

# Producción de biomasa y respuesta a la fertilización de especies forrajeras subtropicales cultivadas en La Pampa deprimida bonaerense

PESQUEIRA, J.<sup>1</sup>; HUARTE, H.R.<sup>2</sup>; GARCÍA, M.D.<sup>1</sup>

## RESUMEN

La producción estival de biomasa forrajera de La Pampa deprimida bonaerense resulta muchas veces deficitaria para la alimentación del ganado. Una alternativa para incrementarla es cultivar especies perennes de origen subtropical. Algunas de estas especies, además de producir cantidades importantes de biomasa, han mostrado buena adaptación a condiciones ambientales similares a las de esta área. A pesar de tratarse de especies perennes, los estudios realizados hasta ahora en la zona generalmente abarcan solo los dos primeros años de crecimiento del cultivo. Por lo tanto, los objetivos de este estudio fueron evaluar: i) la productividad de especies forrajeras perennes subtropicales en comparación con la del pastizal natural por un periodo de 5 años desde la implantación del cultivo y ii) evaluar el efecto de la fertilización nitrogenada sobre la producción de biomasa de las especies subtropicales en la zona. Las especies estudiadas fueron *Panicum coloratum* cv. Klein Verde; *Chloris gayana* cvs. Finecut y Topcut y *Setaria sphacelata* cv. Narok. El experimento se condujo en la localidad de Verónica (Punta Indio, Bs. As.), perteneciente a la región de La Pampa deprimida bonaerense. La producción de biomasa seca aérea (BSA) de las especies subtropicales superó la del pastizal natural, comparando igual periodo de crecimiento. La fertilización nitrogenada incrementó la producción de BSA. Hasta el tercer ciclo de crecimiento hubo una buena recuperación de las plantas luego de los periodos invernales. Sin embargo, los cultivos de *C. gayana* y *S. sphacelata* no rebrotaron durante la primavera del cuarto ciclo de crecimiento. En cambio, *P. coloratum* continúa en producción luego de 5 años de la implantación del cultivo. Los datos obtenidos destacan que: i) las especies subtropicales incrementaron la productividad estival con relación al pastizal natural en La Pampa deprimida bonaerense, ii) la fertilización nitrogenada es una herramienta útil para incrementar la producción de biomasa y iii) es necesario incrementar el conocimiento sobre los factores que afectan la perennidad de las especies subtropicales en esta zona.

**Palabras clave:** especies subtropicales, biomasa aérea, fertilización nitrogenada, Pampa deprimida.

## ABSTRACT

*Summer forage biomass production of Buenos Aires flooding Pampa is often deficient for livestock feeding. An alternative to increase it is the culture of subtropical perennial species. Some of them produce large amounts of biomass, and have also shown good adaptation to environmental conditions similar to that of the area.*

<sup>1</sup>Cátedra de Fisiología Vegetal, FCA, UNLZ, Ruta 4 km 2, 1836 Llavallol, Bs. As., Argentina.

Correo electrónico: julietapesqueira@gmail.com mariadinagarcia@gmail.com

<sup>2</sup>Cátedra de Producción y Utilización de Forrajes, FCA, UCA, Capitán General Ramón Freire 183, CABA, Argentina.

Correo electrónico: robertohuarte@uca.edu.ar

Despite being perennial species, studies performed so far in the area generally cover only the first two years of crop growth. Therefore, the objectives of this study were: i) to evaluate the productivity of subtropical perennial forage-species compared to that of the natural grassland during five years after crop implantation and ii) to evaluate the effect of nitrogen fertilization on the biomass production of the subtropical species in the area. The evaluated species were *Panicum coloratum* cv. Klein Verde; *Chloris gayana* cvs. Finecut and Topcut and *Setaria sphacelata* cv. Narok. The experiment was conducted in Veronica (Punta Indio, Buenos Aires), which belongs to the region of Buenos Aires flooding Pampa. Dry aerial biomass (DAB) of the subtropical species exceeded that of the natural grassland, during the same period of growth. Nitrogen fertilization increased aerial dry biomass production. Until the third growth cycle, there was a good recovery of the plants after winter periods. However, *C. gayana* and *S. sphacelata* did not resume growth during the spring of the fourth growth cycle. Instead, *P. coloratum* continues in production five years after the implantation. The data highlighted that: i) subtropical species produced more than the natural grassland during summer in Buenos Aires flooding Pampa; ii) nitrogen fertilization is a useful tool to increase biomass production and iii) it is necessary to increase knowledge about factors affecting subtropical forage perpetuity in this region.

