



FERTILIZAR

ASOCIACION CIVIL

Número 14 - Enero 2010



**Estrategias de producción de cereales
invernales en sistemas mixtos**

**Fósforo, azufre y calcio y sus
relaciones para aumentar la
producción de alfalfa**

**Nutrición nitrogenada de verdeos y
pasturas: manejo de alto impacto
productivo**

**El rol del fósforo en los sistemas
ganaderos intensificados**

Índice

REVISTA FERTILIZAR - AÑO V - Nº14 - Enero 2010

Fósforo, azufre y calcio y sus relaciones para aumentar la producción de alfalfa

04



Nutrición nitrogenada de verdeos y pasturas: manejo de alto impacto productivo

09



Efecto de la fertilización en pasturas subtropicales en el sudoeste de Santiago del Estero

14



Estrategias de producción de cereales invernales en sistemas mixtos

18



El rol del fósforo en los sistemas ganaderos intensificados

31



Staff Editorial



FERTILIZAR Asociación Civil

Presidente
Jorge Bassi

Vicepresidente
Pablo Pusetto

Secretario
Eduardo Caputo Raffo

Prosecretario
Camila López Colmano

Tesorero
Manuel Santiago

Protesorero
Marco Prenna

Vocales
Guillermo Pinto
Floencia Schneeberger
Pedro Falthauser
Juan Tamini

Comisión Revisora de Cuentas
Francisco Llamblas
Federico Daniele

Comité Técnico
R. Rotondaro
G. Deza Marín
H. Vivas
L. Caballero
M. Palese
F. Micucci
G. Pugliese
J. Petri
R. Liavallol
G. Moreno Sastre
C. Sferco
D. Germinara
O. López Matorras

Gerente Ejecutiva
M. Fernanda González Sanjuan

ACA
ASP
BUNGE
EMERGER
FÉLIX MENÉNDEZ
FERTICROPS
K+S
MOSAIC
NIDERA
NITRAGIN
PROFERTIL
QUEBRACHITO
RASA FERTIL
YPF S.A.
VALE
TIMAC AGRO ARGENTINA
STOLLER
YARA

Asesor de Contenidos
Ricardo Melgar

Coordinación General
Paula Vázquez

Producción
FUSOR PUBLICIDAD
info@fusor.com.ar

El primer número del año 2010 está dedicado a la fertilización de pasturas y el rol clave que tiene esta tecnología para una producción forrajera eficaz y sustentable.

Durante el año 2009 junto a la Cámara de Semilleristas de la Bolsa de Cereales de Buenos Aires llevamos adelante una cantidad de charlas y jornadas técnicas para productores sobre el manejo eficaz de las pasturas, ya que consideramos a esta producción la base de un sistema ganadero productivo.

Según datos de la entidad, en Argentina, en 2007, la superficie cubierta por pasturas fue de 4 millones de hectáreas, con perennes y 3 millones, con alfalfa pura. Si a este panorama se le suma la gran sequía de 2008-2009, se concluye que habría que reponer un millón de hectáreas en la campaña 2009-2010. Y en este marco la fertilización será una herramienta indispensable para alcanzar este objetivo.

En Fertilizar Asociación Civil buscamos contribuir, a través de la difusión permanente, conceptos técnico-productivos sobre la reposición de nutrientes para las distintas producciones, a la conservación de nuestro suelo y al logro de una producción sustentable.

En la Argentina, si bien se ha ido mejorando con los años, todavía se registran niveles muy bajos de reposición, situación que se acentuó en las últimas campañas por causas ya conocidas por todos. Esta merma en la fertilización tendrá un impacto directo en los rendimientos de los cultivos y por lo tanto en la rentabili-

dad y productividad del sistema agrícola nacional y se traducirá, en el mediano y largo plazo, en un empobrecimiento de la calidad de nuestro suelo y en consecuencia, en la depreciación de nuestro principal recurso productivo.

El suelo es el principal recurso natural que posee nuestro país y durante muchos años ha ido "proveyendo" las condiciones óptimas para alcanzar niveles de producción récord. Sin embargo, este no es un recurso ilimitado y debemos cuidarlo para poder garantizar una producción sustentable para las generaciones que vendrán. Es nuestra responsabilidad como productores y habitantes, mantener la calidad de nuestros suelos y, en la medida de lo posible, mejorarlo.

Esperando que esta revista sea una herramienta de gestión útil para el crecimiento de la reposición de nutrientes en el país y la conservación de nuestro recurso suelo, desde Fertilizar Asociación Civil deseamos que este nuevo ciclo que comienza le permita a la producción agrícola desarrollar todo su potencial.

Ma. Fernanda González Sanjuan
Ing. Agr.
Gerente Ejecutivo

Fósforo, azufre y calcio y sus relaciones para aumentar la producción de alfalfa

Ings. Agrs. Hugo S. Vivas; Nicolás Vera Candiotti y Oscar Quaino.
Técnicos de la EEA Rafaela del INTA.

Los estudios iniciales que investigaron la fertilización de alfalfa en el centro de Santa Fe pusieron de manifiesto la gran deficiencia de fósforo (P) para la producción de forraje principalmente en el “centro y el este” de la región (Vivas, 1996). En estos sitios, los suelos asociados, se caracterizan por tener bajos contenidos de materia orgánica (MO) (entre 2,2-2,5%) y de nitrógeno total (Nt) (entre 0,10-0,12%). Estos suelos además presentan bajos contenidos de P extractable, los cuales son consecuencia de las características propias del material original y de las extracciones producidas por el uso agrícola sin reposición de este nutriente. Es así que el P puede variar entre 8-12 ppm en superficie hasta menos de 10 ppm al 1,4 m de profundidad (Vivas y Romero, 2004).

Por el contrario, en el oeste de Santa Fe los valores de MO oscilan alrededor de 2,8-3,0%, el Nt entre 0,15-0,16% y el P extractable supera los 50-60 ppm en superficie y mantiene valores alrededor de 20 ppm al 1,4 m de profundidad. Es evidente que la distribución del P en la provincia no es uniforme y por ello las tecnologías para optimizar la producción deben diferenciarse. Para alfalfa un adecuado nivel de P extractable debe superar los 25-30 ppm en los primeros 20 cm de suelo (Vivas et al. 1998; Racca et al. 2001). Los beneficios son numerosos, entre otros, la rápida inducción al desarrollo radicular, mayor eficiencia en el uso del agua y mejores condiciones para la fijación biológica de nitrógeno

(Reetz, 1986). No solo permite más producción de materia seca (MS) sino también mayor longevidad de la pastura (Berg et al. 2005 y Berg et al. 2007) y aumentos en la calidad del forraje por la mayor concentración de proteína (Lissbrant et al. 2009).

El azufre (S) es el segundo nutrimento deficiente en la región y quizás con una amplitud geográfica mayor a la del P. La respuesta de la pastura de alfalfa al azufre en el centro-este de Santa Fe fue evidente a fines de la década del 90' (Vivas et al. 2001). En este trabajo se constató una demanda de S proporcional a la producción de MS y a los niveles de P utilizados en combinación con el mismo. Las probabilidades de encontrar respuestas a este nutriente son mayores en suelos con contenidos menores a 10 ppm de S-SO₄²⁻; con bajos contenidos de MO, suelos de texturas arenosas y uso agrícola prolongado, aunque es muy difícil tener precisiones en el diagnóstico del mismo. Este nutriente, al igual que el P, contribuye a la formación de las proteínas y se diferencia principalmente en que tiene mayor movilidad que el P en el suelo pero a su vez tiene capacidad de permanecer en el perfil y tener efectos residuales (Vivas, 2003).

Actualmente el P y el S son los nutrientes básicos a utilizar en toda pastura de alfalfa en el centro-este de Santa Fe (Vivas, 2004).

El factor calcio (Ca) fue utilizado en numerosas experiencias como fertilización base de los principales tratamientos y no como una variable (Vivas et

al. 1999). En ensayos donde se evaluó la respuesta a este elemento, las parcelas con Ca produjeron más que la testigo pero nunca superaron a los tratamientos con P o con S. Su inclusión en los estudios es importante porque podría producir un efecto sinérgico sobre la absorción del P y de otros nutrientes. Así lo destacaron Andrew y Johansen (1978) quienes afirmaron que los fosfatos son mejor absorbidos cuando aumentan los iones positivos en la solución del suelo y en la superficie radicular. En este marco, el objeto del presente trabajo consistió en estudiar los efectos simples de la fertilización con fósforo, azufre y calcio y sus interacciones, sobre la producción de alfalfa en un suelo del centro de la provincia de Santa Fe.

Metodología

El ensayo se instaló en la localidad de Esperanza, Departamento Las Colonias, sobre un suelo representativo del área de estudio. Se utilizó un diseño de parcelas sub-sub-divididas en bloques completos al azar con tres repeticiones y los tratamientos fueron: P (0, 20 y 40 kg/ha) como parcela principal bajo la forma de superfosfato triple de calcio (P= 20%), S (0, 24 y 48 kg/ha) como sub-parcela bajo la forma de Yeso (S= 18%) y Ca (0 y 370 kg/ha) como sub-sub-parcela bajo la forma de carbonato de calcio (Ca= 37%). Las unidades experimentales

fueron de 2m x 5m, evaluándose los 5m² centrales de la parcela cuando la alfalfa se encontraba en estado de botón floral ó con rebrotes basales no mayores de 5 cm.

La siembra de alfalfa se realizó el 29-5-06 con la variedad DK 193 y se realizaron 5 cortes de evaluación en los meses de noviembre y diciembre de 2006 y enero, agosto y setiembre de 2007. Los datos fueron analizados mediante el análisis de la variancia para un nivel de significancia del 5% (SAS, 1999).

Resultados y discusión

Previo a la aplicación de los tratamientos se tomaron muestras del suelo en los primeros 20 cm para evaluar diferentes parámetros químicos. Los valores de los mismos fueron: P = 11,9 ppm, MO = 2,76 %, pH = 6,1, CIC = 15 meq, Ca = 10,1 meq (67%), Mg = 0,9 meq (6%), K = 1,1 meq (7%), Na = 0,16 meq (1%). El P se encontró a niveles por debajo de los 25 ppm deseables, al igual que la MO con un nivel de medio a bajo.

Las precipitaciones ocurridas durante el período de evaluación de la pastura, los promedios históricos como referencia y los momentos de corte se muestran en el Cuadro 1.

En el período bajo estudio se sucedieron condiciones de déficit hídrico, como los meses de julio y

Cuadro 1. Registros pluviométricos 2006-07, promedios históricos correspondientes y puntualización de los momentos de corte.

	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
2006	104	33	124	0	11	13	89	162*	420*
	(172)	(72)	(33)	(26)	(40)	(53)	(115)	(128)	(146)
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre
2007	143*	182	552	63	61*	43	0	18	149*
	(124)	(109)	(150)	(172)	(72)	(33)	(26)	(40)	(53)

(Siembra); () = promedios históricos de precipitaciones; (*) = momentos de cortes.

Cuadro 2. Análisis de la variancia para cada corte y para la producción total acumulada. Significancia de los factores, interacciones y coeficientes de variación (CV).

Factores y sus Interacciones	Corte 1	Corte 2	Corte 3	Corte 4	Corte 5	Total
P	*	NS	NS	*	*	*
S	*	*	*	*	*	*
P*S	NS	NS	NS	NS	NS	NS
Ca	*	NS	NS	*	NS	*
P*Ca	NS	NS	NS	NS	*	NS
S*Ca	NS	NS	NS	*	*	NS
P*S*Ca	NS	NS	NS	NS	NS	NS
CV (%)	15,8	11	9,6	11,5	16,8	10,8

*= significativo al 5% NS= no significativo al 5%

agosto en los dos años y períodos de exceso, como los ocurridos en noviembre y diciembre de 2006 y enero, febrero y marzo de 2007. Ello condicionó notablemente el número de cortes que pudieron realizarse.

El análisis de los distintos cortes realizados puede verse en el Cuadro 2.

Salvo la interacción S*Ca en los cortes 4 y 5 y P*Ca en el corte 5 no hubo interacciones significativas entre los factores en estudio, mostrando en general un alto grado de independencia, aunque en determinadas situaciones podría esperarse que las respuestas a los nutrientes P y S dependan del nivel de Ca utilizado.

El efecto Ca fue significativo en los cortes 1 y 4 mientras que el S fue significativo en los cinco cortes. El P, aunque con valores bajos al momento de la siembra, no tuvo diferencias para la producción de forraje en los cortes 2 y 3. Esto en parte podría explicarse por una mayor liberación del P inorgánico ante condiciones de exceso hídrico, disminuyendo las diferencias del fósforo extractable y de producción de biomasa entre los tratamientos (Quintero et

al. 2007). También hubo suficiencia de precipitaciones en los cortes 1º y 5º pero con la diferencia que durante los meses previos la recepción de agua fue inferior a lo histórico y se asume que la misma compensó las deficiencias en el perfil y no se produjeron saturaciones excesivas.

El análisis del forraje acumulado (Cuadro 2) mostró ausencia de interacciones significativas para P, S y Ca y diferencias significativas para cada uno de ellos. La misma interacción no significativa P*S fue encontrada por Rehm (1987) en un estudio donde la respuesta a cada nutriente fue de tipo cuadrática.

En el Gráfico 1 se muestra la producción total del ensayo en Esperanza y las variaciones encontradas con los diferentes tratamientos.

