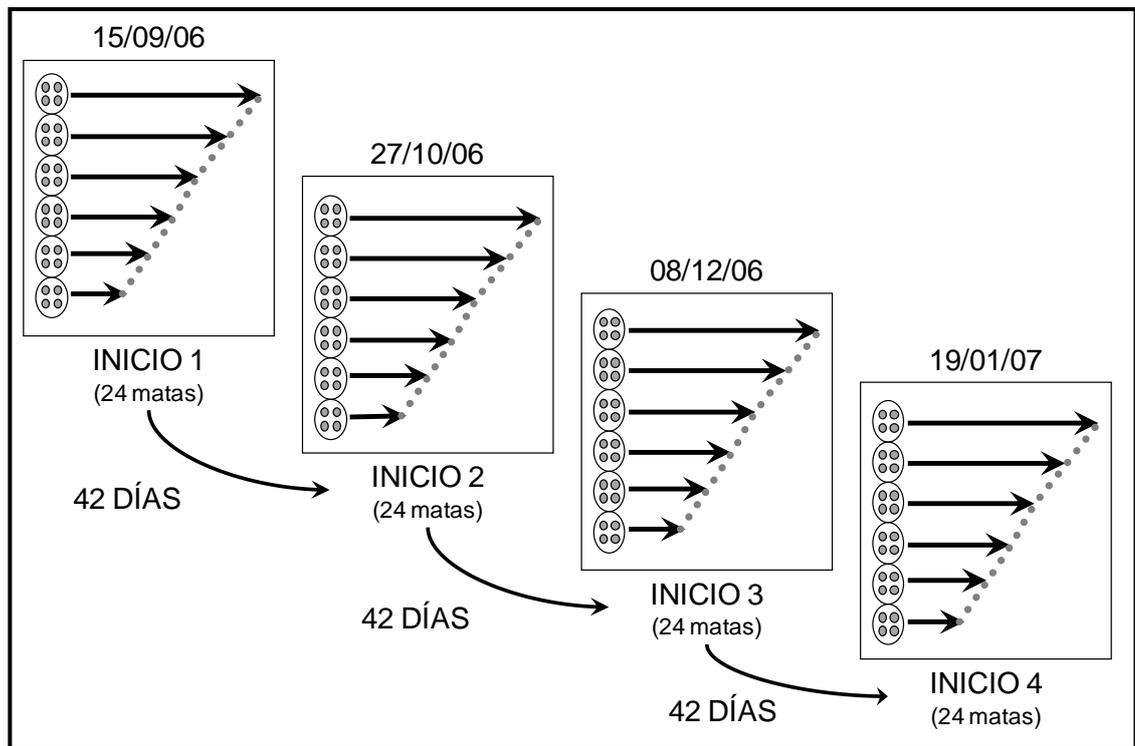
Con la finalidad de caracterizar la estructura de las matas y de realizar la curva de acumulación de materia seca y valor nutricional del forraje, con diferente fecha de inicio de rebrote se realizó el Experimento 1. Mientras que el Experimento 2 se realizó con la finalidad de determinar la respuesta de la paja colorada a distintas frecuencias e intensidades de defoliación.

#### 3.3.1. Experimento 1

La unidad experimental fueron matas individuales identificadas, a las cuales se asignaron al azar los siguientes tratamientos, según la fecha del corte inicial:  $I_1$ : 15/09/06,  $I_2$ : 27/10/06,  $I_3$ : 08/12/06 e  $I_4$ : 19/01/07.

El lapso de tiempo entre inicios de rebrote fue de 42 días. Se realizaron 6 cortes por tratamiento (cada 21 días), a los cuales se denominó *días desde el inicio del rebrote (DDI)*. Cada mata se cortó una sola vez, a 5 cm del suelo y para evitar los efectos de competencia en desigualdad de condiciones, al efectuar el corte inicial se realizó uno de limpieza alrededor de las matas en estudio.

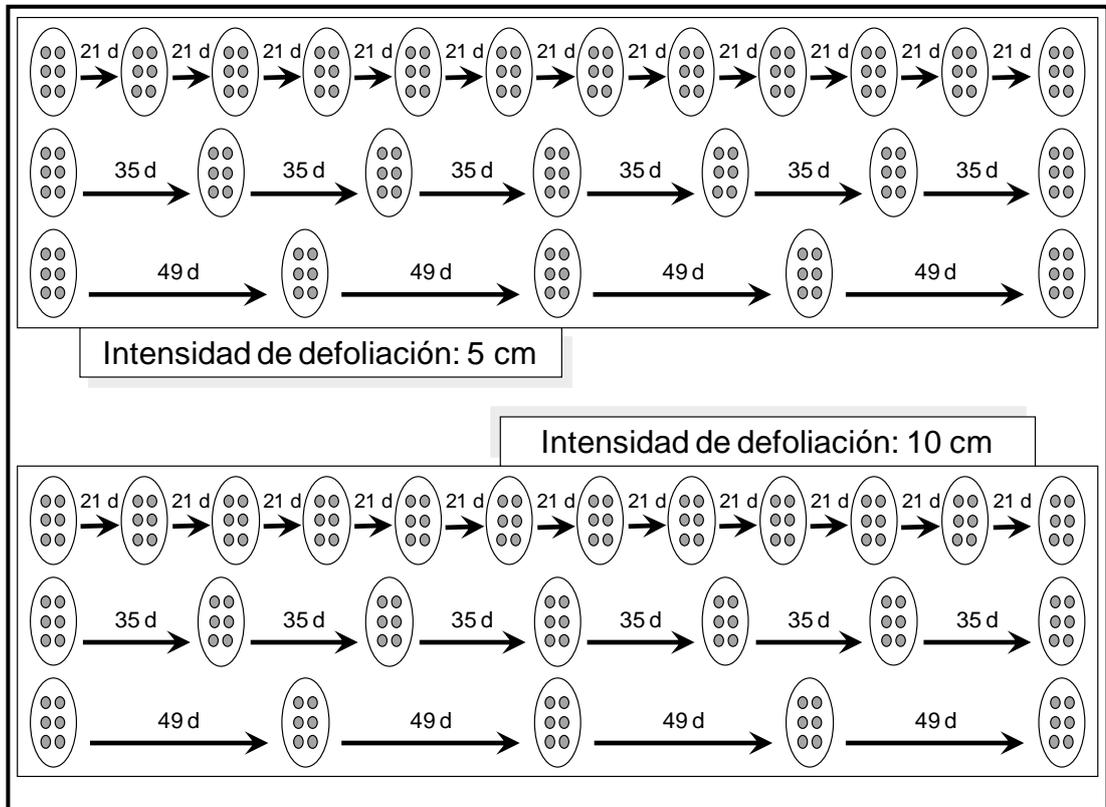
Se trabajó con 4 repeticiones por tratamiento, por lo tanto se evaluó un total de 96 matas (4 inicios x 6 DDI x 4 repeticiones) (Figura 6).



**Figura 6.** Esquema de implementación de tratamientos del Experimento 1.

### 3.3.2. Experimento 2

Los tratamientos evaluados en este experimento resultaron de la combinación factorial de 3 frecuencias (21, 35 y 49 días) y 2 intensidades (5 y 10 cm) de defoliación y donde cada tratamiento se denominó como  $F_i I_i$  ( $F$  = Frecuencia;  $I$  = Intensidad;  $i$  = nivel de cada factor). La unidad experimental fue cada mata individual y se trabajó con 6 repeticiones, por lo tanto se evaluó un total de 36 matas (6 tratamientos x 6 repeticiones) (Figura 7).



**Figura 7.** Esquema de implementación de tratamientos del Experimento 2.

### 3.4. Mediciones

Las mediciones se organizaron en 3 subgrupos: estructura de mata, acumulación de biomasa y composición química del forraje.

#### 3.4.1. Estructura de mata

Dentro de este subgrupo se consideraron las siguientes variables: diámetro y altura de mata, número de macollos totales (MT), número de macollos reproductivos (MR), peso individual de los macollos reproductivos (PI) e índice reproductivo (IR).

*Diámetro de mata:* se determinó con regla graduada, y se realizaron 2 mediciones por mata por muestreo (diámetro mayor y menor).

*Altura de mata:* se determinó con regla graduada sobre lámina extendida o en el punto extremo de la inflorescencia. Se realizaron 2 mediciones por mata por muestreo.

*Número de macollos por mata:* Luego de realizadas las determinaciones correspondientes a cada mata, se determinó el número de macollos de cada mata a partir de la utilización de un “sacabocado” de área conocida (Figura 8). Una vez determinado el número de macollos dentro del “sacabocado” y estimada el área total de cada mata (calculado a partir de los diámetros mayor y menor de la misma), se determinó el número total de macollos de la mata. Esta medición se realizó solamente en el Experimento 1 por ser de carácter destructiva.



**Figura 8.** “Sacabocado” utilizado para determinar el número de macollos por mata.

*Número y peso individual de macollos reproductivos (cañas):* Previo al corte, se determinó el número de cañas presentes en cada mata. Posteriormente, se pesaron las cañas y se estimó el peso individual de las mismas.

### 3.4.2. Acumulación de biomasa

El forraje cosechado en cada corte se recolectó en bolsas de papel, fue separado por componente y luego secado en estufa de aire forzado a 60 °C por 48 hs y pesado. En cada mata se determinó la biomasa total y por componentes y la relación entre los mismos. Los componentes analizados fueron: lámina viva (LV; longitud de lámina verde  $\geq$  50% de la longitud total), lámina muerta (LM; longitud de lámina verde  $<$  50% de la longitud total) y tallo (T; vaina+tallo+inflorescencia).

La acumulación total de materia seca se calculó como la suma del forraje cosechado en cada corte. Mientras que, la tasa de acumulación se obtuvo al dividir la cantidad total de forraje cosechado en cada corte por la cantidad de días transcurridos desde el corte anterior.

### 3.4.3. Composición química del forraje

En el Experimento 1 se evaluaron los momentos 1, 4 y 6 (21, 84 y 126 DDI) de cada inicio de rebrote, por medio de muestras compuestas, integradas por el material obtenido en 2 matas, seleccionadas al azar. Por lo tanto, se evaluaron 2 repeticiones para cada situación. Mientras que en el Experimento 2 se evaluó el efecto de la frecuencia de corte sobre el valor nutricional del forraje, a través de muestras integradas por el material recolectado en 6 matas independientemente de la intensidad de defoliación, haciendo un total de 2 repeticiones para cada fecha de muestreo.

Para caracterizar el valor nutritivo de la biomasa acumulada se realizaron determinaciones de digestibilidad de materia seca (DivMS), contenido de proteína bruta (PB) y contenido de fibra detergente neutro (FDN) sobre las fracciones de lámina viva (LV) y tallo (T; lámina muerta y vaina+tallo+inflorescencia).

Las determinaciones de DivMS y nitrógeno (N) se realizaron en el Laboratorio de Nutrición Animal de la EEA INTA Balcarce, mediante la técnica de bolsitas filtrantes de Daisy de ANKOM® (Komarek, 1993) y el método semi-micro Kjeldahl, respectivamente. Los valores de N se transformaron en PB ( $N \times 6,25$ ). A partir de los valores de DivMS y acumulación de biomasa total se estimó la acumulación de materia seca digestible.

La determinación de FDN se realizó en el Laboratorio de Nutrición Animal de la EEA INTA Concepción del Uruguay, mediante la técnica de Daisy de ANKOM® (Komarek, 1993).

### 3.5. Análisis estadístico

#### 3.5.1. Experimento 1

El diseño experimental utilizado fue en bloques completamente aleatorizados, tomando el tamaño inicial de las matas como parámetro para el bloqueado, con arreglo factorial 4x6 (4 inicios de rebrote y 6 momentos ó días desde el inicio del rebrote).

Todos los datos obtenidos en este experimento fueron analizados teniendo en cuenta el siguiente modelo:

$$Y_{ijk} = \mu + \beta_i + \delta_j + (\beta\delta)_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

donde:

- $Y_{ijk}$  observación del i-ésimo inicio del rebrote y el j-ésimo momento de la k-ésima repetición.
- $\mu$  media general.
- $\beta_i$  efecto del i-ésimo inicio del rebrote.
- $\delta_j$  efecto del j-ésimo momento ó días desde el inicio.
- $(\beta\delta)_{ij}$  efecto de la interacción del i-ésimo inicio del rebrote y el j-ésimo momento.
- $\varepsilon_{ijk}$  error experimental.

Se utilizó el procedimiento GLM del paquete estadístico Statistical Analysis System v.8e (SAS Institute, NC, USA 1999). Los efectos se consideraron significativos cuando su probabilidad de ocurrencia fue mayor a 95%. Las medias se compararon mediante el test de Tukey.

La comparación de pendientes se realizó mediante el uso del programa (S)MATR (Versión 1, Falster; Warton & Wright. <http://www.bio.mq.edu.au/ecology/> SMATR).

### 3.5.2. Experimento 2

El diseño experimental utilizado fue en bloques completamente aleatorizados, tomando el tamaño inicial de las matas como parámetro para el bloqueado, con arreglo factorial 3x2 (3 frecuencias y 2 intensidades de defoliación).

Todos los datos obtenidos en este experimento fueron analizados teniendo en cuenta el siguiente modelo:

$$Y_{ijk} = \mu + \beta_i + \delta_j + (\beta\delta)_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

donde:

- $Y_{ijk}$  observación de la i-ésima frecuencia y la j-ésima intensidad de defoliación de la k-ésima repetición.
- $\mu$  media general.
- $\beta_i$  efecto de la i-ésima frecuencia de defoliación.
- $\delta_j$  efecto de la j-ésima intensidad de defoliación.
- $(\beta\delta)_{ij}$  efecto de la interacción de la i-ésima frecuencia y la j-ésima intensidad de defoliación.
- $\varepsilon_{ijk}$  error experimental.

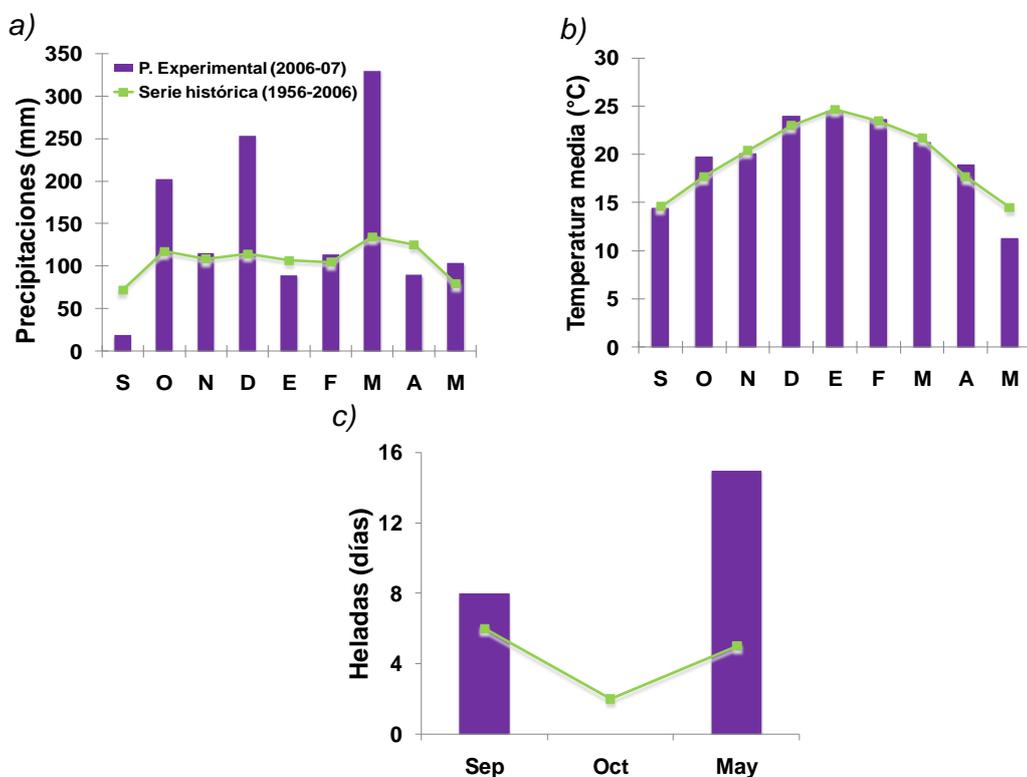
Los datos fueron analizados como medidas repetidas en el tiempo. Esta consideración es necesaria debido a que las determinaciones se toman de la misma unidad experimental (mata) y por esto tienen una alta correlación entre sí y podría no existir homogeneidad de varianzas (Littell *et al.*, 1998). Se utilizó el procedimiento MIXED del paquete estadístico Statistical Analysis System v.8e (SAS Institute, NC, USA 1999). Los efectos se consideraron significativos cuando su probabilidad de ocurrencia fue mayor a 95%. Las medias se compararon mediante el test de Tukey.

La comparación de pendientes se realizó mediante el uso del programa (S)MATR (Versión 1, Falster; Warton & Wright. <http://www.bio.mq.edu.au/ecology/SMATR>).

## 4. RESULTADOS

### 4.1. Condiciones climáticas

Durante el período experimental se registraron 1317 mm, siendo el valor histórico (1956-2006) para similar período de 966 mm. Por lo tanto, se registró una diferencia de 351 mm por encima de dicho valor histórico, con las mayores diferencias en los meses de octubre, diciembre y marzo (85, 139 y 185 mm, respectivamente), mientras que en relación a la temperatura media, estos fueron similares entre los valores registrados durante el período experimental y los históricos, con la excepción del mes de mayo donde la temperatura media registrada durante el período experimental fue de 3 °C por debajo del valor histórico para el dicho mes. Por otro lado, en mayo se registró el mayor número de heladas (el triple del valor para el mismo mes de la serie histórica), siendo el número total de heladas en el período experimental un 77% superior al registrado en la serie histórica (Figura 9).



**Figura 9.** a) Precipitaciones, b) temperaturas medias y c) heladas del período experimental (2006-07) y de la serie histórica (1956-2006) (EEA INTA C. del Uruguay).

## 4.2. Experimento 1

En este ensayo se analizaron las características estructurales, la acumulación de biomasa y el valor nutritivo del forraje en distintos momentos del período de rebrote con cuatro épocas diferentes de inicio del mismo (fines de invierno: I<sub>1</sub>; primavera temprana: I<sub>2</sub>; primavera tardía: I<sub>3</sub> y verano: I<sub>4</sub>).

### 4.2.1. Estructura de mata

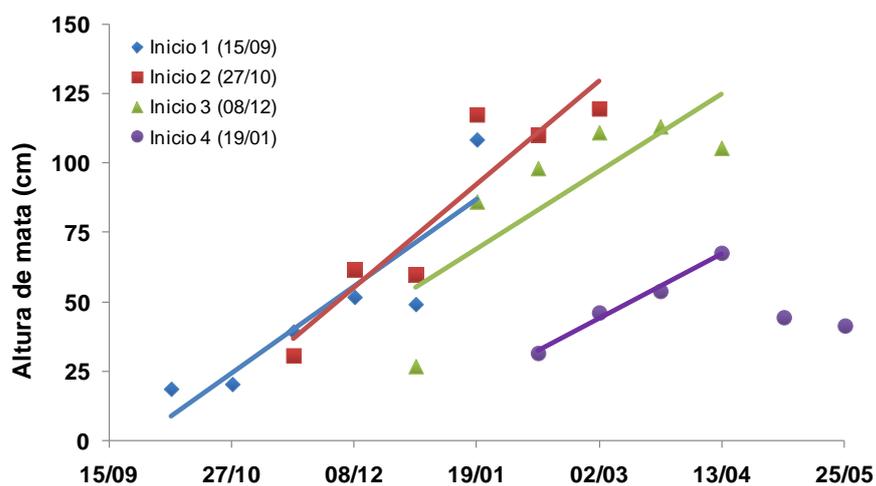
Tanto el número de macollos por mata como el diámetro promedio de dichas matas no fueron afectados por la época de la estación de crecimiento (fecha de inicio) ni por la edad del rebrote (Cuadro 1). El número promedio de macollos por mata registrado durante el período experimental fue de  $99,7 \pm 28,2$  macollos.mata<sup>-1</sup>, mientras que el diámetro promedio de las matas se mantuvo en  $29,9 \pm 3,4$  cm.

**Cuadro 1.** Efecto de la fecha de inicio del rebrote y de los días transcurridos desde dicho inicio (DDI) sobre variables estructurales en matas de *Andropogon lateralis*.

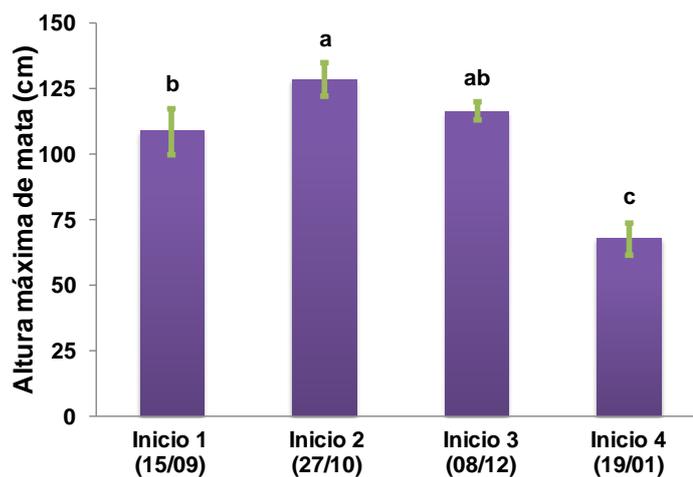
	Interacción	Inicio rebrote	DDI
<b>Diámetro de mata</b>	0,9993	0,1309	0,9489
<b>Altura de mata</b>	0,6783	<b>&lt;0,0001</b>	<b>&lt;0,0001</b>
<b>N° macollos totales por mata (MT)</b>	0,8170	0,2643	0,6401
<b>N° macollos reproductivos (MR)</b>	<b>0,0019</b>	<b>&lt;0,0001</b>	0,1310
<b>Índice reproductivo (MR:MT)</b>	0,5137	0,0933	0,7419
<b>Peso individual de macollos reproductivos (PI)</b>	0,1837	<b>0,0015</b>	<b>&lt;0,0001</b>

La altura del rebrote de las matas fue diferente según el momento en que se realizó el corte inicial y la edad del rebrote. La altura promedio de las matas se incrementó de manera lineal hasta los 126 días de rebrote cuando el corte se realizó de septiembre a diciembre (inicios 1; 2 y 3), mientras que con el corte en enero se alcanzó la máxima altura a los 84 días de iniciado el crecimiento (13/04) (Cuadro 1 y Figura 10). La altura máxima de las matas fue diferente ( $p < 0,0001$ ) según el momento de inicio del rebrote.

La altura máxima alcanzada fue de 108,6; 128,4; 116,4 y 67,6 cm (inicios 1; 2; 3 y 4, respectivamente) (Figura 11).



**Figura 10.** Evolución de la altura promedio (cm) de matas de *Andropogon lateralis* a lo largo del período experimental, según las diferentes fechas de inicio del rebrote.



