

# Información técnica

## 2ª Jornada nacional de forrajeras tropicales

Estación Experimental Agropecuaria Rafaela



**INTA** Ediciones

*Colección*  
**INVESTIGACIÓN, DESARROLLO E INNOVACIÓN**

# **INFORME TÉCNICO N° 60**

## **II JORNADA NACIONAL DE FORRAJERAS TROPICALES**

**INTA**

**Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria**

**Centro Regional Santa Fe**

**Estación Experimental Agropecuaria Rafaela**

**Área de Investigación en Producción Animal**

**18 de Septiembre de 2015**

**Informe técnico N° 60**  
**II Jornada Nacional de Forrajeras Tropicales**  
ISSN 0325-9129  
Septiembre 2015

**Editor responsable**  
Ing. Agr. M.Sc. María Lorena Iacopini  
INTA EEA Rafaela

**Diseño de tapa y contratapa**  
Lic. Lucrecia Pacilio  
INTA EEA Rafaela

**Foto de tapa**  
Ing. Agr. M.Sc. Pablo Barbera  
INTA EEA Mercedes

El informe técnico N° 60, II Jornada Nacional de Forrajeras Tropicales, es una publicación editada por INTA, Estación Experimental Agropecuaria Rafaela. Se permite la reproducción total o parcial de su contenido citando la fuente.

**ESTACIÓN EXPERIMENTAL AGROPECUARIA RAFAELA**  
Ruta 34 km 227  
(2300) Rafaela, Santa Fe

Teléfonos: (03492) 440121 / 440125

[www.inta.gov.ar/rafaela](http://www.inta.gov.ar/rafaela)

**COMISIÓN ORGANIZADORA**  
**II JORNADA NACIONAL DE FORRAJERAS TROPICALES 2015**

Área de Investigación en Producción Animal – EEA INTA Rafaela



*Lic. Ph.D. María Andrea Tomás*

tomas.maria@inta.gob.ar

*Ing. Agr. M.Sc. María Lorena Iacopini*

iacopini.maria@inta.gob.ar

*Ing. Agr. M.Sc. Juan Mattera*

mattera.juan@inta.gob.ar

*Ing. Agr. DEA. Luis Alberto Romero*

romero.luis@inta.gob.ar



**Dow AgroSciences**



PROYECTO REGIONAL TERRITORIAL  
"CONTRIBUCIÓN AL DESARROLLO TERRITORIAL SUSTENTABLE  
DE LA ZONA GANADERA DEL CENTRO-NORTE DE SANTA FE"

## AGRADECIMIENTOS

La comisión organizadora de la II Jornada Nacional de Forrajas Tropicales quiere expresar su agradecimiento a las personas que contribuyeron en la realización de la misma:

*Ing. Agr. José Luis Spontón*  
Director Centro Regional Santa Fe

*Ing. Agr. Jorge Villar Ezcurra*  
Director EEA Rafaela

*Lic. Marcelo Pisani*  
Coordinador Proyecto Regional Territorial  
"Contribución al desarrollo territorial sustentable de la zona ganadera del centro-norte de Santa Fe"

*Lic. Lucas Gómez*  
Centro Regional Santa Fe

*Lic. Laura Gastaldi*  
EEA Rafaela

*Sra. Marcela Gallardo*  
EEA Rafaela

*Sra. Jimena Forni*  
EEA Rafaela

*Sra. Marta Sánchez*  
EEA Rafaela

*Srta. Gabriela Gili*  
EEA Rafaela

*Y a todo el personal de la EEA Rafaela*

# ÍNDICE

## PRÓLOGO

### PRODUCCIÓN DE FORRAJERAS TROPICALES EN DISTINTOS AMBIENTES.

Ensayos multi-ambientales en materiales de *Brachiaria*.

*Tomás, Ma. Andrea; Ré, Alejo E.; Barbera, Pablo; Gándara, Luis; Mattera, Juan; Iacopini, Ma. Lorena; De Marco, Noelí; Cuatrin, Alejandra y Guillén, Roque ..... 1*

Evaluación de factores que mejoran la productividad del forraje en ambientes salinos-sódicos del norte de Santa Fe.

*Mattera, Juan; Romero, Luis; Tomás, Ma. Andrea; Iacopini, Ma. Lorena; Cuatrin, Alejandra ..... 6*

Evaluación de la tolerancia a inundación en gramíneas forrajeras megatérmicas.

*Grimoldi, Agustín A.; Imaz, José A.; Cifaldi, Javier N. A. y Striker, Gustavo G. .... 14*

### MANEJO DE ESPECIES TROPICALES

Manejo del pastoreo en especies tropicales.

*Pueyo, Joaquin Dante ..... 21*

Valor nutritivo y aprovechamiento de pasturas tropicales.

*Arroquy, José Ignacio e Imaz, José Augusto ..... 27*

Rol actual y potencial de las forrajeras tropicales en los sistemas ganaderos de ambientes húmedos.

*Barbera, Pablo ..... 39*

## PRÓLOGO

El creciente interés por las forrajeras tropicales se hace evidente en varios esquemas productivos. Desde INTA percibimos la búsqueda de alternativas para aumentar la producción primaria en todas las situaciones, pero acentuada en zonas con baja aptitud productiva, en general debida a limitaciones edafo-climáticas (salinidad, encharcamientos temporales, entre otros).

El éxito de la convocatoria de la primera jornada fue un aliciente para continuar con la tarea de difusión de información técnica disponible sobre este grupo de especies forrajeras. La activa participación de profesionales, productores y estudiantes en la jornada anterior expresando sus inquietudes, comentarios y sugerencias para próximos eventos nos orientó en las temáticas a incluir en esta jornada.

La primera parte del programa está orientada a la producción de forraje en distintos ambientes. El mejoramiento genético ha permitido aumentar la disponibilidad de cultivares. En la evaluación de los cultivares, muchas veces, se detecta interacción genotipo x ambiente, determinando germoplasma óptimo para ciertas situaciones particulares. En un estudio comparativo de materiales de *Brachiaria*, llevado a cabo en un rango de sitios de diferente aptitud, se evalúan las diferentes respuestas de los cultivares frente a la variación ambiental. La necesidad de aumentar la productividad en suelos de baja aptitud ha llevado a la búsqueda de materiales tolerantes. Las limitantes más frecuentes para las que las forrajeras tropicales se presentan como alternativas son la salinidad y/o alcalinidad del suelo y los anegamientos y se expondrán resultados de experiencias en estas situaciones.

Con el espíritu de acercar a los actores decidimos convocar un panel con algunas de las empresas que producen y/o comercializan semillas forrajeras en nuestro país, para conocer su visión acerca del futuro del mercado de especies tropicales en Argentina, entender sus inconvenientes en la producción de semillas, cómo enfrentan los problemas que se presentan y qué oportunidades ven hacia adelante.

En la última parte del programa se analiza el rol actual y potencial de las forrajeras en ambientes húmedos, profundizando en la conservación y el aprovechamiento del forraje de diferentes maneras, haciendo hincapié en el valor nutritivo del mismo.

La comisión organizadora de la jornada agradece el apoyo brindado por los compañeros de INTA EEA Rafaela y muy especialmente a los profesionales convocados a compartir sus experiencias en este ámbito. La predisposición para contribuir a la realización de la jornada por parte de empresas y otras instituciones es profundamente reconocida. Esperamos que la información aquí presentada resulte útil al medio productivo y que redunde en beneficios para el sector ganadero.

**Lic. María Andrea Tomás**

**Ing. Agr. María Lorena Iacopini**

**Ing. Agr. Juan Mattera**

**Ing. Agr. Luis A. Romero**

# **PRODUCCIÓN DE FORRAJERAS TROPICALES EN DIFERENTES AMBIENTES**

## ENSAYOS MULTI-AMBIENTALES EN MATERIALES DE *BRACHIARIA*

*Ma. Andrea Tomás<sup>1</sup>, Alejo E. Ré<sup>2</sup>, Pablo Barbera<sup>3</sup>, Luis Gándara<sup>4</sup>, Juan Mattera<sup>5</sup>,  
Ma. Lorena Iacopini<sup>1</sup>, Noelí De Marco<sup>6</sup>, Alejandra Cuatrín<sup>1</sup>, Roque Guillén<sup>7</sup>*

---

<sup>1</sup>INTA EEA Rafaela (Santa Fe)

<sup>2</sup>INTA EEA Concepción del Uruguay (Entre Ríos)

<sup>3</sup>INTA EEA Mercedes (Corrientes)

<sup>4</sup>INTA EEA Corrientes (Corrientes)

<sup>5</sup>INTA EEA Pergamino (Buenos Aires)

<sup>6</sup>Asesor privado

<sup>7</sup>Dow AgroSciences

tomas.maria@inta.gob.ar

El género *Brachiaria* comprende más de 100 especies que se distribuyen en regiones tropicales y subtropicales del mundo. Originarias de África, solamente 7 especies han sido introducidas en América para ser utilizadas como forrajeras (Hare *et al.*, 2015). Entre éstas, *B. decumbens*, *B. brizantha* y *B. humidicola* se utilizan en Brasil desde la década del 60. Su importancia es tal que el 85% de los 40 millones de ha de pasturas de Brasil son de *Brachiaria* (Miles, Maass y do Valle, 1998). En Argentina, la buena producción de forraje, su adaptabilidad a las condiciones edafoclimáticas de la zona del NEA y la relativamente buena persistencia de las pasturas han hecho que aumentara su utilización en los últimos años con la posibilidad de difundirse hacia otras zonas.

Recientemente, nuevos materiales han surgido como resultado de hibridación entre especies de *Brachiaria* en los que se pretende combinar las mejores características de cada material. Los híbridos resultantes de estos cruzamientos deben ser evaluados y comparados con los materiales disponibles antes de ser liberados al mercado para su comercialización como un nuevo cultivar. La evaluación de la interacción entre genotipo y ambiente permite detectar nichos "óptimos" y ofrece la posibilidad de explotar el potencial adaptativo de materiales en condiciones particulares. Por otra parte, es posible visualizar materiales que muestran estabilidad de rendimiento en un amplio rango de condiciones ambientales.

Los ensayos multi-ambientales son muy utilizados en la evaluación de germoplasma vegetal. Los ensayos comparativos de rendimiento multi-ambientales se caracterizan por involucrar varios ambientes (localidades y/o años) en los que se evalúan distintos genotipos, dentro de cada ambiente se sigue un diseño experimental particular, como por ejemplo, un diseño en bloques completamente aleatorizados. En general el término genotipo hace referencia a un cultivar o material genéticamente homogéneo, como líneas puras y clones o heterogéneo, como poblaciones de polinización abierta. Respecto del ambiente, en el caso de ensayos repetidos en el tiempo, un ambiente se define a partir de la combinación de los factores localidad (relacionado al conjunto de clima, suelo, factores bióticos, condiciones de manejo, etc.) y año o ciclo de cultivo (según se trate de anuales o perennes) (Balzarini *et al.*, 2005).

El objetivo fue la evaluación comparativa de los materiales en los ambientes de manera de detectar variabilidad en la producción de biomasa total y relativa entre materiales en los diversos ambientes y visualizar ambientes óptimos para los materiales como así también estabilidad entre años y localidades.



**Figura 1.** Localidades donde se evaluaron los diferentes materiales de *Brachiaria* durante los años 2013 y 2014.

### Metodología

En este trabajo se evaluaron 8 cultivares de *Brachiaria* de distinto origen: *B. decumbens*, *B. ruziziensis*, cultivares de *B. brizantha*: Piatá, Marandú, y Toledo y *Brachiaras híbridas*: Mulato II y dos híbridos experimentales H-exp 1 y H-exp 2, en 4 localidades, Rafaela (R), Concepción del Uruguay (CdU), Mercedes (M) y Corrientes (C) durante 2 años consecutivos (2013 y 2014), totalizando 8 ambientes distintos. Los materiales se sembraron en noviembre de 2012 con sembradora experimental, en parcelas de 1 x 5 m en un diseño en bloques completamente aleatorizado con 4 repeticiones. La siembra se hizo en líneas a 30 cm de distancia con una densidad de 10 kg.ha<sup>-1</sup>. Se realizó una fertilización con urea a la siembra (100 kgN.ha<sup>-1</sup>). En el primer ciclo de crecimiento el forraje se cortó cuando las plantas comenzaron su primera floración y luego del rebrote, cada vez que se produjo la elongación de las cañas. Los cortes se sumaron para obtener el peso seco acumulado total por material en el año considerado. En el segundo periodo de crecimiento, los cortes de forraje se hicieron cuando se habían acumulado 550 grados días (Temp. base: 10°C) aproximadamente desde el corte anterior. Los cortes se hicieron con tijera sobre una superficie determinada al azar de 0,25 m<sup>2</sup>. El material se pesó en fresco y luego se separó una parte que fue pesada y llevada a estufa a 60°C hasta peso constante.

Las precipitaciones en cada localidad y ciclo de crecimiento caracterizaron los ambientes considerados y se detallan en el Cuadro 1, junto con la referencia a la media histórica del lugar.

**Cuadro 1.** Precipitaciones acumuladas durante el periodo de crecimiento (diciembre-mayo, en mm) y medias históricas, por localidades. Fuentes: Estaciones Agrometeorológicas EEAs INTA Rafaela, C. del Uruguay, Mercedes y Corrientes.

| Localidades            | 2013 | 2014 | Media histórica |
|------------------------|------|------|-----------------|
| Rafaela                | 752  | 876  | 648             |
| Concepción del Uruguay | 1025 | 866  | 677             |
| Mercedes               | 1182 | 1910 | 907             |
| Corrientes             | 1041 | 1297 | 807             |

En el Cuadro 2 se detalla el tipo de suelo y análisis del mismo al inicio del ensayo en cada sitio evaluado.

**Cuadro 2.** Tipo y análisis de suelo para cada sitio evaluado.

| Localidades    | Tipo de suelo                         | pH  | MO (%) | P (ppm) |
|----------------|---------------------------------------|-----|--------|---------|
| Rafaela        | Argiudol típico. Serie Rafaela        | 6,5 | 2,8    | 32,8    |
| C. del Uruguay | Peluderte típico. Serie Mughherli     | 6,8 | 3,8    | 5,3     |
| Mercedes       | Argiudol típico. Serie Puesto Colonia | 5,9 | 2,8    | 6,6     |
| Corrientes     | Argiudol acuico. Serie Treviño        | 5,9 | 1,9    | 2,0     |

Los datos fueron analizados en conjunto por medio de métodos multivariados mediante un modelo de regresión por sitio con el programa InfoGen.

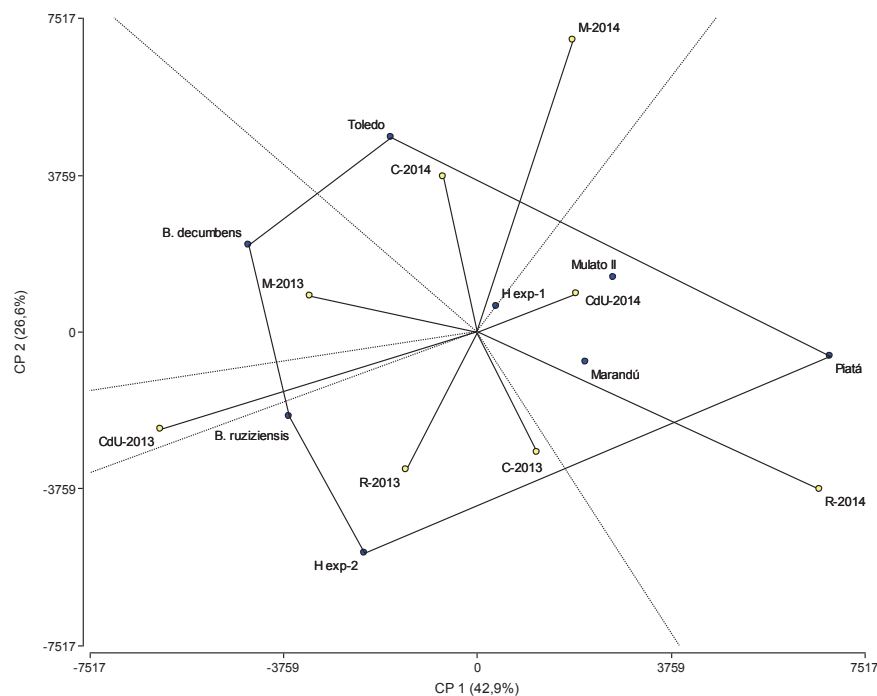
## Resultados

Los materiales ensayados mostraron diferencias en su producción promedio en todos los sitios evaluados. Los ambientes se diferenciaron en su producción total promedio siendo C-2014 y M-2013 los de menor producción (4000-5000 kg.ha<sup>-1</sup>) mientras que R-2014 y C-2013 fueron los de mayor producción (13000 a 14500 kg.ha<sup>-1</sup>). Por su parte, los materiales mostraron variación en su producción total promedio siendo Piatá el de mayor rendimiento promedio (11000 kg.ha<sup>-1</sup>) y Mulato II el de menor (7100 kg.ha<sup>-1</sup>) considerando todos los ambientes. Sin embargo, para cada material por separado, la producción varió en los distintos ambientes, destacándose algunos cultivares en ciertos ambientes, lo que indica la fuerte interacción genotipo x ambiente de los materiales (Cuadro 3).

**Cuadro 3.** Producción de forraje total promedio (kg.ha<sup>-1</sup>), por sitio evaluado, por ciclo de crecimiento.

| Materiales            | 2013    |           |          |       | 2014    |           |          |       | Promedio |
|-----------------------|---------|-----------|----------|-------|---------|-----------|----------|-------|----------|
|                       | Rafaela | C. del U. | Mercedes | Ctes. | Rafaela | C. del U. | Mercedes | Ctes. |          |
| <i>B. decumbens</i>   | 8840    | 10826     | 6452     | 13974 | 8393    | 3936      | 11243    | 2877  | 8318     |
| H- exp 1              | 6904    | 10242     | 3448     | 14142 | 12520   | 7989      | 9945     | 3175  | 8546     |
| H- exp 2              | 12736   | 11813     | 5145     | 16073 | 13410   | 5832      | 6227     | 2769  | 9250     |
| cv. Marandú           | sd      | 7595      | 4633     | 17280 | 14029   | 8275      | 8542     | 6665  | 9574     |
| cv. Mulato II         | 5677    | 6304      | 2872     | 10267 | 13143   | 7266      | 8112     | 2790  | 7054     |
| cv. Piatá             | sd      | 8329      | 5271     | 18007 | 20226   | 9013      | 15087    | 3585  | 11360    |
| <i>B. ruziziensis</i> | sd      | 14159     | 6828     | 13653 | 12853   | sd        | 8503     | 3152  | 9858     |
| cv. Toledo            | sd      | 8879      | 5206     | 12503 | 9694    | 6812      | 12498    | 6351  | 8849     |
| Promedio              | 8539    | 9768      | 4982     | 14487 | 13034   | 7017      | 10020    | 3921  |          |

El resultado del análisis realizado considerando conjuntamente todos los materiales en todos los ambientes puede visualizarse en un gráfico en dos dimensiones (biplot) en el que los cultivares se representan por círculos llenos y los ambientes como vectores con círculos vacíos en el extremo. Los materiales con comportamiento extremo definen los vértices de un polígono envolvente y para cada uno de los lados del polígono se trazan líneas rectas que pasan por el origen y son perpendiculares a cada uno de los lados del polígono (o de sus proyecciones). De esta forma, Piatá, Toledo, *B. decumbens*, *B. ruziziensis* y H-exp 2 son los de mejor o peor rendimiento en algunos ambientes determinando el polígono, mientras que las perpendiculares delimitan mega-ambientes (Figura 2).



**Figura 2.** Biplot para la identificación de los mejores genotipos en cada sitio. Círculos llenos representan cultivares y círculos vacíos representan a los sitios.

El gráfico obtenido a partir de este estudio explica el 70% de la variación total en sus dos primeras componentes que corresponden a los ejes que se muestran en la Figura 2 (CP1:43%; CP2:27%). Como se señaló anteriormente, la producción de cada uno de los genotipos fue diferente entre ambientes. Los genotipos extremos conforman un polígono con 5 vértices por lo que se delimitan 5 zonas sugiriendo la presencia de 5 mega-ambientes diferentes. Los genotipos que quedan en el vértice son los que más rinden en los ambientes que quedan encerrados en el cuadrante. Se observa que en el cuadrante que tiene como vértice al cultivar Piatá se encuentran los sitios R-2014 y CdU-2014 por lo que se deduce que este genotipo fue el de mayor rinde en estos sitios, luego le sigue los cultivares Mulato II y Marandú. Estos sitios muestran tener un comportamiento relativo similar de los genotipos lo que sugiere que la performance de los genotipos estaría más influenciada por el ciclo de crecimiento más que por el lugar geográfico donde crecen las plantas. El cuadrante cuyo vértice está determinado por el cultivar Toledo involucra los ambientes M-2014 y C-2014 y otra vez, se observa que la proximidad de los ambientes relaciona sitios correspondientes al mismo ciclo de crecimiento y no de idéntico ambiente edáfico. En el mega-ambiente que contiene al sitio M-2013 el genotipo más destacado es *B. decumbens* mientras que el mega-ambiente que incluye el sitio CdU 2013 no tiene ningún genotipo destacado. Por último, en el mega-ambiente que contiene los sitios R-2013 y C-2013 se destacan los genotipos H-exp 2 y *B. ruziziensis*. Otra vez, la estrecha relación entre los ambientes Rafaela y Corrientes del mismo ciclo 2013 indicaría que, ya sea el manejo diferencial del cultivo que se realizó entre los dos ciclos (corte a floración en 2013 versus corte cada 550 grados-días en 2014) o la cantidad de precipitaciones recibidas (superiores a la media histórica) fueron más determinantes en la caracterización del ambiente que el terreno donde se estableció la pastura. Inclusive, el ángulo recto formado entre los vectores que señalan a Rafaela en 2013 y 2014 y los que representan a Mercedes 2013 y 2014 estarían mostrando la falta de correlación entre los

mismos, apoyando la sugerencia de que la característica determinante del ambiente no sería su situación geográfica. Es más, para los sitios Corrientes y Concepción del Uruguay, los vectores son opuestos indicando un comportamiento más distintivo. Por último, el H-exp 1 se encuentra muy cerca del centro por lo que se deduce una cierta estabilidad en el material.

En síntesis, los resultados muestran variaciones en el comportamiento entre los materiales dependiendo del ambiente en el que se desarrollan los mismos, destacándose determinados genotipos en diferentes ambientes resultando así cultivares óptimos para cierto tipo de situaciones. Sin embargo, el efecto de los ambientes sobre el ordenamiento de los materiales genéticos parecen estar fuertemente determinados por el tipo de manejo, la edad de la pastura, la temperatura o las precipitaciones recibidas más que por el sitio geográfico (ambiente edáfico donde crecen las plantas).

### **Agradecimientos**

A la empresa *Dow AgroSciences* por el financiamiento de estos ensayos.

