

INFORMACIÓN TÉCNICA DE FORRAJERAS MEGATÉRMICAS

Informe técnico N° 58
ISSN 0325-9129
Septiembre 2013

Jornada Forrajas Tropicales 2013

ESTACIÓN EXPERIMENTAL AGROPECUARIA RAFAELA



■ Ediciones

Instituto Nacional de
Tecnología Agropecuaria
Centro Regional Santa Fe



INFORMACIÓN TÉCNICA DE FORRAJERAS MEGATÉRMICAS

Informe técnico N° 58

Jornada Forrajas Tropicales

Más pastos, más producción

INTA

Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria

Centro Regional Santa Fe

Estación Experimental Agropecuaria Rafaela

Área de Investigación en Producción Animal

13 de Septiembre de 2013

Jornada Forrajeras Tropicales 2013

Memorias



Compiladores

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



NEGOCIOS AGROPECUARIOS



**Proyecto Integrador
"Pasturas y vegetación natural
para la alimentación del ganado"**

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

Agradecimientos

El equipo organizador de la Jornada de Forrajeras 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. Carlos Callaci
Director EEA Rafaela

Ing. Agr. Omar Scheneiter
Coordinador Proyecto Integrador
"Pasturas y Vegetación Natural para la alimentación del ganado"

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. Analía Romero
EEA Rafaela

Sra. Marta Sánchez
EEA Rafaela

Y a todo el personal de la EEA Rafaela

Índice

Prólogo

Producción y uso en la región central del país

Forrajeras megatérmicas: Alternativas de uso en la Provincia de Entre Ríos.

Ré, Alejo E. 1

Introducción de la grama rhodes para el aumento de la oferta forrajera en bajos alcalinos del sur de Santa Fe.

Monti, Mario; Delgado, Guillermo; Correa Luna, Martín; Jozami, Daniel 11

Alternativas de producción y conservación de forrajeras megatérmicas en el centro de Santa Fe.

Romero, Luis; Mattera, Juan 20

Avances en el mejoramiento genético

Mejoramiento genético de especies forrajeras de ciclo estival en Corrientes.

Acuña, Carlos 42

Mejoramiento genético para tolerancia a la salinidad en grama rhodes diploide.

Ribotta, Andrea; Bolatti, Graciela; Griffa, Sabrina; López Colomba, Eliana; Carloni, Edgardo; Quiroga, M.; Grunberg, Karina 49

Aumento del vigor de plántula por incremento del tamaño de semilla en *Panicum coloratum* var. *makarikariense*.

Tomás, Ma. Andrea; Giordano, Mabel 56

Evaluación de clones de *Panicum coloratum* var. *coloratum* en condiciones de campo e invernadero.

Pittaro, Gabriela; Bruno, Cecilia; Tomás, Ma. Andrea; Taleisnik, Edith 60

Prólogo

Las últimas décadas han llevado a un cambio en el escenario productivo: el aumento de la superficie destinada a agricultura con el consecuente aumento de la carga por el mantenimiento del stock ganadero sobre pastizales nativos como así también la necesidad de aumentar la producción primaria en zonas de baja aptitud, en general debida a limitaciones edafo-climáticas (salinidad, encharcamientos temporales, entre otras). Esta nueva situación ha creado la necesidad de buscar nuevas especies forrajeras con características diferenciales que les permitan desarrollar un buen potencial y aumentar así la producción en zonas tradicionalmente poco productivas. Varias especies de forrajeras tropicales, también conocidas como megatérmicas, han sido objeto de pruebas y estudios para el aumento de la producción en estas regiones. Desde INTA y otros organismos estatales, como así también de parte de empresas privadas, se ha propulsado el uso de estas especies, avalados en general por estudios que prueban su adaptabilidad a este tipo de situaciones limitantes.

En estas jornadas nos proponemos compartir con profesionales y estudiantes resultados de experiencias en el uso de forrajeras tropicales. En la primera etapa se presentarán resultados de ensayos realizados en suelos típicamente ganaderos de la provincia de Entre Ríos además de focalizar situaciones de suelos salinos o sódicos. Gente que participa en el Programa de Desarrollo Ganadero Sustentable del Sur de la provincia de Santa Fe nos brindará información sobre los ensayos realizados en campos de productores en bajos salinos con la especie grama rhodes. Además, brindaremos información local acerca de valores de potencial productivo de algunos de los cultivos disponibles que son utilizados en la actualidad.

En una segunda etapa se presentarán planes de mejoramiento genético en estas especies que se están llevando a cabo en el país por parte de distintas instituciones, adelantando a la audiencia los futuros materiales que estarán próximamente en el mercado y sus ventajas. Se presentarán los avances y perspectivas del mejoramiento genético en las especies forrajeras megatérmicas, tanto de origen africano como de especies nativas de gramíneas y leguminosas.

Agradecemos la colaboración de las personas que convocamos a participar en estas jornadas que esperamos sean de mucha utilidad para los profesionales y público en general involucrado con la ganadería.

Lic. Ma. Andrea Tomás

Ing. Agr. Juan Mattera

Ing. Agr. Ma. Lorena Iacopini

Ing. Agr. Luis Romero

PRODUCCIÓN Y USO EN LA REGIÓN CENTRAL DEL PAÍS

FORRAJERAS MEGATÉRMICAS: ALTERNATIVAS DE USO EN LA PROVINCIA DE ENTRE RÍOS

Alejo Esteban Ré

INTA EEA Concepción del Uruguay (Entre Ríos) – re.alejo@inta.gob.ar

Características ambientales y productivas de la Provincia de Entre Ríos

La Provincia de Entre Ríos se encuentra en una región de transición entre el clima templado pampeano y el subtropical sin estación seca. Las precipitaciones medias no son restrictivas (1100 mm) aunque debido a sus características de relieve y edáficas gran parte de estas precipitaciones no son aprovechadas por los cultivos.

Las temperaturas medias en la provincia son de 17°C al sur y de 20°C al norte, con valores máximos de entre 34-38°C en el verano a valores por debajo de 0°C en el invierno, con un importante número de heladas agronómicas.

La provincia de Entre Ríos cuenta con casi 8 millones de hectáreas, con una variedad de suelos y aptitudes de uso agrícola muy diversa (Figura 1). Los ambientes de buena aptitud agrícola se encuentran asociados a la presencia de Molisoles, mientras que los de aptitud intermedia o condicional se asocian con suelos Vertisoles y Alfisoles respectivamente, observándose que más del 50% de la superficie provincial presenta ambientes netamente ganaderos donde la agricultura presenta limitantes severas.

El sistema productivo históricamente predominante de la provincia de Entre Ríos ha sido el Ganadero y Ganadero-Agrícola, ocupando la ganadería la mayor superficie de la provincia e involucrando el mayor número de establecimientos (EAPs). Dentro de estos sistemas, la cría ocupa aproximadamente el 70% de la superficie provincial y el 90% de la superficie ganadera (Pueyo et. al. 2005, Lezana, 2006), en donde los pastizales naturales son la principal base forrajera para la alimentación del ganado (Deregibus et. al., 1987). El resto de la superficie ganadera es destinada principalmente a la invernada y en algunos casos al tambo, compartiendo en general los ambientes con la agricultura, en donde las rotaciones incluyen pasturas consociadas de leguminosas y gramíneas templadas, verdeos de invierno (Avena y Raigrás Anual), verdeos de verano (Sorgo Forrajero) y cultivos de reserva (Moha y Silajes)

APTITUD AGRÍCOLA
 Fuente: H.Tasi y D.Bedendo (2008) Aptitud agrícola de las tierras de la prov. de E. Ríos. Serie Extens. 47 EEA Paraná INTA

- Muy aptas
- Aptas
- Potencialmente aptas
- Condicionalmente aptas



SUELOS
 Fuente: Mapa Básico de Suelos de la Prov. de E. Ríos. Convenio Marco INTA-Gob. de la Prov. de Entre Ríos (2005)

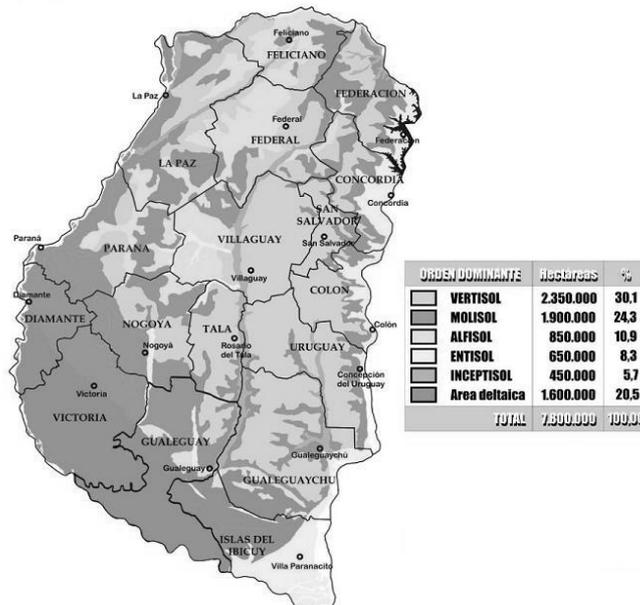


Figura 1: Suelos y aptitud agrícola de la Provincia de Entre Ríos. (Panigatti, et. al. 2008)

Durante la última década se ha registrado un abrupto cambio productivo ganadero provincial (INTA, Proy. Reg. Gan., 2009) derivado principalmente del incremento de la superficie destinada a la agricultura, la cual pasó de algo más de un millón de ha en el 2000/2001 a rondar los dos millones de ha en la actualidad. A pesar de esto, el stock ganadero se mantuvo constante (4.600.00 cabezas en promedio 2002-2009), pasando de una carga media de 0,45 EV/ha en 2002 a 0,58 EV/ha en 2008. El aumento de la carga observado fue posible por sobrecarga en los pastizales nativos de la zona norte, por la incorporación de sistemas intensivos de encierre complementados con planteos agrícolas en la región central y por la utilización de una importante área de Islas y Delta que actúan como “buffer” según las fluctuaciones de los niveles de los ríos (Paraná principalmente).

Este corrimiento de la actividad ganadera a nuevos ambientes de relativa fragilidad, los cuales se caracterizan por presentar algún tipo de limitante, ha generado la demanda de nuevas tecnologías de pasturas que permitan la intensificación de la producción primaria (más pasto) dentro de un marco de sustentabilidad agroecológica.

En este marco, las especies forrajeras megatérmicas son una alternativa prometedora para abordar algunos de estos problemas.

Evaluación de forrajeras megatérmicas en distintos ambientes de Entre Ríos

Los Vertisoles, y algunos de los Alfisoles de Entre Ríos, tienen potencialidad de uso agrícola, por lo que se encuentran en zonas de utilización mixta, donde la ganadería debe competir eficientemente con la agricultura. Generalmente, las rotaciones en estos ambientes incluyen algo de agricultura, pasturas perennes con especies templadas y verdeos de invierno o verano. En estos ambientes las especies templadas presentan un muy buen comportamiento, con valores de acumulación de las pasturas de 7000-8000 kgMS/ha.año (Alfalfa, Tréboles, Lotus, Cebadilla y Festuca en diferentes mezclas), de 4000-5000 kgMS/ha en el caso de verdeos de invierno (avena y raigrás) y entre 7000-9000 kgMS/ha en los verdeos de verano (Sorgo Forrajero).

Sin embargo, se han realizado estudios de adaptación y producción de especies megatérmicas para estos ambientes, con el fin de determinar si las mismas podrían generar algún aporte frente a ciertas limitaciones en las zonas transicionales, donde la productividad y persistencia de las pasturas templadas puede verse limitada.

Entre 1997/99 se evaluaron distintas forrajeras subtropicales en 2 ambientes de Entre Ríos (Costa y De Battista, 2002; Costa et. al., 2002), uno sobre un suelo vertisol (C. del Uruguay, centro este de ER) y otro sobre un alfisol (Federal, centro norte de ER). Los materiales evaluados fueron: 2 tipos de *Chloris gayana* ("grama rhodes" 2x = común, 4x = Callide), 2 variedades de *Panicum coloratum* (Bambatsi y Klein), 2 cultivares de *Setaria sphacelata* (Narok y Kazungula), una variedad de *Panicum máximum* (Gatton panic, solo en C. del Uruguay), 2 especies de *Dicantium* (*D. aristatum* y *D. caricosum*), una variedad de *Brachiaria brizanta* (Marandú, solo en C. del Uruguay) y una línea de *Bothriochloa sp* (línea 816).

Luego de 3 ciclos de evaluación, la producción total promedio de los ensayos fue de 17424 kgMS/ha en el suelo Vertisol y de 13575 kgMS/ha en el Alfisol (Gráfico 1, A y B), lo que muestra claramente el potencial productivo de estas especies. En ambos ambientes el 2 año fue el de mayor producción (entre 8.000 y 9.000 kgMS/ha), decayendo de manera importante la producción del 3er año debido a un verano donde prácticamente no hubo precipitaciones.

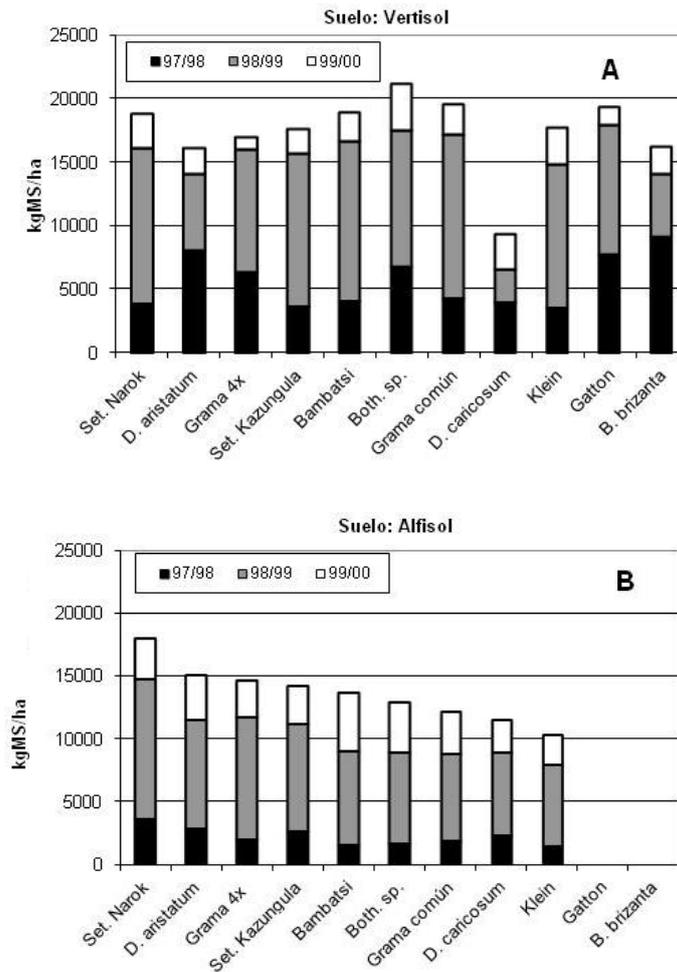


Gráfico 1: Producción de forraje de especies megatérmicas en dos ambientes de la Provincia de Entre Ríos evaluadas durante 3 ciclos de crecimiento. (tomado de Costa et. al. 1997, A y B)

Los materiales destacados, en cuanto a su producción total de forraje en ambos ambientes, fueron ambas variedades de *Setaria* y el *P. coloratum* "Bambatsi", superando la media en ambos ambientes. Por otro lado, algunos materiales presentaron un muy buen comportamiento en el suelo Vertisol (*Bothriochloa* sp., grama 2x, *P. coloratum* "Klein" y *P. maximum* cv. Gatton panic que solo participó en el suelo vertisol) sin destacarse en el suelo alfisol. En el ambiente del centro norte de Entre Ríos se destacaron la grama tetraploide (cv Callide) y el *D. aristatum*.

Una información de importancia, complementaria a la producción de forraje, es el período de crecimiento de cada una de estas especies, ya que al estar las mismas muy adaptadas a climas subtropicales, suelen concentrar su período de aprovechamiento en un intervalo de tiempo muy corto bajo las condiciones climáticas de Entre Ríos. El *Gráfico 2* muestra las tasas de crecimiento de estas especies promedio de ambos ambientes en el 2do ciclo de evaluación (98/99), pudiendo diferenciarse claramente un grupo de especies que comienzan a rebrotar vigorosamente en plena primavera (*Setaria*, *Chloris*, *P. coloratum*, 75 a 53 kgMS/ha.día), mientras que otras especies (*Brachiaria*, *Bothriochloa*, *Dicantium*) recién comienzan a acumular forraje vigorosamente en pleno verano, por lo que su período de aprovechamiento se acorta considerablemente.

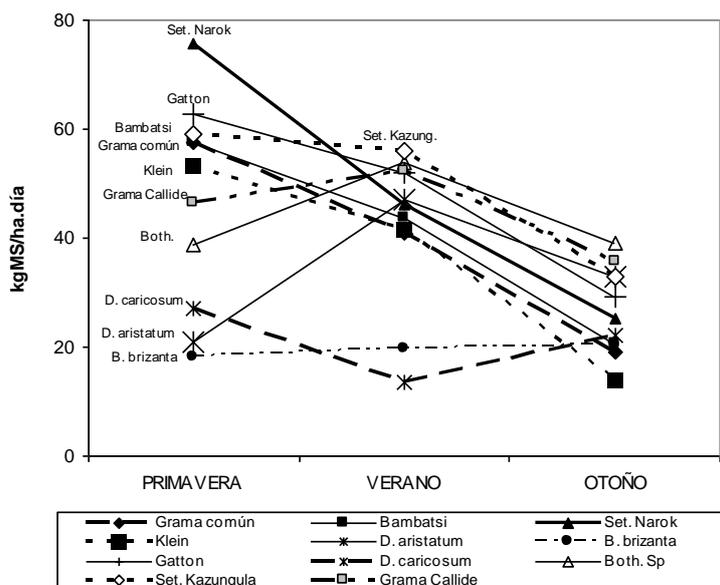


Gráfico 2: Tasa de crecimiento (kgMS/ha.día) de especies megatérmicas promedio de dos ambientes de la Provincia de Entre Ríos. Segundo ciclo de crecimiento (Adaptado de Costa et. al. 1997, A y B)

Otra variable de importancia a considerar en la adaptación de estas especies al clima de la provincia es su tolerancia al frío, ya que el objetivo al instalar alguna de estas especies debería ser lograr una pastura de elevada perennidad, en condiciones donde el número de heladas promedio es elevado (48 heladas agronómicas de promedio). El objetivo buscado en estas especies es que las yemas basales sobrevivan al período invernal para rebrotar a la siguiente primavera, y no la utilización de forraje verde en el invierno, ya que ante la intensidad de las heladas que suelen ocurrir todas estas presentan el 100% de su biomasa senescente.

Entre 2009 y 2012 se llevó a cabo una experiencia en la EEA INTA C. del Uruguay (Ré y De Battista, no publicado), evaluándose la producción y persistencia de 16 materiales de distintas especies y cultivares de forrajeras megatérmicas (Tabla 1).

Tabla 1: Especies y cultivares de forrajeras megatérmicas evaluadas en producción y persistencia en vertisol de C. del Uruguay. 2009/2012.

Especie	Cultivar
<i>Panicum coloratum</i> var. coloratum	Klein
<i>Panicum coloratum</i> var. makarikariensis	Bambatsi
<i>Setaria sphacelata</i>	Splenda
	Narok
	Kazungula
<i>Chloris gayana</i> "grama rhodes"	Finecut
	Tolga
	Katambora
	Callide

Especie	Cultivar
<i>Panicum maximum</i>	Gatton panic
	Tanzania
<i>Cenchrus ciliaris</i> "buffelgrass"	Biloela
	Texas
<i>Digitaria eriantha</i>	Irene
<i>Brachiaria</i> sp.	Marandú
	Mulato2

Al evaluar la persistencia de cada uno de estos materiales, la cual está directamente relacionada a su tolerancia al frío, se observó que la mayoría de las especies evaluadas toleraron los fuertes inviernos al realizar un manejo adecuado del último pastoreo de otoño (Gráfico 3). Este manejo consiste solamente en dejar un remanente de forraje (20-30cm) que proteja durante todo el invierno a las yemas basales de las heladas. Solo los materiales *Brachiaria* (Marandú y Mulato2), el cultivar Tanzania de *P. máximo* y el Buffel

cv. Texas no lograron sobrevivir a los inviernos, pasando en algunos casos de producir más de 10tnMS/ha en el año de implantación (Tanzania y Marandú) a producciones cercanas a cero en el 2do y 3er ciclo de evaluación, dado que prácticamente no quedaron plantas vivas en las parcelas.

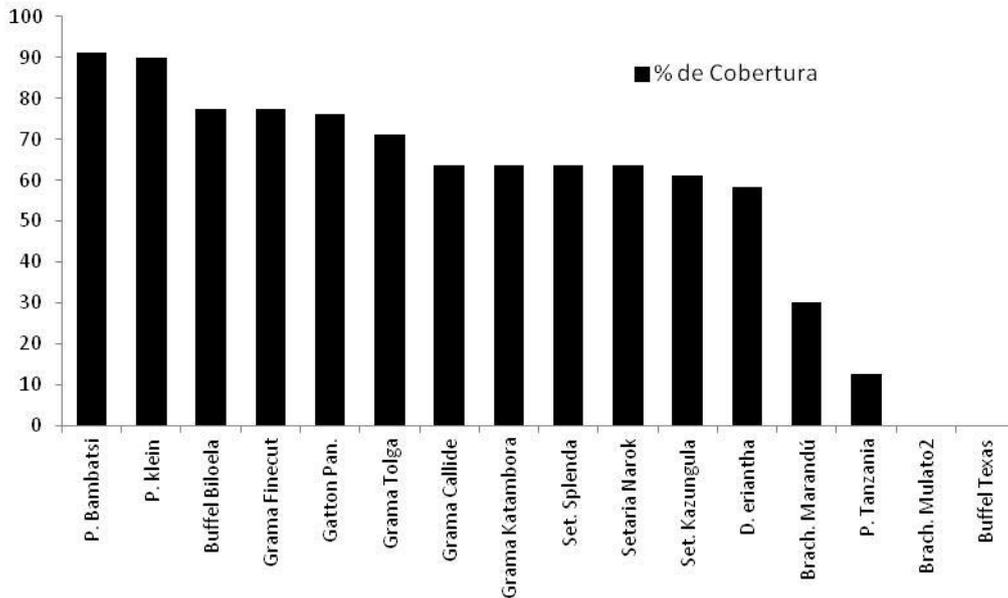


Gráfico 3: Cobertura basal (%) de especies megatérmicas luego de 3 ciclos de evaluación en vertisoles de C. del Uruguay.

El Gráfico 4 muestra el forraje acumulado por cada uno de los materiales, destacándose en producción total y estabilidad de la producción en los 3 ciclos el *P. coloratum* cv. Bambatsi, las Setarias (cv Splenda y Kazungula) y las gramas (Tolga y Finecut), con valores de entre 8200 a 7100 kgMS/ha.año. Cabe destacar el comportamiento del *P. coloratum* cv Klein el cual fue muy lento para instalarse, por lo que no se le realizaron cortes en el primer ciclo, pero a partir del 2do ciclo y 3er ciclo su producción fue similar a la de los materiales destacados.

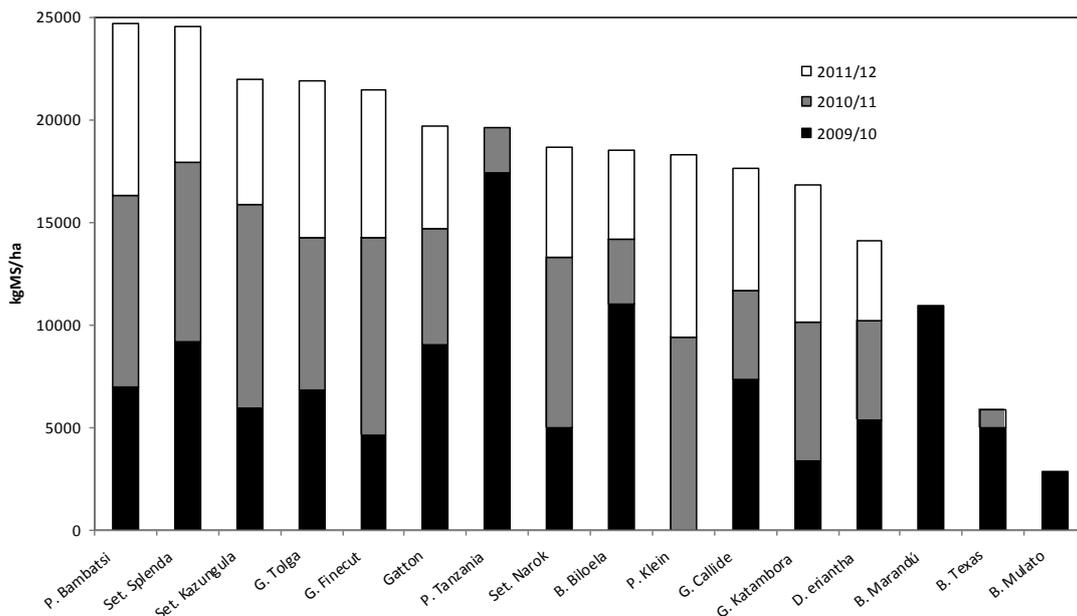


Gráfico 4: Producción de forraje de especies megatérmicas en vertisoles de Entre Ríos. Evaluación 2009/2012, INTA EEA Concepción del Uruguay.

Con la información disponible podemos concluir que estas especies presentan un alto potencial productivo (8000-6000 kgMS/ha), destacándose aquellas especies que toleran bien las fuertes heladas de la región (Gramma, *Setaria*, ambos *P. coloratum*), pudiendo lograr pasturas de alta productividad perennidad en ambientes de ciertas limitaciones transicionales o degradados. Ahora bien, en ambientes donde la ganadería debe competir eficientemente con la agricultura, donde las pasturas templadas han probado ya su potencial productivo, estas especies no serían competitivas en cantidad/calidad de forraje y complicarían su utilización, dado su estrecha ventana de utilización.

Forrajeras megatérmicas suelos sódicos de Entre Ríos

El mencionado corrimiento de la ganadería a nuevos ambientes, donde las pasturas templadas tradicionales no son una opción productiva, generó que a partir de 2011 el grupo pasturas de la EEA INTA C. del Uruguay comenzara unos trabajos exploratorios sobre la posibilidad de instalar especies megatérmicas en suelos sódicos asociados principalmente a la margen inundable del Río Gualeguay. La experiencia se lleva a cabo en campos de productores, en las Localidades de Villa San Marcial y Villaguay.

La situación inicial de los lotes y las características iniciales del suelo de la experiencia en San Marcial se muestra en la Figura 2-A. En estos ambientes, la producción del pastizal difícilmente supera los 500 kgMS/ha.año, llegando a valores cercanos a los 1000 kgMS/ha.año con utilización de fertilizantes (Cama de pollo). En la primavera de 2011 se instaló una variedad de grama rhodes (*Chloris gayana* 2x) a razón de 6 kg de semilla por hectárea, previa aplicación de 2 tn/ha de yeso y 7tn/ha de cama de pollo La Figura 2-B muestra las condiciones del suelo y del potrero en el otoño de 2012 antes de la ocurrencia de la primer helada. Si bien el nacimiento de la grama fue algo desperejo, logrando aproximadamente 50% de cobertura del lote, la especie cuenta con la capacidad de ocupar los espacios vacíos a partir de estolones y resiembra, por lo cual durante el primer año no fue pastoreada. La acumulación de forraje fue de entre 6000-7000 kgMS/ha en donde logró implantarse correctamente. Al observar las características del suelo, vemos que fue escaso el efecto del yeso sobre el contenido de sodio y pH, siendo importante el efecto de la aplicación del fertilizante orgánico (cama de pollo) sobre el contenido de materia orgánica, fósforo y nitrógeno.

Durante el otoño de 2013 se realizó una observación de la evolución del lote, viéndose claramente como la cobertura del suelo se incrementó de forma importante (75%), principalmente a partir de estolones. La acumulación de forraje en el 2do ciclo fue de 6500 kgMS/ha.

