

Fertilización de pasturas y verdeos en la Región Pampeana Argentina

Fernando O. García Instituto de la Potasa y el Fósforo (INPOFOS) Cono Sur
E-mail: fgarcia@ppi-pppic.org



En las condiciones agroecológicas de la región pampeana argentina, el pasto es el forraje más económico. Un primer paso para la intensificación productiva debería pasar por producir mayor volumen de forraje utilizándolo eficientemente y reduciendo de esta forma los costos fijos por kg de materia seca. La fertilización balanceada de pasturas y verdeos es una de las mejores herramientas para incrementar la oferta forrajera y, consecuentemente, la producción animal. La mayor disponibilidad de nutrientes también

mejora 1) la eficiencia del uso del agua y de la radiación, 2) la calidad forrajera, 3) la duración del período de utilización, 4) la persistencia de leguminosas en pasturas consociadas y el aporte de nitrógeno (N) por fijación biológica, y 5) la producción agrícola al finalizar el período bajo pastura, ya que se recuperan las propiedades físicas y biológicas del suelo. En este artículo se discuten algunos aspectos relacionados con el manejo de la fertilización de pasturas y verdeos de la región pampeana argentina.

1. Requerimientos de nutrientes de especies forrajeras

Las especies forrajeras presentan diferentes requerimientos de nutrientes. En las Tablas 1 y 2 se indican requerimientos promedio de 12

nutrientes esenciales para algunas especies forrajeras obtenidos de numerosas referencias bibliográficas.

Tabla 1. Requerimientos de macronutrientes y nutrientes secundarios expresados en kg/ton materia seca

Especie	Nitrógeno	Fósforo	Potasio	Azufre	Calcio	Magnesio
	----- kg/ton MS -----					
Alfalfa (<i>Medicago sativa</i>)	25-30	2.2-3.3	18-25	2.5-5	11-12.5	2-3.7
Trébol Rojo (<i>Trifolium pratense</i>)	22	2.7-3.2	27	5-6		
Trébol Blanco (<i>Trifolium repens</i>)	35	3.4	19			
Pasto Ovillo (<i>Dactylis glomerata</i>)	25	3.6	23-25	2.2		2.2
Festuca (<i>Festuca arundinacea</i>)	19	3.5-4	24-28	2	4.6	2
Raigrás (<i>Lolium sp.</i>)	20-35	2.4-3.7	24-28	2-3	5-6	2

Tabla 2. Requerimientos de micronutrientes expresados en g/ton materia seca

Especie	Zinc	Boro	Cobre	Manganeso	Hierro	Molibdeno
			g/ton MS			
Alfalfa	15	25-30	7	25	30-50	0.1-1
Trébol Rojo		21-45	10-12			0.45
Festuca	26		14	62		0.7
Gramíneas		10-50	5-12			0.2-0.7

El balance de nutrientes de las pasturas dependerá en gran medida de la forma de aprovechamiento de los recursos forrajeros. En el caso de los sistemas de producción de forraje para corte, la extracción de nutrientes es muy importante, ya que se está cortando toda la planta y llevando ese material fuera de la pastura. Por ejemplo, la

confección de 4 ton/ha de rollos de alfalfa extrae entre 100 y 120 kg N ha⁻¹, alrededor de 9 a 14 kg P ha⁻¹ y de 72 a 100 kg K ha⁻¹. El aprovechamiento por pastoreo directo resulta en una menor extracción de nutrientes del sistema. Por ejemplo, para una producción de carne de 400 kg/ha, la extracción de fósforo (P) es del orden de 3 kg/ha.

2. Manejo de la fertilización fosfatada

El fósforo es un nutriente fundamental para las pasturas porque afecta especialmente la producción de las leguminosas, que aportan N al sistema y a las gramíneas que las acompañan. La producción de pasturas está fuertemente asociada a la presencia de leguminosas, siendo muchas veces su desaparición la causante de la roturación de las praderas por baja productividad. Las leguminosas presentan, en general, una mayor demanda de P y respuesta a la fertilización que las gramíneas.