### **Bibliografía**

- BALZARINI, M., BRUNO, C. y ARROYO, A. 2005. Análisis de ensayos agrícolas multi-ambientales. Estadística y Biometría. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Nacional de Córdoba. 141 pp.
- HARE, M.D., PIZARRO, E., PHENGPHET, S., SONGSIRI, T. AND SUTIN, N. 2015. Evaluation of new hybrid brachiaria lines in Thailand. 1. Forage production and quality. Tropical Grasslands Volume 3: 83-93.
- MILES, J.W., C.B. DO VALLE, I.M. RAO AND V.P.B. EUCLIDES. 2004. Brachiariagrasses. p. 745-783. In: L.E. Moser, B.L. Burson, and L. E. Sollenberger (eds.) Warm-season (C4) grasses. Agron. Monogr. 45. ASA, CSSA, SSSA, Madison, WI, USA.

## EVALUACIÓN DE FACTORES QUE MEJORAN LA PRODUCTIVIDAD DEL FORRAJE EN AMBIENTES SALINOS-SÓDICOS DEL NORTE DE SANTA FE

*Juan Mattera<sup>1</sup>, Luis Romero<sup>2</sup>, Andrea Tomás<sup>2</sup>, Lorena Iacopini<sup>2</sup> y Alejandra Cuatrin<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>INTA EEA Pergamino (Buenos Aires)

<sup>2</sup>INTA EEA Rafaela (Santa Fe)

*mattera.juan@inta.gob.ar*

### Introducción

La producción ganadera del centro-norte de la Argentina es mayoritariamente de carácter extensivo, utilizando como fuente de alimentación pastizales naturales y pasturas cultivadas. En los últimos años además se ha dado un corrimiento de la ganadería hacia regiones marginales en cuanto a su aptitud de suelo, es decir con restricciones edáficas (salinidad, alcalinidad, inundaciones frecuentes). Todo esto hace necesario evaluar la potencialidad y condiciones de manejo de pasturas en estos ambientes.

En la región del norte santafecino se han realizado introducciones y evaluaciones de especies tropicales (Fossati *et al.*, 1979), donde especies como *Chloris gayana* (grama rhodes) y *Panicum coloratum* entre otras, aparecieron como promisorias. Más recientemente, se han continuado evaluando materiales de gramíneas megatérmicas (Romero y Mattera, 2013) en San Cristóbal (suelo sódico) y en Rafaela (suelo agrícola). Han existido diferencias entre las especies y entre los cultivares dentro de cada especie, lo que indica la necesidad de seleccionar materiales adaptados. En ambos sitios *Chloris gayana* ha presentado un buen comportamiento, mientras que especies como *Panicum máximum* (Gatton panic) se destacaron en ambientes sin limitantes como Rafaela, en cambio otras como *Panicum coloratum* o *Setaria sphacelata* presentaron un comportamiento intermedio a bueno en San Cristóbal. Como era esperado, el potencial del sitio fue mayor en Rafaela, más allá de tratarse de especies que se adaptan a ambientes con restricciones, el rango de producción en Rafaela fue entre 4 y 12 ton MS/año para una frecuencia de corte de 35 días, mientras que en San Cristóbal las producciones variaron entre 1 y 6 ton MS/año.

La salinidad del suelo produce un efecto negativo sobre el crecimiento de los cultivos no tolerantes generando un descenso en el rendimiento de los mismos. Mientras que el sodio en el suelo produce la dispersión de las partículas perjudicando la estructuración del mismo y por ende el drenaje de los suelos, generando así condiciones poco favorables para el crecimiento vegetal. La siembra de especies megatérmicas en ambientes salinos de la pampa deprimida ha permitido aumentar la productividad primaria con respecto al pastizal natural (Otondo, 2011). En los Bajos Submeridionales (Santa Fe) especies con tolerancia a la salinidad (*Chloris gayana*) mostraron buen comportamiento en suelos con restricciones (Natraceutical) (Bruno *et al.*, 1982), que fue sustancialmente mejorado por el agregado de N, tanto en su productividad como en su calidad forrajera. A su vez, la corrección inicial del pH del suelo podría aumentar la respuesta al nitrógeno en este tipo de situaciones.

El objetivo general de este trabajo es presentar los resultados de experiencias llevadas a cabo en el norte de Santa Fe donde se evaluó el uso de diversas pasturas tropicales y de prácticas de manejo como la fertilización nitrogenada y la corrección del suelo sobre variables productivas y de calidad del forraje.

### Descripción del sitio experimental

Los ensayos se llevaron a cabo en la Unidad Experimental del INTA "La Palmira" ((29°46'40.60"S; 61°13'52.73"O), en el distrito Las Avispas, departamento de San Cristóbal, Provincia de Santa Fe. Se trata de un campo ganadero, donde se realiza la actividad cría de ganado vacuno. El establecimiento cuenta con 600 ha, siendo el recurso forrajero principal el pastizal natural con 20% de superficie implantada con pasturas tropicales (grama rhodes). Las características del suelo *Natracuall típico* serie Río Salado RSA (Capacidad de uso VIws; Análisis de suelo 0-20 cm: Materia orgánica = 3,6%, P extractable = 22,7 ppm, pH = 7,6, Conductividad eléctrica = 1,1 dS/m, Sodio intercambiable = 22%). La lluvia anual promedio es de 1054 mm, distribuidas mayormente en primavera, verano y otoño. La temperatura promedio es de 21°C con un período libre de heladas desde fines de setiembre a inicios de marzo.

### 1.1. Cultivares de pasturas de *Chloris gayana* (grama rhodes)

#### Objetivo específico

Comparar la acumulación anual de forraje de cultivares comerciales de *Chloris gayana* en un ambiente con limitantes edáficas del norte de la Provincia de Santa Fe.

### Materiales y Métodos

#### *Tratamientos*

Se estudió la acumulación de forraje durante cuatro ciclos productivos (cuatro años) de siete cultivares comerciales de *Chloris gayana* (grama rhodes) disponibles en el mercado local: Epica INTA-PEMAN, Callide, Topcut, Finecut, Tolga, Katambora y Pioneer, siendo los primeros dos tetraploides y el resto diploides.

#### *Ensayo*

El diseño experimental fue en bloques completos al azar con 3 repeticiones. El sector donde se instaló el ensayo fue laboreado con la finalidad de preparar una cama de siembra propicia para la instalación de las pasturas de megatérmicas (semilla pequeña). El ensayo fue sembrado el 18/02/2009 con una densidad de siembra utilizada de 6 kg/ha en hileras separadas a 16 cm. El tamaño de cada parcela fue de 10m<sup>2</sup> (2m x 5m). Se fertilizó posterior a la emergencia y al inicio de cada estación de crecimiento (primavera) con 100 kg urea/ha (46 kgN/ha). Las precipitaciones durante el período de implantación (Siembra: 18/02/09 – 1° corte: 18/05/2009) fueron de 245 mm. Luego en el primer ciclo productivo (Setiembre 2009 – Mayo 2010) fueron de 1378 mm, en el segundo ciclo (Setiembre 2010 – Mayo 2011) fueron de 1052 mm, en el tercer ciclo (Setiembre 2011 – Mayo 2012) fueron de 728 mm y por último en el cuarto ciclo (Setiembre 2012 – Mayo 2013) fueron de 961 mm.

#### *Mediciones*

Se midió la producción de forraje durante cuatro ciclos productivos (cuatro años). En cada ciclo se realizaron tres cortes de evaluación de forraje en la estación de crecimiento. El promedio de días entre cortes fue de 88 días [mínimo 62 días; máximo 119 días (excesos hídricos)]. La evaluación se efectuó cortando el metro central de cada parcela por los 5 metros de largo. Se

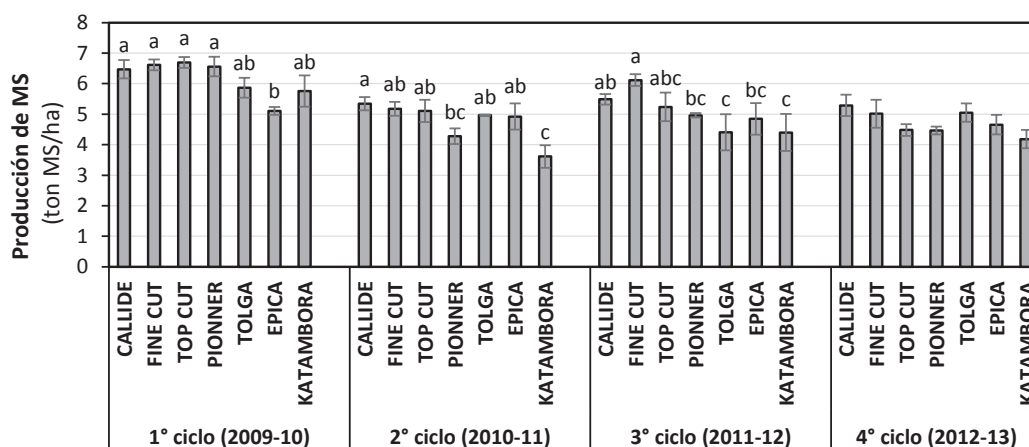
pesó el forraje verde y sobre muestras de cada parcela se estimó el porcentaje de materia seca. Luego se calculó la producción de materia seca de cada parcela. Los datos de producción total acumulada de forraje fueron analizados mediante análisis de la varianza, considerando el efecto cultivar y año, y su interacción. Adicionalmente y en forma separada se analizó la producción del primer corte (período de implantación). En todos los casos las medias se compararon con el test de mínima diferencia significativa ( $p < 0,05$ ).

## Resultados

### Producción de forraje

En el período de implantación (150 días) se acumuló forraje que pudo ser aprovechado en el transcurso del primer año de vida. La producción de materia seca en este período no difirió entre cultivares de *Chloris gayana*, siendo el promedio de  $1,36 \pm 0,12$  ton MS/ha.

Al analizar la producción de materia seca en los cuatro ciclos se halló una interacción significativa entre el ciclo considerado y el cultivar. Es decir no en todos los ciclos el comportamiento de los cultivares fue igual. En los primeros tres ciclos se hallaron efectos del cultivar, mientras que en el cuarto ciclo ningún cultivar se llegó a diferenciar estadísticamente. En el primer ciclo, los cvs. Finecut Topcut, Pioneer y Callide fueron los más productivos, presentando más producción que el cv. Epica INTA-PEMAN (Figura 1). Luego en el segundo ciclo Callide presentó mayor producción que Pioneer y Katambora, mientras que el resto de los cultivares tuvieron valores intermedios, sin llegar a diferenciarse. En el tercer ciclo, Finecut, Callide y Topcut tuvieron los mayores valores, Pioneer y Epica INTA-PEMAN tuvieron producciones intermedias, mientras que Tolga y Katambora los menores valores.



**Figura 1.** Producción de materia seca acumulada por ciclo de producción de cultivares comerciales de *Chloris gayana* en el norte de la Provincia de Santa Fe.

## Conclusiones

En términos generales se encontró que la siembra de *Chloris gayana* manejada adecuadamente, con niveles moderados de fertilización, presentó un nivel productivo interesante para los ambientes restrictivos de la región. En los cuatro ciclos estudiados, la mayoría de los cultivares superó las 4 ton MS/ha.año de forraje, en años con diversa disponibilidad de precipitaciones. Algunos materiales como Finecut y Callide se destacaron en la mayor parte de los ciclos.

## 1.2. Fertilización nitrogenada y corrección del suelo en pasturas tropicales

Esta actividad se realizó en el marco del Proyecto INTA – AUDEAS – CONADEV (CIAC - 940141), en el cual el INTA EEA Rafaela es uno de los participantes junto con el INTA EEA Reconquista, la Facultad de Agronomía de la UNR (Zavalla), y las Facultades de Agronomía y Veterinaria de la UNL (Esperanza), con la finalidad de generar información sobre especies tropicales en ambientes con limitantes de la Provincia de Santa Fe.

### Objetivo específico

El objetivo de este trabajo fue evaluar la producción de materia seca total y de pasturas megatérmicas, y su calidad ante la fertilización nitrogenada y la corrección del suelo.

### Materiales y Métodos

#### Tratamientos

Se instaló un ensayo para evaluar tratamientos que consistieron en la combinación de tres factores:

- (i)- Pastura megatérmica: *Chloris gayana* (grama rhodes) cv. Santana INTA-PEMAN y cv. Finecut, *Panicum coloratum* var. *coloratum* y var. *makarikariense*.
- (ii)- Corrección del suelo para disminuir el pH y el Sodio intercambiable: Condición natural y Aplicación de yeso.
- (iii)- Fertilización nitrogenada: Condición natural y 100 kg N/ha.

#### Ensayo

Se utilizó un diseño en sub-parcelas divididas en bloques completos (n=3), la parcela principal fue la pastura (40 m<sup>2</sup>) y la sub-parcela fue la combinación factorial de la corrección del suelo y la fertilización con nitrógeno (10 m<sup>2</sup>).

La siembra se realizó el 22/01/14 en un suelo laboreado. Se evaluó el efecto de los tratamientos en dos períodos de crecimiento: en la implantación (período siembra-corte: 22/01 al 15/04/14) y en el primer rebrote de primavera (período 14/10 al 05/12/14). La corrección del suelo consistió en 1 ton/ha de yeso dividido en dos aplicaciones de 0,5 ton/ha al inicio de cada período en toda la sub-parcela (10 m<sup>2</sup>). El nitrógeno se aplicó en dosis de 100 kgN/ha (urea) en cada período sobre una mitad de la sub-parcela (5 m<sup>2</sup>) para evitar efectos residuales del nitrógeno de un período al otro.

#### Mediciones

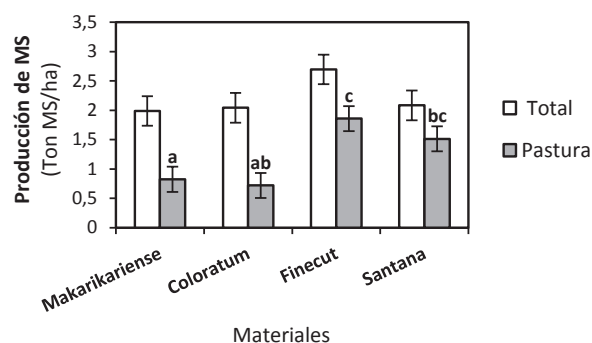
Para la evaluación de la producción de materia verde total se realizó un corte con segadora sobre una superficie de 5 m<sup>2</sup> (Altura del corte = 5 cm sobre el suelo). De cada parcela se recolectó forraje para estimar el porcentaje de materia seca y de la especie sembrada (% pastura). Luego al afectar dichos porcentajes a la producción de materia verde total permitió estimar la producción de materia seca total y de la especie de pastura megatérmica sembrada. En el período de la implantación la temperatura media promedio fue de 22,6° C y las lluvias de 351 mm, mientras que en el período del rebrote la temperatura fue de 23,5° C, y las lluvias de 176 mm. El análisis estadístico de las variables de la producción fue sub-parcelas divididas considerando el efecto período de crecimiento (medida repetida) y las medias se compararon por DMS (p<0,05). Para estudiar el valor nutritivo del forraje de los distintos tratamientos se obtuvo una muestra representativa de cada parcela de la especie sembrada (incluyendo el material vivo y muerto) para el análisis de proteína bruta (PB), fibra detergente neutro (FDN) y fibra detergente ácido (FDA). En este caso el análisis estadístico fue sub-parcelas divididas para cada período de crecimiento, las medias se compararon por DMS (p<0,05). En el período rebrote se excluyó a la

pastura *Panicum coloratum* var. makarikariense debido a que el material de la especie sembrada fue muy escaso en los tratamientos sin fertilización.

## Resultados

### Producción de forraje

En los dos períodos de evaluación (implantación y rebrote) la producción de materia seca total fue similar entre las pasturas megatérmicas ( $p>0,05$ ; Figura 2). Sin embargo el % de maleza fue menor en los cultivares de *Chloris gayana* que en los de *Panicum* ( $p<0,05$ ), lo cual determinó que la producción de materia seca de la pastura sembrada sea diferente entre las especies ( $p<0,05$ ) (Figura 2), siendo el *Chloris gayana* cv. Finecut el de mayor producción de forraje.

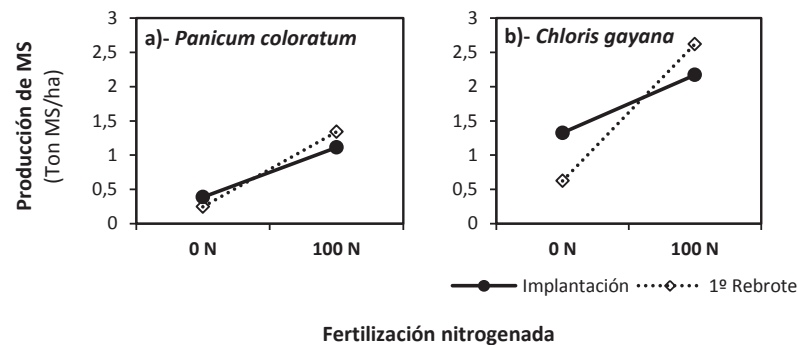


**Figura 2.** Valores promedios de dos períodos de evaluación (implantación y rebrote)  $\pm$  EE de producción de materia seca total (columnas blancas) y de pastura (columnas grises) según la pastura megatérmica. Letras distintas indican diferencias significativas ( $p<0,05$ ; DMS).

Por otra parte se halló una interacción significativa ( $p<0,05$ ) entre el período de crecimiento y la fertilización con nitrógeno para la producción total de materia seca, si bien en ambos períodos la respuesta positiva a la fertilización nitrogenada fue significativa ( $p<0,05$ ), en el rebrote fue de mayor magnitud que en la implantación.

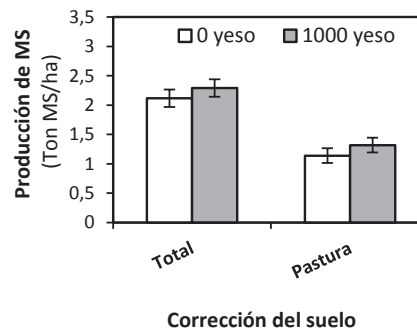
En la implantación el % pastura fue menor que en el rebrote (45 vs. 55%;  $p<0,05$ ), es decir hubo una mayor presencia de malezas. La fertilización con nitrógeno tendió a aumentar el % pastura en la implantación (41 vs. 50%;  $p=0,07$ ) y el efecto fue de mayor magnitud en el rebrote, pasando del 46 al 65% ( $p<0,05$ ).

En consecuencia, la producción de materia seca de pastura también presentó interacción significativa entre período y aplicación de nitrógeno, dada por un efecto positivo de la fertilización nitrogenada de mayor magnitud en el rebrote que en la implantación, pero en ambos casos significativos ( $p<0,05$ ) (Figura 3a y 3b).



**Figura 3.** Efecto de la fertilización nitrogenada sobre la producción de materia seca de pastura de los materiales de (a) *Panicum coloratum* y de (b) *Chloris gayana* (grama rhodes), según el período de crecimiento: implantación y rebrote.

Por último, el factor estudiado de corrección del suelo, a través de la aplicación de yeso, no tuvo efectos ni interacciones significativas en ninguno de los períodos (Figura 4).



**Figura 4.** Valores promedios de dos períodos de evaluación (implantación y rebrote)  $\pm$  EE de producción de materia seca total (columnas blancas) y de pastura (columnas grises) según la corrección del suelo.

### Calidad del forraje

Para la calidad del forraje no se hallaron interacciones significativas entre los factores (pastura megatérmica, fertilización nitrogenada y corrección del suelo) en ningún período de crecimiento.

En el período de implantación el nivel de PB y de FDN fue similar entre las distintas pasturas (Cuadro 1), tampoco existió efecto del nitrógeno, ni de la corrección del suelo sobre estas variables ( $p > 0,05$ ). En cambio para la FDA el efecto de la pastura fue significativo ( $p < 0,05$ ), destacándose el *Panicum coloratum* var. makarikariense por un menor nivel de FDA, lo cual se relacionaría con una mayor digestibilidad.

En el período del rebrote también se hallaron efectos sobre el valor nutritivo, en este caso *Panicum coloratum* var. *coloratum* se diferenció con menores niveles de FDN y de FDA. Cabe mencionar que en este período no se contó con los resultados de la pastura de *Panicum coloratum* var. *makarikariense*, material destacado por el menor contenido de FDA en la implantación. La aplicación de fertilizante nitrogenado en el período de rebrote aumentó el nivel de PB del forraje ( $p < 0,05$ ) y se encontró una tendencia a disminuir la FDN y la FDA ( $p = 0,08$ ).

Al igual que ocurrió para las variables productivas la corrección del suelo no afectó la calidad en ninguno período.

**Cuadro 1.** *Parámetros de la calidad del forraje para pasturas megatérmicas en un suelo Natracuall del norte de la Provincia de Santa Fe según el periodo de crecimiento: implantación y rebrote.*

|                           |                | Implantación |       |           | Rebrote |         |         |
|---------------------------|----------------|--------------|-------|-----------|---------|---------|---------|
|                           |                | PB           | FDN   | FDA       | PB      | FDN     | FDA     |
| Pastura megatérmica       | Coloratum      | 7,09         | 67,85 | 34,96 ab* | 10,77   | 64,74 b | 28,72 b |
|                           | Makarikariense | 7,42         | 65,25 | 32,39 c   | s.d.    | s.d.    | s.d.    |
|                           | Finecut        | 7,90         | 66,26 | 35,58 a   | 9,07    | 67,49 a | 33,60 a |
|                           | Santana        | 8,53         | 65,83 | 33,11 bc  | 9,75    | 66,86 a | 33,33 a |
| Error estándar            |                | 0,42         | 0,55  | 0,61      | 0,58    | 0,33    | 0,30    |
| Fertilización nitrogenada | Natural        | 7,84         | 65,65 | 33,80     | 9,16 b  | 66,93   | 31,52   |
|                           | Nitrógeno      | 7,63         | 66,64 | 34,22     | 10,57 a | 65,80   | 32,25   |
| Corrección del suelo      | Natural        | 7,71         | 66,69 | 34,20     | 9,86    | 66,13   | 31,63   |
|                           | Yeso           | 7,76         | 65,61 | 33,82     | 9,87    | 66,59   | 32,14   |
| Error estándar            |                | 0,24         | 0,43  | 0,45      | 0,39    | 0,36    | 0,26    |

\*Letras distintas entre los niveles de cada factor para cada período de crecimiento indican diferencias significativas ( $p < 0,05$ ).

## Conclusiones

✓ La pasturas megatérmicas presentaron diferencias en los períodos evaluados, alcanzando *Chloris gayana* mayores producciones de forraje, lo cual estuvo asociado a una menor presencia de malezas en estas parcelas, ya que la producción total fue similar.

✓ La fertilización nitrogenada presentó efectos positivos significativos sobre la producción de materia seca total y de la pastura, aumentando la proporción de la pastura sembrada.

✓ Existieron diferencias en el contenido de FDA entre las pasturas megatérmicas con menores niveles en materiales de *Panicum* según el período considerado, lo cual indicaría una mayor digestibilidad.