**Keywords:** Subtropical species, Aerial biomass, Nitrogen fertilization, Flooding Pampa.

## INTRODUCCIÓN

La región de La Pampa deprimida bonaerense abarca 9,5 millones de hectáreas y se caracteriza por tener un relieve llano con sistemas fluviales poco desarrollados (Tricart, 1973). El clima de la región es templado subhúmedo y, aunque las lluvias se distribuyen a lo largo de todo el año, es característico el déficit en verano y el exceso en invierno (Damario y Pascale, 1988). Lo mencionado anteriormente, sumado al drenaje lento, determina que la alternancia de periodos de anegamiento y de sequía sea frecuente. La vegetación originaria de esta zona está compuesta por un pastizal, cuya diversidad florística está asociada con la heterogeneidad geomorfológica y edafológica de la región (Batista *et al.*, 2005). En esta zona, la cría bovina de carácter extensivo es una de las actividades económicas más trascendentes, por lo tanto la utilización del pastizal natural es un recurso clave en la alimentación del rodeo. Sin embargo, la producción estival del pastizal a menudo es insuficiente para alcanzar los requerimientos del rodeo, particularmente en aquellos sistemas de alta producción. En paralelo, el constante avance de la agricultura ha relegado a la ganadería hacia ambientes menos productivos, lo cual incrementa el déficit señalado (Carballo *et al.*, 2004). Una alternativa para considerar para revertir esta situación es el reemplazo de los pastizales naturales, muchas veces degradados, por especies forrajeras tolerantes a las condiciones ambientales descritas y potencialmente más productivas. Dentro de las especies con posibilidades de uso en esta zona, y específicamente con producción estival, se encuentran algunas poáceas perennes con metabolismo  $C_4$  tales como *Panicum coloratum* (L.) o “mijo perenne”, *Chloris gayana* (Kunth) o “grama rhodes” y *Setaria sphacelata* (Schumach.) o “setaria”. Estas especies reúnen, en diferente medida, características que las hacen interesantes para su cultivo en la zona, especialmente por la producción de biomasa de buen valor nutritivo (Stritzler,

2008; Aiken, 1997; Nivyobizi *et al.*, 2010), la tolerancia a la sequía (Ghannoum, 2009; Ponsens *et al.*, 2010) y a la salinidad (Taleisnik *et al.*, 1998; Ribotta *et al.*, 2013; Russell, 1976); al anegamiento (Imaz *et al.*, 2012; Imaz *et al.*, 2015; Hacker y Jones, 1969); a la alcalinidad (Pengelly *et al.*, 2006; Bui, 2013); y a la tolerancia moderada a las heladas (Jones, 1969; Bogdan, 1969; Lambert *et al.*, 1973; Lodge *et al.*, 2010). Sin embargo, la tolerancia a las condiciones ambientales anteriormente señaladas no está suficientemente documentada para climas templados, no habituales para el crecimiento de este grupo de especies. Existen antecedentes que destacan el potencial de algunas especies subtropicales para mejorar la producción estival de La Pampa deprimida bonaerense. Sin embargo, estos antecedentes se circunscriben a la etapa de establecimiento (Pérez *et al.*, 2007; Borrajo *et al.*, 2014), al primer/segundo año de producción (Otondo, 2011) y a la evolución de la densidad de matas de *C. gayana* y *P. coloratum* hasta un cuarto periodo (Otondo *et al.*, 2013). Solamente Pérez *et al.* (2007) comparan la productividad de *C. gayana* y *P. coloratum* con la del pastizal natural. Por lo tanto, la información disponible es aún insuficiente al momento de considerar el replazo del pastizal natural y de decidir cuál de las especies subtropicales es la que mejor se adapta a la región. En función de los antecedentes descriptos, los objetivos del presente trabajo fueron comparar la productividad de especies subtropicales con la del pastizal natural por un periodo de 5 años y evaluar el efecto de la fertilización nitrogenada sobre la producción de biomasa de estas especies.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Material vegetal

Las semillas de *P. coloratum* cv. Klein Verde; *C. gayana* cvs. Finecut y Topcut y *S. sphacelata* cv. Narok estaban

peleteadas y fueron cedidas por Oscar Peman y Asociados S. A. (Jesús María, Córdoba).

### Sitio experimental

El experimento se realizó en el Centro de Estudios Jorge Gándara (Universidad Católica Argentina) (35° 27' S, 57° 22' O), ubicado en Verónica, partido de Punta Indio, perteneciente a la zona de la Cuenca del Salado, en la región de La Pampa deprimida bonaerense.

### Condiciones de cultivo

La siembra se realizó sobre un suelo de uso ganadero intenso, clausurado durante los ocho meses previos al inicio del experimento. La preparación del suelo consistió en una pasada de rastra doble acción y varias pasadas de rotocultivador. La siembra se realizó a mano el 4/12/2009, a 0,3 m de distancia entre hileras y con una densidad de semillas de 4 kg ha<sup>-1</sup> (Jauregui, 2011). Dicha densidad se encuentra dentro del rango recomendado en <http://www.tropicalforages.info/key/Forages/Media/Html>.