**Figura 11.** Altura máxima (cm) de matas de *Andropogon lateralis* Nees para diferentes inicios de rebrote.

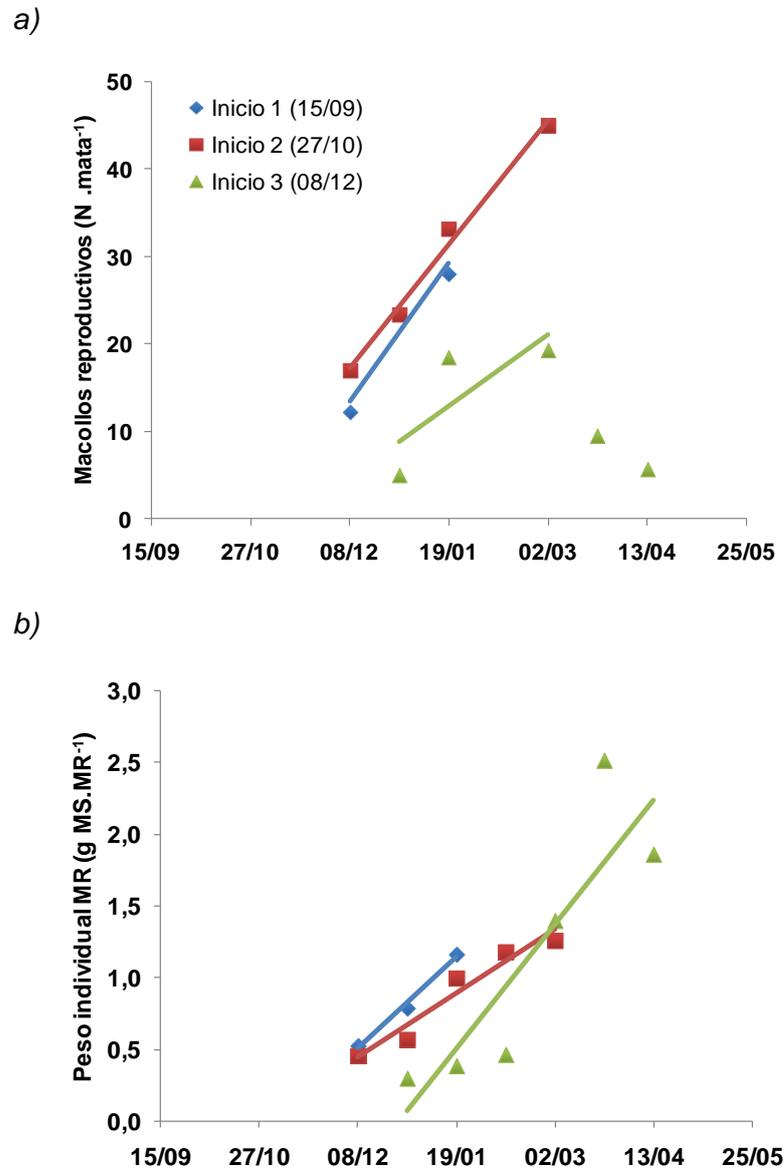
La variable estructural que más diferencias presentó entre los distintos inicios del rebrote fue la presencia de macollos reproductivos (MR). Así, los rebrotes desde fines de invierno hasta fines de primavera (inicios 1; 2 y 3) presentaron un número variable de MR, mientras que el de inicio de verano (inicio 4) no presentó MR.

El momento de aparición de los MR fue más dependiente de la fecha calendario que de la edad del rebrote. De esta manera, se observaron los primeros MR en las evaluaciones del mes de diciembre, cuando las matas de los inicios 1; 2 y 3 tenían 84, 42 y 21 días de rebrote, respectivamente. El número de MR por mata aumentó con la edad del rebrote. En los rebrotes iniciados a fines de invierno y principios de primavera, el número de MR por mata continuó aumentando hasta el último momento evaluado (126 días de rebrote) y a tasas similares ( $0,357 \text{ MR.día}^{-1}$ ) (Figura 12a). En el rebrote de primavera tardía, hasta los 84 días de rebrote, se observó una menor tasa de aparición de MR ( $0,196 \text{ MR.día}^{-1}$ ), mientras que en fechas posteriores el número de MR por mata fue menor probablemente debido a efectos del muestreo de individuos a evaluar, por lo que se considera que en esta época la especie alcanzó un plateau de acumulación de MR (Figura 12a).

El número máximo de MR por mata fue diferente ( $p < 0,0001$ ) según la fecha de inicio del rebrote, siendo mayor en el rebrote de principios de primavera ( $I_2$ ,  $45 \text{ MR.mata}^{-1}$ ), intermedio en el de fines de invierno ( $I_1$ ,  $28 \text{ MR.mata}^{-1}$ ) y menor en el rebrote de primavera tardía ( $I_3$ ,  $19 \text{ MR.mata}^{-1}$ ).

Teniendo en cuenta la estabilidad en el número de macollos totales por mata, la variación del índice reproductivo (IR) (entendido como la relación entre el número de macollos reproductivos (MR) y el número de macollos totales (MT) pertenecientes a cada mata) presentó tendencias similares al número de MR por mata, siendo mayor en los inicios tempranos de rebrote aunque no se observó ningún efecto de la fecha de inicio o de los días de rebrote (Cuadro 1). Este índice alcanzó un promedio de  $0,046 \text{ MR}$  en relación a  $\text{MT}$  a los 21 días y de  $0,218$  a los 126 días de rebrote.

Al momento de máxima acumulación de MR por mata, el peso individual (PI) de los mismos fueron similares ( $p = 0,8189$ ) para todas las épocas de inicio del rebrote, siendo el valor promedio de  $1,27 \pm 0,50 \text{ g MS.MR}^{-1}$ . Como se mencionó anteriormente, en el inicio de rebrote de fines de primavera (inicio 3) las plantas evaluadas a los 105 y 126 días de rebrote presentan menor número de MR por mata y como consecuencia de esto su PI fue mayor (Figura 12b).

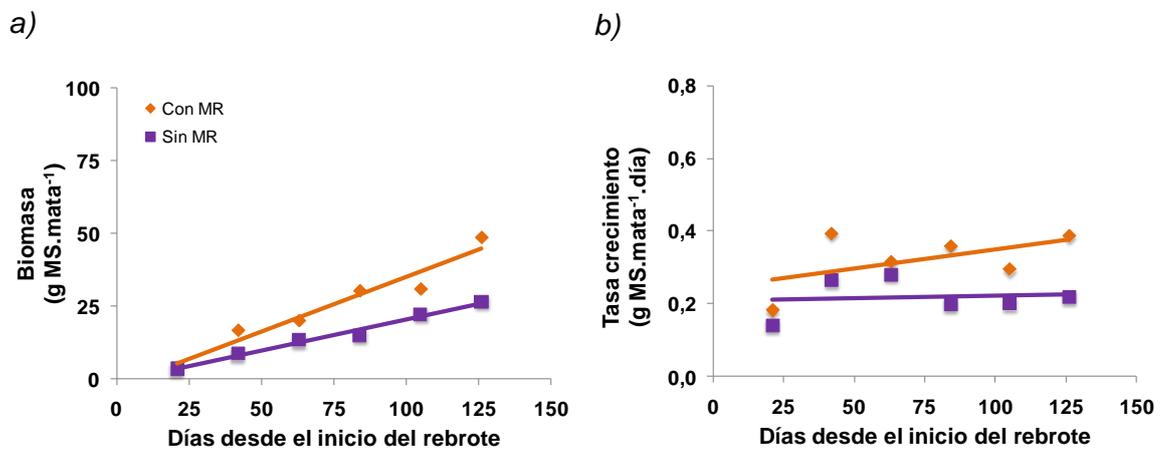


**Figura 12.** a) Número de macollos reproductivos (Nº MR.mata<sup>-1</sup>) y b) peso individual de los mismos (g MS.MR<sup>-1</sup>) en matas de *Andropogon lateralis* Nees. a lo largo del período experimental para los diferentes inicios de rebrote.

#### 4.2.2. Biomasa total acumulada y tasa de acumulación

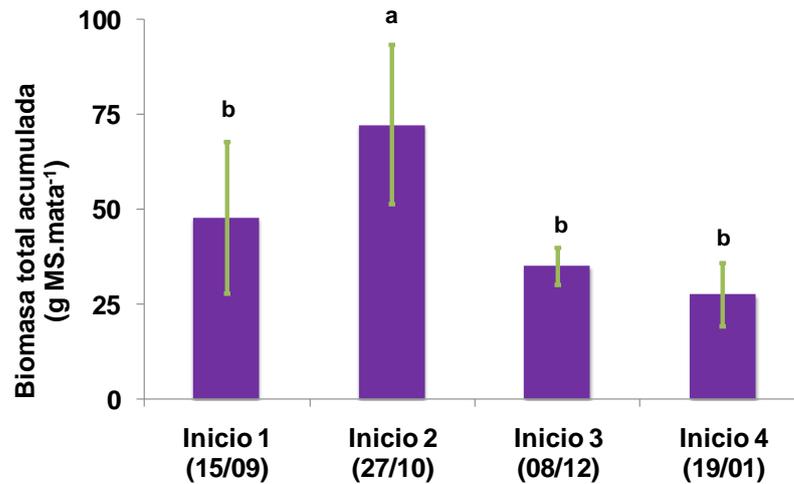
La acumulación de biomasa en función de la fecha de inicio del rebrote se analizó considerando, por un lado, los rebrotes que presentaron macollos reproductivos (MR; inicios 1, 2 y 3) y, por otro, el rebrote de verano (inicio 4) sin MR. Los MR, como se verá más adelante, representaron una importante fracción de la biomasa acumulada (50-70%).

La tasa de acumulación de biomasa a través del tiempo, para los inicios con presencia de MR fue 75 % ( $0,378 \text{ g MS.día}^{-1}$ ) mayor ( $p < 0,0001$ ) que la tasa de acumulación del inicio de verano (sin MR;  $0,216 \text{ g MS.día}^{-1}$ ) (Figura 13a). En ambos casos, no se observó disminución de la tasa de acumulación en las edades más avanzadas de rebrote evaluadas (Figura 13b). Las matas con presencia de MR acumularon en total un 84 % más de materia seca que las matas sin MR durante el período evaluado ( $48,8 \pm 30,3$  y  $26,5 \pm 7,6 \text{ g MS.mata}^{-1}$ , respectivamente).



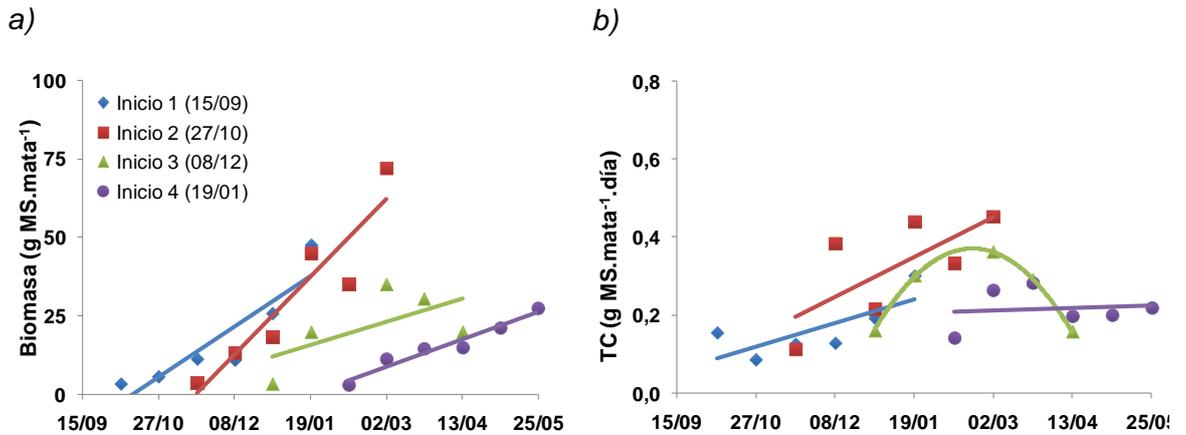
**Figura 13.** a) Acumulación de biomasa ( $\text{g MS.mata}^{-1}$ ) y b) tasa de acumulación ( $\text{g MS.mata}^{-1}.\text{día}$ ) en matas de *Andropogon lateralis* Nees. con presencia de macollos reproductivos (con MR) y sin la presencia de los mismos (sin MR), según el transcurso de los días desde el inicio del rebrote.

El crecimiento acumulado de los rebrotes con presencia de MR desde principios de primavera (inicio 2) fue 34 y 52% mayor ( $p \leq 0,05$ ) que lo acumulado desde fines de invierno (inicio 1) y primavera tardía (inicio 3), respectivamente, coincidiendo con una mayor presencia de MR. De similar manera, lo acumulado por las matas pertenecientes al inicio 2 fue 62% superior a lo acumulado por las matas con inicio del rebrote en verano (sin MR) (Figura 14).



**Figura 14.** Biomasa total acumulada (g MS.mata<sup>-1</sup>) por matas de *Andropogon lateralis* Nees. durante el período experimental en los diferentes inicios de rebrote.

La acumulación de biomasa aérea y la tasa de acumulación (TA) fueron afectadas por la interacción entre el inicio del rebrote y los días transcurridos desde dicho inicio ( $p \leq 0,01$ ). La acumulación de biomasa en todas las fechas de inicio del rebrote evaluadas exhibieron una respuesta lineal frente al avance de los días ( $R^2$  igual a 0,59; 0,60; 0,34 y 0,67 para los inicios 1; 2; 3 y 4, respectivamente). No obstante, la tasa de acumulación de biomasa fue mayor ( $p < 0,001$ ) en el inicio del rebrote de principios de primavera (0,76a g MS.día<sup>-1</sup>) respecto de las restantes fechas de inicio, siendo estas últimas iguales a 0,50b, 0,35bc y 0,26c g MS.día<sup>-1</sup> para los inicios de fines de invierno, primavera tardía y verano, respectivamente (Figura 15a). La TA de las matas se incrementó de manera lineal con el transcurso de los días en los rebrotes de fines de invierno, principios de primavera y verano, mientras que en el rebrote de fines de primavera disminuyó a partir de los 84 días de rebrote (Figura 15b). La tasa de acumulación por unidad de área de las matas tuvo un comportamiento similar a la TA debido a que el tamaño de las matas permaneció constante a lo largo del período experimental, donde el promedio de la misma aumentó desde  $0,005 \pm 0,002$  hasta  $0,061 \pm 0,042$  g MS.cm<sup>-2</sup> de mata.día desde el inicio al fin del período evaluado.

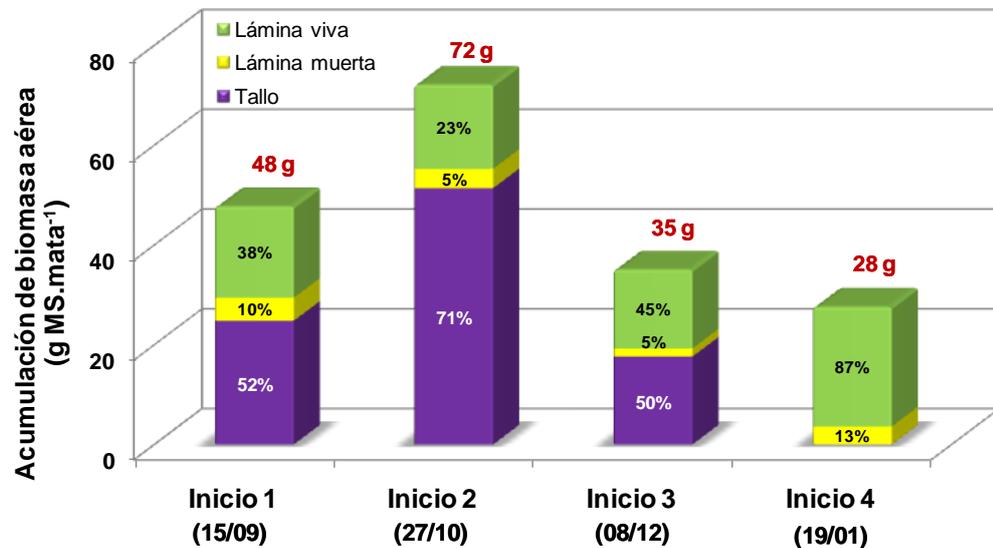


**Figura 15.** a) Acumulación de biomasa (g MS.mata<sup>-1</sup>) y b) tasa de acumulación (g MS.mata<sup>-1</sup>.día) de matas de *Andropogon lateralis* Nees. a lo largo del período experimental para los diferentes inicios de rebrote.

#### 4.2.3. Componentes de la biomasa acumulada

Se consideraron las fracciones lámina viva (LV), lámina muerta (LM) y tallo (T); este último término se considera más apropiado para la descripción de los componentes de la biomasa acumulada respecto de los macollos reproductivos utilizado anteriormente para la caracterización del número y tipo de macollos presentes en las matas evaluadas.

La cantidad acumulada de biomasa de LV, LM y T y la relación LV:LM+T varió con la fecha de inicio del rebrote ( $p < 0,05$ ; para todos los casos). La biomasa acumulada por las matas correspondientes a los inicios de rebrote, que presentaron macollos reproductivos (inicios desde fines de invierno a fines de primavera), estuvo compuesta de 23 a 45% LV, 2 a 10% LM y 50 a 70% T, mientras que la biomasa de las matas del inicio de verano, sin macollos reproductivos, estuvo compuesta por 87% LV y 13% LM (Figura 16).

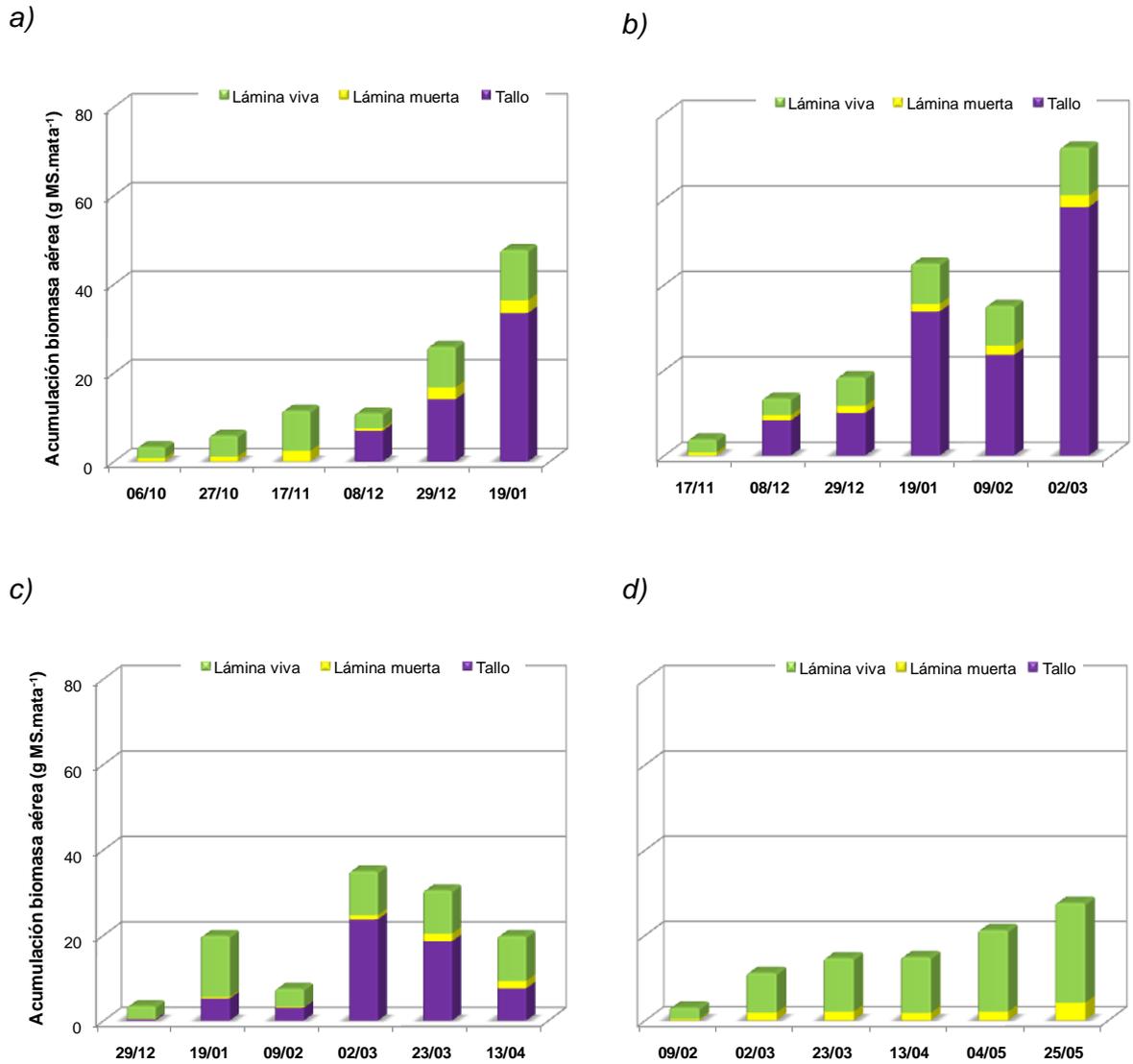


**Figura 16.** Acumulación de biomasa aérea, y proporción de fracciones componentes, en matas de *Andropogon lateralis* Nees para los diferentes inicios de rebrote.

La cantidad de biomasa acumulada de LV aumentó con el transcurso de los días de rebrote con independencia de la fecha de inicio. Sin embargo, la magnitud del incremento en la acumulación de LV tuvo relación con la fecha de inicio, siendo mayor en el inicio de verano (20,8 g MS.mata<sup>-1</sup>) y menor en los restantes (8,9; 8,1 y 7,6 g MS.mata<sup>-1</sup>; inicios 1, 2 y 3, respectivamente) (Figura 17 y Cuadro IA).

La biomasa acumulada de LM también aumentó con el transcurso del rebrote para las diferentes fechas de inicio, siendo inferior ( $p \leq 0,05$ ) en el inicio de primavera tardía (Figura 17 y Cuadro IB).