A pesar del bajo contenido de P extractable inicial (11,9 ppm) y que el efecto de las dosis fueron significativas sobre la producción de materia seca, (P0= 7048 kg/ha, P20= 7920 kg/ha y P40= 7954 kg/ha) (P<0,05), la respuesta a este elemento no fue de tanta magnitud como el observado en otras ocasiones. Las diferencias de MS producidas por Ca (Ca0= 7400 kg/ha; Ca370= 7882 kg/ha) no fueron tan

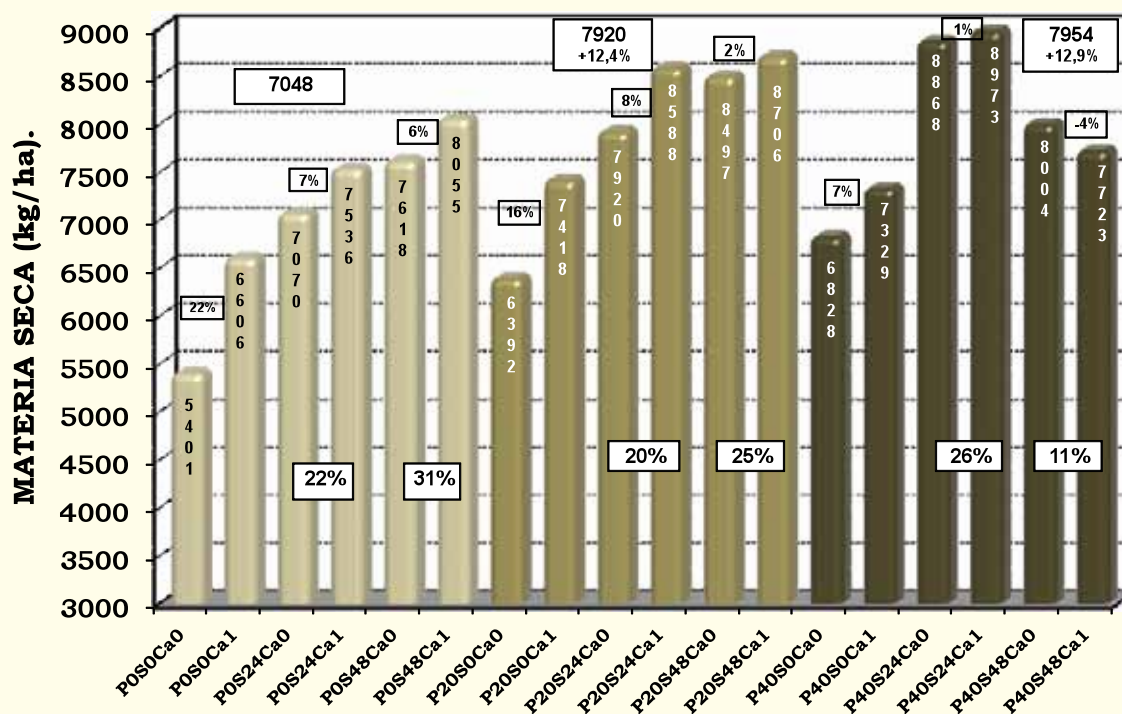
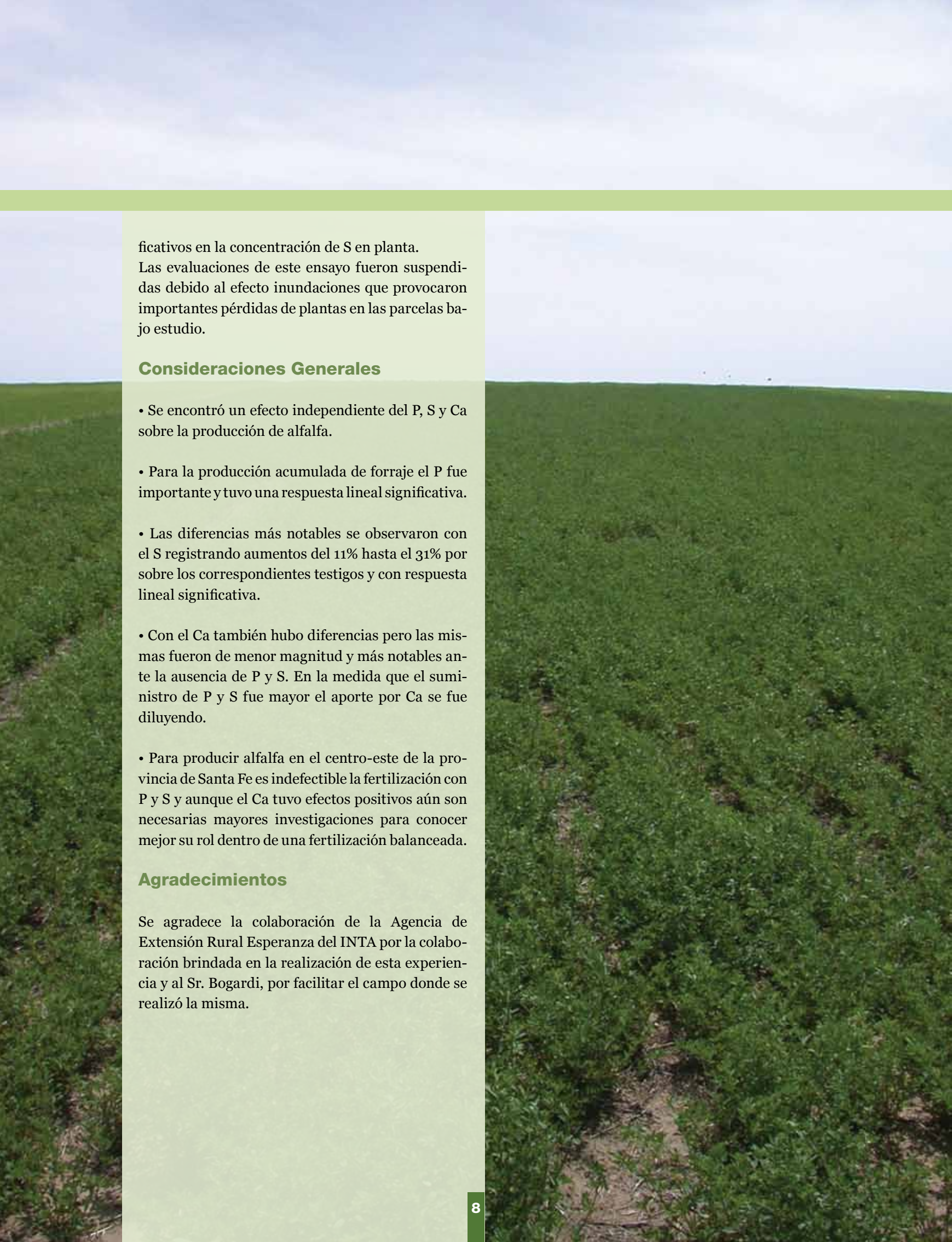


Gráfico 1. Producción de alfalfa mediante la fertilización con P, S y Ca. Cinco cortes. Esperanza. Departamento Las Colonias. 2006-07.

pronunciadas como las encontradas en otra oportunidad por Vivas (1999). El mayor beneficio del Ca ocurrió en los tratamientos testigo (PoSo) con aumentos del 22% en producción de biomasa (Gráfico 1). Cuando se adicionaron los niveles S24 y S48, sin adición de P, los incrementos por Ca fueron 7% y 6%, respectivamente. Para el tratamiento P20 los incrementos por Ca alcanzaron 16%, 8% y 2% para niveles de azufre de 0, 24 y 48 kg/ha, respectivamente y para P40 los aumentos fueron de 7%, 1% y -4%, para los mismos niveles de S respectivamente. De esta información surge que, a medida que los niveles de los factores P y S fueron mayores, supliendo nutricionalmente a la alfalfa, el Ca disminuyó su aporte (Gráfico 1).

El S fue el nutrimento con más notables diferencias para todos los cortes y en la producción acumula-

da ($P < 0,05$). Los promedios de materia seca a través de los diferentes niveles de P y de Ca fueron $S_0 = 6663$ kg/ha; $S_{24} = 8159$ kg/ha y $S_{48} = 8101$ kg/ha. Los aportes por S24 y S48 respecto de S_0 , para niveles de P_0 , fueron de 22% y 31% (Gráfico 1), para niveles de P20 fueron de 20% y 25% y con P40, los aumentos fueron de 26% y 11%, respectivamente. Sin duda los mayores incrementos de forraje se lograron con el aporte de S, aunque es necesario destacar el aporte simultáneo de los otros factores P y Ca y sus efectos aditivos en la producción de alfalfa. Resultados similares a los encontrados en esta experiencia, con respecto al azufre, han sido observados por Caldwell et al. (1969) quienes fueron sorprendidos al encontrar aumentos en los tratamientos con 56 kg de S/ha que triplicaron al tratamiento testigo S_0 , a la vez que produjeron aumentos signifi-



ficativos en la concentración de S en planta. Las evaluaciones de este ensayo fueron suspendidas debido al efecto inundaciones que provocaron importantes pérdidas de plantas en las parcelas bajo estudio.

Consideraciones Generales

- Se encontró un efecto independiente del P, S y Ca sobre la producción de alfalfa.
- Para la producción acumulada de forraje el P fue importante y tuvo una respuesta lineal significativa.
- Las diferencias más notables se observaron con el S registrando aumentos del 11% hasta el 31% por sobre los correspondientes testigos y con respuesta lineal significativa.
- Con el Ca también hubo diferencias pero las mismas fueron de menor magnitud y más notables ante la ausencia de P y S. En la medida que el suministro de P y S fue mayor el aporte por Ca se fue diluyendo.
- Para producir alfalfa en el centro-este de la provincia de Santa Fe es indefectible la fertilización con P y S y aunque el Ca tuvo efectos positivos aún son necesarias mayores investigaciones para conocer mejor su rol dentro de una fertilización balanceada.

Agradecimientos

Se agradece la colaboración de la Agencia de Extensión Rural Esperanza del INTA por la colaboración brindada en la realización de esta experiencia y al Sr. Bogardi, por facilitar el campo donde se realizó la misma.

Nutrición nitrogenada de verdeos y pasturas: manejo de alto impacto productivo

Marino, M.A.¹ y Agnusdei, M.²

¹ Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Mar del Plata (FCA, UNMP).
amarino@balcarce.inta.gov.ar

² Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Estación Experimental Agropecuaria Balcarce (INTA EEA Balcarce). magnusdei@balcarce.inta.gov.ar

Introducción

En las condiciones edafo-climáticas de la región pampeana, las pasturas podrían ofrecer producciones anuales de forraje del orden de las 12-15 t/ha en forma sostenida a lo largo de los años, o aún superiores con la inclusión de leguminosas perennes como alfalfa pura o en pasturas consociadas. Sin embargo, deficiencias nutricionales suelen provocar ineficiencias en el uso de los recursos ambientales (básicamente radiación solar, temperatura, agua y nutrientes) y reducen las tasas de crecimiento de las pasturas.

Por su importancia para el crecimiento vegetal, los principales nutrientes que suelen encontrarse en cantidades deficitarias y limitan el potencial de crecimiento de los recursos forrajeros son el fósforo (P) y el nitrógeno (N). De ambos, en la región, el uso de P en pasturas está más difundido, al menos al momento de la siembra. En cambio, el agregado de N, es una práctica menos aplicada.

En este artículo se presentarán brevemente conceptos generales referidos a: 1) los requerimientos de N de las pasturas y el impacto de deficiencias nitrogenadas sobre la producción de forraje, 2) la variabilidad en la oferta ambiental de N para el crecimiento de las pasturas y 3) alternativas de manejo para mejorar el estado nutricional de los recursos forrajeros con alto impacto productivo.

1. Requerimientos nutricionales de las pasturas

Las tasas de crecimiento de las gramíneas forrajeras templadas están genéticamente determinadas (crecimiento vegetativo/reproductivo) y son afectadas por los factores climáticos. El consumo de nutrientes minerales está estrechamente asociado con la tasa de crecimiento de las plantas aumentando en la medida que las pasturas producen más forraje, por esto es máximo en primavera y mínimo en invierno. Si bien todas las plantas demandan diversos nutrientes para su crecimiento, existen diferencias entre especies en la cantidad requerida y en el modo de obtenerlos.

En el caso de pasturas base leguminosas (ej. alfalfa), el nutriente que en mayor medida controla el crecimiento de las pasturas es el fósforo (P), dado que estas plantas cuentan con el aporte de nitrógeno (N) proveniente de la fijación simbiótica del N atmosférico y pueden cubrir una parte de ese requerimiento (West y Mallarino, 1996).

En cambio, las gramíneas dependen del abastecimiento de P y de N disponibles en el suelo. Cuando las gramíneas integran pasturas consociadas con leguminosas, estas últimas pueden “transferir” una parte del N fijado una vez que alcanzan la madurez y comienzan el proceso de senescencia. Esto ocurre avanzada la primavera, cuando las gramíneas templadas superaron el momento de mayor requerimiento de N (que ocurre a la salida del invierno).

La cantidad de N proveniente de la fijación simbiótica es variable según las condiciones ambientales, la leguminosa hospedante, las condiciones edáficas, etc. y este aporte de N representaría de un 10 a un 50 % de los requerimientos de las especies gramíneas (West y Mallarino, 1996). Por esto, pasturas consociadas base gramíneas suelen manifestar restricciones en su crecimiento debidas a deficiencias en la disponibilidad de N, fundamentalmente a la salida del invierno (Marino y Berardo, 2000). Debido a la interacción entre las acciones de distintos nutrientes, la deficiencia de uno de ellos puede restringir el crecimiento vegetal aunque los restantes nutrientes se encuentren disponibles en cantidades adecuadas. En términos generales se pueden considerar requerimientos de 2 a 3 kg P y 20 a 30 kg de N por tonelada de forraje producido. Esto significa que acumulaciones de forraje próximas a las 12 t MS/ha mencionadas anteriormente consumirán aproximadamente 24 a 36 kg de P/ha y de 240 a 360 kg de N/ha. Para el caso de recursos forrajeros con alto potencial productivo, como los verdeos de verano (ej: maíz, sorgo), el balance de nutrientes para el sistema productivo suele ser particularmente negativo, ya que realizan un elevado consumo de nutrientes (Andrade et al., 2001) y con posterioridad a su cosecha la incorporación de materia orgánica al suelo a través del rastrojo suele ser mucho menor a la que se efectúa cuando se cosecha solamente el grano.

2. Oferta de nitrógeno

Los principales factores que afectan la disponibilidad de los nutrientes son: tipo de nutriente, características edáficas, manejo previo del lote (manejo, consumo de los cultivos previos, etc.) y condiciones climáticas. El N es un nutriente altamente móvil y lábil que se encuentra disuelto en la solución del suelo y está sujeto a diversas vías de pérdidas (lixiviación, volatilización, desnitrificación, etc.). Su disponibilidad presenta marcadas fluctuaciones estacionales, ya que depende de la mineralización de la materia orgánica edáfica y la actividad

de los microorganismos es controlada por las condiciones ambientales (principalmente humedad y temperatura) (Figura 1).

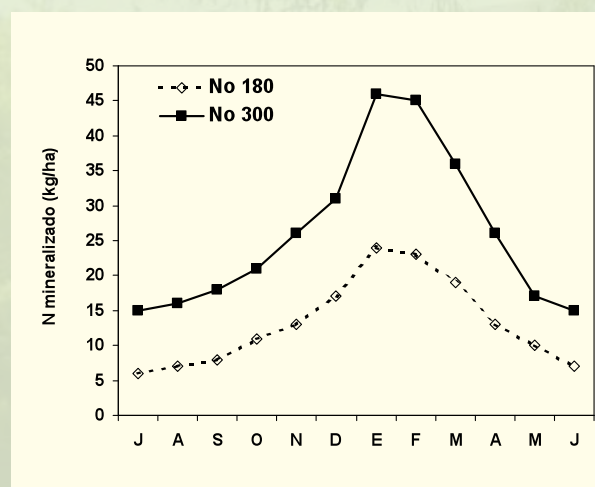


Figura 1: Distribución estacional de las tasas de mineralización de N en suelos del sudeste bonaerense con distinta cantidad de N potencialmente mineralizable (No 180; No 300) (Echeverría y Bergonzi, 1995).

Por esto se registra una alta oferta de N avanzada la primavera y en verano, siendo mínima en invierno cuando las bajas temperaturas restringen dicho proceso (Echeverría y Bergonzi, 1995). Esta variación estacional también se observa con otros nutrientes asociados a la materia orgánica del suelo (como azufre) y en menor magnitud con P. Adicionalmente, las condiciones climáticas registradas durante un ciclo productivo afectan el crecimiento de las plantas, el consumo de nutrientes y la disponibilidad remanente para el próximo ciclo productivo (Berardo y Reussi Calvo, 2009). El manejo del suelo también afectará la disponibilidad de N, ya que las labranzas alteran las propiedades físico-químicas y favorecen el proceso de mineralización de la materia orgánica. Cuando los recursos forrajeros son implantados en siembra directa, inicialmente la oferta de N del suelo será inferior a la que presenten suelos laboreados. Sin embargo, en el largo plazo, suelos con una larga historia de laboreo convencional, suelen manifestar disminu-

ciones en el contenido de materia orgánica y en su fertilidad potencial.