El diagnóstico de la fertilización fosfatada se basa en el análisis de suelo en pre-siembra. La evaluación del P disponible o extractable con Bray 1 permite formular la recomendación de fertilización. A modo de ejemplo, en la Tabla 3 se presenta la valoración agronómica de distintos rangos de P disponible en suelo y la recomendación de fertilización fosfatada para pasturas consociadas del sudeste de la Provincia de Buenos Aires.

Tabla 3. Valoración agronómica según nivel de P Bray 1 y recomendación de fertilización fosfatada para lograr incrementos de 3 ton materia seca por ha en pasturas consociadas del Sudeste de Buenos Aires (N. A. Darwich, com. pers.).

Nivel de Ps (Bray 1)	Valoración Agronómica	Dosis
--- mg/kg ---		--- kg SFT/ha ---
0-5	Muy Bajo	120
6-10	Bajo	85
11-15	Medio	70
16-20	Medio - Alto	55

En suelos deficientes en P, las respuestas a la fertilización son elevadas y altamente rentables. La Tabla 4 muestra eficiencias de uso de P aplicado

observadas en distintas investigaciones realizadas a través de la región pampeana.

Tabla 4. Eficiencia agronómica de uso del fósforo aplicado en algunos ensayos de fertilización realizados en la región pampeana.

Recurso Forrajero	Zona	Comentarios	Dosis de Respuesta (kg P/ha)	Eficiencia de Uso (kg MS/kg P)	Referencia
Pradera	Oeste Entre Ríos	Base alfalfa L.corniculatus y festuca	32	100	Quintero <i>et al.</i> , 1995
Refertilización	Entre Ríos	2º año	8	113	Quintero <i>et al.</i> , 1997
Pradera	Balcarce (Bs.As.)	Acumulado 3 años	22 44	173 179	Berardo, 1996
Pradera	Balcarce (Bs. As.)	Sin N con 100N (3 años)	50 50	133 274	Berardo, 1998
Pradera Festuca y T. Rojo	Azul (Bs. As.)	Implantación	16	294	Marchegiani y Satorre, 1981
Trébol rojo	Este Entre Ríos	20 meses	30 60	238 144	De Battista y Costa, 1997

La Fig. 1 muestra los rendimientos obtenidos con distintos niveles de fertilización fosfatada a la siembra y con refertilizaciones anuales en alfalfares puros en el sudeste de Buenos Aires (Berardo y Marino, 1999). La eficiencia de uso del P aplicado, acumulada para los 4 años, fue de 410, 246, 243 y 74 kg MS/kg P para los tratamientos de 25, 50 y 100 kg/ha de P a la siembra y el tratamiento con 50 kg/ha de P a la siembra y 100 kg/ha de P cada año, respectivamente. Estos estudios

permitieron estimar el umbral crítico de respuesta para la fertilización fosfatada de alfalfa en 26 mg/kg de P Bray 1, nivel similar a los encontrados en numerosas referencias de la bibliografía internacional. En este ensayo, la refertilización del tratamiento de 50 kg P/ha mejoró la producción respecto de la dosis de 50P, pero recién en el tercer año la refertilización del tratamiento de 50 kg P superó al de 100 kg P, mostrando un importante efecto residual del P aplicado.