✓ En el período de rebrote la fertilización nitrogenada mejoró la calidad del forraje, a través de un mayor contenido de PB, pero no así en la implantación.

✓ En los períodos evaluados la corrección del suelo no tuvo efecto sobre la producción de las pasturas como tampoco sobre su calidad.

✓ Resulta importante continuar la investigación en el largo plazo para estudiar efectos sobre la producción en el largo plazo, teniendo en cuenta que se trata de pasturas perennes y sobre la persistencia de las mismas. Así como también estudiar que ocurre sobre parámetros del suelo.

### Agradecimientos

Financiamiento: CIAC 940141, SANFE 1261101, Carnes Santafesinas.

Por su colaboración en el trabajo de campo y procesamiento de las muestras al personal de campo de INTA EEA Rafaela Ariel Risso y Néstor Tomassini, y al auxiliar técnico Clemar Tomatis. A los becarios estudiantiles CIAC Mauro Beutel y Andres Calvi y a la Ing. Agr. Noelí De Marco.

### Bibliografía

- BRUNO, O.A., FOSSATI, J.L., PANIGATTI, J.L., GAMBAUDO, S., FENOGLIO, H.F., QUAINO O. 1982. Fertilización de grama rhodes (*Chloris gayana*, Kunth.) en los bajos submeridionales: 1. Nitrógeno y fósforo. EEA Rafaela. INTA. Publicación técnica n° 19. 19 p.
- OTONDO J. 2011. Efectos de la introducción de especies megatérmicas sobre características agronómicas y edáficas de un ambiente halomórfico de la Pampa Inundable. Tesis M.Sc. Buenos Aires, Argentina, Escuela para graduados Facultad de Agronomía (UBA).
- FOSSATI, J.L., BRUNO, O. A., PANIGATTI, J.L., GAMBAUDO, S. 1979. Comportamiento de forrajeras estivales en los bajos submeridionales. Informe técnico N° 1 INTA EEA Rafaela. 36 p.
- ROMERO, L., MATTERA, J. 2013. Alternativas de producción y conservación de forrajeras megatérmicas en el centro de Santa Fe. En: Informe técnico N° 58. INTA EEA Rafaela. Pp 20 - 41.

## EVALUACIÓN DE LA TOLERANCIA A LA INUNDACIÓN EN GRAMÍNEAS FORRAJERAS MEGATÉRMICAS

*Agustín Grimoldi<sup>1</sup>, Augusto Imaz<sup>2</sup>, Javier Cifaldi<sup>3</sup> y Gustavo Striker<sup>3</sup>*

<sup>1</sup>Cátedra de Forrajicultura, IFEVA-CONICET-FAUBA

<sup>2</sup>Instituto de Investigación Animal del Chaco Semiárido (IIAS-CIAP-INTA)

<sup>3</sup>Cátedra de Fisiología Vegetal, IFEVA-CONICET-FAUBA

*grimoldi@agro.uba.ar*

El aumento de la actividad agrícola en las últimas décadas ha ido desplazando a la actividad ganadera hacia áreas con mayores restricciones ambientales (Cahuépe e Hidalgo, 2005; Feldkamp, 2011). Las mismas restricciones que impiden la agricultura en las áreas destinadas a la ganadería, también imponen condiciones de estrés para la introducción y producción de especies forrajeras (por ejemplo inundaciones, sequías, halomorfismo y/o déficits de nutrientes). La recomendación de prácticas agronómicas debe guardar relación con las restricciones del ambiente, sin favorecer el deterioro de estos ecosistemas restringiendo su productividad futura. En este sentido, la promoción y cultivo de forrajeras megatérmicas perennes tolerantes a condiciones de estrés puede ser una alternativa sustentable para incrementar la oferta de forraje para el ganado utilizando áreas con productividad relativa menor.

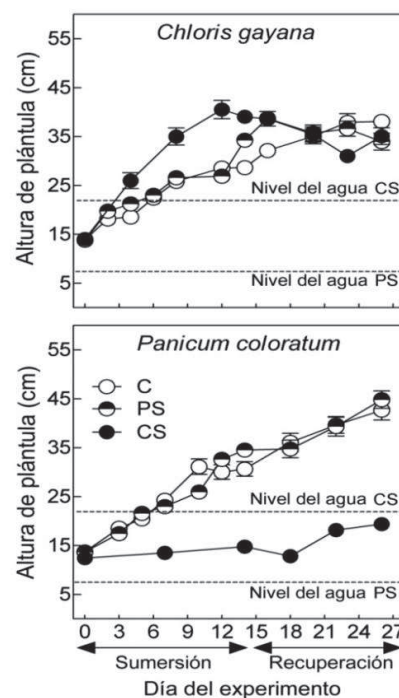
Actualmente, como resultado del calentamiento global, los inviernos son menos restrictivos para el crecimiento vegetal en áreas de pastizales templados (Kreyling, 2010). Bajo este escenario, gramíneas forrajeras megatérmicas con alto potencial de crecimiento, como *Chloris gayana* K. (grama rhodes) y *Panicum coloratum* L. (mijo perenne), están siendo incorporadas en bajos hidro-halomórficos de la Pampa Deprimida (Prov. de Buenos Aires, Argentina). Las plantas que habitan zonas de pastizal de la Pampa Deprimida están sometidas a un régimen de inundaciones frecuentes (Paruelo y Sala, 1990), que puede variar en su intensidad (i.e. profundidad del agua), duración y momento de ocurrencia. Esto trae como consecuencia un espectro de condiciones a las que pueden estar sujetas las plantas forrajeras en estos ambientes, y que imponen limitaciones para su producción y persistencia según su grado de tolerancia al estrés. Las especies tolerantes pueden cambiar su morfología en respuesta a la intensidad de inundación. En este sentido, se conocen dos estrategias de supervivencia frente a estrés por sumersión: escape y quiescencia (Bailey-Serres y Voesenek, 2008). La estrategia de escape se caracteriza por un rápido crecimiento en altura de las plantas ante una sumersión parcial que les permite ubicar rápidamente una proporción de hojas por encima del nivel de agua para facilitar la captura de oxígeno y continuar con la fijación de carbono. Por el contrario, la estrategia de quiescencia se caracteriza por una condición en la cual las plantas reducen su crecimiento y utilizan de manera conservativa sus carbohidratos de reserva para sobrevivir hasta que el nivel del agua disminuye (Bailey-Serres y Voesenek, 2008). En trabajos previos de nuestro grupo de investigación, hemos encontrado en la leguminosa forrajera *Lotus tenuis* la capacidad plástica de presentar diferentes estrategias según la intensidad de inundación: bajo sumersión parcial muestran una estrategia de escape, mientras que bajo sumersión completa las plantas permanecen quiescentes a expensas de sus reservas en corona (Manzur *et al.*, 2009).

En este trabajo, se presentan investigaciones realizadas por nuestro grupo sobre aspectos relacionados con la tolerancia a la inundación en gramíneas forrajeras megatérmicas (*Chloris gayana* y *Panicum coloratum*). La especie *Chloris gayana* (grama rhodes) pertenece a la tribu de las Clorídeas, nativa de África tropical y subtropical, posee porte erecto y capacidad de formar estolones que enraízan en los nudos y le permiten cubrir el suelo eficientemente. Las formas diploides son de origen subtropical, y por ello, se presumen más tolerantes al frío. Los valores de producción anual de materia seca son variables dependiendo del cultivar, fertilidad del suelo y condiciones ambientales. La especie *Panicum coloratum* (mijo perenne) pertenece a la tribu de las Paníceas, nativa del continente Africano y adaptada a zonas templado-cálidas a tropicales. Esta especie se caracteriza por presentar un rebrote vigoroso y de alta calidad. La producción anual promedio para 10 años de evaluación en sitios de latitud similar a la Pampa Deprimida supera los 5000 kg ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>. Además su relativa tolerancia al frío le permite un rebrote más temprano. La forma de disseminación más común es por semillas pero también puede desarrollar propagación vegetativa a través de rizomas cortos.

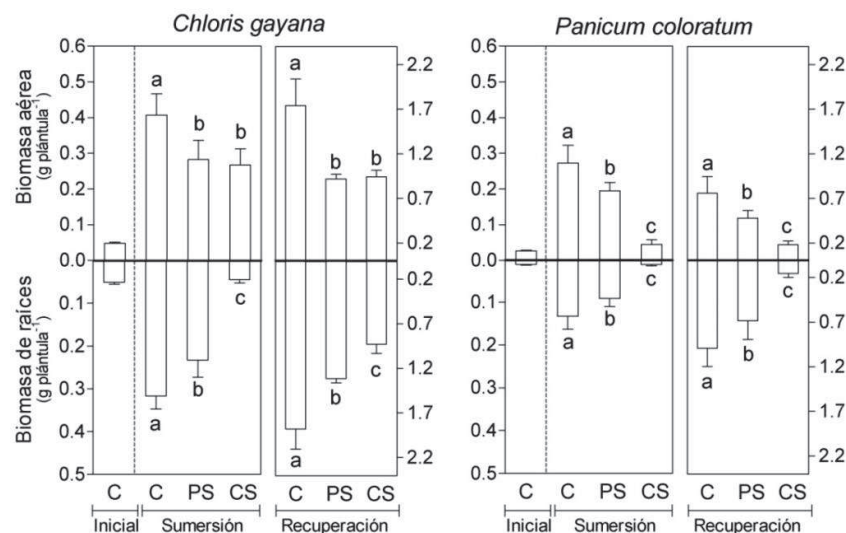
### **Tolerancia de plántulas de *Chloris gayana* y *Panicum coloratum* frente a intensidades crecientes de inundación**

El objetivo de este experimento fue evaluar estrategias de tolerancia ante intensidades crecientes de inundación en plántulas de especies megatérmicas con potencial de uso como forrajeras en pastizales templado húmedos. Se utilizaron plántulas de 3-4 hojas de las especies *Chloris gayana* (cv. Finecut) y *Panicum coloratum* var. *coloratum* (cv. Klein), las cuales crecieron en macetas con arena y suelo (1:1 v/v) en condiciones de invernáculo. Las plántulas fueron sujetas a tres tratamientos en un diseño completamente aleatorizado (DCA, n=10): (i) control: mantenido a capacidad de campo, (ii) sumersión parcial: plántulas inundadas hasta la mitad de su altura y (iii) sumersión completa: plántulas totalmente sumergidas. Transcurridos 14 días se removieron los tratamientos y se evaluó la recuperación luego de 12 días en condiciones de capacidad de campo.

Los resultados mostraron que ambas especies toleran similarmente la sumersión parcial (profundidad del agua: 7 cm), pero difieren en su grado de tolerancia a la sumersión completa. En este último escenario, *C. gayana* logró emerger del agua aumentando su altura en mayor medida que los controles (Gráfico 1). La respuesta de 'escape' a la sumersión exhibida por *C. gayana* se asoció a una asignación preferencial de biomasa hacia la parte aérea (P<0.05; Gráfico 2) y un marcado alargamiento de las láminas foliares. Por el contrario, *P. coloratum* detuvo su crecimiento sin acumular biomasa (P<0.05; Gráfico 2), sus hojas fueron más pequeñas y no logró emerger por encima del nivel de agua (Gráfico 1).



**Gráfico 1.** Altura de las plántulas de *Chloris gayana* y *Panicum coloratum* sometidas a condiciones control (C), sumersión parcial (PS) y sumersión completa (CS). El período de sumersión fue de 14 días y el período de recuperación fue de 12 días. Las líneas discontinuas indican la profundidad del agua de los tratamientos de sumersión. Los valores son promedios  $\pm$  error estándar de diez repeticiones.

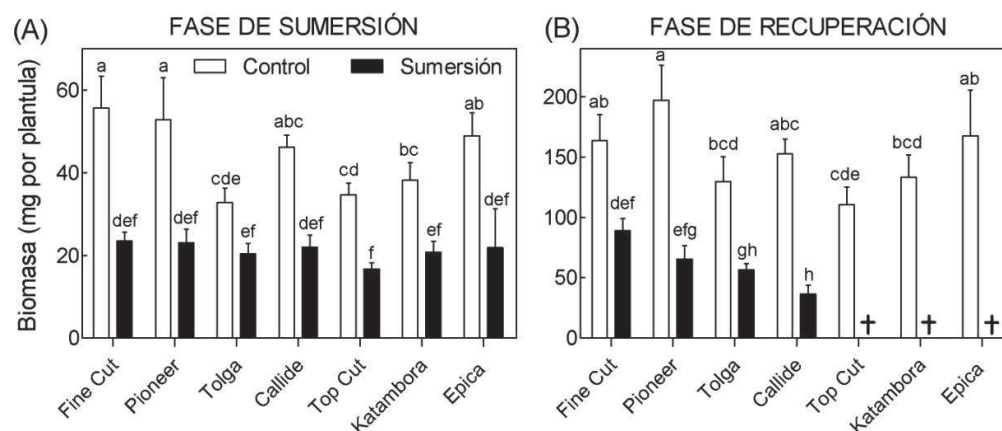


**Gráfico 2.** Biomasa aérea y radical de plántulas de *Chloris gayana* y *Panicum coloratum* sometidas a condiciones control (C), sumersión parcial (PS) y sumersión completa (CS). Para cada especie: los paneles de la izquierda muestran la biomasa inicial y en el día 14 de inundación, mientras que los paneles de la derecha muestran la biomasa en el día 26 (post-recuperación). Letras distintas indican diferencias significativas ( $P < 0,05$ ) sobre la base de la prueba de Tukey en cada período. Los valores son promedios  $\pm$  error estándar de diez repeticiones.

Es de destacar, que en condiciones de sumersión parcial, ambas especies continuaron creciendo durante la inundación y aumentaron considerablemente su biomasa en relación a su biomasa inicial (Gráfico 2), denotando así un alto grado de tolerancia a esta condición. Asimismo, se registró que la biomasa final de *C. gayana* fue similar bajo sumersión parcial y completa; mientras que *P. coloratum* redujo notablemente la biomasa bajo sumersión completa incluso al final del experimento, indicando que los daños provocados fueron persistentes (Gráfico 2). De esta manera, se concluye que *C. gayana* posee una alta tolerancia a la sumersión parcial y completa, mientras que *P. coloratum* tolera adecuadamente condiciones hasta sumersión parcial. En nuestra opinión, la falta de respuesta de *P. coloratum* cuando se enfrenta a sumersión completa no debería ser interpretada como una estrategia de quiescencia (como *Lotus tenuis* en Manzur *et al.*, 2009), ya que las especies con quiescencia poseen la capacidad de desacelerar su metabolismo durante la sumersión para conservar energía, y luego al retirarse el agua, son capaces de reanudar un crecimiento vigoroso (Bailey-Serres y Voesenek, 2008). En este caso, la mínima recuperación en la biomasa que mostró *P. coloratum* después de concluida la inundación, indica que la especie fue fuertemente afectada por la sumersión completa (aunque todas las plantas sobrevivieron), lo cual no estaría representando cabalmente una estrategia de quiescencia, simplemente las plántulas de *P. coloratum* son sensibles a esta condición.

### Variabilidad en tolerancia a la sumersión completa de siete cultivares de *Chloris gayana* en estadio de plántula

En este experimento se buscó profundizar el análisis de la respuesta a la sumersión completa de la especie *Chloris gayana*. Se analizaron siete cultivares comerciales: cinco diploides (Finecut, Pioneer, Tolga, Topcut y Katambora) y dos tetraploides (Callide y Epica). En este caso, se utilizaron plántulas relativamente más pequeñas (2-3 hojas expandidas), que fueron sujetas a dos tratamientos por 14 días en condiciones de invernáculo, siguiendo un diseño completamente aleatorizado (DCA, n=12): (i) control: regado diariamente a capacidad de campo y (ii) sumersión completa: inmersión en agua clara 2 cm por encima de las plántulas. Luego de la sumersión, se dejaron crecer las plántulas por dos semanas a condiciones control para evaluar su recuperación.



**Gráfico 3.** Biomasa de siete cultivares de *Chloris gayana* en sumersión completa (A) y luego de la fase de recuperación (B). Letras distintas indican diferencias significativas entre barras ( $P < 0.05$ ) dentro de cada fase basados en test LSD-Fisher. La cruz indica no supervivencia. Los valores son promedios  $\pm$  error estándar de doce repeticiones.

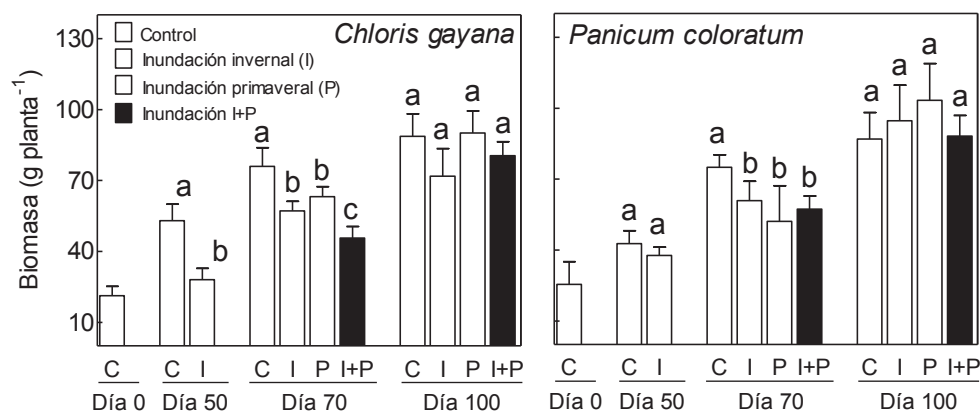
Durante la fase de sumersión, las diferencias entre cultivares no fueron evidentes (interacción:  $P>0.1$ ) ya que las plántulas de todos los cultivares sobrevivieron y alcanzaron una biomasa similar en condiciones de sumersión (Gráfico 3A). En condiciones control, los cultivares Finecut, Pioneer, Callide y Epica fueron los que mostraron un mayor crecimiento (Gráfico 3A), y por lo tanto una mayor capacidad competitiva para lograr su establecimiento temprano en condiciones no estresantes. Durante la fase de recuperación, los cultivares mostraron una respuesta diferencial en términos de supervivencia y acumulación de biomasa (interacción:  $P<0.05$ ). De los siete cultivares evaluados, cuatro sobrevivieron (Finecut, Pioneer, Tolga y Callide), mientras que los otros tres perecieron (Topcut, Katambora y Epica) (Gráfico 3B). Esto destaca la importancia de evaluar la recuperación de las plantas luego del evento de estrés, un aspecto muchas veces relegado en experimentos de inundación (Striker, 2012). A su vez, de los cuatro cultivares que sobrevivieron, Finecut y Pioneer alcanzaron siempre la mayor biomasa acumulada, tanto en condiciones control como en condiciones de sumersión previa (Gráfico 3B).

Se concluye que existen diferencias en la tolerancia a la sumersión completa entre los cultivares comerciales disponibles de *C. gayana*, que se manifiestan durante la fase de recuperación de las plántulas. Los cultivares Finecut y Pioneer, de mayor crecimiento post-sumersión, resultaron los más promisorios para su introducción exitosa en bajos hidromórficos de la Pampa Deprimida donde sus plántulas pueden sufrir eventos de sumersión producto de inundaciones naturales.

### **Tolerancia a la inundación de *Chloris gayana* y *Panicum coloratum* en diferentes momentos del ciclo de crecimiento**

El objetivo de este último experimento fue evaluar la tolerancia a inundación de plantas adultas de *Chloris gayana* (cv. Finecut) y *Panicum coloratum* var. *coloratum* (cv. Klein) en diferentes momentos del ciclo de crecimiento (inundación invernal durante el reposo vegetativo vs. inundación primaveral durante el rebrote). Plantas de 10 meses creciendo en macetas con arena y suelo (1:1 v/v) fueron sujetas a cuatro tratamientos, utilizando un diseño completamente aleatorizado (DCA,  $n=8$ ): (i) control no-inundado mantenido a capacidad de campo, (ii) inundación invernal por 50 días durante el período de reposo vegetativo, (iii) inundación primaveral por 20 días durante el rebrote y (iv) inundación continua por 70 días (reposo vegetativo + rebrote). En todos los casos, la aplicación del tratamiento inundación fue en condiciones de sumersión parcial (profundidad del agua: 8 cm). Luego, se dejaron crecer las plantas por un período de 30 días en condiciones control para evaluar su recuperación. Se cosechó y determinó la biomasa de las plantas en 4 momentos: al inicio de los tratamientos, al finalizar la inundación invernal, luego de la inundación primaveral y luego del período de recuperación.

En ambas especies, la inundación invernal determinó una caída en la producción de biomasa durante el rebrote primaveral del 20-23% ( $p<0.05$ ; columna "I" día 70 en Gráfico 4). La inundación primaveral provocó mermas en la biomasa del 17% en *C. gayana* y del 30% en *P. coloratum* ( $p<0.05$ ; columna "P" día 70 en Gráfico 4). Las plantas de *C. gayana* que permanecieron inundadas tanto en invierno como en primavera produjeron 38% menos biomasa que los controles, mientras que en *P. coloratum* no se registraron efectos aditivos depresores sobre la biomasa al inundar en ambos períodos (Gráfico 4). Notablemente, al final del período de recuperación, las plantas de ambas especies lograron recuperarse y alcanzar una biomasa equivalente a la de sus controles independientemente del tratamiento de inundación a la que habían sido sujetas ( $p>0.05$ , día 100 en Gráfico 4).



**Gráfico 4.** Biomasa total de plantas adultas de *Chloris gayana* y *Panicum coloratum* sometidas a condiciones control (C), inundación invernal (I), inundación primaveral (P), inundación I+P. Los gráficos de cada especie muestran los valores de biomasa (g planta<sup>-1</sup>) en el día 0 (inicial), en el día 50 (inundación invernal), en el día 70 (inundación primaveral) y en el día 100 (recuperación). Letras distintas indican diferencias significativas ( $P < 0.05$ ) sobre la base de la prueba de Tukey en cada período. Los valores son promedios  $\pm$  error estándar de ocho repeticiones.

Se concluye que eventos de inundación prolongados durante el invierno comprometen la producción de biomasa durante el rebrote de ambas especies, y en una magnitud semejante a la de una inundación durante el propio rebrote primaveral. Sin embargo, ambas especies expresan una elevada capacidad de recuperación que les permite eliminar las diferencias en biomasa generadas por los tratamientos en solo 30 días luego de la última inundación.

### Comentario final y perspectivas

Los resultados presentados indican que ambas especies son tolerantes a la inundación en fase adulta, con un compromiso en la reducción de biomasa que no supera el 30% en relación a controles no-inundados. Se concluye que ambas especies resultan promisorias para su introducción en pastizales inundables de la Pampa Deprimida, destacándose *C. gayana* para sitios donde la intensidad de inundación puede comprometer la sumersión completa de las plántulas en las primeras fases del establecimiento.