El conocimiento de la condición edáfica así como de los requerimientos estacionales de nutrientes para el crecimiento esperado de la pastura permitirá establecer un diagnóstico previo del estado de nutrición nitrogenada de las plantas, prever posibles deficiencias y planificar anticipadamente el manejo de nutrientes. Durante el ciclo productivo, controles del estado nutricional de las pasturas mediante análisis de plantas permitirán ajustar ese diagnóstico inicial y posibilitarán la corrección de desbalances nutricionales.

3. Deficiencia de nitrógeno: su impacto en el crecimiento de las pasturas

Es abundante la información local referida al efecto de las deficiencias de N limitando el crecimiento y la producción de forraje (Mazzanti et al., 1997; Agnusdei et al., 2001). Uno de los criterios utilizados para definir el requerimiento de fertilización en cada período de crecimiento es la realización de balances entre la oferta y la demanda de nutrientes en cada recurso forrajero. Como se mencionó en la mayoría de los casos el abastecimiento de N es deficitario a la salida del invierno (Figura 1). Deficiencias en el abastecimiento de N para los recursos forrajeros pueden aparecer en otras épocas del año como puede ser el otoño, época en la cual las condiciones edáficas y/o climáticas pueden moderar o exagerar su magnitud.

En pasturas subnutridas, la deficiencia de N se podría corregir con el agregado de fertilizantes. La respuesta esperada al agregado de nutrientes generalmente es del tipo de la presentada en la Figura 2. Experimentos locales realizados con pasturas de gramíneas forrajeras indican que, con aplicación de P, sin el agregado de N, los suelos de la región pueden sostener una producción de forraje otoño-invernal del orden de 0.5 a 1.5 t/ha y entre 1.5 y 3 t/ha para el período invierno-primaveral (Flecha 1, Figura 2).

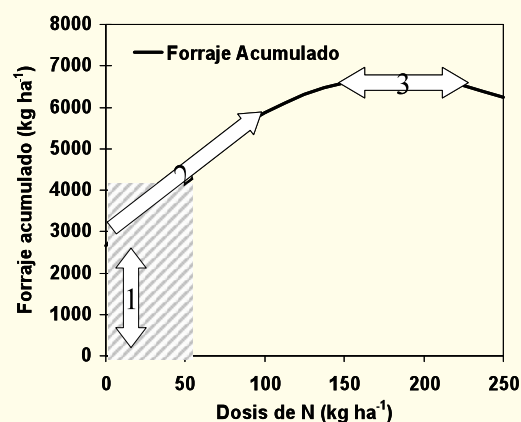
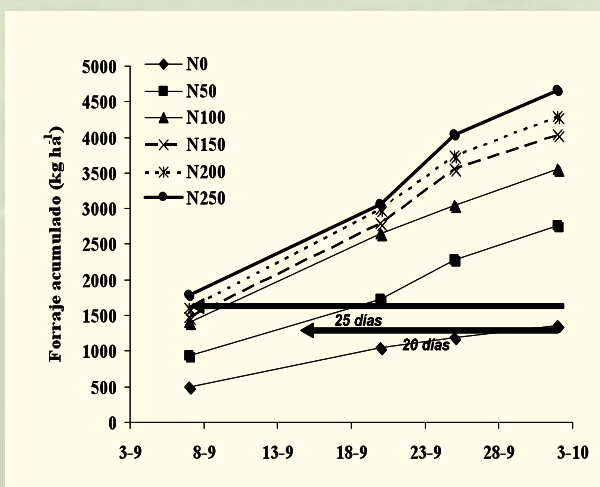


Figura 2: Fases de la respuesta en la acumulación de forraje ante incrementos en la dosis de N aplicada. Crecimiento invierno-primaveral de raigrás anual.

A partir de esta acumulación base, la respuesta en la acumulación de forraje al agregado de N es lineal hasta alcanzar acumulaciones de forraje cercanas a las máximas con dosis de 100 a 150 kg N/ha (Flecha 2, Figura 2). Dosis superiores a estos valores no tendrían un efecto significativo sobre la acumulación de forraje, pero incrementarían innecesariamente el contenido de N de los tejidos vegetales (Flecha 3, Figura 2), lo cual contribuye a aumentar las ineficiencias en el uso del fertilizante aplicado. Cabe destacar que con dosis bajas (inferiores a los 50 kg N/ha) las respuestas obtenidas serán inciertas (área sombreada, Figura 2), y el éxito de la aplicación dependerá de la magnitud de las pérdidas hacia el ambiente (según las condiciones climáticas, tipo de fertilizante, etc.) y la demanda de la pastura (dosis excesivamente bajas no son suficientes para satisfacer los requerimientos nutricionales y restringen el crecimiento).

Un efecto adicional de mantener pasturas sin deficiencias nutricionales es el adelantamiento en la oferta de forraje con respecto a pasturas subnutridas. Las plantas sin deficiencias de N crecen a mayores tasas que las que presentan tales deficiencias (Figura 3). Esta diferencia en la velocidad de creci-

miento puede ser de 10 o 15 días en un rebrote otoñal hasta de 20-30 días en un rebrote a la salida del invierno, lo cual es particularmente importante por ser un momento crítico, cuando el crecimiento de las pasturas ha estado restringido por las bajas



temperaturas invernales.

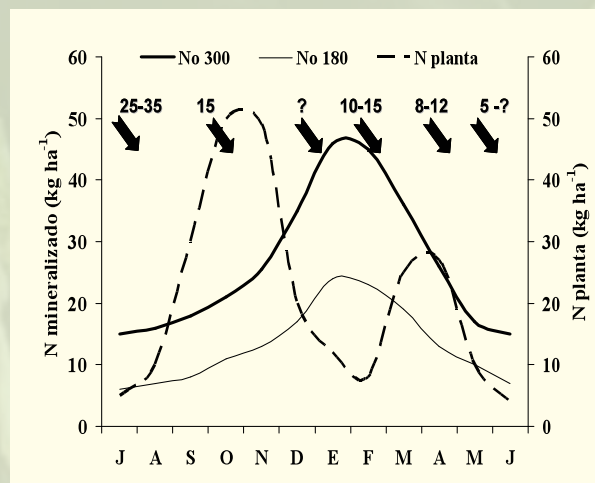
Figura 3: Efecto de la fertilización nitrogenada sobre la oferta de forraje en pasturas de raigrás anual.

Pasturas consociadas sin deficiencias en el abastecimiento de P ni de agua, pueden alcanzar altas producciones de forraje avanzada la primavera y a inicios del verano (ya que cuentan con el aporte de N de origen edáfico proveniente de la mineralización de la materia orgánica y de la fijación simbiótica de las leguminosas).

Por lo visto, la respuesta a la aplicación de N es estacionalmente variable y dependerá en gran medida de las condiciones ambientales durante el período de rebrote, pero pueden presupuestarse con anticipación, seleccionando la alternativa más conveniente según el planteo productivo de cada empresa y la necesidad de contar con forraje en diferentes momentos del año.

En la Figura 4 se presenta para los dos tipos de suelos que ofrecen cantidades de N edáfico contrastantes (Figura 1), la demanda de N de las plantas y las respuestas esperadas a la aplicación de N en diferentes momentos del ciclo de crecimiento de pas-

turas templadas. Para la región, las mayores respuestas al N aplicado se registran a la salida del invierno (Mazzanti et al., 1997; Agnusdei et al., 2001). En ese momento coinciden la menor oferta de N y la máxima demanda de las plantas, existiendo una baja probabilidad de ocurrencia que el agua disponible limite esta respuesta. En el período primavera-estival las respuestas esperadas disminuyen, ya que la oferta de N (edáfico y fijación simbiótica) se incrementa, y al elevarse las temperaturas con condiciones de humedad de suelo predisponentes el riesgo de pérdida del N aplicado por volatilización se incrementa. En tales condiciones sería conveniente elegir la fuente de N más apropiada. Las respuestas al N aplicado en otoño son intermedias (15 kg MS/kg de N aplicado) y tienen alta variabilidad según la situación considerada (tipo de suelo, condiciones climáticas, fuente de N aplicada), mientras que en invierno suelen ser mínimas (5 – 8 kg MS/kg de N aplicado) y dependientes de las condiciones climáticas invernales. A pesar de esperarse bajas respuestas a la aplicación de N en la época fría



se duplicaría la oferta de forraje otoño-invernal.

Figura 4: Distribución estacional de las tasas de mineralización de N en suelos del sudeste bonaerense con distinta cantidad de N potencialmente mineralizable (No 180 kg N ha⁻¹, línea continua fina; No 300 kg N ha⁻¹, línea continua gruesa) (Echeverría y Bergonzi, 1995) y del N acumulado en planta du-



rante el ciclo productivo de una gramínea forrajera (línea cortada). Los valores colocados sobre las flechas indican las respuestas esperadas al agregado de N (kg MS/kg N aplicado) en distintos momentos del ciclo productivo.

Adicionalmente, para un mismo momento de aplicación las respuestas al agregado de nutrientes como el N suele ser mayores en especies anuales que en perennes debido a que las primeras presentan tasas de crecimiento y producciones de forraje superiores si se las compara en períodos de tiempo relativamente cortos (60-70 días), ya que cuando se considera la producción anual de forraje estas diferencias desaparecen. Debe considerarse que sistemas ganaderos con una alta participación de estos recursos forrajeros anuales resultan difícilmente sustentables en el largo plazo porque se acentúa la utilización estacional de recursos del ambiente, la exploración superficial del perfil de suelo y la dependencia de insumos (fertilizantes, combustible, etc.). Por otra parte, se reduce el aporte de materia orgánica al suelo y la eficiencia de uso del agua presente en capas más profundas del perfil. Por lo tanto, una adecuada combinación de pasturas perennes con verdeos (utilizados estratégicamente) aportaría a la sustentabilidad de los sistemas ganaderos.

Consideraciones finales

A modo de síntesis conviene destacar algunos aspectos que tendrían alto impacto productivo en los sistemas ganaderos de la región:

Nutrición balanceada: deficiencias en el abastecimiento de un nutriente restringen la respuesta al agregado de otro nutriente, independientemente de las cantidades aplicadas del primero.

Fijación simbiótica de N: en pasturas consociadas (gramíneas-leguminosas) el aporte de N al sistema proveniente de esta fuente puede alcanzar en ciertos casos niveles importantes aunque, en general,

inferiores a los requerimientos de las gramíneas forrajeras, particularmente en los meses fríos del año.

Aporte edáfico de nutrientes: varía entre sitios, años y estaciones del año. El manejo del suelo (labranzas y rotaciones) afecta también el contenido de materia orgánica, y por consiguiente, la disponibilidad de los nutrientes.

Demanda de fertilización de las pasturas: varía según se trate de leguminosas o gramíneas, como también entre períodos de crecimiento. En pasturas consociadas con adecuada disponibilidad de P, manejos nutricionales que consideren la aplicación estratégica de N en momentos en que el N edáfico de origen simbiótico no está disponible para las gramíneas tendrían un alto impacto en la producción de forraje.

Eficiencia de uso del forraje: los beneficios de un adecuado estado nutricional se pueden cuantificar sólo si se realiza una eficiente cosecha del forraje producido.

Efecto de la fertilización en pasturas subtropicales en el sudoeste de Santiago del Estero

M. Cristina Sánchez, M. V. Cornacchione¹, A. Azar^{1,2}, J. I. Salvatierra¹ y M. Argañarás¹
(1) INTA EEA Santiago del Estero. mcsanchez@intasgo.gov.ar (2) Facultad de Agronomía y Agroindustrias (UNSE)

En Santiago del Estero la fertilización nitrogenada se utiliza para mejorar el crecimiento de las pasturas implantadas pero se desconoce su efecto en la calidad de la misma y en la fertilidad del suelo. Con el objetivo de generar información al respecto, se llevó a cabo un ensayo para evaluar la respuesta del nitrógeno (N) en la producción de forraje de dos pasturas implantadas en el 2001: Gatton panic (*Panicum máximum*) y Buffel (*Cenchrus ciliaris* cv. Biloela). El N se aplicó como UAN (32 %) en dos niveles más un testigo sin N (46 y 69 kg N/h) en un diseño de bloques al azar con tres repeticiones. A los 85 días de la fertilización, se evaluó producción parcial de materia seca total y su calidad, mientras que en el suelo se midió pH, materia orgánica total (MOT), nitrógeno total (Nt), relación C:N y fósforo extraíble (P) hasta los 60 cm de profundidad en intervalos de 20 cm. En ambas pasturas, las diferencias entre profundidades fueron significativas ($P < 0,05$) para las variables químicas de suelo. En Buffel la fertilización causó un incremento significativo en la relación C:N, pero no en Gatton.

Las pasturas en el Chaco sermiarido

En los últimos años en Santiago del Estero se registró un incremento en la actividad ganadera y desplazamiento de la misma hacia zonas consideradas marginales para la agricultura pero con un importante potencial productivo en forrajes. La fertilización y las nuevas especies forrajeras son herra-

mientas útiles para incrementar la biomasa y calidad de las pasturas pero poco se conoce sobre la eficiencia de los mismos para los diferentes planteos de manejo en la zona. Los factores más importantes a considerar en estos emprendimientos productivos son: a) la selección de la especie, b) la disponibilidad de agua y nutrientes en el suelo y c) las características climáticas y de suelo de cada sitio.

La disminución de la producción de forraje en pasturas, o su degradación, es otro factor a tener en cuenta y sobre el cual existe escasa información respecto a los procesos que intervienen en el comportamiento de las pasturas al cabo de 3 a 5 años de implantadas. Como posibles causas de la degradación de pasturas se menciona a la pérdida de macronutrientes y compactación del suelo, aunque los mecanismos de descompactación y fertilización no siempre reversion estos procesos. Los antecedentes indican que el decaimiento que se produce en la producción de forraje con el paso de los años es consecuencia de un cambio en la disponibilidad de N, más que de una pérdida de N total. Los residuos de las gramíneas poseen una alta relación C:N, lo cual incide en los procesos de mineralización posterior limitando la oferta de N. Una mayor lignificación propia de estas pasturas inmoviliza más N en el complejo húmico a medida que la pastura envejece. También se menciona a la asociación entre la velocidad de mineralización de los rastrojos y su contenido de pared celular (%FDN: fibra detergente

neutro) por lo que cada especie aportará diferente ritmo de ciclado a los nutrientes en el suelo.

En la región semiárida, las gramíneas subtropicales constituyen uno de los recursos forrajeros más importantes. A nivel local observa que en el manejo tradicional de estas forrajeras no existe reposición de nutrientes vía fertilización basada en un diagnóstico de requerimientos y disponibilidad de macronutrientes en el suelo.

¿Qué rol tiene la fertilización en las pasturas?