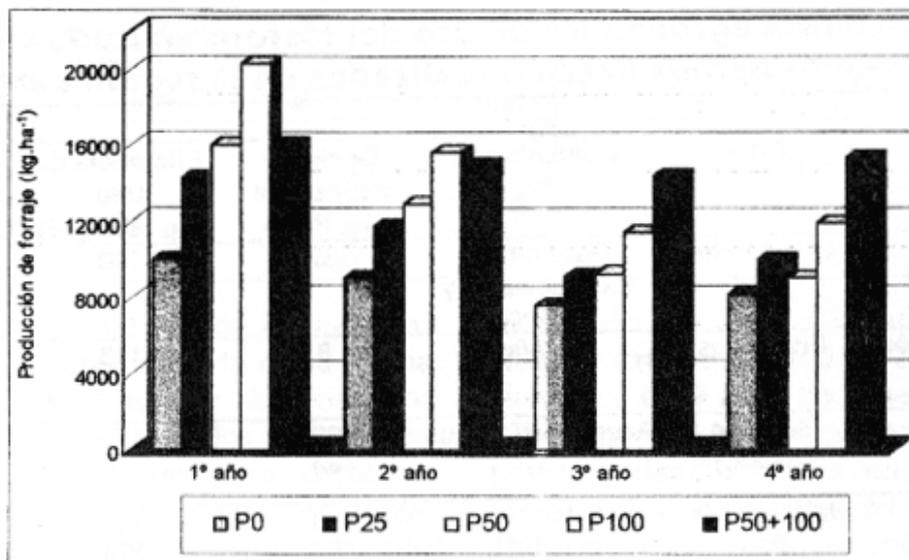


Fig. 1. Producción de materia seca de alfalfa para 4 dosis de fertilización fosfatada a la siembra y una refertilización anual sobre el tratamiento de 50 kg P a la siembra (50+100) durante cuatro años en el Sudeste de Buenos Aires. Suelo Argiudol típico, Ps 13,3 mg/kg, MO 6,4% y pH 6,2. (Berardo y Marino, 1999).

Las fertilizaciones fosfatadas presentan un importante efecto residual, manifestándose sus efectos sobre la producción de la pastura por un período mínimo de dos a tres años. Este efecto residual se debe a las características de la dinámica del P en el sistema suelo-planta y a su baja movilidad, y varía según el tipo de suelo (contenido de arcilla, mineralogía, materia orgánica) y sistema de manejo (rotación, especies, pastoreo o corte).

En lo que hace a la tecnología de aplicación, la comparación de fuentes

solubles (SFT, DAP) con rocas fosfóricas de menor solubilidad demuestra que, en general, la eficiencia de uso es mayor para los fertilizantes solubles durante el primer año, pero el efecto residual de la roca es más prolongado por su menor solubilidad. En cuanto a la forma de aplicación, con dosis bajas de fertilización y/o niveles de P en suelo bajos, la aplicación al voleo es menos eficiente que la aplicación en bandas a la siembra, pero esta diferencia desaparece a medida que se incrementan las dosis y/o la disponibilidad de P en suelo.

3. Nitrógeno

En numerosos ensayos se han registrado importantes respuestas a la fertilización nitrogenada con aplicaciones de fin del invierno y principio de primavera cuando el nivel de N disponible o mineral (nitratos + amonio) es mínimo debido a las bajas temperaturas. La aplicación

temprana del N adelanta el crecimiento de las gramíneas y, por lo tanto, el pastoreo, en un momento estratégico en cuanto a la oferta forrajera. Estas aplicaciones tempranas tienden a aumentar la producción y proporción de gramíneas que compiten y reducen el

crecimiento de leguminosas, por lo cual, el manejo del N debe ser cuidadoso para evitar el desbalance de gramíneas y leguminosa en la composición de la pastura.

En general, la respuesta al agregado de N es elevada a dosis bajas y en situaciones de marcada deficiencia de N disponible, disminuyendo a medida que se incrementa la dosis de aplicación. Sin embargo, en numerosas ocasiones se han observado respuestas lineales o casi lineales, donde la eficiencia es constante.

En la Tabla 5, se indican eficiencias de uso del N aplicado observadas en distintas investigaciones.

En verdes de invierno, las aplicaciones de N a fin de invierno son muy eficientes en zonas con buena disponibilidad hídrica en invierno (este de la región pampeana). Las aplicaciones a la siembra son de mayor eficiencia en el oeste de la región pampeana donde las precipitaciones durante el invierno son escasas (Fig. 2).

Tabla 5. Eficiencia agronómica de uso del nitrógeno aplicado en ensayos de fertilización realizados en la región pampeana.