La unidad experimental fue de 19 m<sup>2</sup> y el diseño consistió en un DCA con parcelas divididas y tres repeticiones. El pastizal natural (en adelante llamado pastizal) se utilizó como testigo. Las especies predominantes observadas en el área seleccionada para el experimento fueron *Cynodon dactylon*, *Sida rhombifolia*, *Solanum glaucophyllum* y *Carduus acanthoides*. En un área vecina, no accesible al ganado, las especies predominantes incluyeron además *Bromus catarthicus*, *Lolium multiflorum*, *Cirsium vulgare*,

*Cynara cardunculus* y *Paspalum dilatatum*. Estas diferencias denotan la degradación presente en el área de estudio. Luego del primer corte de biomasa aérea de cada año se fertilizó la mitad de cada parcela experimental con urea granulada para obtener una dosis de nitrógeno de 75 kg ha<sup>-1</sup>. El fertilizante se aplicó a  $\approx 5$  cm de la línea de siembra y  $\approx 1$  cm de profundidad. En ambos sitios las malezas se controlaron en preemergencia con glifosato al 2% v/v y en posemergencia por métodos mecánicos.

La tabla 1 resume las características edáficas y la tabla 2 muestra la precipitación acumulada y las temperaturas medias de los periodos de crecimiento de las especies evaluadas.

### Cosecha de biomasa aérea

Las cosechas de biomasa aérea se realizaron sobre un metro lineal contemplando la mitad del ancho de cada entresurco; de esta manera las áreas de corte consideradas fueron de 0,3 m<sup>2</sup>. Las superficies se eligieron al azar dentro de cada parcela y se demarcaron para los cortes subsecuentes. En la misma superficie se realizó el recuento de macollos. La cosecha de biomasa se realizó cada vez que el cultivo alcanzó una altura de 0,6 m, dejando 0,2 m y 0,1 m de altura foliar remanente para el cultivo y el pastizal, respectivamente. Durante cada ciclo de crecimiento, comprendido desde octubre a marzo, se realizaron 3 cortes. El material cortado se secó en estufa a 60 °C hasta peso constante. La altura foliar del resto de la parcela se emparejó con una motoguadaña luego de cada corte.

### Análisis de datos

Los datos se analizaron mediante ANVA y el test de comparación de medias de Tukey ( $\alpha$ : 0,05) agrupados de la siguiente manera: i) un factorial 5 (material vegetal) x 3 (año) para comparar la producción de las especies implantadas con el pastizal natural (testigo), ii) un factorial 4 (especie) x 3 (año) x 2 (fertilización) para evaluar el efecto de la fertilización sobre la producción de biomasa de las especies implantadas, iii) un factorial 4 (especie) x 2 (año) x 2 (fertilización) para evaluar la densidad de macollos de las especies implantadas y iv) un factorial 5 (año) x 2 (fertilización) para evaluar la evolución de la producción de biomasa y el efecto de la fertilización durante 5 años en *P. coloratum*.

## RESULTADOS

### Producción de biomasa seca aérea

La evolución de la producción de BSA durante los 3 primeros ciclos de crecimiento mostró una interacción significativa entre los factores año y material vegetal ( $p=0,0009$ ). Ambos cultivares de *C. gayana* y el pastizal natural incrementaron la producción el tercer ciclo de crecimiento, mientras que la producción de *P. coloratum* y *S. sphacelata* se mantuvo constante.

Durante el primer ciclo de crecimiento (2009-2010), la producción de BSA de *S. sphacelata* y *C. gayana* cv. Fine-

pH	6,1
CE (dS m <sup>-1</sup> )	0,27
Materia orgánica (%)	5,1
Fósforo extractable (ppm)	11,2

**Tabla 1.** Características edáficas del sitio en evaluación. Las muestras se tomaron a una profundidad de 0-0,2 m.

Ciclo de crecimiento	Parámetros	
	PA (mm)	TM (°C)
Primero (2009/2010)	826,6	20,1
Segundo (2010/2011)	344	20,6
Tercero (2011/2012)	739,9	20,9
Cuarto (2012/2013)	694	20,2
Quinto (2013/2014)	648	20

**Tabla 2.** Precipitación acumulada (PA) y temperatura media (TM) durante los periodos de crecimiento evaluados (octubre/marzo).

Fuente: Servicio Meteorológico Nacional para Punta Indio (Verónica).

cut superaron la del pastizal en 3.833 y 3.323 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente; sin embargo, la producción de *P. coloratum* no difirió de la del pastizal ( $p=0,0011$ ). En el segundo ciclo de crecimiento (2010-2011), *S. sphacelata* y ambos cultivares de *C. gayana* superaron la producción del pastizal; no así *P. coloratum*, cuya producción resultó intermedia, sin diferir del pastizal ni de *C. gayana* ( $p=0,0006$ ). Durante el tercer ciclo de crecimiento (2011-2012), la producción de *S. sphacelata* y ambos cultivares de *C. gayana*, en promedio, duplicaron la del pastizal, mientras que *P. coloratum* produjo 1.416 kg ha<sup>-1</sup> menos que el mismo ( $p<0,0001$ ) (figura 1). A pesar de la baja producción de BSA de *P. coloratum* durante los primeros ciclos de crecimiento, comparada con la de las otras especies, los datos de densidad de macollos indican un buen establecimiento de la pastura (tabla 3).