La fertilización dependerá de cada campo en particular ya que es una técnica que puede emplearse con diferentes objetivos: aumentar la producción de materia seca por unidad de superficie, mejorar la calidad, provocar un adelanto en producción de forraje (mayor velocidad de crecimiento inicial), recuperar una pastura degradada, aumentar la producción de semilla, etc. Los antecedentes de investigación en fertilización de pasturas tropicales en el Chaco semiárido indican que existe respuesta al agregado de N, con dosis hasta los 100kgN/ha. La respuesta media o eficiencia de uso del N varía entre 20 a 30 Kg MS /kg N, dependiendo tanto de la oferta ambiental (precipitaciones, fertilidad del suelo, etc.) como del estado y etapa de las pasturas. En el Sudoeste de esta provincia, los productores comenzaron a introducir cultivares de pasturas para evaluar su adaptación a las condiciones de suelo y clima con el objetivo de lograr una producción estable dentro de períodos climáticos altamente variables

Este trabajo se realizó para estudiar el impacto de la fertilización en dos pasturas diferentes, el Gatton por su gran difusión y el Buffel por su buen y estable comportamiento productivo. Además del efecto sobre la productividad y calidad del forraje, se evaluaron parámetros de fertilidad del suelo,

En este trabajo se presentan los primeros resultados de un ensayo cuyo objetivo es evaluar el efecto de las dosis de N en: a) la producción de materia seca; b) en el contenido de Nitrógeno, materia

orgánica del suelo y su relación C:N y en Fósforo extraíble y c) composición de la Materia Seca parcial a los 85 días de aplicado el fertilizante. Esta información será de utilidad para desarrollar tecnologías de manejo sustentables, mediante el uso de nutrientes inorgánicos que permita mantener y/o mejorar la producción de forraje y la fertilidad del suelo en el tiempo.

Cómo se realizó la experiencia

El estudio se realizó en el Establecimiento “El Mangrullo” Loc. Lavalle, a 100 km al Oeste de Santiago del Estero. El suelo es un Haplustol éntico (serie Tapso 3), con un perfil A de 20 cm; franco limoso; tierra con aptitud agrícola, con tratamientos de manejo y conservación especial y limitante climática. El diseño del ensayo fue de bloques completos al azar con tres repeticiones, en parcelas de 200 m². Sobre cada una de las pasturas de Gatton panic y de Buffel implantadas en 2001, se aplicaron los niveles de fertilización: testigo sin fertilizar, 46 y 69 kg N/ha aplicados como UAN (32%N). Se fertilizó el 13 de noviembre 2006 cuando las pasturas se encontraban en inicio de crecimiento. En este momento y 85 días después se realizaron las siguientes mediciones: carbono y nitrógeno orgánico totales fósforo extraíble (Bray), Conductividad eléctrica (dS/m) y pH del extracto de saturación, en muestras tomadas a 0-20 cm, 20-40 cm y 40-60 cm de profundidad. Además se midió la composición de materia seca total y relaciones entre componentes a los 65 ddf. Las condiciones iniciales de suelo indicaban un pH neutro (6,5 a 7,3), no salino (0,2 dS.m⁻¹), moderado a buen contenido de materia orgánica (1,5 a 2,1 %), bajo de N (0,11 %), pero bien provisto de P (31 a 17 ppm).

El efecto de la fertilización sobre las variables de suelo

En este primer año de medición las variables de suelo se mostraron indiferentes a las dosis de fertilizantes ($P < 0,05$) aunque se observa un patrón de incremento en los valores en la dosis más alta. Esto

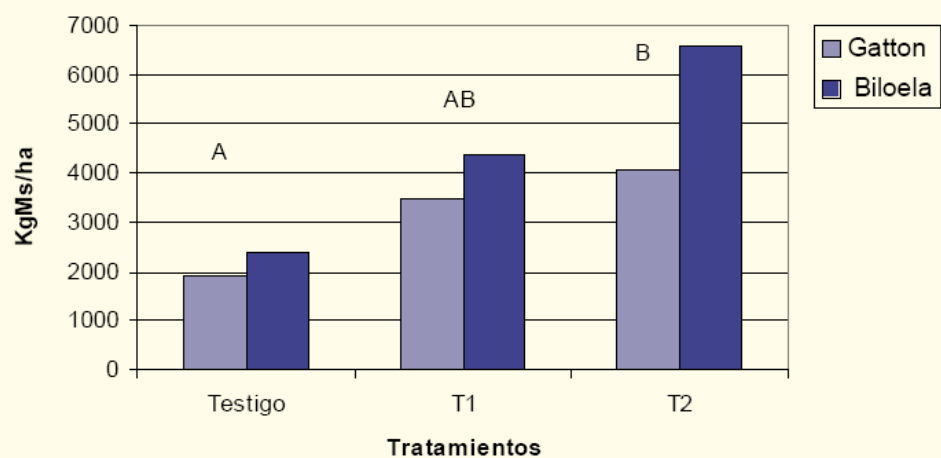


Figura 1. Producción promedio de materia seca parcial (kg Ms/ha) de Gatton panic y Biloela según tratamiento de fertilización: testigo sin N, 46 y 69 kg N/ha. Letras iguales significa diferencias no significativas entre los tratamientos.

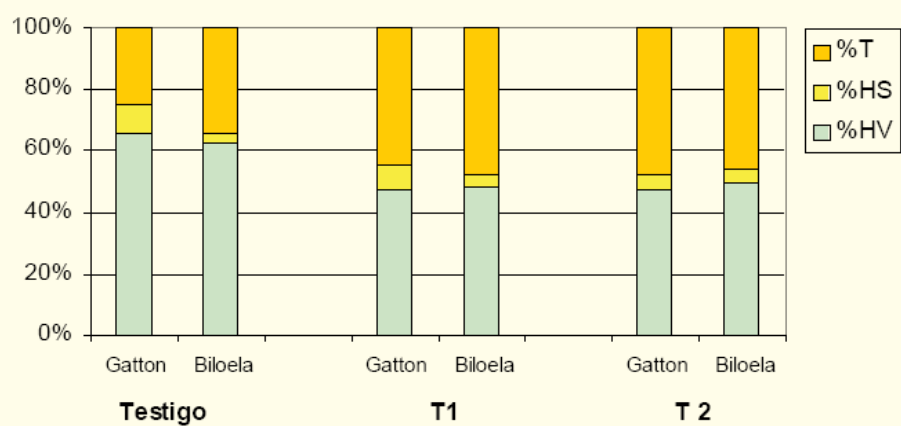


Figura 2: Composición de la materia seca parcial (%) de Gatton panic y Biloela según tratamiento de fertilización. Siglas: T: tallo, HS: hoja seca y HV: hoja verde.

puede estar asociado a un efecto positivo de la fertilización en los procesos de mineralización dado por el año climático más húmedo que el normal.

La respuesta de la producción de MS del Buffel fue algo superior a la de gatton. La MS total al final del ciclo no presentó diferencias significativas entre los tratamientos, pero la calidad medida como FDA (%), el cv. Gatton panic fue superior al de Buffel.

El Buffel y el Gatton panic incrementaron en promedio 21 y 25 kg de MS/ha por cada kg de Nitrógeno respectivamente. La diferencia de respuestas entre especies no fue estadísticamente significativas (interacción no significativa, $p > 5\%$). Las diferencias a nivel de tratamiento fueron significativas ($p < 5\%$), siendo superior la segunda dosis con respecto al testigo (Figura 1). A pesar de que no existieron diferencias significativas entre pasturas se observó una mayor producción de Buffel con respecto a Gatton principalmente en el nivel más alto de N (Rinde promedio + aumento por el N = $6602+1427$ y $4089+1072$, respectivamente Buffel y Gatton).

El aumento promedio en la producción de forraje hacia mediados de enero fue de 29% en Buffel y de 25% en Gatton (sin diferencias entre tratamientos). Las principales diferencias entre las pasturas fueron que Gatton tuvo en promedio una mayor proporción de hojas secas (7,6 %) con respecto a Buffel (3,4%). A la inversa, la proporción de hoja verde sobre el componente foliar fue menor en Gatton (0,87 %) comparado con Buffer (0,93 %) (Figura 2).

Los resultados encontrados en el análisis parcial indicarían que la fertilización provocó un mayor crecimiento y desarrollo de las pasturas explicado por las diferencias en producción de materia seca parcial y por los cambios ocurridos en la composición del forraje en las gramíneas fertilizadas. A campo, esto traería beneficios ya que permitiría adelantar el primer pastoreo en una época crítica.

CONCLUSIONES

La fertilización nitrogenada en la pastura de 3 años de implantación causó un incremento en el desarrollo y crecimiento de la producción de forraje, lo que posibilitó adelantar su uso. La fertilización en las propiedades del suelo no fue importante aunque se detectan patrones de comportamiento en la relación C:N del suelo.

La relación C:N del suelo, relacionada con la composición química de la especie, incide en la intensidad y velocidad de la transformación de la M.O. Por otro la calidad de M.O. evaluada en sus fracciones lábil y estable resultó ser un buen indicador de calidad en suelos para otros sistemas de producción de Santiago del Estero. Al respecto, se debería continuar el estudio para comprender el efecto de la fertilización en la dinámica de los nutrientes del suelo y en calidad de M.O.

Estrategias de producción de cereales invernales en sistemas mixtos

Alberto Quiroga¹; Ileana Frasier¹; Aníbal Pordomingo¹; Romina Fernández¹; Jorge Garay²

¹ EEA INTA Anguil ² EEA INTA San Luis

Introducción

En el país, los verdeos de invierno tienen una gran importancia económica por ser la principal fuente de forraje durante el otoño e invierno. Anualmente se implantan alrededor de 3.600.000 ha que representan el 24% de la superficie total sembrada con pasturas perennes y anuales, y un 61% de los verdeos anuales (Tomaso, 1998). Si bien en la Región Sub húmeda la superficie de verdeos de uso forrajero ha disminuido (Tabla 1) debido al avance de la agricultura sobre la ganadería, por otra parte resulta creciente la inclusión de cereales de invierno como cultivos de cobertura en planteos de agricultura continua.

Merced a los trabajos de mejoramiento genético, se ha logrado incrementar en forma considerable la productividad de los verdeos, sobre todo en los últimos diez años. Las nuevas variedades poseen un elevado potencial de rendimiento, un excelente rebrote, elevada resistencia a heladas, un mejor comportamiento a sequía y una mayor amplitud en el periodo de pastoreo y mejor sanidad. No obstante estos esfuerzos, Gonella (1998) señala que el resultado global de la producción de carne depende, no sólo de las herramientas tecnológicas de producción de forraje (material genético, laboreo del suelo, fertilización, etc.), sino también de la eficiencia de cosecha del forraje producido mediante la regulación de la carga animal y de las presiones de pastoreo entre otros.

Sin embargo, en muchos casos la baja eficiencia en la producción de forraje resulta la principal limitante de la producción de carne. Al respecto, durante el III Congreso Nacional de Trigo y Cereales menores (1994), se destacó la necesidad de aumen-

Cultivo	1994/9	2007/08
	Miles de hectáreas	
Avena	1972	1113
Cebada	41	30
Centeno	473	227

Tabla 1. Variación de la superficie sembrada en todo el país en los últimos 15 años. Fuente: Min Agricultura

tar la productividad de los verdeos, considerando que en promedio los productores obtienen tan solo un 40% del potencial productivo de avenas y centenos. Comprobándose además alta variabilidad en la producción de forraje entre lotes y años. Este aspecto resulta particularmente crítico por tratarse de la base forrajera de parte del otoño y del invierno. Si bien la investigación ha posibilitado el desarrollo de métodos diagnósticos que contienen niveles críticos de los principales factores condicionantes, la brecha entre potenciales y lo producido se mantiene. Principalmente porque las regiones semiárida y subhúmeda han experimentado importantes cambios en las secuencias de cultivos durante los últimos 15 años. La clásica rotación de 4 años de pasturas con base alfalfa y 4 años de cultivos anuales que mantenía cierto equilibrio aparente en los contenidos de materia orgánica y propiedades físicas de los suelos se ha modificado sustancialmente. La agricultura no sólo ocupa una mayor superficie, sino que además, ocupa actualmente

suelos de mayor potencial productivo. La tendencia es hacia una agricultura de verano (soja, girasol, maíz) con una fuerte reducción de los cereales de invierno y de las gramíneas en la rotación.

Los verdeos de invierno no sólo están condicionados por siembras más tardías (antecesores cultivos de verano) sino que además los contenidos de agua útil a la siembra resultan entre 60 y 100 mm inferiores a cuando se los establecía sobre antecesor trigo. En estas condiciones algunos materiales de crecimiento temprano (ej. centeno Quehué) reducen significativamente su producción y período de aprovechamiento además de resultar más aleatoria y poco probable la respuesta a la fertilización.

El objetivo de trabajo de los últimos 10 años se centró en identificar los principales factores que condicionan la productividad y calidad de los verdeos de invierno, estableciendo en lo posible un orden jerárquico y niveles críticos en los mismos que no solo permita definir estrategias de manejo y uso, sino conocer además las implicancias que los cambios en los sistemas mixtos de producción tendrán sobre la producción ganadera. En los últimos 5 años se conducen estudios tendientes a evaluar la factibilidad de incluir cereales de invierno como cultivos de cobertura y desarrollar tecnología para la implementación de los mismos. A continuación se muestran resultados de los principales estudios relacionados con la problemática planteada y que permiten inferir algunos aspectos del futuro de la ganadería y de los cereales de invierno en la región.

Manejo del agua

La capacidad de retención de agua de los suelos es una característica más bien estable y es determinada por la composición granulométrica y el espesor del perfil. El desplazamiento de la ganadería por la agricultura hacia el Oeste (menores precipitaciones) y la asignación de lotes con menor capacidad de retención de agua a la ganadería condicionan una menor producción y/o persistencia de pasturas y verdeos de invierno, independientemente del manejo tecnológico que utilice el productor.

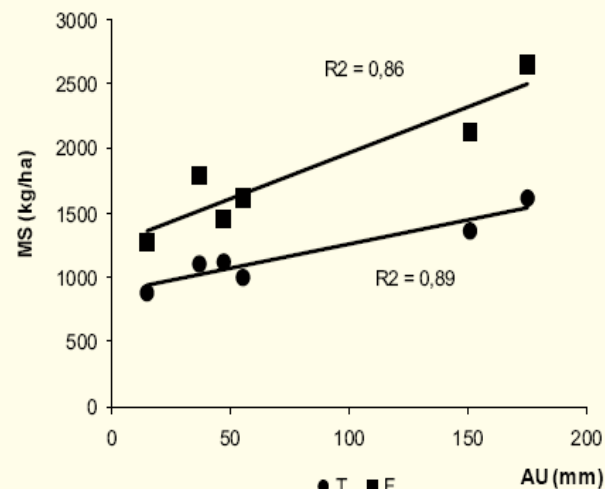


Figura 1. Producción de materia seca (MS) de tratamientos testigo (T) y respuesta a la fertilización nitrogenada (F) en función del contenido de agua útil (AU) a la siembra de los lotes. MS (kg/ha)

Estudios recientes muestran además que en suelos de menor CRA la eficiencia de los barbechos es menor y consecuentemente condiciona el manejo previo del agua. Es decir que el barbecho en suelos de menor CRA no permite realizar una reserva importante de agua a la siembra de los verdeos.

Concretamente, mediante el manejo previo solo se puede transferir agua del verano para producir pasto en el invierno en suelos con adecuada CRA. Ensayos realizados La Pampa y San Luis mostraron que el contenido inicial de agua útil resultó principal determinante de la producción de materia seca de los tratamientos testigo ($r=0,93$) y fertilizado ($r=0,91$) y de la respuesta a la fertilización con N ($r=0,81$). Estos resultados son coincidentes con otros trabajos respecto a que los factores de manejo y propiedades del suelo que inciden sobre la disponibilidad de agua, condicionan significativamente la productividad de cereales de invierno y la respuesta a la fertilización nitrogenada (Figura 1).