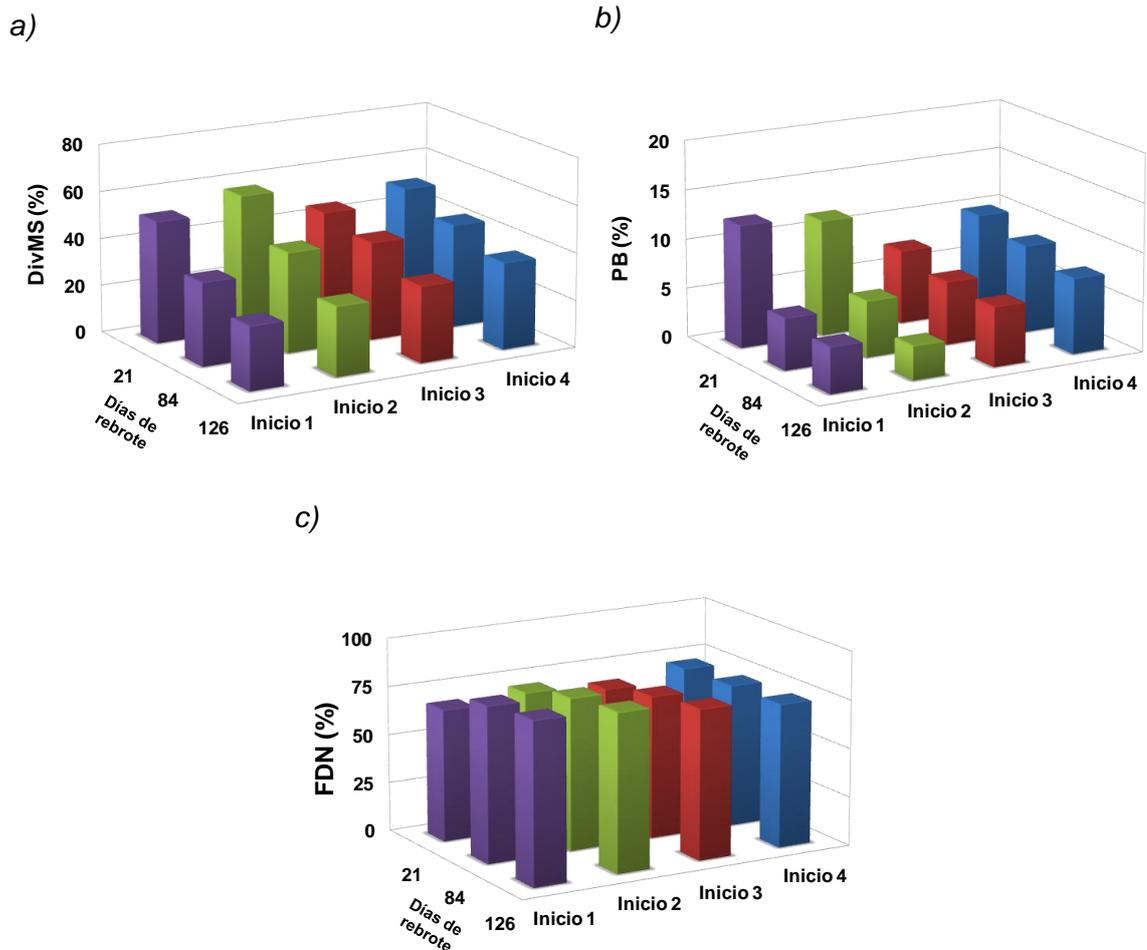
Se observó un comportamiento diferencial entre los rebrotes de distintos momentos en relación con la cantidad de biomasa acumulada de T, siendo mayor en el rebrote de principios de primavera, intermedia en el de fines de invierno y primavera tardía y nula en el verano, aumentando significativamente a partir de los 84 días de iniciado el rebrote (Figura 17 y Cuadro IC).



**Figura 17.** Componentes de biomasa (lámina viva, lámina muerta y tallo; g MS.mata<sup>-1</sup>) de matas de *Andropogon lateralis* Nees. a lo largo del período experimental para los diferentes inicios de rebrote: a) Inicio 1 (15/09); b) Inicio 2 (27/10); c) Inicio 3 (08/12) y d) Inicio 4 (19/01).

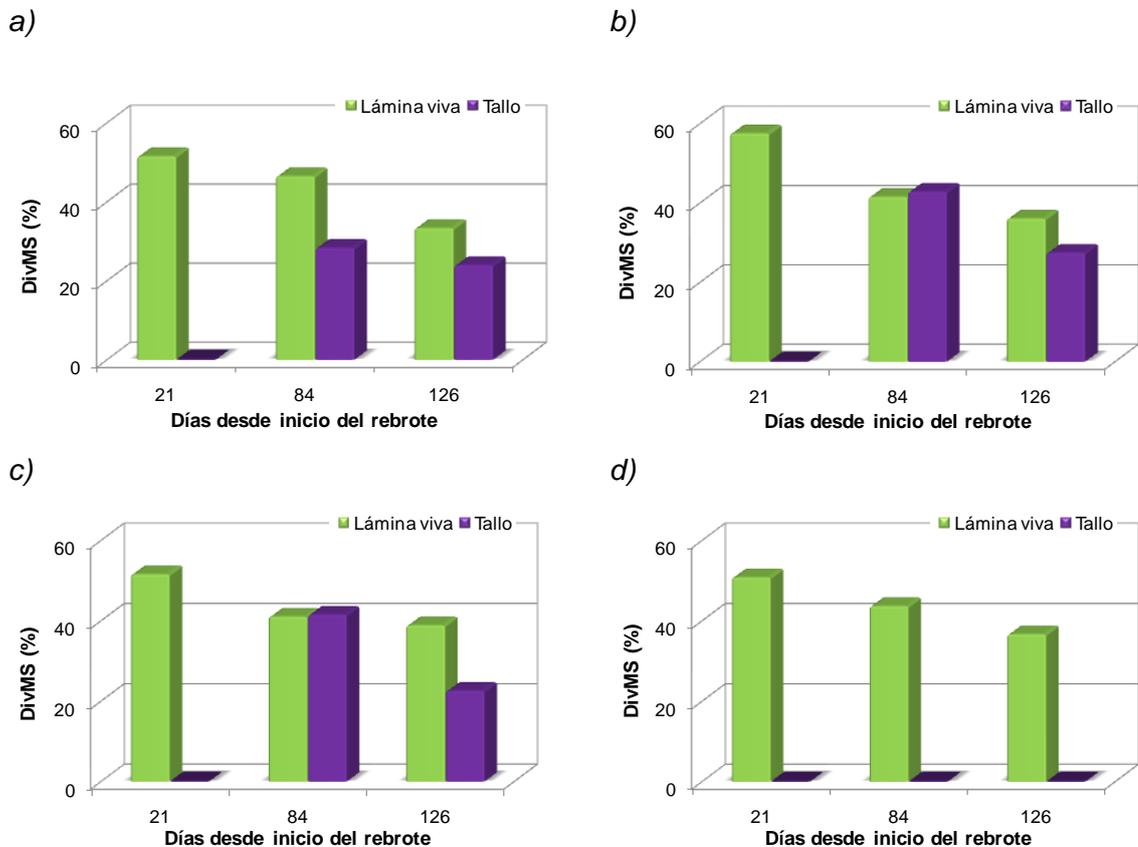
#### 4.2.4. Composición química del forraje

Al evaluar la composición química de la parte aérea de matas de *Andropogon*, se observó que la digestibilidad *in vitro* de la materia seca (DivMS) y la concentración de proteína bruta (PB) de la misma variaron ( $p < 0,01$ ) según la fecha de inicio del rebrote. Sin embargo, la concentración de fibra detergente neutro (FDN) fue similar ( $p = 0,1416$ ) para los momentos considerados (Figura 18 y Cuadro II). Por otro lado, tanto la DivMS como la concentración de PB de las plantas disminuyeron desde el comienzo hacia la finalización del ciclo de rebrote (20 % y 4,9 %, respectivamente), mientras que la concentración de FDN aumentó 9,5 % entre los 21 y los 126 días de iniciado el rebrote, aunque en todos los casos la variación ( $p < 0,001$ ) se manifestó desde los 84 días de rebrote (Figura 18 y Cuadro II).



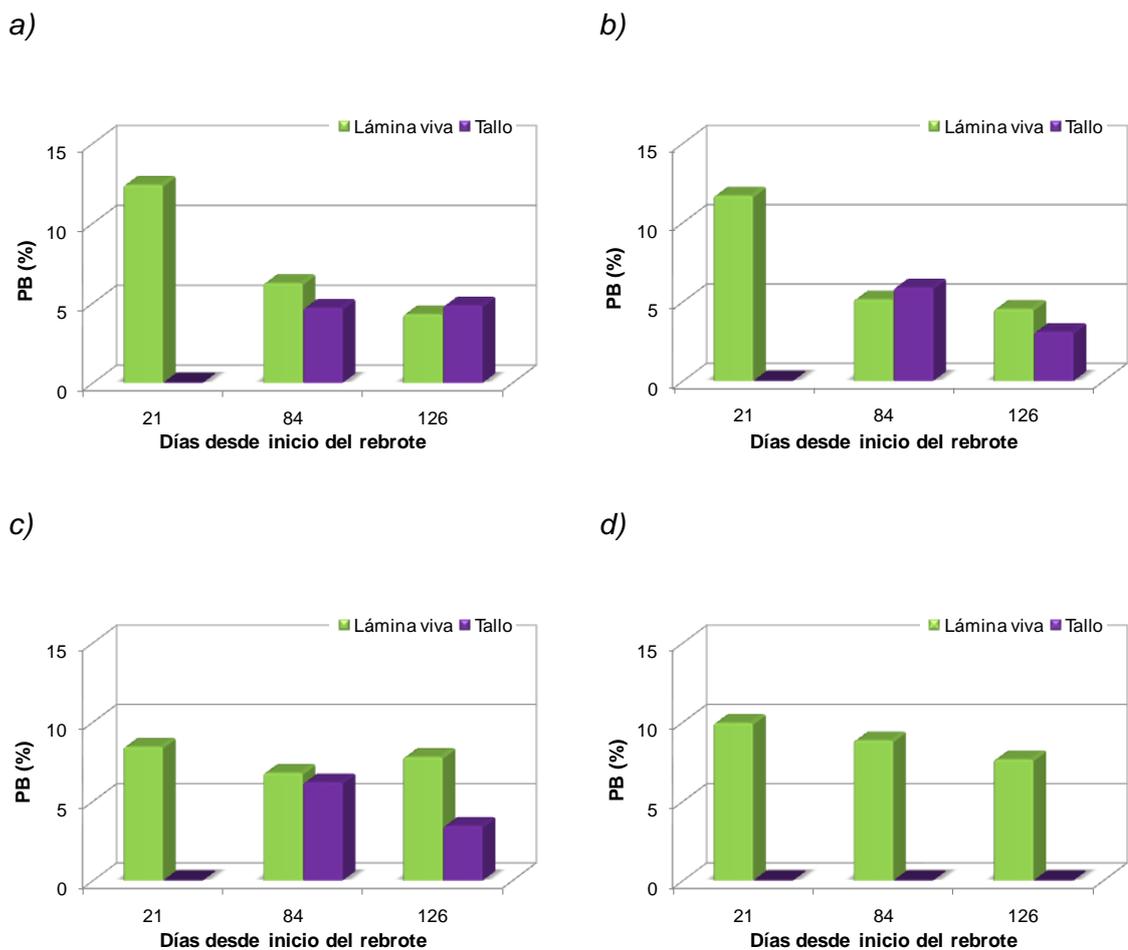
**Figura 18.** a) Evolución de la digestibilidad *in vitro* de la MS (DivMS), b) la concentración de proteína bruta (PB) y c) fibra detergente neutro (FDN) de parte aérea de matas de *Andropogon lateralis* Nees. para los diferentes inicios de rebrote: Inicio 1 (15/09); Inicio 2 (27/10); Inicio 3 (08/12) e Inicio 4 (19/01).

La digestibilidad promedio de la MS de la fracción LV fue diferente ( $p \leq 0,01$ ) a la del T. La diferencia entre el promedio de ambas fracciones fue de 10,5% ( $41,6 \pm 9,5$  y  $31,1 \pm 8,7\%$  para LV y T, respectivamente). Al analizar individualmente cada inicio de rebrote, se observó que el transcurso de los días afectó la digestibilidad de la materia seca. En algunos casos, como en el rebrote de primavera tardía (inicio 3), la DivMS también fue afectada por la fracción de biomasa considerada (LV ó T) y por la interacción fracción por días desde el inicio. Esto no ocurrió en los rebrotes de fines de invierno y principios de primavera (inicios 1 y 2) (Figura 19 y Cuadro III). Tanto para la fracción LV como para T, con el transcurso de los días de rebrote disminuyó sustancialmente la DivMS en función de la edad del rebrote. Tal disminución para la fracción LV, estuvo entre 13 y 22 %, mientras que para T fue entre 4 y 19 % (Figura 19 y Cuadro III). Tal como se expresara previamente, las matas pertenecientes al inicio de verano (inicio 4) carecieron de macollos reproductivos.



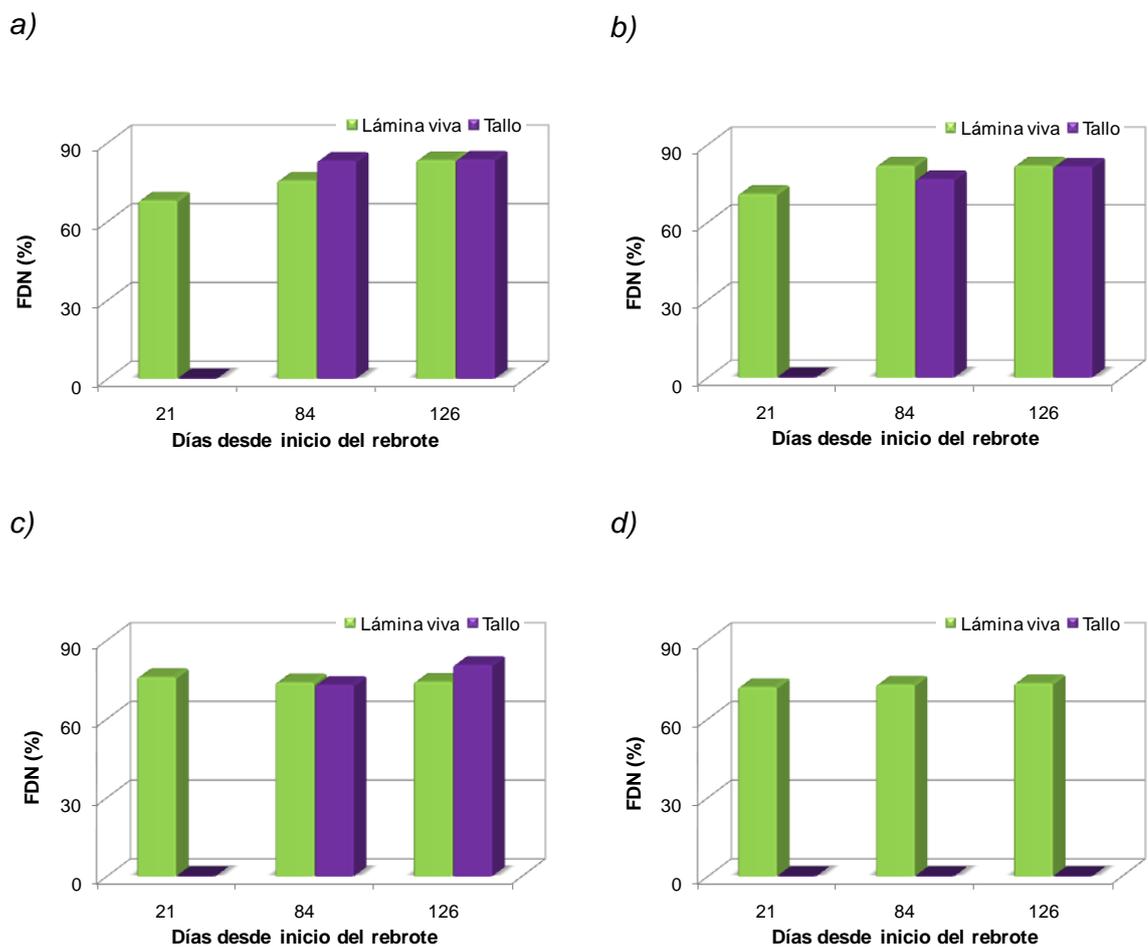
**Figura 19.** Digestibilidad in vitro de la materia seca (DivMS, %) de los componentes de biomasa (lámina viva y tallo) de matas de *Andropogon lateralis* Nees. a lo largo del período experimental para los diferentes inicios de rebrote: a) Inicio 1 (15/09); b) Inicio 2 (27/10); c) Inicio 3 (08/12) y d) Inicio 4 (19/01).

La concentración promedio de PB de la LV ( $7,3\pm 2,8\%$ ) fue superior ( $p\leq 0,01$ ) a la concentración del T ( $4,7\pm 1,3\%$ ). Estas fracciones no presentaron diferencias significativas a los 84 días de rebrote. Sin embargo, en los inicios de rebrote de primavera (inicios 2 y 3), a los 126 días de rebrote, la LV difirió significativamente del T (Figura 20 y Cuadro III). El transcurso de los días de rebrote significó una pérdida sustancial en la concentración de PB de la LV, siendo el descenso de diferente magnitud según la fecha de inicio considerada (8,1%; 7,1%; 0,7% y 2,3% para los inicios 1; 2; 3 y 4, respectivamente), mientras que el T disminuyó, entre los 84 y los 126 días de rebrote, 2,8 % y 2,7 % para los inicios de principio y fines de primavera, respectivamente (Figura 20 y Cuadro III).



**Figura 20.** Concentración de PB (%) de los componentes de biomasa (lámina viva y tallo) de matas de *Andropogon lateralis* Nees. a lo largo del período experimental para los diferentes inicios de rebrote: a) Inicio 1 (15/09); b) Inicio 2 (27/10); c) Inicio 3 (08/12) y d) Inicio 4 (19/01).

Los componentes de la biomasa, lámina viva y tallo, presentaron similar concentración promedio de FDN:  $75,4 \pm 5,1$  y  $79,8 \pm 2,8\%$ ; respectivamente. No obstante, en los rebrotes de fines de invierno y principios de primavera (inicios 1 y 2) se observaron efectos de la edad del rebrote en la concentración de FDN de la LV, mientras que en el rebrote de fines de primavera (inicio 3) fue el T el componente de la biomasa afectado por la edad (Figura 21 y Cuadro III).

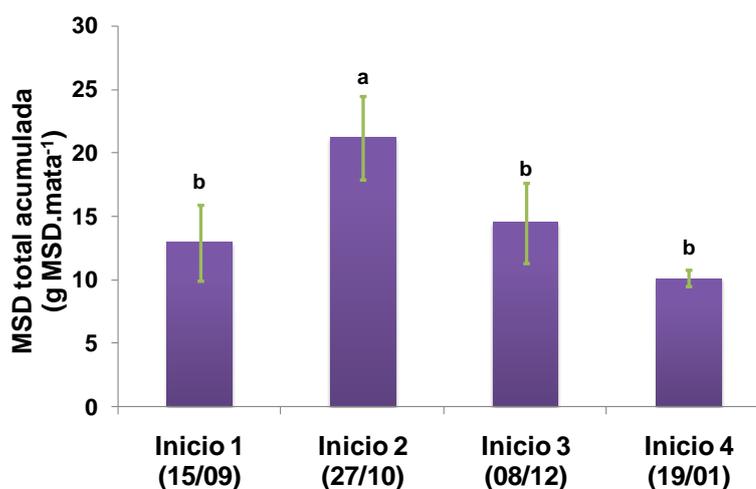


**Figura 21.** Concentración de FDN (%) de los componentes de biomasa (lámina viva y tallo) de matas de *Andropogon lateralis* Nees., a lo largo del período experimental, para los diferentes inicios de rebrote: a) Inicio 1 (15/09); b) Inicio 2 (27/10); c) Inicio 3 (08/12) y d) Inicio 4 (19/01).

La DivMS, la concentración de PB o FDN de los tallos no se relacionó ni con el peso individual ni con el largo de los mismos ( $p > 0,10$  para todos los casos).

#### 4.2.5. Acumulación de materia seca digestible

Las matas, cuyos rebrotes comenzaron en el mes de octubre (inicio 2) presentaron una mayor acumulación total de materia seca digestible (MSD), superior al resto de las fechas de inicio del rebrote, en un rango del 46 al 72 % ( $p \leq 0,01$ ) (Figura 20). Más allá del momento en el cual se dio inicio al rebrote, fue coincidente el incremento en la acumulación a través del tiempo ( $p \leq 0,01$ ) aunque a diferentes tasas según la época de rebrote considerada. La tasa de acumulación fue superior ( $p = 0,0012$ ) en el inicio de principios de primavera (inicio 2;  $0,225a$  g MSD.día<sup>-1</sup>) respecto al resto de los inicios evaluados ( $0,133b$ ;  $0,120b$  y  $0,081b$  g MSD.día<sup>-1</sup> para los inicios 1, 3 y 4, respectivamente).



**Figura 22.** Materia seca digestible total acumulada (g MSD.mata<sup>-1</sup>) por matas de *Andropogon lateralis* Nees. para los diferentes inicios de rebrote.

### 4.3. Experimento 2

En este ensayo se analizó la respuesta en características estructurales, acumulación de biomasa y valor nutritivo de matas de *Andropogon lateralis* con diferentes frecuencias e intensidades de defoliación.

#### 4.3.1. Estructura de mata

Ninguna de las variables que determinan la estructura de las matas evaluadas presentaron interacción significativa entre la frecuencia y la intensidad de la defoliación a la que fueron sometidas (Cuadro 2).

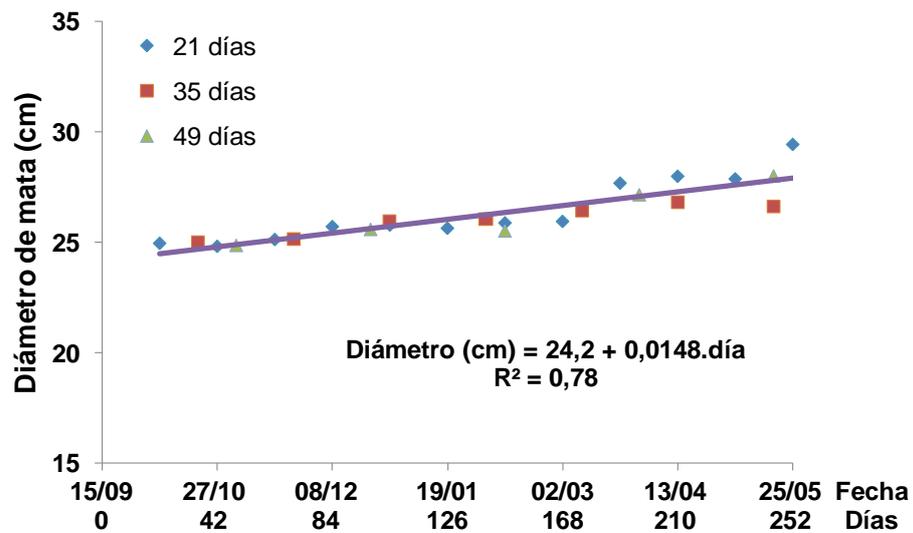
**Cuadro 2.** Efecto de la frecuencia y la intensidad de la defoliación sobre el diámetro, altura, número de macollos reproductivos y peso individual de macollos reproductivos de matas de *Andropogon lateralis*.

