

Fertilización nitrogenada en un pastizal psamófilo de San Luis, Argentina

Liliana Privitello, L. Lorenzoni, S.T. Rosa, J.L. Leporati y Karina Frigerio

Universidad Nacional de San Luis, Villa Mercedes, San Luis, Argentina

CP 5730 - 25 de Mayo 384.

Correo electrónico: privili@fices.unsl.edu.ar

Para evaluar y comparar en pastizales psamófilos el efecto de distintas dosis de urea en la producción de MS, así como para determinar y comparar la eficiencia de utilización del nitrógeno aplicado (EUN) en un área cercana a la aguada se implementaron tres tratamientos en primavera: N0 = pastizal natural quemado sin fertilizar, N140 = pastizal natural quemado y fertilizado con 140 kg de urea ha⁻¹ y N240 = pastizal natural quemado y fertilizado con 240 kg de urea ha⁻¹. Se aplicó diseño de parcelas divididas en bloques (dos repeticiones). Se realizaron cortes en enero y marzo. En cada unidad de muestreo se cuantificó la producción de materia seca y se diferenciaron las especies forrajeras de las no forrajeras. La eficiencia de utilización del nitrógeno resultó de la diferencia entre el material fertilizado y el no fertilizado, con respecto al nitrógeno aplicado. Se utilizó ANOVA factorial. Los factores fertilización, aptitud forrajera y momento de corte afectaron la producción de MS ($P < 0.05$). El pastizal presentó muy baja producción de especies forrajeras (N0: 38.33 g MS m⁻²). La aplicación de N provocó que aumentaran (N140: 83.13 g MS m⁻² y N240: 83.33 g MS m⁻² $P < 0.05$), al igual que las no forrajeras (N0: 85.67 vs. N140: 133.83 g MS m⁻²; $P < 0.05$). En marzo, las especies forrajeras alcanzaron la máxima producción, con 240 kg de urea ha⁻¹ (174 g MS m⁻²) y superaron las no forrajeras (116.33 g MS m⁻²). La mayor eficiencia en la utilización del nitrógeno aplicado se manifestó en el grupo de especies no forrajeras, con 140 kg urea ha⁻¹ (13.54 kg de MS kg de N aplicado⁻¹). La fertilización con altas dosis de urea mejoró la condición productiva y receptividad de los pastizales degradados, pudiéndose diferir la forrajimasa acumulada a épocas de escasez de pasto.

Palabras clave: *pastizal natural, áreas degradadas, quema, eficiencia del N, producción.*

En San Luis, Argentina, el área medanosa con pastizales e isletas de chañar (*Geoffroea decorticans*) abarca dos millones de hectáreas en la parte central de San Luis (Anderson *et al.* (1970). El suelo es de textura arenosa, con pH ligeramente ácido. Contiene 0.8 % de materia orgánica y 0.36 % de N (primeros 30 cm). La vegetación varía, desde un pastizal casi puro, sin presencia de leñosas, hasta isletas de chañar. Tiene estados intermedios, con caldenes (*Prosopis caldenia*) que se aíslan o agrupan en terrenos bajos. Jobbágy y Nosetto (2006) informaron que la precipitación media anual es de 550 mm. En primavera-otoño se concentra 79 %.

El estrato herbáceo se compone de 95 % de gramíneas estivales y 5 % de gramíneas invernales. Marchi (1989) indicó una producción anual entre 500 y 800 kg de MS ha⁻¹, proporcionada por especies forrajeras nativas. Aguilera (2003) clasificó los pastizales en distintas condiciones utilitarias, según su productividad forrajera anual. Aguilera *et al.* (1999, citados en Aguilera 2003) mencionaron productividades anuales entre 900 y 1500 kg de forrajimasa ha⁻¹, con 20-30 % de cobertura de la especie forrajera *Sorghastrum pellitum*.

Aguilera (2003) informó que los pastizales dominados por la especie no forrajera paja amarga (*Elyonurus muticus*) presentan variabilidad en su productividad, en función de la mayor o menor abundancia de especies forrajeras subdominantes (condición utilitaria buena: 1000 kg/ha y condición utilitaria regular: 700 kg.ha⁻¹ de

forrajimasa).