De esta manera resulta clave para los estableci-

mientos ganaderos de la región semiárida central:
a) el conocimiento de la capacidad de los suelos para almacenar agua y

b) la cantidad de agua útil con que estos suelos llegan a la siembra por efecto del manejo previo (cultivo antecesor, sistema de labranza, barbecho).

Así, en algunos sitios los verdeos son establecidos sobre suelos con buena capacidad de almacenar agua pero que a la siembra poseen menos del 50% de agua útil, limitando la producción y la eficiencia de uso del N (tanto del N proveniente de la fertilización como del N aportado por la mineralización de la MO).

El requerimiento de agua en verdeos de invierno, en el período comprendido entre fines de marzo y agosto, es del orden de 240 mm (alcanzando valores de 320 mm), con una eficiencia promedio de 11 kg de materia seca/ ha.mm, en tratamientos sin fertilizar. No obstante este promedio, la eficiencia puede variar en un amplio rango dado las diferencias entre especies, cultivares y la fertilización. Por ejemplo, para las condiciones de Huinca Renancó se comprobó un rango de eficiencias de 5,9 a 10,8 kg/ha / mm para los tratamientos testigo y fertilizado; en Trebolares de 5 a 12,5 kg/ha/mm, en Macachín de 2,7 a 8,6 y en Anguil de 6,2 a 8,3 kg/ha/mm.

En la región semiárida pampeana y para un período de 120 días (marzo a agosto), existe una probabilidad del 20 % que las precipitaciones cubran el total de los requerimientos del cultivo (300 mm). Relevamientos muestran que en el 77% de los lotes destinados a verdeos los contenidos iniciales de agua resultaron inferiores a 100 mm. Por lo tanto puede inferirse que la disponibilidad de agua frecuentemente limita la productividad de los verdeos y que el manejo del agua previo a la siembra condicionaría significativamente su productividad.

Efecto del cultivo antecesor y la nutrición

La ubicación de los verdeos en la secuencia de cultivos es un aspecto a tener en cuenta debido a los efectos que los distintos antecesores (trigo, girasol,

pastura y soja) poseen sobre las propiedades edáficas que condicionan su productividad (contenido de agua y nitratos), limitando en muchos casos a otras prácticas de manejo como longitud de barbecho y niveles de cobertura.

	< 30 kg/ha	30 60 kg/ha	> 60 kg/ha
Trigo	12 %	25 %	63 %
Girasol	57 %	36 %	7 %
Total de lotes	43 %	22 %	35 %

Tabla 2. Distribución porcentual de los lotes destinados a verdeos de invierno de acuerdo al antecesor y los contenidos de N disponible a la siembra.

	Zona cría (Oeste)	Ciclo compl. (Centro)	Invernada (Este)
Sin barbecho (mm)	20	21	37
Con barbecho (mm)	77	91	119
Dif. MS (kg/ha)	850	110	1250

Tabla 3. Contenidos de agua útil a la siembra de verdeos establecidos en distintos planteos ganaderos y en suelos con y sin barbecho. Diferencias potenciales en la producción de materia seca asociada a la disponibilidad inicial de agua.

Las Tablas 2 y 3 muestran el efecto de antecesores contrastantes sobre los contenidos de nitratos y agua a la siembra de los verdeos. Sobre antecesor girasol el 57% de los lotes presentó bajos contenidos de N disponible y consecuentemente para alcanzar medias a buenas producciones de forraje parte de los requerimientos deberán ser cubiertos con fertilización. Sin embargo, la respuesta al aporte de N estará condicionada por la baja disponibilidad de agua que normalmente presentan estos lotes (Tabla 3). Por otra parte, se comprobó que lotes provenientes de barbechos largos (mayor de 90 días), que presentan adecuados contenidos de agua útil también presentan adecuados niveles de N y

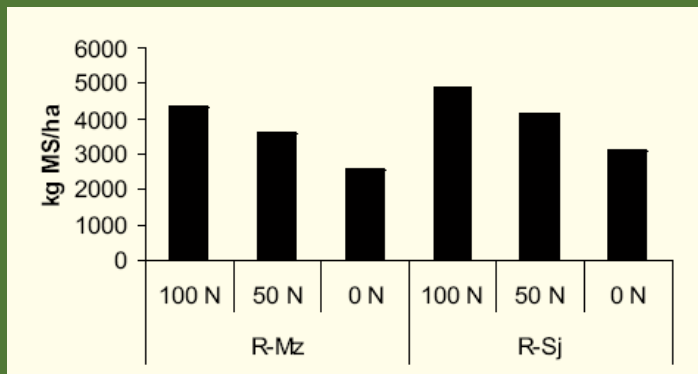


Figura 2. Rendimiento de materia seca (kg/ha) total acumulada de avena para cada antecesor y nivel de fertilización nitrogenada.

normalmente la práctica de la fertilización nitrogenada no es necesaria.

Estos resultados muestran la pérdida de competitividad de la ganadería pastoril, tanto por los cambios en las secuencias de cultivos (antecesor agricultura de verano) como por su desplazamiento hacia el Oeste, donde el manejo tecnológico (impacto del barbecho, fertilización) está más condicionado y limita la eficiencia de los procesos: menor eficiencia de conversión de nutrientes a pasto y de pasto a carne.

En el ambiente con menos limitaciones hídricas los aspectos nutricionales muestran una mayor incidencia que los aspectos físicos en la producción de forraje. Al respecto, los estudios de Amigone et al. (2001) muestran que el antecesor soja no resulta tan condicionante de la producción como en la región semiárida. Estos autores evaluaron, para las condiciones de Marcos Juárez el efecto del rastrojo del cultivo antecesor sobre la implantación y productividad de la avena en siembra directa (Figura 2) y asignaron las diferencias observadas a la mayor tasa de descomposición del residuo de soja. También se observó una respuesta directa a niveles crecientes de fertilización nitrogenada con ambos tipos de antecesores.

El cultivo antecesor además de influenciar los contenidos de agua y nitrógeno también condiciona la fecha de siembra. En estudios realizados en el área

de Bordenave, se demuestra la influencia de la fecha de siembra sobre la producción de forraje y el inicio del pastoreo, por lo que puede inferirse que los cambios ocurridos en los sistemas de producción (antecesor trigo respecto de antecesores cultivos de verano) limitan la productividad de los verdeos (Figura 3). Al respecto, señala que un verdeo sembrado en febrero puede ser utilizado en 46-50 días (a fines de abril), a partir de la fecha de emergencia de la plántula. Si es sembrado los primeros días de marzo puede ser pastoreado entre 57-62 días

desde la emergencia (fines de mayo). Finalmente si es sembrado los últimos días de marzo o primeros días de abril recién podrán ser aprovechados a los 88-95 días a partir de la emergencia (fines de julio). En este caso y en condiciones normales de humedad y temperatura, sólo podría realizarse dos pastoreos en estado vegetativo de la planta. Esto es considerando a los verdeos de invierno en forma general, pues existen considerables diferencias cuando se analizan los cultivares en cada especie en forma particular.

Objetivos de la fertilización nitrogenada y momentos de aplicación

La fertilización trata de optimizar la oferta forrajera a partir de las siguientes premisas:

1. Aumento de la productividad
2. Estabilización de la producción
3. Aumento en la eficiencia del uso del agua

En siembra directa la fertilización nitrogenada se realiza principalmente entre la siembra y 2 hojas, mientras que en siembra convencional y mínima labranza las aplicaciones se realizan entre 30 a 60 días de establecido el cultivo. Si bien es incipiente, en verdeos de invierno han comenzado a utilizarse

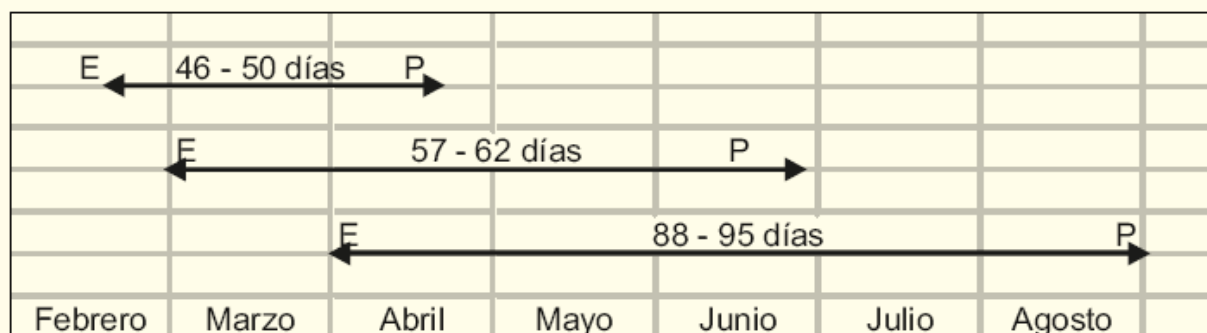


Figura 3. Días de emergencia (E) a inicio de pastoreo (P) según fecha de siembra. Adaptado de Tomaso (1998).

fertilizantes líquidos antes de la siembra, pudiendo aplicarse conjuntamente con algunos herbicidas.

El requerimiento de N en los verdes de invierno varía entre 20 a 30 kg/ t de MS. Estos requerimientos normalmente no son cubiertos por verdes de alta producción (5000 kg/ha de MS), comprobándose una importante respuesta a la fertilización.

En relación con la asignación de lotes con menor fertilidad (N, P) a la ganadería, estudios recientes realizados por Ordienzo et al. (2008) muestran una significativa respuesta a la fertilización ($p < 0,001$). La Figura 4 muestra la evolución en la materia seca para los tratamientos extremos, testigo y de máxima fertilización.

Los resultados muestran interacción significativa NP (Figura 5). Se comprueba que no hay efecto de fósforo si no se aplica nitrógeno, que las dos dosis de fósforo (superfosfato 100 y 200) difieren de la dosis P o cuando se aplica N 40. Cuando se aplica N 80, todas las comparaciones entre dosis de fósforo difieren entre sí ($p < 0,001$). Similar comportamiento se registra con N, con incrementos en la eficiencia en el uso del agua desde 10,6 (testigo) a 21,8 kg MS/ha.mm para el tratamiento de máxima fertilización.

Los autores concluyen sobre la pérdida de eficiencia de la producción de forraje, en la medida que los suelos comparativamente de mayor fertilidad

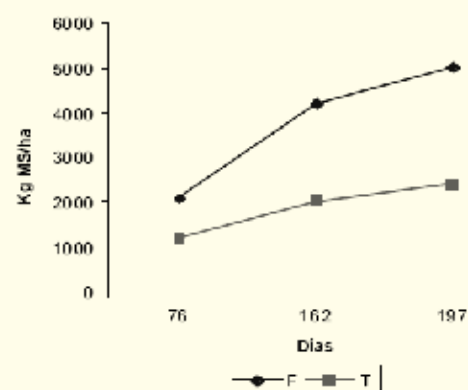


Figura 4. Materia seca (kg/ha) para los tratamientos testigo (T) y fertilizado (F) (N 80 y P 200). Adaptado de Ordienzo et al. (2008).

son asignados a la agricultura, y la necesidad de incrementar los costos por uso de fertilizantes para mantener niveles de eficiencia en el uso del agua.

Durante 2008 se estableció una experiencia tendiente a evaluar la influencia de los principales factores (especie, cultivar, fertilización) sobre la eficiencia de uso del agua. En la Figura 6 se muestra la evolución de la humedad del perfil, verificándose el importante balance hídrico negativo desde la siembra hasta los 128 días del cultivo. La Tabla 4

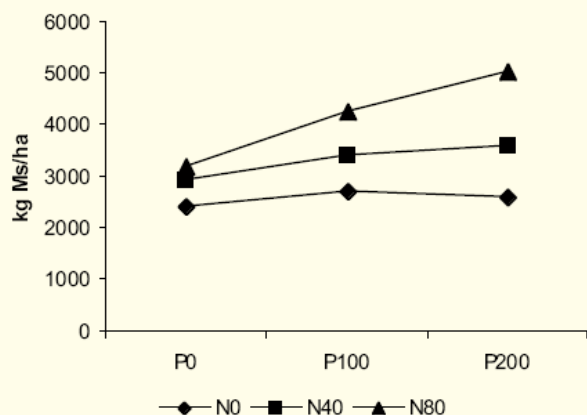


Figura 5. Materia seca total (kg/ha) para los distintos tratamientos de fertilización con N y P (como superfosfato). Adaptado de Ordienco et al. (2008).

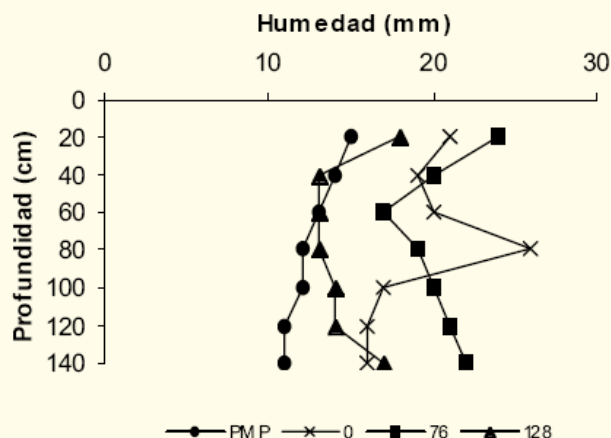


Figura 6. Evolución de la humedad del perfil del suelo durante el desarrollo de cereales de invierno.

muestra algunos resultados de esta experiencia relacionados con la eficiencia de uso del agua, la cual varió ampliamente entre 6,6 (cebada Melipal sin fertilizar) y 30,1 kg MS/ha.mm (centeno Quehue fertilizado).

Cadenas de verdeos

Este tema ha sido desarrollado por Tomaso (1997), quien expresa que es muy importante realizar las cadenas de verdeos si se desea aumentar la seguridad y disponibilidad de forraje durante todo el ciclo.

En general se cree que los cereales forrajeros tienen diferentes curvas de producción, que la cebada tiene un más rápido aprovechamiento y una mayor producción inicial, que el centeno y el triticale tienen mayor producción en invierno y que la avena produce a fines de otoño y a principios de primavera. Esto no es totalmente cierto. A través del trabajo de mejoramiento genético de cada especie, se han obtenido nuevos cultivares que permiten disponer de variedades con diferentes curvas de producción. Hay avenas y centenos con producción rápida, semejantes a las cebadas, y también avenas y cebadas con buena producción invernal, resistencia a heladas y sequía, como los centenos y triticales.

Esto indica que se puede construir una buena cadena de verdeos usando una misma especie, por ejemplo avena-avena o centeno-centeno, y también utilizando diferentes especies.

Producción

Distintos estudios realizados en la región semiárida exploran sobre la interacción genotipo-ambiente al comparar la producción de materia seca de diferentes especies entre sí, y de cultivares dentro de una misma especie. Si bien pueden registrarse diferencias en las curvas de acumulación de materia seca, la producción total acumulada puede resultar similar entre distintas especies (Figura 7) o variar ampliamente entre especies y/o cultivares de una misma especie (Tabla 4, Figuras 8, 9 y 10).