	Interacción	Frecuencia	Intensidad
<b>Diámetro de mata</b>	0,7056	0,8852	0,7596
<b>Altura de mata</b>	0,3385	<b>&lt;0,0001</b>	0,3734
<b>N° macollos reproductivos</b>	0,8289	0,9720	0,0734
<b>Peso individual de macollos reproductivos</b>	0,9655	0,0692	0,0646

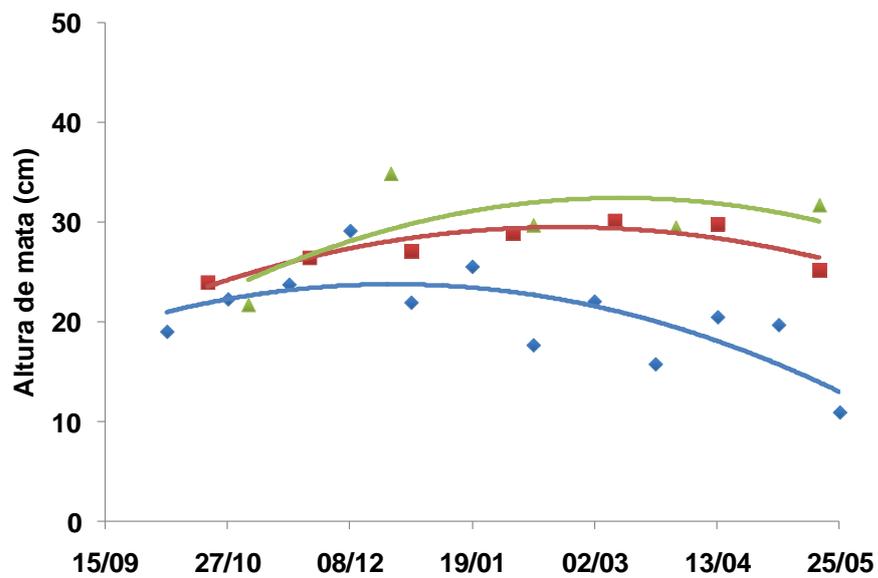
El diámetro de las matas evaluadas no fue afectado por la frecuencia ni por la intensidad de defoliación. Durante el período experimental, el diámetro promedio fue de  $26,2 \pm 2,4$  cm (Cuadro 2 y Figura 23a). La altura de las matas no fue afectada por la intensidad de la defoliación, pero si por la frecuencia a la cual fueron defoliadas, siendo la diferencia entre el tratamiento más y el menos frecuente de aproximadamente 8 cm. La altura fue aumentando a lo largo del período experimental, hasta un punto donde se estabilizó para luego comenzar a disminuir, describiendo una respuesta cuadrática en todos los tratamientos evaluados (Figura 23b; Cuadros 2 y V).

La altura máxima promedio alcanzada por las matas defoliadas con una frecuencia de 21, 35 y 49 días fue de  $29,1 \pm 3,9$  cm;  $30,1 \pm 4,3$  cm y  $34,9 \pm 5,3$  cm, y fueron registradas el 08/12, 22/12 y 09/03, respectivamente.

a)



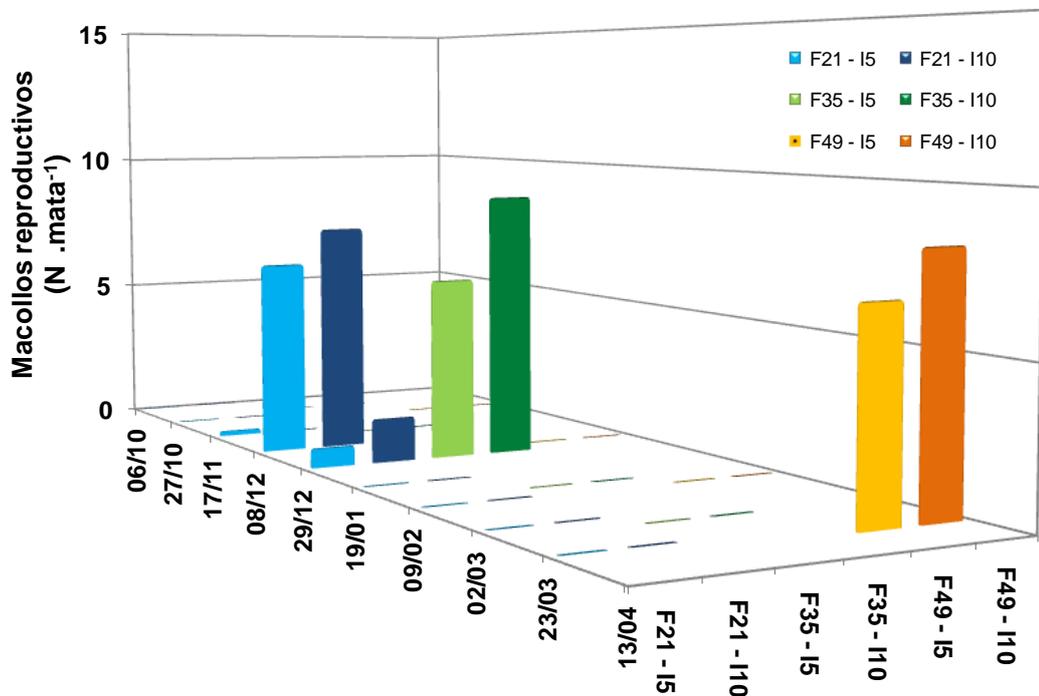
b)



**Figura 23.** Diámetro (a; cm) y altura (b; cm) de matas de *Andropogon lateralis* para las diferentes frecuencias de defoliación.

#### 4.3.1.1. Momento de aparición, número y peso de macollos reproductivos

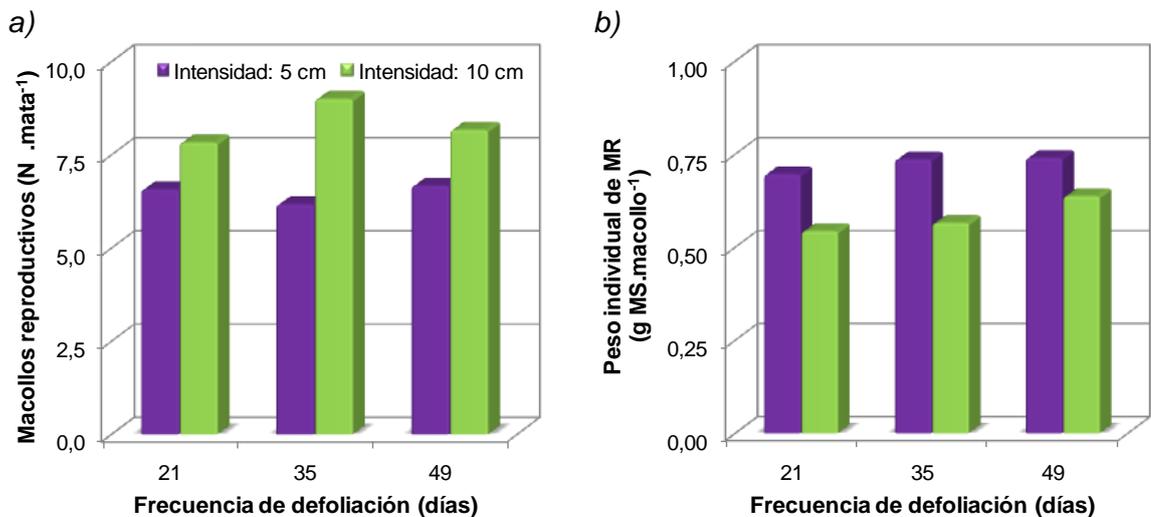
Los macollos reproductivos (MR) tuvieron diferentes fechas de aparición según la frecuencia de defoliación. En las matas defoliadas cada 21 días, se registraron MR desde el 17/11 hasta el 29/12, pero su mayor número se registró el 08/12, mientras que en las matas con defoliaciones menos frecuentes se determinó la presencia de cañas solo en una fecha, correspondiendo al 29/12 para la frecuencia de 35 días y el 30/03 para la de 49 días. No se registraron diferencias en el momento de aparición de las cañas, al considerar la intensidad de la defoliación (Figura 24).



**Figura 24.** Momento de aparición y número de macollos reproductivos por mata de *Andropogon lateralis* para las diferentes frecuencias e intensidades de defoliación.

El número de MR por mata no fue afectado por la frecuencia de la defoliación ni por la intensidad de la misma (Cuadro 5), aunque se observó una leve tendencia a que las matas defoliadas con menor intensidad presentaron un mayor número de MR (Figura 24). En promedio, se registraron  $7,2 \pm 3,5$ ;  $7,6 \pm 3,1$  y  $7,4 \pm 2,8$  MR por mata, para las frecuencias de 21, 35 y 49 días respectivamente (Figura 25a). Al considerar la intensidad de la defoliación, en promedio, se observaron  $6,5 \pm 2,7$  y  $8,3 \pm 3,2$  MR por mata para las intensidades de 5 y 10 cm, respectivamente (Figura 25a).

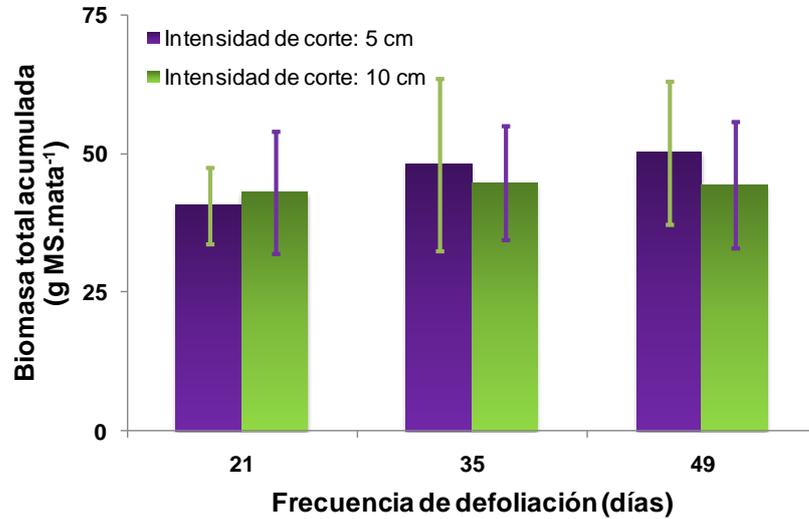
La frecuencia de defoliación no afectó el peso de las cañas, registrándose un promedio de  $0,66 \pm 0,20$  g MS.macollo<sup>-1</sup>. Los MR emergidos en matas sometidas a mayor intensidad de defoliación fueron ligeramente más livianos que en aquellas sometidas a menor intensidad, aunque la diferencia en peso entre ambas no fue significativa. En promedio, las matas cortadas a 5 cm de suelo tuvieron 0,13 g MS.macollo<sup>-1</sup> por encima de las matas cortadas a 10 cm ( $0,73 \pm 0,22$  y  $0,60 \pm 0,19$  g MS.macollo<sup>-1</sup>, respectivamente) (Cuadro 5 y Figura 25b).



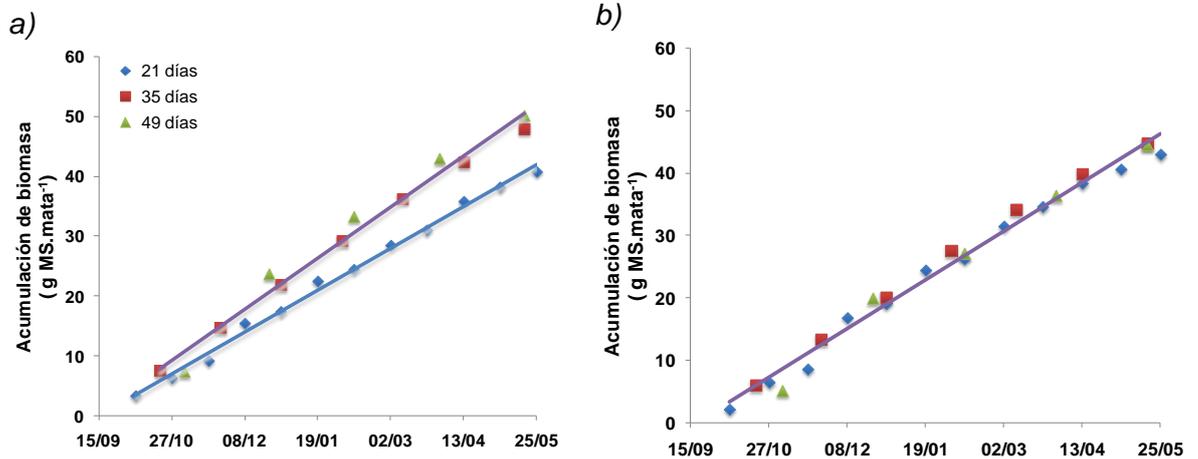
**Figura 25.** a) Número de macollos reproductivos (N°.mata<sup>-1</sup>) y b) peso individual de los mismos (g MS.macollo<sup>-1</sup>) en matas de *Andropogon lateralis* para las distintas frecuencias e intensidades de defoliación.

#### 4.3.2. Biomasa total acumulada y tasa de acumulación

La acumulación total de biomasa, a lo largo del período experimental, no fue afectada ni por la frecuencia ( $p=0,49$ ) ni por la intensidad ( $p=0,59$ ) de la defoliación, registrándose un promedio general de  $45,18 \pm 11,24$  g MS.mata<sup>-1</sup> (Figura 26). Sin embargo, al analizar para cada intensidad de defoliación, la tasa de acumulación de biomasa, se registraron diferencias ( $p=0,001$ ) entre la frecuencia de 21 días ( $0,177b$  g MS.mata<sup>-1</sup>.día) respecto de las de 35 y 49 días ( $0,203a$  g MS.mata<sup>-1</sup>.día) (Figura 27a) dentro de las matas correspondientes a una intensidad de defoliación de 5 cm, mientras que con una intensidad de 10 cm no se observaron dichas diferencias ( $p=0,4895$ ;  $0,186$  g MS.mata<sup>-1</sup>.día) (Figura 27b). La alta variabilidad encontrada entre la biomasa total acumulada por las distintas matas, puede ser la razón por la cual la diferencia hallada en las tasas de acumulación no se reflejaron en la biomasa promedio total acumulada.



**Figura 26.** Biomasa total acumulada (g MS.mata<sup>-1</sup>) por matas de *Andropogon lateralis* Nees. para las diferentes frecuencias e intensidades de defoliación.



**Figura 27.** Acumulación de biomasa (g MS.mata<sup>-1</sup>) en matas de *Andropogon lateralis* Nees. a lo largo del período experimental para tres frecuencias y 2 intensidades de corte: a) 5 cm y b) 10 cm del suelo.

Los valores de probabilidad de los efectos de frecuencia y de intensidad de la defoliación sobre la tasa de acumulación (TA) de las matas de *Andropogon lateralis*, a través del ciclo de crecimiento y en tres momentos determinados pueden observarse en el Cuadro 3.

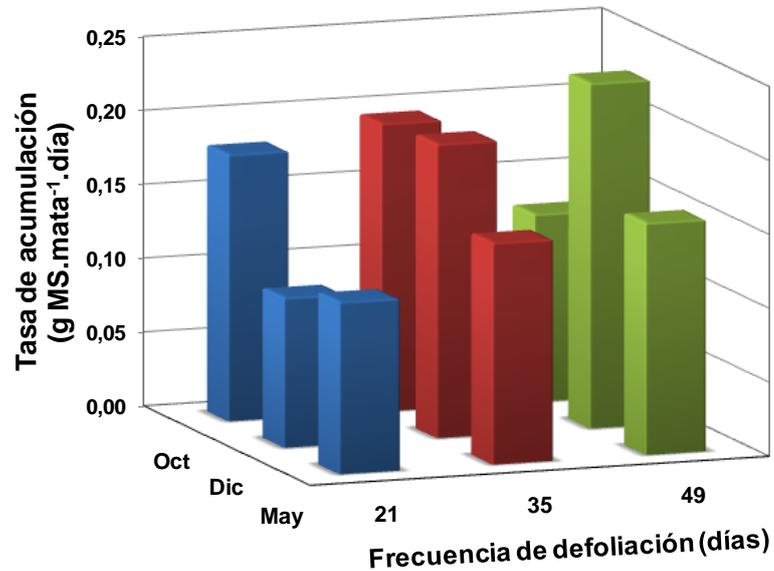
**Cuadro 3.** Probabilidad de los efectos frecuencia (F) e intensidad (I) de la defoliación sobre la tasa de acumulación de matas de *Andropogon lateralis* Nees.

<b>Efecto</b>	<b>Ciclo Completo</b>	<b>Octubre (319°D)<sup>1</sup></b>	<b>Diciembre (1064°D)<sup>1</sup></b>	<b>Mayo (2678°D)<sup>1</sup></b>
<b>F</b>	0,0936	0,0545	<b>&lt;0,0001</b>	0,1649
<b>I</b>	0,8661	0,1791	0,5183	0,8626
<b>F x I</b>	0,5635	0,5471	0,5504	0,7491

<sup>1</sup> Grados días (GD) acumulados desde el inicio del experimento.

Los tres momentos determinados del período experimental (Octubre, Diciembre y Mayo) se establecieron porque en ellos coinciden los muestreos de los diferentes tratamientos, pudiéndose realizar de esta manera el análisis estadístico de los resultados hallados.

La tasa de acumulación durante el ciclo completo, no varió ni con la frecuencia ni con la intensidad de defoliación, siendo en promedio de  $0,178 \pm 0,082$  g MS.mata<sup>-1</sup>.día. Similar comportamiento tuvieron las tasas registradas en octubre y mayo ( $0,158 \pm 0,066$  y  $0,140 \pm 0,053$  g MS.mata<sup>-1</sup>.día, respectivamente) (Cuadro 3). Sin embargo, en el mes de diciembre, cuyo promedio no se diferencia ( $p=0,2224$ ) de los restantes momentos, se observó una tasa superior en las frecuencias de defoliación de 35 y 49 días ( $0,199a$  y  $0,234a$  g MS.mata<sup>-1</sup>.día, respectivamente) con respecto a la tasa de acumulación de las matas sometidas a defoliación cada 21 días ( $0,102b$  g MS.mata<sup>-1</sup>.día) (Figura 28).



**Figura 28.** Tasa de acumulación (g MS.mata<sup>-1</sup>.día) de matas de *Andropogon lateralis* Nees., para las frecuencias de defoliación evaluadas en tres momentos determinados del período experimental.

Al analizar la tasa de acumulación por unidad de área de las matas, no se encontraron diferencias entre las distintas frecuencias o intensidades ( $p > 0,05$ ) de defoliación evaluadas, registrándose un promedio de  $0,012 \pm 0,004$  g MS.cm<sup>-2</sup>.día, debido a que, como se mencionó anteriormente, no se produjeron variaciones en el tamaño de las matas a lo largo del período experimental.

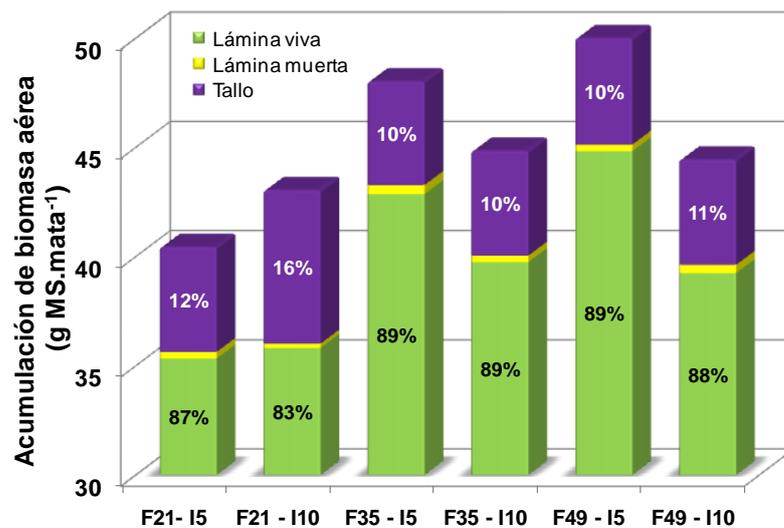
#### 4.3.3. Componentes de la biomasa acumulada

La frecuencia y la intensidad de defoliación no afectaron la cantidad de biomasa de lámina viva (LV), lámina muerta (LM) y tallo (T) y la relación LV:LM+T presente en las matas de *Andropogon* evaluadas (Cuadros 4), lo cual podría estar asociado a la alta variabilidad de los resultados hallados.

**Cuadro 4.** Probabilidad de los efectos de frecuencia (F) e intensidad (I) de defoliación sobre la cantidades acumuladas de biomasa de lámina viva (LV), lámina muerta (LM), tallos (T) y la relación LV:LM+T de matas de *Andropogon lateralis* Nees.

Efecto	Biomasa acumulada			Relación LV:LM+T
	LV	LM	T	
F	0,2716	0,1051	0,4397	0,1053
I	0,4470	0,2972	0,4039	0,3662
FxI	0,7801	0,1470	0,3560	0,7731

La biomasa total acumulada estuvo compuesta en promedio por  $35,6 \pm 10,1$ ;  $0,31 \pm 0,14$  y  $5,25 \pm 2,25$  g MS.mata<sup>-1</sup> de LV, LM y T, respectivamente (Cuadro VI). La relación LV:LM+T promedio fue  $8,1 \pm 2,8$ . Al considerar la cantidad de los componentes de la biomasa como porcentajes de la biomasa total acumulada, también se observó que ni la frecuencia ni la intensidad de defoliación afectaron el porcentaje de LV (%LV), lámina muerta (%LM) o tallo (%T) sobre el total de biomasa acumulada por las matas. Los porcentajes de LV, LM y T variaron entre los valores 83,2 y 89,3%, 0,5 y 0,9% y 9,5 y 16,3%, respectivamente (Figura 29).



**Figura 29.** Acumulación de biomasa aérea, con proporción de componentes, en matas de *Andropogon lateralis* Nees para las diferentes frecuencia e intensidad de defoliación evaluadas.

#### 4.3.4. Composición química del forraje

La frecuencia de la defoliación no afectó significativamente la composición química de la biomasa forrajera, al ponderar la digestibilidad de la materia seca (DivMS), la concentración de proteína bruta (PB) y de fibra detergente neutro (FDN) de las fracciones componentes por sus respectivas proporciones de la biomasa, siendo el promedio igual a  $51,9 \pm 6,1$ ;  $9,7 \pm 2,3$  y  $69,7 \pm 6,8$  % para la DivMS y la concentración de PB y FDN, respectivamente (Cuadro 5). No obstante, tanto la DivMS como las concentraciones de PB y FDN ponderados variaron según el momento del período experimental considerado (Cuadros 5 y 6 y Figura 30).

**Cuadro 5.** Probabilidad del efecto de la frecuencia (F) y de tres momentos determinados (M) de la defoliación sobre la digestibilidad de la materia seca (DivMS), la concentración de proteína bruta (PB) y de fibra detergente neutro (FDN) ponderados por la proporción de las fracciones componentes de la biomasa (lámina viva y tallo) de matas de *Andropogon lateralis*.

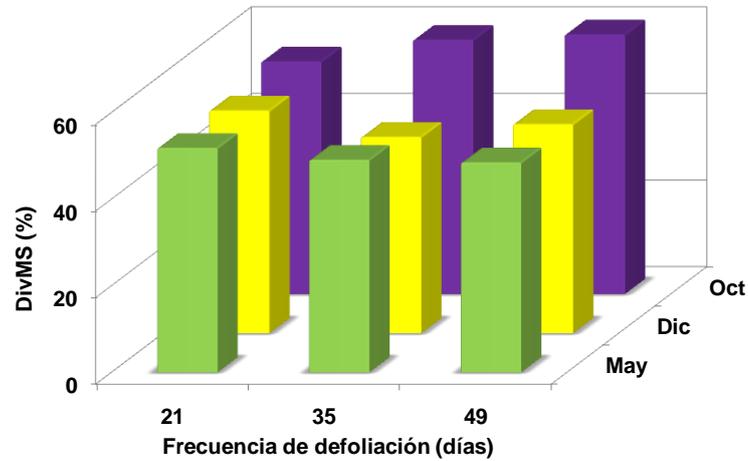
Efecto	DivMS	PB	FDN
F	0,5327	0,6923	0,4243
M	<b>0,0021</b>	<b>&lt;0,0001</b>	<b>0,0042</b>
F x M	0,1738	0,2039	0,3461

**Cuadro 6.** Digestibilidad de la materia seca (DivMS), concentración de proteína bruta (PB) y de fibra detergente neutro (FDN) ponderados por la proporción de las fracciones componentes de la biomasa (lámina viva y tallo) de matas de *Andropogon lateralis*, en tres momentos determinados de la defoliación.