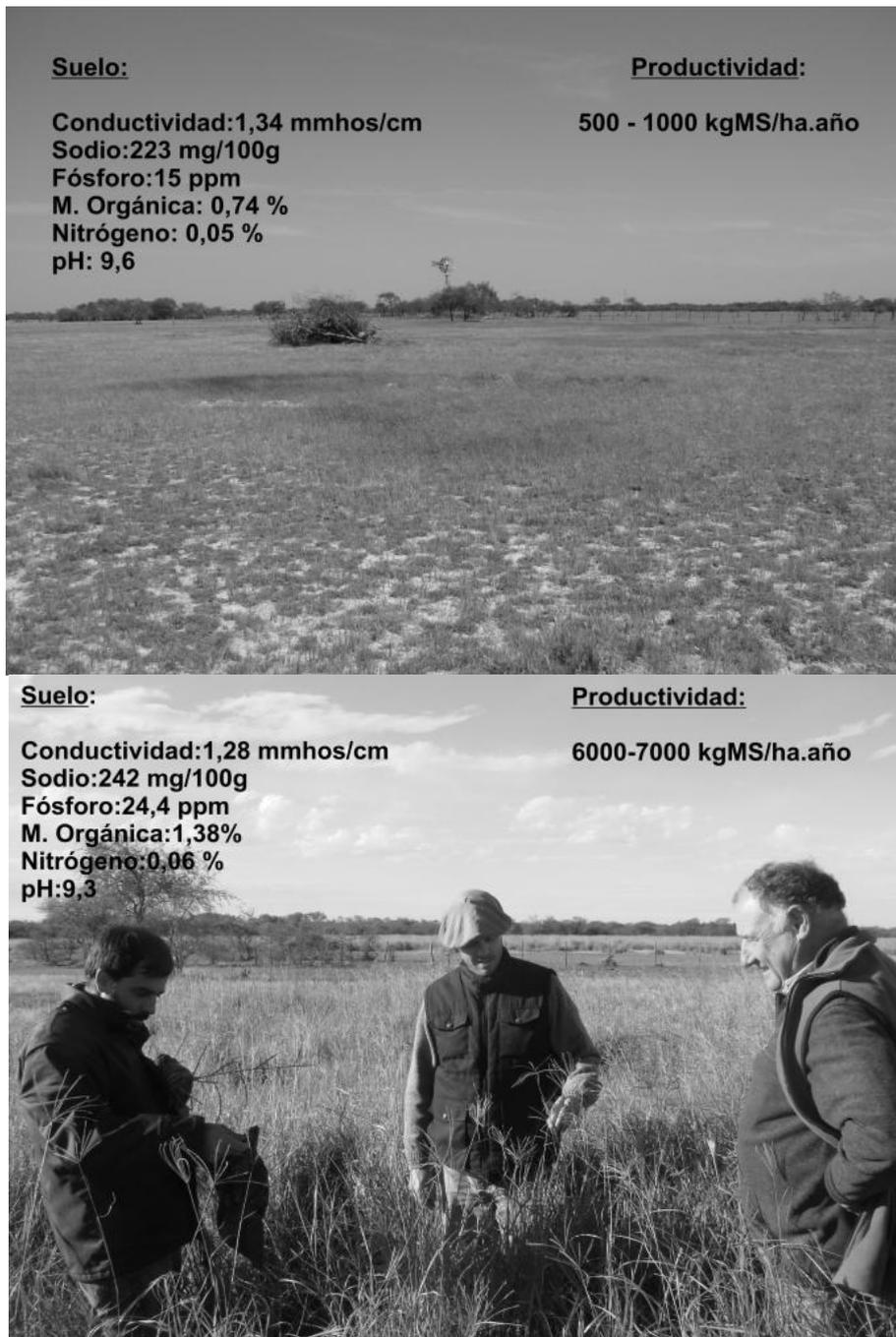


Figura 3: Evaluación de *Grama rhodes* en suelos salinos de Villa San Marcial (Entre Ríos).

Características edáficas y productivas.

En Villaguay, en un potrero de similares características edáficas (Figura 4), se sembraron al voleo aproximadamente 500 m² de grama rhodes (6 kg/ha de semilla) y 500 m² *Panicum coloratum* Klein (5 kg/ha de semilla) en la primavera de 2012, sin la aplicación de fertilizante ni yeso. El logro de implantación fue excelente (80% de cobertura) acumulando en este primer ciclo de crecimiento 2000 y 2200 kgMS/ha la grama y el panicum respectivamente (Figura 4).

La información recolectada en estos ensayos exploratorios, muestra claramente la posibilidad de avanzar con este tipo de especies sobre ambientes que en la actualidad son completamente improductivos

para el ganado, planteando la necesidad de realizar nuevos ensayos sobre otros ambientes restrictivos (inundables, arenosos, etc), ensayos de evaluación de mayor número de germoplasma y manejo.

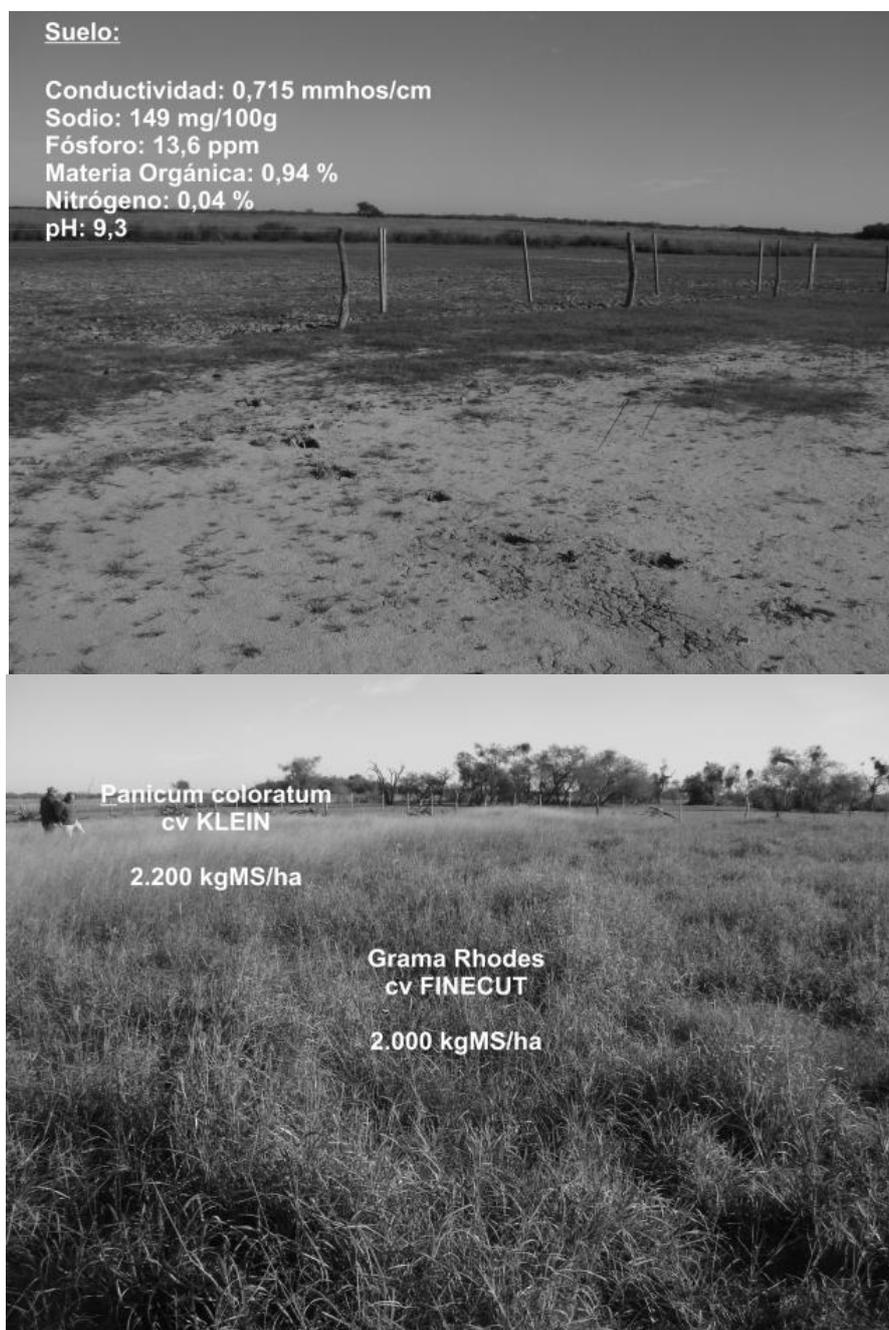


Figura 4: Evaluación de *Panicum coloratum* y *Gramma rhodes* en suelos salinos de Villaguay (Entre Ríos).

Bibliografía

- COSTA, M, BONINI, Y. y DE BATTISTA, 2002. Evaluación de forrajeras megatérmicas en alfisoles del Departamento de Federal (Entre Ríos). Información Técnica N°5. Prod. An. EEA C. del Uruguay. Pp. 31-35.
- COSTA, M. y DE BATTISTA, J.P., 2002. Evaluación de forrajeras megatérmicas en suelos vertisoles de Concepción del Uruguay (Entre Ríos). Información Técnica N°5. Prod. An. EEA C. del Uruguay. Pp. 25-29.

- DEREGIBUS, V. A.; OESTERHELD, M.; BOC-HOC, R.; ARANGUREN, J. y LANDI, M. 1987. Producción forrajera y de carne en pastizales naturales de la Provincia de Entre Ríos, pastoreados en forma alternativa y planificada. Revista CREA N° 125:63-70.
- INTA PROYECTO REGIONAL GANADERO DE ENTRE RÍOS: Intensificación sustentable de los sistemas ganaderos de Entre Ríos Resumen Ejecutivo, 2009. <http://inta.gob.ar/proyectos/erios-630011>.
- LEZANA, L. C. 2006. Respuesta de un pastizal natural a la refertilización en un suelo vertisol de la Provincia de Entre Ríos. Tesis Grado Fac. Cs. Agr. UNER.
- PANIGATTI, J.L.; CRUZATE, G.; TASI, H. y BEDENDO, D. 2008. Suelos y Ambientes de Entre Ríos. <http://inta.gob.ar/imagenes/Entre%20Rios.jpg/view>
- PUEYO, J.; IACOPINI, M.L.; FONSECA, J.; BONINI, Y.; LUDI, R.; Y GRANCELLI, R. 2005. Medición de la producción primaria del pastizal natural en el centro-norte de la Provincia de Entre Ríos. Hoja informativa electrónica. EEA Concepción del Uruguay. no. 128 (mayo 2005).

INTRODUCCIÓN DE LA GRAMA RHODES PARA EL AUMENTO DE LA OFERTA FORRAJERA EN BAJOS ALCALINOS DEL SUR DE SANTA FE

Mario Monti¹, Guillermo Delgado², Martín Correa Luna³ y Daniel Jozami⁴

Ing. Agr. MSc. Ministerio de la Producción delegación Rufino – Consejo Directivo del DGS – mmonti@santafe.gov.ar

Méd. Vet. Facultad de Cs Veterinarias Universidad Nacional de Rosario – Consejo directivo del DGS – carpi57@gmail.com

Méd. Vet. INTA Venado Tuerto – Consejo directivo del DGS - correa.luna@inta.gob.ar

Méd. Vet. Actividad Privada – danjozami@coopucle.com.ar

Introducción

Hasta la década de los '80 en la Pampa Húmeda primaban los sistemas de producción agrícola-ganaderos, con la aparición de nuevas tecnologías como siembra directa asociado con un menor costo del glifosato como principal insumo. Las nuevas formas de gerenciamiento de la empresa agropecuaria promovieron el ingreso de inversores y la tercerización de la producción; condiciones climáticas benignas con un corrimiento de las isohietas hacia el oeste; el encarecimiento de la mano de obra y un menor precio relativo de la carne bovina frente a los commodities agrícolas; generaron en su conjunto un proceso que denominamos de agriculturización que estuvo basado en el aumento de superficie del cultivo de soja, pasando de ser un cultivo prácticamente inexistente en la década de los '70 a contar con casi 20 millones de has en el presente. Primariamente este crecimiento se hizo a expensas de superficie dedicada a ganadería y que en términos generales, derivó en una descapitalización de este sector, motivando la pérdida de stock en la Pampa Húmeda y de infraestructura como alambrados, aguadas, instalaciones y viviendas rurales.

Durante la década de los '90, el INTA AER Venado Tuerto propuso un modelo de producción para campos agrícolas que denominó CBI (Cría Bovina Intensiva), con el propósito de intensificar la producción de los rodeos de cría en campos agrícolas y tratar de sostener la actividad ganadera en el sur santafesino, a pesar de los excelentes resultados físicos y económicos con la soja, la tendencia iniciada en la década anterior se mantuvo. También en la década de los '90 el Ministerio de la Producción de la Provincia de Santa Fe propone un Programa denominado Carnes Santafesinas (PCS) con el fin de transferir tecnologías a grupos de productores y mejorar el desarrollo de la actividad de cría. Desde este programa se detectó que un 42% de los productores participantes en el PCS realizaba la actividad ganadera sobre ambientes netamente agrícola y se ajustaba a la propuesta CBI, pero el 58 % restante realizaba la ganadería parcial o totalmente en ambientes no agrícolas que son ocupados por pastizales naturales.

Durante el verano, los establecimientos buscan incrementar al máximo la superficie agrícola, en donde básicamente se siembra soja (*Glycine max*) y en menor medida Maíz (*Zea maíz*) y Girasol (*Helianthus annuus*), concentrando la ganadería en el espacio sin aptitud agrícola, y por ende la capacidad de carga de estas áreas determinan la carga general del establecimiento.

Los pastizales naturales de la región por lo general se encuentran degradados por un manejo inadecuado y/o por restricciones ambientales son de escasa productividad, estas restricciones por lo general se deben a presencia de sales, alcalinidad, anegamientos temporarios, o combinación de ambas. Por lo tanto de la combinación de baja oferta forrajera y la alta concentración de la demanda estival surge la

necesidad de encontrar una alternativa que permita aumentar la productividad de los espacios no agrícolas ocupados por campo natural.

Con este objetivo se inició una serie de siembras exploratorias de pasturas megatérmicas en campo de productores (en condiciones reales de producción) para conocer la capacidad de adaptación de algunas especies y cultivares de C_4 , las especies que tuvieran mejor comportamiento se les evaluaría su productividad y calidad.

Estas pasturas reúnen una ventaja sobre las C_3 como es la mayor tasa de crecimiento durante el verano y una calidad aceptable para los rodeos de cría.

Sobre las especies utilizadas como pasturas megatérmicas no existía información para la región, el Centro Internacional de Investigación para el Desarrollo Agropecuario del Gobierno de Australia delimita el área de expansión de estos cultivos hasta la latitud $30^\circ S$ hasta los $30^\circ N$. Es importante aclarar que los cultivares mejorados de *Chloris gayana* utilizadas en Argentina tienen en su mayoría origen australiano.

Por otro lado en los catálogos de venta de semillas en Argentina (2003) se respetaba el límite que marcaba la latitud de $30^\circ S$ como límite para la siembra de *Chloris gayana* (Gramma rhodes), y que fuera citado por Bavera en el año 2006 (5). Al sur de esta región se recomendaban algunas pasturas tropicales como *Digitaria eriantha*, *Panicum coloratum*, *Antephora pubescens* y *Eragrostis cúrvula*, para ser implantadas en la pampa subhúmeda/semiárida, caracterizada por un clima templado, suelos arenosos y sueltos, y una precipitación inferior a los 800 mm.

Ensayos exploratorios

Entre los años 2008 y 2011, en diferentes lotes de productores de varias localidades del sur de Santa Fe, fueron sembrados lotes y/o franjas de introducción bajo la supervisión técnica de los técnicos del DGS (Desarrollo Ganadero Sustentable). El objetivo fue observar el comportamiento de los diferentes cultivares de pasturas tropicales utilizados, cuyos resultados se muestran en el Cuadro 1.

En general se observó un comportamiento promisorio en los cultivares diploides de *Chloris gayana* (grama rhodes) y en *Panicum coloratum* cv Klein Verde, con una excelente producción de materia seca durante el período estival y persistencia, por lo que admite inferir una adecuada resistencia a heladas que le permite subsistir durante el invierno.

Cuadro 1: *Sitios de introducción en el departamento General López de la provincia de Santa Fe. Cultivar, ambiente y resultados.*

Especie / cultivar	Ubicación	Ambiente	Resultados
<i>Chloris gayana cv Pionner</i>	Ea. Ancalú / Cañada del Ucle	Pie de loma / alcalino	Muy satisfactorio
<i>Chloris gayana cv Pionner</i>	Bianco / Cañada del Ucle	Pie de loma / alcalino	Muy satisfactorio
<i>Chloris gayana cv Pionner</i>	Fernández / Alcorta	Bajo alcalino	Muy satisfactorio
<i>Chloris gayana cv Katambora</i>	Fernández / Alcorta	Bajo alcalino	Muy satisfactorio
<i>Panicum coloratum cv Klein verde</i>	Soljan/Chovet	Bajo alcalino	Satisfactorio, dificultades en la implantación
<i>Chloris gayana cv Tolga</i>	Soljan/Chovet	Bajo alcalino	1° año Excelente no supero el Invierno
<i>Chloris gayana cv Pionner</i>	Soljan/Chovet	Bajo alcalino	1° año Excelente no supero el Invierno
<i>Chloris gayana cv Callide</i>	Soljan/Chovet	Bajo alcalino	1° año Excelente no supero el Invierno
<i>Chloris gayana cv Toro</i>	Soljan/Chovet	Bajo alcalino	1° año Excelente no supero el Invierno
<i>Chloris gayana cv Topcut</i>	La Paloma / San Eduardo	Loma. ½ loma, Bajo alcalino	Satisfactorio
<i>Chloris gayana cv Finecut</i>	La Paloma / San Eduardo	Loma. ½ loma, Bajo alcalino	Satisfactorio
<i>Brachiaria Mulato II-CIAT 36087</i>	La Paloma / San Eduardo	Loma. ½ loma, Bajo alcalino	No satisfactorio – no superó el invierno
<i>Brachiaria brizantha cv Marandú</i>	La Paloma / San Eduardo	Loma. ½ loma, Bajo alcalino	No satisfactorio – no superó el invierno
<i>Brachiaria humidicola</i>	La Paloma / San Eduardo	Loma. ½ loma, Bajo alcalino	No satisfactorio – no superó el invierno
<i>Panicum mazimum cv Gatton Panic</i>	La Paloma / San Eduardo	Loma. ½ loma, Bajo alcalino	No superó el invierno
<i>Panicum coloratum cv Klein verde</i>	La Paloma / San Eduardo	Loma. ½ loma, Bajo alcalino	Satisfactorio
<i>Digitaria eriantha</i>	La Paloma / San Eduardo	Loma. ½ loma, Bajo alcalino	Satisfactorio en loma y ½ loma
<i>Panicum coloratum cv Klein verde</i>	Castiglioni / Rufino	½ loma alta	Muy satisfactorio
<i>Digitaria eriantha</i>	Castiglioni / Rufino	½ loma alta	Muy satisfactorio
<i>Chloris gayana cv Finecut</i>	Castiglione / Rufino	½ loma alta	Poco Satisfactorio, muchas perdida de plantas en el 1° invierno
<i>Panicum coloratum cv Klein verde</i>	Pichi Mahuida / Rufino	Bajo alcalino	Satisfactorio, dificultades en la implantación
<i>Chloris gayana cv Pionner</i>	Pichi Mahuida / Rufino	Bajo alcalino-salino	Muy Satisfactorio
<i>Chloris gayana cv Katambora</i>	Pichi Mahuida / Rufino	Bajo alcalino-salino	Muy Satisfactorio
<i>Chloris gayana cv Katambora</i>	El Remanso / Lazzarino	Bajo alcalino-salino	Muy Satisfactorio
<i>Chloris gayana cv Katambora</i>	LaAdriana / Rufino	Bajo alcalino-salino	Muy Satisfactorio
<i>Chloris gayana cv Katambora</i>	Ea. Falucho / Amenábar	Bajo alcalino-salino	Muy Satisfactorio
<i>Chloris gayana cv Katambora</i>	Ea. El Despegue / Rufino	Bajo alcalino-salino	Muy Satisfactorio
<i>Chloris gayana cv Katambora</i>	Bonadeo / Cavanagh	Bajo alcalino-salino	Muy Satisfactorio
<i>Panicum coloratum cv Klein verde</i>	Bonadeo / Cavanagh	Bajo alcalino-salino	Muy Satisfactorio

Evaluación de grama rhodes

Desde el 2008 hasta el 2011 en el establecimiento de Cristian Soljan ubicado en latitud 33°34'51.06"S y longitud 61°33'19.76"O en el distrito Chovet, se implantó un lote de 14 has con grama rhodes cv Pionner y se realizó un seguimiento de las etapas fenológicas, productividad y calidad (2).

El paisaje corresponde a un área plano-cóncavo con pequeñas vías de escurrimiento, charcas y lagunas temporarias. El suelo es un complejo indiferenciado de Co174 y Co175 (INTA, 1984). Presenta alcalinidad en todo el horizonte con dificultades de drenaje por un escurrimiento y permeabilidad muy lenta, estos aspectos están favorecidos por la traza de un canal dirección norte-sur, sobre el costado oeste del lote que evita la acumulación de agua en superficie.

1.1. Producción.

La medición de la producción fue realizada mediante cortes en jaulas de exclusión, que fueron colocadas en diferentes áreas representativas.

La producción promedio anual en las últimas 3 evaluaciones fue de 7827 kg MS, con un coeficiente de variación interanual del 4%, sin embargo el coeficiente de variación entre jaulas fue del 12%, lo que sugiere dentro de las condiciones del ensayo, la existencia de una mayor influencia en las condiciones físico-químicas del suelo que de las variaciones climáticas interanuales (Gráfico 1).

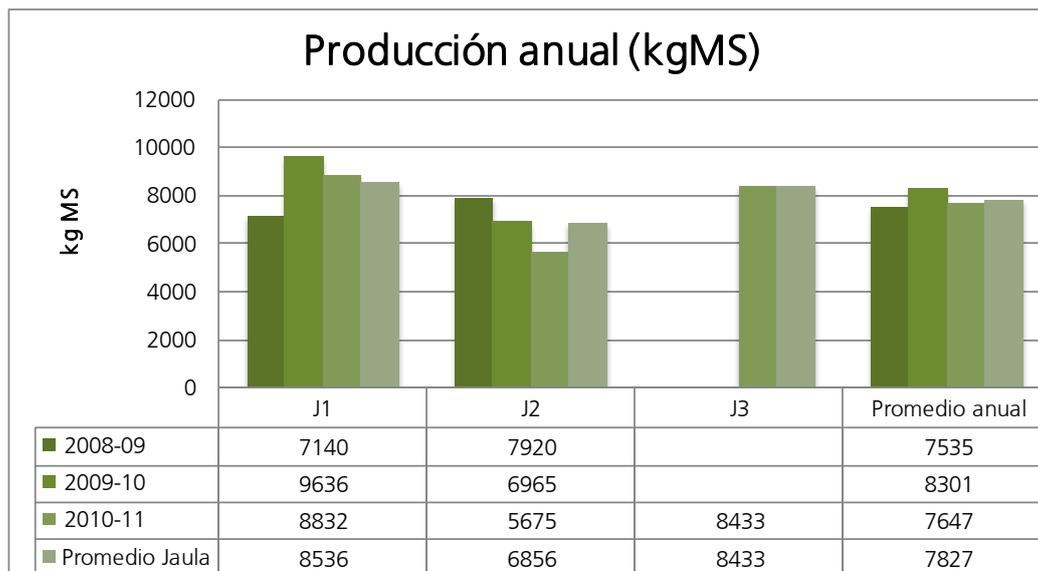


Gráfico 1: Producción anual de Grama rhodes.

Dado que los cortes se realizaron entre 22 a 87 días (promedio anual 45 días) según la época del año, debido a la fuerte estacionalidad de crecimiento se modelizaron los datos con el fin de obtener la curva de distribución porcentual mensual promedio (Cuadro 2). Esta información es de suma utilidad para realizar presupuestos forrajeros.

Cuadro 2: Distribución porcentual anual del crecimiento de *Chloris gayana* cv Pioneer.

Tasa de crecimiento porcentual mensual												
Jl	Ag	Sp	Oc	Nv	Dc	En	Fb	Mz	Ab	My	Jn	
0,0%	0,0%	1,1%	6,3%	10,0%	17,1%	27,4%	20,4%	12,1%	3,8%	1,8%	0,0%	

La mayor tasa de crecimiento -como era de esperar- se dio durante los meses de Diciembre a Febrero, coincidente con los meses de mayor temperatura

1.2. Interacción producción-clima.

Del análisis de la curva de producción, puede observarse una distribución diferente para cada año y atribuirse a la influencia climática (Grafico 2).

La temperatura media estacional promedio es relativamente estable y templada, su desvío estándar fue de 0,7°C y nunca logró superar 1°C. En cambio las precipitaciones tienen una alta variabilidad entre los años productivos, el coeficiente de variabilidad es de 41% que significan 399,2 mm. El año 2010-11 fue un año Niña y el de menor precipitación en la serie, a diferencia del año 2011-12 que registró 1408 mm (Cuadro 3).

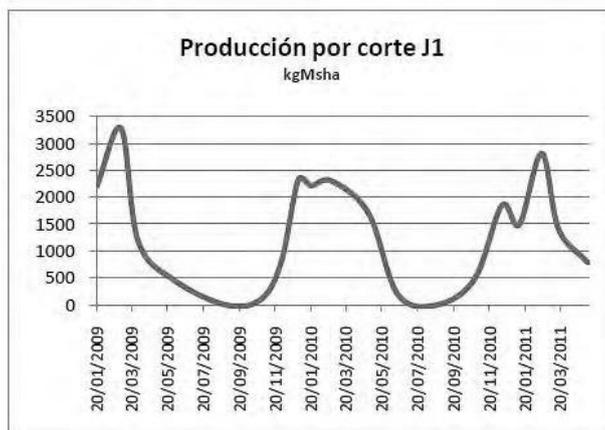


Grafico 2: Distribución interanual de la producción de forraje en *Chloris gayana*.

Cuadro 3: Variación estacional y anual de las precipitaciones y temperatura en la localidad de Chovet para el período 2008-2011.

Lluvias (mm)	I	P	V	O	Total
2008-09	30	453	396	45	924
2009-10	136	568	519	185	1408
2010-11	91	237	186	102	616
Promedio	85	419	367	110	982
Desvío Estándar	53,2	168,0	168,4	70,4	399,2
Coef. Variación	62%	40%	46%	64%	41%

Temp. (°C)	I	P	V	O	Total
2008-09	11,2	20,0	21,3	12,9	21,8
2009-10	10,4	18,6	21,8	12,0	20,9
2010-11	9,4	19,0	20,9	12,3	20,5
Promedio	10,34	19,20	21,32	12,39	21,08
Desvío Estándar	0,9	0,8	0,5	0,4	0,7
Coef. Variación	9%	4%	2%	4%	3%

Comparando la curva mensual de crecimiento y algunas variables climáticas, se puede observar la mayor correlación entre temperatura y producción (0,83), que entre producción y lluvia (0,64) (Gráfico 3).