En los últimos tres años se han conducido experiencias de fertilización con inclusión de microorganismos promotores de crecimiento. Si bien los resultados deben considerarse preliminares para las condiciones productivas de la región semiárida, los mismos muestran que es posible mejorar la eficiencia de uso de los nutrientes al incorporar promotores de crecimiento (Figura 11).

Tabla 4. Eficiencia en el uso del agua (kg MS/ ha.mm) de distintos cereales de invierno en suelo franco arenoso de la región semiárida. T: testigo, F: fertilización nitrogenada.

CV	MS (kg/ ha)		Consumo	kg MS/ha.mm	
	T	F		T	F
Don Santiago	1145	1507	117,2	9,8	12,9
Melipal	802	1175	121,7	6,6	9,7
Don Rene	959	1367	109,9	8,7	12,4
Don Norberto	1548	1532	119,3	13,0	12,8
Quehue	2347	3262	108,2	21,7	30,1
Don Guillermo	942	2709	100	9,4	27,1
Promedio				11,5	17,5

Tabla 4. Rendimiento de forraje total acumulado (kg MS/ha) de cultivares comerciales de triticales promedio de los años 2005-2006. Adaptado de Bainotti et al. (2007).

Cultivar	Total
Espinillo INTA	5280
Tehuelche INTA	5067
Yagan INTA	4834
Ñica UNRC	4628
Genu UNRC	4489
Boaglio FCA	4380
Quiñe UNRC	4033
Cayu UNRC	3621
Tizne UNRC	3534

Nuevos roles del verdeo de invierno en los planteos intensificados

Los verdeos de invierno han tenido históricamente un rol en las cadenas forrajeras de las invernadas de la región. Hoy, sin embargo, su inclusión en los sistemas como oferente de forraje depende de la flexibilidad y potenciación que aporta al sistema ganadero. De lo contrario, la agricultura de cosecha los desplaza. Esa inclusión depende del modelo ganadero, particularmente de engorde, y del costo de la materia seca a generar.

Los verdeos son comúnmente utilizados con pastoreos frecuentes con diferentes niveles de utilización dependiendo de las expectativas de rebrote que

percibe el productor de acuerdo a las condiciones del año. En los centenos se despunta y retorna un mayor número de veces que en avenas y triticales.

Si bien la producción de forraje está condicionada a la disponibilidad de agua, nutrientes y temperaturas de invierno, se coincide en que la fecha de siembra es decisiva de la producción. El retraso en la fecha de siembra en otoño provoca una pérdida significativa de la producción, excepto en aquellos en los que se podría esperar una producción alta de primavera, sólo posible en algunas avenas y el raigrás. Sin embargo, esta posibilidad es sólo posible en aquellas empresas en las que por rotación o ubicación geográfica, la agricultura de cosecha gruesa no compite con el planteo ganadero.

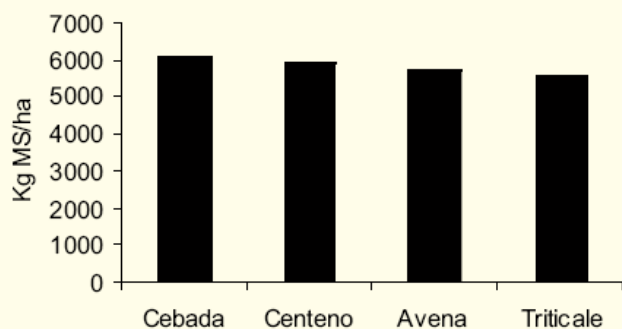


Figura 7. Rendimiento promedio de materia seca (kg/ha) total acumulado de avena, cebada, centeno y triticale, promedio de tres años. Adaptado de Tomaso (1997).

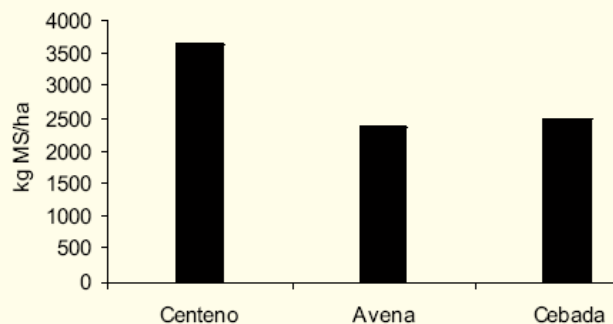


Figura 8. Producción promedio de materia seca en 4 ensayos realizados en Red entre La Pampa y Mendoza.

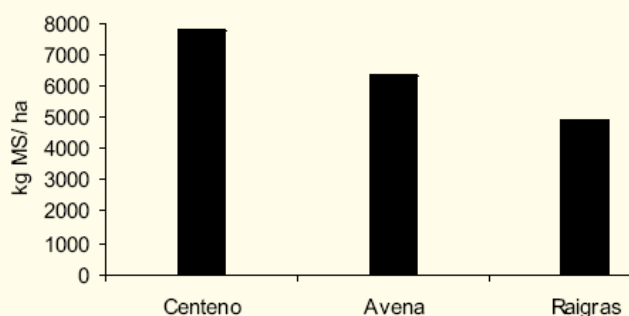


Figura 9. Producción promedio de materia seca en ensayos realizados en el Oeste de Buenos Aires.

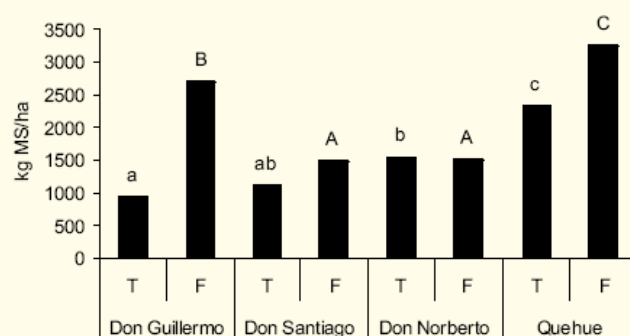


Figura 10. Producción de materia seca y respuesta a la fertilización de distintos cultivares de centeno. T: testigo, F: fertilización nitrogenada.

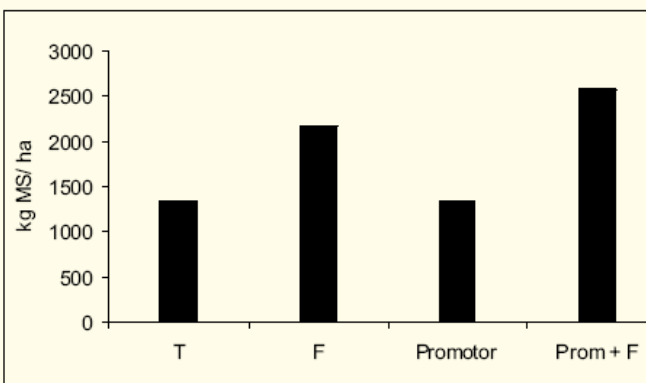


Figura 11. Respuesta promedio de verdeos de invierno (tres ensayos) a la fertilización nitrogenada y a promotores de crecimiento (Azospirillum). Nuevos roles del verdeo de invierno en los planteos intensificados

En los planteos intensificados dentro de campos mixtos, los verdeos de bajo rendimiento de pasto, de bajos aumentos y que comprometen el uso agrícola de los lotes no encuentran justificación económica. Sin embargo, bien insertos en el sistema, los verdeos pueden complementar la cadena forrajera, sin comprometer la secuencia de uso de los lotes. Entre los elementos a tener en cuenta, en la selección de verdeos, las variedades y la fecha de implantación para una secuencia de uso ofrecen una nueva visión de la utilización de los verdeos de invierno. En primer lugar, la información experimental indica que existe variabilidad en la genética disponi-

Tabla 5. Efecto de dos sistemas de pastoreo y dos cadenas forrajeras de verdeos de invierno sobre el peso y el aumento de peso de vaquillonas.

		Sistema 1	Sistema 2	EE
		Peso vivo, kg	Peso vivo, kg	
Día				
0		151	151	1
21		163	165	1.5
48		181a	186 b	1.3
76		202a	211 b	2.1
103		226a	238 c	1.8
131		155a	270 a	2.2
159		-	301	-
167		-	333	-
Periodo	Días	APV, g/día		
Día 0 a 21	21	605 a	677 b	9.2
Día 22 a 48	27	663 a	780 c	12.2
Día 49 a 76	28	740 a	876 c	11.7
Día 77 a 103	27	897 a	1022 c	17.3
Día 104 a 131	28	1034 a	1124 c	21.1
Día 132 a 159	28	-	1132	-
Día 160 a 187	28	-	1125	-
Día 0 a 131	131	798a	907 c	18.4
Día 0 a 187	187	-	974	

ble para sembrar una secuencia de especies y variedades dentro de éstas, para ajustarse a diferentes programas. Por ejemplo, producir pasto temprano y liberar los lotes luego de un solo uso. Opción que permitiría insertar a los verdeos como recurso de terminación de lotes de animales que no lograron engordarse en otoño. Esta alternativa sería complementaria de los corrales de recría, evitando así un retorno de novillos a los corrales de engorde.

En otro esquema, donde los corrales de recría o de iniciación se desactivan a la salida del invierno, los verdeos con buen contenido de materia seca pueden operar de “dieta de enganche” entre el corral y las pasturas de primavera. Existen también, posibilidades de cadenas que con la inclusión de raigrás anual y avenas tardías, permiten llevar la oferta de forraje de verdeos hasta el verano.

La implantación de varios materiales, combina-

dos en secuencia de uso, y planificados para un solo pastoreo y del mayor aumento de peso posible, es probablemente la estrategia que mejor permite su inclusión sin perder el efecto residual de los mismos como abono verde, o puente verde, y cultivo de cobertura. Posiblemente, en esa combinación de roles se justifique aún el uso de los verdeos de invierno en los campos con potencial agrícola. Para ello, es necesario que se den algunas condiciones como la oportunidad de siembra en fecha, sobre un lote con buena fertilidad o respuesta a la fertilización (reserva de agua) y esquema de utilización planeado apuntando a buenos aumentos de peso.

La información reciente que ha investigado la productividad y potencial de aumento de peso de secuencias de verdeos, indicaría que el retraso en el primer (y único) pastoreo permite alcanzar aumentos de peso altos, sin conceder en productivi-

Tabla 6. Relación entre variables de calidad del verdeo de invierno y el aumento de peso vivo de novillos

	R2	P	Intercepción	X1	X2
FDA	0.049	0.344			
PB	0.128	0.122			
MS	0.587	0.001	-0.256	0.057	
CHS	0.871	0.001	0.238	0.038	
PB/CHS	0.686	0.001	1.105	-0.22	
PB y CHS	0.872	0.001	0.119	0.006	0.0039

FDA: Fibra detergente ácida, % PB: Proteína bruta, %; CHS: Carbohidratos solubles, %;
PB/CHS: Relación Proteína Bruta/Carbohidratos solubles; PB y CHS>: Regresión múltiple- stepwise

dad por hectárea. En un trabajo reciente conducido en la Estación Experimental de INTA Anguil, se ha verificado un mayor aumento de peso en animales que fueron expuestos a una secuencia de verdeos en forma retardada (al menos 15 días) con respecto a un lote testigo que siguió una estrategia de pastoreo tradicional con ingreso más temprano y retorno a comer los rebrotes (Tabla 5, no publicado). En esa experiencia, también se observó que la inclusión del raigrás como forrajera de primavera (sin pastoreo de invierno) permitió sostener aumentos altos durante 60 días adicionales. En correspondencia del tratamiento con mayor aumento de peso, se registró un mayor contenido de materia seca y de carbohidratos solubles no estructurales en esos forrajes. Los efectos podrían atribuirse a un mayor consumo de materia seca y a un mejor balance de los nutrientes ofrecidos en el pasto.

En un relevamiento sobre planteos comerciales, se detectó una tendencia a la mejora del aumento de peso, con el contenido de materia seca del verdeo y en particular con el contenido de carbohidratos solubles, inversamente proporcional al contenido de proteína bruta (Tabla 6).

Sorprendentemente, de todos los factores, el contenido de carbohidratos solubles, es el que mejor correlacionó con el aumento de peso durante los primeros 60 días de pastoreo. El contenido de fibra (FDA) de los verdeos tendría menos influencia en el

aumento de peso durante el invierno. Las Figuras 12, 13, 14 y 15 resumen la comunicación citada.

Debe hacerse notar, que la experiencia del consumo de verdeos con retardo, dejando acumular forraje hasta incluso el encañado en otoño, indicaría que no se perjudica la digestibilidad del pasto ni se resiente el aumento de peso, lo que puede ser diferente en los pastoreos de centeno en primavera.

A diferencia del sistema de pastoreo de “despunte” que remueve menos del 50% de la planta, el pastoreo postergado apunta a consumir todo el forraje disponible, sin pretender dejar un remanente para el rebrote y sólo observando el residuo para evitar limitar en exceso el consumo del animal (aspecto vulnerable de este sistema). En los casos en los que el verdeo opere también de cobertura de suelo, debería tenerse en cuenta tal cobertura para evitar la desprotección del lote.

En conclusión, la implantación temprana y en secuencia de materiales diversos elegidos para un uso con fines de altos aumentos de peso en planteos de terminación de novillos cola o de transición a pasturas de primavera podría constituir el nuevo espacio de los verdeos de invierno en sistemas mixtos.