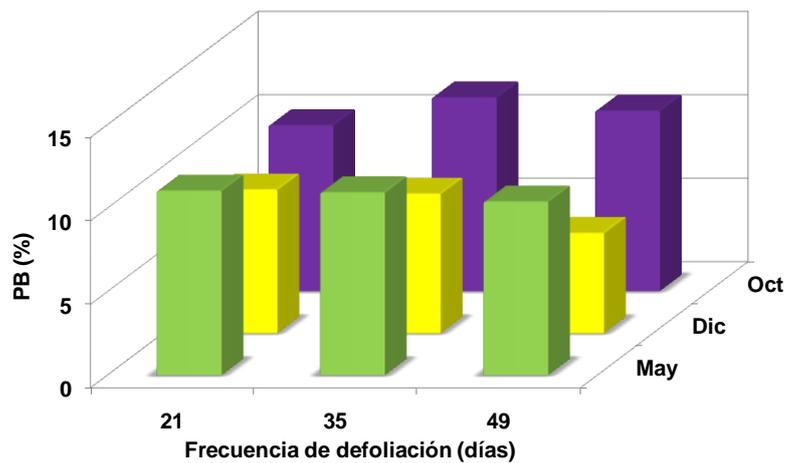
Momento	DivMS	PB	FDN
	----- (%) -----		
<b>Octubre (3190D)</b>	$56,5 \pm 5,1$ a	$10,6 \pm 1,4$ a	$72,8 \pm 3,4$ b
<b>Diciembre (10640D)</b>	$46,3 \pm 4,7$ b	$6,5 \pm 1,1$ b	$77,2 \pm 2,5$ a
<b>Mayo (26780D)</b>	$49,8 \pm 4,1$ b	$10,8 \pm 1,0$ a	$68,2 \pm 4,8$ b

Letras distintas, en sentido de columnas, indican diferencias significativas.

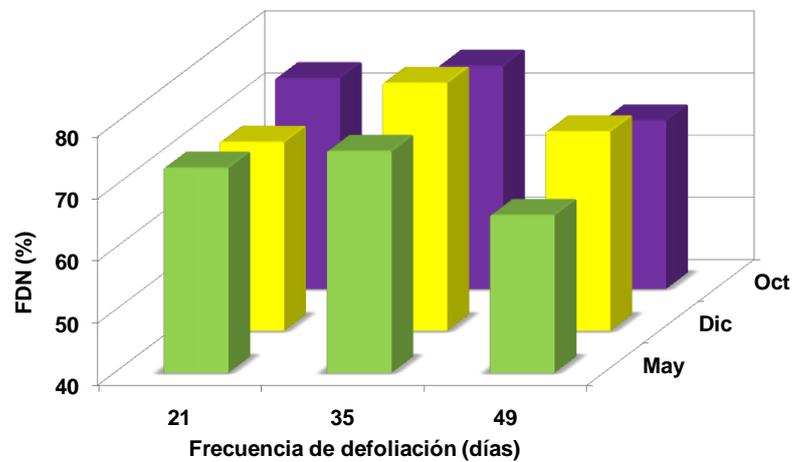
a)



b)

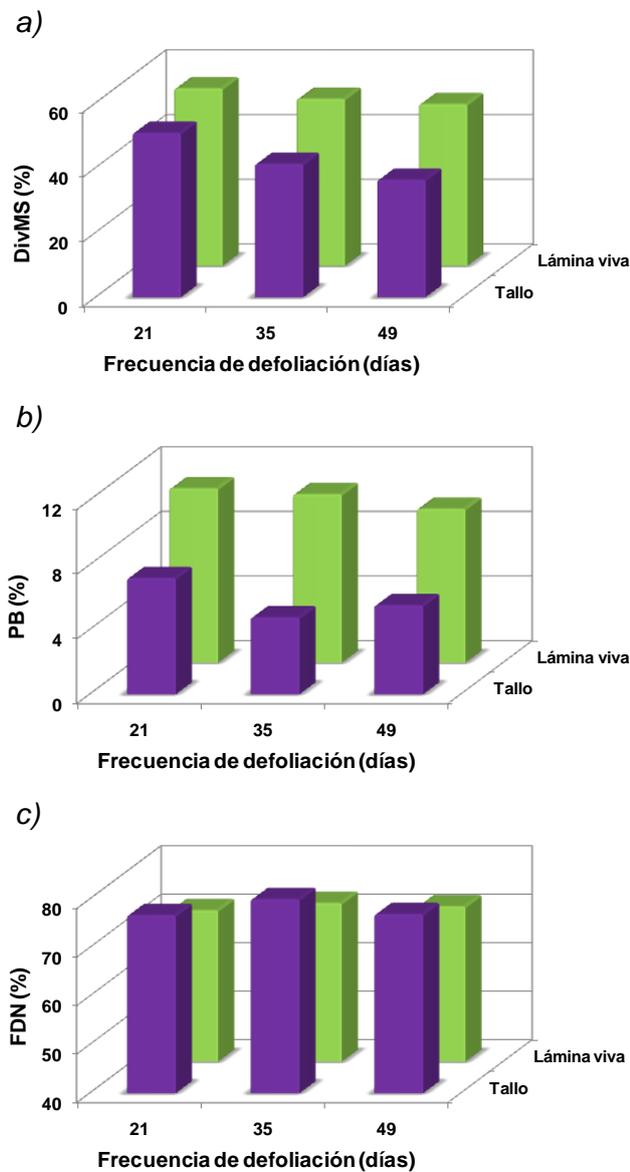


c)



**Figura 30.** a) Digestibilidad de la materia seca (DivMS; %), b) concentración de proteína bruta (PB, %) y c) concentración de fibra detergente neutro (FDN; %), ponderados por la proporción de las fracciones componentes de la biomasa (lámina viva y tallo) de matas de *Andropogon lateralis* en tres momentos determinados del período experimental.

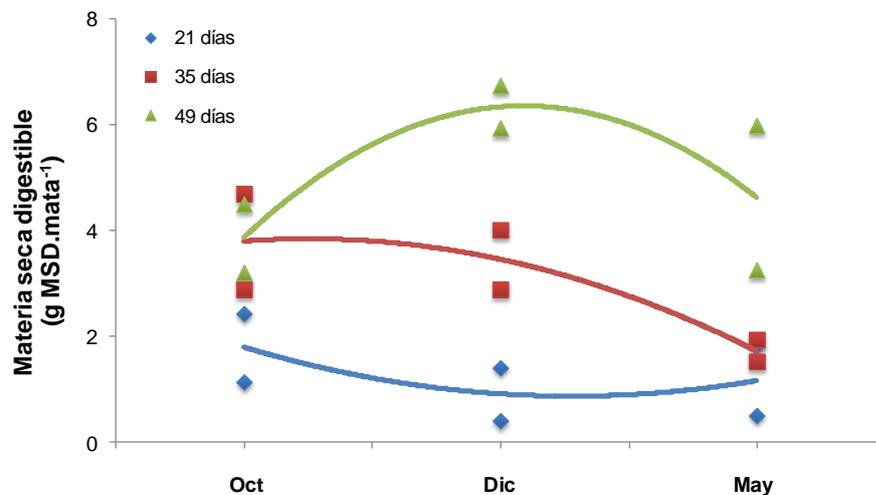
La fracción componente de la biomasa (LV: lámina viva ó T: tallo) afectó tanto la DivMS como las concentraciones de PB y FDN ( $p < 0,001$ , en todos los casos). El promedio general de la fracción LV fue de  $51,1 \pm 6,0$  %,  $10,4 \pm 1,7$  % y  $71,8 \pm 4,0$  %, para DivMS, PB y FDN, respectivamente. Mientras que la fracción T registró un promedio general de  $44,8 \pm 9,6$  %;  $6,2 \pm 2,3$  % y  $78,2 \pm 4,9$  % ( $p < 0,01$ ) para las mencionadas variables. Por otro lado, dichos parámetros de la composición química de los componentes de la biomasa no fueron afectados ( $p > 0,05$ ) por la frecuencia de defoliación (Figura 31).



**Figura 31.** a) Digestibilidad de la materia seca (DivMS), b) concentración de proteína bruta (PB) y c) concentración de fibra detergente neutro (FDN) para las fracciones lámina viva y tallo de matas de *Andropogon lateralis* Nees para las diferentes frecuencias de defoliación.

#### 4.3.5. Acumulación de materia seca digestible

La cantidad de materia seca digestible (MSD), en promedio por muestreo, fue superior ( $p < 0,01$ ) en las matas sometidas a una menor frecuencia de defoliación ( $4,6 \pm 1,5$  g MSD.mata<sup>-1</sup>) y menor en las matas sometidas a mayor frecuencia de corte ( $1,9 \pm 1,3$  g MSD.mata<sup>-1</sup>). Desde comienzos del ensayo (octubre), las matas cortadas cada 21 días tuvieron menores valores de MSD ( $1,9 \pm 1,7b$  g MSD.mata<sup>-1</sup>) que los obtenidos en matas bajo frecuencias de 35 ( $3,1 \pm 1,2ab$  g MSD.mata<sup>-1</sup>) o 49 días ( $4,6 \pm 1,5a$  g MSD.mata<sup>-1</sup>), pero tuvieron una menor variación a lo largo del ciclo de crecimiento (Figura 32). La frecuencia de defoliación no produjo diferencias ( $p \leq 0,05$ ) en la producción total de materia seca digestible acumulada por las matas en todo el ciclo de crecimiento, produciendo en promedio  $22,6 \pm 2,1$  g MSD.mata<sup>-1</sup>.



**Figura 32.** Producción media de materia seca digestible (g MSD.mata<sup>-1</sup>) de matas de *Andropogon lateralis* Nees, para las diferentes frecuencias de defoliación en tres momentos determinados del ciclo de crecimiento (Octubre (319°D), Diciembre (1064°D) y Mayo (2678°D)).

## 5. DISCUSIÓN

Al analizar la respuesta de *Andropogon lateralis* a los factores estudiados se debe considerar que las unidades experimentales evaluadas correspondieron a matas que crecían en forma relativamente aisladas de otros congéneres, dentro de una comunidad de pastizal integrado por especies de bajo porte como *Bothriochloa sp.*, *Paspalum sp.*, *Axonopus affinis*, *Sporobolus indicus*, *Setaria geniculata*, entre otras. Si bien ocurren situaciones donde esta especie domina la comunidad y establece prácticamente un stand denso, este tipo de distribución espacial es muy frecuente en las comunidades naturales donde el *Andropogon lateralis* está presente. La situación experimental implementada podría considerarse intermedia entre los estudios que analizan cubiertas monoespecíficas en stand denso y aquellos que utilizan plantas aisladas artificialmente donde la competencia por los recursos disponibles es nula.

### 5.1. Estructura de mata

Las variaciones morfofisiológicas que presentan las diversas especies pueden deberse tanto a características genéticas de la población como a influencias del ambiente en la expresión de esos genotipos (Porto, 2004). El efecto fenotípico provocado por la interacción entre el ambiente y el genotipo es conocido como plasticidad fenotípica y puede expresarse como crecimiento en altura, diámetro o cambios en la anatomía y morfología de las estructuras vegetativas y reproductivas (Fuzeto; Lomônaco, 2000).

En el presente ensayo, el diámetro de las matas permaneció invariable con la época, la edad del rebrote (Exp.1) y diferentes regímenes de defoliación (Exp.2). Asociado a esto, el número promedio de macollos totales por mata ( $99,7 \pm 28,2$  macollos.mata<sup>-1</sup>), variable estudiada solamente en el Experimento 1 por ser de carácter destructivo, tampoco fue afectado por los factores evaluados en dicho experimento de este estudio.

Las especies de gramíneas están compuestas por una población de macollos que responden a estímulos ambientales y a la defoliación (Mitchell; Moser, 2000). La magnitud y naturaleza de esa respuesta pueden tener un importante impacto sobre la estructura del forraje. El número de macollos por planta ó por unidad de área está determinado por las tasas de aparición y muerte de macollos (Agnusdei, 1993) y por la densidad de plantas (Langer, 1963). Variaciones estacionales en el número de macollos presentes en una pastura ocurren debido a la influencia de variables ambientales. Langer (1963) comentó que la tasa de aparición de macollos es altamente dependiente de la temperatura. No obstante, sería esperable un mayor número de macollos de *Andropogon lateralis* en aquellas plantas que iniciaron su rebrote en verano debido a las mayores temperaturas registradas en esta época (24°C) en relación a las demás épocas, sin embargo, este tipo de respuesta no fue observada en este experimento. Cruz (1998) para la misma especie en la región de Río Grande do Sul (Brasil), registró valores de 1090 macollos.m<sup>-2</sup> en verano y 636 macollos.m<sup>-2</sup> en primavera y otoño. Los valores obtenidos por dicho autor son inferiores a los hallados en el presente estudio, porque si consideramos el tamaño promedio de las matas evaluadas (0,07 m<sup>2</sup>.mata<sup>-1</sup>) y el número de macollos que la integran, fue posible estimar el número de macollos por unidad de área en 1420 macollos.m<sup>-2</sup>.

La bibliografía indica una gran variabilidad en la densidad de macollos relacionada a las diferentes especies C<sub>4</sub> y ambientes evaluados (Sollenberger; Burns, 2001), para *Panicum máximum* se mencionan valores desde 110 hasta 620 macollos.m<sup>-2</sup> (Santos, 1997; 2002) y para *Cynodon* spp. Carvalho (2000) encontró valores de hasta 16000 macollos.m<sup>-2</sup>. Mitchell y Moser (2000) registraron entre 600 y 1600 macollos.m<sup>-2</sup> para *Panicum virgatum* y entre 300 y 800 macollos.m<sup>-2</sup> en *Andropogon gerardii* durante la etapa de crecimiento de las plantas en Nebraska (EEUU).

En este estudio, la altura del rebrote de las matas fue diferente según el momento en que se realizó el corte inicial y la edad del rebrote (Exp.1) y no fue afectada por la intensidad de la defoliación, pero si por la frecuencia a la cual fueron defoliadas, siendo en promedio más bajas las matas defoliadas más frecuentemente (21 días) (Exp.2; Figura 23b). Para ambos experimentos, dicho comportamiento estuvo fuertemente relacionado al estado fenológico debido a que las mayores alturas fueron obtenidas cuando las plantas a ser defoliadas (Exp.1) o redefoliadas (Exp.2) presentaron macollos reproductivos elongados, alcanzando alturas máximas entre 70

y 130 cm (Exp.1; Figura 11). Estos valores coinciden con lo encontrado en estudios realizados en el INTA Mercedes (1972), y por Benítez y Fernández (1978) y por Fernández *et al.* (1993) con la misma especie.

El momento de aparición de las cañas reproductivas fue dependiente de la fecha y no de la edad o momento de inicio del rebrote. Así las plantas desarrollaron cañas principalmente en diciembre con independencia de la edad del rebrote y no lo hicieron en rebrotes iniciados en Enero. (Exp.1; Figura 12a). En el Experimento 2, la intensidad de defoliación no afectó el momento de aparición de cañas, mientras que las frecuencias de defoliación de 21 y 35 días determinaron la presencia de cañas en rebrotes defoliados en diciembre. Como excepción, las plantas defoliadas cada 49 días solo presentaron cañas a fines de marzo (Exp.2; Figura 24). En todos los casos evaluados, se registró en cada mata la presencia de cañas reproductivas principalmente en un momento determinado del ciclo de crecimiento. Según Benítez y Fernández (1978) la paja colorada es una especie estival, que rebrota desde agosto hasta mayo y se reproduce desde septiembre a marzo, pero el grueso de la floración se produce entre los meses de octubre a diciembre y la anticipación o prolongación de este proceso depende en cierta medida de los factores climáticos, particularmente temperatura.

Boldrini (1993) y Cruz (1998), también observaron que *A. lateralis* puede florecer tanto en primavera como en verano y otoño, pero que la mayor ocurrencia de la floración de esta especie se concentra en los meses de verano. Otras especies estivales características de los pastizales naturales entrerrianos como *Paspalum plicatulum*, *Bothriochloa laguroides* y *Bothriochloa saccharoides* presentan una mayor asignación de recursos a estructuras reproductivas en los meses de diciembre y enero (Rosengurt *et al.*, 1979; Fernández *et al.*, 1983; Arana *et al.*, 1985; Deregibus *et al.*, 1985; Verdier, 1993).

En gramíneas C<sub>4</sub> es esperable con períodos de descansos prolongados, que la fracción tallo sea el principal componente estructural del forraje acumulado (Nacimiento Jr.; Adese, 2004; Bendersky, 2007). Esto se debe a que la inducción floral, en estas gramíneas, puede ocurrir en cualquier momento con el avance de la estación de crecimiento y no es muy dependiente de factores estacionales como temperatura y largo del día (Cruz; Boval, 2000). En experiencias llevadas a cabo en la EEA INTA

Mercedes (Corrientes) se ha observado que en años lluviosos *A. lateralis* forma más cañas por planta que en años secos (Royo Pallares; Benítez, 1976).

En el Experimento 1, el número de cañas fue la variable que más diferencias presentó entre las distintas épocas de rebrote. En cada época, el número de cañas fue aumentando con la edad del rebrote registrándose el valor máximo a principios de marzo, y siendo mayor en el rebrote con inicio en primavera (45 cañas-mata<sup>-1</sup>), intermedio en el de invierno (28 cañas.mata<sup>-1</sup>), menor en el inicio de primavera tardía (19 cañas.mata<sup>-1</sup>) y nulo en el rebrote iniciado en verano (Exp. 1; Figura 12a). Esto confirma, parcialmente, la hipótesis que un atraso de la defoliación en la estación de crecimiento provoca una disminución en el número de cañas y, en consecuencia, que los rebrotes más tardíos tenderían a acumular forraje con menor proporción de estructuras de menor valor nutritivo

El número de cañas por planta es muy variable (de 1 a 80 cañas por planta) y además, puede estar afectado por el manejo de la defoliación efectuada durante el año (Benítez; Fernández, 1978).

En el Experimento 2, no se registraron diferencias en el número de cañas por mata ante la aplicación de diferentes regímenes de defoliación, aunque se observó una leve tendencia a que las matas defoliadas con menor intensidad presentaron mayor número de cañas reproductivas (Figura 25a). Esta tendencia se relacionaría con la mayor probabilidad que tienen las defoliaciones más intensas de afectar el crecimiento incipiente de tallos jóvenes y así interrumpir su desarrollo. La defoliación interrumpe el desarrollo de los macollos reproductivos, generando posteriormente un rebrote constituido principalmente por un mayor número de macollos vegetativos. Esto podría ser explicado por la eliminación de la dominancia apical ejercida sobre las yemas axilares, que estimula el macollamiento, y así el desarrollo vegetativo (Stoddart *et al.*, 1995). Korte *et al.* (1984) también registraron que la tasa de mortalidad de macollos reproductivos fue mayor con alta intensidad de pastoreo que con pastoreos más leves.

La ocurrencia de una relación inversa entre frecuencia de defoliación y desarrollo de tallos florales ha sido descrita por Korte y Harris (1987) y Davies (1988). Luisoni (1994), determinó para *Schizachyrium paniculatum* que en el período con altas tasas de crecimiento y elongación de tallos, disminuciones de 10 días en la frecuencia de defoliación fueron suficientes para que una mayor cantidad de tallos florales se acumulen. Korte *et al.* (1984, 1985) observaron que, en pasturas de raigrás, pastoreos

poco frecuentes aumentaron la supervivencia de macollos reproductivos. Resultados similares fueron obtenidos por Hume (1991) al comparar dos especies de *Lolium* con *Bromus willdenowii* Kunth. Este tipo de respuesta no fue observada en este estudio en la amplitud de frecuencias (21-49 días) utilizadas. El número promedio de cañas de las distintas frecuencias de defoliación varió entre 7,2 y 7,6 cañas.mata<sup>-1</sup>, valores mucho menores a los alcanzados por las plantas del Experimento 1 (19-45 cañas.mata<sup>-1</sup>) luego de más de 60 días de rebrote. Se podría especular que las frecuencias utilizadas no hayan sido lo suficientemente amplias como para manifestar la relación inversa detectada en otras especies.

El peso individual de las cañas fue aumentando con la edad de rebrote y alcanzó un valor promedio de 1,27±0,50 g MS.macollo<sup>-1</sup>, al momento de mayor número de cañas por mata, independientemente del momento de inicio del mismo (Exp.1; Figura 12b). Herling *et al.* (1998) determinaron que el peso medio de los macollos reproductivos en *Panicum maximum* está influenciado por la época del año y el período de descanso.

En el rebrote de fines de primavera, hacia la finalización del ciclo de crecimiento evaluado, las matas presentaron menor número de macollos reproductivos y como consecuencia de esto un mayor peso individual de los mismos (Exp.1; Figura 12b).

El peso individual de los macollos reproductivos no fue afectado ni por la frecuencia ni por la intensidad de defoliación. No obstante, las cañas presentes en las matas defoliadas a menor intensidad, que habían presentado mayor número de cañas, fueron ligeramente más livianas que en aquellas matas sometidas a mayores intensidades (Exp.2; Figura 25b) Este tipo de respuesta podría relacionarse con lo observado en pasturas de gramíneas templadas, donde existe una compensación entre peso y número de macollos, siendo que la producción se mantiene relativamente estable sobre diferentes condiciones de manejo (Matthew *et al.*; 1995; 2000). Recientemente se han llevado a cabo estudios de este tipo en gramíneas megatérmicas como *Cynodon* cv Tifton 85, Floralkirk, Coastcross; *Brachiaria brizantha* cv Marandú y *Panicum maximum* cvs Mombaça y Tanzania; con un enfoque conceptual y metodológico común al aplicado en especies templadas obteniendo similares respuestas (Hodgson, 1990; Carnevalli, 2003; Sbrissia *et al.*, 2003; Sbrissia, 2004).

Los resultados de ambos experimentos sugieren que: a) la acumulación del número de cañas y su tamaño dependió principalmente de la edad de rebrote y que fue necesario más de 60 días para su máxima expresión; b) frecuencias de defoliación de

hasta 49 días fueron suficientes para disminuir marcadamente su expresión y que dicha disminución no pudo ser acentuada al aumentar la frecuencia hasta 21 días.

## 5.2. Acumulación de biomasa y sus componentes

La tasa de acumulación de materia seca de los rebrotes con macollos reproductivos fue 75% mayor que la de aquellos en los que todos los macollos fueron vegetativos (verano), siendo la acumulación de materia seca total un 84% superior en los primeros (Exp.1; Figura 13). Entre los rebrotes que desarrollaron cañas, el de inicio de primavera alcanzó la mayor acumulación de biomasa, debido principalmente a la presencia de un mayor número de tallos reproductivos (Exp.1; Figuras 12a y 14).

