



EFECTO DE LA FERTILIZACIÓN NITROGENADA EN PASTURAS CONSOCIADAS

Pautasso, J.M.^{1,2}; P.A. Barbagelata², M. Giordano², Y. Peltzer², M. Cian y M. Lorenzón.

¹ EEA INTA Paraná; ² FCA UNER; * Ruta Provincial 11, km 11,5, (1100) Diamante, Prov. de Entre Ríos, Pautasso.juan@inta.gob.ar

RESUMEN

En los sistemas de producción ganaderos argentinos la aplicación de fertilizantes está menos difundida que en los agrícolas. La aplicación de N en otoño adelanta el crecimiento de las gramíneas y, por lo tanto, el pastoreo, en un momento estratégico de oferta forrajera en general limitante. Las leguminosas tienen la capacidad de fijar grandes cantidades de N atmosférico y transferir parte del mismo a las gramíneas acompañantes o a cultivos posteriores. En Entre Ríos es escasa la información sobre el impacto de la fertilización nitrogenada en pasturas consociadas con base leguminosa. A partir de ensayos instalados en sistemas reales de producción se evaluó el impacto productivo en función de dosis y momentos de agregado de N en pasturas consociadas de distinta antigüedad y composición. La respuesta y la eficiencia de uso del N agregado fue dependiente de la composición de la pastura. La respuesta al agregado de N en pasturas con bajo porcentaje de gramínea (<70%) puede no ser viable económicamente. Las aplicaciones divididas de N no generaron una mayor producción de forraje.

PALABRAS CLAVE: pasturas mezcla, gramíneas, leguminosas, eficiencia agronómica de nitrógeno.

INTRODUCCION

En general la oferta de nutrientes desde el suelo resulta insuficiente para satisfacer los requerimientos de las especies forrajeras. En nuestros sistemas productivos los nutrientes que mayormente limitan la productividad son el fósforo (P) y el nitrógeno (N) (García et al., 2002) y su demanda está estrechamente asociada con la producción de forrajes, entonces para alcanzar elevados niveles productivos en la mayoría de los casos se debe recurrir al agregado de los mismos (Agnusdei et al., 2010). Una particularidad de los planteos ganaderos de Argentina se relaciona al menor uso de fertilizantes, observando con frecuencia deficiencias nutricionales (Marino y Berardo, 2014).

La aplicación de N en otoño adelanta el crecimiento de las gramíneas en un momento estratégico de oferta forrajera.

Las leguminosas tienen la capacidad de fijar grandes cantidades de N atmosférico a partir de la simbiosis con bacterias del género *Rhizobium*. Este N fijado no solo beneficia a las leguminosas sino también a los cultivos acompañantes o posteriores. Dicho fenómeno se denomina transferencia de N, que se describe como "directa" o "indirecta" según se requiera mayor o menor mineralización de los tejidos o exudados de las leguminosas (Thilakarathna et al., 2016).

Existe bibliografía internacional sobre el tema de fertilización nitrogenada en forrajes (Gourley et al., 2017; Christie et al., 2020) y en el país se han realizado trabajos en ambientes productivos como Balcarce (Clausen et al., 2016; Marino et al., 2016), donde se ha medido el impacto de la fertilización en pasturas consociadas, obteniendo recomendaciones adaptadas localmente para adecuar la nutrición de las pasturas.



En Entre Ríos es escasa la información y en general está enfocada a la nutrición fosfatada de pasturas puras de leguminosas (Quintero et al., 1995; Pautasso y Barbagelata, 2017). El objetivo de este trabajo fue evaluar el impacto productivo en pasturas consociadas de distinta antigüedad y composición en función de dosis y momentos de agregado de N.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizaron 6 ensayos de fertilización nitrogenada durante dos años (2019 y 2020), en pasturas consociadas de distinta antigüedad base alfalfa o lotus, en mezcla simple con una gramínea. Cada ensayo tuvo un diseño en bloques con tres repeticiones, donde cada unidad experimental fue de 2 por 5 metros. Todos los sitios recibieron al menos 20 kg ha⁻¹ de P a la siembra.

Los tratamientos fueron 6: T0 (0 kg N ha⁻¹), T1 (46 kg N ha⁻¹), T2 (92 kg N ha⁻¹), T3 (138 kg N ha⁻¹), T4 (dos dosis de 46 kg N ha⁻¹) y T5 (aplicaciones al inicio y luego de cada corte de 46 kg N ha⁻¹). La fuente de N utilizada fue urea (46 % de N).