Recurso Forrajero	Zona	Comentarios	Dosis de Respuesta (kg N/ha)	Eficiencia de Uso (kg MS/kg N)	Referencia
Pastura degradada	Balcarce (Buenos Aires)	Raigrás perenne y Trébol Rojo	75-150	15	Guaita <i>et al.</i> , 1996
Pastura polifítica	Balcarce (Buenos Aires)	Aplicación Agosto, Base 50 kg/ha P	100	28-39	Berardo, 1998
Agropiro (<i>Thinopyrum ponticum</i>)	Balcarce (Buenos Aires)	Aplicación Agosto, Natracuol	50	49	F. Grecco <i>et al.</i> , 1996
			100	35	
			150	37	
Pastizal Natural	Ayacucho (Buenos Aires)	Aplicación Agosto, Media loma	50	20	F. Grecco <i>et al.</i> , 1995
			100	27	
			150	23	
			200	19	
Festuca	Balcarce (Buenos Aires)	Aplicación Mayo-Julio, Media de dos cultivares	50	28	Lattanzi y Mazzanti, 1997
			100	27	
			150	28	
			200	27	
Pasto llorón (<i>Eragrostis curvula</i>)	Bahía Blanca (Buenos Aires)	Producción primavero-estival	60	25	Aduriz <i>et al.</i> , 1998
Bromus auleticus	Este Entre Ríos	Perenne de reg. templada húmeda/subhúmeda	39	21	De Battista y Costa, 1997
			77	17	
<i>Digitaria eriantha</i>	San Luis	Perenne de reg. Semiárida-árida	127	19-45	Veneciano <i>et al.</i> , 1997

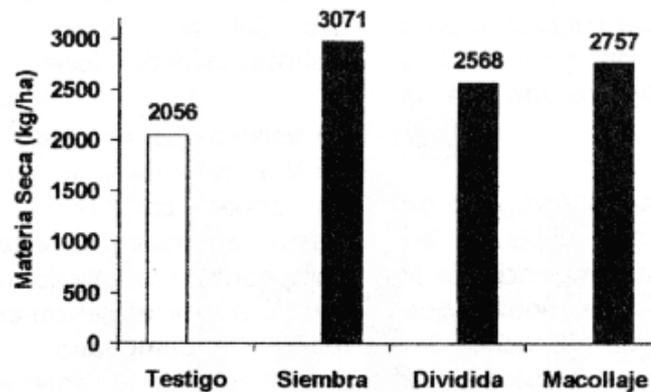


Fig. 2. Producción de materia seca de centeno con la aplicación de kg/ha de nitrógeno (N) a la siembra, al macollaje o dividida a la siembra y al macollaje. Información de Kenny y Resch (1996), AER INTA Huinca Renancó (Córdoba). Campaña 1995, Dos cortes. Suelo Hapludol éntico, MO 1.6%, P Bray 49 ppm, pH 5.1. Precipitaciones Abril-Septiembre 132 mm.

4. Otros nutrientes

Azufre

El azufre (S) se caracteriza por presentar una dinámica muy similar a la del N. Las deficiencias de S generalmente se presentan en suelos arenosos de bajo contenido de materia orgánica y en suelos degradados con disminuciones marcadas de la fracción orgánica.

En el oeste de Buenos Aires y este de La Pampa, sobre suelos Hapludoles, se han observado respuestas significativas a la aplicación de S en pasturas consociadas,

alfalfares puros y verdes de invierno. Los efectos se han observado tanto en la producción de materia seca como también, en el caso de alfalfa, en el número de nódulos de *Rhizobium*. La fertilización azufrada también ha resultado en incrementos significativos en la producción de alfalfa y verdes de invierno en el centro de Santa Fe (Fig. 3). Se han registrado eficiencias de uso de S de 40 a 160 kg MS por kg de S aplicado

Potasio

Si bien los suelos de la región pampeana presentan buena disponibilidad de potasio (K) para la producción de cultivos, hay situaciones en las que debe vigilarse la evolución de la disponibilidad del K del suelo como es el caso de la producción de pasturas y forrajeras en sistemas de manejo de alta producción bajo corte. En Uruguay, se han determinado disminuciones de 78 mg/kg (0.2 meq/100g) luego de dos ciclos de rotación alfalfa de corte-maíz para silo en explotaciones lecheras (Bordoli, 1998).

La alfalfa es un cultivo particularmente demandante de K. En el centro de Santa Fe, Vivas (1995) observó en estudios preliminares respuestas del orden del 12% al 73% en producción de MS en el primer corte luego de la fertilización. En San Luis, Conti y colaboradores (1997) obtuvieron respuestas de 13.4 kg MS/kg K aplicado en seis cortes de alfalfa bajo riego sobre un suelo Haplustol típico con alto nivel de K intercambiable (702 mg/kg o 1.8 meq/100 g).