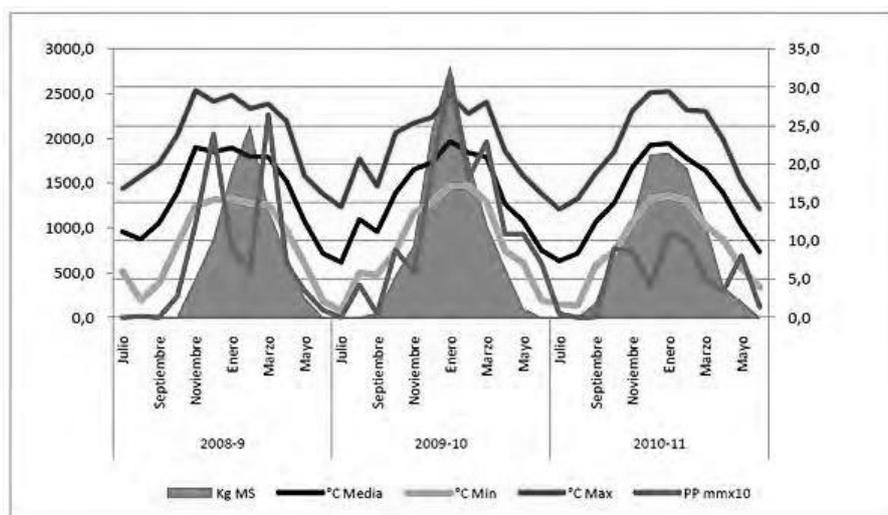


Gráfico 3: Variación de la producción, temperaturas máximas, medias y mínimas mensuales, precipitación mensual y producción de forraje.

De las tres temperaturas analizadas, la temperatura mínima media mensual es la que más condiciona la producción (0,86) si se compara con la media (0,84), o con la máxima (0,80), estos valores tienen diferencias interanuales (Cuadro 4).

Cuadro 4: Coeficiente de correlación entre años entre producción y las variables climáticas (temperatura media, máxima y mínima y precipitación).

	°C Media	°C Min.	°C Máx.	PP mm
2008-09	0,76	0,79	0,72	0,56
2009-10	0,87	0,88	0,83	0,82
2010-11	0,95	0,94	0,93	0,61
Promedio	0,84	0,86	0,80	0,64
Desvío Estándar	0,09	0,08	0,11	0,14
Coef. Variación	11%	9%	13%	21%
Coeficientes de correlación entre años y las diferentes variables consideradas				
°C Media: Temp. media; °C Mín: Temp. mínima; °C Máx: Temp. máxima; PP mm: precipitación				

La campaña 2010-11, a pesar de la baja precipitación anual, hubo una correlación muy baja (0,61) con la producción, a diferencia de las existentes a temperaturas (0,93-0,94-0,95). Esto permite inferir que los 616 mm de la campaña fueron suficientes para expresar su potencial (Cuadro 4).

A pesar de que el cv Pionner se muestra sensible a las bajas temperaturas durante su período de crecimiento, también se muestra tolerante a las bajas temperaturas y heladas en épocas de reposo.

1.3. Interacción calidad-suma térmica.

Los análisis de calidad de los últimos dos años muestran que el promedio de digestibilidad fue de 62,5% y el contenido medio de proteína fue de 8,1 %.

Tomando la digestibilidad como valor de referencia de la calidad, puede observarse una diferencia en el comportamiento interanual que está vinculado a la suma térmica durante el intervalo de corte.

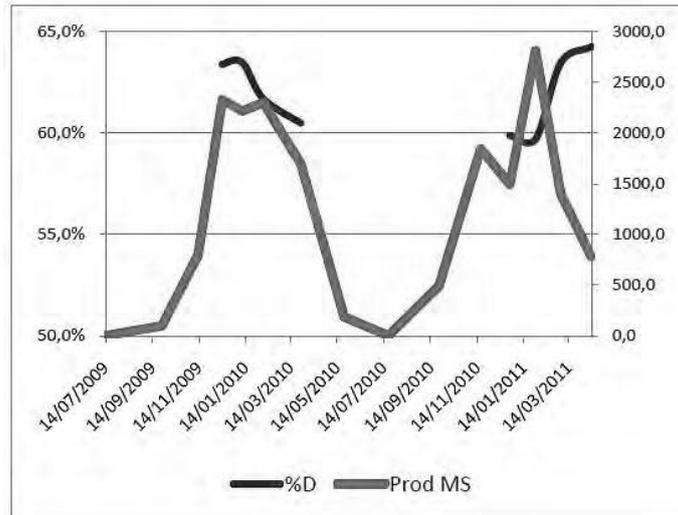


Gráfico 4: Variación de la producción y calidad entre años.

La suma térmica determinó el ritmo de crecimiento de las hojas y su tiempo de vida, Grama Rhodes es una especie que en la medida que avanzó su vida media foliar acumuló en ellas FDN, en especial FDN indigestible, para poder generar su estructura de sostén (15).

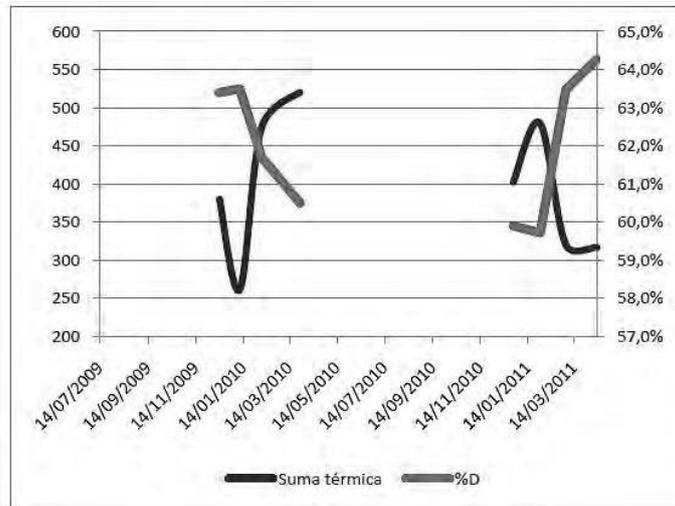


Gráfico 5: Variación de la suma térmica entre cortes y %DIVMS.

Durante la campaña 2009-10 la correlación existente entre suma térmica y digestibilidad fue muy alta y negativa (-0,91), y para el año 2010-11 fue de -0,92.

1.4. Intervalo de aprovechamiento.

Para lograr una adecuada relación entre calidad y oferta forrajera, existe un acuerdo en que los aprovechamientos deben ser realizados cuando la suma térmica (ST) sea de 400°C. Con esta acumulación térmica la grama rhodes tiene entre 3 a 4 hojas desplegadas.

$$ST = \sum_{i=1}^n TMdi - TB$$

ST= Suma Térmica; TMd=Temperatura media diaria; TB= Temperatura base

Cuadro 5: Temperatura media diaria mensual para la localidad de Chovet.

	En	Fb	Mz	Ab	My	Jn	Jl	Ag	Sp	Oc	Nv	Dc
Días	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
T. Media °C	22,4	21,1	19,8	16,3	13,2	8,3	8,6	10,4	12,0	15,8	20,3	20,6
Registro térmico promedio 2008-11 de la localidad de Chovet – Santa Fe												

La suma térmica entre los meses de Diciembre a Febrero se obtiene con un tiempo de descanso entre pastoreo de 30-35 días. Después del último pastoreo de otoño es muy importante dejar un remanente para sostener una cobertura que proteja los puntos de crecimiento de las heladas invernales.

La manifestación morfológica de la planta que indicó la acumulación de 400°C, fue la existencia de 3-4 hojas desplegadas por macollo.

Conclusiones

Grama rhodes es una excelente opción para mejorar la oferta forrajera de campos bajos, porque es tolerante a la sodicidad y una rápida cobertura del suelo por su alta capacidad de macollaje y estolonización.

La gran producción de semillas viables de esta especie, permite la rápida colonización y la naturalización en esta zona.

Al concentrar su producción durante la época estival se requiere complementar la cadena forrajera con especies templadas y reservas forrajeras.

Con el fin de disminuir las pérdidas de calidad, debido a su elevada tasa de crecimiento y su rápida pérdida de calidad luego de su punto óptimo, se requiere ajustar bien su manejo.

La calidad forrajera de grama rhodes es en general inferior al de las especies templadas, pero con un manejo adecuado se pueden lograr niveles compatibles con los requerimientos más exigentes de los rodeos de cría.

Sería recomendable la realización de un trabajo de selección de cultivares específicos de grama rhodes para mejorar la producción forrajera en campos no agrícolas de zonas templadas.

El *Panicum coloratum* es una especie promisoriosa a evaluar, a pesar de los problemas ocurridos en su implantación debido a problemas de semillas.

Bibliografía

- 1- MONTI, MARIO. 2007. Subsistemas Ganaderos del Sur de la Provincia de Santa Fe – Programa Carnes Santafesinas-Ministerio de la Producción Santa Fe
- 2- MONTI, M ET AL. 2009. Introducción de especies forrajeras megatérmicas en los sistemas de producción ganaderos del sur de la provincia de Santa Fe – Argentina. "XI Jornadas de Divulgación Técnico Científicas 2010" de la Universidad Nacional de Rosario - Facultad De Ciencias Veterinarias - Secretaría De Ciencia Y Tecnología
- 3- Congreso de Pasturas Megatérmicas en Zonas Templadas. Melincue 28-29 de Agosto de 2008. Ministerio de la Producción delegación Rufino, INTA Venado Tuerto, Facultad de Ciencias Veterinarias-UNR, APROCARSA. Programa Carnes Santafesinas – Cría bovina Intensiva.
- 4-Tropical forages. Australian Centre for International Agricultural Research. Australian Government. <http://www.tropicalforages.info/index.htm>
- 5- BAVERA, G. 2006. Recopilación. Área aproximada de adaptación de las pasturas subtropicales. Cursos Producción Bovina de Carne FAV UNRC. 2pag.
- 6- RED DANAC – Índice agropecuario. <http://www.danac.org.ve/indice//malezas.php?letra=Y&listado=t&ps=22>
- 7- LABARTHE, F.H. Y PELTA, H.R. Introducción básica a la fotosíntesis y características de especies forrajeras megatérmicas. INTA Tornquist. EEA Bordenave
- 8- PÉREZ, H.E. 2005. Características de las especies forrajeras adaptadas a las condiciones del NO del país. FORRAJES 2005 . CORDOBA
- 9- MELO, O. 2009. Manejo de pasturas subtropicales. Congreso de Pasturas Subtropicales en zonas templadas. Melincue. Santa Fe.
- 10- DEL POZO RODRÍGUEZ, PEDRO PABLO. 2004. Bases ecofisiológicas para el manejo de los pastos tropicales - Parte I. Universidad Agraria de La Habana, Cuba
- 11- SUTTIE, J.M. 2003. Conservación de Heno y Paja para pequeños productores y en condiciones pastoriles. Colección FAO: Producción y protección vegetal N° 29
- 12- PUGA NOE ET AL. 2011. Temperaturas cardinales de desarrollo en la etapa siembra-emergencia de 11 pastos forrajeros. Revista Mexicana de Ciencia Pecuario. 2011;2(3):347-357.
- 13- BUSQUE, J; HERRERO, M. 2002. Atributos funcionales de las plantas forrajeras y sus implicancias en el Manejo de Pasturas. Institute of Ecology and Resource Management, University of Edinburgh, West Mains Road, Edinburgh EH9 3JG. Inglaterra
- 14- BORRAJO, C.I. Y MC LEAN, G.D. 2010. Morfogénesis foliar en gramíneas tropicales. AAPA.
- 15- AGNUSDEI, M.G., NENNING, F.R., DI MARCO, O.N. Y AELLO, M.S. 2009. Variaciones de la calidad nutritiva durante el crecimiénto vegetativo de gramíneas Megatérmicas de diferente porte y longitud folia (Chloris gayana y Digitaria decumbens). Revista Argentina de Producción Animal Vol 29(1):13-25(2009).

ALTERNATIVAS DE PRODUCCIÓN Y CONSERVACIÓN DE FORRAJERAS MEGATÉRMICAS EN EL CENTRO DE SANTA FE

Luis Romero – Juan Mattera

INTA – EEA Rafaela – romero.luis@inta.gob.ar

La competencia de la agricultura por los suelos de mayor aptitud a producido un desplazamiento de la ganadería a zonas de suelos de menor aptitud, esto hace que si queremos ser competitivos es necesario incrementar la producción de materia seca de estas áreas, mejorar la calidad y aumentar la eficiencia de utilización de los recursos disponibles.

La provincia de Santa FE presenta el 44% de su superficie afectada por exceso de sales solubles y/o sodio intercambiable (Orellana y Priano 1978). Esos suelos se caracterizan por presentar en los horizontes superficiales las siguientes propiedades: textura franco-limosa, conductividad eléctrica del extracto de saturación (CE) entre 1,3 y 15,5 dSm⁻¹ a 25° C, sales predominantemente cloruro-sulfatadas sódicas, valores de 21 a 81 % de sodio intercambiable y pH de 7,9 a 9,8 (Mosconi *et al*, 1983). Los suelos son heterogéneos (Priano y Orellana, 1864), presentando distintas aptitudes de uso dentro de áreas separadas por cortas distancias.

La estación experimental Rafaela del INTA ha realizado trabajos de experimentación en la zona de los bajos y sus áreas periféricas con la finalidad de incrementar la oferta de forraje, a través de la introducción de especies forrajeras, estudios de fertilización, manejo e implantación de especies megatermicas.

Los primeros trabajos fueron realizados por el Ing. Agr. Jorge L. Fossati, Oscar A. Bruno, José L. Panigatti y Sebastián P. Gambaudo y tuvieron por finalidad determinar el comportamiento de forrajeras estivales para obtener una mayor producción, calidad y/o periodo de aprovechamiento de forraje, con especies adaptables a las condiciones edafoclimáticas del área de los Bajos Submeridionales ubicados en el centro norte de la provincia de Santa Fe y se caracterizan por poseer campos de gran extensión dedicados en su casi totalidad a la ganadería de cría. En general, los suelos no son de aptitud agrícola por ser salinos y/o alcalinos y con problemas de drenaje de diversa intensidad.

Como resultante de las condiciones naturales y del manejo, la especie predominante es el espartillo (*Spartina argentinensis*) la cual es reemplazada en los suelos labrados, principalmente, por la gramilla rastrea (*Cynodon dactylon*).

La colección de forrajeras se instaló en un suelo de gran representatividad de lo actualmente relevado de los Bajos Submeridionales, que se clasifica como Natracualf. Se probaron 143 cultivares de especies forrajeras, de las cuales 96 fueron gramíneas, una compuesta, dos quenopodiáceas y el resto leguminosas. Se realizaron las siguientes mediciones: fecha de germinación, estado de la planta, producción de forraje verde y seco y porcentaje de proteína bruta. Se destacó por su buen comportamiento, *Panicum coloratum*, tanto en período de producción, como en cantidad de forraje. Especies tales como *Digitaria decumbens*, *Setaria anceps*, *Macroptilium atropurpureum*, *M. lathyroides* y *Vigna vexillata* también tuvieron un desarrollo satisfactorio.

Otro estudio de esa época se enfocó en la evaluación de la fertilización de grama rhodes (*Chloris gayana*, Kunth.) en los bajos submeridionales: 1. Nitrógeno y fósforo. (Oscar A. Bruno, Jorge L. Fossati, José L. Panigatti, Sebastián Gambaudo, Herminio F. Fenoglio y Oscar ouaino). Estudiaron la respuesta de grama rhodes, instalada en 1970, a la fertilización nitrogenada y fosfatada en suelos Natracualfes de los Bajos Submeridionales de la Provincia de Santa Fe, durante los años 1977, 1978 y 1979. Se efectuaron ensayos de cortes con el agregado de dosis únicas de N y P al inicio de la estación de crecimiento (0, 80, 160 y 240 Kg/ha de N y 0, 200 y 400 Kg/ha de P₂₀₅). Se utilizó como fuente de N urea (46 % de N) y de P superfosfato triple (46% de P₂₀₅), aplicándose a1 voleo, sin incorporar. El diseño utilizado fue un arreglo factorial 4 x 3 en bloques completos a1 azor, efectuándose cuatro cortes en los dos primeros años y tres en el restante. En cada uno se determinó producción de MS y nivel de N en planta. Para cada corte y año se efectuó un análisis de variancia a dos criterios de clasificación cruzada. Se determinó la significación de la interacción N x P y de los efectos principales de N y P. El análisis conjunto de los tres años de ensayos indicó diferencias significativas al comparar las medias de producción de MS entre años. En los tres años estudiados la producción total de MS (suma de todos los cortes realizados) mostró una interacción significativa para el N x P. El nivel de N en planta (g %) se elevó en el primer corte con el agregado de N, no influyendo las dosis de P. El análisis de la información conjunta de los tres años muestra diferencias significativas para la interacción año x tratamiento al nivel del 1 %. En el Cuadro 1 se indica la producción total de MS (Kg/ha) para cada período de evaluación, el promedio y el porcentaje de aumento respecto al testigo, según dosis de N y P aplicado.

Cuadro 1. Producción total de MS (kg/ha) y porcentaje de aumento respecto al testigo, según dosis de nitrógeno y fósforo.

Dosis de N (kg/ha)	Años			Promedio	Aumento (%)
	1977/78	1978/79	1979/80		
0N + 0P	4173	2826	3963	3654	0
80N + 0P	5719	3653	5567	4979	36,3
160N + 0P	4876	4229	6230	5111	39,9
240N + 0P	7482	4276	7257	6338	73,5
0N + 200P	4879	5015	4015	3648	-0,2
80N + 200P	6547	3870	5205	5207	42,5
160N + 200P	6874	5118	6743	6245	70,9
240N + 200P	9441	5057	8220	7572	72,3
0 N + 400P	7646	2806	4264	4905	34,2
80N + 400P	6977	4285	6384	5882	61,0
160N + 400P	8553	4932	8390	7291	99,5
240N + 400P	8722	5396	9556	7891	116,0

Los incrementos de producción de MS logrados coinciden con los alcanzados por otros autores en situaciones climáticas y edáficas distintas para N (Oakes y Skov, 1962; Rodel y Boulwood, 1967; Olsen, 1972 y Bruno y Fossati, 1980), mientras que el efecto del P fue menor y variable entre años.

Es de destacar que los porcentajes de aumento alcanzados para el promedio de los tres años, fue menor que el encontrado sobre Argiudoles (Bruno y Fossati, 1980), siendo por lo tanto menor la eficiencia en el uso del fertilizante por las condiciones climáticas y edáficas imperantes de los "Bajos Submeridionales". Si bien se obtienen menores incrementos de rendimiento en producción de forraje, los mismos son importantes y de mucha significación para los sistemas ganaderos de esta región, posibilitando fundamentalmente, el aumento de la receptividad ganadera.

En la variación de la respuesta entre años al N y al P influyen entre otros factores, las precipitaciones durante el período experimental y la variación de la profundidad de la napa de agua.

Especies subtropicales para campos ganaderos

El objetivo de este trabajo fue estudiar el comportamiento de forrajeras subtropicales perennes en dos series de suelos representativas en las localidades de Santurce y Arrufó (departamento San Cristóbal). *Norberto E. Hein, Horacio Castro, Jorge Fosatti y la Lic. en Edaf Wilma¹. Hansen de Hein.*

Las especies seleccionadas y sus densidades de siembra se expresan a continuación: grama rhodes "Jesús María" (10 kg/ha), grama rhodes "Callide" (10 kg/ha), *Panicum coloratum* "Makarikariensis" (5 Kg/ha), *Panicum coloratum* "Klein 75" (5kg/ha) y *Setaria anceps* "Kazungula" (5kg/ha).

Se efectuó una labranza reducida y la siembra se realizó en noviembre de 1994, con sembradora de grano fino al voleo y en los grama rhodes con la sembradora específica para dicha especie, tapando con rastra de ramas en todos los casos.

Los cortes se practicaron sobre áreas con dos series de suelos representativas como Curupaytí y Monigotes de acuerdo con un mapa ultradetallado. En cada rebrote se cortaron cuatro muestras al azar en cada suelo en el total de las especies ensayadas. Los resultados que se muestran en los Gráficos 1 y 2 corresponden a un ciclo completo de crecimiento, registrado desde noviembre de 1995 hasta marzo de 1996.

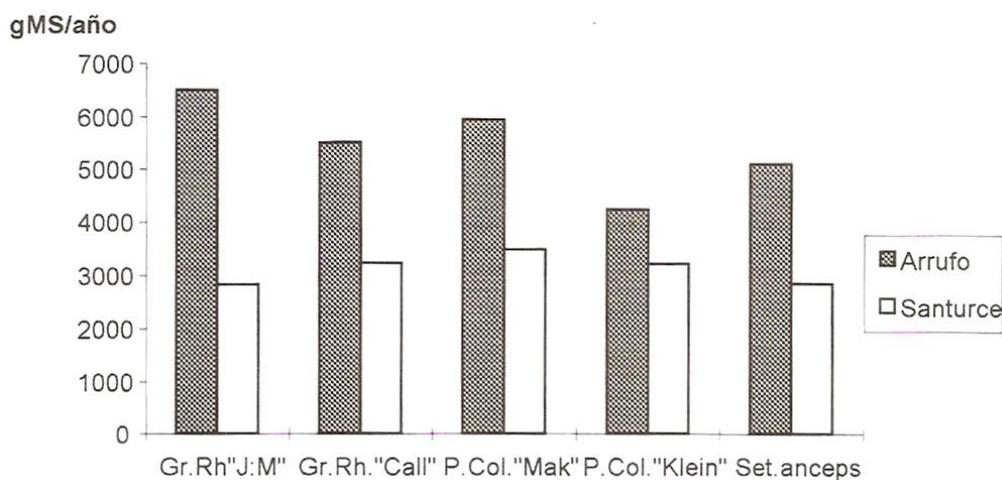


Gráfico 1. Producción acumulada de varias especies subtropicales sobre suelo "Curupaytí" en dos localidades (Santurce y Arrufó, departamento San Cristóbal, Santa Fe).

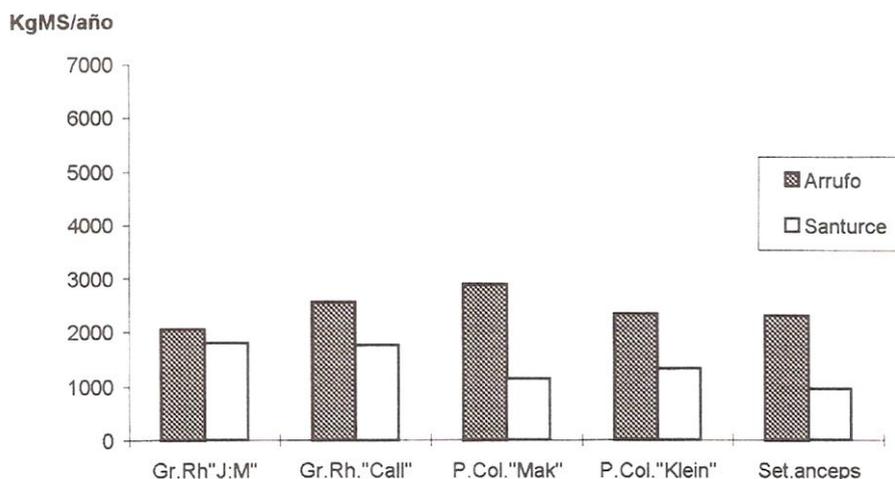


Gráfico 2. Producción acumulada de varias especies subtropicales sobre suelo "Monigotes" en dos localidades (Santurce y Arrufó, departamento San Cristóbal, Santa Fe).

La producción acumulada de los cinco cortes (noviembre - marzo) indica que en los suelos de la serie "Curupaytí", en general, es más del doble que la de "Monigotes". A su vez, las producciones en el campo de Arrufó fueron muy superiores a las registradas en el de Santurce, debido a la menor degradación de los suelos. De los resultados obtenidos se destacan como de un comportamiento promisorio los *Panicum coloratum* y el grama rhodes "Callide".

Unidad demostrativa de cría bovina EEA INTA Rafaela

La unidad demostrativa de cría bovina que se encuentra actualmente en desarrollo en el distrito Las Avispas del Departamento San Cristóbal tiene como objetivos desarrollar un sistema sustentable de producción comercial para fines demostrativos y generar actividades de investigación y experimentación tendientes a obtener información que permitan mejorar la eficiencia ganadera regional. El manejo operativo de dicha unidad está a cargo de la AER San Cristóbal mientras que las actividades de investigación y experimentación colaboran los grupos de trabajo de la EEA Rafaela. En una primera etapa, desde el AIPA se han identificado algunos problemas específicos para trabajar en las áreas de reproducción, infraestructura y manejo general, forrajeras y sanidad.

Las actividades propuestas desde el área de manejo incluyen evaluaciones sobre

- a) el efecto de distintas alternativas de destete (convencional, anticipado, precoz, temporario) sobre la evolución del peso de las crías y condición corporal y fertilidad de los vientres.
- b) la suplementación estratégica sobre el peso y el comportamiento reproductivo de los vientres y su efecto sobre el peso de las crías.
- c) alternativas de alimentación para mejorar la recría de vaquillonas de reposición y su productividad hasta la segunda cría. Evaluar la posibilidad de entore anticipado de vaquillonas.
- d) alternativas de engorde de vientres de refugio.
- e) prácticas tendientes a mejorar la oferta forrajera.

En el área de sanidad las actividades se orientan hacia:

- a) la obtención y el mantenimiento de un rodeo libre de brucelosis , tuberculosis y tricomoniasis para lo cual ya se han iniciado con algunas pruebas diagnósticas específicas.
- b) prevención de enfermedades infecciosas (campilobacteriosis, virales reproductivas y respiratorias, clostridiales, anaplasmosis etc) a través de la intensificación de inmunoprofilaxis por vacunaciones periódicas
- c) evaluaciones y correcciones de los niveles de cobre sérico (carencia ya detectada en los trabajos preliminares)
- d) evaluación de alternativas para el control de parásitos en la región

Con respecto a forrajeras las actividades contemplan: el manejo de los lotes que poseen una buena cantidad de especies con la finalidad de aumentar su producción, estas medidas contemplan todas aquellos procesos que conduzcan a este objetivo ejemplo conocimiento de la producción actual de las praderas, manejo de los días de descanso, períodos de aprovechamiento y carga animal, algunas técnicas que permitan mejorar el tapiz vegetal como el uso de herbicidas o la quema controlada para eliminar especies indeseables para facilitar la incorporación de forrajeras de mejor producción y calidad y la incorporación a través de la intersembrado, siembra directa o siembra sobre el tapiz, esta última especialmente en la zona de monte. Otra medida a tener en cuenta es la fertilización, en primer lugar nitrogenada dado que al especies predominantes son gramíneas esto se deberá de apoyar con análisis de suelo para conocer cual es el nivel de los distintos nutrientes.

El otro camino a seguir es el estudio del comportamiento de distintas especies de ciclo otoño-invernal o primavera-estival, estos estudios se llevarán a cabo en parcelas con repeticiones donde se evaluará la productividad y el comportamiento en esas condiciones. Se complementarán con estudios, en las especies que mejor comportamiento presenten, de respuesta a la fertilización, efecto de distintos manejos y su efecto sobre la producción, calidad de la materia seca y persistencia. Estas especies y manejo más adecuados se pueden llevar al gran cultivo para evaluar en un futuro respuesta animal.

También no se debe dejar de lado los estudios de las especies naturales que existen en el campo, hacer un análisis de las especies mas abundantes determinar su ciclo y su valor como alimento, determinar cuales son los mejores manejos que permitan aumentar la presencia de esas especies en los potreros.

Un párrafo aparte se puede dedicar a las leguminosas, que si bien el ambiente no es el más propicio para las especies de esta familia, serían de gran importancia para mejorar la calidad de las pasturas por su aporte de proteína. Se podría trabajar con especies como *Melilotus*, *Lotus tenuis*, etc. y estudiar su comportamiento y adaptación a las condiciones del área.

A continuación se presentan algunos resultados obtenidos de la evaluación de especies forrajeras megatérmicas realizados en La Palmira. En el Cuadro 2 se indican los datos de lluvias registrados desde el año 2006 al 2013.

Cuadro 2. Lluvias registradas en La Palmira durante el período 2006-2013.

Meses	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Enero	0	65	83	58	145	279	90	73
Febrero	73	154	94	140	341	248	123	141
Marzo	148	233	7	20	246	61	135	90
Abril	126	62	25	80	37	52	78	111
Mayo	0	0	0	5	69	46	31	10
Junio	61	6	0	10	0	55	12	20
Julio	0	0	10	33	0	30	0	0
Agosto	6	0	12	0	0	8	49	0
Septiembre	0	0	31	62	72	35	34	
Octubre	157	152	35	89	6	159	147	
Noviembre	59	46	32	222	70	70	135	
Diciembre	143	71	10	167	218	7	220	
Total	773	789	339	886	1204	1050	1054	445

En el Cuadro 3 se muestran los resultados del análisis de suelo de algunos lotes de La Palmira.