Los tratamientos respondían a los siguientes objetivos:

1. Respuesta a dosis de N: tratamientos T0, T1, T2 y T3. Todas las dosis aplicadas al inicio del otoño (abril).

2. Respuesta a dosis dividida de N: tratamientos T2 vs T4 (“92 kg de N ha⁻¹” vs “46 + 46 kg de N ha⁻¹”) y tratamientos T3 vs T5 (“138 kg de N ha⁻¹” vs “46 + 46 +46 kg de N ha⁻¹”).

El impacto productivo se midió durante tres cortes a partir del agregado de nitrógeno (sólo en un sitio se contó con dos cortes luego de la fertilización nitrogenada otoñal). La producción de cada unidad experimental se evaluó a partir del corte de medio metro cuadrado. Las muestras se separaron por componentes (leguminosas, gramíneas y material muerto y malezas) y se pesaron. Para estimar la MS las muestras se secaron en estufa a 60°C hasta peso constante. La respuesta a la fertilización se calculó como la diferencia acumulada en todos los cortes de cada tratamiento fertilizado respecto al testigo (T0) de su bloque y la eficiencia de uso del N (EUN) como el cociente entre la respuesta y la dosis de N agregada.

Los datos se analizaron con el programa estadístico InfoStat 2020 (Di Rienzo et al.; 2020). Para evaluar el efecto de los tratamientos sobre diferentes variables en cada ensayo se realizó ANOVA y en los casos que el efecto fue significativo (< 0,05) las medias se compararon a partir de un test LSD Fisher. También se realizaron regresiones entre las variables.

RESULTADOS Y DISCUSION

En los ensayos realizados durante el 2019 la precipitación anual fue mayor a la registrada históricamente (18,4% más), en cambio en el 2020 la lluvia acumulada fue un 33,3% menores al promedio.

En la Tabla 1 y 2 se resume información general de los ensayos.

Tabla 1: Características generales de los ensayos

Ensayo	MO %	pH	P Bray	NO ₃ ⁻ ----ppm----	Suelo	Año implantación	Año ensayo	Cortes evaluados
1	2,67	6,10	17,9	27,8	Argiudol ácuico	2018	2019	3
2	3,56	5,97	23,8	32,3	Argiudol ácuico	2018	2019	3
3	3,25	6,04	23,4	27,2	Argiudol ácuico	2018	2019	3
4	3,74	6,23	4,4	32,3	Argiudol vértico	2016	2020	3
5	3,22	6,33	3,5	36,5	Peludertes árgico	2017	2020	2
6	3,34	6,49	3,5	23,4	Argiudoles rendólicos	2017	2020	3

Las muestras de suelos se extrajeron antes de la fertilización nitrogenada.

No se encontró una relación entre la fertilización nitrogenada y el porcentaje final de los componentes de la pastura. Este resultado responde posiblemente al poco tiempo desde la aplicación del N hasta la última medición (alrededor de 200 días) y a diferentes condiciones climáticas entre mediciones (primera medición en invierno y tercera medición en primavera/verano) que pueden condicionar de manera diferente el aporte de cada componente de la mezcla.

Tabla 2: Mezcla de especies forrajeras en cada sitio y composición al inicio y al final del ensayo (% de la MS total).

Ensayo	Mezcla	Leguminosa (%)		Gramínea (%)		Material muerto o maleza (%)	
		Inicio*	Final*	Inicio*	Final*	Inicio*	Final*
1	Alfalfa + cebadilla	74%	79%	16%	8%	10%	13%
2	Lotus + raigrás	44%	56%	49%	42%	6%	2%
3	Alfalfa + cebadilla	80%	78%	11%	22%	9%	1%
4	Alfalfa + festuca	15%	30%	74%	57%	11%	13%
5	Alfalfa + festuca	27%	20%	67%	68%	6%	12%
6	Alfalfa + festuca	0%	0%	100%	89%	0%	11%

* valores promedios de las parcelas con agregado de N. Los valores iniciales corresponden al 1^{er} corte y los finales al 3^o (excepto sitio 5, que corresponde a la composición en el 2^{do} corte).

En tres de los seis ensayos evaluados se encontró un efecto significativo de la aplicación de N sobre la producción de MS de las pasturas consociadas (Tabla 3).

Tabla 3: Producción promedio por corte y por tratamiento (kg MS/ha).