Sin embargo, los pastizales pueden verse afectados por otros factores abióticos producto de las condiciones climáticas y/o edáficas (en especial la ocurrencia de heladas, sequías y/o condiciones de halomorfismo), y a su vez por factores bióticos relacionados con el manejo (i.e. intensidad y frecuencia de la defoliación) del sistema pastoril bajo estudio. El conocimiento de dichos efectos y sus interacciones sobre la instalación y producción de especies forrajeras megatérmicas plantea nuevos interrogantes que son la base para la realización de futuras investigaciones.

**Bibliografía**

- BAILEY-SERRES, J. Y L.A.C.J., VOESENEK. 2008. Flooding stress: acclimations and genetic diversity. *Annual Review of Plant Biology* 59: 313-339.
- CAHUÉPÉ, M.A. Y L., HIDALGO. 2005. La Pampa inundable: el uso ganadero como base de la sustentabilidad social, económica y ambiental. En: *La heterogeneidad de la vegetación de los agroecosistemas. Un homenaje a Rolando León*. Editorial Facultad de Agronomía, UBA. Págs. 401-412.
- FELDKAMP, C.R. 2011. Beef production in Argentina: situation and challenges. En: *Proceedings of the International Rangeland Congress, Rosario, Argentina*. Págs. 26-30.
- KREYLING, J. 2010. Winter climate change: a critical factor for temperate vegetation performance. *Ecology* 91: 1939-1948.
- MANZUR, M.E., A.A., GRIMOLDI, P., INSAUSTI Y G.G., STRIKER. 2009. Escape from water or remain quiescent? *Lotus tenuis* changes its strategy depending on depth of submergence. *Annals of Botany* 104: 1163-1169.
- PARUELO, J.M. Y O.E, SALA. 1990. Caracterización de las inundaciones en la Depresión del Salado: dinámica de la capa freática. *Turrialba* 40: 5-11.
- STRIKER, G.G. 2012. Time is on our side: the importance of considering a recovery period when assessing flooding tolerance in plants. *Ecological Research* 27: 983-987.



## **MANEJO DE ESPECIES TROPICALES**

## MANEJO DEL PASTOREO EN ESPECIES TROPICALES

*Joaquín Dante Pueyo*

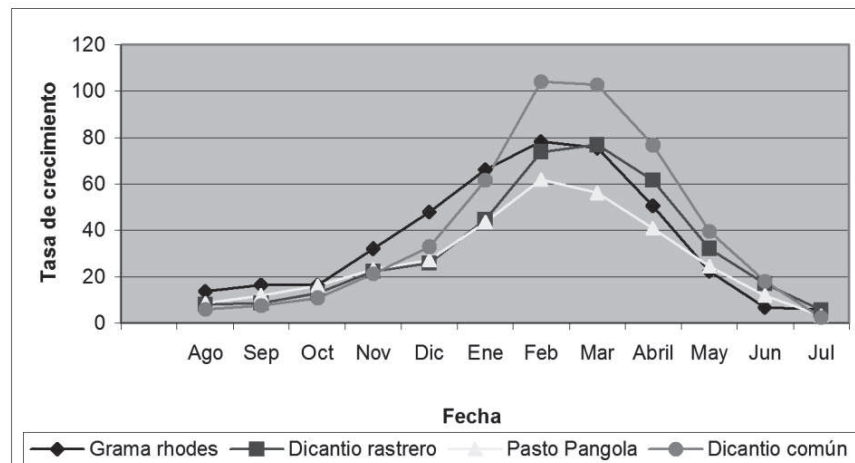
INTA EEA El Colorado (Formosa)  
pueyo.joaquin@inta.gob.ar

### Introducción

La región subtropical argentina presenta una gran variabilidad de ambientes en cuanto al clima y a las condiciones naturales de suelo y vegetación, incluyendo dentro de la misma región del NEA. Por ello que en este trabajo, donde trataré de dar algunas pautas de manejo del pastoreo de pasturas tropicales, me remitiré fundamentalmente a la región chaqueña húmeda y subhúmeda, donde desarrollamos la mayor parte de los trabajo de evaluación y manejo de pasturas desde la EEA El Colorado.

El principal recurso forrajero de la región está constituido, en gran medida, por pastizales naturales, que presentan una gran diversidad en cuanto a su potencial ganadero. Las pasturas cultivadas representan, aproximadamente, entre el 5 al 6% de la superficie de la región oriental formoseña, registrándose un fuerte incremento en los últimos 8 a 10 años.

La baja producción y calidad (en general, pues hay algunas excepciones) de los pastizales naturales, llevan a la conveniencia de incorporar pasturas cultivadas para una mejor producción. La productividad de éstas variará según sea la especie, el ambiente y las condiciones climáticas del año en cuestión. De todas maneras, más allá de que las pasturas cultivadas presenten una mayor producción de forraje, también presentan, una marcada estacionalidad, como se puede observar en la Figura 1, y una variabilidad en la calidad del forraje según la época del año y según la estrategia en el manejo del pastoreo, lo que obliga a la utilización de recursos forrajeros complementarias, ya sea extra-prediales o intra-prediales.



**Figura 1.** Tasa de crecimiento (en  $\text{kgMS.ha}^{-1}.\text{día}^{-1}$ ) de 4 especies tropicales en la zona de la EEA El Colorado (Chaparro y Pueyo 1998).

En la región se considera que la producción de campo natural estaría en un rango de 3000 a 7000 kgMS.ha<sup>-1</sup>.año<sup>-1</sup> con una eficiencia de cosecha del 40% y el de las especies forrajeras mejoradas entre 7000 a 12000 kgMS.ha<sup>-1</sup>.año<sup>-1</sup> con una eficiencia de cosecha del 50%, por lo que se hacen evidentes las ventajas productivas de estas últimas.

Ahora bien, cuando un productor implanta una pastura, no solucionó el problema de su campo. A partir de ese momento debe realizar una serie de prácticas y normas de manejo que le permitan, a través de esa pastura, poder incrementar la producción de su establecimiento de manera eficaz. Los principales aspectos que se tenían en cuenta para un correcto manejo de las pasturas cultivadas eran, la carga animal, el sistema de pastoreo, la renovación de pasturas, la fertilización y el diferimiento de forraje o heno en pie.

### Sistema de manejo del pastoreo de 1990 a 2005.

Esta última (forraje diferido) era la práctica que más se tenía en cuenta para realizar un manejo eficaz y controlado de una pastura. La mayoría de las especies megatérmicas presentan una marcada estacionalidad en su producción, lo que determina un exceso de forraje en el período estival y un déficit en el invierno (Figura 1). Por ello es posible transferir parte de dicho excedente a la época crítica. En la EEA El Colorado se realizaba esta práctica de clausura de potreros en otoño, de manera de llegar con una buena cantidad de forraje diferido a la entrada del invierno, (la cual dependía de la especie y de las condiciones climáticas) y se “asignaba” una determinada cantidad de forraje por animal. La ganancia de peso que se obtiene en el período invernal está en relación directa con esa cantidad de forraje ofrecido o asignado por animal. Cuando esta asignación se hace de manera adecuada, las ganancias obtenidas en el período invernal son muy buenas, en comparación a los valores que normalmente se daban en la región antes de implementar esta práctica (Cuadro 1), y los animales continuaban el proceso de engorde en buenas condiciones, obteniéndose producciones de 250 – 350 kg de carne por ha (Cuadro 2).

**Cuadro 1.** *Aumento de peso vivo estacional en recría de vaquillas cruzas en cuatro forrajeras tropicales promisorias en Formosa. Pueyo, J.D. y C.J. Chaparro. 2001.*

| Especie              | Invierno     | Primavera    | Verano     |
|----------------------|--------------|--------------|------------|
| Pasto Siam           | 579 a        | 482 b        | 684 a      |
| Gramma Callide       | 429 a        | 634 a        | 526 b      |
| Dicantio rastrero    | 462 a        | 533 b        | 580 ab     |
| Brachiaria brizantha | 504 a        | 487 b        | 392 c      |
| <b>Promedio</b>      | <b>493,5</b> | <b>534,0</b> | <b>546</b> |

A partir de ello se diseñaron tres módulos de internada con diferente grado de intensidad, en función a la suplementación estratégica que se realizaba para cubrir, tanto los déficits cuantitativos, como cualitativos de forraje. De allí surgieron los módulos de Internada Larga, Internada Media e Internada Corta (Cuadro 3), planteos que resultaron exitosos y fueron tomados, en mayor o menor medida, por los productores de la región.

**Cuadro 2:** Productividad por ha de diferentes especies forrajeras en la EEA El Colorado, Fsa.

| Especie               | Producción de carne<br>(kg.cabeza <sup>-1</sup> .año <sup>-1</sup> ) |
|-----------------------|----------------------------------------------------------------------|
| Dicantio erecto       | 260 – 350                                                            |
| Dicantio rastrero     | 260 – 270                                                            |
| Pasto pangola         | 200 – 370                                                            |
| Gramma rhodes Callide | 250 – 300                                                            |
| Brachiaria brizantha  | 180 – 330                                                            |
| Pasto cambá           | 270 – 280                                                            |
| Pasto Siam            | 250 – 300                                                            |

**Cuadro 3.** Modelos de Invernada con diferentes grados de intensificación.



### Sistema de manejo más eficiente.

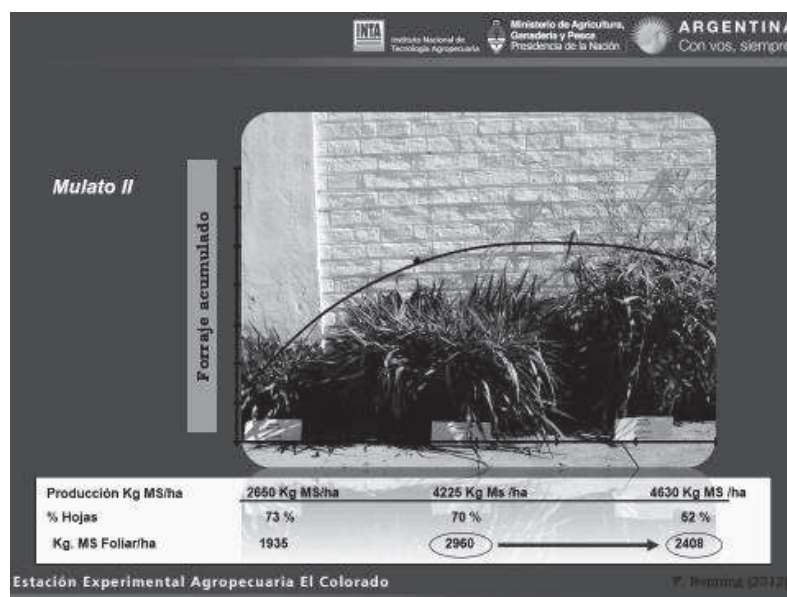
Sin embargo en los últimos años se comenzaron a tener en cuenta otros aspectos para llegar a un manejo más eficiente del forraje cosechado. La idea es planificar y definir estrategias de pastoreo que resulten en altas producciones de forraje de calidad en forma sustentable y sostenida en el tiempo.

Las especies C4 presentan un comportamiento metabólico diferente a las C3, que las hace más eficiente en el uso del agua, como así también presentan una mejor adaptación a las condiciones ambientales, pero paralelamente tienen un menor porcentaje de digestibilidad y de proteína y, fundamentalmente una mayor tasa de lignificación y de reducción de calidad. Debido

a que esta tasa de lignificación y el contenido de pared celular son mayores en los tallos que en las hojas, y a su vez en hojas más largas que en hojas cortas (Nenning 2009), hay que realizar un pastoreo controlado para propiciar que el animal coseche la mayor proporción posible de hojas, y a su vez, que estas no sean demasiado grandes.

Esto lo podemos comparar con un edificio, cuando más alto es el mismo, mayor cantidad de cemento necesita en las columnas para soportar una estructura más grande. De la misma manera una planta, a medida que crece, la pared celular se va engrosando para poder soportar dicha estructura. Esto se da fundamentalmente en el tallo, órgano de soporte de las gramíneas, pero también ocurre en las hojas de mayor tamaño.

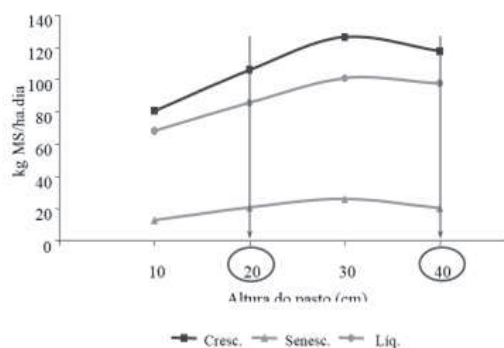
Disminuir el tamaño de las plantas no solo evita la acumulación de órganos pocos digestibles, (tallos, vainas), sino que, a su vez, reduce la proporción de material muerto. Construir plantas pequeñas mejora la condición de luz en la mata aumentando la densidad de macollos y en consecuencia la proporción de láminas foliares. (Nenning 2010, Agnusdei *et al* 2011).



**Figura 2.** Proporción de láminas en Mulato II bajo diferentes alturas del canopeo (Nenning, 2012).

Es importante que después de cada pastoreo se deje suficiente remanente de hojas de tal forma que la recuperación de las plantas sea a expensas del proceso fotosintético y no desde las reservas de las plantas. La altura de las plantas es clave para mantener este tipo de calidad de forraje, el cual ofrece láminas jóvenes de alto valor nutritivo (Nenning 2012) (Fig. 2). La alta densidad de láminas mejora la condición de pastoreo, aumentando el consumo y la ganancia de peso de los animales.

Experiencias llevadas a cabo en Brasil con 4 alturas de pastoreo en *B. brizantha*; 10, 20, 30 y 40 cm, observaron mejor performance general (productividad y estructura de la pastura) en aquellos tratamientos que estaban entre los 20 y 30 cm (Fig. 3) La razón es que manteniendo la pastura a 10 cm el animal cosecha buena calidad de forraje, pero con menor consumo, además de presentar un aumento en la población de especies invasoras, disminución de las reservas orgánicas y una menor estabilidad en la densidad de macollos, lo que está indicando una condición inestable para las plantas de *Brachiaria*. En contraposición, el tratamiento de 40 cm presentó una menor calidad de forraje, mucha pérdida de forraje, debido a que el consumo por parte de los animales va "por detrás" de la dinámica de crecimiento de las pasturas. Esto lleva en consecuencia a una baja eficiencia de uso del recurso forrajero.

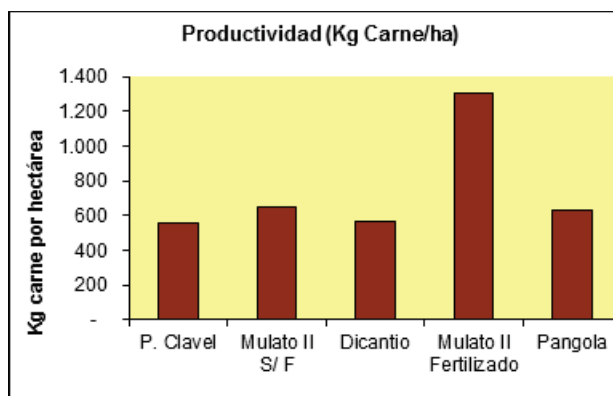


**Figura 3.** Tasa de crecimiento de *Brachiaria* bajo 4 alturas de pastoreo continuo. Fuente: Sbrissia, 2004.

Resultados obtenidos en la EEA El Colorado en un ensayo de 3 alturas de pastoreo (10, 20 y 30 cm) en *Brachiaria brizantha* cv. Marandú, (A. Giuliani en preparación) se observó una respuesta similar, es decir, mayor invasión de especies invasoras en el tratamiento de 10 cm y muy baja eficiencia de utilización del forraje producido en el de 30 cm, comparativamente con el tratamiento de 20 cm.

En los últimos años los módulos de invernada de la EEA El Colorado se viene aplicando este criterio de manejo, obteniéndose año tras año valores medios de productividad, con suplementación, en un rango de 600 a 700 kg de PV/ha. en diferentes especie, tales como: Dicantio, Pasto Pangola, Pasto Clavel, *Brachiaria brizantha* y Mulato II (Figura 4).

En un trabajo llevado a cabo con un Módulo Experimental sobre Mulato II, especie de gran potencial, con fertilización nitrogenada y carga alta (6 terneros/ha), se llegó a obtener 1.300 kg de PV/ha (Figura 4).



**Figura 4.** Productividad de 5 especies forrajeras en la EEA El Colorado (Nenning, 2012).

La importancia de estos datos radica en la difusión y adopción que se está llevando adelante en productores de la región. En este sentido es de destacar los resultados preliminares en un establecimiento del departamento Pilagá (Formosa). En un ensayo de pastoreo llevado adelante desde la EEA El Colorado, en conjunto con la AER Laguna Blanca de INTA y el Ministerio de la Producción y Ambiente de la provincia, sobre pasturas de *Brachiaria brizantha*, se están obteniendo producciones de 850 kg PV.ha<sup>-1</sup> en cv Toledo y 1090 kg PV.ha<sup>-1</sup> en cv Toledo, con ganancias promedios de 590 g por animal y por día. Esto está marcando el verdadero potencial que presentan las pasturas megatérmicas cuando se realiza un adecuado y eficiente manejo del pastoreo.

## Conclusión

Para aumentar la producción de carne, entonces, se requiere que los animales consuman la mayor cantidad de materia seca posible y digestible, y para ello, es necesario que la calidad del pasto sea óptima.

Una pastura que se pasa pierde calidad notablemente, y el animal tiene que elegir las hojas verdes y frescas entre medio de un gran volumen de pasto envejecido. Este es el escenario habitual de las pasturas tropicales, donde se confunde muchas veces grandes volúmenes de pasto con buenas producciones, siendo justamente al revés.

## Bibliografía.

- AGNUSDEI M.G., DI MARCO O.N., NENNING F.R. AND AELLO M.S. 2011. "Leaf blade nutritional quality of rhodes grass (*Chloris gayana*) as affected by leaf age and length. En: Crop & Pasture Science, 2011, 62, 1098–1105.
- CHAPARRO, C.J. Y J.D. PUEYO. 1998. Tasa de crecimiento de gramíneas tropicales en El Colorado, Formosa. 2. Evaluación de cinco especies promisorias para la región chaqueña. Revista Argentina de Producción Animal Vol. 18 – Supl. 1, pp. 226
- NENNING F.R. 2012. " Uso de pasturas tropicales en sistemas de invernada ". Seminario Regional del IPCVA. Formosa, Junio de 2012.
- PUEYO, J.D. Y C.J. CHAPARRO. 2001. Recría de vaquillas cruza de reposición en cuatro forrajeras tropicales promisorias en Formosa, Argentina. Revista Argentina de Producción Animal: Vol. 21: Supl. 1. pp. 80-81.

## VALOR NUTRITIVO Y APROVECHAMIENTO DE PASTURAS TROPICALES

José Ignacio Arroquy<sup>1,2,3</sup> y Augusto Imaz<sup>4</sup>

<sup>1</sup> INTA EEA Santiago del Estero (Santiago del Estero)

<sup>2</sup> FAYA – Universidad Nacional de Santiago del Estero

<sup>3</sup> CONICET

<sup>4</sup> INTA-IIACS-Tucumán

arroquy.jose@inta.gob.ar

### Introducción

En la actualidad alrededor del 34% (SENASA, 2014) de la ganadería Argentina se lleva a cabo en la porción subtropical del país (NEA y NOA), y de esta, las subtropicales subhúmedas y semiáridas son las que presentan a futuro mayores posibilidades de incremento de la productividad mediante el uso de pasturas megatérmicas introducidas. El incremento del stock ganadero de esta región se ha correspondido – en gran parte – con un aumento en la implantación de pasturas tropicales. En este sentido este tipo de recursos forrajeros han revolucionado los sistemas subtropicales semiáridos y subhúmedos en los últimos 20 años. Reciente utilización de estas pasturas se ha expandido a regiones templadas con restricciones edáficas (ej., cuenca del salado, cuenca de Laprida) y la región semiárida templada. Estas pasturas presentan un gran potencial productivo comparadas con las gramíneas templadas – tienen altas tasas de producción, son resistentes a sequías y a temperaturas elevadas. Estas características son claves para la adaptabilidad a regiones subtropicales áridas y semiáridas. En la región NOA las especies más difundidas son *Panicum máximum* (Gatton panic), *Cenchrus ciliaris* (Buffelgrass), *Brachiaria bryzanta* (Brachiarias), y *Chloris gayana* (Grama rhodes). En la parte subtropical árida los cultivares bajos de *Cenchrus ciliaris* (Ej., Texas) son los de mayor difusión y de muy buen comportamiento. En el subtrópico semiárido el menú de especies y cultivares se amplía, encontrándose el *Panicum sp.* (Ej., Gatton panic) como el género de mayor difusión. A esta se adicionan cultivares de buffelgrass, medios y altos (Ej., Biloela, Molopo, etc.), grama rhodes (diploides y tetraploides) de buen comportamiento en la región (De Leon, 2008). Finalmente, los cultivares del género *Brachiaria sp.* (Ej., Marandu, Mulato, Toledo, Mutalto II) que presentan buenos niveles de producción y calidad, los cuales demandan mayor precipitación. Las principales características de estas pasturas son la oferta de forraje concentrada en el verano (más del 60%), y baja calidad del forraje diferido al invierno (Cornacchione y otros, 2004, Cuadro 1), factores que juegan un rol preponderante sobre el manejo y la productividad de dichos sistemas. En verano la oferta de forraje es relativamente abundante y de buen valor nutritivo (Cuadro 1), pero durante el otoño tardío, invierno, y gran parte de la primavera la calidad del forraje es baja (Cuadro 1). A esto se suma que hacia fines de la estación seca (primavera) la disponibilidad de forraje es generalmente limitante.

| VERANO         |            | INVIERNO       |                |
|----------------|------------|----------------|----------------|
| Proteína       | 6-12 %     | Proteína       | < 5%           |
| Fibra (FDN)    | 65-70%     | Fibra (FDN)    | >70%           |
| Consumo máximo | 2,5 % Peso | Consumo máximo | <2 % Peso      |
| Cambio de peso | >450 g/d   | Cambio de peso | -200 a 150 g/d |

**Cuadro 1.** Composición química de *Gatton panic* (*Panicum m28aximum* cv. *Gatton*) durante la estación de crecimiento ( $n = 42$ ) y la estación seca ( $n = 81$ ; Fuente: Laboratorio de Forrajes INTA EEA Santiago del Estero).

|                         | Estación       |                |
|-------------------------|----------------|----------------|
|                         | Crecimiento    | Seca           |
| Proteína bruta          | 11,2 $\pm$ 0,6 | 5,1 $\pm$ 2,5  |
| Fibra detergente neutro | 61,7 $\pm$ 2,4 | 77,6 $\pm$ 6,6 |

Estas diferencias en composición química estacionales, el elevado contenido de fibra (Cuadro 1) y la baja concentración de proteína limitan la productividad animal invernal.