En pastizales semiáridos, el desplazamiento de los herbívoros se relaciona directamente con el tamaño de los potreros y la ubicación de la aguada, lo que provoca utilización diferencial y zonal, a partir de la misma. El estrato más próximo a la aguada presenta mayor presión de pastoreo, pérdida de cobertura foliar, densidad de especies palatables y riqueza específica y aumento de broza y suelo expuesto (Morici *et al.* 2006 a, b).

Desde hace varios años se han realizado investigaciones con el propósito de mejorar el estado de los pastizales naturales. Para eliminar la acumulación de biomasa aérea senescente y aprovechar el rebrote tierno de las plantas se recurre al fuego programado y controlado. Para esto, se deben considerar algunas variables ambientales, como temperatura, humedad y velocidad del viento. Privitello *et al.* (2005), al comparar los efectos de una quema rápida (agosto) con los de roturación del suelo (primavera), concluyeron que la roturación disminuye la composición botánica y condición del pastizal psamófilo y aumenta la cobertura del suelo desnudo. También disminuye la cobertura, densidad y frecuencia de algunas especies dominantes invernales (*Poa ligularis* y *Stipa tenuissima*) y estivales (*Bothriochloa springfieldii*), sin llegar a provocar cambios drásticos en el estado o producción media del pastizal. Orive *et al.* (2009) estudiaron los efectos que provocan en el pastizal la quema y quema-roturación a finales de invierno. Concluyeron que estas acciones de manejo no

modifican su producción original, pero sí su composición botánica al final del verano.

La implantación de gramíneas megatérmicas perennes constituye una alternativa de manejo para aumentar la receptividad. Orive *et al.* (2009) informaron que el pastizal psamófilo degradado produce menor cantidad de MS (15 g MS m⁻²) que *Digitaria eriantha* o *Panicum coloratum* (36 g MS.m⁻²) y *Eragrostis curvula* (166.33 g MS m⁻²).

Se requieren estudios que versen acerca de la incorporación de N en los sistemas semiáridos. En el área medanosa, la introducción de especies leguminosas como *Melilotus sp.* está limitada por las bajas precipitaciones durante el período de implantación (marzo). Las experiencias de fertilización en pastizales de San Luis son escasas. En la región medanosa se destacan los trabajos de Cano *et al.* (1985) en La Pampa. En la región de San Luis, los de Romero *et al.* (2004 a, b), Ramírez *et al.* (2007), Privitello *et al.* (2007) y Harrison y Privitello (2009).

Para evaluar el efecto que la fertilización nitrogenada provoca en el pastizal cercano a la aguada, se pretende analizar y comparar el efecto de distintas dosis de urea en la producción de MS, así como determinar y comparar la eficiencia en la utilización del nitrógeno en un pastizal degradado.

Materiales y Métodos

El ensayo se realizó en el área medanosa de pastizales e isleta de chañar de San Luis (Anderson *et al.* 1970). La superficie de ensayo correspondió a un área del pastizal natural cercana a la aguada (500 m), degradada por efecto del sobrepastoreo y con especies indeseables. Se implementaron tres tratamientos: N0=pastizal natural quemado sin fertilizar, N140= pastizal natural quemado y fertilizado con 140 kg de urea ha⁻¹ y N240=pastizal natural quemado y fertilizado con 240 kg de urea ha⁻¹.

En un sector del área se realizó quema rápida, programada y controlada para destruir el material senescente acumulado (octubre de 2007). Después de la quema, y luego de la lluvia, (30 mm) se delimitaron tres franjas: una se dejó como control (N0: sin fertilizar), y las otras dos, N 140 y N 240, se fertilizaron (7 noviembre) con urea (46 % de N). La fertilización se realizó con máquina para esparcir los fertilizantes, y después se procedió a cerrar el potrero.