La tasa de acumulación de los rebrotes de las matas defoliadas a 5 cm fue menor cuando la frecuencia de defoliación fue de 21 días que cuando ésta fue de 35 ó 49 días. Por el contrario, cuando la intensidad de defoliación fue de 10 cm, la frecuencia de la defoliación no afectó la tasa de acumulación. Sin embargo, las medias de acumulación de biomasa no difirieron significativamente ni entre frecuencias ni entre intensidades de defoliación (Exp.2; Figura 27).

Las matas sometidas a defoliaciones cada 35 ó 49 días tuvieron una mayor tasa de acumulación de materia seca en el mes de diciembre, a diferencia de las matas cortadas cada 21 días que presentaron su máxima tasa de crecimiento en el mes de octubre (Exp.2; Figura 28). Esto coincide con el momento de máxima productividad descrito por Landi *et al.* (1971) y Deregibus *et al.* (1987) en pastizales entrerrianos, con lo observado por Sala *et al.* (1981) en *Bothriochloa laguroides*, por Chadhokar y Humpreye (1973) en *Paspalum plicatulum* y por Verdier (1993) en ambas especies.

Distintos investigadores han descrito tres diferentes respuestas de las plantas a la defoliación: una disminución, un mantenimiento o aún un aumento del crecimiento de las plantas defoliadas en relación a plantas no defoliadas. La respuesta más generalizada es una reducción del crecimiento de las plantas ante la defoliación. A mayor intensidad y frecuencia de defoliación menor será el rendimiento total (Jameson, 1963). Sin embargo, según Hilbert *et al.* (1981), McNaughton (1983), Coughenour *et al.* (1984) y Hodgkinson; Mott (1987), bajo ciertos regímenes de defoliación, las plantas pueden aumentar su crecimiento relativo de forma tal que su

rendimiento total no diferirá del de pasturas no defoliadas. Esto ocurre a determinadas intensidades y frecuencias de defoliación, por encima de las cuales disminuye también el rendimiento acumulado. El crecimiento sobre-compensatorio (McNaughton, 1983) ocurre cuando el rendimiento de plantas bajo intensidades de defoliación moderadas es superior al de plantas no defoliadas. Esta sobrecompensación del crecimiento fue observada por Oesterheld y McNaughton (1988) en *Themeda triandra*.

Una característica del crecimiento de *A. lateralis* manifestada en el presente estudio fue su estabilidad ante distintas estrategias de defoliación, ya que la acumulación total de biomasa no fue afectada ni por la frecuencia ni por la intensidad de defoliación (Exp.2; Figura 26). Aún bajo defoliaciones frecuentes (21 días) e intensas (5 cm), las matas aumentaron su crecimiento de forma tal que su rendimiento total no presentó diferencias con respecto al de matas defoliadas con menor frecuencia y/o menor intensidad, esto probablemente puede deberse a algunos de los siguientes factores: incremento de la tasa fotosintética del tejido remanente, aumento de la tasa relativa de absorción de nutrientes y/o un cambio en la asignación de recursos hacia la producción de mayor área foliar (Hilbert *et al.*, 1981; McNaughton, 1983; Hodgkinson; Mott, 1987). Esta estabilidad ante distintos regímenes de defoliación también se manifestó en el número y peso de macollos reproductivos, importante componente de la acumulación de forraje en gramíneas C<sub>4</sub>.

Los procesos de crecimiento, senescencia y utilización del forraje son parcialmente antagónicos y puede resultar que la producción neta de forraje sea relativamente poco sensible a los cambios en la defoliación y, por lo tanto, que la producción y utilización de forraje con diferentes estrategias de defoliación sea similar (Cangiano, 1996). Hodgson y Wade (1978) concluyeron para raigrás que el efecto de la frecuencia de defoliación deprime la acumulación de forraje sólo cuando la misma es inferior a 14 días.

Existen escasas evaluaciones detalladas de las características estructurales de pasturas cuya base son gramíneas C<sub>4</sub> y su efecto sobre el comportamiento de animales en pastoreo (Sollenberger; Burns, 2001; Benvenuti *et al.*, 2006; Gordon; Benvenuti, 2006; Benvenuti *et al.*, 2007). Sin embargo en los últimos años diversas investigaciones han evaluado el porcentaje de hojas, tallos y material muerto en la estructura de la pastura y su efecto sobre el consumo (Euclides *et al.*, 2000; Boval *et al.*, 2007). t'Mannetje y Ebersohn (1980) señalaron que en regiones tropicales, debido

a que las gramíneas acumulan gran cantidad de material muerto durante el invierno, el consumo animal se relaciona mejor con la disponibilidad de forraje verde ó lámina que con la disponibilidad total.

En el Experimento 1, la biomasa acumulada por matas que presentaron macollos reproductivos estuvo compuesta de 23 a 45% de lámina viva, 2 a 10% de lámina muerta y 50 a 70% de tallo, mientras que la biomasa de las matas que no presentaron macollos reproductivos (inicio de rebrote de verano) estuvo compuesta de 87% de lámina viva y 13% de lámina muerta (Figura 16). En *Panicum maximum* Jacq. cvs. Tanzânia y Mombaça, por ejemplo, fue observado que los tallos llegaban a representar el 70% de la materia seca disponible en la época de floración (Santos *et al.*, 1999), mientras que para pasto elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.), Balsalobre (1996) observó al inicio de la floración que los tallos correspondían al 66% de la materia seca disponible. En ensayos realizados sobre plantas del género *Bothriochloa* y *Paspalum* las estructuras reproductivas representaron entre 20 y 50% del peso total de la biomasa acumulada (White, 1990; Erni, 1992; Verdier, 1993).

Según Wilson (1983) la densidad con que es ocupado un hábitat incide en la asignación relativa de recursos a estructuras vegetativas y reproductivas. Hábitats ocupados densamente favorecerán una mayor asignación de recursos a crecimiento, dado que la competencia por luz y otros recursos será mayor que en sitios ocupados por plantas aisladas. En el presente trabajo, la característica experimental de mata aislada, creciendo en una comunidad de pastos bajos, generaría una situación favorable para la expresión de la capacidad de diferenciar macollos reproductivos.

Las diferentes alternativas de manejo de la defoliación evaluadas (Exp. 2) no afectaron la cantidad de los distintos componentes de la biomasa, la que en promedio estuvo constituida por 82 a 89% de lámina viva; 0,5 a 0,9% de lámina muerta y 9 a 16% de tallo, valores marcadamente distintos a los observados en las matas con períodos de crecimiento más largo como las del Experimento 1 sobre todo en la relación hoja:tallo (Figura 29). Esto indicaría que aún con la menor frecuencia evaluada se puede aumentar la relación hoja:tallo respecto de tiempos de rebrote más largos y que la falta de respuesta a incrementos en la frecuencia posibilitaría manejarla con cierta flexibilidad. Diferente resultado obtuvo Luisoni (1994) al evaluar plantas de *Schizachyrium paniculatum*, las cuales al aumentar la carga animal aumentaron marcadamente la fracción compuesta por hojas. Esta respuesta de las plantas está de

acuerdo con los resultados obtenidos por Chacon *et al.* (1978), Kristensen (1988) y Costa *et al.* (2000). En una experiencia en distintas estaciones del año con especies subtropicales con un 29% de biomasa foliar, se logró aumentar ésta a 45% en promedio, con un valor máximo de 70%, mediante el incremento de la presión de pastoreo (Chacon *et al.*, 1978).

### 5.3. Composición química del forraje

La madurez es considerada como el factor principal que afecta la composición química y el valor nutritivo de la mayoría de los forrajes (Nelson; Moser, 1994; Cangiano, 1996). Norton (1982) describe una disminución del valor nutritivo en función de la edad del rebrote para distintas gramíneas tropicales, destacando que, en términos de valor forrajero de una especie, resulta de mayor importancia la tasa de caída de la digestibilidad y contenido de proteína que sus valores extremos, en relación a las posibilidades de manejo de la defoliación. Burns *et al.* (1997) describieron la reducción en el valor nutritivo del forraje como una relación no lineal con el avance de la madurez fisiológica. Esto coincide con lo hallado en el presente estudio, donde se registró una considerable pérdida en la composición química de las plantas de *A. lateralis* con el transcurso de los días de rebrote (Exp.1; Figura 18 y Exp.2; Figura 30). La disminución en la digestibilidad *in vitro* de la materia seca (DivMS) y la concentración de proteína bruta (PB) con la edad del rebrote variaron entre las diferentes épocas de inicio del rebrote, mientras que la concentración de fibra detergente neutro (FDN) fue similar entre todas ellas (Exp.1; Figura 18). Así los rebrotes iniciados en verano, que no produjeron cañas, tuvieron una menor tasa de caída que el resto, lo que se relaciona parcialmente con la hipótesis de que al atrasar el momento de inicio del rebrote se produce una mejora en la composición química de la biomasa acumulada. Según Buxton (1996) la relación hoja:tallo se reduce a medida que las gramíneas C<sub>4</sub> avanzan en su estado de madurez. Esta característica, sumada a que el valor nutritivo del tallo se reduce más rápido que el de la lámina (Van Soest, 1994), contribuye a una marcada reducción de la composición química de la planta entera, en concordancia a lo observado en este ensayo.

Al avanzar los días de rebrote la acumulación de biomasa incrementa y la concentración de nitrógeno en las plantas disminuye (Reeves *et al.*, 1996). Esto indica que a medida que las plantas crecen, el nitrógeno se acumula a una tasa

progresivamente menor que el carbono, siguiendo un patrón similar para un amplio rango de especies (Lemaire; Gastal, 1997).

Si bien la frecuencia de la defoliación no afectó la composición química de la parte aérea de matas de *A. lateralis*, registrándose valores promedios de  $51,9 \pm 6,1$ ;  $9,7 \pm 2,3$  y  $69,7 \pm 6,8\%$ , para la DivMS y la concentración de PB y FDN, respectivamente (Exp.2; Cuadro 5), las variaciones entre los diferentes momentos del ciclo de crecimiento evaluados fueron menores en las matas defoliadas con mayor frecuencia (Exp.2; Figura 30). Sin embargo, todas las frecuencias de defoliación evaluadas presentaron la caída en su composición química a partir del mes de diciembre. Estos resultados se contraponen con la hipótesis planteada de que un aumento en la frecuencia y/o intensidad de defoliación determinaría una mejora en la composición química del forraje.

Las forrajeras de clima cálido ó subtropical tienen un promedio de materia seca digestible del 54%, con un mínimo de 30% en plantas ya maduras y un máximo de 75% en rebrotes tiernos (Hofer *et al.*, 1991; Verdier *et al.*, 1991; Mufarrege, 1994; Iacopini, 2001). Los valores de digestibilidad hallados en este estudio son inferiores a los obtenidos por Mufarrege (1994), en Corrientes, sobre hojas verdes de *A. lateralis* cuyo valor promedio fue de 60,6%.

En el Experimento 1, al comparar la composición química de la lámina verde y la del tallo, la primera presentó mayores valores promedio, de las tres edades de rebrote consideradas (21, 84 y 126 días), de digestibilidad (41,6 vs 31,1%) y concentración de proteína bruta (7,3 vs 4,7%) y similar concentración de fibra detergente neutro (75,4 vs 79,8%). De forma similar, en el Experimento 2, la fracción lámina viva presentó mayores valores de digestibilidad y concentración de PB y menor concentración de FDN que los tallos en las tres frecuencias de defoliación evaluadas. Si bien no se observaron diferencias significativas entre las frecuencias de defoliación, se observó una leve tendencia a disminuir la digestibilidad *in vitro* a medida que la edad de los rebrotes (frecuencias) aumentaba (Figura 31). Esto concuerda con lo expuesto por Bonesmo y Belanger (2002) quienes manifestaron que, en general, la lámina de las hojas es más digestible, tiene una mayor concentración de PB y menos pared celular que los tallos. Estas diferencias estarían asociadas a que las hojas presentan una mayor proporción de mesófilo, cuyas células son abundantes en cloroplastos y enzima fotosintética (Rubisco) y presentan una pared primaria delgada (Gordon *et al.*, 1985).

Los tallos, cuya función primaria no es la fotosíntesis sino el sostén de las estructuras, tienen más tejidos de sostén y menos clorénquima lo que implica un menor contenido de compuestos metabólicos (entre ellos Rubisco) y un menor contenido de nitrógeno.

Andrade (1987) y Santos (2002) determinaron que, en tres cultivares de *Panicum máximum* la calidad de las cañas ó tallos disminuye más rápidamente que la de las hojas con el avance de los días. Una alta proporción de cañas provenientes de generaciones más viejas en tratamientos con baja intensidad de defoliación debe, por lo tanto, tener un efecto perjudicial sobre el valor nutritivo del forraje.

En este estudio los valores de PB de lámina viva siempre estuvieron cercanos al contenido requerido para no limitar el consumo (8%) (Coleman; Moore, 2003), mientras que el tallo estuvo siempre por debajo de dicho umbral.

Hacker y Minson (1972) y Jones y Evans (1989) observaron menor concentración de PB cuando los períodos de acumulación fueron más largos. Lalman *et al.* (2000) sugirieron que la caída en la concentración de PB del forraje acumulado de *Cynodon spp.* durante períodos largos estaba asociada a la menor proporción de lámina presente en el mismo, lo cual no fue manifestado en el Experimento 2 del presente estudio debido quizás a la alta variabilidad en los resultados hallados y a la amplitud de frecuencias utilizadas. Sin embargo en el Experimento 1, en los rebrotes de 84 y 126 días, la concentración de PB fue significativamente menor que a los 21 días.

Los valores de DivMS, PB y FDN obtenidos en este estudio para *A. lateralis* se encuentran en el rango de valores observados para los pastizales entrerrianos, indicando que desde el punto de vista de la calidad del forraje, esta especie o comunidades dominadas por ella presentarían similar valor forrajero que el resto de los pastizales.

Dentro de ciertos rangos, y desde el punto de vista de la capacidad de carga, puede ocurrir en rebrotes más largos una cierta compensación de la oferta de materia seca digestible debido a una mayor acumulación de materia seca de menor calidad.

En el Experimento 1, se detectaron diferencias significativas en la evolución de la digestibilidad entre los distintos momentos de inicio del rebrote, pero las variaciones en materia seca digestible fueron determinadas principalmente por la acumulación de materia seca, siendo el inicio de primavera el que mayor cantidad de materia seca

digestible acumuló. Por otro lado, en Experimento 2, las frecuencias de defoliación estudiadas no afectaron ni la digestibilidad ni la acumulación de MS.

#### 5.4. Implicancias de manejo

Trabajos realizados con especies templadas han demostrado que la profundidad del horizonte de pastoreo está limitada por la altura de las cañas (Barthram; Grant, 1984; Flores *et al.*, 1993). Benvenuti *et al.* (2006; 2007), trabajando con *Panicum máximum*, concluyen que la densidad de tallos tiene un importante efecto negativo sobre las variables que describen el comportamiento ingestivo. Si bien existen pocos estudios relacionados con el comportamiento en pastoreo en presencia de cañas en plantas tropicales, es sabido que ellas limitan la capacidad de cosecha de forraje por los animales (Santos, 2002). Alden y Witheiker (1970), Stobbs (1973), Luisoni (1994) y Benvenuti *et al.* (2008) manifiestan que existe mayor accesibilidad al forraje cuanto menos cantidad de tallos tiene una pastura. Benítez y Fernandez (1978) realizaron observaciones bisemanales de la aparición y desarrollo de cañas en *A. lateralis* en Corrientes. Dichos autores sugieren, que las cañas verdes recién emergidas podrían ser consumidas por los animales, pero que luego de 15 días, éstas se toman coloreadas y se endurecen, limitando su consumo.

Como se expresó anteriormente las cañas son, en general, el componente de menor calidad y de mayor tasa de disminución de la misma con la edad del rebrote. La presencia de estructuras reproductivas es entonces una limitante importante al valor forrajero en general de las especies C<sub>4</sub> y en particular de *A. lateralis*.

La información generada en este estudio aporta al desarrollo del manejo de esta especie, tendiente a maximizar la oferta de forraje de mayor calidad. Si bien estas especies tienen la capacidad de producir macollos reproductivos en un extenso período de la época de crecimiento, los datos obtenidos muestran que la primavera tardía es el momento crítico para efectuar manejos que permitan disminuir la presencia de cañas. Tan es así que rebrotes de verano no presentaron cañas y generaron una oferta de forraje con más del 80% de lámina viva.

Por otro lado, períodos de rebrote de hasta 49 días disminuyeron significativamente el número de cañas por planta, en contraste con rebrotes superiores a 60 días. Aún en estas plantas redefoliadas, la aparición de cañas ocurrió en un único rebrote y principalmente en el mes de diciembre.

La estabilidad en la producción de forraje observada en el Experimento 2 a distintas frecuencias de defoliación permitiría aumentar la frecuencia de defoliación en el período crítico sin resentir la oferta de forraje.

Las posibles alternativas de manejo que sugieren estos datos incluirían la utilización de pastoreo rotativo, con períodos de descanso no mayores a 49 días y con una disminución de los mismos hasta 21 días durante la primavera tardía. Sin embargo, muchas de las comunidades naturales dominadas por esta especie, se encuentran en sistemas de cría extensivos donde el uso de pastoreo rotativo no es muy frecuente. Para estas situaciones se podrían proponer manejos con defoliaciones mecánicas en dos momentos, fines de octubre y fines de diciembre, de tal manera de disminuir la densidad y edad de las cañas y entrar al invierno con un menor número de cañas endurecidas, que afectarían la oferta de forraje en la primavera siguiente.

## 6. CONCLUSIONES

A partir de los resultados obtenidos en la evaluación de la respuesta de *Andropogon lateralis* a la modificación de la fecha de inicio del rebrote (Experimento 1), se puede concluir que:

- El número de cañas por mata varió con la época de inicio de rebrote, tendiendo a disminuir con el atraso de la misma hasta hacerse nulo en el inicio de verano, mientras que el peso individual de las cañas fue similar entre las épocas de rebrote evaluadas. No obstante, el momento de aparición de las cañas fue independiente de la época ó edad del rebrote, dado que el mismo se evidenció principalmente a partir del mes de diciembre.

- La época de inicio de rebrote afectó la acumulación de biomasa, siendo superior en el rebrote de primavera. La misma se relacionó con la emisión de cañas (acumulación total de biomasa 84% superior en las matas con cañas con respecto a las sin cañas). La tasa de acumulación resultó un 75% superior en las matas con macollos reproductivos.

- Contrariamente a lo esperado, la digestibilidad y la concentración de proteína bruta fueron superiores en los inicios tempranos de rebrote, mientras que la concentración de fibra detergente neutro fue similar en todos los inicios de rebrote evaluados. No obstante, la composición química del forraje disminuyó con la edad del rebrote debido a la maduración fisiológica de las plantas, tanto al considerar la planta entera como las fracciones lámina viva y tallo.

Al evaluar la respuesta de *Andropogon lateralis* a diferentes frecuencias e intensidades de defoliación (Experimento 2), los resultados obtenidos permiten concluir que:

- La frecuencia y la intensidad de defoliación no modificaron ni el número ni el peso individual de los macollos reproductivos por mata. Aún así, se observó una tendencia a que las matas defoliadas con mayor intensidad presentaran menor número ( $p=0,07$ ) y mayor peso individual ( $p=0,06$ ) de cañas. No obstante, de manera similar al Experimento 1, en todas aquellas matas que presentaron cañas, dicha presencia se registró fundamentalmente en un momento dado del período de crecimiento, a partir del mes de diciembre.

- En el rango de frecuencias e intensidades de defoliación evaluadas, no se registraron diferencias en la acumulación total de biomasa entre las diferentes combinaciones de defoliación.

- Contrariamente a lo esperado, la frecuencia de defoliación no afectó la composición química de las matas de *Andropogon lateralis*, registrando en promedio una digestibilidad de 51,9%, una concentración de proteína bruta de 9,7% y una concentración de fibra detergente neutro de 69,7%. Sin embargo, la composición química fue dependiente del estado fenológico del rebrote. En todos los parámetros considerados la fracción lámina viva tuvo mejor composición química que el tallo.

## 7. BIBLIOGRAFIA

- AGNUSDEI, M.G. 1993. Efecto de algunos factores ambientales sobre los procesos morfogenéticos. En: Curso de Actualización Técnica "Enfoque morfo-fisiológico para el manejo de pasturas". Área Producción Animal. EEA INTA Balcarce: p.6-10
- ALDEN, W.G.; WHITTAKER, I.A. 1970. The determinants of herbage intake by grazing sheep: the interrelationship of factors influencing herbage intake and availability. Aust. . Agric. Res. 21:755-766.
- ANDRADE. J.B. 1987. Estudio comparativo de 3 capins da especie *Panicum máximum* Jacq. (colonião, tobiatã e K-187-B). Dissertação Mestrado. Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz". Universidade de São Paulo. 133 p.
- ARANA, S.; MAILLAND, N.; ALONSO, S.; MACEIRA, N.; VERONA, C. 1985. Crecimiento y fenología de poblaciones vegetales en un pastizal natural. Su significado adaptativo. Rev.Inv.Agrup. 20(2): 105-134.
- BALSALOBRE, M.A.A. 1996. Desempenho de vacas em lactação sob pastejo rotacionado de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) Dissertação Mestrado. Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz". Universidade de São Paulo. 139 p.
- BARRETO, I.L.; BOLDRINI, I.I. 1990. Aspectos físicos, vegetacao e problemática das regioes do Litoral, Depressao Central, Missoes e Planalto do Rio Grande do Sul, Brasil. En: PUIGNAN, J.P. ed. Introducción, conservación y evaluación de germoplasma forrajero en el cono sur. IICA PROCISUR 28. Montevideo. pp. 199-210.
- BARTHAM, G.T.; GRANT, S.A. 1984. Defoliation of ryegrass-dominated swards by sheep. Grass and Forage Sci. 39: 211-219.
- BENDERSKY, D. 2007. Estructura y calidad de *Setaria sphacelata* cv narok con distintos períodos de acumulación, alturas de defoliación y fertilización. Tesis de Magíster Scientiae. Fac. Cs. Agrarias. Univ. Nac. de Mar del Plata. 91p.
- BENEDICT, H. M. 1941. Effect of day lenght and temperatura on the flowering and growth of four species of grasses. J. Agric. Res. 61: 661 – 672.
- BENITEZ, C.A.; FERNÁNDEZ, J.G. 1978. Fenología y respuesta a la frecuencia e intensidad de corte. *Andropogon lateralis* Nees. EEA INTA Mercedes, Corrientes. Serie técnica N° 11. 20 p.