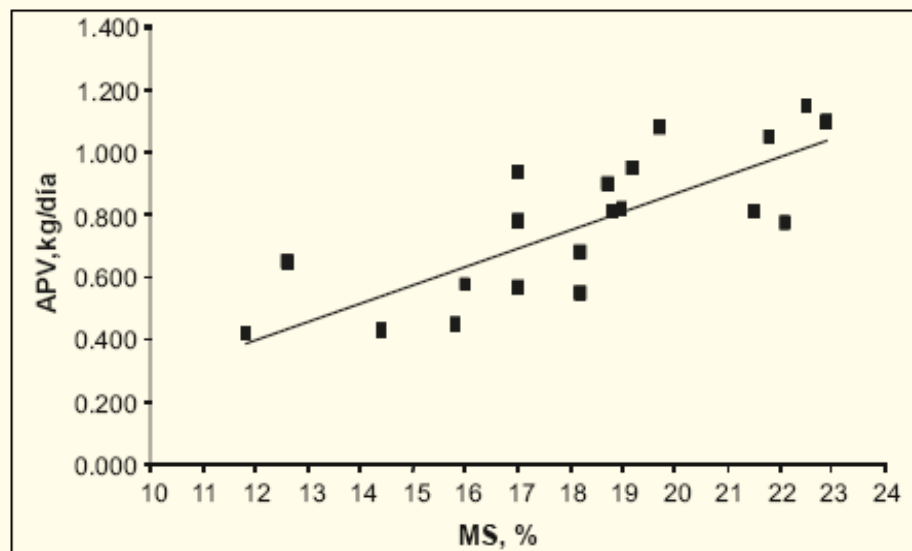
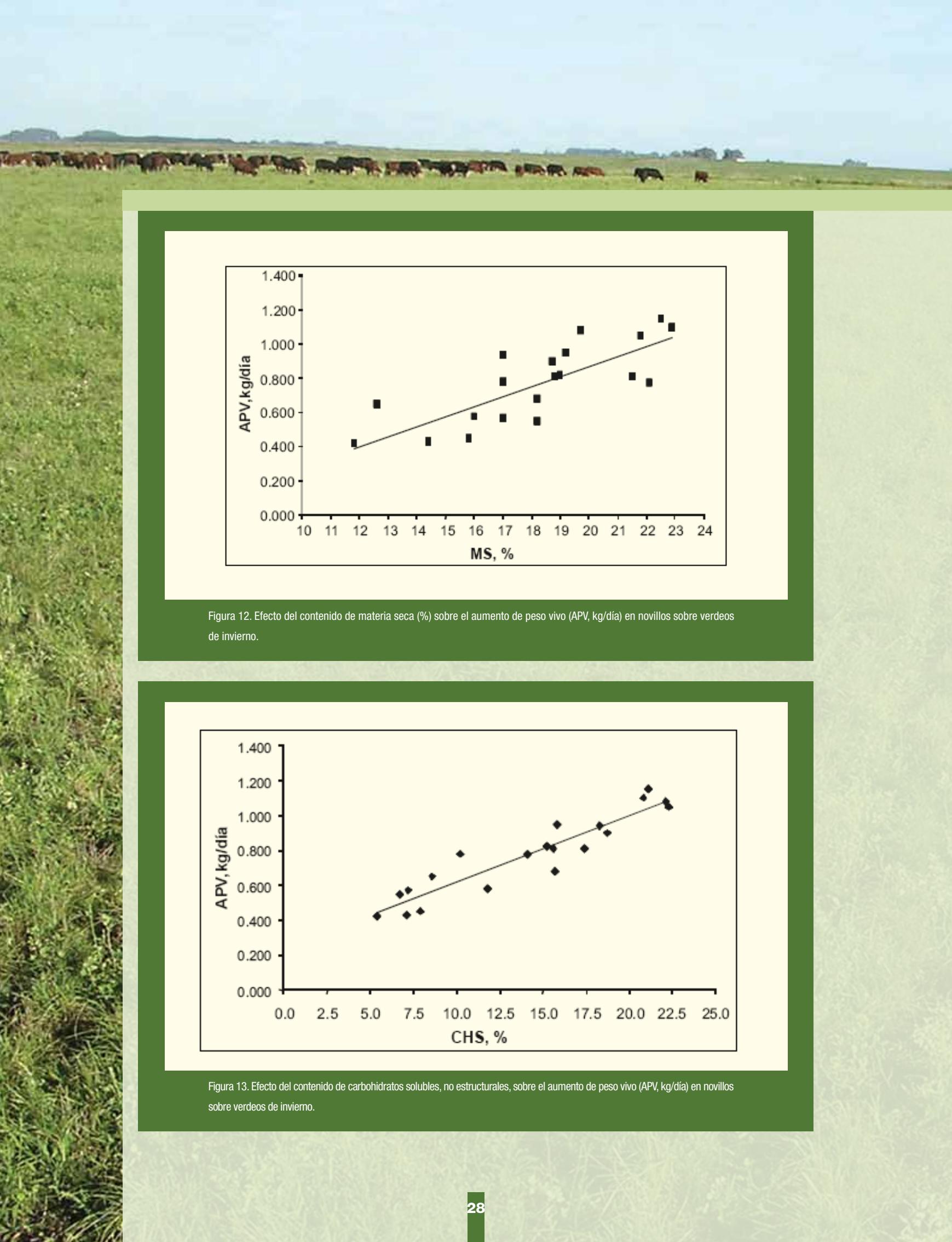


Figura 12. Efecto del contenido de materia seca (%) sobre el aumento de peso vivo (APV, kg/día) en novillos sobre verdeos de invierno.

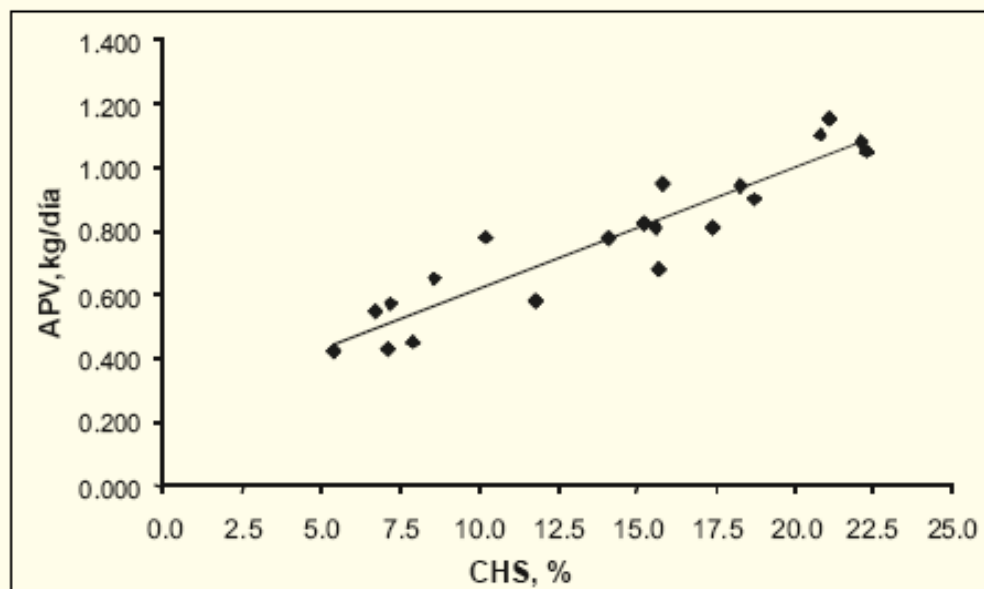


Figura 13. Efecto del contenido de carbohidratos solubles, no estructurales, sobre el aumento de peso vivo (APV, kg/día) en novillos sobre verdeos de invierno.

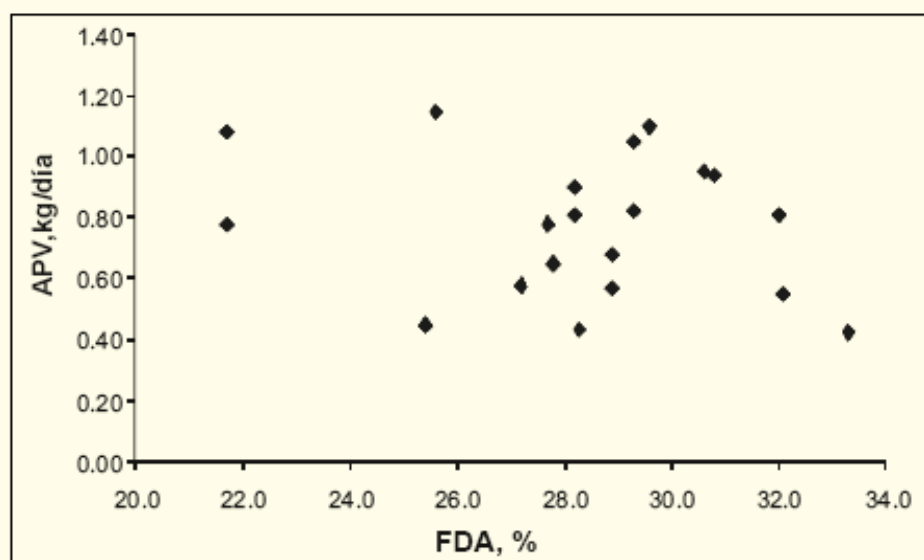


Figura 14. Efecto del contenido de fibra (FDA) sobre el aumento de peso vivo (APV, kg/día) en novillos sobre verdes de invierno.

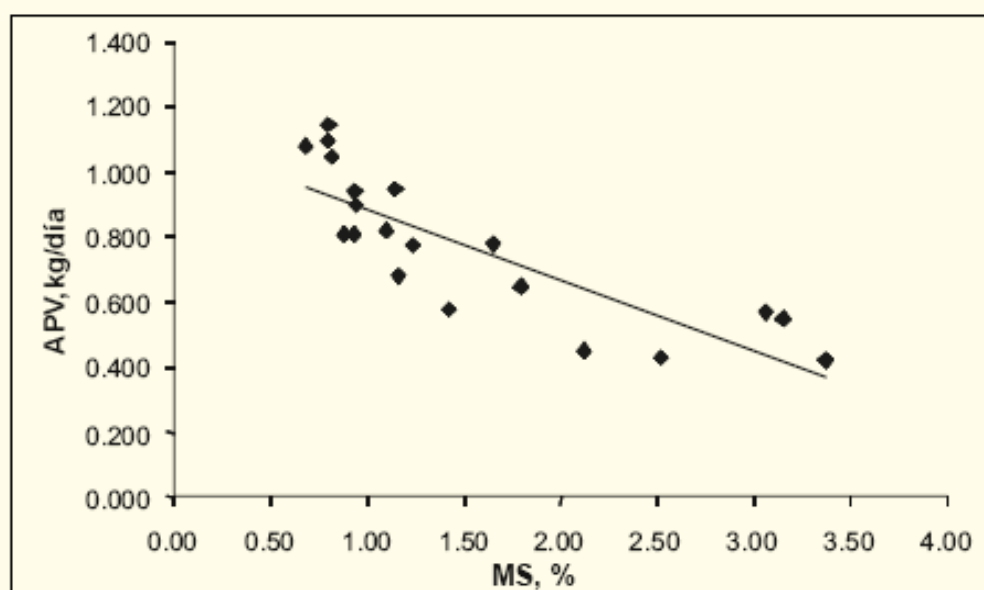


Figura 15. Efecto del PB/CHS sobre el aumento de peso vivo (APV, kg/día) en novillos sobre verdes de invierno.

SU TIERRA TIENE
UN GRAN VALOR
SENTIMENTAL.

QUE NO SEA EL ÚNICO.
FERTILICE.

Su campo es muchas cosas para usted:
es su orgullo, su vida, su herencia.
Cuídelo, para que también
 siga siendo su negocio.
Reponga los nutrientes de su suelo
y gane mucho más en:

- **Productividad**
- **Rentabilidad**
- **Sustentabilidad**

www.fertilizar.org.ar



FERTILIZAR

ASOCIACION CIVIL

El rol del fósforo en los sistemas intensificados

Berardo, A.1 y Marino, M.A.2

1. Director Técnico Laboratorio de Suelos Fertilab. aberardo@laboratoriofertilab.com.ar

2. Docente Fac. Ciencias Agrarias – UNMdP. amarino@balcarce.inta.gov.ar

1 - Introducción

Uno de los principales factores que determinan la producción de las pasturas en la Región Pampeana es la disponibilidad de nutrientes, y entre ellos, se destacan el fósforo (P) y el nitrógeno (N). El P afecta el crecimiento tanto de gramíneas como de leguminosas, y en las últimas, actúa también sobre la nodulación y la fijación simbiótica de N.

Desde hace décadas en la región se verifica un proceso de intensificación de las actividades agropecuarias, con una elevada extracción de nutrientes por cultivos y pasturas sin su adecuada reposición a través de la fertilización (García, 2001). Esto ha provocado un generalizado deterioro de la fertilidad de los suelos y consecuentemente una disminución en la persistencia, producción y calidad de las pasturas.

En sistemas mixtos, las pasturas perennes cumplen un importante rol de restauración de la fertilidad del suelo, pero esto sólo se logra si mantienen una adecuada cobertura de suelo y una elevada producción de forraje con una apropiada proporción de leguminosas a lo largo de su ciclo productivo. Tales condiciones están estrechamente asociadas con el abastecimiento de P, ya que su disponibilidad afecta la persistencia de las especies forrajeras. Asimismo, en la medida que los sistemas ganaderos (producción de carne o leche) aumentan su nivel de intensificación y sus niveles de producción, los fertilizantes fosfatados deben ser complementados con la aplicación de N.

A diferencia de otros nutrientes, el efecto del agregado de P sobre el crecimiento de las pasturas se prolonga más allá del año de su aplicación, y la magnitud de este efecto residual es variable según la dosis aplicada y las propiedades físico-quími-

cas del suelo (principalmente pH o textura). Los primeros resultados locales sobre residualidad de P en pasturas corresponden a ensayos realizados en la década del 70 con Superfosfato triple de calcio (SFT) (Berardo y Darwich, 1974). En diferentes regiones de nuestro país la respuesta al agregado de P en pasturas y su efecto sobre la persistencia de las mismas han sido evaluadas en distintos recursos forrajeros (García y col., 2001; Quintero, 2003).

En este trabajo se presentarán resultados de investigaciones que aportan información regional referida al efecto de la fertilización fosfatada sobre la producción de forraje de pasturas (base alfalfa y pasturas consociadas), analizando también el efecto residual del P en los años posteriores a su aplicación en tales recursos.

2. Efecto de la disponibilidad de Fósforo en pasturas de alfalfa

Para pasturas base leguminosas (ej. alfalfa), el nutriente que en mayor medida controla su crecimiento es el P, dado que estas plantas pueden utilizar el N obtenido de la fijación simbiótica del N atmosférico. De esta manera pueden cubrir una parte de su demanda de N (West y Mallarino, 1996).

En cambio, el abastecimiento de P depende del suministro desde el suelo, por lo tanto la producción de forraje de las pasturas de alfalfa está estrechamente relacionada con la disponibilidad de P edáfico (Berardo y Marino, 2000a; Quintero y Boschetti, 2003). En la Figura 1 se presenta la relación obtenida para la producción de materia seca en función del contenido de P extractable.

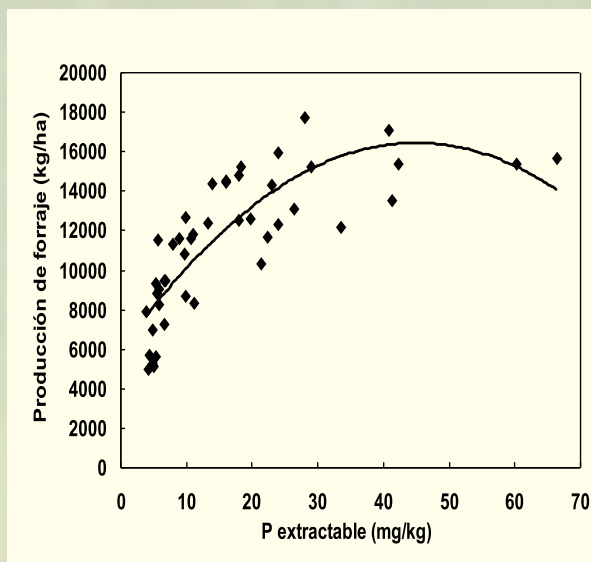
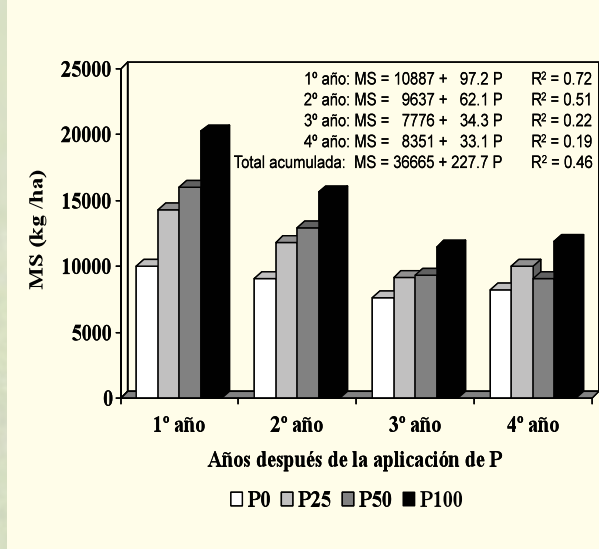


Figura 1: Relación entre el contenido de P extractable y la producción de materia seca de alfalfa en los cuatro años evaluados (Berardo y Marino, 2000a).