Ensayo	Testigo	kg MS por hectárea										Respuesta a N (valor p)	
		T1	T2	T3	T4	T5							
1	638	b	783	ab	850	ab	735	ab	954	a	736	ab	0,02
2	883	b	1010	ab	1044	ab	1071	ab	1197	a	889	b	0,01
3	1072	a	1069	a	1162	a	1139	a	965	a	1112	a	0,59
4	1444	a	1614	a	1691	a	1449	a	1632	a	1752	a	0,15
5	695	a	972	a	940	a	791	a	680	a	909	a	0,23
6	613	c	1230	ab	1019	bc	1660	a	1095	b	1697	a	<0,01

En el sitio 6 se perdió el componente alfalfa, es decir el forraje era 100% festuca. Para cada ensayo medias con una letra común no son significativamente diferentes, según el test LSD ($p > 0,05$).

La respuesta y la eficiencia de uso del N agregado fue dependiente de la composición de la pastura. La respuesta al agregado de N en pasturas con bajo porcentaje de gramínea (<70%) fue escasa, lo que transforma a la aplicación de N en estos casos en una práctica que puede no ser económicamente viable.

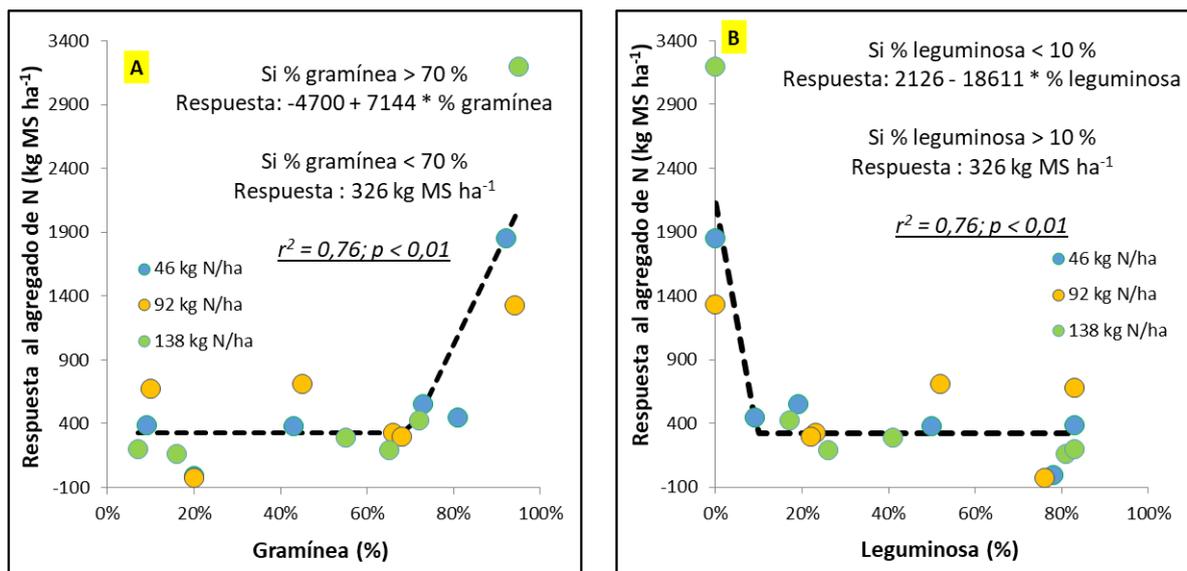


Figura 1: Respuesta al agregado de N en función del porcentaje de gramínea (A) y de leguminosa (B) en la composición de la pastura.