Cuadro 3. Resultados de los análisis de suelo de La Palmira.

Determinación	Unidad	Muestras				
		1	2	3	4	5
M.O. (Walker&Black micro)	%	2,72	4,29	3,13	2,74	2,65
Nitrógeno total (Kjeldahl)	%	0,133	0,206	0,122	0,117	0,118
N Nitratos (Harper mod.)	ppm	1,5	1,3	1,7	2,0	2,1
N Amonio (Brenmer)	ppm					
Fósforo (Bray y Kurtz 1)	ppm	6,9	23,8	11,3	12,2	25,1
Azufre de sulfatos (Turb.)	ppm	76,0	37,6	67,5	23,7	71,5
pH actual (en agua)		9,2	7,1	8,6	8,8	9,1
pH potencial (en KCl)						
Conductividad eléctrica	mmhos/cm	3,1	1,7	2,6	2,4	2,3
Valor T (analítico)	meq/100g	20,8	19,8	13,7	13,6	15,3
Calcio	meq/100g	12,9	9,4	8,1	7,6	9,3
Magnesio	meq/100g	0,9	3,2	3,2	1,9	2,9
Sodio	(%)	76,9	24,0	35,2	40,0	51,2
Potasio	meq/100g	2,2	2,0	1,9	1,9	2,4
* Suelo franco-limoso						

Evaluación de especies tropicales en el campo La Pamira, Las Avispas, Santa Fe.

La siembra se realizó en noviembre de 2005, sobre un suelo preparado en manera convencional, con siembras al voleo. Se fertilizó a la emergencia con 100 kg. de urea por hectárea. En el Gráfico 3 se indican los resultados, por corte, de los primeros ensayos sobre el comportamiento de algunas especies forrajeras.

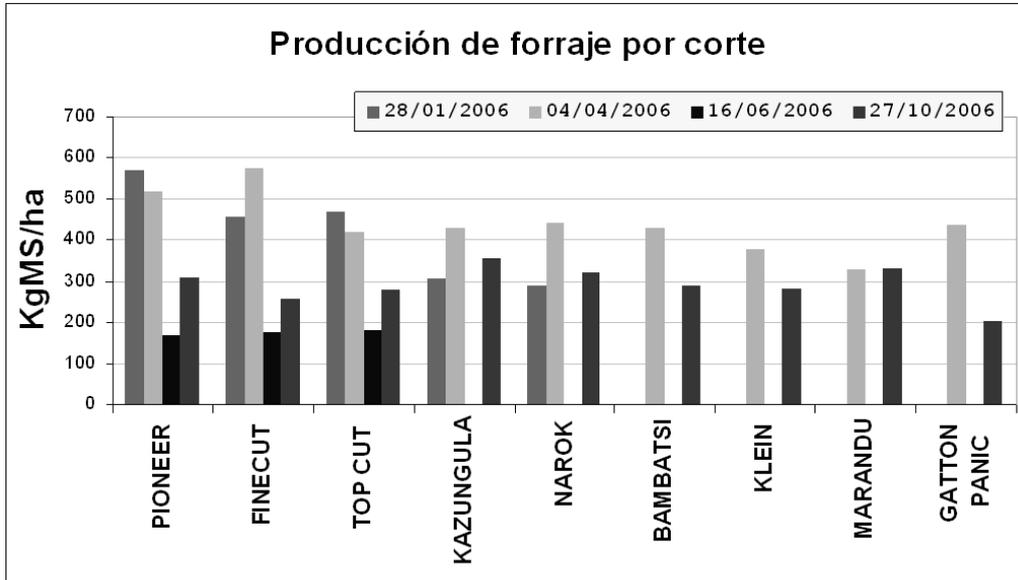


Gráfico 3. Producción de forraje por corte.

En el Gráfico 4 se muestran las producciones totales de las distintas especies forrajeras megatermicas evaluadas durante los años 2006 y 2007

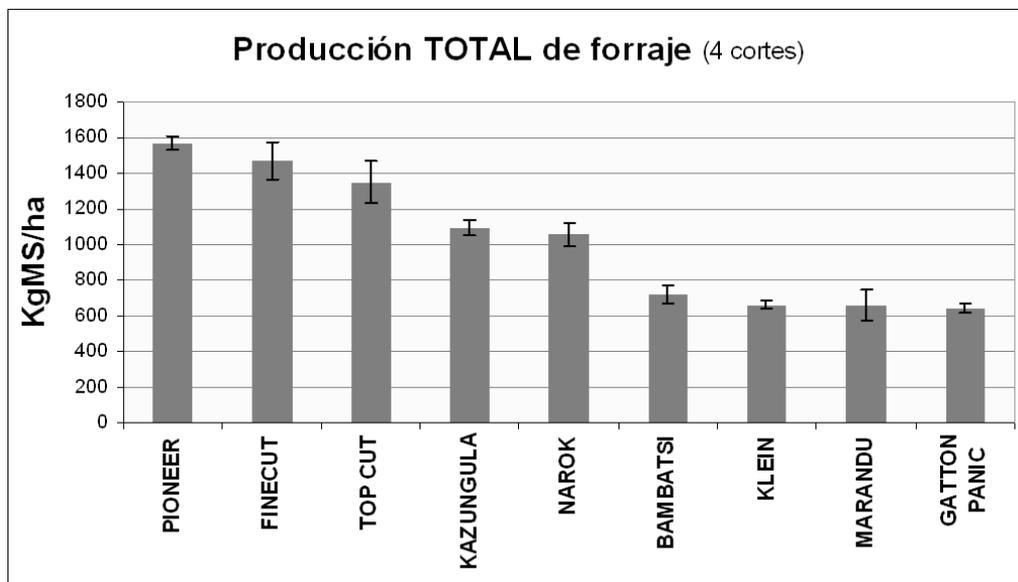


Gráfico 4. Producción total de forraje.

El ensayo fue afectado por la falta de lluvias ocurrida durante los años 2006 – 2007, pero a pesar de esto los mejores resultados se obtuvieron con gamma rhodes y le siguió en importancia la especie Setaria.

Respuesta a la fertilización nitrogenada, de gramma rhodes cv Fine Cut y de *Panicum coloratum* cv Bambatsi.

Se utilizaron 5 dosis de N, aplicado bajo la forma de urea, 0, 50, 100, 150 y 200 kg. de N/ha. La urea se aplico como dosis única a la emergencia del cultivo. La siembra se realizo en noviembre de 2005. En el Gráfico 5 y 6 se observa la respuesta de gramma rhodes y *Panicum coloratum* a la fertilización nitrogenada, respectivamente.

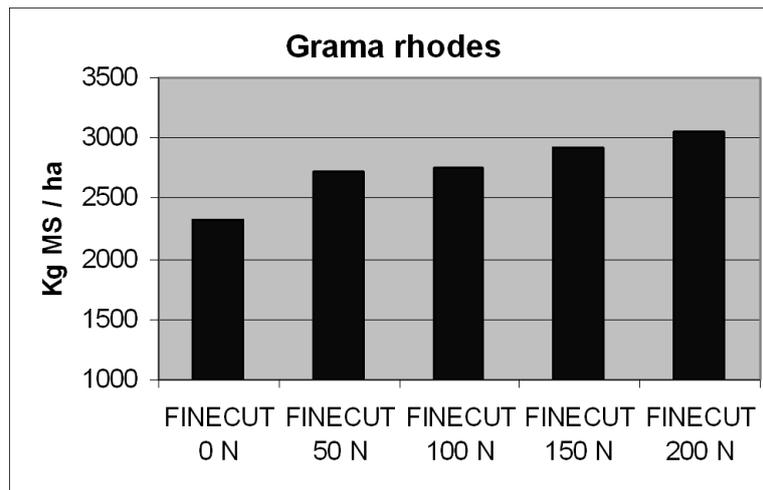


Grafico 5. Respuesta (kgMS.ha⁻¹) de gramma rhodes cv Fine Cut a la fertilización nitrogenadas.

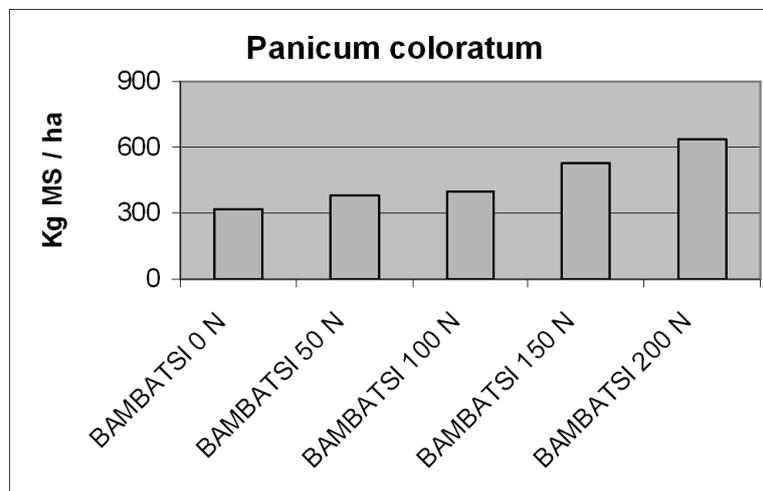


Grafico 6. Respuesta (kgMS.ha⁻¹) de *Panicum coloratum* cv Bambatsi a la fertilización nitrogenada.

Si bien a causa del déficit de humedad registrado durante la evaluación de los ensayos las producciones de materia seca fueron bajas, se pudo observar una respuesta de estas especies al agregado de N. Siendo mayor la obtenida en gramma rhodes que en *Panicum coloratum*.

Evaluación de cultivares de gramma rhodes.

Se evaluaron en La Palmira, Las Avispas, Santa Fe durante los periodos 2009- 2013, 7 cultivares de grama rhodes. Los mismos se sembraron el 16 de febrero de 2009. Con fertilización a la emergencia con 100 kg. de urea/ha. Esta misma dosis se repitió todos los años al comienzo del periodo de crecimiento. En el Cuadro 5 se presentan los valores de producción de materia seca de los diferentes cultivares evaluados.

Cuadro 5. Producción de materia seca de cultivares de gramma rhodes por periodo y total, en La Palmira, Las Avispas, Santa Fe, periodo 2009-2013.

Cultivar	1er corte		Periodos			Total kg/ha
	18/05/2009	2009/2010	2010/2011	2011/2012	2012/2013	
Callide	1441,3	6472,5	5346,0	6838,7	5288,3	25386,8
Fine cut	1026,2	6614,6	5176,5	6980,1	5014,6	24811,9
Top cut	1861,3	6697,4	5105,8	5872,0	4482,5	24019,0
Tolga	1073,7	5867,7	4971,5	5839,7	5051,9	22804,6
Pionner	1454,3	6561,6	4279,6	5664,8	4466,1	22426,4
Epica	1420,0	5110,5	4922,5	6141,7	4656,9	22251,5
Katambora	1236,7	5756,2	3615,5	4969,1	4138,8	19716,2

De los cultivares evaluados se destacaron Callide, Fine Cut y Top Cut con producciones que superaron los 24000 kgMS.ha⁻¹ durante toda la evaluación.

En el Cuadro 6 se muestran el rendimiento de otras especies megatermicas evaluadas en La Palmira durante el periodo 2009- 2013.

Cuadro 6. Producción de materia seca de especies megatéricas por periodo y total, en La Palmira, Las Avispas, Santa Fe, periodo 2009-2013.

Especies	Periodos					Total
	2009	2009/10	2010/11	2011/12	2012/13	
BRA BRIZ VICTORIA	1384,7	4784,1	4299,4	2269,6	2672,7	15410,6
SET NAROK	624,8	5289,8	3432,2	1489,0	2189,4	13025,2
BRA BRIZ MARANDU	701,9	5592,4	3011,1	1536,7	2112,6	12954,6
BUFFEL TEXAS	1573,6	6298,7	1639,7	1638,0	1690,9	12840,8
PC BAMBATSI	926,4	5110,6	2449,1	1997,7	2304,5	12788,3
PIONNER	851,4	5764,4	3675,9	1149,9	1191,1	12632,6
BRA BRIZ TOLEDO	960,4	5520,5	3134,3	1239,5	993,4	11848,1
BUF BILOELA	1108,3	4381,5	1916,0	1797,1	2048,3	11251,3
SET SPLENDIA	747,5	3937,3	3106,9	1343,9	973,9	10109,6
PC. KLEIN	314,6	5038,2	2115,5	1048,7	1260,6	9777,6
DIG ERIANTHA IRENE	150,7	3983,3	1811,0	1843,7	1873,3	9661,9
SET KAZUNGULA	475,3	4100,8	2194,1	952,5	541,8	8264,5

De estas especies se destacaron *Brachiaria Brizantha* cv Victoria y *Setaria Narok*.

Rendimiento y calidad del forraje de especies megatérmicas bajo distintas frecuencias de defoliación

Con la finalidad de conocer el efecto de la frecuencia de defoliación sobre la producción de forraje y la calidad nutritiva de especies megatérmicas, se realizó en la EEA INTA-Rafaela en el Centro-Oeste de la Prov. de Santa Fe, un experimento en un lote correspondiente al complejo *Leh2* con suelos Argiudoles típicos (Serie Rafaela) y Argiudoles ácuicos (Serie Lehman) (Mosconi *et al.*, 1981) con un contenido de 3,28% de materia orgánica (Walkley y Black). El suelo se preparó mediante labranza convencional con dos labores de rastra de discos y una labor con rastra de dientes para uniformar el terreno. El ensayo se sembró el 16/11/07 y se evaluó durante el segundo año de producción. Se compararon 15 cultivares de 6 especies megatérmicas (Cuadro 7) bajo tres frecuencias de defoliación: 28 días, 35 días y 42 días, durante el segundo año productivo (primavera 2008 - verano 2009). Se realizó un corte de nivelación no considerado en la producción de este ciclo (12-11-08), luego del cual se establecieron las frecuencias de defoliación hasta inicios de mayo de 2009. De esta forma, se efectuó una distinta cantidad de cortes según la frecuencia de defoliación (6, 5 y 4 aprovechamientos para las frecuencias de 28, 35 y 42 días, respectivamente).

Cuadro 7. Especies megatérmicas y los respectivos cultivares evaluados durante el segundo año productivo (primavera 2008 – verano 2009) en Rafaela, Santa Fe.

Especie	Cultivar
<i>Brachiaria brizanta</i> (B.b.)	1- L357 2- Marandú
<i>Brachiaria brizantha x B. ruziziensis</i> (B.b.xB.r.)	3- Mulato
<i>Chloris gayana</i> (C.g.)	4- Top cut 5- Callide 6- Pioneer 7- Finecut 8- Katambora 9- Tolga
<i>Panicum Coloratum</i> (P.c.)	10- Bambatsi 11- Klein 12- Puk 8
<i>Panicum Maximum</i> (P.m.)	13- Gatton panic
<i>Setaria sphacelata</i> (S.s.)	14- Splenda 15- Narok

En el Cuadro 8 se presentan las precipitaciones mensuales durante el período del ensayo, y se observa que las mismas fueron en general inferiores al promedio histórico en Rafaela, recién en los meses de febrero y marzo se recompuso la situación, aunque en abril y mayo volvió a ser menor al promedio.

Cuadro 8. Precipitaciones mensuales durante el período experimental y la media histórica de la EEA Rafaela.

Precipitaciones	2008					2009				
	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mzo	Abr	May
Ensayo	0	28	125	74	16	22	140	198	21	24
Media Histórica*	26	41	85	107	124	121	109	149	95	49

*Corresponde al promedio registrado entre el año 1930 y 2008.

Mediciones

Se evaluó la producción de materia verde, porcentaje y producción de materia seca de las distintas especies y cultivares evaluados. Se registró el peso fresco del material cosechado y se tomaron muestras para estimar el porcentaje de materia seca del forraje en cada parcela. Dichas muestras fueron secadas en estufa (60°C) durante 48 hs. Los valores se convirtieron a materia seca y se estandarizaron a una misma unidad de superficie (hectárea) para las comparaciones entre tratamientos.

Análisis químico

En las muestras de MS cada corte de dos repeticiones se determinó el porcentaje de proteína bruta (PB), de fibra detergente ácido (FDA) y de fibra detergente neutro (FDN).

Resultados

Producción de materia seca total

Se encontró que la interacción entre el cultivar y la frecuencia de corte fue significativa ($p < 0,0001$), esto quiere decir que la frecuencia de corte afectó de forma diferente la producción total de forraje según el cultivar considerado. En general se observó una mayor producción en las frecuencias de 35 y 42 días. Sin embargo hubo algunas excepciones como el *Panicum maximum* cv. Gatton panic que produjo más con frecuencia de 28 y 42 días que con 35 días. En algunos casos no se observaron diferencias entre 28 y 35 días como por ejemplo en *Chloris gayana* cv. Top Cut. En *Setaria* y *Panicum coloratum* cv. PUK 8 la producción fue similar entre las frecuencias (Cuadro 9).

Cuadro 9. Producción de materia seca total acumulada en la primavera 2008-verano 2009 de 15 cultivares de especies megatérmicas para tres frecuencias de defoliación (28, 35 y 42 días entre cortes).

Cultivar	Frecuencia (días)		
	28	35	42
1- <i>B.b.</i> L357	7328 abcd* C	10088 abcd B	11922 a A
2- <i>B.b.</i> Marandú	8609 abc B	12392 a A	12460 a A
3- <i>B.b.xB.c.</i> Mulato	6918 bcd C	9604 bcde B	10893 ab A
4- <i>C.g.</i> Top cut	9457 ab AB	9316 cde B	11313 ab A
5- <i>C.g.</i> Callide	7701 abcd B	10667 abcd A	11888 a A
6- <i>C.g.</i> Pioneer	10243 a B	11270 abc A	13693 a A
7- <i>C.g.</i> Finecut	6571 bcd B	11982 ab A	11067 ab A
8- <i>C.g.</i> Katambora	5632 cd B	10391 abcd A	10962 ab A
9- <i>C.g.</i> Tolga	5561 cd B	9522 bcde A	10709 ab A
10- <i>P.c.</i> Bambatsi	5295 d B	6780 f AB	10250 ab A
11- <i>P.c.</i> Klein	7542 abcd C	8545 def B	11474 ab A
12- <i>P.c.</i> Puk 8	7967 abcd A	8499 def A	8236 bc A

13- <i>P.m.</i> Gatton panic	10320 a A	7376 ef B	11287 ab A
14- <i>S.s.</i> Splenda	6866 bcd A	6401 fg A	4869 d A
15- <i>S.s.</i> Narok	5244 d A	4266 g A	5285 cd A

Letras minúsculas distintas indican diferencias significativas entre cultivares dentro de cada frecuencia, mientras que las letras mayúsculas distintas representan diferencias significativas entre frecuencia dentro de cada cultivar ($p < 0,05$).

El contenido de proteína bruta del forraje promedio de todos los rebrotes del segundo ciclo fue superior en la frecuencia de 28 días en la mayoría de las variedades evaluadas (Cuadro 10), excepto en Grama rhodes cvs. TOP CUT y TOLGA y en *Setaria sphacelata* cv. SPLENDA, donde la frecuencia de 42 días tuvo el mismo porcentaje de PB. Los valores de PB más altos se registraron en *Panicum coloratum* cv. PUK 8, Gatton Panic y Grama rhodes CALLIDE en cortes frecuentes (28 días).

Cuadro 10. Porcentaje de proteína bruta (PB) en la primavera 2008-verano 2009 de 15 cultivares de especies megatérmicas para tres frecuencias de defoliación (28, 35 y 42 días entre cortes).

Cultivar	Frecuencia (días)		
	28	35	42
1- <i>B.b.</i> L357	11.0 j A	8.2 h C	9.5 e B
2- <i>B.b.</i> Marandú	12.7 de A	10.7 e B	10.2 d B
3- <i>B.b.xB.c.</i> Mulato	10.6 k A	9.5 f B	9.0 fg B
4- <i>C.g.</i> Top cut	12.9 d A	11.9 b B	12.9 a A
5- <i>C.g.</i> Callide	13.8 c A	12.1 a B	11.0 bc C
6- <i>C.g.</i> Pioneer	11.5 i A	8.7 g B	9.3 ef B
7- <i>C.g.</i> Finecut	10.8 jk A	8.8 g B	8.7 g B
8- <i>C.g.</i> Katambora	9.8 m A	8.3 h B	9.2 efg A
9- <i>C.g.</i> Tolga	10.3 l A	8.7 g B	10.3 d A
10- <i>P.c.</i> Bambatsi	12.0 h A	11.6 c B	10.5 d C
11- <i>P.c.</i> Klein	12.4 fg A	11.3 d A	11.3 b A
12- <i>P.c.</i> Puk 8	14.8 a A	11.4 cd B	11.4 b B
13- <i>P.m.</i> Gatton panic	14.3 b A	11.6 c B	11.2 b B
14- <i>S.s.</i> Splenda	12.2 gh A	9.5 f B	12.5 a A
15- <i>S.s.</i> Narok	12.6 ef A	9.4 f C	10.5 cd B

Letras minúsculas distintas indican diferencias significativas entre cultivares dentro de cada frecuencia, mientras que las letras mayúsculas distintas representan diferencias significativas entre frecuencia dentro de cada cultivar ($p < 0,05$).

En cuanto al contenido de pared celular, se encontró en general una mayor proporción de FDN en frecuencia de 42 días (Cuadro 5), excepto en *Panicum coloratum* cvs. KLEIN y BAMBATSI con mayor FDN en 28 días. La especie *Brachiaria brizanta* fue la que en general tuvo un menor contenido de FDN. En el caso de la FDA (Cuadro 11) si bien se observó un patrón similar existió una mayor superposición entre frecuencias.

Cuadro 11. Porcentaje de fibra detergente neutro (FDN) en la primavera 2008-verano 2009 de 15 cultivares de especies megatérmicas para tres frecuencias de defoliación (28, 35 y 42 días entre cortes).

Cultivar	Frecuencia (días)		
	28	35	42
1- <i>B.b.</i> L357	61.1 ef A	60.2 d A	63.1 d A
2- <i>B.b.</i> Marandú	58.0 f A	60.2 d A	62.7 de A
3- <i>B.b.xB.c.</i> Mulato	60.4 ef B	59.6 d B	62.1 e A
4- <i>C.g.</i> Top cut	64.4 bcde A	65.4 b A	67.6 b A
5- <i>C.g.</i> Callide	66.0 abcd B	64.5 b C	67.5 b A
6- <i>C.g.</i> Pioneer	67.7 abc B	67.0 a B	69.9 a A
7- <i>C.g.</i> Finecut	68.6 ab AB	67.8 a B	70.0 a A
8- <i>C.g.</i> Katambora	69.0 a AB	67.3 a B	70.1 a A
9- <i>C.g.</i> Tolga	69.2 a A	67.6 a A	69.3 a A
10- <i>P.c.</i> Bambatsi	68.0 abc A	65.6 b A	65.3 c A
11- <i>P.c.</i> Klein	66.9 abcd A	64.9 b B	65.3 c B
12- <i>P.c.</i> Puk 8	60.7 ef A	62.5 c A	64.9 c A
13- <i>P.m.</i> Gatton panic	62.9 de B	61.9 c C	65.4 c A
14- <i>S.s.</i> Splenda	63.2 de A	62.8 c A	63.1 d A
15- <i>S.s.</i> Narok	64.1 cde A	64.3 b A	65.0 c A

Letras minúsculas distintas indican diferencias significativas entre cultivares dentro de cada frecuencia, mientras que las letras mayúsculas distintas representan diferencias significativas entre frecuencia dentro de cada cultivar ($p < 0,05$).

Cuadro 12. Porcentaje de fibra detergente ácido (FDA) en la primavera 2008-verano 2009 de 15 cultivares de especies megatérmicas para tres frecuencias de defoliación (28, 35 y 42 días entre cortes).

Cultivar	Frecuencia (días)		
	28	35	42
1- <i>B.b.</i> L357	29.2 g A	29.4 hi A	30.3 ghi A
2- <i>B.b.</i> Marandú	28.8 gh B	29.1 i AB	29.9 hi A
3- <i>B.b.xB.c.</i> Mulato	28.2 h C	28.9 i B	30.8 g A
4- <i>C.g.</i> Top cut	32.4 cd B	33.2 bc AB	33.4 cd A
5- <i>C.g.</i> Callide	33.1 bc A	32.3 cd B	33.3 cd A
6- <i>C.g.</i> Pioneer	33.7 ab A	33.5 ab A	35.2 a A
7- <i>C.g.</i> Finecut	34.0 a A	34.2 a A	34.4 b A
8- <i>C.g.</i> Katambora	33.7 ab A	33.7 ab A	34.2 b A
9- <i>C.g.</i> Tolga	33.4 ab B	32.9 bc A	32.9 d A
10- <i>P.c.</i> Bambatsi	31.8 d A	30.9 efg A	30.3 gh A
11- <i>P.c.</i> Klein	30.8 e A	30.5 fg A	29.6 i A
12- <i>P.c.</i> Puk 8	29.5 fg B	30.1 gh B	32.9 d A
13- <i>P.m.</i> Gatton panic	30.4 e B	30.0 gh B	33.8 bc A
14- <i>S.s.</i> Splenda	30.1 ef A	31.7 de A	31.5 f A
15- <i>S.s.</i> Narok	30.8 e B	31.4 ef AB	32.2 e A

Letras minúsculas distintas indican diferencias significativas entre cultivares dentro de cada frecuencia, mientras que las letras mayúsculas distintas representan diferencias significativas entre frecuencia dentro de cada cultivar ($p < 0,05$).

De los resultados se pueden hacer las siguientes consideraciones a) La producción de materia seca aumentó al incrementarse los intervalos entre aprovechamientos, pero b) la calidad por lo general mejoró al aprovecharse más frecuentemente. Por lo tanto se puede decir que la producción y la calidad que se puede obtener con especies megatérmicas estará en función de la especie, el cultivar y del manejo aplicado durante su utilización, teniendo presente que otros factores como son las malezas, plagas y el nivel nutricional del suelo están bajo control.

Producción inicial de *Chloris gayana* y *Brachiaria* sp. en la región central de Santa Fe.

El uso de gramíneas forrajeras megatérmicas en la Provincia de Santa Fe ha sido evaluado en el INTA Rafaela desde fines de la década del 70, evaluando el comportamiento productivo de diversas especies (Fossati *et al.*, 1979, Fossati y Bruno, 1982). Adicionalmente, se han realizado evaluaciones sobre la especie *Chloris gayana*, en relación a la respuesta a la fertilización nitrogenada (Bruno y Fossati, 1981, Bruno *et al.*, 1981, Bruno *et al.* 1982). En los últimos años se han realizado nuevas evaluaciones bajo diferentes frecuencias de defoliación (Romero *et al.*, 2011 a y b). En términos generales, estas especies presentan un elevado potencial de producción forraje de calidad variable, esta última influenciada la especie, el manejo y el ambiente. Si bien existe información acerca de la producción inicial de las pasturas se requiere profundizar en aspectos del crecimiento y desarrollo de las pasturas que determinan el resultado productivo. La generación de este tipo de información será útil como insumo en el futuro para utilizar y/o adaptar modelos de simulación como por ejemplo CROPGRO (Pedreira *et al.*, 2011) o ALMANAC. El objetivo del trabajo fue evaluar características productivas relacionadas con el crecimiento y desarrollo durante la implantación de tres especies de gramíneas megatérmicas: *Brachiaria brizantha* cv. BRS Piatã, *Brachiaria* híbrida cv. Mulato II, *Chloris gayana* cv. Callide (4n) y cv. Fine Cut (2n).