Micronutrientes

El cultivo de alfalfa es particularmente sensible a la deficiencia de boro (B) y se han observado deficiencias del nutriente y respuestas a la aplicación en el oeste de la región pampeana. En el ámbito

internacional, la fertilización de alfalfa con B se recomienda con niveles de B en suelo menores de 1 mg/kg y en planta menores de 30 mg/kg.

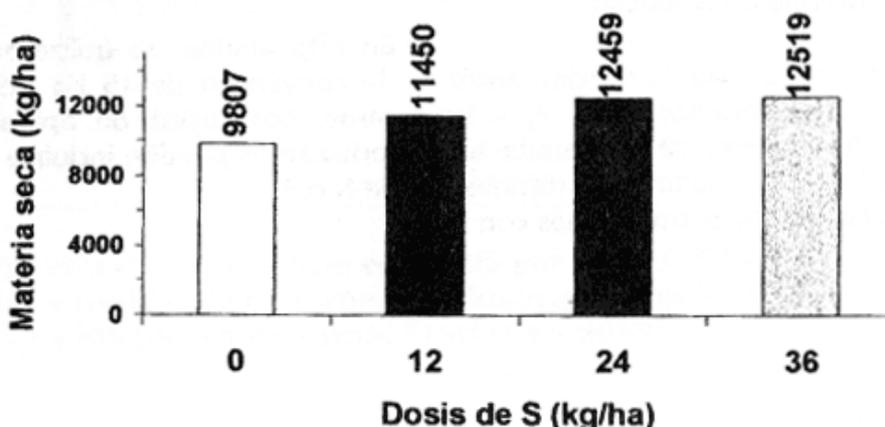


Fig. 3. Producción de materia seca de alfalfa con distintas dosis de azufre (S) en un ensayo realizado en el centro de Santa Fe. Promedios de cuatro fuentes de S. Información de Fontanetto y col. (2004) EEA INTA Rafaela. Fertilización de base: 40 kg/ha de P como SFT y 370 kg/ha de Ca como calcita. Suelo Serie Esperanza, MO 2.58%, P Bray 8.1 ppm, pH 5.7, S-sulfatos 7.5 ppm, Ca 6.5 meq/100 g, Mg 1.4 meq/100 g, y K 0.6 meq/100 g.

5. Encalado

Entre las forrajeras, la alfalfa es el cultivo más sensible a la acidez del suelo. Altos rendimientos se obtienen cuando el pH es de 6.5 o superior ya que mejora la nodulación y se logra un mejor establecimiento, persistencia y desarrollo del cultivo.

En el Centro Este de Santa Fe, se determinó una marcada interacción entre la fertilización fosfatada y la

enmienda cálcica en alfalfa con respuestas en producción de materia seca de hasta 400% sobre el tratamiento testigo (Vivas, 1999). Experiencias realizadas en 9 de Julio (Buenos Aires) por Carta y colaboradores (1998), muestran respuestas del orden de 1400 a 4100 kg MS/ha con distintas dosis de cal para una pastura en el año de implantación sobre un suelo Hapludol de pH 5.8 y materia orgánica 3.4%.

6. Economía de la fertilización de pasturas y verdes

A partir de los precios (en dólares) de los insumos (fósforo, nitrógeno), del producto (carne) y la eficiencia de conversión de la materia seca (kg materia seca por kg de carne), se pueden evaluar económicamente las alternativas de fertilización en función de la probabilidad de respuesta.

Las Figuras 4 y 5 indican la relación entre el precio de los insumos (N o P) y la respuesta de indiferencia expresada en kg MS/kg N o P aplicado para distintos precios de carne. Así, si trabajamos con P

a \$ 1,60 por kg y carne a \$ 0,80 por kg, se obtendrán márgenes de ganancia positivos si la respuesta es mayor de 30 kg MS por kg de P aplicado. Es decir, que las eficiencias agronómicas reportadas en la Tabla 4 serían altamente rentables.

En este análisis, se utilizaron eficiencias de conversión de 15 kg MS por kg de carne. Los costos de aplicación de los fertilizantes pueden incluirse en el precio de N o P.