## Valoración nutricional

### *Composición química, estructura y digestibilidad*

Las gramíneas C4 son generalmente de menor digestibilidad que las gramíneas C3 debido a sus diferencias químicas y estructurales, a lo que se le suma las condiciones de crecimiento de altas temperaturas (Minson, 1990). En las especies C4, el sistema fotosintético C4 es más eficiente en la fijación de carbono que el de las C3, y sus estructuras anatómicamente diferentes presentan mayor resistencia a la digestión. Los cambios en estados de desarrollo de la planta tienen un impacto sustancial sobre la pared celular, de vegetativo a reproductivo y/o la de acumulación de material muerto. En un planteo de utilización eficiente de pasturas a pastoreo y/o la obtención de reservas forrajeras de calidad, una elevada proporción de macollos en estado reproductivo reducen el valor nutricional de la dieta consumida y/o la reserva forrajera confeccionada (Minson, 1990). En este sentido, la reducción de la digestibilidad del forraje representa una de las mayores pérdidas en el aprovechamiento pasturas. La composición química y la digestibilidad de la pastura dependen de la proporción sus componentes y su calidad (Cuadro 2; Arroquy datos no publicados). Estos varían con el manejo del pastoreo/corte y con la especie entre otros. Las pasturas que mediante el manejo puedan mantener una proporción mayor de hoja mantendrán una mejor calidad (Cornacchione, 2008).

**Cuadro 2.** Composición química de las fracciones de *Panicum maximum* durante la estación de crecimiento

| Mes                    | PB, % | FDN, % | FDA, % | DMS, % |
|------------------------|-------|--------|--------|--------|
| <i>Hoja verde</i>      |       |        |        |        |
| Diciembre              | 14.3  | 58.8   | 29.4   | 72.1   |
| Enero                  | 11.7  | 53.9   | 26.6   | 75.9   |
| Febrero                | 12.1  | 56     | 28.4   | 73.4   |
| Marzo                  | 11.8  | 58.7   | 29.9   | 71.4   |
| <i>Tallo</i>           |       |        |        |        |
| Diciembre              | 5.5   | 66.4   | 35.2   | 64.3   |
| Enero                  | 5.5   | 68.4   | 39.7   | 58.3   |
| Febrero                | 9.1   | 69     | 39.7   | 58.3   |
| Marzo                  | 4.9   | 68.8   | 34.1   | 65.8   |
| <i>Inflorescencia</i>  |       |        |        |        |
| Diciembre              | -     | -      | -      | -      |
| Enero                  | 10.4  | 68.4   | 36.5   | 62.6   |
| Febrero                | 11.1  | 64.6   | 35.7   | 63.7   |
| Marzo                  | 11.9  | 59.5   | 29.9   | 71.4   |
| <i>Material muerto</i> |       |        |        |        |
| Diciembre              | 2.9   | 73.6   | 54     | 39.1   |
| Enero                  | 5.2   | 65.3   | 45.3   | 50.8   |
| Febrero                | 5.6   | 68.4   | 49.9   | 44.6   |
| Marzo                  | 2.7   | 78.6   | 52.3   | 41.4   |

Pese a la variación entre cultivares dentro de una misma especie, en general estas diferencias se mantienen debido a que las especies de mejor calidad tienen mayor proporción de hoja durante el período de crecimiento. A medida que avanza la madurez o el desarrollo – como también sucede en las gramíneas templadas – aumenta la acumulación de forraje cosechable y disminuye la calidad del forraje. En ambientes cálidos, en comparación con climas templados, las etapas de desarrollo fenológico son significativamente más cortas, por lo tanto la caída en calidad de estas especies es más vertiginosa. La reducción de calidad no solo se produce por los cambios de estado fenológico, sino también debido al aumento de tamaño de la hoja o tallo y al concomitante envejecimiento tisular aún dentro del mismo estadio de crecimiento (Agnusdei *et al.*, 2009; Avila *et al.*, 2010). En este sentido a mayor largo foliar mayor es la proporción de pared celular, mayor contenido de FDN indigestible y menor digestibilidad de la materia seca. El mayor tamaño de órganos de las gramíneas C4 por cuestiones adaptativas se contrapone con los rasgos deseables de calidad del forraje (Wilson, 1994). Además, por sus características morfológicas la calidad desciende más marcadamente que en especies templadas.

Si bien los cambios en composición química (ej., lignificación; relacionada con la lámina media y la pared celular primaria) limitan la digestibilidad, el arreglo estructural de los tejidos y el engrosamiento de la pared celular secundaria con la madurez (Wilson y Mertens, 1995; Wilson y Hatfield, 1997) también lo hacen en magnitudes equivalentes. La arquitectura de los tejidos genera problemas de accesibilidad, debido a tamaños de poros muy pequeños, reduciendo la digestión de la pared celular un fenómeno de superficie de las enzimas liberadas por las bacterias ruminales fibrolítica (Coleman *et al.*, 2004). En general las asociaciones entre composición química y digestibilidad no son totalmente ciertas, debido que la pared celular secundaria puede variar de 0 a 90%, y esta porción es claramente limitada por la arquitectura de la pared y no por la composición química. Ambas limitaciones, químicas y estructurales se conjugan en las limitaciones de digestibilidad de la pared celular.

*Consumo de forraje.*

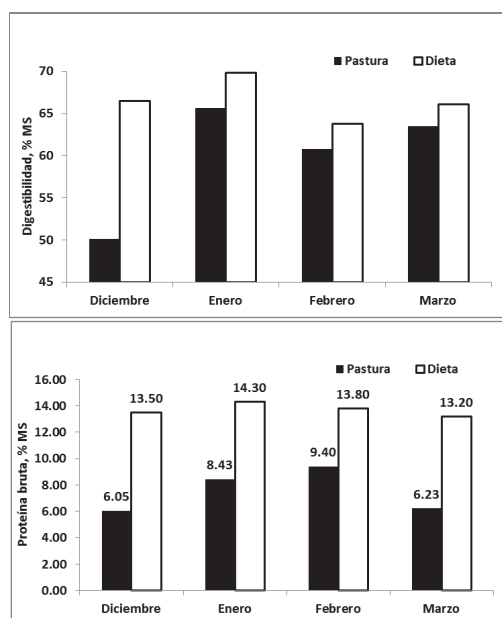
El consumo es la variable más importante que determina la productividad animal. Por lo tanto al momento de valorizar un forraje es importante prestar atención a las características asociadas con el consumo y como estas son afectadas por el manejo (pastoreo, reservas forrajeras), especies, y estrategias de suplementación correctiva de la pasturas para optimizar la utilización de las mismas.

En promedio el consumo de forraje es menor en la C4 que en las C3 (Minson, 1990), y estas diferencias promedio se deben primariamente a una mayor proporción de pared celular y su concomitante reducción de la tasa y extensión de la digestión, tasa de pasaje del residuo indigestible e incrementos en los requerimientos de rumia. El consumo es función de la tasa de consumo y del tiempo. Varios factores interactúan influyendo sobre el consumo voluntario como por ejemplo la densidad volumétrica del alimento o pastura, facilidad de consumo, facilidad de masticado, palatabilidad, facilidad de digestión y pasaje que una vez que el alimento se encuentra en el rumen interactúan con las necesidades y los deseos del animal (Weston, 1982).

En la mayoría de los sistemas de alimentación, la digestibilidad de la materia seca es utilizada para predecir la cantidad de energía metabolizable del alimento (ARC, 1980; AFRC, 1992; NRC, 1996) y como predictor del consumo voluntario (Holmes et al., 1966). Aunque esta relación es muy variable al momento de predecir el consumo. Por las limitaciones que representa la predicción de consumo en base a la digestibilidad de la materia seca, Oba y Allen (1999) observaron que la digestibilidad de la FDN o la indigestibilidad de la FDN es un parámetro que presenta alta correlación con el consumo voluntario. En este sentido, Oba y Allen (1999) observaron que por cada unidad de aumento en el contenido de FDN digestible el consumo aumenta a razón de 0,177 kg/d. Otro parámetro comúnmente utilizado para predecir el consumo es la FDN, aunque también puede ser variable. La FDN indigestible permite detectar las variaciones en la calidad de la fibra por modificaciones en el arreglo estructural de las células (empaquetamiento de células). Desde un punto de vista nutricional, la distribución de la fibra por unidad de área tiene implicancias en la ruptura del material durante la masticación, en la tasa digestión y en la tasa de pasaje, las cuales determinan el nivel de consumo. Al respecto, Wilson (1994), Wilson; Mertens (1995) y Wilson; Kennedy (1996) señalaron que el arreglo estructural de las células es tan importante como la composición química en la determinación de la digestibilidad y el consumo.

Por otra parte, el comportamiento ingestivo de animales a pastoreo influye sobre el consumo y su estudio puede ser utilizado como predictor del consumo a pastoreo. Está influenciado por características anatómicas y estructurales de la planta, y los animales seleccionan claramente hojas respecto a tallos. La arquitectura de la canopia influye sobre el consumo y consecuentemente sobre la productividad animal a pastoreo. Particularmente la accesibilidad al forraje, la capacidad de prehensión, la capacidad de selección, el tamaño de bocado, entre otros influyen sobre la respuesta animal en las pasturas, y la arquitectura de las C4 es más limitante en el pastoreo que en C3. El consumo y la productividad están estrechamente asociados con la disponibilidad y la calidad del forraje ofrecido. En este aspecto bajo pastoreo limitaciones de cantidad, calidad, y otros aspectos asociados al pastoreo pueden limitar la productividad. La densidad de forraje, y más particularmente la densidad de hojas, tiene alta implicancia sobre la determinación de las tasas de consumo y el consumo. A mayor proporción de hoja accesible los animales aumentan el tamaño de bocado (Stobs, 1975). Aunque la densidad de hojas es importante, la manera en la cual la hoja es presentada y la posibilidad que tiene el animal de seleccionar hoja separada de tallos y material muerto pueden alcanzar una importancia equivalente a la densidad de hoja (Burns et al., 1991). Forbes y Coleman (1993) y numerosos estudios reportaron que la biomasa de masa verde de hoja es el mejor predictor de para maximizar el tamaño de bocado con una disponibilidad de 1100 kg MS de biomasa de hoja. Otro aspecto que repercute en el consumo, es la heterogeneidad vertical. Las C4 tienen mayor

densidad de forraje en el estrato inferior (más de la mitad del forraje), mientras que las C3 generalmente tienen una densidad volumétrica más uniforme entre estratos verticales (Holderbaum *et al.*, 1992). La calidad del forraje en el estrato inferior es menor y representa la mayor proporción de forraje (tallos, material muerto, etc.). El forraje de mayor calidad se concentra en los estratos superiores, de menor densidad, lo que puede bajo determinadas circunstancias de pastoreo limitar el tamaño del bocado. Algunos estudios muestran que la digestibilidad del forraje de pasturas megatélicas puede aumentar hasta aproximadamente 7 puntos desde el estrato inferior al estrato superior (Fisher *et al.*, 1991). El animal mediante la selección puede ingerir una dieta de mejor calidad que el forraje total ofertado. Cuando la disponibilidad de forraje total y particularmente de fracciones de la planta nutricionalmente mejor es limitante, se reduce el consumo voluntario y por ende el estatus productivo que puede alcanzar el ganado. Aunque en parte compensan seleccionando el forraje de mejor calidad. Arroquy *et al.* (Datos no publicados; Figura 1) en un estudio con fistulados de rumen evaluaron la calidad de la dieta que selecciona el animal en una pastura de *Panicum máximum* (Aerolito, Santiago del Estero). En este estudio observaron que la selección un incrementó en la concentración de la proteína en la dieta 47 a 123% respecto con la pastura. Mientras que la digestibilidad de la dieta seleccionada fue entre 4 y 32% más digestible que la digestibilidad promedio de la pastura durante los meses de verano.



**Figura 1.** Contenido de proteína y digestibilidad de pastura y dieta seleccionada por novillos Braford pastoreando una pastura de *Panicum máximum* durante el verano (Arroquy, datos no publicados).

## Utilización de pasturas subtropicales

### Pastoreo

En los sistemas ganaderos a base de pasturas tropicales la marcada estacionalidad en cantidad y calidad de la pastura genera la necesidad de utilizar estrategias de manejo del pastoreo (intensidad, frecuencia, etc.), suplementación, y reservas forrajeras para optimizar su uso. El período comprendido entre los meses de Mayo a Noviembre (estación seca) es el momento más crítico para la región. En general en estos 150 a 180 días de la estación seca puede aumentar aproximadamente 30 kg a base de pastura diferida sin suplementación. En contraste,

durante la estación de verano y otoño las ganancias de peso promedio oscilan entre 400 y 700 gramos diarios, lo que permite acumular 70 a 120 kg por animal. En esta última etapa se produce aproximadamente el 75% de los kilos producidos anualmente.

El manejo de la alimentación de invierno es clave en la optimización de todo el ciclo productivo. La mejora en la performance invernal permiten entre otras alternativas aumentar los kilos producidos y de este modo llegar con animales de mayor peso hacia fines de la estación húmeda (Arroquy y otros, 2015). Se observó una elevada correlación entre la ganancia de peso invernal y la respuesta en aumento de peso durante el verano. En este estudio ganancias de peso muy bajas o muy elevadas durante el invierno influyeron negativamente sobre la ganancia de peso, el crecimiento en altura, y el desarrollo muscular durante la estación de verano.

En la estación de seca o invernal la calidad de las pasturas megatérmicas es baja. En este aspecto las limitaciones de producción están relacionadas con el consumo potencial del forraje y la asignación de forraje. La asignación representa la cantidad de forraje ofrecido por kg de peso vivo animal. Si bien los niveles de asignación necesarios para maximizar la ganancia de peso son variables entre años debido a cambios en la calidad de la pastura, en invierno se requieren de asignaciones superiores para maximizar la performance animal que en verano (~18-60% superiores; Ferrando y otros, 2000; De Leon y otros, 1998).

### *Suplementación invernal*

**Proteica.** Una de las limitantes más importantes al uso de los forrajes de baja calidad es el consumo voluntario. Entre varios factores (estado fisiológico, raza, sexo, ambiente) que influyen sobre el consumo, la baja digestibilidad y el bajo contenido de proteína son los principales que limitan el consumo de estos forrajes (Cuadro 3).

**Cuadro 3.** Rangos de composición química de gramíneas megatérmicas en invierno ( $n = 376$ ; Base de Datos, Laboratorio de Forrajes-INTA EEA Santiago del Estero)

|                 | PB, % | FDN, % | ED, Mcal/kg MS | Relación PB:ED |
|-----------------|-------|--------|----------------|----------------|
| <b>Promedio</b> | 4.4   | 76.7   | 2.07           | 2.17           |
| <b>Máximo</b>   | 9.9   | 92.9   | 3.15           | 3.69           |
| <b>Mínimo</b>   | 2.0   | 50.7   | 1.39           | 1.22           |

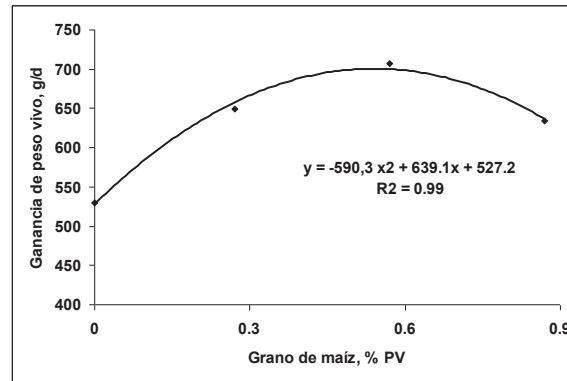
La mayor respuesta en el consumo voluntario a la suplementación proteica se obtiene cuando la relación PB y energía digestible (PB:ED) es inferior a 3 (Cochran, 1998). En gramíneas megatérmicas diferidas esta relación se ubica normalmente por debajo de 3 (Cuadro 3). En el Cuadro 4 se resume la respuesta en ganancia de peso debida a la suplementación del forraje invernal de gramíneas megatérmicas. La conversión en respuesta a la suplementación proteica oscila entre 4,2 y 7,2 kg de suplemento por kg de peso vivo. Sin embargo la magnitud de este efecto dependerá del nivel de suplementación y de las características del suplemento. La respuesta debida a los suplementos variará de acuerdo la concentración de proteína (o nitrógeno), la proporción relativa con que la PB se degrada en el rumen (PDR), y la fuente de nitrógeno (Ej., proteína verdadera o nitrógeno no proteico; NNP). La PDR es el principal macronutriente que contribuye directamente a mejorar el uso (digestión y consumo) de los forrajes de baja calidad. Por el contrario, si bien la PNDR mejora el balance proteico del animal, no contribuye directamente a mejorar el uso del forraje (Wickersham y otros, 2004). Varios trabajos (Koster y otros, 1996; Cochran y otros, 1998; Kleveshal y otros, 2003) han determinado que el nivel óptimo de suplementación con PDR en forrajes de baja calidad oscila entre 9 y 11 % PDR de la MOD o el TND. Esto se logra, por ejemplo con una suplementación de semilla de algodón entre 0,6 y 0,7% del peso vivo. Por otra parte la fuente de nitrógeno (proteína

verdadera vs. nitrógeno no proteico [NNP: urea]) del suplemento alteran la eficiencia de respuesta al suplemento. Si bien una proporción sustancial del efecto de la suplementación con PDR es alcanzado solo mediante el suministro ruminal de N (Minson, 1990; Koster y otros, 1997), debido a una disminución del consumo y de la tasa de pasaje de la digesta (Arroquy y otros, 2004) el NNP no logra equiparar las respuestas obtenidas con proteína verdadera. En términos de performance animal, cuando el contenido de NNP es superior de 45 % de la PDR (equivalente proteína; % N x 6,25) o lo que es equivalente a aproximadamente 5% de urea en un suplemento de 40% PB, baja significativamente eficiencia del suplemento (Farmer y otros, 2004).

Otro aspecto importante en la suplementación proteica es la concentración de proteína del suplemento. Los suplementos con más del 20 % PB son los más efectivos en forrajes de baja calidad. Los suplementos con concentraciones altas de PB tienen dos ventajas importantes: 1) pequeñas cantidades de suplemento corrigen la deficiencia proteica, 2) menor concentración de otros nutrientes que pueden ejercer efecto negativo sobre el uso del forraje de baja calidad (Ej., almidón, azúcares, grasas, etc.).

**Energético-proteica.** La respuesta animal a la suplementación energética (granos, melazas, y otros subproductos) de forrajes de baja calidad esta estrechamente asociada con la disponibilidad de proteína o nitrógeno (Kleveshal y otros, 2003; Arroquy y otros, 2004). Estos estudios muestran que el efecto negativo de la suplementación con almidón (granos) y azúcares (melazas) sobre el consumo y tasa de pasaje de la digesta puede ser revertido si se suministra conjuntamente proteína. Cuando la suplementación con granos – sin corrección proteica – es baja (<0,3% PV) existe un incremento en el consumo de energía, sin embargo a niveles superiores no solo se reduce el consumo de forraje sino también el consumo total de energía (Chase y Hibberd, 1987). Niveles superiores no solo deprimen el consumo de forraje sino que disminuyen la productividad animal.

Las fuentes de carbohidratos suplementarios ejercen un efecto negativo variable sobre el uso de los forrajes, aunque de menor magnitud que el nivel de suplementación. Por ejemplo, el almidón (carbohidrato predominante de los granos) inhibe con mayor magnitud la digestión de la fibra que suplementos con azúcares (melazas; Arroquy y otros, 2005). Otra fuente de energía disponible es la cascarilla de soja (pectinas), que si bien tiene una elevada concentración de fibra, esta fibra es altamente digestible, y el efecto negativo sobre la digestión del forraje es menor que los previamente citados. Cuando la relación PDR: TND se mantiene en un nivel adecuado (10,5), el efecto depresor del grano sobre la ganancia de peso no se manifiesta hasta niveles de suplementación de grano de maíz de 0,57 % del peso vivo, pero a niveles superiores el aumento diario y el consumo decrecieron (Fumagalli y otros, 2010; Figura 2).



**Figura 2.** Efecto de la suplementación con grano de maíz con corrección proteica sobre la ganancia diaria de peso vivo de vacas alimentadas forraje diferido de *Cenchrus ciliaris* (Adaptado de Fumagalli y otros, 2010).

**Suplementación estival.** En general, con la excepción de años donde la disponibilidad de forraje limita el consumo, la respuesta a la suplementación energética o proteica es variable. Las respuestas a la suplementación estival de pasturas megatérmicas muestran incrementos en la ganancia diaria de peso de 23 a 35% respecto al control sin suplementación (Cuadro 4). El rango de conversión oscila entre 6,7 a 14,7 kg de suplemento por kg de ganancia de peso vivo.

### Reservas forrajeras

*Diferidos en pie.* El diferimiento de forraje es una práctica permanente en todos los sistemas pastoriles. En este tipo de pasturas el diferimiento de forraje al invierno es una de las reservas forrajeras mayormente utilizada. No obstante, la clausura de lotes para el invierno debe manejarse de un modo estratégico, de modo tal que podamos diferir forraje y en lo posible de una calidad que reduzca al mínimo la necesidad de suplementación correctiva o aditiva. Por lo tanto el momento de diferimiento del forraje es crítico. Cuando el diferimiento se realiza muy temprano (Ej. Diciembre, Enero) la calidad del diferido decrece sustancialmente, por el contrario si diferimos los crecimientos de fines de Febrero, Marzo y Abril la calidad del diferido es mejor. En la Figura 3 se puede observar como el contenido de proteína es de aproximadamente la mitad en diferidos de Diciembre o Enero comparado con diferidos de Marzo.

**Cuadro 4. Respuesta animal a la suplementación estival sobre pasturas megatérmicas**

| Pastura                   | Suplemento                                    | Nivel, % PV <sup>4</sup> | GDPV <sup>5</sup>             |                   |
|---------------------------|-----------------------------------------------|--------------------------|-------------------------------|-------------------|
|                           |                                               |                          | Cambio respecto al control, % | Conversión, kg/kg |
| Buffel grass <sup>1</sup> | Grano de maíz                                 | 0.80%                    | 24.6%                         | 6.7               |
|                           | Grano de maíz                                 | 2.30%                    | 33.5%                         | 14.8              |
| Gatton panic <sup>2</sup> | 50% Semilla de algodón +<br>50% Grano de maíz | 0.64%                    | 23.6%                         | 14.7              |
|                           | Semilla de algodón                            | 0.60%                    | 35.8%                         | 11.9              |

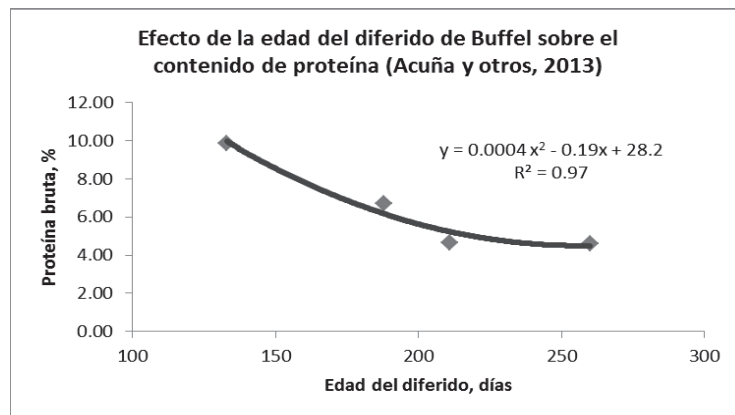
<sup>1</sup> Ferrando y otros, 2002.