- BENVENUTTI, M.A., GORDON, I.J., POPPI, D.P. 2006. The effect of the density and physical properties of grass stems on the foraging behaviour and instantaneous intake rate by cattle grazing an artificial reproductive tropical sward. *Grass and Forage Sci.* 61: 272-281.
- BENVENUTTI, M.A., GORDON, I.J., POPPI, D.P. 2007. The effects of stem density of tropical swards and age of grazing cattle on their foraging behaviour. *Grass and Forage Sci.* 63: 1-8.
- BILENCA, D.; MIÑARRO, F. 2004. Identificación de Áreas Valiosas de Pastizal (AVPs) en las Pampas y Campos de Argentina, Uruguay y sur de Brasil. Ed. Fundación Vida Silvestre. Buenos Aires. 6 p.
- BIRCHAM J. S.; HODGSON J. 1983. The influence of swards condition on rates of herbage growth and senescence in mixed swards under continuous stocking management. *Grass and Forage Sci.* 38: 323 – 331.
- BOLDRINI, I.I. 1993. Dinâmica de vegetação de uma pastagem natural sob diferentes níveis de oferta de forragem e tipos de solos, Depressão Central, RS. Tese Doutorado em Agronomia Zootecnia, UFRGS. Porto Alegre. 262 p.
- BONESMO, H.; BÉLANGER G. 2002. Timothy yield and nutritive value by the CATIMO model: I. Growth and nitrogen. *Agron. J.* 94:337–345.
- BONHOMME, R. 2000. Review: Bases and limits to using degree.day units. *European J. Agron.* 13:1-10.
- BOVAL, M.; FANCHONE, A.; ARCHIME`DE, H.; GIBB, M.J. 2007. Effect of structure of a tropical pasture on ingestive behaviour, digestibility of diet and daily intake by grazing cattle. *Grass Forage Sci.* 62:44–54.
- BRÂNCIO, P.A.; NASCIMENTO, D. JR, EUCLIDES, V.P.B., REGAZZI, A.J., ALMEIDA, R.G.; FONSECA, D.M. 2000. Avaliação de três cultivares de *Panicum maximum* Jacq. sob pastejo. 5 – tamanho de bocado (compact disc). Anais da 37 Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, Viçosa, Brazil.
- BRISKE, D. D. 1991. Developmental morphology and physiology of grasses. In: Heitschmidt and Stuth. eds., *Grazing management: An ecological perspective*. Timber Press, Portland, Ore.: 85 – 108.
- BRISKE, D.D. 1996. Strategies of plant survival in grazing systems: a functional interpretation. En: Hodgson, J.; Illius, A.W. ed. *The ecology and management of grazing systems*. CAB International, Wallingford. 37-68.
- BROUGHAM, R.W. 1956. Effects of intensity of defoliation on regrowth of pasture. *Aust. J. Agric. Res.* 7: 377-387.

- BURKART, A. 1969. Flora ilustrada de Entre Ríos (Argentina). Parte III: Dicotiledóneas metaclamídeas, A: Salicales a Rosales (incluso Leguminosas). Colección científica del INTA. T. 7, no. III: 447-205.
- BURNS, J.C.; POND, K.R.; FISHER, D.S.; LUGINBUHL, J.M. 1997. Changes in forage quality, ingestive mastication, and digesta kinetics resulting from switchgrass maturity. *J. Anim. Sci.* 75:1368–1379.
- BURNS, J. C.; LIPPKE, H.; FISHER, D. S. 1989. The relationship of herbage mass and characteristics to animal responses in grazing experiments. In: G. C. Marten ed. *Grazing research: Design, methodology and an analysis*. CSSA Spec. Public. 16 CSSA, ASA, Madison, WI. pp.7–19.
- BUXTON, D.R. 1996. Quality related characteristics of forages as influenced by plant environment and agronomic factors. *Anim. Feed Sci. Tech.* 59:37-49.
- CANGIANO, C. 1996. Producción animal en pastoreo. EEA INTA, Balcarce. 145 p.
- CARNEVALLI, R.A. 2003. Dinamica da rebrotação de pastos da capim mombaça submetidos a regimes de desfolhação intermitente. Dissertação (Doutorado). Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo. 136 p.
- CARVALHO, C.A.B. 2000. Padrões demográficos de perfilhamento e acúmulo de forragem em pastagens de *Cynodon* spp. Manejadas em quatro intensidades de pastejo. Dissertação (M.S.) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba. 96p.
- CASERMEIRO, J.; SPHAN, E. 1999. Sistemas agroforestales para pequeños productores de zonas húmedas. Secretaría de Industria de la Nación. Fac. Cs. Agropecuarias - UNER. CERIDE Delegación E. R. Fac. Cs. Agropecuarias - Univ. Nac. de Córdoba. Sec. de Planeamiento y Control de Gestión - Gob. de E. R. pp.77–82.
- CHACON, E.; STOBBS, T.H.; DALE, M.B. 1978. Influence of sward characteristics on grazing behaviour of cattle. *Aust. J. Agric. Res.* 29:89-102.
- CHADHOKAR, P.; HUMPREYS, R. 1973. Effect of tiller age and time of nitrogen stress on seed production of *Paspalum plicatulum*. *J.Agric.Sci. Cambridge*, 81: 219-229.
- CHAPMAN, D.F.; LEMAIRE, G. 1993. Morphogenetic and structural determinants of plant regrowth after defoliation. *N.Z. J. Agric. Res.* 26:159-168.
- COLABELLI, M., AGNUSDEI, M. G.; MAZZANTI, A. 1998. Análisis del crecimiento invernal de gramíneas de los pastizales de la pampa deprimida (Argentina). *Rev. Arg. Prod. Anim.* 17(1):162-163.

- COLEMAN, S.W.; FORBES, T.D.A.; STUTH, J.W. 1989. Measurement of the plant-animal interface in grazing research. In: G. C. Marten ed. Grazing research: Design, methodology and an analysis. CSSA c. Public. 16, ASA. pp.37 – 51.
- COLEMAN S.W.; MOORE J.E. 2003. Feed quality and animal performance. *Field Crop Res.*84:17–29.
- COSTA. N.L.; TOWNSEND, C.R.; MAGALHÃES, J.A.; PEREIRA, R.G.A 2000. Avaliação agrônômica sob pastejo de *Panicum máximum* cv. Tanzânia. En: Reunião Annual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 37. Viçosa, MG. Sociedade Brasileira de Zootecnia
- COUGHENOUR, M.; MCNAUGHTON, S.; WALLACE, L. 1984. Simulation study of East\_African perennial graminoid responses to defoliation. *Ecological modeling*, 26: 177-201.
- CRUZ, F. P. da. 1998. Dinâmica de crescimento, desenvolvimento e desfolhação em *Andropogon lateralis* Nees. Dissertação (Mestrando) Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Pós-Graduação em Zootecnia, Porto Alegre. 105 p.
- CRUZ, P.; BOVAL; M. 2000. Effect of nitrogen on some morphogenetic traits of temperate and tropical perennial forage grasses. In: G. Lemaire et al. Eds. Grassland ecophysiology and grazing ecology. CAB International, Wallingford, UK, pp. 151-168.
- DA SILVA, S.C.; PEDREIRA C.G.S. 1997. Princípios de ecologia aplicados ao manejo da pastagem. In: Simpósio Sobre Ecosistema de Pastagens, Anais. Jaboticabal: FUNEP 3:1-62.
- DAHL, E.; HYDER, D. N. 1977. Developmental morphology and management implications. In R. E. Sosebee ed.. Rangeland plant physiology. Range Science Series Nº. 4. Society for Range Management, Denver, CO. pp. 257-290.
- DAVIES, A. 1988. The regrowth of grass sward. In: M.B. Jones y A. Lazenby eds.The grass crop. The physiological basis of production. Chapman and Hall, London,New York. pp. 85 – 117.
- DEREGIBUS, V.A.; SANCHEZ, R.A.; CASAL, J.J.; TRLICA, M.J. 1985. Tillering responses to enrichment of red light beneath the canopy in a humid natural grassland. *J.Appl..Ecol.*, 22:199-206.
- DEREGIBUS, A.; OESTERHELD, M.; BOC-HO, R. ARANGUREN, J.; LANDI, M. 1987. Producción forrajera y de carne en pasturas naturales de la Provincia de Entre Ríos pastoreadas en forma alternativa y planificada. *Rev. CREA*, 125: 63-70.

- ERNI, A. 1992. Digestibilidad y contenido de proteína bruta de especies nativas y naturalizadas de la Depresión del Salado. Tesis de Grado. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Mar del Plata. 122 p.
- EUCLIDES, V.P.B., MACEDO, M.C.M.; OLIVEIRA, M.P. 1999 Avaliação de cultivares de *Panicum maximum* em pastejo (compact disc). Anais da 36 Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, Porto Alegre, Brazil. Pp. 97-99.
- EUCLIDES, V.P.B., CARDOSO, E.G., MACEDO, M.C.M.; OLIVEIRA, M.P. 2000. Consumo voluntário de *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk e *Brachiaria brizantha* cv. Marandu sob pastejo. Rev. Bras. Zoot. 29(6-2):2200-2208
- FERNÁNDEZ, J.; BENÍTEZ, C.; ROYO PALLARES, O.; PIZZIO, R. 1993. Principales forrajeras nativas del medio este de la provincia de Corrientes. EEA INTA Mercedes. Serie técnica N° 23. 80 p.
- FERRAROTTI, A. 1970. Respuesta al corte de diferentes especies de la pradera natural. Serie Notas Técnicas N° 10. EEA INTA C. del Uruguay.
- FERRI, C.M., BRIZUELA, M.A., CID, M.S., STRITZLER, N.P. 2005. Estructura del forraje diferido de mijo perenne y dinámica de acumulación de hojas. Boletín de divulgación técnica N° 88. pp. 19-27.
- FLORES, E.R.; LACA, E.A.; GRIGGS, T.C.; DEMMENT, M.W. 1993. Sward height and vertical morphological differentiation determine cattle bite dimensions. Agron.J., 85: 527-532.
- FORBES, T.D. 1988. Researching the plant-animal interface: the investigation of ingestive behaviour in grazing animal. J.Anim.Sci., 66:2369-2379.
- FORBES, T.D.A.; COLEMAN, S.W. 1993. Forage intake and ingestive behavior of cattle grazing old world bluestem. Agron.J., 85: 808-816.
- FORMOSO, D. 1995. Manejo de Campo Natural: Comentarios y sugerencias. Mejoramientos extensivos en el área del cristalino. Secretariado Uruguayo de la Lana (SUL). pp.2-8.
- FRANK, A.; BERDAHL, J.; BARKER, R. 1985. Morphological development and water use in clonal lines of four forage grasses. Crop. Sci. 25: 339-344.
- FUZETO, A.P.; LOMÔNACO, C. 2000. Potencial plástico de *Cabralea canjerana* subsp. Polytricha (Adr. Juss.) Penn. (Meliaceae) e seu papel na formação de ecotipos em áreas de cerrado e vereda. Uberlândia, MG. Revista Brasileira de Botânica 23: 169-176.

- GALLI, I; LANDI, M. 1998. Pastizal natural. Guía práctica de ganadería vacuna. Volumen I: Bovinos para carne Región pampeana. INTA. SAGPyA. Ministerio de Economía y Obras y Servicios Públicos: 67-72.
- GILLEN, R.L.; EWING, A. L. 1992. Leaf development of native bluestem grasses in relation to degree-day accumulation. *J. Range Manage.* 45: 200-204.
- GORDON, A.H.; LOMAX, J.A.; DALGARNO, K.; CHESSON, A. 1985. Preparation and composition of mesophyll, epidermis and fibre cell walls from leaves of perennial ryegrass (*Lolium perenne*) and italian ryegrass (*Lolium multiflorum*). *J. Sci. Food Agric.* 36: 509-519.
- GORDON, I.J.; BENVENUTTI, M.A. 2006. Food in 3D: How ruminant livestock interact with sown sward architecture at the bite scale. In: Bels, V. ed., *Feeding in domestic vertebrates: from structures to behaviour*. CABI Publishing, Wallingford, UK, pp. 263-277.
- GRANT, S.A., BARTHAM, G. T.; TORVELL, L. 1983. Components of regrowth in grazed and cut *Lolium perenne* swards. *Grass Forage Sci.* 36:155-168.
- GRIFFIN, J.; JUNG, G. 1983. Leaf and stem forage quality of big bluestem and switchgrass. *Agron. J.* 75:723-726.
- HACKER, J.B.; MINSON, D.J. 1972. Varietal differences in vitro dry matter digestibility in *Setaria*, and the effects of site, age, and season. *Aust. J. Agric. Res.* 23: 959-967.
- HARRIS, W. 1978. Defoliation as a determinant of the growth, persistence and composition of pasture. In: J. R. Wilson, ed. *CSIRO. Plant relations in pastures*. pp.67-85.
- HART, R.H.; HOVELAND, C.S. 1989. Objectives of grazing trials. In: G.C. Marten, ed. *Grazing research: design, methodology and an analysis*. CSSA Spec. Public. 16 CSSA, ASA, Madison, WI. 5 p.
- HENDRICKSON, J. R. 1992. Developmental morphology of two Nebraska Sandhills grasses and its relationship to forage quality. M.S. thesis. Univ. Of Nebraska, Lincoln. 103 p.
- HERLING, V.R.; JANTALIA, C.P.; PIAZZA, C. SUDA, C.H.; LUZ, P.H.C.; LIMA, C.G. 1998. Fisiologia de perfilhamento do capim mombaça (*Panicum máximum* Jacq. cv. Mombaça) sob pastejo. En: Reunião annual da sociedade brasileira de zootecnia, 35. Botucatu: SBZ: 533-535.
- HERNANDEZ GARAY, A.; MATTHEW, C.; HODGSON, J. 1999. Tillers size/density compensation in perennial ryegrass miniature swards subject to differing defoliation heights and a proposed productivity index. *Grass Forage Sci.* 54: 347-356.

- HERVÉ, A.M.; VALLS, J.F. 1980. O género *Andropogon* L. (Gramineae) no Rio Grande do Sul. Anuario Técnico do Instituto de Pesquisas Zootécnicas "Francisco Osório". v.7. Porto Alegre 317-410.
- HILBERT, D.; SWIFT, D.; DETLING, J.; DRYER, M. 1981. Relative growth rates and the grazing optimization hypothesis. *Oecologia*, 51: 14-18.
- HODGKINSON, K.; MOTT, J. 1987. On coping with grazing. En: Horn, F.; Hodgson, J.; Mott, J. y Brougham, R. (Eds.) *Grazing-lands research at the plant animal interface*. Pub. Winrock International: 171-192.
- HODGSON, J. 1983. La relación entre la estructura de las praderas y la utilización de plantas forrajeras tropicales. In: O. Paladines y C. Lascano eds. *Germoplasma forrajero bajo pastoreo en pequeñas parcelas. Metodología de evaluación*. C.I.A.T. Cali, Colombia. pp. 33 - 47.
- HODGSON, J.; MELLOR, D.; FIELD, A.. 1981. Foetal and maternal rates of glucose production and utilization in chronically catheterized ditocous ewes. *Biochem. J* 196: 179 – 186.
- HODGSON, J.; WADE, M. H. 1978. Grazing system and herbage production In: *British Grassland Society: Winter Meeting*. 1:1-11.
- HOFER, C.; GALLI, I.; PIROVANI, A. 1991. Suplementación de terneros en pastizal natural con fuentes energéticas y proteicas. I. Niveles de emergencia. INTA EEA Concepción del Uruguay. *Producción Animal. Información Técnica* N° 3: 57 – 61.
- HOPKINS, W.G. 1995. *Introduction to plant physiology*. John Wiley. New York: 464 p.
- HUME, D.E. 1991. Effect of cutting on production and tillering in Prairie Grass (*Bromus willdenowii* Kunth) compared with two Ryegrass (*Lolium*) species. I. Vegetative plants. *Ann. Bot. London*, 67: 533-541.
- IACOPINI, M. L. 2001. Caracterización de un pastizal natural sobre suelo Vertisol de la Provincia de Entre Ríos. Trabajo Final de Graduación. Fac. Cs. Agropecuaria. UNER. Oro Verde, Entre Ríos. 65 p.
- INTA. 1972. Especies de la pradera natural. Paja colorada (*Andropogon lateralis*). *Noticias y Comentarios* N° 49. EEA INTA Mercedes (Corrientes). 6 p.
- INTA. 1994. La calidad de dos forrajeras nativas: Pasto horqueta y paja colorada, materia seca digestible. EEA INTA Mercedes. *Noticias y Comentarios* N° 298. 4 p.
- JAMESON, D. 1963. Responses of individual plants to harvesting. *Bot.Review*, 29: 532-594.

- JONES, R. M.; EVANS, T. R. 1989. Liveweight gain from four nitrogen fertilized grasses grazed over the growing season in coastland south-east Queensland. *Tropical Grass*. 23: 75-79.
- JONES, M. D.; NEWELL, L. C. 1946. Pollination cycles and pollen dispersal in relation to grass improvement. *Univ. Nebr. Agric. Exp. Stn. Res. Bull.* 148:1-43.
- JUNG, G., BRÜCKNER, ..; SCHMITT, H. 1981. Structure and Activity of Natural Peptides eds G. Voelter and G. Weitzel Berlin: de Gruyter p. 75.
- KALU, B.A.; FICK, G.W., 1983. Morphological stage of development as predictor of alfalfa herbage quality. *Crop Sci.* 23:1167-1172.
- KLEIN, R.M. 1964. Aspectos predominantes da vegetacao Sul-Brasileira. In: Congresso da Sociedade Botanica do Brasil, 15, Porto Alegre: 255-276.
- KNIGHT, R. 1970. The effects of plant density and frequency of cutting on the growth of cocksfoot (*Dactylis glomerata* L). I. The production of vegetative and reproductive tillers. *Aust.J.Agric.Res.*21 (1): 9-17.
- KOMAREK, A.R. 1993. Methods for determination ADF using the filter bag technique versus conventional filtration. *J. Dairy Sci./ 77\*:\*250 (Abstr).*
- KORTE, C.J.; HARRIS, W. 1987. Effects of grazing and cutting. R.W. Snaydon (Ed.) *Managed grasslands, B. analytical studies.* Elsevier, Amsterdam. 71 – 79.
- KORTE, CJ, WATKIN, BR.; HARRIS, W. 1984. Effects of the timing and intensity of spring grazings on reproductive development, tillering, and herbage production of perennial ryegrass dominant pasture. *N.Z. J.Agric.Res.* 27:135–149.
- KORTE, CJ, WATKIN, BR; HARRIS, W. 1985. Tillering in Grassland Nil perennial ryegrass sward. I) Effect of cutting treatments on tiller appearance and longevity, relationship between on tiller age and weight, and herbage production. *N.Z. J.Agric.Res.* 28: 437-447.
- KRISTENSEN, E.S. 1988. Influence of defoliation regime on herbage production and characteristics of intake by dairy cows as affected by grazing intensity. *Grass and Forage Sci.*, 43: 239-251.
- LALMAN, D.L; TALIAFERRO, C.M.; EPPLIN, F.M.; JOHNSON, C.R.; WHEELER, J.S. 2000. Review: Grazing stockpiled bermudagrass as an alternative to feeding harvested forage. *Proceedings of the American Society of Animal Science.* <http://www.asas.org/symposia/0621.pdf>. [Consulta: junio de 2007].

- LANDI, M.P. 1973. Principales tipos de praderas de Entre Ríos. Información exclusiva para técnicos Nº 16. INTA EEA C. del Uruguay. 17 p.
- LANDI, M.P.; CABELUZZI, A.; SERRE, E. 1971. Información sobre el estado actual de las investigaciones para determinar la producción potencial de las praderas naturales predominantes. En: Día de los Grupos CREA de Entre Ríos. EEA INTA C. del Uruguay. pp19-28.
- LANDI, M.; GALLI, I. 1984. Introducción al manejo del campo natural en la provincia de Entre Ríos. Boletín Técnico. Serie Producción Vegetal Nº 24. INTA EEA Concepción del Uruguay. 20 p.
- LANGER, R.H.M. 1963. Tillering in herbage grasses. *Herb. Abst.* .33. pp. 141-147.
- LEMAIRE, G.; CHAPMAN, D. 1996. Tissue flows in grazed plant communities. J. Hodgson, and A.W. Illius. Eds. *The Ecology and Management of Grazing Systems*. CAB International, Wallingford, United Kingdom. pp. 3-36.
- LEMAIRE, G.; GASTAL, F. 1997. N uptake and distribution in plant canopies. In: Lemaire, G. ed. *Diagnosis on the nitrogen status in crops*. Springer-Verlag, Heidelberg, pp.3-43
- LITTELL, R.C.; HENRY, P.R.; AMMERMAN, C.B. 1998. Statistical analysis of repeated measures data using SAS procedures. *J. Anim. Sci.* 76. pp. 1216–1231.
- LUISONI, L. H. 1994. Estructura de planta y frecuencia de defoliación en especies dominantes de un pastizal del norte santafesino, a distintos niveles de carga de bovinos. Tesis de Magíster Scientiae. Fac. Cs. Agrarias. Univ. Nac. de Mar del Plata. 63 p.
- MATTHEW, C., LEMAIRES, G., SACKVILLE HAMILTON, N.R.; HERNANDEZ GARAY, A. 1995. A modified self-thinning equation to describe size/density relationships for defoliated swards. *Ann. Bot.* 76:579-587.
- MATTHEW, C.; ASSUERO, S.G.; BLACK, C.K.; SACKVILLE HAMILTON, N.R. 2000. Tiller dynamics of grazed swards. In: Lemaire et al. Eds. *Grassland ecophysiology and grazing ecology*. CAB International Wallingford, United Kingdom pp. 127-150.
- MCNAUGHTON, S. 1983. Compensatory plant growth as a response to herbivory. *Oikos*, 40: 329-336.
- METZGER, J.D. 1995. The functioning of hormones in plant growth and development. Hormones and reproductive development. En: Davies, P.J. (Ed.) *Plant hormones: physiology, biochemistry and molecular biology*. Dordrecht: Kluwer Academic: 617-648.

- MITCHELL, R. MOSER, L.; MOORE, K.; REDFEARN, D. 1998. Tiller demographics and leaf area index of four perennial pasture grasses. *Agron. J.* 90:47–53
- MITCHELL, R.A.; MOSER, L. E. 2000. Developmental morphology and tiller dynamics of warm-season grass swards. En: K.J. Moore and B. Anderson (ed.) *Native warm-season grasses: Research trends and issues.* CSSA Spec. Publ. 30. CSSA and ASA, Madison, WI. p. 49–66
- MISLEVY, P., MARTIN, F., MILES, W. 2003. Biomass accumulation and forage nutritive value as influenced by grazing frequency of tropical grass. *Soil Crop. Sci. Florida Proc.* 62: 61-66.
- MOORE, K.; MOSER, L. 1995. Quantifying developmental morphology of perennial grasses. *Crop. Sci.* 35: 37-43.
- MOSER, L.E.; VOGEL, K.P. 1995. Switchgrass, big bluestem, and indiagrass. In R.F Barnes et al. (ed.) *Forages: An introduction to grassland agriculture.* 5<sup>th</sup> ed. Iowa State Univ. Press, Ames. p. 409–420
- MOUSEL, E., SCHACHT, W., MOSER, L. 2003. Summer grazing strategies following early-season grazing of big bluestem. *Agron.J.* 95: 1240-1245.
- MOUSEL, E., SCHACHT, W., ZANNER, C., MOSER, L. 2005. Effects of summer grazing strategies on organic reserves and root characteristics of big bluestem. *Crop Sci.*, 45: 2008-2014.
- MUFARREGE, D. 1994. La calidad de dos forrajeras nativas: Pasto horqueta y Paja colorada. *Materia seca digestible.* EEA INTA Mercedes, Corrientes. *Noticias y Comentarios* N° 298. 7 p.
- MUFARREGE, D.; BENITEZ, C.; FERNANDEZ, J.; OCAMPO, E. 1992. La disponibilidad de pasto en primavera y su efecto en la recría de vacunos. INTA EEA Mercedes, Corrientes. *Noticias y Comentarios* N° 282. 5 p.
- MULLAHEY, J.J.; WALLER, S.S.; MOSER, L.E. 1990. Defoliation effects on production and morphological development of little bluestem. *J. Range Manage.* 43:497–500.
- MULLAHEY, J.J.; WALLER, S.S.; MOSER, L.E.. 1991. Defoliation effects on yield and bud and tiller numbers of two sandhill grasses. *J. Range Manage.* 44:241–245.
- NACIMENTO JR., D.; ADESE, B. 2004. Acúmulo de biomassa da pastagem. 2º *Simpósio sobre manejo estratégico da pastagem, UFV, Viçosa.* pp. 289-346.