Materiales y métodos

La siembra fue realizada el 26/11/11 en parcelas de 35m², con una densidad de semillas de 7Kg/ha, excepto en el cv. Mulato II que se usaron 10Kg/ha (<PG), en un suelo Argiudol (MO=3,7 %; P=53 ppm). Luego del primer corte se fertilizó con 100 Kg N/ha. Se evaluó producción de biomasa aérea (BA) (5m²; altura de corte=5cm) en el primer corte, a los 1150°C día (Temp. base=10°C, Temp. Media= 25,2°C; llluvias= 125 mm) y durante el 1° rebrote, aprox. a los 500, 700 y 900°C día (Temp. media= 25,4°C; llluvias= 282mm). En ambos se midió la composición botánica (CB). Sobre una submuestra de 100 macollos se clasificaron según el estado fenológico en vegetativos, elongados, reproductivos y semillados. Adicionalmente, en el primer rebrote se estudió la evolución de la interceptación de la radiación fotosintéticamente activa interceptada (fRFAi). Los resultados fueron analizados mediante ANAVA con un diseño en BCA (n=3). Las medias fueron comparadas por DMS (p<0,05).

Resultados y discusión

Para la producción de BA en el corte inicial se detectó una tendencia (p=0,07) a mayor BA en ambos cvs. de *Chloris gayana* que en cv. Piatã (1712 vs. 851 KgMS/ha). La CB promedio fue 76% de la especie sembrada. En el rebrote posterior, la acumulación de BA a 500°C día difirió entre cultivares (p<0,05) siendo el cv. Callide (3085 KgMS/ha) más productivo que Piatã y Mulato II (2290 y 1938 KgMS/ha), sin embargo en 700 y 900°C día las acumulaciones fueron similares entre cvs. (p>0,05), siendo en promedio para cada momento 4976 y 6249 KgMS/ha, respectivamente. La CB promedio fue de 70, 72 y 84% de la especie sembrada para 500, 700 y 900°C día, respectivamente. A modo descriptivo se presentan los valores promedios de la evolución del desarrollo fenológico de las pasturas (Gráfico 7). El cv. Callide presentó una evolución diferente con un retraso de la floración con respecto al cv. Finecut. Para el caso de *Brachiaria* sp. no llegó a presentar macollos reproductivos en el rebrote estudiado, y Mulato 2 mantuvo mayor cantidad de macollos vegetativos. La fRFAi presentó una evolución distinta entre *Chloris gayana* y *Brachiaria* sp. (Gráfico 8), inicialmente *Chloris gayana* interceptó más radiación, coincidente con una mayor acumulación de BA en 500°C día, luego todas los cvs. alcanzaron altos niveles de fRFAi.

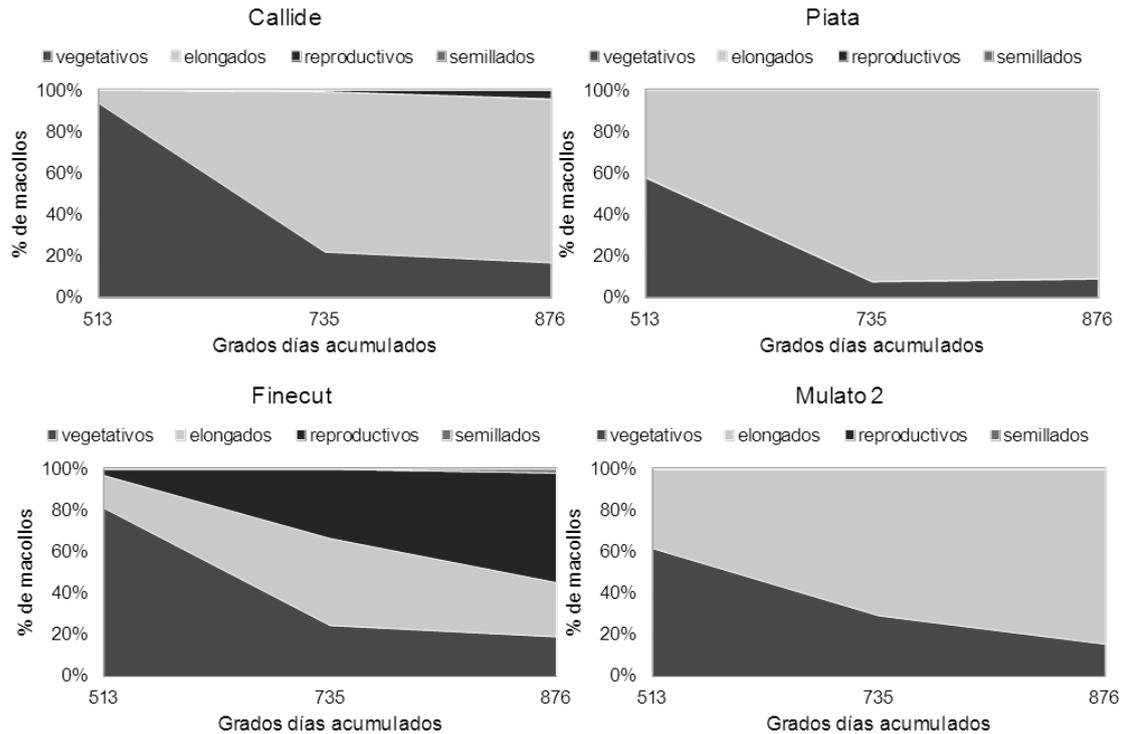


Gráfico 7. Evolución de la proporción de macollos en cada estado fenológico (vegetativo, elongado, reproductivo y semillado) para cuatro cultivares de gramíneas megatérmicas durante el primer rebrote.

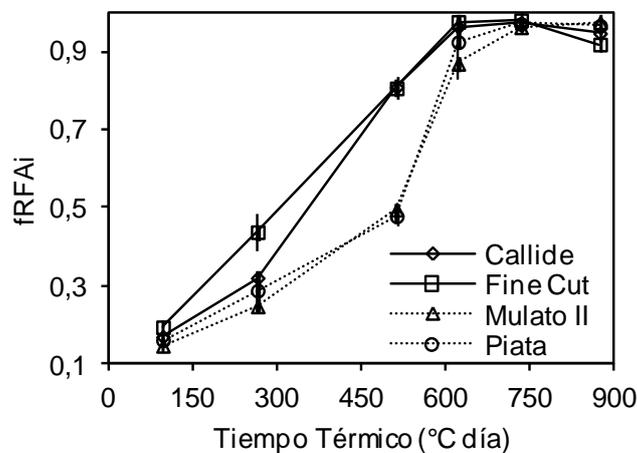


Gráfico 8. Evolución de la radiación fotosintéticamente activa interceptada (fRFAi) por el canopeo para cuatro cultivares de gramíneas megatérmicas durante el primer rebrote.

Conclusiones

Los resultados preliminares obtenidos permiten mostrar diferencias entre cultivares en los patrones iniciales de desarrollo y crecimiento de las pasturas. Estos resultados serán complementados con mediciones durante el segundo año de la pastura.

Implantación de *Chloris gayana*

La introducción de especies gramíneas forrajeras megatérmicas en la región centro-norte de la Provincia de Santa Fe resulta de mayor interés en suelos con limitantes edáficas que restringen el crecimiento de pasturas templadas a base de alfalfa. Existen antecedentes donde se han observado el buen comportamiento productivo de algunas de estas especies como por ejemplo *Panicum coloratum*, *Setaria anceps* (Fossati *et al.*, 1979), y *Chloris gayana* (Bruno *et al.*, 1982). La implantación de las pasturas es un factor determinante del resultado productivo obtenido. En este sentido, el objetivo del trabajo fue estudiar el efecto del tipo de siembra sobre la producción de dos cultivares de *Chloris gayana* en un suelo de baja aptitud del centro de la Provincia de Santa Fe. Adicionalmente, se evalúa el efecto de la fertilización nitrogenada.

Materiales y métodos

El experimento fue sembrado el 12-01-2011 en la EEA Rafaela en un suelo Argialbol (Clase V) con 1,8% MO, 0,12 % nitrógeno total, 19,7 ppm de P disponible y 6,9 de pH. Se evalúan tratamientos de siembra para dos cultivares de *Chloris gayana*, cv. Callide (tetraploide) y cv. Finecut (diploide). Los tratamientos de siembra evaluados comprenden siembra directa y siembra convencional en líneas y al voleo. Adicionalmente mitad de cada parcela se fertilizó durante el segundo y tercer rebrote para evaluar la respuesta a la aplicación de N, con 23 Kg N/ha, en la forma de urea.

Se realizaron hasta el momento tres evaluaciones de producción de materia seca con marcos de 5 m² a una altura de corte de 5 cm por sobre el suelo. Las fechas de corte fueron 19-12-2012, 30-01-2012, y 09-04-2012.

Resultados y discusión

A modo descriptivo se presenta en el Gráfico 9 los resultados preliminares de este experimento del total de producción de forraje acumulado en tres rebrotes. Los resultados señalan un mejor comportamiento productivo del cultivar Finecut en todos los sistemas de siembra con o sin fertilización. Los valores más altos de producción total de forraje acumulada en tres rebrotes se alcanzaron en el tratamiento de siembra convencional en líneas cv. Finecut con fertilización.

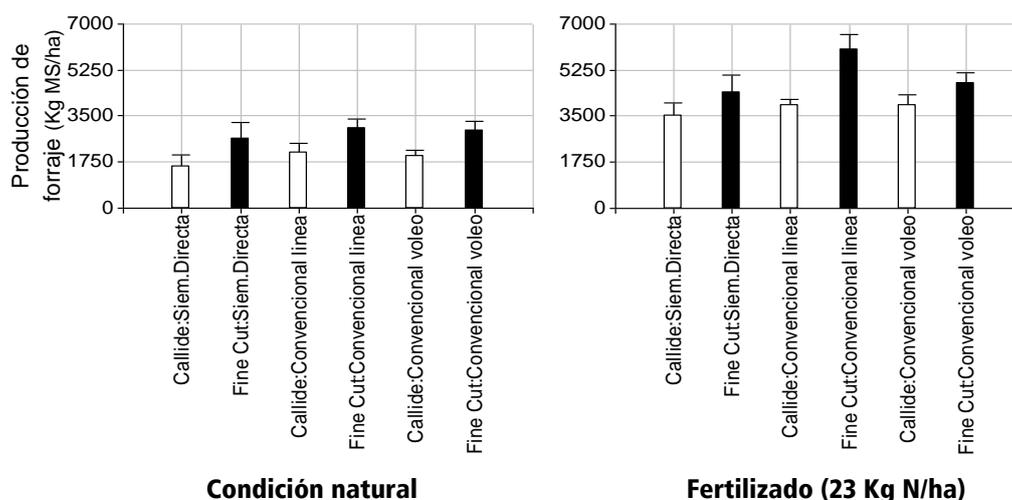


Gráfico 9. Producción de forraje (Kg MS/ha) de Grama rhodes acumulado en tres rebrotes según el cultivar (Callide y Finecut), el sistema de siembra (directa, convencional en líneas, convencional al voleo), y la fertilización nitrogenada (condición natural = 0 N; fertilizado = 23 Kg N/ha).

Conclusiones

Se observaron valores absolutos diferentes entre tratamientos, se continuará evaluando el experimento en la próxima estación primavera-verano, y luego se procederá a realizar el análisis estadístico correspondiente para evaluar la significancia de las diferencias.

Estabilización de la oferta de forraje

Dado que las especies tropicales concentran su producción en la primavera, verano y otoño y es nula su producción en el invierno, se realizaron trabajos con la finalidad de evaluar el diferimiento de la producción de materia seca de gramma Rhodes. Los trabajos fueron realizados por, Jorge L. Fossati, Oscar A. Bruno, Luis A. Romero y Herminio Fenoglio.

El objetivo fue estudiar el efecto de la fertilización nitrogenada, realizada en otoño, sobre la producción y calidad del forraje diferido para la estación crítica del invierno.

La experiencia se llevó a cabo en el establecimiento Los Charabones, Fortin Chilcas (Santa Fe), sobre un suelo representativo de la zona, en el otoño de 1981. Las dosis de nitrógeno utilizadas fueron: 0, 80, 160 Y 240 kg/ha y los cortes se realizaron el 29 de abril, 2 de junio, 30 de junio, 30 de julio y 2 de setiembre de 1981. Como fuente de fertilizante se usó urea y la aplicación se efectuó el 12 de abril al voleo sin incorporar.

Las evaluaciones realizadas en cada corte fueron producción de materia seca (MS), nivel de proteína bruta (PB), y digestibilidad "in vitro" de la MS. En el Cuadro 13 se indica la producción de MS registrada en cada corte y los porcentajes de incrementos logrados con la fertilización.

Cuadro 13. Producción de MS registrada en cada corte y porcentajes de incrementos logrados con la fertilización.

Fecha de corte	Dosis de Nitrógeno (kg/ha)							
	0		80		160		240	
	Kg/ha	%	Kg/ha	%	Kg/ha	%	Kg/ha	%
29/04/81	312	0	418	33	484	55,0	553	76,9
02/06/81	910	0	1060	16,4	1339	47,1	1671	83,6
30/06/81	952	0	1421	49,3	1544	62,2	1557	63,6
30/07/81	1462	0	1431	0,2	1524	6,7	1876	31,4
02/09/81	1539	0	1716	11,5	1930	25,4	2145	39,4

Se observa que a medida que se incrementó la dosis de fertilizante aplicado aumentó la producción de MS del grama rhodes. Si se considera cada dosis de nitrógeno en particular, se verifica que para 80 y 160 kg/ha los mayores incrementos con respecto al testigo se obtuvieron en el tercer corte, mientras que para la dosis máxima en el segundo. También es de destacar la mayor acumulación de MS que se logró con el mayor tiempo de diferimiento, en todos los tratamientos fertilización. En el testigo en el último corte, se alcanzó una producción de de algo más de 1500 kg/ha y con la dosis máxima (240 kg/ha de nitrógeno) más de 2000 kg/ha.

En el Cuadro 14 se indica, para cada fecha de corte y tratamiento, los porcentajes de, PB y digestibilidad de la MS obtenidos.

Cuadro 14. *Porcentaje de proteína bruta y digestibilidad según fecha de corte y dosis de nitrógeno (kg/ha).*

Fecha de corte	Dosis de Nitrógeno (kg/ha)							
	0		80		160		240	
	% PB	% Digest	% PB	% Digest	% PB	% Digest	% PB	% Digest
29/04/81	11,8	53,4	13,5	52,8	14,4	56,1	14,6	58,1
02/06/81	8,3	57,4	9,2	57,6	10,5	56,2	10,3	57,4
30/06/81	9,3	50,7	7,9	47,9	9,2	46,1	9,2	49,6
30/07/81	8,3	50,8	8,3	51,5	8,5	49,7	8,7	50,7
02/09/81	8,0	42,3	8,9	38,8	8,0	37,3	7,8	38,1

Se puede observar que el porcentaje de PB se incrementó o/ aumentar la dosis de nitrógeno en los dos primeros cortes, siendo menor en los restantes.

En lo referente al porcentaje de digestibilidad se notaron diferencias en el primer corte, donde se alcanzaron valores mayores con las dosis más altas de nitrógeno. En los sucesivos cortes no se observaron tendencias definidas siendo, para el conjunto de los tratamientos, menor el porcentaje de digestibilidad a medida que aumentó el período de diferimiento.

- La calidad del grama rhodes disminuye o medida que aumento el tiempo de diferido.
- La producción de MS del grama rhodes, aumenta con la dosis de fertilizante nitrógeno aplicado.
- La eficiencia en lo utilización del fertilizante disminuye o partir del tercer corte.
- La fertilización produce mejoras en la calidad del forraje en los primeros cortes.

Heno y/o silaje en base especies megatermicas.

Una manera, aunque mas cara, evitar el problema de calidad de los diferidos logrando calidades mas estables a través del tiempo, aumentando además la eficiencia de uso es utilizar las pasturas megatermicas para conservar bajo la forma de heno o si es factible como silaje.

En el Cuadro 15 se muestran datos de calidad inicial y final (luego de un periodo de almacenaje) de henos de grama rhodes.

Cuadro 15. *Calidad inicial y final (luego de un periodo de almacenaje) de henos de grama rhodes.*

	% PB	% FDA	% FDN	% Digest.
Calidad inicial	10,6	35,2	68,0	60,5
Calidad final	8,2	39,0	66,9	58,1

Esto permite tener, si se hace bien el henificado, una calidad superior que un diferido y más estable en el tiempo. Los problemas son: la disponibilidad de maquinaria, y que en el potrero no haya ningún impedimento para el buen funcionamiento de la herramientas de corte y cosecha.

Los sorgos una alternativa forrajera para suelos de baja aptitud de uso.

Otra alternativa para aumentar la oferta de forraje y estabilizar su distribución en el tiempo es el uso de los sorgos forrajeros principalmente. El sorgo es un cultivo rustico que se adapta a una gran diversidad de suelos, es tolerante a la falta de agua, y tolera la salinidad.

Con la finalidad de buscar alternativas para aumentar la oferta de forraje y de esa manera poder mejorar la eficiencia del sistema, se realizaron estudios sobre el comportamiento de cultivares de sorgos cuyo destino final fue su conservación bajo la forma de silaje.

Los estudios se llevaron a cabo durante las campañas 2006/07 y 2007/08, la siembra se realizó el 10/11/2006 y 20/11/2007 para la primera y segunda campaña, respectivamente. Se evaluaron 5 híbridos Nutritop plus, Padrillo, Silero INTA, VDH 422 y Arroyito para la primera campaña en la segunda se repitieron Nutritop plus, Padrillo y VDH 422 y se reemplazaron los dos restantes por MS 108 y MS 109. La siembra se efectuó en un suelo clase VI, en líneas a 70 cm, con una densidad de entre 15 y 18 semillas/m lineal de surco, con preparación previa de la cama de siembra con maquinas de disco y rastra. Se fertilizó a la emergencia con 50 kg de N (urea) y se controlaron la malezas con Atrazina.

En el cuadro 16 se indican los resultados obtenidos durante la campaña 2006/2007 en altura de la planta, porcentaje y producción de materia seca y la composición de la planta (% de tallo, hoja y panoja). Las lluvias caídas durante esta campaña totalizaron 600 mm.

Cuadro 16. *Altura de la planta, porcentaje y producción de materia seca y composición de la planta, (porcentaje de tallo, hoja y panoja) de los distintos híbridos de sorgos evaluados en Las Avispas campaña 2006/2007*

Cultivar	Altura	%MS	kgMS.ha ⁻¹	Tallo	Hoja	Panoja
Nutritop plus	187	28,6	12993	68	32	0
Padrillo	187	28,9	11800	68	25	6
Silero INTA	163	31,7	11664	71	21	8
VDH 422	95	31,4	10798	55	33	13
Arroyito	93	31,4	9130	69	20	11

En el Cuadro 17 se indican los resultados obtenidos en la campaña 2007/2008 en altura de la planta, porcentaje y producción de materia seca y la composición de la planta (% de tallo, hoja y panoja). Las lluvias registradas en el período totalizaron 550 mm, 50 mm menos que en el periodo anterior.

Cuadro 17. *Altura de la planta, porcentaje y producción de materia seca y composición de la planta, (porcentaje de tallo, hoja y panoja) de los distintos híbridos de sorgos evaluados en Las Avispas campaña 2007/2008.*

Cultivar	Altura	%MS	kgMS.ha ⁻¹	Tallo	Hoja	Panoja
Padrillo	255	28,3	17914	56	20	24
Nutritop plus	263	28,9	16966	64	36	0
VDH 422	142	35,0	14087	40	28	32
MS 109	95	35,0	12216	32	25	43
MS 108	115	34,7	12099	36	27	38

Cuando se analizan las dos campañas se encuentra que hubo diferencias en la cantidad de materia seca producida, siendo muy superior en la segunda. Sin embargo estos valores aun en la peor campaña fueron superiores en los mejores materiales a los 10000 kg de materia seca/ha.

En el Cuadro 18 se indican los datos de calidad de los distintos híbridos evaluados durante la primera campaña.

Cuadro 18. Datos de calidad porcentaje de PB, FDN, FDA, digestibilidad de la materia seca y carbohidratos solubles de los distintos híbridos evaluados en Las Avispas, campaña 2006/2007.

Cultivar	% PB	% FDN	% FDA	% DIG	% CS
Padrillo	3,5	57,9	31,4	63,5	4,6
Arroyito	3,9	54,8	28,7	65,5	5,9
Nutritop plus	4,5	60,2	33,4	62,0	4,6
VDH 422	3,5	60,7	31,5	63,4	4,6
Silero INTA	3,1	55,2	29,8	64,7	3,9

Los materiales mostraron valores de fibra y digestibilidad buenos, siendo si muy bajos los valores de proteína bruta. De acuerdo a estos resultados se puede decir que el sorgo puede brindar altos volúmenes de forrajes de una buena calidad, aplicando la tecnología adecuada, lo que permitiría estabilizar la oferta de forraje, incrementando la carga y por ende la productividad de los sistemas ganaderos.

Consideraciones Finales

Se puede decir que existe conocimiento que permitirían incrementar en forma significativa la oferta de forraje y por ende la carga y la producción animal de campos ganaderos del centro norte de Santa Fe.

Que es importante que para que esto funcione se debe hacer una buena elección de las especies, lograr una buena implantación y hacer un buen manejo de las mismas.

Se deben hacer ciertas inversiones en alambrados y aguadas para poder hacer pastoreos controlados y de esa forma permitir una larga vida útil a las forrajeras introducidas.

El conocimiento de las especies, de sus requerimientos, manejo y utilización son la clave para lograr el éxito en el uso de las forrajeras megatermicas.

Bibliografía

- 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.
- BRUNO, O.A., FOSSATI, J.L., QUAINO, O.R. 1981. Fertilización nitrogenada fraccionada en grama rhodes. Publicación técnica N° 15 INTA EEA Rafaela.
- BRUNO, O.A., FOSSATI, J.L. 1981. Influencia de la fertilización nitrogenada sobre la producción y calidad de grama rhodes (*Chloris gayana*). Publicación técnica N° 16 INTA EEA Rafaela.
- 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. Publicación técnica N° 19 INTA EEA Rafaela.
- FOSSATI, J.L., BRUNO, O.A. 1982. Comportamiento de especies forrajeras de clima templado y subtropical en el centro oeste de la Provincia de Santa Fe. Publicación técnica N° 21 INTA EEA Rafaela.
- PEDREIRA, B.C., PEDREIRA, C.G.S., BOOTE, K.J., LARA, M.A.S., ALDERMAN, P.D. 2011. Adapting the CROPGRO perennial forage model to predict growth of *Brachiaria brizantha*. Field Crops Research 120, 370-379.
- ROMERO, L.A., MATTERA, J., CUATRÍN, A. 2011a. Producción de forrajeras megatéricas bajo distintas frecuencias de corte. Revista Argentina de Producción Animal 31, 564.
- ROMERO, L.A., MATTERA, J. 2011b. Proteína bruta de forrajeras megatéricas bajo distintas frecuencias de corte. Revista Argentina de Producción Animal 31, 562.

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.

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. Publicación técnica N° 19 INTA EEA Rafaela.

AVANCES EN EL MEJORAMIENTO GENÉTICO

MEJORAMIENTO GENÉTICO DE ESPECIES FORRAJERAS DE CICLO ESTIVAL EN CORRIENTES

Carlos A. Acuña

CONICET, Facultad de Ciencias Agrarias-UNNE - caalac77@gmail.com

Introducción

El incremento en los últimos años del área destinada a la agricultura en Argentina ha resultado en la intensificación de la producción bovina en el norte del país, área históricamente considerada como marginal para la producción agropecuaria (Feldkamp, 2011). La ganadería en esta región subtropical se realiza principalmente utilizando los pastizales naturales. Los cuales a pesar de poseer cualidades de primera importancia como su gran diversidad de especies y estabilidad productiva, también poseen limitaciones como la baja calidad del forraje producido durante gran parte del ciclo de crecimiento de las especies predominantes y su marcado crecimiento estival que resulta en un período de crecimiento limitado.

El cultivo de variedades mejoradas genéticamente tiene el potencial de mejorar la oferta forrajera en calidad y cantidad a través del año. En el norte de Argentina el área de cultivo de especies forrajeras no supera el 10% a pesar de las grandes ventajas que las mismas ofrecen. El área que se encuentra cultivada está dominada por unas pocas especies que son gramíneas perennes de ciclo estival. Entre las mismas se destacan, por el área cultivada con las mismas, *Panicum maximum*, *Brachiaria brizantha*, *Chloris gayana*, *Setaria sphacelata* y *Cenchrus ciliaris*. Todas estas especies son nativas de África y su mejoramiento genético ha sido realizado principalmente en Australia y Estados Unidos (Moser *et al.*, 2004).

El programa de mejoramiento genético de especies forrajeras de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional del Nordeste con sede en Corrientes, fue creado por el grupo de investigación abocado al estudio de sistemas genéticos en gramíneas liderado por el Ing. Agr. Camilo L. Quarín. Las primeras actividades del programa estuvieron relacionadas con la selección de ecotipos del género *Paspalum*, que surgieron naturalmente de los estudios que el grupo realizara en este grupo de plantas. Este trabajo fue liderado por el Dr. Mario Urbani y ha resultado en la inscripción en el INASE de dos cultivares. Uno de ellos, perteneciente a *P. atratum*, fue liberado en 1994 y recibió el nombre de Cambá FCA. El segundo pertenece a *P. guenoarum* y fue liberado en 2002 con el nombre de Chané FCA. Ambos ecotipos se reproducen por apomixis por lo que sus características genéticas son mantenidas a través de sucesivos ciclos de cultivo. En una etapa más avanzada del programa, se ha logrado manipular la apomixis para generar híbridos tetraploides y fijar aquellos superiores para caracteres de interés. En el 2012 surge como resultado de este proceso el cultivar Boyero UNNE que es un híbrido intraespecífico y apomíctico de *Paspalum notatum*.

Actualmente los objetivos del programa de mejoramiento de FCA-UNNE son: 1) generar información sobre aspectos genéticos y ecofisiológicos para las especies con aptitud como forrajeras, 2) generar y evaluar nuevas técnicas de mejoramiento, con énfasis en el mejoramiento de especies apomícticas, 3) generar germoplasma mejorado para caracteres de interés, y 4) liberar nuevos cultivares para su comercialización.

En la actualidad, se encuentran trabajando en el programa un número importante de investigadores, varios alumnos de maestría y doctorado, y un grupo de alrededor de 10 alumnos de grado de FCA-UNNE. Entre las instituciones involucradas en el programa de FCA-UNNE se encuentran el CONICET, el INTA,

University of Florida (UF) y PGG Wrightson (empresa multinacional). La mayoría de los integrantes del programa son docentes-investigadores de la UNNE, el CONICET o el INTA. Existen convenios de cooperación entre FCA-UNNE y el INTA, UF y PGG Wrightson para el desarrollo de nuevas variedades y la formación de recursos humanos en el área del mejoramiento genético vegetal. La financiación del programa está dada principalmente por subsidios estatales del tipo PICT-ANPCyT, PIP-CONICET e INTA-AUDEAS-CONADEV, y fondos privados (acuerdo UNNE-PGG Wrightson).

El material vegetal con el que se trabaja se puede dividir en tres grupos: 1) gramíneas nativas de Sudamérica, 2) gramíneas nativas de África y 3) Leguminosas. El resto de la presentación será destinada a la descripción de las tareas de mejoramiento genético que se está realizando en la actualidad con estos tres grupos de plantas

Gramíneas nativas de Sudamérica.

Dentro de este grupo se están intentando mejorar 8 especies del género *Paspalum*. La gran ventaja de trabajar con este género radica en el gran número de especies y la diversidad contenida en las mismas, y la adaptación a las condiciones locales. El género contiene alrededor de 330 especies y una complejidad importante en sistemas reproductivos y niveles de ploidía, donde existe un predominio de especies poliploides y apomícticas (Ortiz et al., 2013). La mayor desventaja es la falta de domesticación de las mismas lo que deriva en la necesidad de mejorar características básicas para la producción agropecuaria como la retención del grano y la germinación.

El trabajo de mejoramiento realizado en Corrientes se puede dividir en la evaluación y selección directa de ecotipos apomícticos (variantes naturales genéticamente estables) y la producción y evaluación de híbridos apomícticos. Las variables más importantes que se desean mejorar son: la resistencia al frío y la capacidad de crecimiento otoño-invierno-primaveral con el objetivo de extender el período productivo, el valor nutritivo y la producción de semillas a través de la concentración del período reproductivo, y como se mencionó anteriormente la retención del grano y la germinación.