El efecto de la deficiencia de P sobre la producción de alfalfa ha sido ampliamente demostrado en numerosos experimentos (Vivas y Guaita, 1997; Berardo y Marino, 2000a; Morón, 2000). En la Figura 2 se muestran los datos obtenidos por Berardo y Marino (2000b) para un experimento de cuatro años de evaluación en Balcarce.

Figura 2: Producción anual de forraje (cuatro años



de evaluación) de una pastura de alfalfa con diferentes dosis de fertilización aplicadas a la siembra (Berardo y Marino, 2000b).

La producción anual de forraje obtenida con cada dosis de P aplicado varió entre 10000 y 20000 kg/ha aproximadamente, según el año y la dosis de fertilización considerados (Figura 2). Si bien la mayor respuesta a la aplicación de P se observó en el primer año de producción, el efecto residual del P agregado se pudo comprobar en los cuatro años posteriores a su aplicación con un incremento total acumulado en la producción de forraje por la aplicación inicial de P de 228 kg MS/kg P (Figura 2, Berardo y Marino, 2000b).

El consumo de P por las plantas puede alcanzar niveles de 2 a 3 kg de P por tonelada de MS acumulada. Esto significa que para obtener producciones anuales de forraje del orden de las 12 a 15 tn/ha la pastura de alfalfa debería consumir entre 30 y 40 kg P/ha. A este consumo debe sumarse el que realiza la actividad biótica (microorganismos presentes en la materia orgánica del suelo) y los procesos de adsorción del nutriente a las partículas edáficas, lo que determina una recuperación anual no muy elevada, con una disminución progresiva del P disponible para el crecimiento de las pasturas. En la Figura 3 se presenta la evolución del contenido de P en suelo (Bray I) para el mismo experimento de alfalfa que se presentó en la Figura 2. Esto demuestra que para evitar restricciones en el suministro de P y mantener pasturas perennes con elevados niveles productivos a lo largo de los años es necesario suministrar el P requerido mediante refertilizaciones anuales o al menos cada dos años con dosis de mantenimiento. Estas dosis deben ser establecidas considerando el nivel de consumo de P de los recursos forrajeros y de las características edáficas. Los aportes de P serán relativamente bajos en aquellos suelos en los que la residualidad del nutriente suele ser alta con recuperaciones del 60 – 70 % del P aplicado en un período de tres a cuatro años de producción de forraje (Berardo y Marino, 2000a).

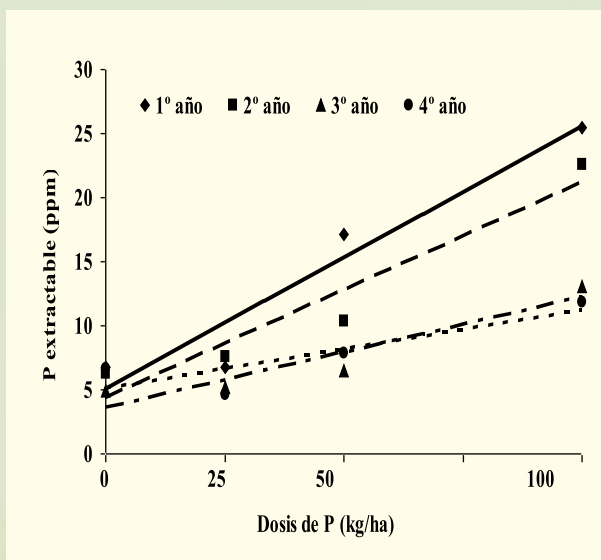


Figura 3: Relación entre la dosis de fertilización inicial con P y el contenido de P extractable (Ps) en los cuatro años posteriores a su aplicación (Berardo y Marino, 2000a).

3. - Respuesta a la fertilización fosfatada y nitrogenada en pasturas consociadas.

El efecto de la disponibilidad de P sobre la producción de pasturas consociadas de la región pampeana ha sido ampliamente demostrado (Quintero y Boschetti, 1997; García y col. 2002; Quintero, 2003) y, al igual que se mencionó para las pasturas de alfalfa, el efecto residual del P aplicado sobre las pasturas consociadas base gramíneas se verifica en los años posteriores a la aplicación del nutriente (Berardo y Marino, 2000c).

Pasturas con niveles productivos del orden a las 12 t de MS/ha/año o superiores representan una extracción anual del P en el forraje cosechado de 30 a 35 kg/ha de P, por lo tanto en sistemas de producción de carne o leche más intensivos es necesario incrementar las dosis de fertilización fosfatada. Adicionalmente, en pasturas consociadas cuyo principal componente son las gramíneas perennes, la respuesta a P está altamente condicionada a la disponibilidad de N (Figura 4).

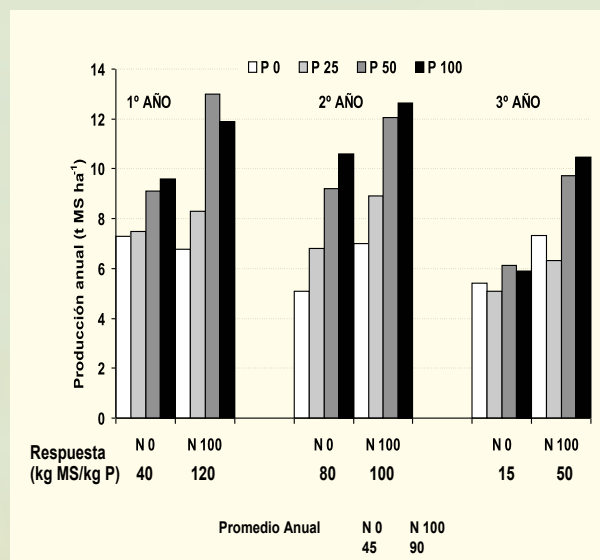
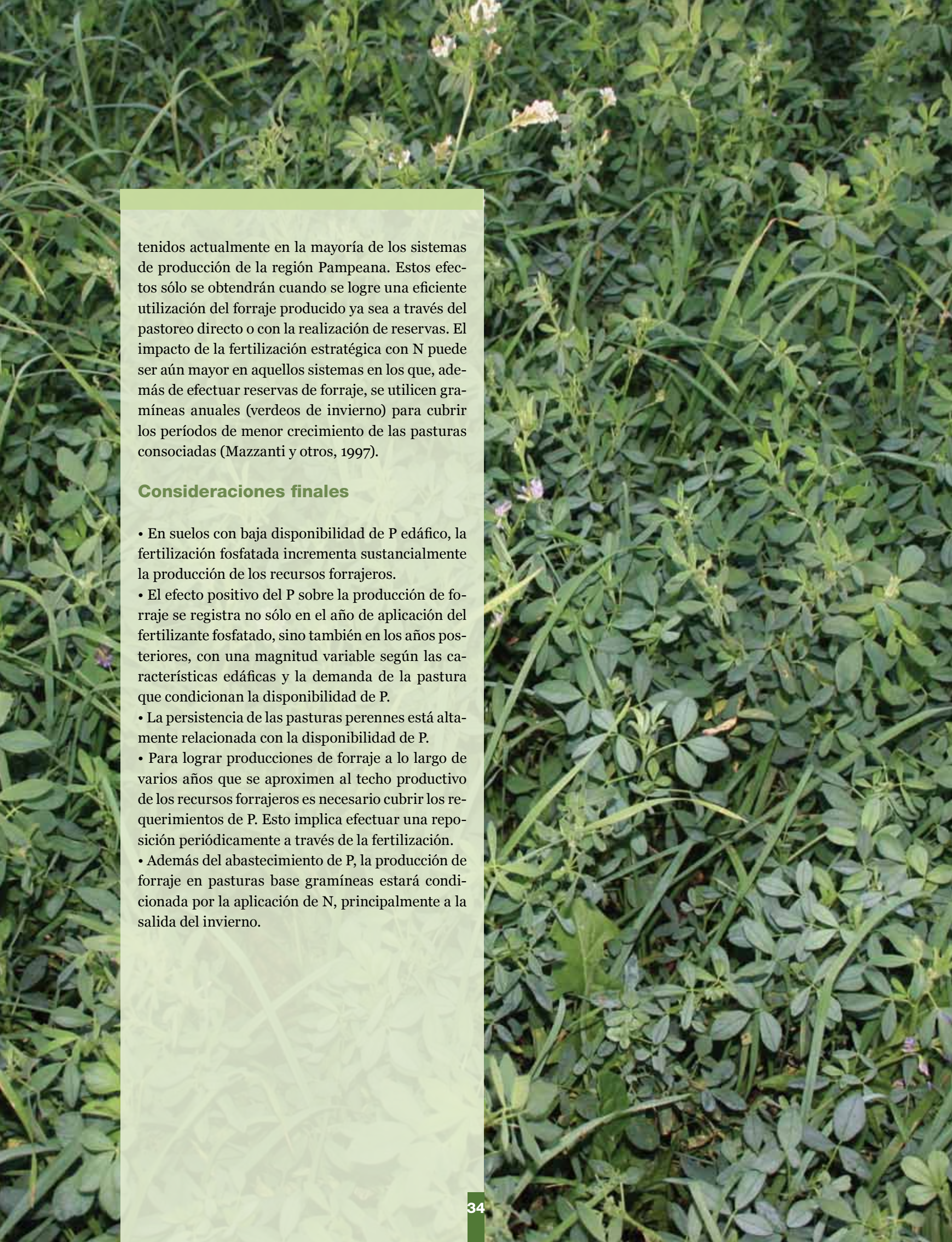


Figura 4: Efecto de la aplicación anual de N sobre la respuesta al P aplicado a la siembra en la producción anual de una pastura consociada evaluada durante tres años (Marino y Berardo, 2000).

El N proveniente de la fijación simbiótica es utilizado por las leguminosas y, a pesar de que una parte del N fijado puede ser transferida a las gramíneas acompañantes en la mezcla, este aporte no satisface los requerimientos de las gramíneas.

Para pasturas consociadas las respuestas anuales a la adición de P se aproximan a los 100 kg MS/kg P aplicado en el primer año, luego de la fertilización fosfatada, decreciendo en los años posteriores. En la Figura 4, las respuestas totales acumuladas (kg de MS/kg de P aplicado) en tres años de evaluación fueron en promedio para los tres años de 45 y 90 kg de MS/kg de P aplicado sin y con el agregado de N respectivamente (Berardo y Marino, 2000c). Asimismo, este efecto se puede observar en la diferencia entre los efectos residuales de P registrados para los tratamientos con y sin agregado de N, con respuestas acumuladas de 135 y 270 kg MS/kg de P para N0 y N100, respectivamente. (Figura 4, Marino y Berardo, 2000)

Los resultados obtenidos indican que la fertilización fosfatada y nitrogenada de pasturas consociadas permite incrementar la producción anual de MS, con lo cual es factible lograr niveles de producción de carne sensiblemente superiores a los ob-



tenidos actualmente en la mayoría de los sistemas de producción de la región Pampeana. Estos efectos sólo se obtendrán cuando se logre una eficiente utilización del forraje producido ya sea a través del pastoreo directo o con la realización de reservas. El impacto de la fertilización estratégica con N puede ser aún mayor en aquellos sistemas en los que, además de efectuar reservas de forraje, se utilicen gramíneas anuales (verdeos de invierno) para cubrir los períodos de menor crecimiento de las pasturas consociadas (Mazzanti y otros, 1997).

Consideraciones finales

- En suelos con baja disponibilidad de P edáfico, la fertilización fosfatada incrementa sustancialmente la producción de los recursos forrajeros.
- El efecto positivo del P sobre la producción de forraje se registra no sólo en el año de aplicación del fertilizante fosfatado, sino también en los años posteriores, con una magnitud variable según las características edáficas y la demanda de la pastura que condicionan la disponibilidad de P.
- La persistencia de las pasturas perennes está altamente relacionada con la disponibilidad de P.
- Para lograr producciones de forraje a lo largo de varios años que se aproximen al techo productivo de los recursos forrajeros es necesario cubrir los requerimientos de P. Esto implica efectuar una reposición periódicamente a través de la fertilización.
- Además del abastecimiento de P, la producción de forraje en pasturas base gramíneas estará condicionada por la aplicación de N, principalmente a la salida del invierno.

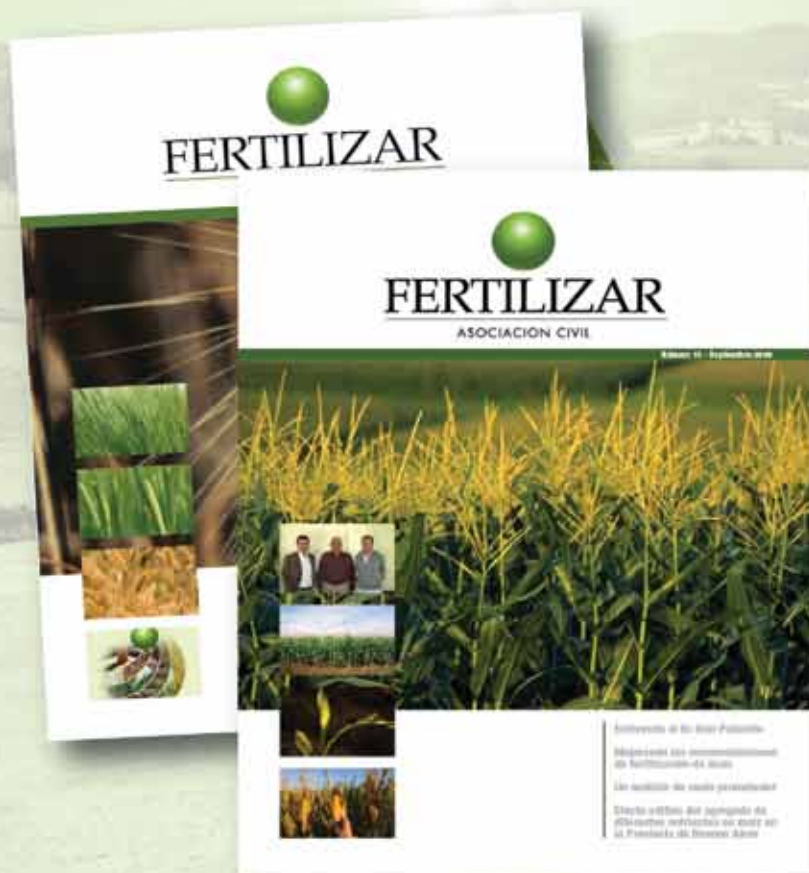


FERTILIZAR ASOCIACIÓN CIVIL promueve la reposición de nutrientes, el uso responsable de fertilizantes y la conservación sustentable del suelo y el medio ambiente productivo



- **Realización de simposios**
- **Publicación de Ensayos**
- **Información técnica actualizada**

- **Datos estadísticos**
- **Intercambios técnicos con Universidades e Instituciones**



Suscríbase a la mejor información

Revista Fertilizar

Actualidad del sector ● Notas técnicas ● Opinión de especialistas

Suscríbase con sólo un click
www.fertilizar.org.ar



Para mayor información escriba a: suscripciones@fertilizar.org.ar