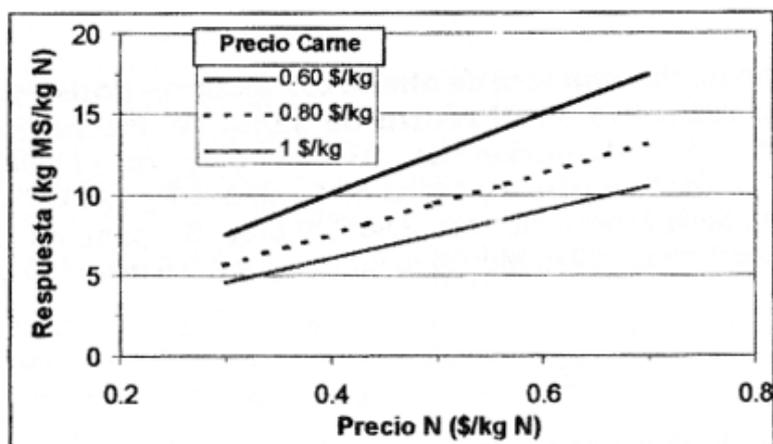


Fig. 4. Respuesta de indiferencia en kg MS por kg de N aplicado en función de precios variables de N y carne. La eficiencia de conversión considerada es de 15 kg MS por kg de carne. Precios en dólares.

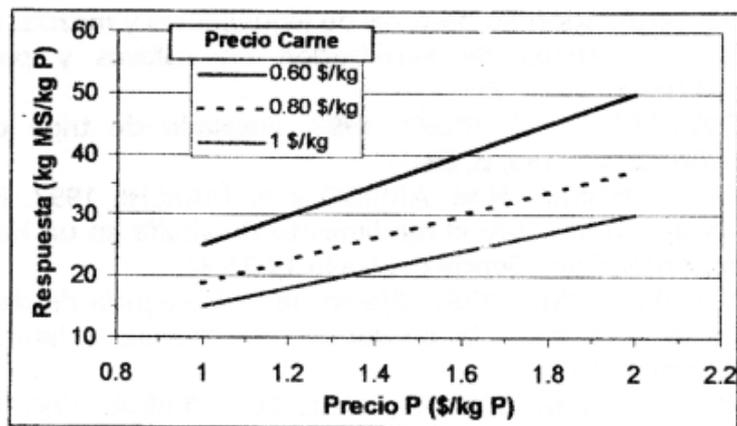


Fig. 5. Respuesta de indiferencia en kg MS por kg de P aplicado en función de precios variables de P y carne. La eficiencia de conversión considerada es de 15 kg MS por kg de carne. Precios en dólares.

Conclusiones

La información presentada en este artículo indica que a través de la fertilización razonada se pueden obtener aumentos significativos en la producción de forraje y, por lo tanto, en la producción animal.

Es recomendable comenzar un programa de fertilización a partir del análisis del sistema de manejo, tipo de suelo, características climáticas y niveles de producción actuales. La base del plan de fertilización es conocer la disponibilidad de nutrientes en los suelos en los que se

está trabajando, es decir realizar un análisis completo de suelos.

El plan de fertilización debe considerar todos los nutrientes, a fin de lograr una fertilización balanceada. Una vez cubiertas las necesidades de un nutriente, otro nutriente puede presentarse como deficiente. De allí, la importancia de efectuar el análisis completo de suelos, el seguimiento del cultivo y, en muchas ocasiones, el análisis foliar.

Bibliografía

- ADURIZ, M.A., A.O. GARGANO y M.C. SALDUNGARAY. 1998. Efecto residual de la fertilización sobre la producción primavera-estival de digitaria y pasto llorón. Actas 22º Cong. Arg. Prod. Anim. Vol. 18 p. 91.
- BERARDO, A. 1996. La fertilización fosfatada y nitrogenada de las pasturas y sus efectos en distintos sistemas de producción. Pp. 173-182. En: Fertilización de cultivos extensivos y forrajeras. Seminario de Actualización Técnica, CPIA y SRA. Buenos Aires.
- BERARDO, A. 1998. Fertilización de pasturas. En 5º Seminario de Actualización Técnica CPIA-SRA. Buenos Aires.