### Densidad de macollos

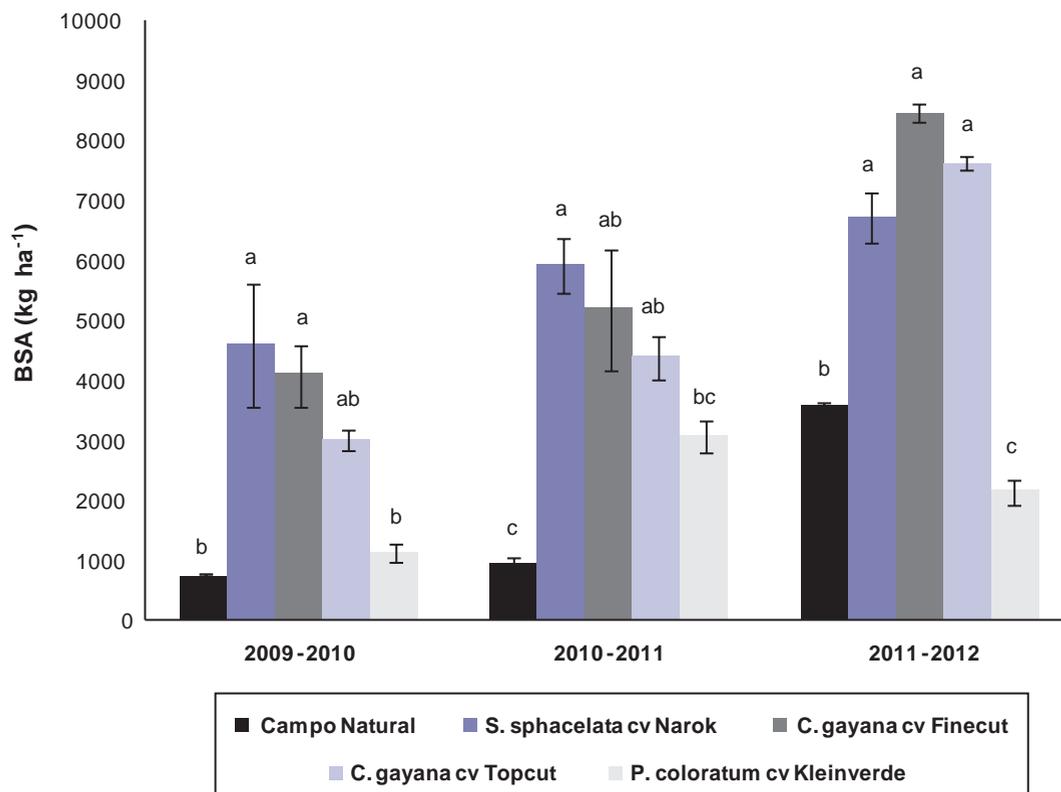
Durante los dos primeros ciclos de crecimiento no se detectó interacción significativa entre los factores especie, fertilización y año ( $p=0,6719$ ). El agregado de 75 kg ha<sup>-1</sup> de urea incrementó la densidad de macollos un 20% con respecto al control, independientemente de la especie y del año; y el segundo ciclo de crecimiento la densidad de macollos aumentó un 23% (tabla 3).

### Efecto de la fertilización nitrogenada sobre la producción de BSA

La fertilización indujo el incremento de la BSA durante el primer ( $p=0,0321$ ) y segundo ( $p=0,0002$ ) ciclo de crecimiento (43,8% y 49,6%, respectivamente) (tabla 4). La interacción entre especie y fertilización no fue significativa para la BSA en el primer ciclo de crecimiento ( $p=0,5518$ ) ni en el segundo ( $p=0,1860$ ). A partir del tercer ciclo de crecimiento, dicha interacción fue significativa ( $p=0,0005$ ); la fertilización indujo incrementos de la BSA de *C. gayana* cv. Topcut y Finecut del 64% y 67,5%, respectivamente, pero no afectó la BSA de *P. coloratum* ni de *S. sphacelata* (tabla 4).

### Evolución de la producción de *P. coloratum* durante 5 años

Si bien *P. coloratum* mostró la menor BSA desde el primer hasta el tercer ciclo de crecimiento, esta fue la única especie que rebrotó durante el cuarto ciclo de crecimiento y pudo ser evaluada durante 5 periodos consecutivos (figura 2). La interacción entre año y fertilización fue significativa para la producción de BSA ( $p=0,0119$ ) de esta especie. La fertilización nitrogenada no



**Figura 1.** Producción de BSA de las especies forrajeras subtropicales y del pastizal natural en Verónica, Buenos Aires. Los datos son promedio de tres repeticiones y las barras representan el error estándar de la media. Dentro de cada ciclo de crecimiento, medias con una letra común no son significativamente diferentes (Tukey,  $p \leq 0,05$ ).