El diseño fue de parcelas divididas en bloques, con dos repeticiones. En cada bloque, se consideró como parcela principal (36 m x 20 m) el efecto fertilización (N0, N140 y N240), y como subparcela (20 m x 2 m) el momento de corte (enero o marzo). En cada subparcela, se realizaron dos cortes con tijera (0.25m² c/u) a 10 cm del suelo, en cada momento del ciclo de las especies estivales. En enero se determinó la acumulación del crecimiento primaveral, y en marzo, la acumulación del crecimiento primaveral-estival.

Las especies cortadas se diferenciaron y agruparon según su aptitud forrajera (Anderson *et al.* 1970), en

forrajeras y no forrajeras. El grupo de forrajeras estuvo integrado por *Poa ligularis*, *Piptochaetium napostaense*, *Eragrostis lugens*, *Eustachys retusa*, *Schizachyrium plumigerum*, *Poa lanuginosa* y *Cenchrus pauciflorus* (estado vegetativo), y el no forrajero por *Elyonorus muticus*, *Panicum urvilleanum*, *Stipa tenuissima* y *Cenchrus pauciflorus* (fructificada). El material recolectado se colocó en estufa a 65 °C hasta alcanzar peso constante, para después determinar la producción de MS.

La eficiencia en el uso del nitrógeno (kg MS kg N aplicado⁻¹) se determinó a partir de la relación de diferencia en la producción de MS entre los tratamientos con fertilización y sin ella, con respecto al nitrógeno aplicado,

Se aplicó ANOVA a partir de la consideración de los factores principales: fertilización (N0, N140 y N240), aptitud forrajera (forrajeras y no forrajeras) y momento de corte (enero y marzo). La eficiencia en la utilización de nitrógeno, correspondiente a cada nivel de fertilización, grupo de especie y momento de corte, se determinó mediante la dócima de comparación múltiple (Duncan 1955). El software estadístico utilizado fue Statgraphics 5.1 (Pérez 1998).

Resultados y Discusión

Producción de MS. Los factores principales: fertilización, aptitud forrajera y momento de corte mostraron interacción y se afectaron significativamente ($P < 0.05$). Hubo interacción doble entre fertilización y aptitud forrajera ($P < 0.10$).

De la interacción triple, para un mismo grupo de especies y factor de fertilización, la diferencia en la producción de MS entre momentos de corte, estuvo dada por el crecimiento normal de las especies (tabla 1). Durante el período de ensayo (septiembre de 2007- marzo de 2008), las precipitaciones acumuladas fueron normales para el período primaveral- estival de la zona, por lo que no incidieron en los cambios de producción del pastizal.

Al considerar los distintos momentos del ciclo de crecimiento del pastizal, la mayor forrajimasa se obtuvo con 240 kg Nha⁻¹, al final del ciclo de crecimiento de las especies estivales (tabla 1). Esto indica que para determinar el efecto de la fertilización primaveral con altas dosis de N, se debe esperar a que el pastizal acumule biomasa forrajera. El aumento tardío de la forrajimasa estival se atribuye al avance del ciclo de las especies y a cambios en la composición botánica del pastizal, que favoreció el crecimiento de las forrajeras estivales, como consecuencia del efecto combinado de la quema inicial y del nitrógeno aplicado. Fedrigo *et al.* (2011), al fertilizar pastizales naturales del sur de Brasil, mencionan efecto tardío del nitrógeno en la acumulación de forraje. Estos autores lo atribuyeron a cambios en la composición botánica. Orive *et al.* (2009) refirieron modificaciones florísticas en el pastizal por el efecto del fuego al final del invierno.

Romero *et al.* (2004 a, b) y Ramírez *et al.* (2007) encontraron respuestas productivas positivas a la

Revista Cubana de Ciencia Agrícola, Tomo 46, Número 2, 2012.

fertilización nitrogenada al final del verano (marzo) en especies forrajeras de crecimiento invernal. En este estudio, y con la más alta dosis de urea, hubo menor respuesta productiva a la fertilización, con respecto a lo informado por Cano *et al.* (1985), quienes informaron dosis inferiores (120 kg de urea ha⁻¹, repartidas en octubre y diciembre) en un pastizal psamófilo del norte de la provincia de La Pampa (dominado por *Sorghastrum pellitum* y con corte mensual), donde obtuvieron incrementos productivos de 89 %, con respecto de la fitomasa aérea sin fertilizar.