<sup>2</sup> Salado y Fumagalli, 2003.

<sup>3</sup> Fumagalli y Cornacchione, 2000.

<sup>4</sup> PV = peso vivo.

<sup>5</sup> GDPV = ganancia diaria de peso vivo.



**Figura 14.** Efecto de la edad del diferido de Buffel sobre el contenido de proteína (Acuña y otros, 2013)

No obstante, a medida que se demora la fecha de diferimiento el riesgo de no lograr acumular forraje suficiente para diferir al invierno es mayor. Como estrategia general, es aconsejable confeccionar reservas forrajeras – henos o silos – con los crecimientos de primavera y verano, y dejar en pie el crecimiento que se obtiene a partir de mediados de febrero en adelante.

**Henos.** La calidad de los henos, como sucede en otras especies, es variable (Cuadro 5). Uno de los problemas más comunes en la confección de henos es la demora en el corte. Con el corte tardío disminuye sustancialmente el valor nutritivo del heno, y este problema es particularmente más marcado en las gramíneas megatérmicas. En base a los datos presentados en el Cuadro 2 podemos observar la variación en calidad. Esto nos demuestra que podemos hacer henos de buena calidad ( $EM > 2$  Mcal y  $PB > 7$ ) que permitan que los animales durante el invierno tengan ganancia de peso moderadas a buenas (200 -400 g aumento de peso/día). Por el contrario, en el extremo inferior henos de mala calidad (descuidando los factores descriptos previamente: momento de corte particularmente) donde el valor nutritivo no superara al de un diferido en pie (Ej., 2,7 PB).

**Silaje.** El valor nutritivo reportado en estudios realizados localmente (Luna Pinto y Rua, 2000; Arroquy y otros, 2009; 2010) muestran valores de proteína (8,6-10,3% PB) y digestibilidad (57,3-65,5%) similares o superiores a ensilados de sorgo forrajero. Obviamente, el valor nutritivo va a estar estrechamente asociado a con una buena confección y almacenamiento del ensilado. Los valores de proteína y energía observados hacen de estos ensilados una interesante alternativa de alimentación para categorías de recría invernal o vacas que necesitan recuperar condición corporal o engorde.

**Cuadro 5.** *Valores promedios, máximos, y mínimos de henos comerciales (Laboratorio de Forrajes, INTA Santiago del Estero).*

|                      | MS            | PB   | FDN  | FDA  | DMS  | EM, Mcal/ kg |
|----------------------|---------------|------|------|------|------|--------------|
|                      | ----- % ----- |      |      |      |      |              |
| <b>Brachiarias</b>   |               |      |      |      |      |              |
| Promedio             | 90,0          | 5,3  | 73,3 | 41,3 | 56,2 | 2,0          |
| Máximo               | 95,0          | 8,8  | 75,5 | 46,1 | 62,1 | 2,2          |
| Mínimo               | 80,4          | 3,4  | 71,4 | 36,9 | 49,7 | 1,8          |
| <b>Buffelgrass</b>   |               |      |      |      |      |              |
| Promedio             | 87,0          | 3,8  | 75,1 | 47,4 | 48,0 | 1,7          |
| Máximo               | 94,5          | 4,6  | 79,2 | 56,0 | 57,5 | 2,1          |
| Mínimo               | 76,9          | 3,4  | 73,8 | 41,6 | 36,5 | 1,3          |
| <b>Gramma rhodes</b> |               |      |      |      |      |              |
| Promedio             | 88,7          | 5,8  | 78,4 | 46,8 | 48,7 | 1,8          |
| Máximo               | 95,0          | 10,9 | 81,2 | 52,4 | 59,4 | 2,1          |
| Mínimo               | 73,7          | 3,0  | 75,0 | 38,9 | 41,3 | 1,5          |
| <b>Gatton panic</b>  |               |      |      |      |      |              |
| Promedio             | 86,6          | 5,9  | 75,5 | 44,5 | 51,9 | 1,9          |
| Máximo               | 91,6          | 9,5  | 79,7 | 50,5 | 66,9 | 2,4          |
| Mínimo               | 78,2          | 2,7  | 71,3 | 33,3 | 43,8 | 1,6          |

*Heno vs. Silo.* A continuación se reportan resultados sobre un estudio comparativo de ensilado y heno con especies y cultivares de gramíneas megatérmicas (Kunst (h), 2009; Arroquy y otros, 2010). Todas las especies y cultivares estudiados se conservaron bien en ambas reservas, y las diferencias en calidad entre especies se debieron a diferencias en estado de madurez entre especies para una mismo momento de corte (Ej., proporción de inflorescencias: Gatton 12,3% vs. Marandú 0,9%). Pese a que se observan algunas diferencias en composición química entre especies, la digestibilidad no fue estadísticamente diferente entre especies tanto para silo como para heno. Sin embargo el tipo de reserva influyó sobre la calidad del forraje conservado. El silo tuvo menor contenido de fibras, mayor digestibilidad y por consiguiente mayor energía metabolizable que los henos (Cuadro 6). La mayor digestibilidad se debe a que el ensilado tiene mayor velocidad de degradación que los henos (Arroquy y otros, 2010).

**Cuadro 6.** *Composición química, digestibilidad, y energía metabolizable de henos y silos de pastura megatérmicas (Arroquy y otros, 2009).*

|                                    | Heno              | Silo              | EEM <sup>2</sup> |
|------------------------------------|-------------------|-------------------|------------------|
| Materia seca, %                    | 78,3 <sup>a</sup> | 24,3 <sup>b</sup> | 2,6              |
| Proteína bruta, %                  | 9,6               | 9,3               | 1,5              |
| Fibra detergente neutro, %         | 75,5 <sup>a</sup> | 67,1 <sup>b</sup> | 2,7              |
| Fibra detergente ácido, %          | 40,3 <sup>a</sup> | 38,7 <sup>b</sup> | 2,4              |
| Digestibilidad MO <sup>2</sup> , % | 63,0 <sup>b</sup> | 69,9 <sup>a</sup> | 0,8              |
| Energía Metabolizable, Mcal/kg MS  | 2.22 <sup>b</sup> | 2.53 <sup>a</sup> | 0,04             |

<sup>1</sup>Media con letras distintas difieren según DMS (P <0,05)

<sup>2</sup> MO = materia orgánica.

En síntesis, pese a las diferencias de calidad a favor del ensilado, henos realizados en el momento de corte adecuado presentan valores nutricionalmente muy buenos. Por lo tanto el uso de una u otra técnicas de conservación dependerá primariamente de la disponibilidad de equipo para una buena confección, condiciones climáticas, equipamiento e infraestructura para distribución y almacenaje, y obviamente las condiciones económicas.

## Consideraciones finales

El aprovechamiento de pasturas tropicales requiere del desarrollo de estrategias de manejo adecuado del pastoreo o el momento de cosecha, el uso combinado de suplementación y reservas forrajeras para optimizar la eficiencia de transformación en producto animal. Por las características estructurales de la planta y las diferencias en composición química y anatómica estas especies requieren o demandan un manejo más preciso para obtener forraje de buena calidad.

## Referencias

- AGNUSDEI, M.G., NENNING, F.R., DI MARCO, O.N., AELLO, M.S. 2009. Variaciones de calidad nutritiva durante el crecimiento vegetativo de gramíneas megatérmicas de diferente porte y longitud foliar (*Chloris gayana* y *Digitaria decumbens*). Rev. Arg. Prod. Anim. 29: 13-25.
- ARROQUY, J.I., RICCI, P., LÓPEZ, A., JUAREZ SEQUEIRA, A., REARTE, D., 2015. An optimal live-weight gain in winter improves growing performance and reduces CH<sub>4</sub> in tropical beef cattle systems. Climate-Smart Agriculture 2015. Global Science Conference. March 16-18, Le Corum, Montpellier France.
- ARROQUY, J.I., R.C. COCHRAN, T.G. NAGARAJA, E.C. TITGEMEYER, AND D.E. JOHNSON. 2005. Effect of types of non-fiber carbohydrate on in vitro forage fiber digestion of low-quality grass hay. Anim. Feed Sci. Technol. 120: 93-106.
- ARROQUY, J.I., R.C. COCHRAN, T.A. WICKERSHAM, D.A. LLEWELLYN, E.C. TITGEMEYER, T.G. NAGARAJA, AND D.E. JOHNSON. 2004. Effect of type of supplemental carbohydrate and source of supplemental ruminal degradable protein on low-quality grass hay utilization by beef steers. Anim. Feed Sci. Technol. 115: 247-263.
- ARROQUY, J.I., CORNACCHIONE, M., DAVIU, D., AVILA, M., KUNST, C. (H), 2009. Efecto del tipo de reserva forrajera sobre la calidad del material conservado de gramíneas megatérmicas. Rev. Arg. Prod. Anim. (Supl. 1).
- ARROQUY, J.I., CORNACCHIONE, M., AVILA, M., COLOMBATTO, D., KUNST, C. (H), 2010. Producción de gas in vitro de henos y ensilados de gramíneas megatérmicas. Rev. Arg. Prod. Animal (Supl. 1).
- AVILA, R.E., DI MARCO, O.N., AGNUSDEI, M.G., MAYORAL, C. 2010. Digestibilidad de la fibra y materia seca de dos gramíneas megatérmicas (*Chloris gayana* y *Cenchrus ciliaris*) de diferente porte: Relación con la edad y largo foliar. Rev. Arg. Prod. Anim. 30:1-13.
- BURNS, J.C., POND, K.R., FISCHER, D.S., 1991. Effects of grass species on grazing steers: II. Dry matter intake and digesta kinetics. J. Anim. Sci. 69:1199-1204.
- COLEMAN, S.W., MOORE, J.E., WILSON, J.R., 2004. Quality and utilization. En: Warm-season grasses (C4)
- CHASE, JR., C.C., HIBBERD, C.A., 1987. Utilization of low-quality native grass hay by beef cows fed increasing quantities of corn grain. J. Anim. Sci. 65, 557-566.
- COCHRAN, R.C., KÖSTER, H.H., OLSON, K.C., HELDT, J.S., MATHIS, C.P., WOODS, B.C., 1998. Supplemental protein sources for grazing beef cattle. In: Proc. 9<sup>th</sup>. Florida Ruminant Nutr. Symp., Gainesville, FL. Pp.124-136.
- CORNACCHIONE, M., 2008. Informe de avance: Proyecto introducción y evaluación de forrajeras. Informe interno INTA.
- DE LEON, M., 2008. Producción y utilización de pasturas. 30° Congreso Arg. de Producción Animal, Potrero de Los Funes, San Luis.
- FARMER, C.G., 2002. Effects of various frequencies of supplementation and urea inclusion in protein supplements on low-quality forage use, ruminal metabolism, and performance of beef cattle. Ph. D. dissertation, Kansas State University, Manhattan.

- FISHER, D.S., BURNS, J.C., POND, K.R., MOCHRIE, R.D., TIMOTHY, D.H., 1991. Effects of grass species on grazing steers. I. Diet composition and ingestive mastication. *J. Anim. Sci.* 69:1188-1198.
- FORBES, T.D.A., Y COLEMAN, S.W., 1993. Forage intake and ingestive behavior of cattle grazing old world bluestems. *Agron. J.* 85: 808-816.
- FUMAGALLI, A. E., ARROQUY, J.I., SARAVIA, J.J., 2010. Engorde de vacas de descarte con forraje de gramíneas subtropicales de baja calidad más suplementación. *Rev. Arg. Prod. Anim.* 30 (Sup. 1).
- HOLMES, J.H., FRANKLIN, M.C., LAMBOURNE, L.J., 1966. The effects of season, supplementation, and pelleting on intake and utilization of some subtropical pastures. *Proceeding Aust. Soc. Anim. Sci.* 6:354-363.
- HOLDERBAUM, J.F., SOLLENBERGER, L.E., QUESENBERRY, K.H., MOORE, J.E., JONES, C.S., 1992. Canopy structure and nutritive value of limpograss pastures during mid-summer to early autumn. *Agon. J.* 84: 11-16.
- KLEVESAH, E.A., R.C. COCHRAN, E.C. TITGEMEYER, T.A. WICKERSHAM, C.G. FARMER, J.I. ARROQUY, D.E. JOHNSON. 2003. Effect of a wide range in the ratio of supplemental rumen degradable protein to starch on utilization of low-quality, grass hay by beef steers. *Anim. Feed Sci. Technol.* 105: 5-20.
- KÖSTER, H.H., COCHRAN, R.C., TITGEMEYER, E.C., VANZANT, E.S., ABDELGADIR, I., ST-JEAN, G., 1996. Effect of increasing degradable intake protein on intake and digestion of low-quality, tallgrass-prairie forage by beef cows. *J. Anim. Sci.* 74, 2473-2481.
- KUNST, C. (H), 2009. Evaluación de reservas forrajeras de especies megatérmicas adaptadas a climas subtropicales. Tesis de grado .UNSE. Pp. 1-63.
- MINSON, D.J., 1990. Forage in Ruminant Nutrition. Academic Press, San Diego, CA.
- OBA, M. AND ALLEN, M. 1999. Evaluation of the importance of the digestibility of neutral detergent fiber from forage: effects on dry matter intake and milk yield of dairy cows. *J. Dairy Sci.* 82: 589-596.
- STOBBS, T.H., 1975. Factors limiting the nutritional value of grazed tropical pastures for beef and milk production. *Trop. Grassl.* 9:141-149.
- WESTON, R.H., 1982. Animal Factors affecting feed intake. En: *Nutritional limits to animal production to pastures*. CAB.
- WICKERSHAM, T.A., R.C. COCHRAN, E.C. TITGEMEYER, C.G. FARMER, E.A. KLEVESAH, J.I. ARROQUY, D.E. JOHNSON, AND D.P. GNAD. 2004. Effect of postruminal protein supply on the response to ruminal protein supplementation in beef steers fed low-quality grass hay. *Anim. Feed Sci. Technol.* 115: 19-36
- WILSON, J. R. 1990. Influence of plant anatomy on digestion and breakdown. In: AKIN, D.E.; Ljungdahl, L.G.; Wilson, J.R.; Harris, P.J. *Microbial and plant opportunities to Improve the utilization of lignocellulose by ruminants*. Elsevier Science Publ. Co.: New York pp. 99-117.
- WILSON, J.R., 1994. Cell wall characteristics in relation to forage digestion by ruminants. *J. Agric. Sci.* 122: 173-182.
- WILSON, J.R., Y HATFIELD, R.D., 1997. Structural and chemical changes of cell wall types during stem development: consequences for fibre degradation by rumen microflora. *Aust. J. Agric. Res.* 48: 165-180.
- WILSON, J.R., Y KENNEDY, P.M., 1996. Plant and animal constraints to voluntary feed intake associated with fibre characteristics and particle breakdown and passage rate in ruminants. *Aust. J. Agric. Res.* 47: 199-225.
- WILSON, J.R., MERTENS, D.R. 1995. Cell wall accessibility and cell structure limitations to microbial digestion of forage. *Crop Sci.* 35:251-259.

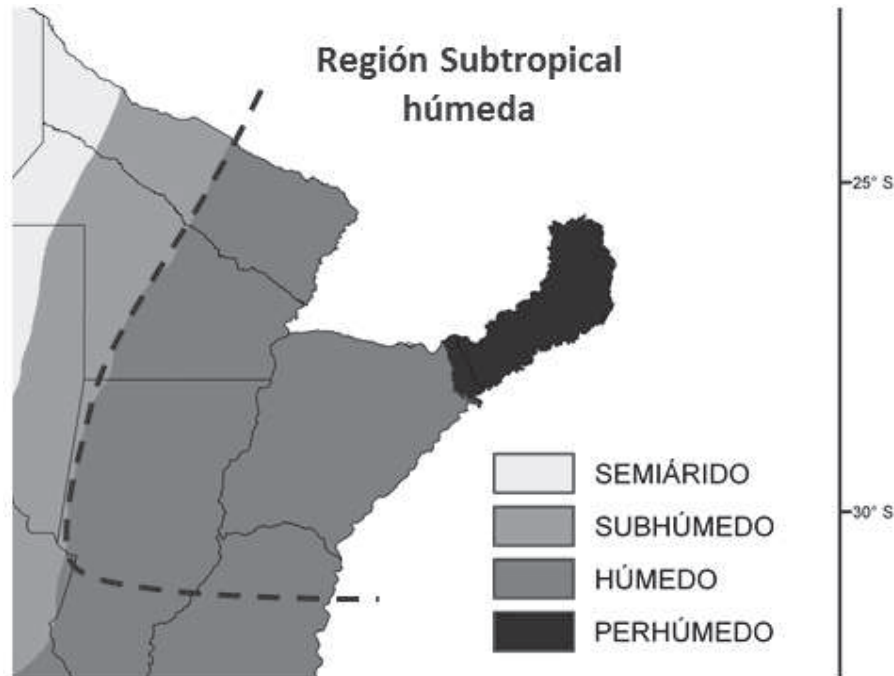
## ROL ACTUAL Y POTENCIAL DE LAS FORRAJERAS TROPICALES EN LOS SISTEMAS GANADEROS DE AMBIENTES HÚMEDOS

*Pablo Barbera*

INTA EEA Mercedes (Corrientes)  
barbera.pablo@inta.gob.ar

### Introducción

Los sistemas ganaderos del subtrópico húmedo argentino basan su alimentación en los pastizales naturales. De las 28,6 millones de has que componen la región (Figura 1), el 66% es superficie ganadera (18,9 millones has), de la cual el 95,5 % es vegetación natural (AACREA-FAUBA-INTA-MINAGRI, 2015). Los recursos forrajeros implantados representan el 4,5% de la superficie ganadera (844.000 has), no obstante aportan el 7,4% de la oferta de forraje ya que su productividad estimada es un 71% superior a la de la vegetación natural (4575 vs 7850 kg MS/ha/año). Dado que el stock de la región ronda las 14,7 millones de cabezas (Canosa y col, 2013), la carga general es cercana a 0,75 cabezas/ha ganadera. Esta carga, aún sin considerar la presencia de rumiantes menores y equinos, es elevada para la receptividad de la vegetación natural. Por lo tanto, se hace evidente que si se desea elevar la eficiencia de la ganadería de la región será necesario incrementar la superficie de forrajeras implantadas, de las cuales las gramíneas perennes megatérmicas son el exponente más importante.



**Figura 1.** Región subtropical húmeda de Argentina, definida en función del índice de aridez de Martone y la isoterma de 19 °C (Adaptado de Bianchi y Cravero, 2010).

Los establecimientos productivos de la región se dedican principalmente a la cría y cría-recría bovina, con una productividad secundaria que oscila entre 30 y 200 kg PV/ha/año de acuerdo al potencial del ambiente, la relación cría/recría y el nivel de ordenamiento e intensificación de los sistemas. En orden creciente, se pueden encontrar establecimientos que no presentan infraestructura y no han adoptado las tecnologías básicas (apotrerramiento, aguadas, calendario sanitario y suplementación mineral), luego aquellos que adoptaron tecnologías de procesos (estacionamiento del servicio, el manejo de la lactancia, control de la cría de vaquillas), y aquellos que adoptaron tecnología de insumos, de las cuales los primeros pasos son la implantación de pasturas cultivadas y la suplementación estratégica. Pasos posteriores son la implantación de verdeos (invierno y verano) y la confección de forrajes conservados. Este documento trata sobre el rol actual de las pasturas de gramíneas megatérmicas en los sistemas de la región, y cuáles son los puntos clave para incrementar el uso de estos recursos forrajeros.

### **Objetivos de la utilización de pasturas implantadas**

Las pasturas cultivadas son utilizadas en los sistemas de producción para cumplir con objetivos específicos, a saber:

- **Incrementar la receptividad de ambientes poco productivos.**
- **Lograr ganancias de peso adecuadas en categorías críticas.**
- **Recuperar la productividad forrajera después de la agricultura.**
- **Producir reservas forrajeras.**

### **Incrementar la receptividad de ambientes poco productivos**

En muchos ambientes la vegetación natural tiene una baja productividad secundaria, ya sea por baja productividad primaria, o por deficiente eficiencia de cosecha y calidad forrajera. En suelos anegables como los malezales del centro y norte de Corrientes, la vegetación dominante presenta una productividad primaria inferior en un 20-30% a los pastizales de loma contiguos (3500 vs 5000 kg MS/ha). Además, en la composición botánica hay una contribución importante de especies de baja calidad como ciperáceas, paja amarilla (*Sorghastrum nutans*) o *Hypogonum virgatum*. También hay ambientes de loma dominados por especies de alto a medio potencial de producción, pero baja calidad y por ende muy bajo aprovechamiento, como los pajonales de paja amarilla o los espartillares (*Elionurus muticus*, *Espartina argentinensis*), presentes en toda la región. En estos ambientes, la producción de carne raramente supera los 100 kg PV/ha/año en cría y su utilización está muy ligada al uso del fuego.

Cuando la vegetación natural es reemplazada por una gramínea megatérmica implantada, se pueden lograr producciones de carne en cría de 200 a 300 kg PV/ha/año (Cuadro 1). Es importante que se trate de una especie adaptada, si se elige la especie adecuada y se hace un buen manejo de la implantación y el pastoreo, estas pasturas pueden tener más de 10 años de vida útil.

**Cuadro 1.** *Carga animal y producción secundaria en recría, con vegetación natural o pasturas cultivadas como recurso forrajero, en distintos ambientes del noreste argentino.*

| Ambiente                            | Vegetación natural   |                        | Pastura cultivada    |                        |
|-------------------------------------|----------------------|------------------------|----------------------|------------------------|
|                                     | Carga<br>Animales/ha | Producción<br>Kg PV/ha | Carga<br>Animales/ha | Producción<br>Kg PV/ha |
| Malezal Centro Ctes <sup>1</sup>    | 1                    | 94                     | 1,5                  | 255                    |
| Pajonal Norte Ctes <sup>1</sup>     | 1                    | 105                    | 1,5                  | 267                    |
| Pastos cortos Sur Ctes <sup>1</sup> | 1                    | 157                    | 1,5                  | 199                    |
| Este de Formosa <sup>2</sup>        | -                    | -                      | 2,2                  | 273                    |
| Este de Chaco <sup>3</sup>          | -                    | -                      | 1,66                 | 238                    |
| Pajonal Noreste Sta Fe <sup>4</sup> | 1                    | 60-90                  | -                    | -                      |

<sup>1</sup>Rollo pallarés y Goldfarb, 1999. <sup>2</sup>Pueyo y Chaparro, 2008. <sup>3</sup>Balbuena y Bendersky, 2009. <sup>4</sup>Luisoni, 2000.