		Macollos m <sup>-2</sup>	
Especie	Tratamiento	2009-2010	2010-2011
<i>C. gayana</i> cv Finecut	Control	176,3 ± 1,5	176,3 ± 1,3
	Fertilizado	197,0 ± 2,9	198,3 ± 0,9
<i>C. gayana</i> cv Topcut	Control	179,0 ± 4,0	174,3 ± 1,3
	Fertilizado	215,5 ± 2,5	213,0 ± 2,0
<i>P. coloratum</i> cv Kleinverde	Control	131,0 ± 15,7	217,3 ± 21,2
	Fertilizado	178,0 ± 12,0	272,3 ± 23,2
<i>S. sphacelata</i> cv Narok	Control	166,0 ± 2,7	223,7 ± 20,2
	Fertilizado	180,7 ± 16,7	279,0 ± 18,7
Interacción especie * tratamiento * año		p= 0,6719	
Especie		p= 0,0626	
Fertilización		p= <0,0001*	
Año		p= <0,0001*	

**Tabla 3.** Efecto de la fertilización nitrogenada (urea) sobre la densidad de macollos durante el primer y segundo ciclo de crecimiento. Los datos son promedio de tres repeticiones ± el error estándar de la media. \* indica diferencia significativa (Tukey, p≤0,05).

		BSA (kg ha <sup>-1</sup> )			
Especie	Tratamiento	2009-2010	2010-2011	2011-2012	
<i>C. gayana</i> cv Finecut	Control	4.061,3 ± 522,5	5.166,4 ± 1012,3	8.447,3 ± 157,2	b
	Fertilizado	6.468,6 ± 988,1	8.086,8 ± 722,8	14.144,3 ± 251,0	c
<i>C. gayana</i> cv Topcut	Control	2.991,6 ± 154,4	4.360,4 ± 370,6	7.599,8 ± 118,6	b
	Fertilizado	5.046,8 ± 1464,8	7.949,3 ± 1070,9	12.436,9 ± 334,8	c
<i>P. coloratum</i> cv Kleinverde	Control	1.102,5 ± 151,3	3.042,8 ± 266,7	2.132,2 ± 206,2	a
	Fertilizado	1.913,0 ± 410,0	3.755,2 ± 393,8	3.441,8 ± 324,2	a
<i>S. sphacelata</i> cv Narok	Control	4.570,3 ± 1010,2	5.899,6 ± 467,0	6.690,9 ± 426,0	b
	Fertilizado	4.871,2 ± 1477,9	7.839,8 ± 573,7	7.834,7 ± 407,1	b
Especie		p= 0,0023 *	p= 0,0004 *	p< 0,0001 *	
Tratamiento		p= 0,0321 *	p= 0,0002 *	p< 0,0001 *	
Especie x Tratamiento		p= 0,5518	p= 0,1860	p= 0,0005 *	

**Tabla 4.** Efecto de la fertilización nitrogenada (urea) sobre la producción de BSA de las especies subtropicales durante los primeros tres ciclos de crecimiento en Verónica, Buenos Aires. Los datos son promedio de tres repeticiones ± el error estándar de la media. Dentro de cada ciclo de crecimiento (columnas), medias con una letra común no son significativamente diferentes (Tukey, p≤0,05).

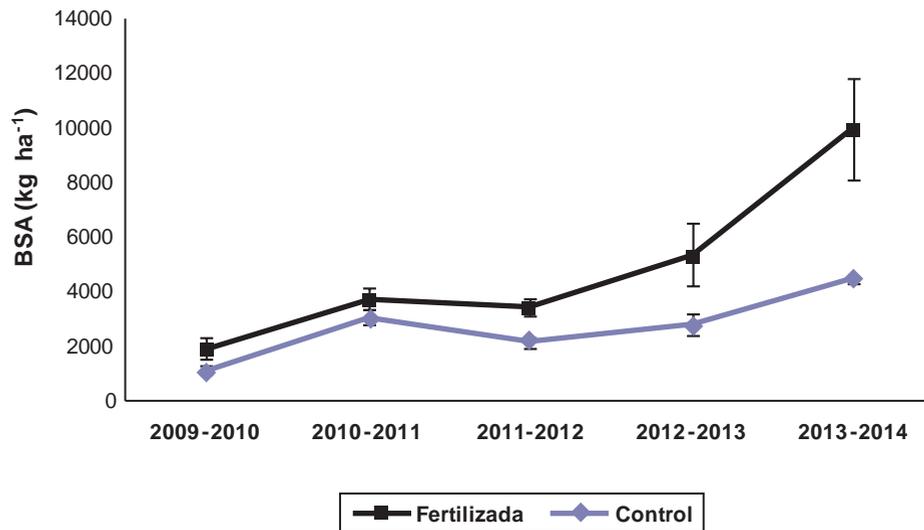
\*indica diferencia significativa

incrementó la BSA desde el año de implantación hasta el cuarto ciclo de crecimiento, en cambio, indujo un aumento del 125% durante el quinto ciclo de crecimiento (figura 2).