Evaluación y selección de ecotipos.

Este trabajo se está realizando con ecotipos de *Paspalum notatum*, *P. guenoarum*, *P. atratum*, *P. lenticulare*, *P. simplex*, *P. dilatatum* y *P. pauciliatum*. El trabajo consiste en la evaluación de genotipos poliploides y apomícticos que se hallan conservados como semillas o plantas vivas en el banco de germoplasma del Instituto de Botánica del Nordeste.

Un ejemplo de este tipo de trabajo de mejora lo constituye *P. simplex*. Para la cual, se han coleccionado 20 poblaciones distribuidas en la región fitogeográfica Chaqueña. Las mismas fueron caracterizadas genéticamente por sus niveles de ploidía y sistemas reproductivos (Urbani et al., 2002; Brugnoli et al., 2013). Además, la diversidad contenida en las mismas ha sido estimada por medios moleculares y a partir de caracteres morfo-agronómicos (Brugnoli et al., 2011). A partir de los mismos se ha observado que existe una importante variabilidad dentro de poblaciones diploides y sexuales, ubicadas en la región subhúmeda, y en aquellas poliploides simpátricas a poblaciones diploides (Figura 1) (Brugnoli et al., 2013). Las poblaciones poliploides apomícticas se hallan distribuidas en el resto de la región y la mayor variabilidad está presente entre las mismas (Brugnoli et al., 2011).

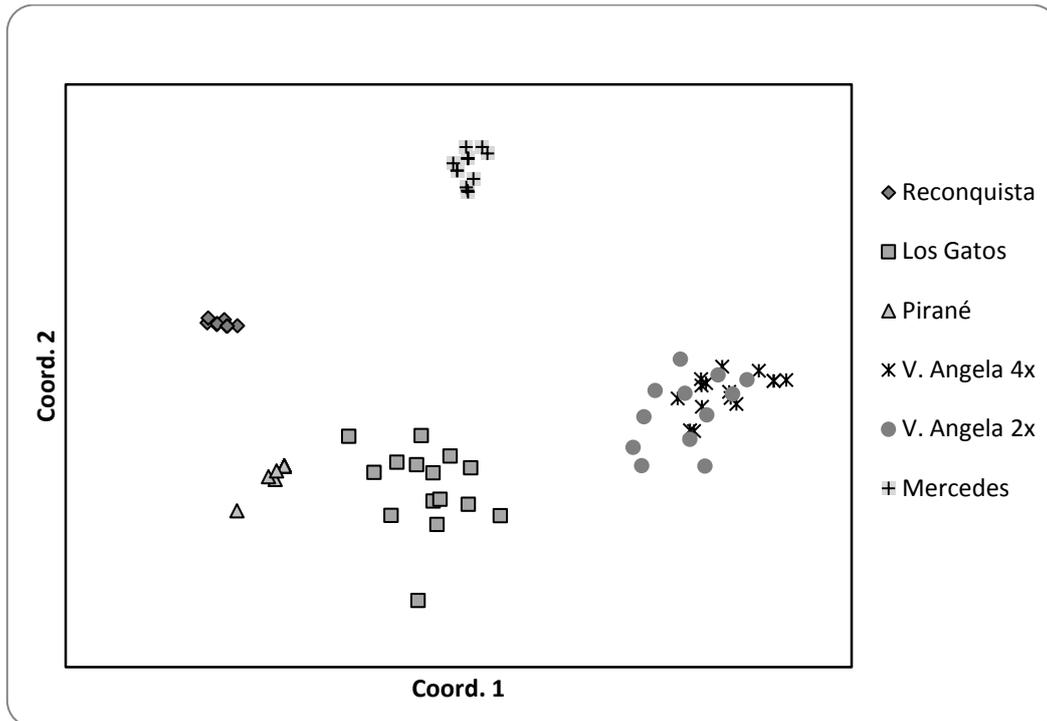


Figura 1. Gráfico de coordenadas principales de 6 poblaciones naturales de *Paspalum simplex*. Extraído de *Crop Science* 53:1509-1516.

Los genotipos tetraploides y apomícticos (alrededor de 100 genotipos) fueron luego cultivados a campo y evaluados por su crecimiento inicial y extensión del período reproductivo. A partir de estas evaluaciones, 11 de ellos fueron seleccionados y plantados en parcelas siguiendo un diseño en bloques al azar con 4 repeticiones (Figura 2).



Figura 2. Ecotipos apomícticos de *Paspalum simplex* cultivados en la EEA INTA Corrientes.

Los ecotipos han sido evaluados por su capacidad para cubrir rápidamente el suelo y por producción estacional de forrajes. Aunque no se observaron diferencias marcadas en su capacidad de crecimiento, todos ellos fueron capaces de cubrir rápidamente el suelo y su producción acumulada en el segundo período de crecimiento varió entre 874 y 1486 g m⁻².

Generación y evaluación de híbridos apomícticos.

La generación de híbridos apomícticos se realiza a través del cruzamiento entre plantas tetraploides de reproducción sexual (origen artificial) y genotipos tetraploides apomícticos de origen natural. La máxima proporción de híbridos apomícticos resultante de estos cruzamientos es del 50% (Martínez *et al.*, 2001; Acuña *et al.*, 2009; Aguilera *et al.*, 2011). Estos híbridos pueden ser separados del resto de la progenie a través de observaciones de sacos embrionarios maduros, citometría de flujo en semillas, uso de marcadores ligados y prueba de progenie a campo.

En la actualidad se están evaluando híbridos intraespecíficos de *Paspalum notatum* y *P. simplex*, así como híbridos interespecíficos del grupo Plicatula. La selección de híbridos apomícticos de *P. notatum* por un período de crecimiento más extenso ha dado buenos resultados (Figura 3). Esto se ha logrado a través de la selección de híbridos con mayor capacidad de crecimiento invernal y mayor tolerancia a las bajas temperaturas. El cultivar Boyero UNNE mostró mayor producción primaveral (originalmente llamado C-92) (Figura 3).

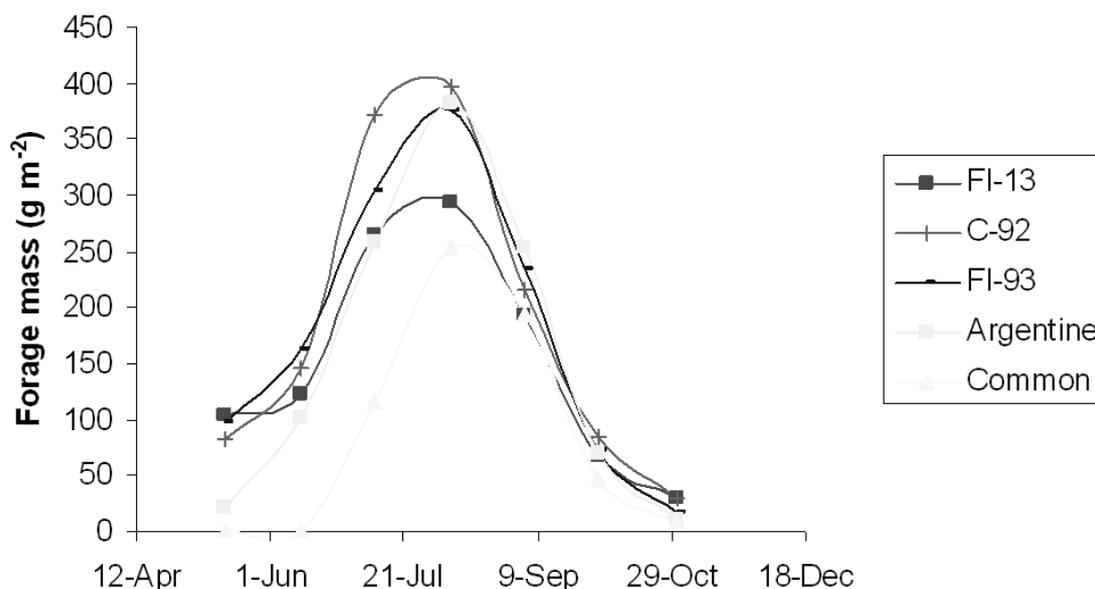


Figura 3. Producción estacional de forraje de 3 híbridos de *Paspalum notatum* (C-92, FI-3 y FI-93) y de dos cultivares tetraploides (Argentine y Common).

Gramíneas nativas de África.

Este trabajo se está realizando con *Acroceras macrum* y *Setaria sphacelata* en conjunto con el INTA. *Acroceras macrum* es una especie perenne de ciclo estival con la particularidad de poseer anatomía foliar C3, lo que le confiere un excelente valor nutritivo. La especie se adapta principalmente a las zonas bajas con suelos anegadizos del subtrópico argentino y es propagada en forma vegetativa a través de trozos de rizomas y estolones. *Setaria sphacelata* es una de las especies más cultivadas en Corrientes debido a su adaptación a los diferentes tipos de suelo presentes en la provincia.

En la actualidad el trabajo con *Acroceras macrum* está destinado principalmente al estudio de sus características genéticas debido a que a pesar de que se conoce su comportamiento agronómico se desconoce totalmente su sistema reproductivo. Los estudios los está realizando principalmente la Lic. Silvana Ferrari Usandizaga como parte de su tesis doctoral (Doctorado en Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Rosario). Los mismos se relacionan principalmente con el análisis de los niveles de ploidía, meiosis, sistema reproductivo, fertilidad y diversidad presente en el germoplasma introducido hace ya varios años por productores correntinos y técnicos del INTA. Se determinó que existe una importante diversidad entre los 27 genotipos que se han logrado rescatar (Ferrari Usandizaga *et al.*, 2013; Weiss *et al.*, 2013), donde 22 genotipos son tetraploides ($2n=4x=36$) y 5 son hexaploides (Ferrari Usandizaga *et al.*, 2012). La meiosis de los individuos tetraploides es regular con la formación de 18 bivalentes, indicando un origen aloploiploide (Ferrari Usandizaga *et al.*, 2012). La fertilidad del polen es media a baja y es mayor en los tetraploides que en los hexaploides (Schedler *et al.*, 2013). La especie posee una fuerte tendencia a la polinización cruzada debido a la presencia de autoincompatibilidad, por lo que la especie debería ser clasificada como alógama. La producción de semillas en polinización abierta es media en los tetraploides y baja a nula en los hexaploides (Schedler *et al.*, 2013). Entre las variables morfofisiológicas medidas en los genotipos encontrados, al ser cultivados a campo, se ha observado una importante variación para crecimiento inicial (Figura 4), producción de forraje, largo de entrenudos y extensión del período vegetativo (Weiss *et al.*, 2013).

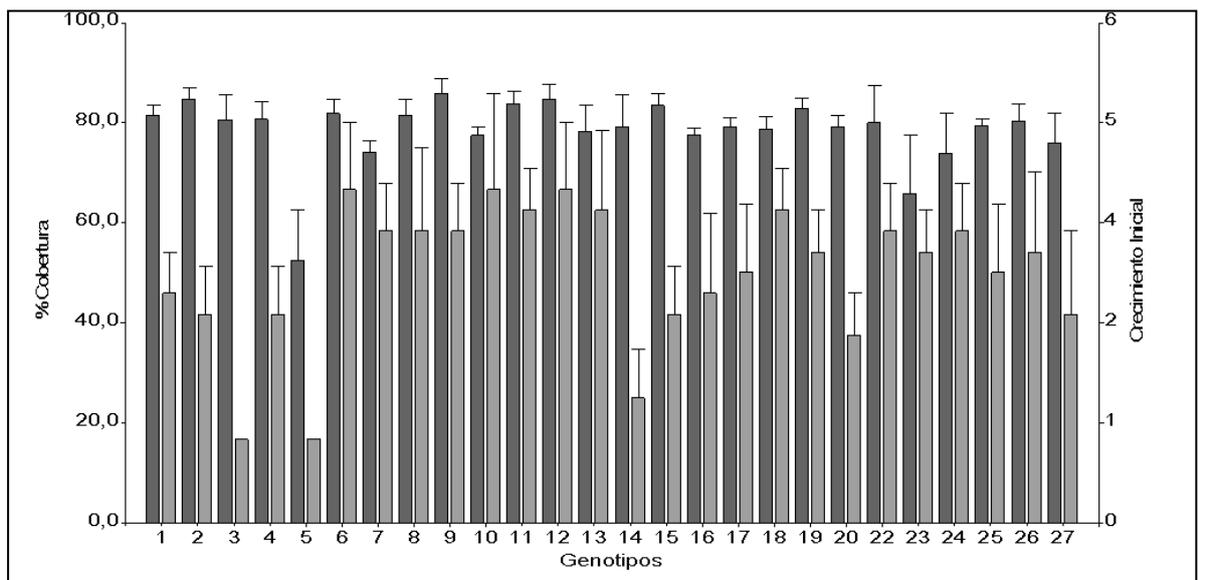


Figura 4. Cobertura y crecimiento inicial para 26 genotipos de *Acroceras macrum*. (■ Porcentaje de Cobertura y ■ Crecimiento Inicial). Las líneas sobre las barras indican el desvío estándar.

El trabajo con *Setaria sphacelata* ha comenzado con un análisis de diversidad por medios moleculares y a través del análisis de características morfo-agronómicas. Estos trabajos son parte de la tesis de maestría del Ing. Guillermo Mc Lean (EEA Mercedes) y del trabajo de pasantía de la Lic. Irina Svriz (EEA Colonia Benítez). El objetivo a largo plazo del trabajo con esta especie es generar una población de polinización abierta que pueda ser mejorada a través de ciclos de selección fenotípica restringida y recurrente.

Leguminosas.

El trabajo con especies de la familia Fabaceae está limitado actualmente a la selección de ecotipos de *Stylosanthes guianensis* y su caracterización. Una de las principales características en evaluación es la sincronía en el período reproductivo entre los ecotipos en estudio pensando en una futura producción de híbridos F1 para poder arrancar con la selección y endocria (especie autógena) de los mismos.

Comentarios sobre el futuro del mejoramiento de especies forrajeras en el subtrópico argentino.

El cultivo de unas pocas especies de gramíneas mayormente apomícticas (cultivares uniclonales) en el subtrópico argentino pone de manifiesto la necesidad de diversificar las opciones de cultivares que el productor agropecuario tenga disponibles. La generación de cultivares que puedan producir en condiciones ambientales limitantes, como lo son las bajas temperaturas y la escasez de nutrientes (especialmente el agua), podría tener un impacto importante en los sistemas de producción pecuaria de la región. Entre las especies de ciclo estival se debería priorizar el trabajo con especies nativas por el menor impacto ambiental que tendría su cultivo, además de seguir mejorando especies exóticas para características particulares que ya tienen un mercado desarrollado. Entre las variables a tener en consideración se destacan la producción de semillas, la retención del grano, la producción de forraje con bajas temperaturas y días cortos, la tolerancia a la sequía y el valor nutritivo a lo largo del ciclo de crecimiento.

El mejoramiento a nivel local de especies de ciclo invernal debería ser desarrollado para poder generar cultivares adaptados específicamente a las condiciones locales y que puedan completar la cadena forrajera en la región. Por último es necesario destacar la necesidad de generar variedades de leguminosas que puedan crecer en las condiciones locales para poder incorporar al sistema suelo-planta el nitrógeno fijado y a su vez suplir a los alimentos balanceados proteicos comúnmente usados en los sistemas ganaderos de la región.

Para lograr estos objetivos hace falta que las organizaciones estatales y privadas inviertan en la formación de recursos humanos en el área de genética y mejoramiento. Además, se debería invertir en investigación de especies con potencial y en el desarrollo a largo plazo de nuevos cultivares que puedan responder a las necesidades existentes a nivel local e internacional.

Bibliografía.

- ACUÑA, C.A., A.R. BLOUNT, K.H. QUESENBERRY, K.E. KENWORTHY Y W.W. HANNA. 2009. Bahiagrass tetraploid germplasm: reproductive and agronomic characterization of segregating progeny. *Crop Sci.* 49: 581-588.
- AGUILERA, P.M., SARTOR, M.E., GALDEANO, F., ESPINOZA, F., QUARIN, C.L. 2011. Interspecific tetraploid hybrids between two forage grass species: sexual *Paspalum plicatulum* and Apomictic *P. guenoarum*. *Crop Sci.* 51, 1544-1550.
- BRUGNOLI, E.A., M.H. URBANI, C.L. QUARIN, E.J. MARTÍNEZ Y C.A. ACUÑA. 2013. Diversity in diploid, tetraploid and mixed diploid-tetraploid populations of *Paspalum simplex*. *Crop Science*, 53:1509-1516.
- BRUGNOLI, E.A., A.L. ZILLI, M.H. URBANI, C.L. QUARÍN, E.J. MARTÍNEZ E C.A. ACUÑA. 2011. Diversidade Genética de *Paspalum simplex* Morong. III SIMF Simpósio Internacional sobre Melhoramento de Forrageiras, 7 al 11 de noviembre, Bonito, Brasil.

- FELDKAMP, C.R. 2011. Beef production in Argentina: situation and challenges. p. 26-30. In Proceedings of the International Rangeland Congress, Rosario, Argentina. 2-8 April.
- FERRARI USANDIZAGA, S.C., C.L. QUARIN, E.J. MARTÍNEZ, M.C. GOLDFARB Y C.A. ACUÑA. 2012. Niveles de ploidía y asociaciones cromosómicas durante la meiosis de *Acroceras macrum* stapf. XV Congreso Latinoamericano de Genética, Rosario, 28 al 31 de octubre.
- FERRARI USANDIZAGA, S.C., SCHEDLER M., BRUGNOLLI E.A., ZILLI A.L., MARTÍNEZ EJ, C.A. ACUÑA. 2013. Diversidad genética en *Acroceras macrum* Stapf. Congreso Argentino de Genética, Salta , 20 al 23 de octubre.
- MARTÍNEZ, E.J, M.H. URBANI, C.L. QUARIN, AND J.P.A. ORTIZ. 2001. Inheritance of apospory in bahiagrass, *Paspalum notatum*. *Hereditas* 135:19-25.
- MOSER, L.E., B.L. BURSON, AND L.E. SOLLENBERGER. 2004. Warm-Season (C4) Grasses, ASA, CSSA, SSSA, Madison, WI, USA.
- ORTIZ, J.P.A., C.L. QUARIN, S.C. PESSINO, C.A. ACUÑA, E.J. MARTÍNEZ, F. ESPINOZA, D.H. HOJSGAARD, M.E. SARTOR, M.E. CACERES Y F. PUPILLI. 2013. Harnessing apomictic reproduction in grasses: what we have learnt from *Paspalum*. *Annals of Botany*, doi: 10.1093/aob/mct152.
- SCHEDLER M., S.C. FERRARI, E.A. BRUGNOLI, A.I. WEISS, C.A. ACUÑA, E.J. MARTÍNEZ. 2013. Sistema de polinización, fertilidad e hibridación en *Acroceras macrum* Stapf. Congreso Argentino de Genética, Salta , 20 al 23 de octubre.
- URBANI, M.H., QUARIN C.L., ESPINOZA F., PENTEADO M.I.O., RODRIGUES I.F. 2002. Cytogeography and reproduction of the *Paspalum simplex* polyploid complex. *Plant Syst. Evol.* 236:99-105.
- WEISS A.I., S.C. FERRARI, E.A. BRUGNOLI, M SCHEDLER, E.J. MARTÍNEZ, C.A. ACUÑA. 2013. Variabilidad morfológica y fenológica en *Acroceras macrum* Stapf. Congreso Argentino de Genética, Salta , 20 al 23 de octubre.

MEJORAMIENTO GENÉTICO PARA TOLERANCIA A LA SALINIDAD EN GRAMA RHODES DIPLOIDE

Ribotta, A.¹, Bollati, G.², Griffa¹, S., López Colomba, E.¹, Carloni, E.¹, Quiroga, M.¹, Grunberg, K.¹

¹IFRGV-CIAP (INTA). Camino 60 Cuadras Km 5.5, X5020ICA. Córdoba, Argentina – grunberg.karina@inta.gob.ar

²Facultad de Ciencias Agropecuarias de la UCC. Armada Argentina 3555, Córdoba, Argentina

En los últimos años en la Argentina se produjo el desplazamiento de la ganadería hacia zonas con estreses abióticos tales como salino, hídrico y lumínico, entre otros, lo que originó la búsqueda de especies forrajeras para contrarrestar dichas condiciones extremas y complementar la baja producción forrajera de los pastizales naturales (De León 2009). La implantación de pasturas introducidas es una estrategia para el mejoramiento de los sistemas ganaderos y un incremento en el potencial de producción de forraje posibilitaría aumentar la carga animal y por consiguiente el desarrollo de la ganadería (De León 2009).

***Chloris gayana* K. (Gramma rhodes)** es una importante gramínea forrajera, perenne, originaria de África y ampliamente cultivada en regiones tropicales y subtropicales del mundo. Presenta cultivares diploides y tetraploides con gran variabilidad natural dentro y entre las diferentes ploidías, pudiendo diferir apreciablemente en atributos como el hábito de crecimiento, inicio de floración, producción de semilla y materia seca, calidad, tolerancia a sequía, salinidad y heladas (Loch *et al.*, 2004). En Argentina, tiene una amplia difusión en los sistemas ganaderos de cría y recría, dada su rápida implantación, persistencia, alta productividad, resistencia al pastoreo y adecuada calidad durante todo el año (Pemán, 2000; Pérez, 2005).

En el INTA mas precisamente en el IFRGV-CIAP (ex IFFIVE), se lleva a cabo el mejoramiento genético de grama rhodes diploide, con el objetivo principal de la obtención de variedades sintéticas con tolerancia incrementada a la salinidad.

Recientemente una variedad nacional denominada Santana INTA PEMAN ha sido inscripta en INASE y en el RNPC. Este cultivar fue fitotécnicamente obtenido, a partir de un procedimiento que comprendió dos grandes etapas. En la primera, bajo condiciones de invernadero e hidroponia (Ribotta *et al.*, 2013), se seleccionaron clones con mayor porcentaje de supervivencia como los más tolerantes a 600 mM de NaCl. Posteriormente éstos se evaluaron morfológicamente (en base a caracteres cuali-cuantitativos, vegetativos y reproductivos) (Ribotta, 2011) y por su calidad forrajera mediante el porcentaje de proteína bruta (Ribotta *et al.*, 2005). Además, la diversidad genética entre dichos clones selectos fue identificada molecularmente (Ribotta, 2011; Ribotta *et al.*, 2013). Los clones más promisorios según todas las evaluaciones previas, dieron origen a la segunda etapa del esquema de mejoramiento para obtener la variedad sintética (Sin) (Ribotta, 2011). A partir del entrecruzamiento de los clones seleccionados como los parentales (Sin-0) se obtuvo la población Sin-1. En esta última se realizó selección fenotípica masal para porte de planta, volumen de mata y rebrote. De la polinización abierta de la Sin-1 se obtuvo la Sin-2. En esta generación se realizaron ensayos de tolerancia al estrés salino en condiciones de invernadero en hidroponia, evidenciándose el incremento de la tolerancia con respecto al germoplasma de partida y buen desempeño en comparación con cultivares comerciales (Ribotta, 2011). A campo, de la polinización abierta de la Sin-2 se obtuvo la Sin-3 y en esta última se realizó selección fenotípica masal según porte y volumen de mata. Las semillas obtenidas de la polinización abierta de la Sin-3 constituyen el material fundación de la nueva variedad sintética de grama rhodes diploide.

A continuación se presentan algunos resultados obtenidos del cv. Santana INTA PEMAN (en adelante INTA), en distintos ensayos, bajo condiciones de estrés salino y sin estrés, realizados en laboratorio, invernadero y campo, en distintos estados ontogénicos (germinación, plántula y planta adulta), en comparación a otros cultivares diploides comercializados en nuestro país.



Se evaluó el porcentaje de germinación en estrés salino respecto a la condición control (PGC) del cv. INTA en comparación a los cultivares Katambora (KAT), Finecut (FC) y Topcut (TC). Las semillas (cariopsis) fueron tratadas con soluciones de 0, 100, 200 mM de NaCl (Ribotta, 2011) e incubadas en cámara de germinación durante 21 días. Se evaluó el PGC cada 3 días y un índice de velocidad de germinación (IVG) (Bazzigalupi *et al.*, 2008). Se utilizó un diseño completamente aleatorizado con 4 repeticiones de 30 semillas/bandeja con un modelo bifactorial con interacción cultivar por concentración de NaCl y comparaciones de medias con test LSD.

Según los resultados del ANAVA no hubo interacción en ambas variables. Los cvs. INTA y FC con un 96% de PGC fueron significativamente superiores al cv. TC (87%), mientras que KAT no se diferenció de ellos (93%) (Fig.1). Según el IVG, los cvs. INTA, KAT y FC con un índice de 4.5 fueron significativamente más rápidos en germinar respecto al cv. TC (4.1) (Fig.1).

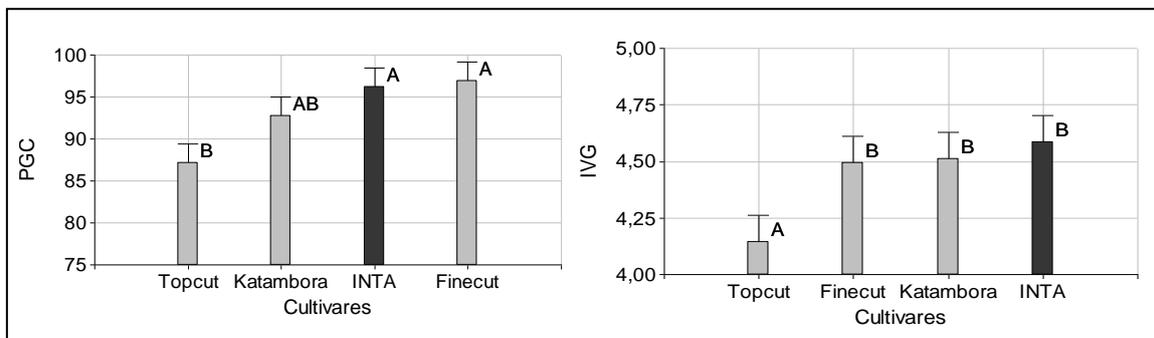


Figura 1. Valores promedios entre los distintos tratamientos de NaCl para el porcentaje de germinación con respecto al control (PGC) e índice de velocidad de germinación (IVG) de cultivares diploides de grama rhodes. Letras distintas indican diferencias significativas entre los cultivares ($p \leq 0,05$).

**Evaluación de tolerancia
a la salinidad del
cv. Santana INTA PEMAN**



En invernadero en un ensayo de hidroponía, a los 30 días de 0 (control) y 400 mM de NaCl, se evaluó en plántulas el efecto de la salinidad en caracteres relacionados a la productividad (Tabla 1), para el cv. INTA en comparación a los cvs. comerciales Topcut (TC) y Finecut (FC) de reconocida tolerancia a la salinidad.

Según el ANAVA, la interacción entre cultivar y condición de cultivo (control y sal) fue significativa para la mayoría de los caracteres, excepto para PSA. En los caracteres PFA, PFT, NM, PSR y PST, en control, los cultivares INTA y TC, exhibieron valores significativamente superiores a FC, mientras que la salinidad (400 mM de NaCl) ocasionó una disminución significativa para todos los materiales, pero no se diferenciaron entre sí. El cultivar TC presenta sin estrés la mayor LR pero en salinidad, INTA mostró el mayor largo de raíz respecto a TC y FC. En el PFR la salinidad ocasionó un aumento significativo en FC, mientras que INTA y TC presentaron el mismo comportamiento con o sin estrés no viéndose afectados por la sal. Por último si bien la salinidad disminuyó el PSA en los 3 materiales, éstos se comportaron de manera similar en ambas condiciones de cultivo

Tabla 1. Caracteres relacionados a la productividad, evaluados en plántulas en hidroponía a 0 y 400 mM de NaCl en los cultivares INTA, Topcut y Finecut de grama rhodes.