Las especies no forrajeras también respondieron a la fertilización, pero alcanzaron su máxima producción con dosis inferior (140 kg N ha⁻¹) al final del verano (tabla 1). Excepto en el segundo momento de evaluación, y con dosis de 240 kg urea ha⁻¹, el grupo no forrajero predominó con respecto al forrajero (cualquiera que sea la dosis de urea y momento de corte).

Al aplicar los criterios de condición utilitaria del pastizal, según Aguilera (2003), resulta que el pastizal no fertilizado mantuvo su condición “pobre” (próxima

Tabla 1. Comparación de producciones de MS del pastizal, según la interacción de los efectos: fertilización, aptitud forrajera y momento de corte

Interacción: Fertilización, aptitud forrajera, momento de corte	PMS (kg MS ha ⁻¹)
N0 forrajera enero	33.67 ^a
N0 forrajera marzo	43.00 ^{ab}
N0 no forrajera enero	69.67 ^{abc}
N0 no forrajera marzo	101.67 ^{bcd}
N140 forrajera enero	85.33 ^{abc}
N140 forrajera marzo	81.00 ^{abc}
N140 no forrajera enero	120.00 ^{cde}
N140 no forrajera marzo	147.67 ^{de}
N240 forrajera enero	83.33 ^{abc}
N240 forrajera marzo	174.00 ^e
N240 no forrajera enero	126.67 ^{cde}
N240 no forrajera marzo	116.33 ^{cde}
EE±	6.81

^{abcde} Medias en columna con letras distintas difieren entre sí significativamente a P < 0.10 (Duncan).

a 300 kg MS⁻¹). De la evaluación de la producción de MS registrada en enero, se deduce que la fertilización nitrogenada provocó un cambio de condición, de “pobre” a “buena” (700-900 kg MS.ha⁻¹). Con la dosis más elevada y al final del verano, el aumento de producción de las especies estivales mejoró aún más la condición productiva del pastizal.

Gong *et al.* (2011), en una estepa semiárida del norte de China, informaron efectos positivos de la fertilización nitrogenada en la producción de los pastizales naturales. Nakamatsu *et al.* (2011) refirieron lo mismo en la

Patagonia argentina.

A partir del análisis de interacción doble, entre aptitud forrajera y factor de fertilización, se concluyó que la menor producción correspondió al grupo forrajero, lo que coincide con lo informado por Morici *et al.* (2006 a, b) para el sector más degradado del pastizal. La fertilización estimuló la producción de ambos grupos de especies, pero mostró mayor impacto en la acumulación de biomasa aérea no forrajera. Sin considerar los momentos de medición, con dosis de 65 kg N ha⁻¹, ambos grupos alcanzaron los rendimientos máximos (tabla 2).

A pesar de que las especies forrajeras del pastizal sin fertilizar mostraron baja producción, esta fue mayor que lo informado por Orive *et al.* (2009) en un pastizal psamófilo sin alterar, quemado o quemado y roturado

Tabla 2. Comparación de producciones de MS del pastizal, según la interacción de los efectos: fertilización y aptitud forrajera

Interacción: Fertilización aptitud forrajera	PMS kg MS ha ⁻¹
N0 forrajera	38.33 ^a
N0 no forrajera	85.67 ^b
N140 forrajera	83.17 ^b
N140 no forrajera	133.83 ^c
N240 forrajera	83.33 ^b
N240 no forrajera	121.50 ^c
EE±	5.87

^{abc} Medias en columna con letras distintas difieren entre sí significativamente a P < 0.05 (Duncan)

(14 a 17 g MS m⁻²).

Harrison y Privitello (2009), con dosis de 120 kg N ha⁻¹, no hallaron diferencias significativas en la producción de MS sin fertilizar. Sin embargo, midieron mayor forrajimasa (249 g MS fertilizada ha⁻¹ y 135 g MS no fertilizada ha⁻¹) e inferior o superior producción no forrajera, según esté o no fertilizado (104 g MS fertilizada ha⁻¹ y 146 g MS no fertilizada ha⁻¹). En este estudio, también se manifestó un cambio abrupto en la aptitud forrajera del pastizal con la fertilización nitrogenada, lo que favoreció la producción de especies estivales de valor forrajero.