## DISCUSIÓN

La producción del pastizal natural observada coincide con lo informado por Hidalgo y Cauhepé (1991), Batista *et al.* (2005) y Donzelli *et al.* (2013). Las producciones de las especies subtropicales se encuentran dentro de los rangos

publicados por INTA (2014) para zonas del subtrópico y semiárido central de la Argentina. Pérez *et al.* (2007) informaron que el promedio de las producciones de *C. gayana* y *P. coloratum* casi duplicó la producción del pastizal natural para el año de implantación en la Cuenca del Salado. En cambio, el promedio de producción de las especies evaluadas en este trabajo superó 4,3 veces la producción del pastizal durante el año de implantación (figura 1). Sin embargo, el tercer año después de la siembra la diferencia disminuyó debido a la recuperación del pastizal natural que



**Figura 2.** Efecto de la fertilización nitrogenada (urea) sobre la producción de BSA de *P. coloratum* cv. Klein Verde durante 5 ciclos de crecimiento en Verónica, Buenos Aires. Los datos son promedio de tres repeticiones y las barras representan el error estándar de la media.

se encontraba muy degradado al momento de la siembra. A pesar de la baja producción de BSA de *P. coloratum* durante los primeros ciclos de crecimiento (figura 1), la densidad de macollos no difirió con respecto a la de las otras especies evaluadas (tabla 3). Además se observa que la incorporación de nitrógeno incrementa la producción de BSA de estas especies en la zona mencionada. En algunos ciclos de crecimiento se obtuvieron valores de BSA superiores a los 10.000 kg ha<sup>-1</sup> en las parcelas fertilizadas de *C. gayana* y *P. coloratum* (tabla 4).

Si bien *C. gayana* y *S. sphacelata* se consideran como especies largamente perennes en sus zonas típicas de producción (Bogdan, 1977; Jank *et al.*, 2002; Borrajo y Pizzio, 2006), estas especies no sobrevivieron más allá del tercer ciclo de crecimiento en Verónica. La muerte de las plantas coincidió con un nivel elevado de precipitaciones durante el invierno de 2012. En efecto, desde marzo a octubre de 2012 se registraron 785,3 mm (83% del promedio anual para la región), lo cual generó periodos de anegamiento en las parcelas experimentales. Por un lado, a diferencia de lo descrito para *C. gayana* y *S. sphacelata*, las plantas de *P. coloratum* aún permanecen productivas luego de 5 ciclos de crecimiento. Este comportamiento coincide con lo descrito por Imaz *et al.* (2015), quienes observaron que, por un lado, *P. coloratum* fue más tolerante al anegamiento que *C. gayana* cuando se compararon plantas adultas. Por otro lado, *P. coloratum* muestra resiembra natural a diferencia de *C. gayana* (comunicación personal de J. Otondo). Posiblemente la dormición de las semillas que presenta *P. coloratum* permita la germinación en momentos más propicios para la supervivencia de las plántulas (Voigt y Tischler, 1997; Tischler y Ocumpaugh, 2004). Coincidentemente con nuestros resultados, Otondo *et al.* (2013) observaron una mayor persistencia de las matas de *P. coloratum* hasta el cuarto ciclo de crecimiento respecto de las de *C. gayana* en ambientes

hidro-halomórficos bajo condiciones de clausura. Hasta el momento no se encontraron otros estudios que comparen la producción de las especies evaluadas en este trabajo con la del pastizal natural más allá del segundo ciclo de crecimiento del cultivo, ni la respuesta de estas a la fertilización nitrogenada en el área de la Depresión del Salado.

A menudo se ha considerado que el factor restrictivo del cultivo de especies subtropicales perennes en zonas templadas es la supervivencia de estas después del periodo invernal debido a la ocurrencia de bajas temperaturas. No obstante, los resultados obtenidos en este estudio mostraron que todas las especies evaluadas mantuvieron o aumentaron la producción de biomasa los años siguientes a la siembra a pesar de las bajas temperaturas mínimas invernales. Por lo tanto, la perennidad de estas especies en la zona podría estar más condicionada por la ocurrencia y duración de periodos de anegamiento que por la incidencia de temperaturas bajas.

## CONCLUSIONES

La evolución de la acumulación de BSA de los materiales evaluados en este trabajo indica: i) buena recuperación de las plantas luego del periodo invernal; ii) producción de BSA superior al pastizal natural en suelos degradados por sobrepastoreo; iii) perennidad corta (tres años) para *C. gayana* y *S. sphacelata*; iv) perennidad prolongada para *P. coloratum* cv. Klein Verde (más de 5 años). Estos resultados generan interrogantes a dilucidar en nuevos estudios en cuanto a las condiciones ambientales que limitan la supervivencia de las plantas de *C. gayana* y *S. sphacelata*, y la producción sostenida en el tiempo de las tres especies evaluadas en condiciones edáficas más restrictivas dentro del área de la Cuenca del Salado.