- NELSON, C.J.; ZARROUGH, K.M.1981. Tiller density and tiller weight as yield determinants in vegetative swards. In: Plant Physiology and Herbage Production. ed. C.E. Wright. British Grassland Society Occasional Symposium 13, British Grassland Society, Hurley, UK. pp. 25-29.
- NELSON, C.J.; MOSER L.E. 1994. Plant factors affecting forage quality. En: Fahey Jr., G.C. ed. Forage Quality, Evaluation and Utilization. University of Nebraska, Lincoln, USA. pp. 115-154
- NORMANN, G. A., QUARIN, C.L.; KEELER, K. H. 1997. Evolutionary implications of meiotic chromosome behavior, reproductive biology, and hybridization in 6X and 9X cytotypes of *Andropogon gerardi* (Poaceae). *Amer.J.Bot.*84(2):201-207.
- NORTON, B. W. 1982. Differences between species in forage quality. In Hacker, J. B. ed. Nutritional limits to animal production from pastures. Franham Royal, U. K., Commonwealth Agricultural Bureaux. pp: 89 – 110.
- OCKERBY, S.E.; MIDMORE, D.J.; YULE, D.F. 2001. Timing and height of defoliation affect vegetative growth and floral development in grain sorghum. *Aust. J. Agric.Res.* 52: 801-808.
- OESTERHELD, M.; MCNAUGHTON, S. 1988. Intraspecific variation in the response of *Themeda triandra* to defoliation: the effect of time of recovery and growth rates on compensatory growth. *Oecologia*, 77: 181-186.
- PARSONS, A.J. 1988. The effects of season and management on the growth of grass swards. In: The Grass Crop: The Physiological Basis of Production. eds. M.B. Jones and A. Lazenby). Chapman and Hall, London. pp. 129-169.
- PERUCHENA, C. O.; SAMPEDRO, D. H. 1996. Consideraciones sobre la Suplementación de bovinos en pastoreo en el subtrópico. *Noticias y Comentarios* Nº 309. INTA EEA, Mercedes, Corrientes. 5 p.
- PIZZIO, R. M. 2001. Caracterización y uso del recurso forrajero de la unidad experimental de cría vacuna de la EEA Mercedes. *Día de Campo*. 10º Aniversario Unidad Experimental de Cría Vacuna. INTA EEA Mercedes (Corrientes): 6 – 13.
- PIZZIO, R.; FERNÁNDEZ, J. 2003. Herramientas para el manejo del campo natural. EEA INTA Mercedes. *Noticias y Comentarios* Nº 373. 4 p.
- POPPI, D.P.; MINSON, D.J.; TERNOUTH, J.H. 1981. Studies of cattle and shepp eating leaf and stem fractions of grasses. I) The voluntary intake, digestibility and retention time in the reticulo-rumen. *Aust.J.Agric.Res.*, .32: 99-108.

- PORTO, C.B. 2004. Respostas ecofisiológicas de *Andropogon lateralis* Nees subsp. *Lateralis* (capim-caninha): variação ecotípica ou plasticidade fenotípica?. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Ecologia. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 85 p.
- PUEYO, J.; IACOPINI, M. L. 2005. Diagnóstico de la ganadería vacuna en Entre Ríos. <[http://www.inta.gov.ar/parana/info/documentos/produccion\\_animal/bovino/informes/10426\\_051028\\_diag.htm](http://www.inta.gov.ar/parana/info/documentos/produccion_animal/bovino/informes/10426_051028_diag.htm)> [Consulta: Junio 2006].
- PUEYO, J.; IACOPINI, M. L.; FONSECA, J.; BURNS, J.; MANSILLA, A., LEZANA, L.; LUDI, R. 2007. Medición de la producción primaria del pastizal natural en el centro-norte de la provincia de Entre Ríos. [http://www.inta.gov.ar/parana/info/documentos/produccion\\_vegetal/campo\\_natural/articulos/20429\\_070316\\_medi.htm](http://www.inta.gov.ar/parana/info/documentos/produccion_vegetal/campo_natural/articulos/20429_070316_medi.htm) [Consulta: Diciembre 2007].
- 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.
- ROSENGURTT, B. IZAGUIRRE, I.; AVILLAGA, B. 1979. Gramíneas uruguayas. Colección Ciencias N° 5. Universidad de la República. Montevideo, Uruguay. 489 p.
- ROYO PALLAREZ, O.; BENITEZ, C. 1976. Carga animal y época de corte en el encañado de la paja colorada (*Andropogon lateralis* Nees). Serie Técnica N° 12. EEA INTA Mercedes (Corrientes). 12 pp.
- SALA, O.; DEREGIBUS, A.; SCHLICHTER, T.; ALIPPE, H. 1981. Productivity dynamics of a native temperate grassland in Argentina. Journal of Range Management, 34: 48-51.
- SALISBURY, F.B.; ROSS, C. 1992. Plant Physiology. 4º ed.. Belmont, CA:Wadsworth, Inc. 682 pp.
- SALISBURY, F.B.; ROSS, C. W. 1985. Plant Physiology. Wadsworth Publishing Company, Inc. Belmont, California. 528 pp.
- SANDERSON, M.A., MOORE, K.J. 1999. Switchgrass morphological development predicted from day of the year or degree day models. Agronomy Journal, 91: 732-734.
- SANTOS, L.E., BALSALOBRE, M.A.; CORSI, M. 1999. Efeito da frequência de pastejo e da época do ano sobre a produção e a qualidade em *Panicum máximum* cvs. Tanzânia e Mombaça. Rev. Brasileira de Zootec., 28: 244-249.

- SANTOS, P.M. 1997. Estudo de algumas características agronômicas de *Panicum máximum* (Jacq.) cvs. Tanzânia e Mombaça para estabelecer seu manejo. Tesis Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo. Brasil. 62 pp.
- SANTOS, P.M. 2002. Controle do desenvolvimento das hastes no capim Tanzânia: um desafio. Tesis Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo. Brasil. 98 pp.
- SAS. 1999. SAS/STAT® User.s guide (Release 8.0). SAS Inst. Inc., Cary, NC.
- SBRISSIA, A.F. 2004. Produção de leite em pastagens: uma alternativa que requer cuidados. Boletim do Leite, Piracicaba, v. 119. 3 pp.
- SBRISSIA, A.F.; DA SILVA, S.C. 2001. O ecossistema de pastagens e a produção animal. En: Reunião anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 38. Piracicaba: 731-754.
- SBRISSIA, A.F., DA SILVA, S. MATTHEW, C., CARVALHO, C., CARNEVALLI, R., PINTO, L., FAGUNDES, J., PEDREIRA, C. 2003. Tiller size/density compensation in grazed Tifton 85 bermudagrass swards. Pesquisa Agropecuária Brasileira, 38(12): 459-1468.
- SINGH, A. 1995. Effects of cutting management on yield and quality of different selections of guinea grass (*Panicum máximum*, Jacq) in a humid subtropical environment. Tropical Agriculture, 72:181-187.
- SKINNER, R. H.; NELSON, C. J. 1994. Epidermal cell division and the coordination of leaf and tiller development. Ann.Bot.74: 9 – 15.
- SNAYDON R.W. 1991. The productivity of C<sub>3</sub> and C<sub>4</sub> plants: A reassessment. Functional Ecol. 5:321.
- SOLLENBERGER, L.E.; BURNS, J.C. 2001. Canopy characteristics, ingestivo behavior and herbage intake in cultivated tropical grasslands. En: International Grasslands Congress, Nº 19. São Pedro, Piracicaba, Brasil. pp. 321-327.
- STOBBS, T. H. 1973. The effect of plant structure on the intake of tropical pasture. I. Variation in the bite size of grazing cattle. Aust. J. Agric. Res. 24:809-819.
- STODDART, P.B. HALL, S.R. LARTER, J.E. BRASHER, M. LI; BJOROY, M. 1995. The reservoir geochemistry of the Eldfisk Field, North Sea. En: J.M. Cubitt and W.A. England, Editors, The Geochemistry of Reservoirs Geological Society Special Publication v. 86, Geological Society, London , pp. 257–279.

- STUTH, J.W. 1991. Foraging behavior. In: Heitschmidt and Stuth eds., *Grazing management: An ecological perspective*. Timber Press, Portland: 65 – 83.
- t'MANNETJE, L.; EBERSOHN, J.P. 1980. Relations between sward characteristics and animal production. *Tropical Grass*.14: 273 – 280.
- TOMPSETT, P.B. 1976. Factors affecting the flowering of *Andropogon gayanus* Kunth. Responses to photoperiod, temperature and growth regulators. *Ann.Bot.*, 40: 695-705.
- UGHERUGHE, P. O. 1986. Relationship between digestibility of *Bromus inermis* plant parts. *J.Agron.Crop.Sci.* 157:136-143.
- VALLS, J.F.M. 1986. Principais gramíneas forrageiras nativas das diferentes regioes do Brasil. Simposio sobre Producao Animal 3. Campo Grande pp. 75-86.
- VAN SOEST, P.J. 1994. *Nutritional ecology of the ruminant*. 2º ed. Cornell University Press, Ithaca, NY. 476 p.
- VERDIER, J. 1993. Evaluación Agronómica de especies forrajeras nativas de la provincia de Entre Ríos. Tesis de post-grado en Producción Animal. Unidad Integrada Balcarce. 81 p.
- VERDIER, J. P.; CASAROTTI, G.; GALLI, I. O.; HOFER, C. C.; LANDI, M. 1991. Efecto del pastoreo rotativo-diferido sobre la disponibilidad y composición botánica del pastizal natural de la provincia de Entre Ríos. *Producción Animal. Información Técnica* N° 3. INTA EEA, Concepción del Uruguay. pp. 47 – 51.
- VOLENEC, J.J.; NELSON, C.J. 1983. Responses of tall fescue leaf meristems to N fertilization and harvest frequency. *Crop Sci.*23:720-724.
- WATKIN, B. R.; CLEMENTS, R.J. 1978. The effects of grazing animals on pastures. In: J.R. Wilson, ed. *CSIRO: Plant relations in pastures*. pp.273–289.
- WHITE, L.M. 1990. Mefluidide effect on Caucasian bluestem leaves, stem, forage yield and quality. *Journal of Range Management*, 43 (3): 190-194.
- WILHELM, W. W.; MCMASTER, G. S. 1995. The importance of phyllochron in studying the development of grasses. *Crop Sci.* 35: 1 - 3.
- WILSON, M.F. 1983. *Plant reproductive ecology*. Ed. J. Wiley and Son. USA: 282 pp.
- WILSON, J. R.; MINSON, D. J. 1980. Prospects for improving the digestibility and intake of tropical grasses. *CSIRO. Tropical Grasslands*, Vol. 14 N° 3. pp: 253 – 259.

WOODIS, J., JACKSON, R. 2008. The effects of clipping height and frequency on net primary production of *Andropogon gerardii* (C<sub>4</sub> grass) and *Bromus inermis* (C<sub>3</sub> grass) in greenhouse experiments. *Grass and forage Sci.* 63: 458-466.

## 8. APENDICE

**Cuadro I.** Componentes de biomasa aérea (lámina viva, lámina muerta y tallo) de matas de *Andropogon lateralis* Nees., a lo largo del ciclo de crecimiento con diferentes inicios de rebrote.

Días desde rebrote	Inicios de rebrote				Media <sup>1</sup>	Desvio <sup>2</sup>	EEM <sup>3</sup>
	1	2	3	4			
<b>(A) Lámina viva (g MS.mata<sup>-1</sup>)</b>							
21	2,5	3,1	2,9	2,6	2,8 c	1,7	0,4
42	4,8	3,9	14,3	9,3	8,1 b	5,6	1,4
63	9,1	6,7	4,2	12,5	8,1 b	5,4	1,4
84	3,4	9,5	10,3	13,1	9,0 b	5,0	1,3
105	9,2	9,4	10,1	19,1	11,9 ab	6,1	1,5
126	11,4	11,2	10,5	23,4	14,2 a	7,2	1,8
<b>Media<sup>1</sup></b>	6,7 b	7,3 b	8,7 b	13,3 a			
<b>Desvio<sup>2</sup></b>	4,9	3,9	5,6	8,3			
<b>EEM<sup>3</sup></b>	1,0	0,8	1,1	1,7			
<b>(B) Lámina muerta (g MS.mata<sup>-1</sup>)</b>							
21	0,8	0,7	0,1	0,4	0,5 d	0,5	0,1
42	1,1	1,2	0,4	1,9	1,1 cd	0,7	0,2
63	2,4	1,7	0,2	2,1	1,6 bc	1,1	0,3
84	0,6	1,8	1,0	1,8	1,3 bcd	0,7	0,2
105	2,7	2,1	1,8	2,0	2,2 ab	1,7	0,4
126	2,9	2,8	1,8	4,2	2,9 a	1,3	0,3
<b>Media<sup>1</sup></b>	1,7 a	1,7 a	0,9 b	2,0 a			
<b>Desvio<sup>2</sup></b>	1,7	0,8	0,8	1,3			
<b>EEM<sup>3</sup></b>	0,3	0,2	0,2	0,3			
<b>(C) Tallo (g MS.mata<sup>-1</sup>)</b>							
21	0,0	0,0	0,4	0,0	0,1 c	0,2	0,1
42	0,0	8,2	5,2	0,0	3,4 c	4,2	1,1
63	0,0	10,0	3,1	0,0	3,3 c	6,0	1,5
84	6,9	33,8	23,7	0,0	16,1 ab	16,3	4,1
105	14,0	23,6	18,6	0,0	14,1 b	12,7	3,2
126	33,5	58,2	7,5	0,0	24,8 a	28,5	7,1
<b>Media<sup>1</sup></b>	9,1 b	22,3 a	9,7 b	0,0 c			
<b>Desvio<sup>2</sup></b>	14,7	24,4	9,3	0,0			
<b>EEM<sup>3</sup></b>	3,0	5,0	1,9	0,0			

<sup>1</sup> Media ajustada. Letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ ).

<sup>2</sup> Desvío estándar.

<sup>3</sup> Error estándar de la media.

**Cuadro II.** Digestibilidad in vitro de la materia seca (DivMS), contenido de proteína bruta (PB) y contenido de fibra detergente neutro (FDN) de matas de *Andropogon lateralis*, para los diferentes inicios de rebrote.

Días desde rebrote	Inicios de rebrote				Media <sup>1</sup>	Desvio <sup>2</sup>	EEM <sup>3</sup>
	1	2	3	4			
<b>Digestibilidad in vitro de la materia seca (g MS.kg MS<sup>-1</sup>)</b>							
21	51,6	57,6	45,4	50,9	51,3 a	5,1	1,8
84	35,2	42,4	41,4	43,7	40,7 b	4,1	1,5
126	26,8	29,4	32,3	36,7	31,3 c	4,1	1,4
Media <sup>1</sup>	37,8 b	43,1 a	39,7 ab	43,8 a			
Desvio <sup>2</sup>	11,3	12,9	6,4	6,4			
EEM <sup>3</sup>	4,6	5,3	2,6	2,6			
<b>Contenido de PB (g PB.kg MS<sup>-1</sup>)</b>							
21	12,4	11,7	7,5	10,0	10,4 a	2,1	0,7
84	5,3	5,7	6,4	8,9	6,6 b	1,6	0,6
126	4,7	3,5	6,1	7,7	5,5 c	1,7	0,6
Media <sup>1</sup>	7,4 b	7,0 b	6,6 b	8,8 a			
Desvio <sup>2</sup>	3,9	3,9	0,8	1,1			
EEM <sup>3</sup>	1,6	1,6	0,3	0,5			
<b>Contenido de FDN (g FDN.kg MS<sup>-1</sup>)</b>							
21	68,0	71,0	67,1	72,2	69,5 b	4,7	1,7
84	80,3	78,4	73,3	73,2	76,3 a	3,9	1,4
126	83,5	81,6	77,3	73,7	79,0 a	5,0	1,8
Media <sup>1</sup>	77,2 a	77,0 a	72,5 a	73,0 a			
Desvio <sup>2</sup>	7,4	5,8	6,5	3,1			
EEM <sup>3</sup>	3,0	2,4	2,7	1,3			

<sup>1</sup> Media ajustada. Letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ ).

<sup>2</sup> Desvío estándar.

<sup>3</sup> Error estándar de la media.

**Cuadro III.** Probabilidad del efecto de los días desde el inicio del rebrote (DDI) y las fracciones componentes de la biomasa, lámina viva (LV) y tallo (T) (F) sobre la digestibilidad in vitro de la materia seca, contenido de proteína bruta y contenido de fibra detergente neutro de matas de *Andropogon lateralis* Nees para los diferentes inicios de rebrote.

Efecto	Inicio 1	Inicio 2	Inicio 3	Inicio 4
<b>Digestibilidad in vitro de la MS</b>				
<b>DDI</b>	<b>≤0,01</b>	<b>≤0,01</b>	<b>≤0,01</b>	<b>≤0,01</b>
<b>F</b>	<b>≤0,01</b>	0,20	<b>≤0,01</b>	---
<b>DDIx F</b>	0,06	0,10	<b>≤0,01</b>	---
<b>Fracción<sup>1</sup></b>				
84 días	<b>≤0,01</b>	0,83	0,63	---
126 días	0,12	<b>0,01</b>	<b>0,01</b>	---
<b>DDI<sup>2</sup></b>				
Lámina viva	<b>0,03</b>	<b>0,01</b>	<b>0,01</b>	---
Tallo	<b>≤0,01</b>	<b>≤0,01</b>	<b>≤0,01</b>	---
<b>Contenido de proteína bruta</b>				
<b>DDI</b>	<b>≤0,01</b>	<b>≤0,01</b>	<b>≤0,01</b>	0,08
<b>F</b>	0,60	0,62	<b>≤0,01</b>	---
<b>DDIx F</b>	0,29	0,16	<b>≤0,01</b>	---
<b>Fracción<sup>1</sup></b>				
84 días	0,49	0,66	0,10	---
126 días	0,49	<b>0,04</b>	<b>≤0,01</b>	---
<b>DDI<sup>2</sup></b>				
Lámina viva	<b>0,03</b>	<b>0,01</b>	<b>0,02</b>	---
Tallo	0,84	0,13	<b>≤0,01</b>	---
<b>Contenido de fibra detergente neutro</b>				
<b>DDI</b>	<b>≤0,01</b>	0,06	0,13	0,93
<b>F</b>	<b>0,03</b>	0,38	0,17	---
<b>DDIx F</b>	<b>0,04</b>	0,44	0,08	---
<b>Fracción<sup>1</sup></b>				
84 días	0,09	0,41	0,14	---
126 días	0,87	0,93	0,22	---
<b>DDI<sup>2</sup></b>				
Lámina viva	<b>0,01</b>	<b>0,01</b>	0,79	---
Tallo	0,70	0,51	<b>≤0,01</b>	---

<sup>1</sup> considera la diferencia entre LV y T

<sup>2</sup> considera la diferencia entre: 21, 84 y 126 días para LV; 84 y 126 días para T

**Cuadro IV.** Altura promedio (cm) de matas de *Andropogon lateralis* Nees para las diferentes frecuencias e intensidades de defoliación.

Frecuencia (días)	Intensidad (cm)	Altura promedio (cm)		
		Media	Desvío	EEM
21	5	20,06	5,12	0,60
	10	21,40	5,57	0,66
<b>Media</b>		<b>20,73</b>	<b>5,38</b>	<b>0,45</b>
35	5	27,10	4,79	0,81
	10	26,85	3,86	0,59
<b>Media</b>		<b>26,96</b>	<b>4,28</b>	<b>0,49</b>
49	5	29,28	5,78	1,06
	10	29,68	5,69	1,14
<b>Media</b>		<b>29,46</b>	<b>5,69</b>	<b>0,77</b>
<b>5 cm</b>		<b>23,88</b>	<b>6,59</b>	<b>0,56</b>
<b>10 cm</b>		<b>24,54</b>	<b>6,13</b>	<b>0,52</b>

**Cuadro V.** Efecto de los días de rebrote (X) sobre la altura promedio (cm) de matas de *Andropogon lateralis* Nees para las frecuencias de defoliación: 21, 35 y 49 días.

Frecuencia (días)	a	X	X <sup>2</sup>	R <sup>2</sup>	p
21	19,31 a	0,0910 c	-0,0005 b	0,54	<0,01
35	19,63 a	0,1255 b	-0,0004 a	0,80	<0,01
49	16,78 b	0,1767 a	-0,0005 b	0,44	<0,01
p	<0,0001	<0,0001	<0,0001		

**Cuadro VI.** Componentes de la biomasa aérea acumulada (lámina viva: LV, lámina muerta: LM y tallo: T) (g MS.mata<sup>-1</sup>) de matas de *Andropogon lateralis* Nees, para las diferentes frecuencias e intensidades de defoliación.

Frecuencia (días)	Intensidad (cm)	Componentes de biomasa acumulada (g MS.mata <sup>-1</sup> )			
		LV	LM	T	Total
21	5	35,3±5,7	0,30±0,16	4,8±1,5	40,4±6,5
	10	35,8±9,3	0,20±0,13	7,0±3,3	43,0±13,3
	<b>Media</b>	<b>35,6±7,4</b>	<b>0,25±0,15</b>	<b>5,9±2,7</b>	<b>41,8±9,7</b>
35	5	42,9±9,4	0,42±0,11	4,7±1,8	48,0±11,1
	10	39,7±11,0	0,30±0,13	4,8±2,5	44,8±12,9
	<b>Media</b>	<b>41,2±9,9</b>	<b>0,35±0,13</b>	<b>4,8±2,1</b>	<b>46,4±11,7</b>
49	5	44,8±14,3	0,30±0,11	5,1±2,3	50,3±15,5
	10	39,2±10,1	0,38±0,11	4,8±1,5	44,4±11,5
	<b>Media</b>	<b>42,3±12,3</b>	<b>0,34±0,11</b>	<b>5,0±1,9</b>	<b>47,6±13,5</b>
	5 cm	40,9±10,7	0,34±0,14	4,9±1,8	46,1±11,0
	10 cm	38,2±9,7	0,29±0,14	5,6±2,6	44,1±12,6
	<b>Media general</b>	<b>39,6±10,1</b>	<b>0,31±0,14</b>	<b>5,3±2,5</b>	<b>45,1±11,3</b>