Eficiencia en la utilización de nitrógeno. El cálculo de la eficiencia en la utilización de nitrógeno revela pérdidas del N aplicado, ocasionadas por los procesos de volatilización y lixiviación del NH₃. En cualquier momento de medición, el grupo no forrajero, con 140 kg de urea ha⁻¹ mostró mayor eficiencia. El forrajero manifestó eficiencias similares con las distintas dosis de urea (P > 0.05) (tabla 3).

Privitello *et al.* (2007) determinaron para las especies estivales forrajeras de un pastizal psamófilo fertilizado (120 kg urea ha⁻¹) mayor eficiencia en la utilización de nitrógeno (22 kg MS kg de N aplicado⁻¹).

El área del pastizal psamófilo, donde predominó la

Tabla 3. Comparación de la eficiencia de utilización del nitrógeno, según la aptitud forrajera del pastizal

Tratamiento	Eficiencia de utilización del nitrógeno (kg MS kg N aplicado ⁻¹)
N140 forrajera enero	5.74 ^{ab}
N140 forrajera marzo	4.66 ^{ab}
N140 no forrajera enero	7.76 ^b
N140 no forrajera marzo	1.54 ^c
N240 forrajera enero	5.18 ^{ab}
N240 forrajera marzo	6.36 ^{ab}
N240 no forrajera enero	4.07 ^{ab}
N240 no forrajera marzo	2.44 ^a
EE±	0.70

^{abc}Medias en columna con letras distintas difieren entre sí significativamente a $P < 0.05$ (Duncan).

producción de especies con nulo o escaso valor forrajero, aumentó la acumulación de su biomasa aérea total ante la fertilización nitrogenada primaveral. La aplicación de altas dosis de N provoca, durante el verano, incremento abrupto de forrajimasa, en detrimento de la biomasa no forrajera.

En el pastizal fertilizado, la eficiencia del grupo forrajero mejoró su condición productiva y florística, así como su receptividad al final del verano. Esto permitió diferir la forrajimasa estival acumulada en épocas de escasez de pasto.

La fertilización de las áreas más degradadas del pastizal debe ir acompañada de tecnologías de proceso: ajuste de carga animal, programación del pastoreo, subdivisión de los potreros y ubicación de aguadas. Como complemento, la baja relación entre el precio del fertilizante y de la carne ayudará a definir la opción de fertilizar.

Si bien el número de muestras aplicado permitió hallar diferencias entre los tratamientos analizados, se recomiendan nuevos estudios de fertilización en pastizales, con mayor número de repeticiones para disminuir la variabilidad de los resultados.

Referencias

Aguilera, M.O. 2003. Uso ganadero de los pastizales naturales de San Luis. En: Con las metas claras. Estación Experimental Agropecuaria San Luis: cuarenta años a favor del desarrollo sustentable. Eds. Aguilera, M.O. & Panigatti, J.L. Argentina. Cap. 6. p. 89

Anderson, D.L., Del Águila, J.A. & Bernardón, A.E. 1970. Las formaciones vegetales en la provincia de San Luis. RIA. VII:153

Cano, E., Estelrich, H., Sosa, A., Fernández, B. & Kasic, E. 1985. Disponibilidad forrajera de un pastizal de *Sorghastrum pellitum* en La Pampa. Univ. Nac. La Pampa. Suplemento N° 1

Duncan, D.B. 1955. Multiple range and multiple F test. Biometrics 11:1

Fedrigo, J.K., Nabinger, C., Fett Pinto, M., Devincenzi, T., Bem Bidone, N., de Tischler, M., Carassai, I.J. & Kunrath, T.R. 2011. Dynamics of forage accumulation in natural grassland deferred

Revista Cubana de Ciencia Agrícola, Tomo 46, Número 2, 2012.

and fertilized during spring. IX Congreso Internacional de Pastizales Naturales. Rosario. Argentina. 347 pp.