Caracteres	Cultivares	Control (0 mM NaCl)	Sal (400 mM NaCl)
PFA Peso fresco aéreo (g)	Finecut	14.20 ± 5.85 B	4.96 ± 1.59 A
	INTA	17.36 ± 5.50 C	4.46 ± 1.66 A
	Topcut	17.63 ± 4.57 C	5.03 ± 1.93 A
PFR Peso fresco de raíz (g)	Finecut	0.87 ± 0.53 A	1.67 ± 0.79 C
	INTA	1.28 ± 0.44 B	1.41 ± 0.51 B
	Topcut	1.13 ± 0.57 B	1.39 ± 0.63 B
PFT Peso fresco total (g)	Finecut	15.36 ± 6.86 B	6.58 ± 2.55 A
	INTA	18.82 ± 5.41 C	5.81 ± 2.13 A
	Topcut	19.57 ± 5.98 C	6.17 ± 2.51 A
NM Número de macollas	Finecut	3.18 ± 1.43 A	3.20 ± 1.23 A
	INTA	4.54 ± 1.84 B	3.24 ± 1.64 A
	Topcut	3.94 ± 1.31 B	2.88 ± 1.37 A
LR Longitud de raíz (cm)	Finecut	34.54 ± 5.92 A	37.67 ± 9.08 A
	INTA	37.52 ± 7.91 A	42.16 ± 7.89 B
	Topcut	45.41 ± 9.99 B	37.21 ± 6.74 A
PSA Peso seco aéreo (g)	Finecut	1.74 ± 0.66 A	0.99 ± 0.41 A
	INTA	2.06 ± 0.69 A	1.05 ± 0.36 A
	Topcut	2.03 ± 0.67 A	0.96 ± 0.35 A
PSR Peso seco de raíz (g)	Finecut	0.20 ± 0.06 B	0.16 ± 0.06 A
	INTA	0.23 ± 0.09 C	0.14 ± 0.05 A
	Topcut	0.25 ± 0.10 C	0.13 ± 0.04 A
PST Peso seco total (g)	Finecut	1.87 ± 0.61 B	1.15 ± 0.46 A
	INTA	2.37 ± 0.79 C	1.23 ± 0.43 A
	Topcut	2.28 ± 0.72 C	1.07 ± 0.39 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)



En planta adulta se caracterizó morfológicamente al cv. Santana INTA PEMAN en comparación a otros cultivares diploides comerciales como Topcut (TC), Finecut (FC), Pioneer (PR) y Katambora (KAT), en condiciones de secano y sin fertilización, suelo Haplustol Entico Francolimoso, pH 7,1 a 7,7 y 2,7% de materia orgánica, en Córdoba Capital (31°24'S, 61°11'O). Se evaluaron las siguientes variables de interés agronómico: peso de planta y relación hoja/tallo (lámina+vaina/tallo+inflorescencia, respectivamente) en dos períodos de tiempo: comienzo de diferido (CD) (junio) y diferido tardío (DT) (setiembre); y desaparición ruminal de la materia seca (%DRMS) *in situ* (48hs de incubación en rumen), en hojas (láminas+vainas), tallos (tallos+inflorescencias) y planta entera, para el período de CD. Además se evaluó el % Floración y peso de 1000 cariopsis.

Para el peso de planta, el ANAVA mostró interacción significativa entre cultivar y período de corte. Según los resultados obtenidos del test DGC para la interacción, en el período CD los cultivares TC, FC e INTA se destacaron con los mayores valores promedios en peso de planta (1.76-1.50 Kg) respecto a PR y KAT, mientras que en DT, sólo KAT fue el de menor valor promedio (300 g) (Fig.2). Para la relación hoja-tallo, la interacción no fue significativa y según el test LSD el cv. TC con un 63% de hoja fue el de mejor relación (Fig.3).

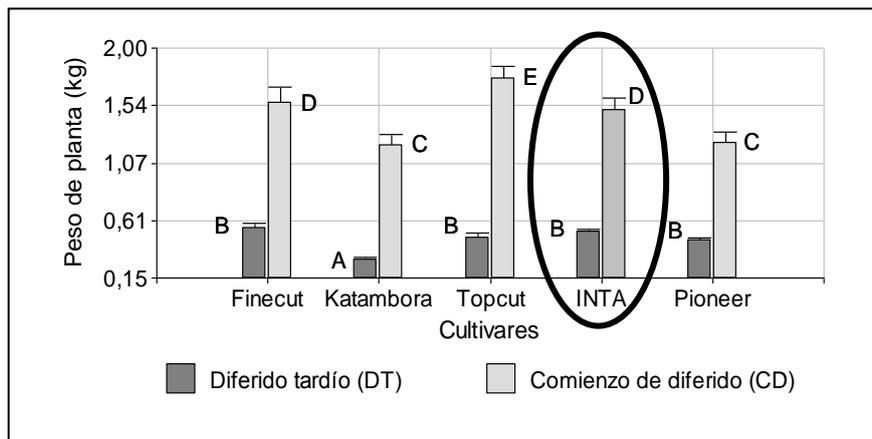


Figura 2. Peso de planta para el comienzo del período de diferido (CD) (junio) y diferido tardío (DT) (setiembre) en cultivares diploides de grama rhodes. Letras distintas indican diferencias significativas entre los cultivares ($p \leq 0,05$).

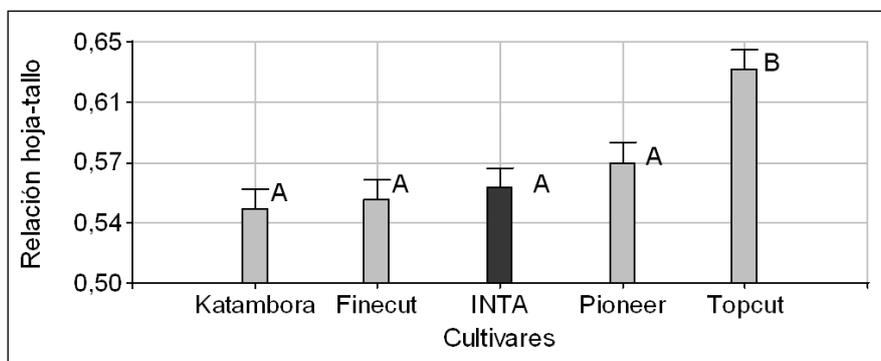


Figura 3. Valores promedios entre las fechas de corte (junio y setiembre) para la relación hoja/tallo de cultivares diploides de grama rhodes. Letras distintas indican diferencias significativas entre los cultivares ($p \leq 0,05$).

En relación a la DRMS (Fig. 4), en hojas los cultivares TC, FC e INTA fueron los de mayor valor promedio (>60%). En tallos se destacaron FC y TC (53%) y en planta entera, TC e INTA (57%).

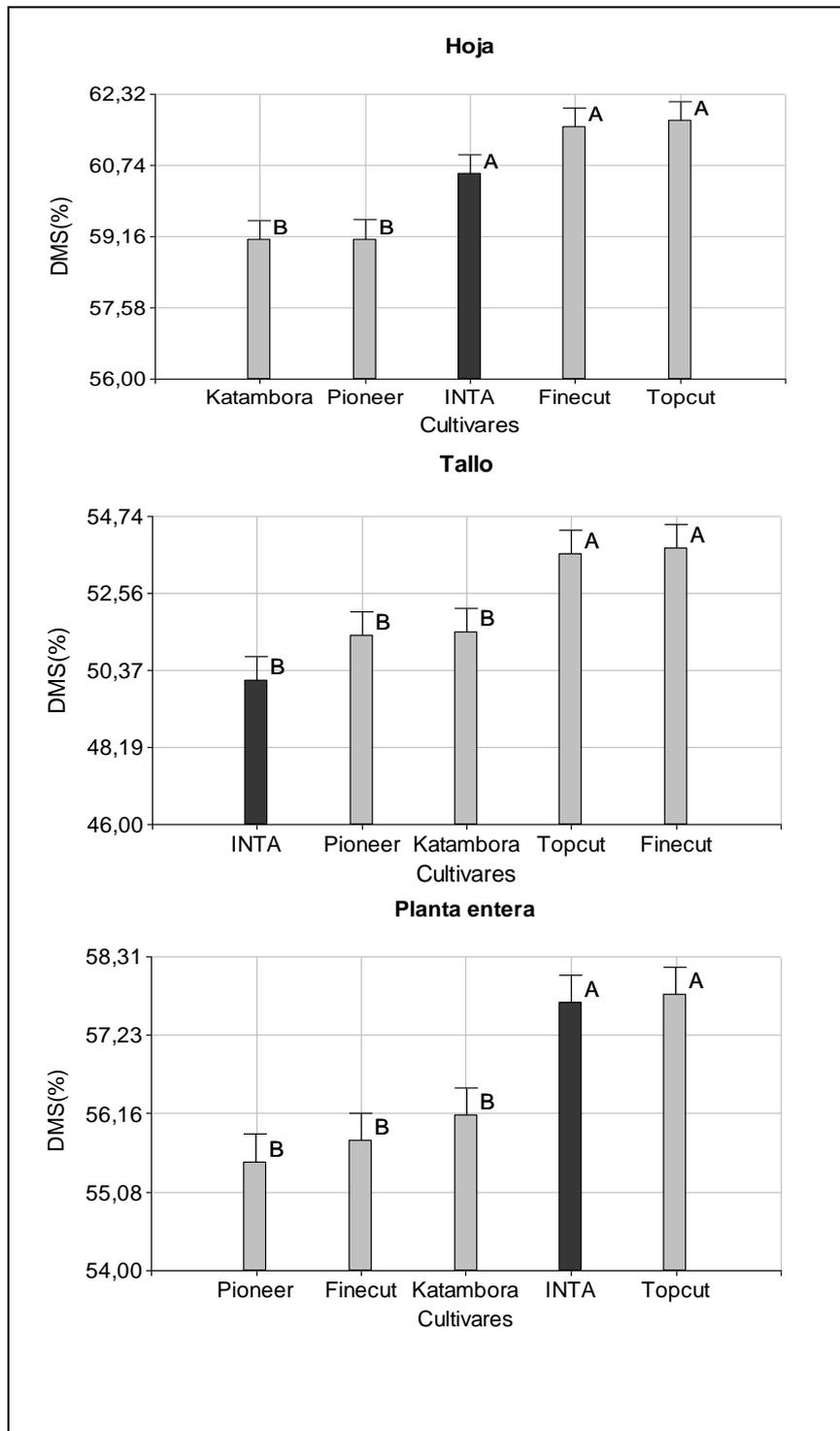


Figura 4. Desaparición ruminal de la materia seca (%DRMS) in situ, en hojas, tallos y planta entera, para el comienzo del período de diferido (CD) (junio) en distintos cultivares diploides de grama rhodes. Letras distintas indican diferencias significativas entre los cultivares ($p < 0,05$).

El porcentaje de floración, fue contabilizado como el número de plantas florecidas respecto al número total de plantas por cultivar implantadas a campo en un diseño en bloques completamente aleatorizados con 4 repeticiones y 11 plantas por repetición. Se estimó cada 7 días a partir de los 23 días de la implantación a campo. Como se puede observar en la Fig. 5, los cvs. KAT, PR e INTA fueron los de floración más temprana alcanzando entre el 90 y 100% a los 44 días, mientras que TC y FC presentaron en la misma fecha % de floración inferiores al 50%.

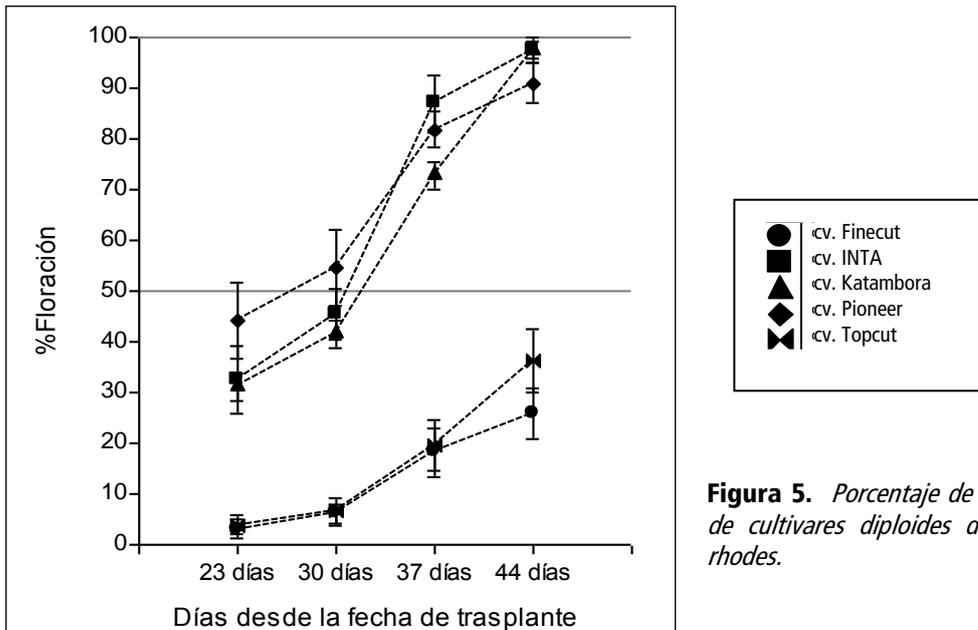


Figura 5. Porcentaje de floración de cultivares diploides de grama rhodes.

Con respecto al peso de 1000 cariopsis, el cv. INTA sobresalió con el mayor peso promedio (280 mg), observándose un grupo intermedio formado por los cvs. FC, TC y PR (260 mg) y KAT con semillas más livianas (190 mg) (Fig. 6).

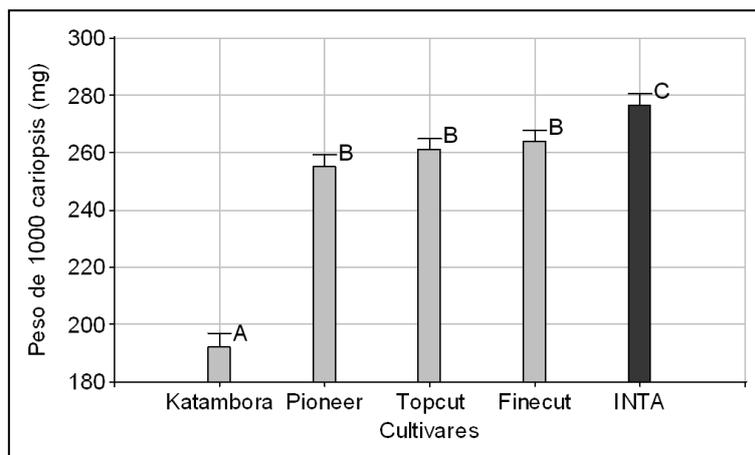


Figura 6. Peso de 1000 cariopsis de cultivares diploides de grama rhodes. Letras distintas indican diferencias significativas entre los cultivares ($p < 0,05$).

Consideración final.

Los resultados obtenidos mostraron al cv. Santana INTA PEMAN, con buen poder germinativo y velocidad de germinación en estrés salino. Al estado de plántula en salinidad fue igualmente tolerante, en la mayoría de los caracteres de producción de biomasa, que los cultivares comerciales de reconocida tolerancia a la salinidad como Topcut y Finecut. La evaluación de la tolerancia a la salinidad a distintos estadios ontogénicos (germinación y plántula) es importante ya que en muchas especies se ha visto una falta de correlación para ambos factores. Se considera que el buen desempeño demostrado por el cv. INTA respecto a tolerancia a salinidad en germinación y plántula contribuirá a una efectiva implantación de la pastura en ambientes con dicho estrés. Respecto al desempeño en estado adulto y sin condición de estrés abiótico, manifestó buen peso de planta y buena desaparición ruminal de la materia seca *in situ* al comienzo del período de diferido, especialmente en hoja y en planta entera, sugiriendo esto último una buena calidad forrajera. Además Santana INTA PEMAN se caracterizó por su floración temprana, lo que permitiría dos cosechas por ciclo de cultivo, favoreciendo la producción de semilla. Por último el mayor peso de cariopsis registrado en este cultivar, puede estar asociado a un mayor reservorio nutricional lo que podría traducirse en un mayor tamaño de plántula y vigor.

Bibliografía.

- BAZZIGALUPI O., PISTORALE S.M. Y ANDRÉS, A.N. 2008. Tolerancia a la salinidad durante la germinación de semillas provenientes de poblaciones naturalizadas de agropiro alargado (*Thinopyrum ponticum*). Ciencia e Investigación Agraria 35(3):277-285.
- DE LEÓN M. 2009. Utilización de pasturas megatérmicas. Rev. Braford 25(61):66-69.
- LOCH D.S., RETHMAN N.E.G. AND VAN NIEKERK W.A. 2004. Rhodesgrass. En: MOSER, L.E., BURSON, B.L., SOLLENBERGER, E.L., AL-ALMOODI, L.K., BARBARICK, K.A., ROBERTS, C.A., DICK, W.A. (Eds.), Warm Season (C4) Grasses. American Society of Agronomy/ Crop Science Society of America/Soil Science Society of America, Madison, pp. 833–872.
- PEMÁN O. 2000. La grama, reina en el norte. Revista Sociedad Rural de Jesús María 118:12.
- PÉREZ H. 2005. Características de las especies forrajeras adaptadas a las condiciones del noroeste del país. En: Potenciando el desarrollo ganadero sustentable del subtrópico argentino. Producciones Gráficas S.A. Buenos Aires, Capital Federal, pp. 33-41.
- RIBOTTA A.N., GRIFFA S., LÓPEZ COLOMBA E., GRUNBERG K. Y BIDERBOST E. 2005. Determinación del contenido proteínico en materiales seleccionados de *Cenchrus ciliaris* L., *Chloris gayana* K. y *Panicum coloratum* L. Pastos y Forrajes 28(3):241-246.
- RIBOTTA A.N. 2011. "Selección y caracterización de clones parentales diploides para la obtención de nuevo germoplasma con tolerancia incrementada a la salinidad en grama rhodes (*Chloris gayana* Kunth). Tesis de Maestría. Universidad Nacional de Córdoba, Córdoba, Argentina, 142 pp.
- RIBOTTA A.N., S.M. GRIFFA, D. DÍAZ, E.J. CARLONI, E. LÓPEZ COLOMBA, E.A. TOMMASINO, M. QUIROGA, C. LUNA, K. GRUNBERG. 2013. Selecting salt-tolerant clones and evaluating genetic variability to obtain parents of new diploid and tetraploid germplasm in rhodesgrass (*Chloris gayana* K.). South African Journal of Botany 84:88–93.

AUMENTO DEL VIGOR DE PLÁNTULA POR INCREMENTO DEL TAMAÑO DE SEMILLA EN *PANICUM COLORATUM* VAR. *MAKARIKARIENSE*.

Tomás, M. A.¹ y Giordano, M. C.^{1,2}

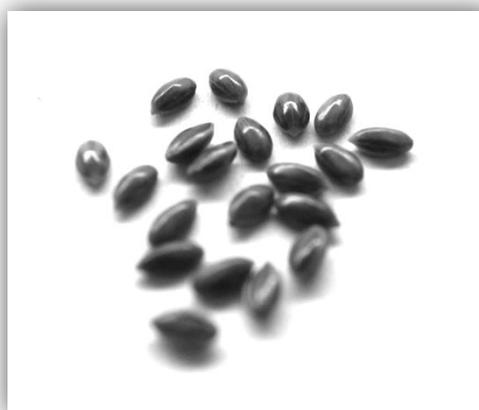
¹INTA Rafaela. Santa Fe. Argentina – tomas.maria@inta.gov.ar

²CONICET

Según modelos predictivos, los efectos del cambio climático consistirán en aumentos en las temperaturas y modificaciones en el régimen de precipitaciones que ponen en riesgo la continuidad de las actividades agropecuarias tal y como las conocemos actualmente. La expansión de cultivos extensivos (tales como soja, maíz, trigo y girasol) es un fenómeno emergente tanto del cambio climático, que ha ampliado la superficie potencial para su producción, como del interés económico actual por los mismos. Como consecuencia de esta expansión, la ganadería se ha visto expulsada hacia zonas marginales donde los suelos poseen menor aptitud productiva y los eventos extremos causados por el cambio climático tienen mayor impacto (De León 2009).

Actualmente, las especies templadas C₃ son la base forrajera del sistema ganadero pampeano tradicional. Sin embargo, no son aptas para las áreas marginales donde se desarrollará la ganadería según las predicciones descriptas. Se genera entonces la necesidad de contar con nuevas especies forrajeras, más tolerantes a estreses bióticos y abióticos. Una opción son las gramíneas megatérmicas o C₄. Sin embargo estas especies presentan en general, problemas de implantación atribuidos frecuentemente a baja calidad de la semilla (Moser 2000). Uno de los factores que podría determinar el éxito en el establecimiento de la pastura es el tamaño de la semilla. Varios programas de mejoramiento de diferentes especies de gramíneas forrajeras se han centrado en caracteres de la semilla, especialmente tamaño y rendimiento (Hussey y Holt 1986).

Panicum coloratum es una especie C₄ perenne, estival, de polinización abierta, de origen africano. En Argentina las variedades más difundidas de *P. coloratum* son dos: *P. coloratum* var. *coloratum*, común en suelos arenosos y tolerante a las heladas cuyo cultivar más conocido es el Klein y *P. coloratum* var. *makarikariense*, adaptada a suelos arcillosos pesados, en áreas con variabilidad climática con ciclos alternados de excesos hídricos y sequía, siendo "Bambatsi" su cultivar más difundido (Armando et al 2013). En USA, los esfuerzos para mejorar la implantación y la producción de semilla fueron exitosos en la var. *coloratum*, obteniéndose el cv. "Verde" (TAES 1981), difundido en la región pampeana semiárida por su tolerancia a heladas, sequía y salinidad (Taleisnik et al 1998).



**Semillas maduras de
*Panicum coloratum***

En INTA EEA Rafaela se han realizado estudios para el mejoramiento tradicional de *P. coloratum var. makarikariense* a fin de aumentar el peso de la semilla mediante selección. Estudios previos de nuestro grupo de trabajo determinaron que el porcentaje de germinación se relaciona positivamente con el peso de semillas de manera que el poder germinativo (PG) aumenta por incremento en el peso de semillas hasta un peso umbral de 1,34 g por 1000 semillas (Tomás y otros 2007). Por encima de ese valor umbral, el porcentaje de germinación se estabiliza en 84%, no alcanzándose incrementos posteriores con mayores pesos de semillas. Con la expectativa de mejorar la implantación mediante aumentos en el PG, nos propusimos lograr un material con mayor peso de semillas y por ende un embrión más vigoroso, que brinde mayores posibilidades de lograr un buen inicio y desarrollo posterior de la pastura.

Metodología y resultados

Partiendo de una población base formada por plantas recolectadas en diferentes partes del país, con un peso promedio de 1,2 ($\pm 0,12$) g por mil semillas, se realizaron dos ciclos de selección recurrente para aumentar el peso de las semillas. Dado que el peso de semillas de la población base está por debajo del umbral mencionado anteriormente, el objetivo fue aumentar el PG y posiblemente también la emergencia. Por otra parte es de esperar que el aumento del peso de semillas aumente también el tamaño del embrión, logrando así mejorar características relacionadas al vigor de la plántula, que a su vez redundarían en una mayor capacidad de implantación de la pastura. Para ello se seleccionó, de 84 plantas, el 15% que presentó mayor peso de semillas y se las aisló permitiendo el entrecruzamiento entre ellas (primer ciclo). Este procedimiento se repitió al año siguiente con la progenie de este primer ciclo, obteniéndose así una población con un peso promedio de semillas de casi 1,4 ($\pm 0,09$) g por mil semillas (Giordano y col. 2009). De esta manera, el incremento en el peso de semillas por selección fue cercano al 17% (ver figura 1).

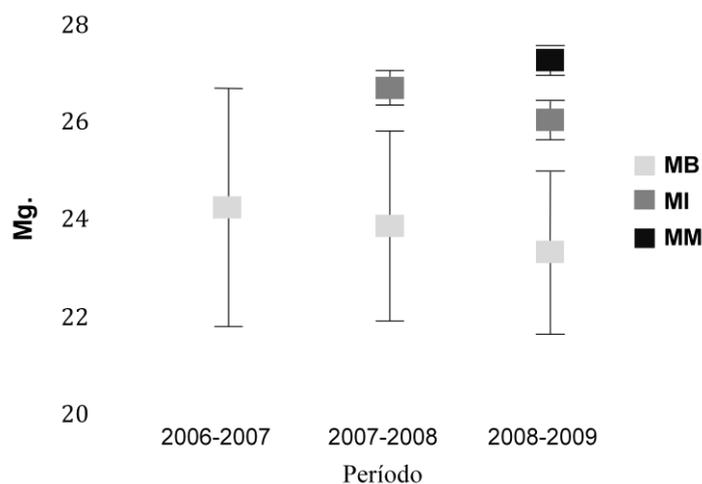


Figura 1. Peso medio de semillas del material base (MB), el material intermedio (MI, obtenido en el primer ciclo) y el material mejorado (MM). Las barras indican D.E. El descenso en el peso de semillas que se observa a lo largo de los años se debe al efecto de la sequía.

El desempeño de las plántulas obtenidas a partir de nuestro material con peso de semilla incrementado fue entonces comparado, en un ensayo de invernadero, con el de plántulas provenientes de semillas de la población base. Los resultados muestran que los valores de porcentaje de germinación y emergencia no difirieron de los de la población base. Sin embargo, las plántulas de nuestro material mejorado podrían lograr una rápida implantación, dadas sus mejores características en cuanto al peso de la

plántula, el número y largo de hojas, altura y longitud total de raíces adventicias a los 28 días de la siembra respecto del material base. Estas características aumentarían el éxito en el establecimiento de las plántulas y consecuentemente contribuirían a lograr una buena implantación de la pastura (Giordano y col Plant Breeding, in press).

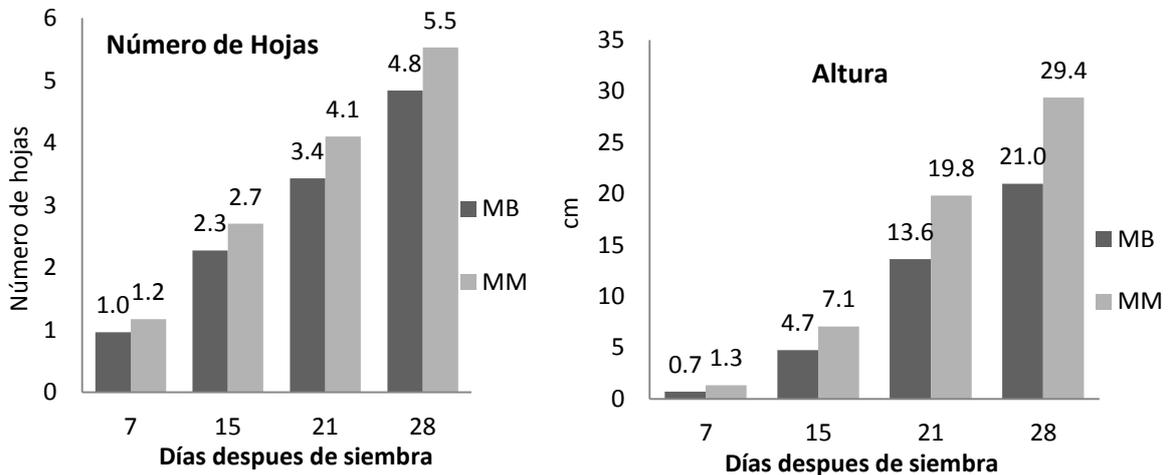


Figura 2. Comparación en incremento en altura y número de hojas entre plántulas obtenidas a partir de semillas del material base (MB) y plántulas de semilla del material mejorado (MM).

Por ejemplo, a los 28 días después de la siembra, las plántulas del material seleccionado evaluadas en invernadero mostraron incrementos significativos del peso de la plántula (58% superior), el largo total de hojas (37%), altura (35%) y número de hojas (17%) (Figuras 2 y 3) respecto de plántulas obtenidas a partir del material base. A su vez, las plántulas del material mejorado lograron aumentar 43% su longitud total de raíces adventicias respecto de las de la población base, siendo ésta una característica estrechamente ligada a la aptitud de implantación de la plántula.