### Lograr ganancias de peso adecuadas en categorías críticas

La inclusión de una pastura no solo puede incrementar la producción y receptividad, sino también lograr ganancias de peso superiores en categorías críticas. Una de las categorías más importantes dentro de los sistemas de cría es la vaquilla de reposición. En el NEA la edad de entore es generalmente a los 3 años de edad, cuando la recría es a campo natural y sin suplementación. Esto se debe a que con un peso al destete de 160 kg y una ganancia de 80 kg/animal/año, una vaquillona alcanza el peso de entore (320-340 kg) a los 30-32 meses de edad, después de 2 años de recría. Con ganancias de peso superiores, tal como se puede lograr en una pastura estival, se puede llegar al peso de entore entre los 18 a 24 meses de edad. Esto permite mejorar la eficiencia del sistema de cría, ya que al haber una generación menos de vaquillas en el campo, se incrementa la relación de vientres sobre el total de cabezas. Se ha calculado que el impacto productivo al disminuir un año el período de recría de la vaquilla es similar, en kg ternero/ha, al obtenido al incrementar un 20% la tasa de destete (EEA Mercedes, NyCn°68. 1974). En la unidad de cría de la estación experimental INTA Mercedes, en las décadas del 70 y 80 se utilizó con éxito el pasto pangola (*Digitaria decumbens*), al punto que se recomendaba la incorporación de esta pastura en un 10% de la superficie del campo para incrementar en un 30% la producción de carne de todo el sistema. La técnica consistía en la utilización del pangola en pastoreo continuo desde el destete (Febrero, 190 kg PV/animal) hasta el servicio a los 24 meses de edad (Julio, 305 kg PV/animal), con lo que se logró en promedio de 9 años un 90% de parición y 83% de destete sobre el total de vaquillas entoradas (Kraemer y col., 1987). Posteriormente se utilizó el pangola reservado para recibir las vaquillas destetadas a fin de febrero, en combinación con campo natural más suplementación proteica invernal para alcanzar el peso de entore a los 18 meses de edad en el otoño siguiente (Sampedro y col., 2000). Otra pastura cultivada de reproducción vegetativa, el pasto nilo (*Acroceras macrum*) se utilizó con éxito en un ambiente anegable (malezal) en la unidad de cría experimental de la Ea. Mirungá. En tal experiencia durante 6 años (1998/2003) se logró entorar el 91% de las vaquillas recriadas braford 3/8 a los 18 meses de edad (mediados de febrero a fines de marzo), con un peso de 299 kg/animal y un índice de preñez del 76% (Pizzio y col., 2004).

Otras categorías con las cuales se podrían utilizar las pasturas serían terneros de destete precoz, vacas primíparas durante el primer parto y segundo servicio, y novillitos de primer año en el caso de sistemas cría-recría.

## Recuperar la productividad forrajera después de la agricultura

Las pasturas estivales también se utilizan en rotaciones agrícola-ganaderas y en potreros que salen de agricultura, que de otra manera tardarían mucho en recuperar su potencial forrajero ó simplemente no lo recuperarían por la persistencia de malezas no forrajeras (Ej: Chilcas, renovales). En el caso del arroz, que es el cultivo más importante en Corrientes, la capacidad forrajera post cultivo se recupera lentamente y recién después de 2 a 4 años de pastoreo controlado se alcanzan valores de productividad y calidad forrajera similares al campo natural sin disturbar (Pizzio y Bendersky, 2008). La implantación de pasturas cultivadas como *Setaria* y Grama Rhodes, permitió recuperar la capacidad forrajera en este tipo de situaciones e incrementar la receptividad en comparación con el recurso original.

En los sistemas mixtos agrícola-ganaderos del Chaco húmedo, la rotación de cultivos con forrajeras es fundamental para la sostenibilidad de los sistemas, debido a la fragilidad del ambiente (Chaparro y Gándara, 1996). Esto se debe a que en gran parte de los ambientes de la región, el uso agrícola continuo puede ir asociado a un descenso en la proporción de materia orgánica en el suelo, una caída en la productividad de los cultivos y un aumento de los procesos de erosión (Zurita y col., 2010).

## Producir reservas forrajeras

Una de las formas de transferir forraje para cubrir el bache invernal es la confección de reservas. Las tecnologías más utilizadas son el ensilaje, que se ajusta mejor a recursos anuales como sorgo y maíz, o la henificación que se ajusta mejor a pasturas perennes. Las pasturas megatérmicas son implantadas incluso en ambientes con pastizales de buena calidad, con el objetivo de producir heno. En el caso de pasturas de *Setaria sphacelata* y *Chloris gayana* el forraje henificado suele tener bajos contenidos de proteína y energía (4 a 5 % PB y 1,9 a 2 Mcal EM/kg MS. Sampedro y col., 2007). El uso de henos en combinación con fuentes proteicas y energético proteicas permite realizar encierres de distintas categorías durante el invierno, como terneros de recría, vacas de internada (Cuadro 2) ó vaquillas de reposición.

**Cuadro 2.** Respuesta animal en animales en crecimiento y adultos en encierre invernal con heno de setaria a voluntad y distintos niveles de suplementación proteica ó energético proteica.

|                                       | Suplementación       |         | Cambio CC | ADPV<br>g/día |
|---------------------------------------|----------------------|---------|-----------|---------------|
|                                       | Pellet de algodón kg | Maíz kg |           |               |
| <b>Novillitos<sup>1</sup></b>         | 0,5                  | -       |           | 260           |
| Inicial 198 kg PV                     | 1                    | -       |           | 495           |
|                                       | 1                    | 0,5     |           | 523           |
|                                       | 1                    | 1,5     |           | 690           |
| <b>Vacas de internada<sup>2</sup></b> | 1                    | -       | + 0,9     | 115           |
| Inicial 423 kg PV y CC 3,51           | 1                    | 2       | + 2,1     | 454           |

<sup>1</sup>Flores y col., 2013. <sup>2</sup>Rochinotti y col., 2010.

## Desafíos para incrementar el uso de pasturas megatérmicas en la región.

### Implantación

La implantación es un punto crítico en la producción de pasturas estivales, ya que si se comienza con una alta densidad de plantas y posteriormente se hace un adecuado control de la carga animal, se puede disponer de un recurso de larga duración. El logro de una alta densidad de plantas es crucial para maximizar la producción de materia seca, evitar el establecimiento de malezas y cubrir posibles pérdidas de plantas durante el pastoreo.

El primer paso es definir la densidad de plantas objetivo. En especies como *Setaria sphacelata*, *Chloris gayana* y *Panicum coloratum*, una densidad óptima a la siembra es 50 a 70

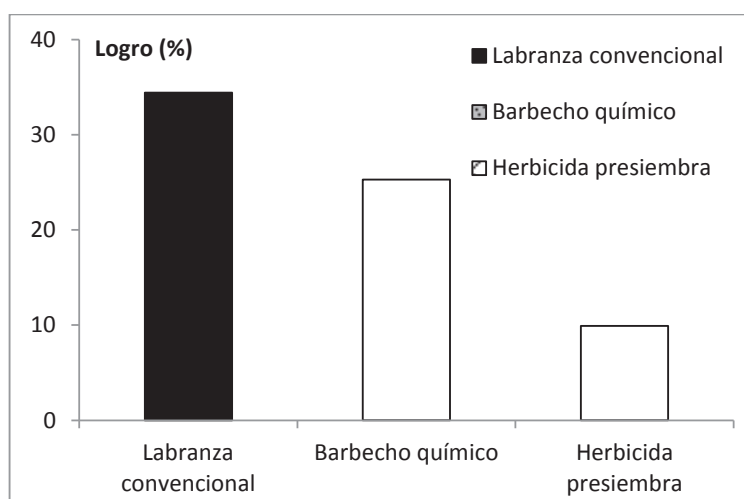
plantas/m<sup>2</sup>, con un valor mínimo para considerar implantada la pastura de 20 a 25 plantas/m<sup>2</sup>. Para *Brachiaria brizantha*, *Brachiaria humidicola* y los cultivares de mayor porte de *Panicum máximum*, la densidad óptima es 25 a 30 plantas/m<sup>2</sup> y la mínima aceptable es de 10 plantas/m<sup>2</sup>.

No es sencillo lograr una buena implantación y alto número de plantas en estas especies, aun cuando los recaudos tomados en el proceso son aparentemente adecuados. Esto se debe al bajo coeficiente de logro que tienen estas especies comparado con otros recursos forrajeros ó cultivos.

El coeficiente de logro es el porcentaje de semillas viables que generan plantas establecidas, es decir:

$$\% \text{ logro} = \frac{\text{plantas logradas/m}^2}{\text{semillas germinables sembradas/m}^2} * 100$$

En experiencias de implantación realizadas en *Setaria sphacelata*, con semilla de excelente calidad (no menos de 70% de poder germinativo) y sembradora con fertilización en la línea, menos de la mitad de las semillas puras germinables sembradas generaron plantas viables a los 60 días de la siembra (Figura 2).



**Figura 2.** Coeficientes de logro de siembras de *Setaria sphacelata* (Barbera y col., 2012).

En la figura 2 se observa que la preparación de la cama de siembra influyó notablemente en el coeficiente de logro, pero el punto principal es que aún con muy buena preparación y condiciones ambientales post siembra normales (80 a 150 mm de lluvias en los 30 días posteriores a la siembra), el logro no superó en promedio el 40%. Esto contrasta con los coeficientes logrados en cultivos extensivos, en donde se puede alcanzar 70 a 90% con buenas condiciones hídricas post siembra y con correcto barbecho. Esta información experimental es coincidente con lo observado en lotes comerciales en diversos ambientes del NEA, donde es común encontrar pasturas con menos de 25 plantas/m<sup>2</sup> en *Setaria sphacelata*, o 10 plantas/m<sup>2</sup> en *Brachiaria brizantha* ó *B. humidicola*.

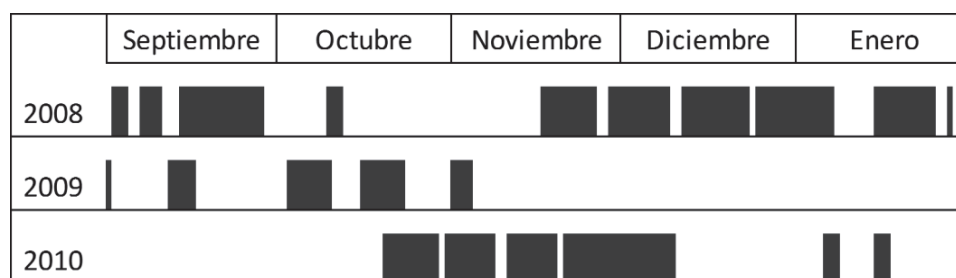
#### Por qué son bajos los niveles de logro?

Hay 4 factores involucrados:

- Tecnología de semillas y crecimiento inicial.
- Condiciones ambientales primaverales.
- Suelos, sistemas y profundidad de siembra.
- Control de malezas e insectos.

**Tecnología de semillas y crecimiento inicial.** Las forrajeras subtropicales tienen un uso agronómico y un proceso de mejoramiento mucho más reciente que las forrajeras templadas y otras especies cultivadas. La cosecha de semilla es mucho más difícil por la asincronía en la floración y la rápida dehiscencia, los volúmenes cosechados son en general bajos y la calidad regular. Además, aún con buenos índices de germinación el desarrollo inicial de estas forrajeras es naturalmente lento. En condiciones de cámara de germinación una plántula de sorgo alcanza un largo de 10 cm de la parte aérea a los 10 días de la siembra, mientras que con 21 días las plántulas de *Setaria sphacelata* y *Brachiaria brizantha* sólo alcanzan unos 4 y 6 cm respectivamente. En condiciones de campo el desarrollo es más lento y el período crítico que representa el estado de plántula/plantita se alarga a 30-45 días, con gran riesgo de pérdidas debidas a estrés hídrico, anegamiento ó ataque de insectos.

**Condiciones ambientales primaverales.** El momento de siembra óptimo en el noreste argentino es la primavera, desde inicios de septiembre a mediados de noviembre dependiendo de la latitud. Durante este período hay buenas temperaturas para el crecimiento, moderada demanda hídrica ambiental y una gran ventana posterior de altas temperaturas, de forma que la pastura puede acumular biomasa durante el verano y otoño. Sin embargo, las lluvias presentan variaciones interanuales importantes y no hay prácticamente una sola primavera en donde no se observe un período más o menos prolongado de severo estrés hídrico, con alta probabilidad de coincidencia con los 30-45 días críticos de implantación. A modo de ejemplo, en la zona de Mercedes hubo períodos de estrés hídrico prolongado en la primavera de 2008 y 2010 (Figura 3) los cuales afectaron fuertemente la implantación de pasturas estivales, sembradas entre octubre y noviembre. El año 2009 tuvo lluvias constantes durante los meses de noviembre, diciembre y enero, en coincidencia con buenos logros en la siembra de pasturas. Lo ideal para afrontar esta situación tan común es sembrar en húmedo, con buen barbecho químico ó convencional previo. Abundante material vegetal seco disminuye la pérdida de agua por evaporación de la capa superficial del suelo, lo cual puede lograrse con un verdeo de invierno como avena ó raigrás anual, que son excelentes antecesores para pasturas o cultivos de verano.



**Figura 3.** Momentos de marcado déficit hídrico en suelo (en rojo) para el período 2008-2010 en Mercedes, Corrientes (Barbera y col., 2012).

**Suelos, sistemas y profundidad de siembra.** Los suelos del NEA destinados a pasturas cultivadas en general tienen moderada a baja aptitud agrícola, con problemas de escurrimiento, baja capacidad de retención de agua, niveles de pH subóptimos (acidez o alcalinidad), exceso de sales, sódicos o deficientes en nutrientes. En el caso de Corrientes la fertilización fosfórica es indispensable en la siembra (ver más adelante). La siembra debe ser superficial por el pequeño tamaño de la semilla. *Setaria*, *Chloris* y *Panicum* tienen una profundidad de siembra óptima de 0,5 cm en suelos francos ó franco-arcillosos. Esto implica que debido a la precisión de la maquinaria, una porción de la semilla quede al descubierto, con un pobre contacto con el suelo y otra porción quede a una profundidad de 1 cm ó más, lo que atenta contra el logro y la

uniformidad de la emergencia. En otras especies como *Brachiaria brizantha*, de mayor tamaño de semilla, y en suelos arenosos se puede realizar una siembra un poco más profunda (hasta 5 cm). El uso de sembradoras con fertilización en la línea y buen control de la profundidad tiene ventajas y un mejor coeficiente de logro que en condiciones de siembra y fertilización al voleo. Otra técnica conveniente es el uso de rolos compactadores, que mejoran el contacto de la semilla con el suelo en especies de siembra superficial.

**Control de malezas e insectos.** La gran mayoría de las especies que componen el campo natural son de crecimiento estival y con la preparación de la cama de siembra existe una movilización del banco de semillas. El incremento de las temperaturas de primavera estimula el crecimiento de las malezas, las cuales compiten por agua, luz y nutrientes con la pastura, y pueden tener efectos alelopáticos (liberación de sustancias químicas que inhiben la germinación y el crecimiento). Las malezas de hoja ancha pueden ser combatidas con herbicidas selectivos, pero en el caso de las malezas gramíneas, el control es difícil una vez que ya han emergido las plántulas de la pastura. Dentro de las gramíneas problemáticas se destacan especies anuales de rápido crecimiento como *Echinochloa colona*, *Digitaria sanguinalis*, *Brachiaria plantaginea* y *Cenchrus echinatus*. Hay muy poca experiencia en el uso de herbicidas selectivos para el control de malezas gramíneas en pasturas estivales. En función de esto es necesario comenzar con un buen control de malezas durante el barbecho, si es necesario combinando métodos mecánicos y químicos, ya que luego de la emergencia el uso de herbicidas es limitado.

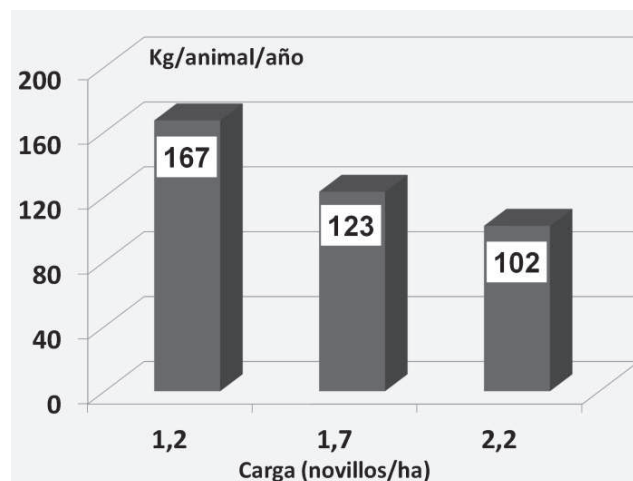
En el caso de los insectos, estas forrajerías son tan vulnerables como cualquier cultivo, sólo que la situación se agrava por el prolongado estado de plántula y porque durante el período estival el incremento de las temperaturas va acompañado por un aumento geométrico de las poblaciones de insectos.

### Manejo del pastoreo

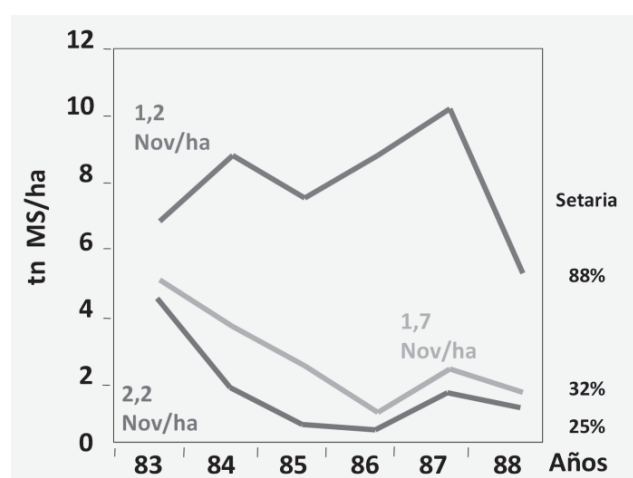
En pasturas bien implantadas, con especies adaptadas al ambiente, la persistencia dependerá básicamente del manejo del pastoreo. En la región subtropical húmeda, en general las pasturas se degradan o terminan de degradarse en períodos de estrés hídrico o térmico (heladas fuertes). No es el factor abiótico el que genera muerte de plantas, sino su combinación con el sobrepastoreo. Las pasturas estivales se adaptan tanto al pastoreo rotativo como al continuo, pero se deben respetar ciertas alturas mínimas para lograr persistencia. En especies erectas como *Setaria sphacelata* o *Chloris gayana* no es conveniente bajar de 15 a 20 cm de altura en pastoreo continuo y de 15 cm de remanente en pastoreo rotativo. En especies rastreras como el pasto pangola no es conveniente bajar de 10 cm de altura de pastoreo. En potreros grandes es preferible dividir la pastura, para separar ambientes de distinta productividad, disminuir el tránsito de los animales y mejorar la distribución del pastoreo.

Para controlar la altura de la pastura es necesario manejar la intensidad de pastoreo, y esto se logra a través de la carga animal. La carga animal es la herramienta de manejo más importante para controlar la persistencia de la pastura y el desempeño animal. Es necesario conocer qué capacidad de carga tienen las pasturas en cada ambiente, para asignar una cantidad de animales que permita buena ganancia de peso y buen trato a la pastura. En la EEA INTA Mercedes se trabajó durante varios años en pastoreo continuo a diferentes cargas en *Setaria* (erecta) y *Pangola* (rastrera), para establecer la carga adecuada en el ambiente de referencia. En estos ensayos se determinó que sin fertilización nitrogenada, la carga que combinaba buena respuesta animal y adecuado manejo de la pastura fue de 1,5-1,7 animales de recría/ha, equivalente a 400-450 kg PV/ha en promedio anual (Pizzio y Royo Pallarés, 1999). Con esta carga se obtuvieron unos 220 kg PV/ha/año y unos 123 kg animal/año (Figura 4). Utilizando cargas superiores (2,2 recría/ha) se pudo incrementar ligeramente la producción secundaria, pero afectando la persistencia de la pastura, especialmente en el caso de *setaria* (Figura 5). En el caso

de pangola la producción también disminuyó con el aumento de carga, pero en menor medida y la pastura tuvo mayores posibilidades de recuperación ya que esta gramínea presenta puntos de crecimiento a ras del suelo. En ensayos posteriores con pastoreo rotativo, se repitieron los resultados previos obtenidos en pastoreo continuo.



**Figura 4.** Ganancia de peso anual de novillos en *Setaria sphacelata* a diferentes cargas. Promedio de 5 años. EEA Mercedes, 1983 a 1988. Adaptado de Pizzio y Royo Pallarés, 1999.



**Figura 5.** Disponibilidad de *Setaria sphacelata* en abril de cada año a 3 cargas diferentes en pastoreo continuo. A la derecha se indica el porcentaje de la especie en la composición botánica de la pastura luego de 5 años. EEA Mercedes, 1983 a 1988. Adaptado de Pizzio y Royo Pallarés, 1999.

En el caso de contar con otros recursos forrajeros o reservas para los períodos de bajo crecimiento de las pasturas (invierno), es recomendable usar cargas variables a lo largo del año. No obstante esto, planteos con cargas altas son muy dependientes de las condiciones ambientales. En períodos lluviosos se puede sacar buen provecho del activo crecimiento de la pastura y evitar el encañado, pero ante un estrés hídrico el daño a la pastura y la caída en ganancia de peso individual de los animales pueden ser muy marcados.

## Nuevos cultivares forrajeros

A pesar de haber una oferta bastante variada de especies y cultivares en el mercado, si se pretende incrementar el uso de pasturas estivales en el NEA a futuro se deberá ampliar la disponibilidad de materiales. Algunos caracteres de interés son los siguientes:

**Menores temperaturas base de crecimiento y mayor resistencia a heladas.** Las gramíneas megatérmicas tienen un rango óptimo de temperaturas para crecimiento de 28 a 35 °C, por lo que en nuestra región el período de crecimiento activo se reduce de 8 – 9 meses al norte (Formosa) a 6 – 7 meses al sur (Sur de Corrientes). En general se dice que al sur del paralelo 30° el desempeño de las pasturas megatérmicas declina, y el tenor de las heladas sumado a un manejo subóptimo de la altura residual, hacen que las pasturas no alcancen la vida útil mínima como para amortizarlas. En este sentido sería conveniente que se amplíe la oferta de materiales con menores requerimientos de temperatura, por ejemplo del género *Paspalum*. En otras regiones subtropicales húmedas del mundo especies de este género son ampliamente utilizadas a nivel comercial, como es el caso del *Paspalum notatum* en Florida (EUA) y el *Paspalum dilatatum* en el Centro Oeste de Australia.

**Períodos de floración acotados y mayor calidad forrajera.** La aparición de materiales más fáciles de manejar y que permanezcan más tiempo en período vegetativo es una demanda constante por parte de productores, asesores y usuarios de pasturas, sobre todo cuando se utilizan con categorías de animales jóvenes. Hay en el mercado materiales de *Brachiaria brizantha* y *Chloris gayana* de floración tardía, que permanecen en estado vegetativo hasta fin del verano en la región. En el caso de *Setaria sphacelata* ó *Panicum coloratum* no hay materiales mejorados disponibles que se destaquen por mayor longitud del período vegetativo. No obstante, esta característica se está teniendo en cuenta en los actuales programas de mejoramiento de INTA de ambas especies.