## BIBLIOGRAFÍA

- AIKEN, G.E. 1997. Temporal effects on steer performance and nutritive values for eastern gamagrass grazed continuously for different durations. *J. Anim. Sci.* 75: 803-808 (verificado: 13 de diciembre de 2014).
- AVILA, R.; Barbera, P.; Blanco, L.; Burghi, V.; De Battista, J.P.; Frasinelli, C.; Frigerio, K.; Gándara, L.; Goldfarb, M.C.; Griffa, S.; Grunberg, K.; Leal, K.; Kunst, C.; Lacorte, S.M.; Lauric, A.; Martínez Calsina, L.; McLean, G.; Nenning, F.; Otondo, J.; Petruzzi, H.; Pizzio, R.; Pueyo, J.D.; J.; Ré, A.E.; Ribotta, A.; Romero, L.; Stritzler, N.; Tomas, M.A.; Torres Carbonell, C.; Ugarte, C.; Veneciano, J. 2014. Gramíneas forrajeras para el sub-trópico y el semiárido central de la Argentina. INTA. Disponible: [http://inta.gob.ar/documentos/gramineas-forrajeras-para-el-subtropico-y-el-semiarido-central-de-la-argentina/at\\_multi\\_download/file/INTA%20-%20Gramineas%20forrajeras%20para%20el%20subtr%C3%B3pico%20y%20el%20semi%C3%A1rido%20central%20de%20la%20Argentina.pdf](http://inta.gob.ar/documentos/gramineas-forrajeras-para-el-subtropico-y-el-semiarido-central-de-la-argentina/at_multi_download/file/INTA%20-%20Gramineas%20forrajeras%20para%20el%20subtr%C3%B3pico%20y%20el%20semi%C3%A1rido%20central%20de%20la%20Argentina.pdf) (verificado: 13 de diciembre de 2014).
- BATISTA, W.B.; TABOADA, M.A.; LAVADO, R.S.; PERELMAN, S.B.; LEÓN, J.C. 2005. Asociación entre comunidades vegetales y suelos en el pastizal de la Pampa Deprimida. En: OESTERHELD, M.; AGUIAR, M.R.; GHERSA, C.M.; PARUELO, J.M. (Eds.). *La heterogeneidad de la vegetación de los agro-ecosistemas. Un homenaje a Rolando León*. Editorial Facultad de Agronomía, Buenos Aires. Pp. 113-129.
- BOGDAN, A.V. 1969. *Chloris gayana* without antocyanin colouration. *Herb. Abstr. Hurley Berks* 39:1-13.
- BOGDAN, A.V. 1977. *Grasses and Legumes. En: Tropical Pasture and Fodder Plants*. Longman: Londres y Nueva York. Pp. 77-86.
- BORRAJO, C.I.; MORALES, F.; LAURENCO, C.; LAPLACE, S. 2014. Comparación de gramíneas subtropicales en un suelo Natracuol de la Cuenca del Salado. 37.º Congreso AAPA. RAPA vol. 34, Sup. 1: 473.
- BORRAJO, C.I.; PIZZIO, R. 2006. Manual de Producción y Utilización de *Setaria*. Sitio Argentino de Producción Animal. Disponible: [http://www.produccionanimal.com.ar/produccion\\_y\\_manejo\\_pasturas/pasturas\\_cultivadas\\_megatermicas/178-Manual\\_Setaria.pdf](http://www.produccionanimal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/pasturas_cultivadas_megatermicas/178-Manual_Setaria.pdf). Verificado: 16 de junio de 2013
- BUI, E. 2013. Possible role of soil alkalinity in plant breeding for salt-tolerance. *Biol. Lett.* 9: 20130566.
- CARBALLO, C.; TSAKOU MAGKOS, P.; GRAS, C.; ROSSI, C.; PLANO, J.L.; BRAMUGLIA, G. 2004. "Articulación de los pequeños productores con el mercado: limitaciones y propuestas para superarlas". Serie Estudios e Investigaciones N.º 7, Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentos, Dirección de Desarrollo Agropecuario, Buenos Aires.
- DAMARIO, E.A.; PASCALE, A.J. 1988. Caracterización agroclimática de la Región Pampeana. *Revista de la Facultad de Agronomía de Buenos Aires* 9: 41-54.
- DONZELLI, M.V.; RESSIA, M.A.; JANKOVIC, V.; BORRAJO, C.I.; CALDENTY, F.; BERGER, H.; FAVERÍN, C.; MARESCA, S. 2013. Caracterización de dos comunidades típicas de la Cuenca del Salado. 36.º Congreso Argentina de Producción Animal. Disponible: <http://inta.gob.ar/documentos/caracterizacion-de-dos-comunidades-tipicas-de-la-cuenca-del-salado/>. Verificado: 15 de octubre de 2013
- GHANNOUM, O. 2009. Review: C<sub>4</sub> photosynthesis and water stress. *Annals of Botany* 103: 635-644.
- HACKER, J.B.; JONES, R.J. 1969. The *Setaria sphacelata* complex—a review. *Tropical Grasslands* 3: 13-34.
- HIDALGO, L.G.; CAUHEPÉ, M.A. 1991. Producción de forraje de las comunidades de la Depresión del Salado. *Revista de AACREA* 149: 58-62.
- IMAZ, J.A.; GIMENEZ, D.O.; GRIMOLDI, A.A.; STRIKER, G.G. 2012. The effects of submergence on anatomical, morphological and biomass allocation responses of tropical grasses *Chloris gayana* and *Panicum coloratum* at seedling stage. *Crop & Pasture Science* 63: 1145-1155.
- IMAZ, J.A.; GIMÉNEZ, D.O.; GRIMOLDI, A.A.; STRIKER, G.G. 2015. Ability to recover overrides the negative effects of flooding on growth of tropical grasses *Chloris gayana* and *Panicum coloratum*. *Crop & Pasture Science* 66: 100-106.
- JANK, L.; QUESENBERRY, K.H.; BLOUNT, A.R.S.; MISLEVY, P. 2002. Selection in *Setaria sphacelata* for winter survival. *New Zealand Journal of Agricultural Research* 45: 273-281.
- JAUREGUI, J.A. 2011. Evaluación de la producción de biomasa de *Setaria sphacelata* (Schumach.) var. anceps (cv. Narok) en Cuenca del Salado. Trabajo Final. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Católica Argentina. Disponible: <http://bibliotecadigital.uca.edu.ar/repositorio/tesis/eva-luacion-produccion-biomasa-setaria-sphacelata.pdf>. Verificado: 24 de abril de 2013
- JONES, R.M. 1969. Mortality of some tropical grasses and legumes following frosting in the first winter after sowing. *Tropical Grasslands* 3: 57-63.
- LAMBERT, J.P.; BOYD, A.F.; HARRIS, W. 1973. Comparison of seasonal growth pattern, frost tolerance, and cutting response of *Setaria sphacelata* sensu lato varieties with cocksfoot and ryegrass. *New Zealand Journal of Experimental Agriculture* 1(1): 15-22.
- LODGE, G.M.; BRENNAN, M.; HARDEN, S. 2010. Field studies of the effects of pre-sowing weed control and time of sowing on tropical perennial grass establishment, North-West Slopes, New South Wales. *Crop and Pasture Science* 61(2): 182-191.
- NIVYOBIZI, A.; DESWYSEN, A.; DEHARENG, D.; PEETERS, A.; LARONDELLE, Y. 2010. Nutritive value of some tropical grasses used by traditional small farms in the highlands of Burundi. *Trop. Anim. Health Prod.*, 42: 561-567.
- OTONDO, J. 2011. Efectos de la introducción de especies megatérmicas sobre características agronómicas y edáficas de un ambiente halomórfico de la Pampa Inundable. Escuela para Graduados Ing. Agr. Alberto Soriano Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires. 85 pp.
- OTONDO, J.; MELANI, E.M.; CICCHINO, M.A.; CALVETTY, M. 2013. Evolución de la densidad de matas de pasturas subtropicales de la Cuenca del Salado. 36.º Congreso AAPA. RAPA vol. 33, Sup. 1: 237.
- PENGELLY, B.C.; HALL, E.; AURICHT, G.; BENNELL, M.; COOK, B.G. 2006. Identifying potential pasture species for grazing systems in the Mallee-Wimmera. CSIRO Sustainable Ecosystems, Canberra. 109 pp.
- PÉREZ, R.A.; ROSSI, C.A.; OTONDO, J.; TORRÁ, E.; BIDART, A. 2007. Implantación de gramíneas subtropicales en bajos alcalino-sódicos del pastizal de la cuenca del salado. IV Congreso Nacional y I del Mercosur de la Asociación para el Manejo de Pastizales Naturales. Villa Mercedes, San Luis.
- PONSENS, J.; HANSON SCHELLBERG, J.; MOESELER, B.M. 2010. Characterization of phenotypic diversity, yield and response to drought stress in a collection of Rhodes grass (*Chloris gayana* Kunth) accessions. *Field Crops Research* 118: 57-72.
- RIBOTTA, A.N.; GRIFFA, S.M.; DÍAZ, D.; CARLONI, E.J.; LÓPEZ COLOMBA, E.; TOMMASINO, E.A.; QUIROGA, M.; LUNA, C.; GRUNBERG, K. 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.