Gong, X.Y., Fanselow, N., Lin, S., Dittert, K. & Taube, F. 2011. Effects of water and nitrogen supplementations on primary production and dry mass allocation in a grazed semiarid steppe. IX Congreso Internacional de Pastizales Naturales. Rosario. Argentina. 412 pp.

Harrison, R.U. & Privitello, M.J.L. 2009. Respuesta a la fertilización nitrogenada en pastizales naturales del área medanosa. Tesis de Maestría

Jobbágy, E.G. & Noretto, M.D. 2006. Áreas climáticas similares a San Luis. Aptitud Forestal de la provincia de San Luis. Eds. J.C. Echeverría, E.G. Jobbágy, A.D. Colado. Cap. VI. Pp. 74-81

Marchi, A. 1989. Mapas descriptos de variables relacionadas con la producción agropecuaria de la provincia de San Luis.

Morici, E.F.A., Kin, A.G., Mazzola, M.B., Ernst R. & Poey, M.S. 2006a. Efecto del pastoreo sobre las gramíneas perennes *Piptochaetium napostaense* y *Poa ligularis* en relación con la distancia a la aguada. Rev. Fac. Agronomía 17:13

Morici, E., Muiño, W., Ernst, R. & Poey, M.S. 2006b. Efecto de la distancia a la aguada sobre la estructura del estrato herbáceo en matorrales de *Larrea* sp. pastoreados por bovinos en zonas áridas de Argentina. Arch. de Zootecnia. 55:149

Nakamatsu, V., Budubal, C., Opazo, W. & Villa, M. 2011. Effect of nitrogen (N) fertilization on forage yield and plant composition in alkaline meadow of Patagonia. IX Congreso Internacional de Pastizales Naturales. Rosario. Argentina. 410 pp.

Orive J., Privitello, M.J.L., Rosa, S.T. & Leporatti, J.L. 2009. Implantación de forrajeras megatérmicas en un pastizal natural del área medanosa de San Luis. XXXII Congreso Argentino de Prod. Animal.

Pérez, C. 1998. Métodos Estadísticos con Statgraphics para Windows Técnicas Básicas. Editorial Rama. 200 p.

Privitello, M.J.L., Guzmán, F., Gabutti, E.G., Leporatti, J.L. & Cozzarin, G.I. 2005. Impacto de la siembra de *Digitaria eriantha* en un pastizal natural del área medanosa de la provincia de San Luis. CADIR: Avances en Ingeniería Agrícola. ISBN: 987-05—0140-0. 283-288.

Privitello, M.J.L., Harrison R., Gabutti, E.G., Cozzarin G. & Barbosa, O. 2007. Utilización del nitrógeno en pastizales psamófilos fertilizados. I Congreso del Mercosur sobre manejo de pastizales naturales. IV Congreso Nacional sobre Manejo de Pastizales Naturales. 17 pp.

Ramírez, Y.F., Romero, M.B., Verdes, P., Leporatti, J.L. & Lartigue, C. 2007. Análisis comparativo del efecto de la fertilización nitrogenada sobre especies del pastizal natural del área medanosa. IV Congreso Nacional sobre Manejo de Pastizales Naturales. I Congreso de Mercosur sobre Manejo de Pastizales Naturales. 72 pp.

Romero, M.B., Sager, R.L., Chicahuala, M. & Rosa, N. 2004a. Respuesta del pastizal natural del área medanosa con pastizales e isletas de chañar (*Geoffroea decorticans*) a la fertilización nitrogenada. Producción y calidad nutricional de forrajeras cultivadas y nativas del semiárido sanluisense. Eds. L. Privitello y E.G. Gabutti. p. 297

Romero, M.B., Sager, R.L. & Leporatti, J.L. 2004 b. Efecto de la fertilización nitrogenada sobre la producción de materia seca de *Poa ligularis* en la región semiárida pampeana. Producción y calidad nutricional de forrajeras cultivadas del semiárido Sanluisense. Eds. M.J.L. Privitello y E.G. Gabutti. p. 299

Recibido: 21 de abril de 2011