- BERARDO, A. y M. A. MARINO. 1999. Fertilización fosfatada de alfalfa en el sudeste bonaerense. *Informaciones Agronómicas del Cono Sur*. No. 4:4-6. INPOFOS Cono Sur.
- BORDOLI, J.M. 1998. Fertilización de pasturas de leguminosas y mezclas de gramíneas y leguminosas. En: *Jornada de Fertilización en cultivos y pasturas*. INTA Concepción del Uruguay, Entre Ríos.
- CARTA, H., L. VENTIMIGLIA y S. RILLO. 1998. Encalado de trigo con pasturas. *Agromercado*, Año 12, No. 139, p. 68-71.
- CONTI, M., A.M. DE LA HORRA, N.M. ARRIGO y A. MARCHI. 1997. Fertilización e interacción potasio-fósforo sobre el rendimiento de alfalfa en un Haplustol típico (Zona Semiárida, Argentina). *Ciencia del Suelo* 15:51-52.
- DE BATTISTA, J. P. y M.C. COSTA. 1997. Efecto de la frecuencia de defoliación y la fertilización nitrogenada sobre la producción de *Bromus auleticus*. *Actas 21º Cong. Arg. Prod. Anim.* P.122
- FERNANDEZ GRECO, R. , A. MAZZANTI y H. E. ECHEVERRIA. 1995. Efecto de la fertilización nitrogenada sobre el crecimiento de forraje de un pastizal natural de La Pampa Deprimida Bonaerense (Argentina). *Actas 19º Cong. Arg. Prod. Anim.* Pp. 173-176.
- FERNANDEZ GRECO, R., A. SCIOTTI y A. MAZZANTI. 1996. Fertilización nitrogenada sobre el crecimiento y la acumulación de forraje de *Thinopyrum ponticum*. *Actas 20º Cong. Arg. Prod. Anim.* Pp.223-224.
- FONTANETTO, H., O. KELLR y H. VIVAS. 2004. Buscando la fertilización balanceada de pasturas en el área central de Santa Fe. *Actas 1er. Simposio Nacional Sistemas Ganaderos en Siembra directa*. AAPRESID. Rosario, Santa Fe. Pp. 48-59.
- GUAITA, M.S., H.E. ECHEVERRIA y C.J. ESCUDER. 1996. Fertilización de una pastura de raigrás perenne y trébol rojo: 2. Recuperación de nitrógeno en el sistema suelo-planta. *Rev Arg. Prod. Anim.* 17 (2): 97-104.
- LATTANZI, F. y A.E. MAZZANTI. 1997. Fertilización nitrogenada de pasturas en *Festuca arundinacea* de tipo templado y mediterráneo. 1. Crecimiento otoño-invernal. *Actas 21º Cong. Arg. Prod. Anim.* P. 166-167
- MARCHEGANI, G.J. y O.V. SATORRE. 1981. Fertilización fosfórica aplicada en líneas y en cobertura en la implantación de una pastura. *Producción Animal* 8:262-269.
- QUINTERO, C. N.G. BOSCHETTI y R.A. BENAVIDEZ. Fertilización fosfatada de pasturas en implantación en suelos de Entre Ríos. 1995. *Ciencia del Suelo* 13:60-65
- QUINTERO, C.. N.G. BOSCHETTI y R.A. BENAVIDEZ. 1997. Efecto residual y refertilización fosfatada de pasturas implantadas en Entre Ríos. *Ciencia del Suelo* 15: 1-5.
- VENECIANO, J.H. y O.A. TERENTTI. 1997. Efectos de al defoliación y la fertilización nitrogenada en el rendimiento y calidad de *Digitaria eriantha*. *Actas 21º Cong. Arg. Prod. Anim.* P. 77.
- VIVAS, H. 1995. Fertilización de pasturas base alfalfa en la región central de Santa Fe. En: *Información técnica para productores*. INTA Rafaela.
- VIVAS, H. 1999. Alfalfa: Influencia del calcio en la eficiencia de la fertilización fosfatada. *Departamentos Las Colonias y Capital (Santa Fe)*. *Informaciones Agronómicas del Cono Sur*. No. 4:7. INPOFOS Cono Sur.