RUSSELL, J.S. 1976. Comparative salt tolerance of some tropical and temperate legumes and tropical grasses. *Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry* 16: 103-109.

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

TALEISNIK, E.; PEREZ, H.; CÓRDOBA, A.; MORENO, H.; GARCÍA SEFFINO, L.; ARIAS, C.; GRUNBERG, K.; BRAVO, S.; ZENOFF, A. 1998. Salinity effects on the early development stages of *Panicum coloratum*: cultivar differences. *Grass and Forage Science* 53: 270-278.

TISCHLER, C.R.; OCUMPAUGH, W.R. 2004. Kleingrass, Blue Panic, and Vine Mesquite. En: MOSER, L.E., BURSON, B.L.; SOLLENBERGER, L.E. (Eds.). *Warm-season (C<sub>4</sub>) grasses*. American Society of Agronomy. Madison, Wisconsin. EE. UU.

TRICART, J. 1973. La geomorfología de La Pampa deprimida como base para los estudios edafológicos y agronómicos. Plan mapa de suelos de la región Pampeana, INTA. Buenos Aires. XII colección científica. 202 p.

VOIGT, P.W.; TISCHLER, C.R. 1997. Effect of seed treatment on germination and emergence of 3 warm-season grasses. *J. Range Manage.* 50(2): 170-174.