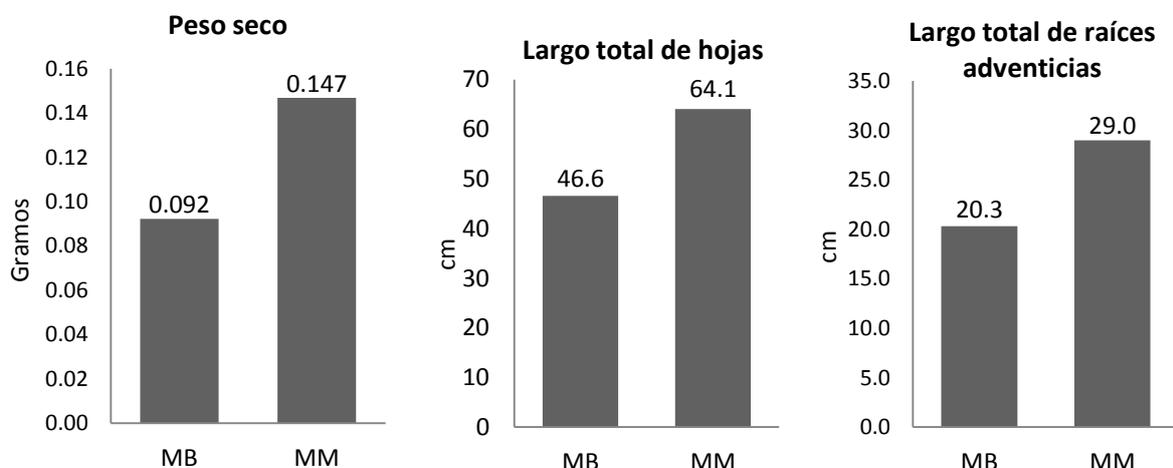


Figura 3. Comparación en peso seco de plántula, largo de raíces adventicias y largo total de hojas a los 28 días después de siembra. Material base (MB) y material mejorado (MM).

Perspectiva

Para el desarrollo de este material se realizó un convenio de vinculación tecnológica entre INTA y Agroempresa Semillas S.A. En el marco de este convenio, se realizan en este momento en la EEA Rafaela, estudios para determinar las características de este material seleccionado, que serán usados posteriormente para inscribir el mismo en el registro nacional de cultivares. Datos preliminares a campo durante el verano de la campaña 2010-2011 mostraron una producción de 7800 kg/ha en un ciclo de 28 días en el mes de enero (400 grados día, en un lote sin limitantes). Este material tuvo valores de proteína en hoja de casi 18% con valores de digestibilidad del 55%. Se propone que este nuevo material sea considerado como una alternativa a la hora de incrementar la oferta forrajera en zonas con restricciones edafo-climáticas.



Vista general de una pastura de
Panicum coloratum var. *makarikariense*

Bibliografía

- ARMANDO, L., A. D. CARRERA, M. A. TOMAS (2013). Collection and morphological characterization of *Panicum coloratum* L. in Argentina. Genetic resources and crop evolution 60: 1737-1747.
- DE LEÓN, M. 2009. Utilización de pasturas megatérmicas. Rev. Braford 25 (61): 66-69.
- GIORDANO, M., M. A. TOMÁS (2009). Recurrent Selection to Change Seed Weight in *Panicum coloratum* var. *makarikariensis*. II Simposio Internacional sobre Melhoramento de Forrageiros, Campo Grande, Brasil., Embrapa.
- HUSSEY, M. A. AND E. C. HOLT (1986). Selection for increased seed weight in kleingrass. Crop Sci 26: 1162-1163.
- MOSER, L. E. (2000). Morphology of germinating and emerging warm-season grass seedlings. Native warm-season grasses: research trends and issues. K. J. Moore and B. E. Anderson. Madison, WI, Crop Science Society of America: 35-47.
- TALEISNIK, E., H. PEREZ, A. CORDOBA, H. MORENO, L. GARCIA SEFFINO, C. ARIAS, K. GRUNBERG, A. BRAVO AND A. ZENOFF (1998). "Salinity effects on the early development stages of *Panicum coloratum*: cultivar differences." Grass and Forage Science 53(3): 270-278.
- TAES (1981). Notice of Release of Verde Kleingrass. T. A. M. U. Texas Agricultural Experiment Station, S. C. S. United States Department of Agriculture and S. a. E. A. A. R. United States Department of Agriculture.
- TOMÁS, A., G. BERONE, M. PISANI, A. RIBOTTA AND E. BIDERBOST (2007). Relación entre peso de semillas, poder germinativo y emergencia de plántulas en clones de *Panicum coloratum* L. 30° Congreso Argentino de Producción Animal, Santiago del Estero.

EVALUACIÓN DE CLONES DE *PANICUM COLORATUM* VAR. *COLORATUM* EN CONDICIONES DE CAMPO E INVERNADERO

Pittaro, G.^{1,2}, Bruno, C.³, Tomas, A.⁴ y Taleisnik, E.^{1,2}

¹IFRGV, CIAP, INTA. Córdoba, Argentina – gabipittaro@gmail.com

²CONICET

³FCA. UNC. Córdoba, Argentina

⁴INTA. Rafaela, Santa Fe Argentina

Introducción.

Panicum coloratum es una gramínea perenne nativa de Sudáfrica, adaptada a una amplia gama de condiciones de suelo y clima, y constituye un buen recurso forrajero para zonas con limitaciones edáficas y climáticas (Armando, *et al.*, 2013). Esta gramínea expresa tolerancia a sequía y heladas, y existe interés en incrementar su tolerancia a la salinidad. Se la ha introducido con éxito en la cuenca del Salado, donde se considera que un 50% de la superficie está ocupada por suelos sódicos y salino-sódicos, de pH alcalino (Scoppa y Di Giacomo, 1985).

Trabajos previos en condiciones controladas de invernadero indicaron que *P. coloratum* presenta variabilidad para crecimiento vegetativo tanto en ausencia como en presencia de salinidad (Pittaro, *et al.*, 2012). Si bien existen trabajos que analizan críticamente la correspondencia entre estudios de tolerancia a la salinidad efectuados bajo condiciones controladas y a campo (Tavakkoli *et al.*, 2012) no encontramos evidencias de trabajos similares efectuados en ausencia de estrés. En este trabajo se analizó, en tales condiciones, la correspondencia de análisis efectuados a campo y en invernadero de variables relacionadas al crecimiento vegetativo, en clones de *Panicum coloratum* var. *coloratum*.

La evaluación conjunta de variables morfológicas y moleculares constituye el primer paso hacia la identificación de materiales contrastantes, necesarios para programas de mejoramiento genético. El análisis de Procrustes generalizado (GPA) puede utilizarse para evaluar correspondencia entre caracterizaciones diversas hechas sobre los mismos materiales, para evaluar su grado de consenso (Bramardi, *et al.*, 2005).

Para evaluar si el análisis de variables de crecimiento, realizado en invernadero, se corresponde con las realizadas a campo, los datos de campo y de invernadero se cotejaron entre sí mediante el uso del análisis de Procrustes generalizado (InfoStat 2008). Se realizó también una caracterización molecular de los materiales para verificar si la variabilidad fenotípica se corresponde con variabilidad genética.

Materiales y Métodos.

Origen del material vegetal. Dieciséis matas de *Panicum coloratum* var. *coloratum* fueron elegidas por permanecer verdes luego de periodos de intensa sequía, y heladas en parcelas ubicadas en la localidad Chascomús. Cada una fue multiplicada vegetativamente en invernadero, generando un grupo de 16 clones que mantuvo la identidad de la mata original. Resultados preliminares, en invernadero, indican que en ellos existe variabilidad para tolerancia a la salinidad (Pittaro, *et al.*, 2011).

1) Caracterización de clones de *P. coloratum* var *coloratum* en invernadero: los clones se cultivaron en un invernadero que cuenta con lámparas de halogenuro, como aporte extra de luz, programadas con fotoperiodo de 16h. El invernadero posee control de temperatura y mantiene una media de 25°C.

La caracterización en invernadero se realizó en cuatro etapas, secuenciales en el tiempo. En cada una de ellas se evaluaron 8 clones. Con los resultados de la primera etapa se identificaron 2 clones de comportamiento contrastante al estrés salino, P4 más susceptible y P15, menos susceptible a la salinidad, respectivamente. Estos fueron incluidos en el resto de las etapas. Para la fenotipificación se seleccionaron esquejes homogéneos. Los mismos se dispusieron en macetas de caño de PVC de 55 mm de diámetro y 330 mm de alto, conteniendo una mezcla de una parte de arena gruesa de río, previamente lavada, y dos partes de perlita. Se realizó 1 riego semanal con 200 ml de solución nutritiva (Hoagland y Arnon, 1950) y el resto de la semana se regaba con volúmenes reducidos de agua. Las cosechas se realizaron aproximadamente a los 600° D, considerando 10° C como temperatura base de la especie (Ferri C. 2006). Se midieron las siguientes variables de crecimiento vegetativo:

a) Hojas y macollos: se contó el número de hojas y macollos dos veces por semana. Luego se calculó la tasa de aparición de los mismos con relación a los grados días. También se contabilizó el n° de hojas y macollos finales.

b) Peso fresco y peso seco: En el momento de la cosecha se separó la parte aérea de la radicular. Se pesó cada parte individualmente, obteniendo el valor de PF. Luego se colocaron en estufa a 70° C durante 3 días hasta que su peso se hizo constante, obteniendo el valor de materia seca.

Normalización de datos. En cada una de las etapas, se relativizaron las variables medidas sobre cada uno de los clones, en relación al valor medio de dicha variable registrada sobre el clon 15, de presencia común en todas las etapas.

2) Ensayo a campo: Los ensayos a campo se realizaron sobre 4 de los 16 clones originales: clones 3, 4, 14 y 16, elegidos en base a su variabilidad en condiciones controladas. Seis matas por clon fueron trasplantadas el 16 de marzo del 2012 siguiendo una distribución al azar, en un lote ubicado en la unidad experimental del CIAP. La separación entre matas fue de 1 m, con bordura de 1.5 m, sembrada con sorgo híbrido Peman.

Se realizaron 4 cortes, el primero fue la última semana de octubre del 2012 (a 228 días del trasplante), el segundo fue la tercera semana de diciembre 2012 (a 272 días del trasplante), el tercero durante la segunda semana de febrero de 2013 (a 325 días del trasplante) y el último la tercera semana de marzo de 2013 (a 367 días del trasplante). En cada uno se evaluaron las siguientes variables:

- a) Peso fresco y seco de láminas foliares (PFh y PSh)
- b) Peso fresco y seco de tallo y pseudotallos (PFt y PSt),
- c) Razón de peso foliar (RPF): Peso de hojas secas/ (Peso seco de hojas+ tallos),
- d) Altura de mata,
- f) Área foliar específica (AFE), Peso de láminas de superficie conocida, con este dato se calculó el área foliar total

Algunas de estas variables fueron analizadas por corte, otras como la sumatoria de los cuatro cortes (esto se especificado en resultados).

3) Caracterización molecular de *P. coloratum* var *coloratum*. Los clones se caracterizaron genotípicamente mediante análisis de marcadores moleculares de tipo ISSR. Para la extracción de ADN se siguió el protocolo el CTAB usando detergente SDS, descrito en Assefa *et al.*, 2003.

Se utilizaron 10 primers. Las amplificaciones (PCR) se realizaron en un Termociclador LongGene Scientific Instruments Co., Ltd. L series Thermal Cycler, Model MGL96G (Versión 2.0). Para la reacción de amplificación se usó 25 µl volumen en 20 ng de DNA. El programa siguió la siguiente temperatura, una desnaturalización inicial de 94°C por 1 min y 30" y un paso final a 72° por 5min; con 39 ciclos intermedios a 94°C por 40s; 52°C por 45s y a 72°C por 1 min y 30s.

Los productos de amplificación fueron separados por electroforesis a 80V por 90', en geles de agarosa al 1,5% (w/v) en una solución amortiguadora de TBE 0.5 X (y teñidos con una solución de bromuro de etidio (0.5 µg/mL⁻¹). En cada gel se corrió un marcador de peso molecular Ladder 100 pb, PB-L Productos Bio-Lógicos. Los geles fueron visualizados con el transiluminador citado anteriormente. Los perfiles de ISSR fueron registrados para cada individuo como caracteres discretos (presencia o ausencia del producto amplificado). Los patrones de bandas fueron analizados con lectura, a través de esto se obtuvieron las matrices de presencia y ausencia de bandas.

Análisis de datos: Los datos se procesaron por medio del software estadístico Infostat (InfoStat, 2008), se usaron análisis uni y multivariados. Entre ellos análisis de varianza, de Componentes Principales, Conglomerados y Procrustes generalizados

Resultados.

1) Caracterización de clones de *P. coloratum* var *coloratum* en invernadero.

En primer lugar, se evaluó si existían diferencias significativas entre clones en las variables que caracterizan el crecimiento vegetativo.

Cuadro 1. Probabilidad (*p*) de que los Clones 3, 4, 14 y 16, sean iguales entre sí, en condiciones de invernadero, para las siguientes variables: Peso seco total (PST), Peso seco aéreo (PSE), Número de macollos (NM), número de hojas (NH), Tasa de crecimiento relativo (TCR), Tasa de Aparición de hojas y macollos GD (TAHGD y TAMGD) y Número de hojas (NH).

Criterio de clasificación	Variables					
	PST	PSA	NM	TAH GD	TAM GD	NH
Clones	<0.0001	<0.0001	0.0109	0.0007	0.1784	0.0001

Las variables Peso Seco Total, Peso Seco aéreo, Número de Macollos, T. de Aparición de Hojas GD y Número de Hojas permitieron diferenciar estadísticamente los clones entre sí. Con todas las variables se realizó un Análisis de Conglomerados (Figura 1).

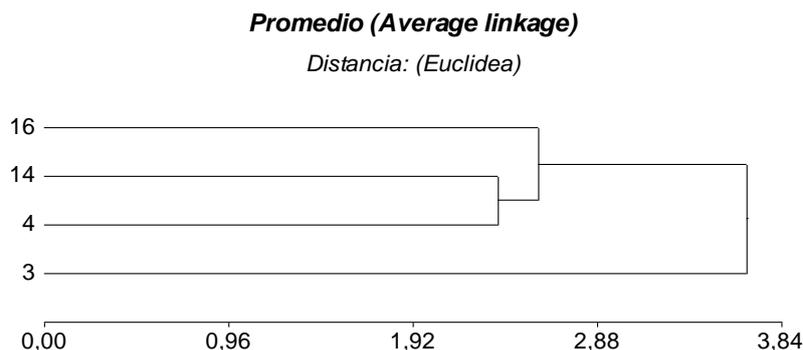


Figura 1. Dendrograma resultante del análisis multivariado de conglomerados. Se analizaron los clones de *P. coloratum* 3, 4, 14 y 16, en invernadero para las variables de Peso seco aéreo, Número de hojas, Número de macollos, T. de aparición de hojas y macollos GD. El dendrograma se generó utilizando distancia euclídea y el método promedio. Correlación cofenética= 0,949.

De acuerdo a estos resultados, los materiales evaluados se distinguieron en dos grupos fenotípicamente diferentes Grupo 1: P14, P4 y P16; Grupo 2: P3.

2) Ensayo a campo:

El ensayo a campo constaba de varias matas por clon, consideradas aquí repeticiones, por lo que, en primer lugar, se evaluó si existían diferencias significativas entre las repeticiones por clon, para cada una de las variables de crecimiento vegetativo cuantificadas. En los clones 3 y 16 se detectaron diferencias significativas entre las repeticiones para las variables en estudio (Cuadro 2).

Cuadro 2. Probabilidad (*p*) de que las repeticiones de los Clones 3, 4, 14 y 16, en condiciones de campo, sean iguales entre sí, para las variables de Peso seco de lámina (PSHt), Razón de peso foliar (RPF), Altura de la mata, Área foliar específica (AFE) y Peso seco total (PSTt).

Clones	Variables				
	PSHt	RPF	Altura	AFE	PST
MATERIAL 3	<0.0001	0.8359	0.1892	0.1346	0.0003
MATERIAL 4	0.1252	0.768	0.9273	0.3465	0.2834
MATERIAL 14	0.1295	0.4136	0.386	0.2648	0.0651
MATERIAL 16	0.0001	0.8359	0.1892	0.1346	0.0003

En base a este resultado, se eliminaron del análisis las repeticiones que originaban estas diferencias, para el caso del material 3 se eliminaron tres de sus repeticiones, y para el material 16 dos. Las eliminaciones correspondieron a matas que habían sufrido accidentalmente una pasada de rastra. Habiendo realizado tal ajuste, se puede observar que solamente la variable razón de peso foliar fue diferente entre materiales (Cuadro 3), y sus medias se muestran en la Figura 2, donde puede verse que los materiales 14 y 4 son los que tienen los valores mayores, y menores de este parámetro, respectivamente.

Cuadro 3. Probabilidad (p) de que los Clones 3, 4, 14 y 16, sean iguales entre sí, en condiciones de campo, para las variables siguientes: Sumatoria de Peso seco total de los 4 cortes (PSTt), Sumatoria de Peso seco aéreo de los 4 cortes (PSHt), promedio de RPF Altura y AFE en los cuatro cortes.

Clones	Variables				
	Altura	AFE	PSTt	RPF	PSHt
Material	0,0896	0,2849	0,1565	<0,0001	0,9695

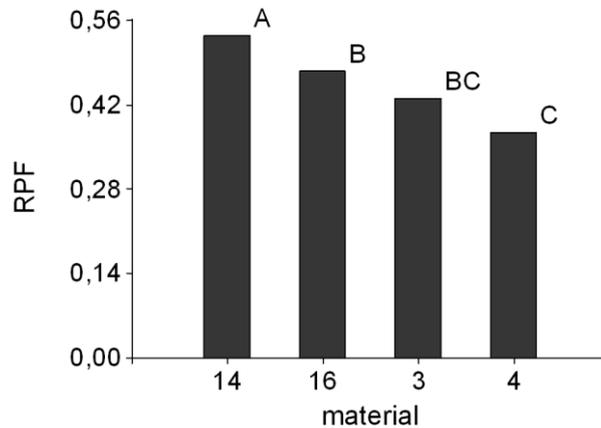


Figura 2. Razón de peso foliar (RPF) para los distintos clones, en condiciones de campo. Las letras indican diferencias significativas de acuerdo a test de Fisher $p < 0.05$.

Se agruparon los clones a través de un análisis de conglomerados, de acuerdo al conjunto de las siguientes variables: Peso seco total de los 4 cortes (PSTt), Peso seco aéreo de los 4 cortes (PSEt), promedio de RPF, Altura y AFE (área foliar específica). (Figura 3).

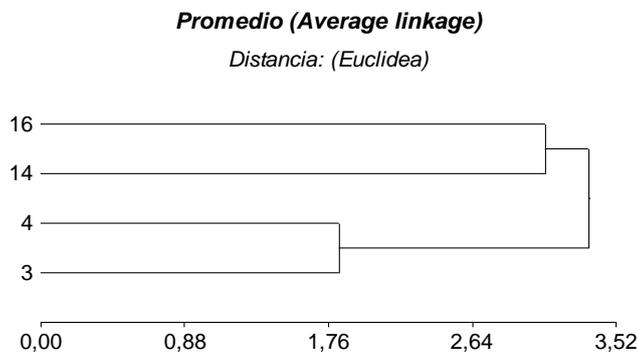


Figura 3. Dendrograma resultante del análisis de conglomerados uso el método de Encadenamiento promedio (average linkage) y la distancia Euclídea. Correlación cofenética= 0,933. Para los clones 3, 4, 14 y 16 de *Panicum coloratum*, en condiciones de campo. Con las variables de Peso seco lamina (PSH), Peso seco total (PST), RPF, AFE y Altura.

De acuerdo a estos resultados, los materiales evaluados se distinguieron en dos grupos diferentes **Grupo 1: P3 y P4; Grupo 2: P16 y 14.**

3) Caracterización molecular de los clones de *Panicum coloratum* var *coloratum*.

La caracterización molecular permitió agrupar los clones descriptos por un conjunto primer usados de los marcadores ISSR (Figura 4).

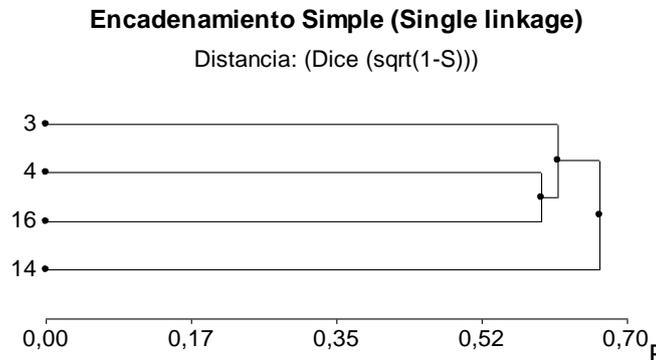


Figura 4. Dendrograma resultante del análisis de conglomerados utilizando la distancia basada en el índice de similitud de Dice y método de encadenamiento simple, Correlación cofenética= 0,83. Para los clones de *P. coloratum* revelado (expuesto) por marcadores moleculares de tipo ISSR.

De acuerdo a estos resultados, los materiales evaluados se distinguieron en dos grupos genotípicamente diferentes Grupo 1: P4, P16 y P3 y Grupo: P14.

4) Consenso entre los distintos agrupamientos analizados.

Para evaluar la asociación entre los resultados obtenidos a campo e invernadero, se procedió realizar Análisis de Procrustes generalizados (APG). Para ello se usaron las variables sintéticas generadas por Análisis de Componentes Principales en las distintas caracterizaciones.

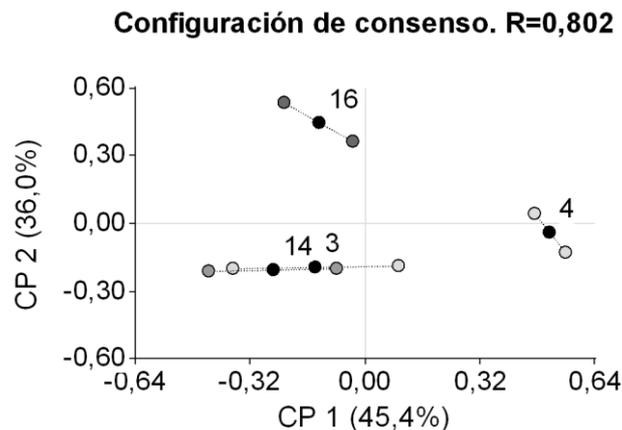


Figura 5. Configuración de consenso del Análisis de Procrustes Generalizado, para datos de crecimiento vegetativo en invernadero y a campo. De los 4 clones evaluados. **Consenso R=0.802**

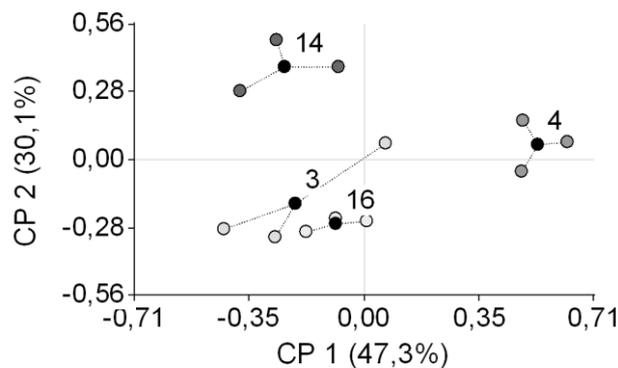
Configuración de consenso. $R=0,845$ 

Figura 6. Configuración de consenso del Análisis de Procrustes Generalizado, para datos de crecimiento vegetativo a campo, invernadero y datos moleculares, para 4 clones de *P. coloratum*. **Consenso $R=0,845$**

Las configuraciones evaluadas, mostraron una correlación de fuerte, obteniéndose un nivel de consenso superior al 0,8, aunque este consenso varió de acuerdo a la caracterización que se tuvo en cuenta. La correspondencia fue mayor, cuando se usaron las tres configuraciones en el mismo análisis, que si se usaran dos de ellas.

Discusión y conclusión.

El agrupamiento de los materiales en función de los marcadores ISSR puso de manifiesto que existe variabilidad genética entre los clones.

Tavakkoli *et al.*, 2012, consideran que la caracterización en condiciones controladas en base a sistemas de hidroponía, no siempre son congruentes con los resultados a campo. Bramardi *et al.*, 2005 concluye que un único patrón de asociación entre las muestras suele no ser suficiente y hace hincapié en la importancia de estudiar diferentes descriptores de forma conjunta para conseguir una mejor descripción e interpretación de la diversidad genética.

Clones de *P. coloratum* utilizados en este estudio con variabilidad para crecimiento vegetativo, mostraron un elevado consenso (figuras 5 y 6) para distintas caracterizaciones (campo e invernadero). Esto permitiría predecir el comportamiento de los clones a campo a partir de evaluaciones realizadas en invernadero. Sin embargo consideramos importante tener en cuenta que las caracterizaciones (en el campo y en invernadero) se refirieron a distintas etapas de crecimiento y desarrollo de estos clones, además el número de repeticiones usado por clon a campo podría ser considerado insuficiente dada la gran variabilidad de la especie, sin embargo el alto consenso encontrado vislumbra y evidencia la existencia de una alta correlación de lo que ocurre en invernadero respecto al comportamiento del crecimiento vegetativo en el campo.

Bibliografía.

- ARMANDO, L. V. CARRERA A. D. TOMAS, M. A. 2013. Collection and morphological characterization of *Panicum coloratum* L. in Argentina. Genetic Resources and Crop Evolution. 60, (5): 1737-1747.
- ASSEFA, K. MERKER, A. TEFERA, H. 2003. Inter simple sequence repeat (ISSR) analysis of genetic diversity in tef [*Eragrostis tef* (Zucc.) Trotter]. Hereditas 139: 174–183.
- BRAMARDI, S. J. BERNET, G. P. ASÍNS, M. J. CARBONELL, E. A. 2005. Simultaneous agronomic and molecular characterization of genotypes via the Generalised Procrustes Analysis: an application to cucumber. Crop Science 45: 1603–1609.
- FERRI, C. M. BRIZUELA, M. A. CID, M. S. STRITZLER, N. P. 2006. Dinámica de acumulación de láminas foliares y estructura del forraje diferido de *Panicum coloratum* L. Agricultura Técnica (Chile) 66(4):376-384.
- GARCÍA, M. V. BALATTI, P. A. ARTURI, M. J. 2007. Genetic variability in natural populations of *Paspalum dilatatum* Poir. analyzed by means of morphological traits and molecular markers. Genetic Resources and Crop Evolution 54: 935-946.
- HOAGLAND, D.R. AND ARNON, D.I. 1950. The water-culture method for growing plants without soil. California Agricultural Experiment Station Circular 347:1-3.
- INFOSTAT. Versión 2008, Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.
- PITTARO, M. G. TALEISNIK E. TÓMAS A. 2011. Phenotypic characterization of *Panicum coloratum* var *coloratum* for salt tolerance. BIOCELL 35 (3): A191- A306.
- PITTARO, M. G. TALEISNIK E. TOMAS A. BRUNO C. 2012. Fenotipificación para tolerancia a la salinidad *Panicum coloratum* var *coloratum*. Jornadas Latinoamericanas de Recursos Genéticos, Mejoramiento y Biotecnología de Especies Forrajeras. UNNOBA. p63.
- SCOPPA, C.O. DI GIÁCOMO, R.M.S. 1985. Distribución y características de los suelos salinos y/o alcalinos en la Argentina. IDIA 437-440, 49-77.
- TAVAKKOLI, E. FATEHI, F. RENGASAMY P. MCDONALD, G. K. 2012. A comparison of hydroponic and soil-based screening methods to identify salt tolerance in the field in barley. Journal of Experimental Botany, Vol. 63: No. 10. 3853–3868.