**Tolerancia a anegamiento.** La expansión de pasturas a ambientes anegables está limitada por dos factores, por un lado la dificultad para realizar las labores de implantación, y por otro la baja cantidad de especies disponibles adaptadas. Las especies típicamente utilizadas en suelos con anegamientos temporarios (malezales, playados) son *Brachiaria humidicola humidicola*, *Setaria sphacelata* y *Acroceras macrum* (pasto nilo). La primera tiene una habilidad competitiva alta con respecto a las malezas de zonas bajas (ciperáceas, pajas) y tiende a dominar el tapiz con el paso de los años, no obstante presenta baja calidad forrajera. La *Setaria*, a pesar de tener muy buena calidad de hoja, no ha demostrado persistencia en algunos ambientes bajos (sobre todo al norte de Corrientes) al igual que el pasto nilo, que además presenta el inconveniente de su propagación vegetativa. Para ambientes con agua permanente (bañados) las especies disponibles son todas de reproducción agámica (Pasto Siam, Tangola, pasto nilo). A futuro se espera contar con cultivares híbridos del género *Brachiaria*, con similar tolerancia a encharcamiento que *B. humidicola humidicola* pero de mayor calidad forrajera (posiblemente materiales experimentales de la empresa Dow Agrosiences), y con la aparición de cultivares de *A. macrum* de reproducción por semilla (Programa de mejoramiento INTA-UNNE).

**Tolerancia a sobrepastoreo.** Como se comentó anteriormente, en períodos de estrés hídrico prolongado la carga animal de las pasturas suele ser superior a su receptividad. En consecuencia, la altura de la pastura baja a niveles críticos y hay mortalidad de plantas, sobre todo en gramíneas de porte erecto. La búsqueda de plantas de hábito de crecimiento cespitoso y con los puntos de crecimiento más bajos es una de las premisas de los programas de mejoramiento de gramíneas templadas (Ej. *Festuca*) y sería deseable que se tenga presente en los programas de mejoramiento de gramíneas megatérmicas.

## Eficiente uso de los fertilizantes

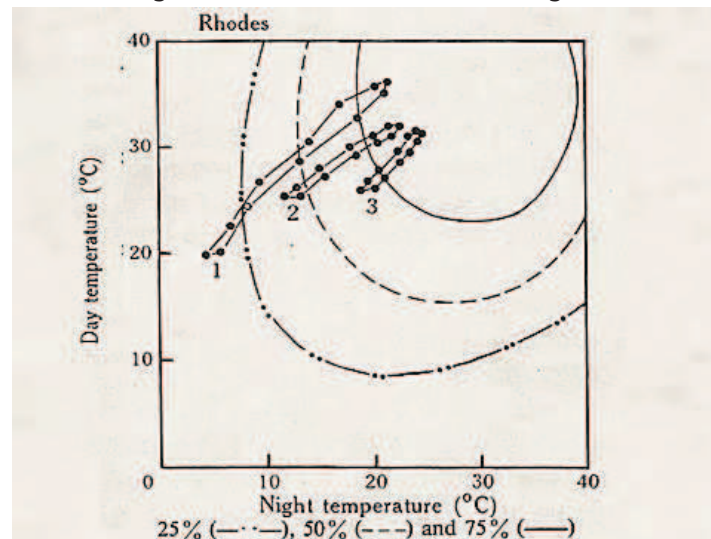
**Fósforo.** El fósforo es un nutriente esencial para el crecimiento vegetal y debe estar disponible desde la implantación, ya que procesos del desarrollo de la plántula como el comienzo de la fotosíntesis y el crecimiento radicular son altamente dependientes del fósforo. Los requerimientos de diversas gramíneas forrajeras tropicales, oscila entre 2 y 4 kg de fósforo por tonelada de materia seca. Amplias zonas del subtrópico húmedo argentino son deficientes en fósforo, especialmente Corrientes y Misiones, con menos de 5 ppm de fósforo en la capa superficial del suelo. La fertilización fosfórica debe hacerse a la siembra, si es posible con una máquina que dosifique el fertilizante junto a la semilla. De no contar con esta maquinaria, deberá aplicarse el fertilizante al voleo antes de la siembra. En el caso de suelos con menos de 10 ppm fósforo, la dosis recomendada a aplicar es de 100 kg/ha de superfosfato triple ó fosfato diamónico. En caso de suelos con 10 a 20 ppm de fósforo se puede disminuir la dosis a 60-70 kg fertilizante/ha, y con más de 20 ppm sólo es necesario utilizar una dosis de 30 kg fertilizante/ha como arrancador. En ambientes muy pobres en fósforo, para mantener los niveles de producción a lo largo del tiempo, será necesario realizar re fertilizaciones después de 3 o 4 años de pastoreo. Esto se debe a que con el consumo de forraje hay extracción y redistribución del fósforo hacia las zonas de descanso y concentración de animales.

**Nitrógeno.** La fertilización nitrogenada puede utilizarse para aumentar la producción de la pastura y anticipar su utilización. Los requerimientos oscilan entre 8 y 14 kg nitrógeno por tonelada de materia seca en gramíneas tropicales. Con buenas condiciones de humedad, la respuesta en producción primaria es de 15 a 50 kg materia seca/kg de urea aplicada. La respuesta al agregado de nitrógeno en experimentos de producción animal ha sido variable. En el caso de ensayos de pastoreo de pasto pangola con cargas variables en función del nivel de fertilización, se utilizaron dosis de 0 a 600 kg N/ha y la eficiencia en producción secundaria fue entre 0,39 y 0,60 kg PV/kg nitrógeno aplicado (Royo Pallarés y col, 1980). Las experiencias de fertilización para confección de reservas ó acumulación de forraje en pie suelen presentar altas eficiencias de uso del nitrógeno, posiblemente debido a que el período entre la aplicación y el corte/aprovechamiento es largo y por ende se puede expresar al máximo el uso del nitrógeno agregado. En este sentido, en *Brachiaria brizantha* se encontró que en aplicaciones de febrero al pasar el momento de corte de 28 a 84 días post aplicación, la eficiencia de uso de N se incrementó de 17 a 67 kg MS/kg N (Gándara y col, 2013). En *Setaria sphacelata* se observó en un ensayo similar una respuesta de 20 a 29 kg MS/kg N, dependiendo de la dosis de urea aplicada (Bendersky y col, 2007). El contenido de proteína del forraje puede aumentar con la fertilización, pero debido al efecto de dilución del nitrógeno, generalmente se obtiene mayor cantidad de forraje con similar contenido de este nutriente.

## Potencialidad de las pasturas estivales en las regiones húmedas de Argentina

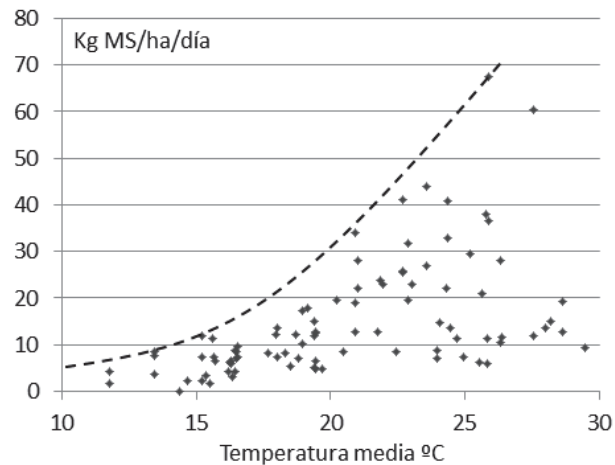
Las tasas de crecimiento potenciales de las gramíneas C<sub>4</sub> son generalmente superiores a las de otras forrajeras, como las leguminosas y gramíneas C<sub>3</sub>. Se han registrado en pasto elefante (*Pennisetum purpureum*) en El Salvador y Puerto Rico (14 y 18° N latitud) producciones de 85 toneladas/ha/año, equivalentes a tasas de crecimiento de 232 kg MS/ha/día (Ludlow, 1985). Valores similares fueron obtenidos en sorgo en períodos de crecimiento más cortos y a mayores latitudes (160 - 210 días a 33-37° N latitud. California, EEUU). Con respecto a los máximos valores encontrados en el NEA, en *Brachiaria brizantha* recién implantada se registraron tasas de crecimiento de 88 a 240 kg MS/ha/día de acuerdo al nivel de fertilización (Gándara y col, 2013). A nivel de experiencias en campo de productores, al sur de Corrientes se registraron tasas de crecimiento en los 110 días posteriores a la emergencia de 187, 137, 132, 119 y 84 kg MS/ha para

*Panicum maximum*, *Brachiaria brizantha*, *Chloris gayana*, *Setaria sphacelata* y *Panicum coloratum* (Estancia La Querencia, año 2014. Datos no publicados). No obstante estos valores cercanos al crecimiento potencial, en la región sólo se alcanzan en la implantación y durante el período estival, por la limitación térmica al crecimiento durante parte del año. Ivory y Whiteman (1978) calcularon el crecimiento de diversas gramíneas estivales con distintos rangos de temperaturas nocturnas y diurnas, y determinaron que para *Chloris gayana* a una latitud de 27° sur (similar a la del sur de Formosa o Misiones) sólo en 3 meses del año se producía una combinación térmica que permite superar el 75% del potencial de crecimiento, mientras que en sitio de clima tropical (15° latitud sur) esta situación se lograba durante 8 meses del año (Figura 6).



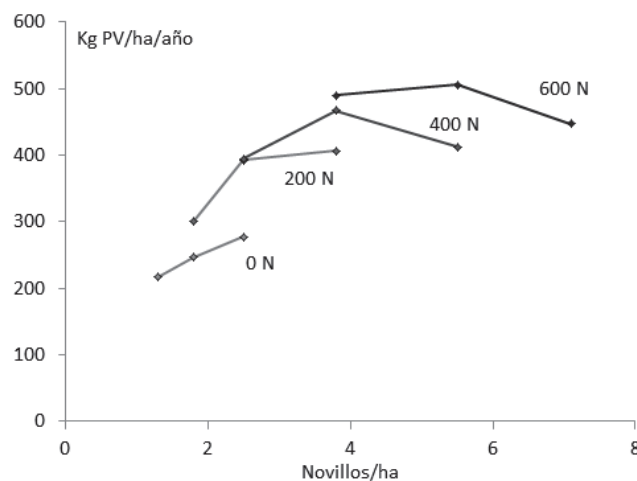
**Figura 6.** Isolas para el 25, 50 y 75% del máximo crecimiento para *Chloris gayana* en relación con las temperaturas nocturna y diurna, y valores mensuales de las temperaturas máximas y mínimas de 3 lugares de Australia: Charleville (1) 2. Ayr (2) y Cooktown (3) ubicados a 26,5, 19,5 y 15,5 ° latitud sur (Ivory y Whiteman, 1978).

En mediciones realizadas en *Setaria sphacelata* en condiciones de pastoreo, por debajo de 20°C de temperatura media la tasa de crecimiento nunca superó los 20 kg MS/ha/día (Figura 7). Por encima de los 23°C se observa una gran dispersión en las tasas de crecimiento, y los máximos valores registrados se encuentran entre 60 y 70 kg MS/ha/día, con temperaturas medias superiores a los 25°C. Esto se debe a que aparte de la temperatura, otras causas que modifican la tasa de crecimiento son un subóptimo nivel de intercepción de radiación, la arquitectura del canopeo y el déficit de agua y nutrientes (Ludlow, 1985). La producción primaria anual de estas pasturas varió entre 4200 y 9400 kg MS/ha, dependiendo del régimen hídrico y niveles de fertilización nitrogenada de 0 a 100 kg N/ha/año.



**Figura 7.** Relación entre la temperatura media y la tasa de crecimiento de *Setaria sphacelata* en condiciones de pastoreo. La línea punteada une los máximos valores registrados. EEA Mercedes, período 2007/2014.

Con los niveles mencionados de producción de forraje en *Setaria*, la producción secundaria varió entre 200 y 390 kg PV/ha/año en novillos de recría. Con mayores niveles de fertilización (600 kg N/ha/año) y en el mismo ambiente con pasto pangola, la máxima producción alcanzada fue cercana a los 500 kg MS/ha (Figura 8). Más al norte, en la EEA INTA Colorado en *Brachiaria brizantha* con fertilización nitrogenada se obtuvieron hasta 700 kg PV/ha. A similar latitud en un establecimiento comercial ubicado en Rio grande do Sul, se ha logrado una producción de 900 kg PV/ha/año sobre *Cynodon dactylon* cv Tifton 85 en condiciones de alta fertilización, encalado, riego e intersiembra de especies invernales. Esta producción se logra con una carga de 7,5 novillitos/ha durante el período estival (octubre a abril) y 2 novillitos/ha en el período invernal (Losada, 2012). En este planteo el nivel de fertilización es de 40, 230 y 30 kg de fósforo, nitrógeno y potasio/ha/año respectivamente, más una corrección con calcáreo de 500 a 2000 kg/ha/año y de 200 a 500 mm riego/año. En el centro y norte de Brasil planteos de producción similares, pero sin las limitaciones térmicas antes mencionadas, con *Panicum maximum* y *Brachiaria brizantha* se pueden alcanzar más de 40 toneladas de MS/ha/año y 2400 kg PV/ha/año de producción secundaria.



**Figura 8.** Relación entre la carga y la producción de carne (kg PV/ha/año) en pasto pangola con distintos niveles de fertilización nitrogenada anual en Mercedes, Corrientes. Royo Pallarés y col, 1980.

## Comentarios finales

En función de lo expuesto, es evidente que un incremento en la superficie sembrada con pasturas cultivadas es uno de los puntos importantes para mejorar la productividad de la ganadería en el NEA. Del 4 - 5% actual se debería llegar por lo menos al 10% de la superficie, y optimizar su uso con aquellas categorías importantes dentro de los sistemas de producción. Para ello se deberán tener en cuenta los puntos clave del uso de estos recursos forrajeros, es decir la implantación, el pastoreo y la fertilización. La aparición de nuevos materiales será de gran utilidad en la colonización de ambientes anegables o en regiones con regímenes térmicos subóptimos, como son el norte de Santa Fe, sur de Corrientes y norte de Entre Ríos.

Sistemas ganaderos con alto nivel de intensificación, que incluyan elevada fertilización nitrogenada, enclavado y riego, pueden alcanzar niveles de producción pastoril de 500 a 900 kg PV/ha, o más con el agregado de suplementos. Estos sistemas serán viables económicamente en la zona en función de que las relaciones de precios insumo/producto sean favorables. Por ello, es necesario continuar con el proceso de generación de información regional en pasturas megatérmicas, a distintos niveles de intensificación y de escala. A su vez, es necesario que la información generada esté fácilmente disponible, para que la tecnología sea adoptada en los sistemas reales de producción.

## Bibliografía

- AACREA-FAUBA-INTA-MINAGRI, 2015. Sistema nacional de diagnóstico, planificación, seguimiento y prospección forrajera en sistemas ganaderos <http://produccionforrajes.org.ar/>
- BALBUENA, O., BENDERSKY, D. 2009. Alternativas de intensificación para la ganadería del NEA. Presentación en Jornada del IPCVA. 26 de marzo de 2009.
- BARBERA, P., MAC LEAN, G.D. , RAMIREZ, M.A., RAMÍREZ, R.R., MAIDANA, C. 2012. Consideraciones a tener en cuenta al implantar una pastura. Noticias y Comentarios n° 485. EEA INTA Mercedes, Corrientes. ISSN N° 0327-3059.
- BENDERSKY, D.; M. A. BRIZUELA, S. M. ALTUVE. 2006. Producción y calidad de forraje diferido de *Setaria sphacelata* cv. Narok fertilizada. Revista Argentina de Producción Animal, 26.
- BIANCHI, A.R., CRAVERO, S.A.C. 2010. Atlas climático digital de la República Argentina. INTA. Disponible en: <http://inta.gob.ar/documentos/atlas-climatico-digital-de-la-republica-argentina-1/>
- CANOSA, F.R, FELDKAMP, C., URRUTI, J., MORRIS, M., MOSCOSO, M.R. 2013. Potencial de la producción ganadera argentina ante diferentes escenarios. Fundación producir conservando.
- CHAPARRO, C., GÁNDARA, F. 1996. Pasturas introducidas en Formosa, Chaco y Norte de Santa Fe. En: Memorias de Jornada Internacional de Actualización. Asociación Argentina de Brangus, 13 y 14 de septiembre de 1996.
- ESTACIÓN EXPERIMENTAL AGROPECUARIA INTA MERCEDES, 1974. Noticias y comentarios n° 68.
- ESTACIÓN EXPERIMENTAL AGROPECUARIA INTA MERCEDES, 1979. Resultados de investigación y actividades en extensión. 1974 – 1979. 125 páginas.
- FLORES, A.J., BENDERSKY, D., ROCHINOTTI, D., PIZZIO, R.M., BENITEZ, J.M. 2013. Recría de novillitos en un sistema asociado corral-pastoreo. En: Mejora de la eficiencia productiva en ganadería vacuna y ovina. Proyecto Regional Ganadero. Cartera 2009-2012. Parte 1. INTA Centro Regional Corrientes.

- GÁNDARA, L., BORRAJO, C.I. FERNÁNDEZ, J.A., PEREIRA, M.M. Y GOLDFARB, M.C. 2013. Efecto de la fertilización y tiempo de rebrote sobre la acumulación de forraje de *Brachiaria*. *Revista Argentina de Producción Animal*, 33 (1) 215-305.
- KRAEMER, J.S.S., MEZZADRA, C.A., SAMPEDRO, D.H., BARBOZA, V.A. 1987. Unidad de Cría de Vacunos. Serie técnica n° 25, EEA INTA Mercedes, 33 páginas.
- LOSADA, M. 2012. Uso del riego en un planteo ganadero: Ea. Santa Marta. Disertación en: Jornada sobre producción intensiva de carne bajo riego. EEA INTA Mercedes, 12 de octubre de 2012.
- LUDLOW, M.M. 1985. Review: Photosynthesis and dry matter production in C3 and C4 pasture plants, with special emphasis on tropical C3 legumes and C4 grasses. *Australian Journal of Plant Physiology* 12 (6) 557-572.
- LUISONI, L. 2000. Recría y engorde sobre pastizal. *Forrajes y Granos*, 5(54):78-79.
- PIZZIO, R.M., ROYO PALLARÉS, O. 1999. Manejo del pastoreo y carga animal en pasturas. En: Jornada de actualización en forrajeras subtropicales, EEA INTA Mercedes. Páginas 25-29.
- PIZZIO, R.M., ROYO PALLARÉS, O., SAMPEDRO, D.H., AGUILAR, D.E., CETRÁ, B., ZAPATA, P. 2004. Unidad de cría y recría de bovinos en ambiente de malezal. Serie técnica n° 35, EEA INTA Mercedes, 17 páginas.
- PIZZIO, R.M., BENDERSKY, D. 2008. Evolución de un campo natural de loma en una ex arrocera. *Noticias y comentarios* n° 430. EEA Mercedes. ISSN N° 0327-3059.
- PUEYO, J.D., CHAPARRO, J.C. 2008. Recría de vaquillonas cruzas de reposición en cuatro forrajeras tropicales promisorias en Formosa, Argentina. EEA INTA El Colorado, Formosa.
- ROCHINOTTI, D., FLORES, A., VOGEL, O., ROBSON, C. SAMPEDRO, D., CALVI, M. 2010. Uso de rollos de setaria, solos y con suplementación proteica y energético proteica para el engorde de vacas en condiciones de corral. En: Proyecto ganadero. Mejora de la eficiencia productiva en la ganadería vacuna y ovina. Cartera de proyectos 2006. INTA Centro Regional Corrientes.
- ROYO PALLARÉS, O. MUFARREGE, D.J., OCAMPO, E.P. 1980. Efecto de niveles de nitrógeno y carga en la producción de carne de pasto pangola en el centro sur de Corrientes. Serie Técnica n° 21. Noviembre de 1980. EEA INTA Mercedes. 15 páginas.
- ROYO PALLARÉS, O. Y GOLDFARB, M.C. 1999. Experiencias con pasturas subtropicales cultivadas en la provincia de Corrientes. En: Jornada de actualización en forrajeras subtropicales, EEA INTA Mercedes. Páginas 3-15.
- SAMPEDRO, D.H., VOGEL, O., CELSER, R. 2000. Entore a los 18 meses de edad. Evolucion de peso y fertilidad de vaquillonas hereford, braford y cruzas originadas del cruzamiento alternado hereford x brahmán. *Noticias y comentarios* n° 336. EEA INTA Mercedes. ISSN N° 0327-3059.
- SAMPEDRO, D.H. 2002. Sistemas pecuarios de la zona campos de Argentina: Tecnología y perspectivas. *Memorias XIX Reunión del Grupo Técnico en Forrajeras del Cono Sur Zona Campos*. Mercedes, Corrientes, Argentina.
- SAMPEDRO, D.H., BENDERSKY, D., PIZZIO, R.M. 2007. Alternativas forrajeras para la integración de la recría o terminación de novillos en los sistemas de cría del centro sur de Corrientes. Serie técnica n° 41. EEA INTA Mercedes, Corrientes. 20 páginas.
- YVORY, D.A. AND WHITEMAN, P.C. 1978. Effect of temperature on growth of five subtropical grasses. I. Effect of day and night temperature on growth and morphological development. *Australian Journal of Plant Physiology* 5 (2) 131-148.
- ZURITA, J.J., LOPEZ, A., BREST, E., ROJAS, J., GOYTÍA, Y., BIANCONI, A.E. 2010. Zonificación RIAN Chaco y Formosa. INTA Centro Regional Chaco - Formosa.

Motivados por el creciente interés sobre el uso y manejo de especies forrajeras tropicales por el sector ganadero nacional y la gran aceptación de la primera Jornada nacional de forrajeras tropicales, se elaboró el presente informe a fin de acercar a profesionales, estudiantes y productores resultados de experiencias realizadas en diversas áreas productivas de nuestro país.

Esta información se presenta dividida en dos módulos. El primero se centra en la producción de forrajeras tropicales en diferentes ambientes, considerando variaciones edafo-climáticas y las respuestas de las especies a las mismas, como así también la tolerancia de estas forrajeras frente al estrés abiótico.

En el segundo módulo se aborda el tema del valor nutricional, aprovechamiento y manejo de varias especies de forrajeras tropicales utilizadas frecuentemente, destacándose su rol actual y potencial para aumentar la productividad de zonas con limitantes, y lograr ganancias de peso adecuadas.

Los trabajos que componen este informe fueron presentados en la segunda Jornada nacional de forrajeras tropicales realizadas en la Estación Experimental Agropecuaria del INTA Rafaela.



ISSN 0325-9129  
Informe técnico N° 60  
Año 2015



Ministerio de  
Agricultura, Ganadería y Pesca  
Presidencia de la Nación