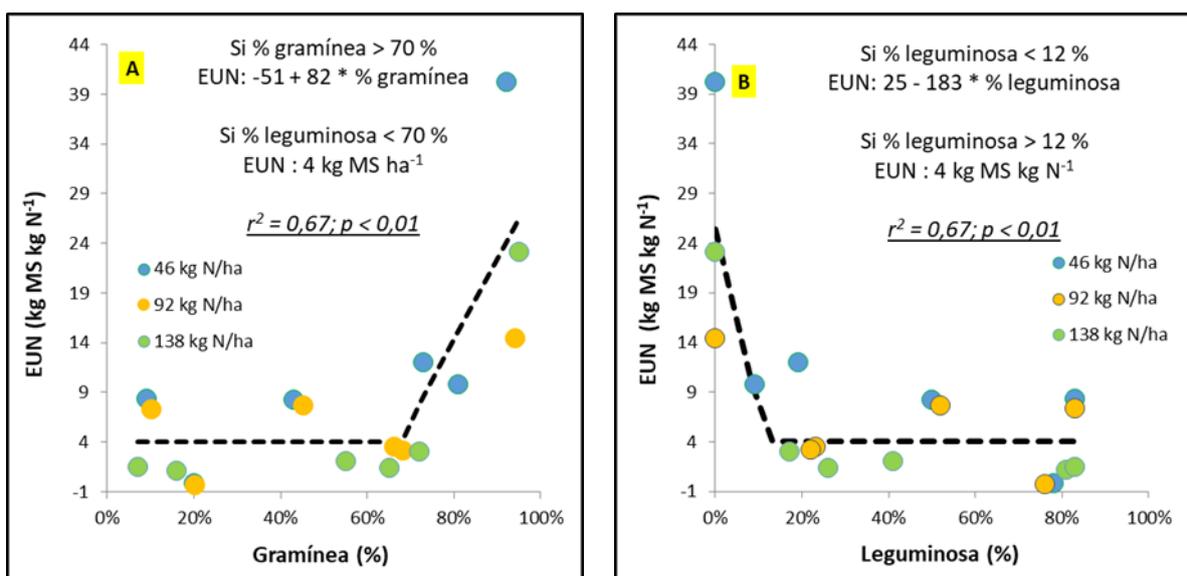


Figura 2: EUN en función del porcentaje de gramínea (A) y de leguminosa (B) en la composición de la pastura.

Estos modelos de respuesta y de EUN le dan un valor más preciso a lo informado por Rubio et al. (2013) quienes reportaron que se requieren valores de 30% a 50% de leguminosas bien noduladas para balancear los requerimientos de N de las gramíneas y por Thilakarathna et al. (2016) quienes informaron que las tasas de transferencia de nitrógeno fue de hasta un 80% de las leguminosas forrajeras a las gramíneas, siendo la transferencia de N superior cuando la fracción leguminosa fue mayor que la fracción no leguminosa. También Phelan et al. (2015) recomiendan mantener un componente de leguminosas en la mezcla (óptimo 40-60% de materia seca del forraje) para poder reducir los costos de fertilizantes nitrogenados.

Las aplicaciones divididas de N no generaron una mayor producción de forraje comparadas con la misma dosis de N aplicada por única vez, esta afirmación surge de contrastar los tratamientos T2 vs T4 ($p= 0,75$) y los tratamientos T3 vs T5 ($p= 0,67$).

En la Figura 3 se presentan las respuestas promedio por corte para cada tratamiento evaluado. En la misma se puede apreciar una tendencia a disminuir la respuesta en el tercer corte para las aplicaciones simples (T1 – T2 – T3) y una respuesta un poco más estable entre cortes para las aplicaciones divididas (T4 y T5).

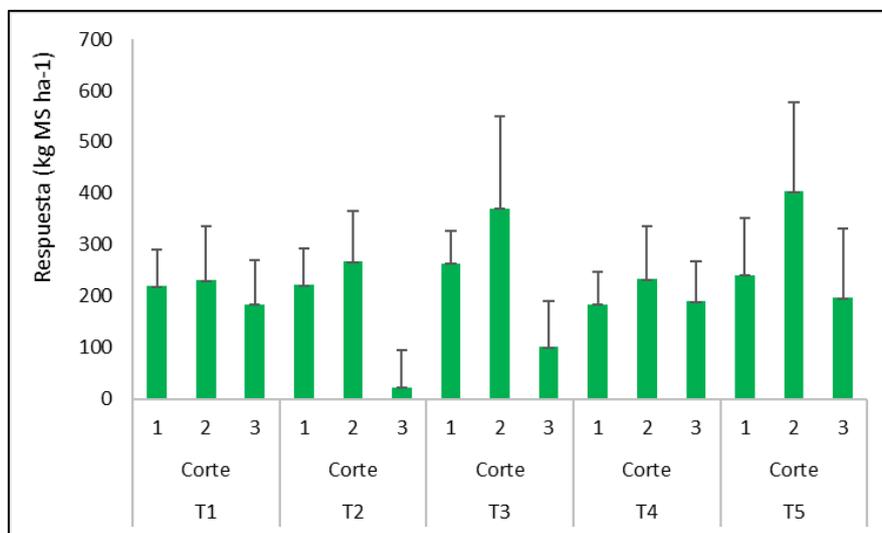


Figura 3: Respuestas promedio de forraje por corte para cada tratamiento de fertilización nitrogenada evaluado. Las barras verticales corresponden a los errores estándar.

CONCLUSIONES

La gramínea en la mezcla forrajera recibe un importante aporte de N desde la leguminosa, siendo las respuestas al agregado de este nutriente en dichas pasturas relativamente bajo.

A partir de los datos presentados, se podría justificar la aplicación de N en este tipo de pasturas consociadas sólo cuando la componente leguminosa prácticamente ha desaparecido. Estratégicamente también podría utilizarse dosis bajas de N, asumiendo EUN menor a la obtenida en cultivos puros de gramíneas.

La presente investigación generó información que podría ser de utilidad para decidir la práctica de fertilización nitrogenada en recursos forrajeros constituidos por pasturas de gramíneas y leguminosas en función de las cantidades relativas de cada uno de los componentes.

BIBLIOGRAFIA

- Agnusdei M.; S. Assuero; F. Lattanzi & M. Marino. 2010. Critical N concentration can vary with growth conditions in forage grasses: implications for plant N status assessment and N deficiency diagnosis. *Nutrient Cycling in Agroecosystems* (2010) 88:215–230. DOI 10.1007/s10705-010-9348-6.
- Clausen L.; G. Berone; M. Marino & M. Nuñez Lucanera. 2016. PP 79 Agregado de nitrógeno en otoño temprano en una pastura mezcla de alfalfa y festuca. *Revista Argentina de Producción Animal* Vol. 36 Supl. 1: 295-411 (2016).
- Christie, K.; A. Smith; R. Rawnsley; M. Harrison & R. Eckard. (2020). Simulated seasonal responses of grazed dairy pastures to nitrogen fertilizer in SE Australia: N loss and recovery. *Agricultural Systems*. 182. 10.1016/j.agsy.2020.102847.
- Di Rienzo J.A.; Casanoves F.; Balzarini M.G.; Gonzalez L.; Tablada M. & Robledo C.W. 2020. InfoStat versión 2020. Centro de Transferencia InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL <http://www.infostat.com.ar>
- García, F.; F. Micucci; G. Rubio; M. Ruffo & I. Daverede. 2002. Fertilización de forrajes en la región pampeana. Una revisión de los avances en el manejo de la fertilización de pasturas,

- pastizales y verdeos. Instituto de la Potasa y el Fósforo - INPOFOS Cono Sur. Potash and Phosphate Institute of Canada (PPIC). Marzo 2002. Pp. 72.
- Gourley C.; M. Hannah & K. Chia. 2017. Predicting pasture yield response to nitrogenous fertilizer in Australia using a meta-analysis-derived model, withfield validation. *Soil Research*, 2017, 55, 567–578 <http://dx.doi.org/10.1071/SR17032>
- Marino, M. & A. Berardo. 2014. Pasturas y pastizales. En H. E. Echeverría y F.O. García (eds). *En Fertilidad de suelos y fertilización de cultivos*. Ediciones INTA, Bs. As. Argentina. Pp. 555-583.
- Marino, M.; G. Berone; L. Clausen & M. Nuñez Lucanera. 2016. Producción de pasturas alfalfa-festuca mediterránea según el momento de fertilización nitrogenada en el sudeste bonaerense. *Rev. Arg. Prod. Anim.* Vol 36 Supl. 1: 295-411. ISBN-ISSN 0326-0550.
- Quintero C.; N. Boschetti & R. Benavidez. 1995. Fertilización fosfatada de pasturas en implantación en suelos de Entre Ríos. *Ciencia del Suelo* 13:60-65. Disponible http://www.suelos.org.ar/publicaciones/vol_13n2/Quintero.pdf [Verificación: enero de 2021]
- Phelan, P.; A. Moloney; E. Mcgeough; J. Humphreys; J. Bertilsson; E. O’Riordan & P. O’Kiely. 2015. Forage legumes for grazing and conserving in ruminant production systems. *Crit. Rev. Plant. Sci.* 34: 281-326.
- Pautasso J. M. & P. A. Barbagelata. 2017. Actualización del umbral de fósforo Bray para el cultivo de alfalfa en Entre Ríos (Argentina). *IAH 26* - junio 2017. Disponible [http://www.ipni.net/publication/ia-lacs.nsf/0/8865252DFED837860325815D00631784/\\$FILE/13.pdf](http://www.ipni.net/publication/ia-lacs.nsf/0/8865252DFED837860325815D00631784/$FILE/13.pdf) [Verificación: enero de 2021]
- Rubio G.; F. Micucci & F. García. 2013. Capítulo 14: Ciclado de nutrientes y fertilización de pasturas. En *Fertilización de cultivos y pasturas. Diagnóstico y recomendación en la Región Pampeana*. Ed. R. Álvarez, P. Prystupa, M. Rodriguez y C. Álvarez. Editorial FA UBA. ISBN: 978-987-27793-7-5.
- Thilakarathna, M.; M. McElroy & T. Chapagain. 2016. Belowground nitrogen transfer from legumes to non-legumes under managed herbaceous cropping systems. A review. *Agron. Sustain. Dev.* 36, 58 (2016). <https://doi.org/10.1007/s13593-016-0396-4>.