



FERTILIZAR

ASOCIACION CIVIL

Número 3 - Marzo 2006



Las promociones de Ray Grass

**La fertilización como herramienta
para incrementar la producción
de alfalfa**

**Verdeos de invierno:
requerimientos de agua y nutrientes**

Nuevos productos de fertilizantes

Índice

REVISTA FERTILIZAR - AÑO II - Nº 3 - MARZO 2006

Fertilización:
la investigación en el alto
valle de Río Negro

04



Avances en
fertilización de maíz

07



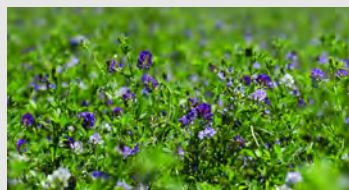
Las promociones de
Ray Grass

11



La fertilización como
herramienta para
incrementar la
producción de alfalfa

15



Verdeos de invierno:
requerimientos de agua
y nutrientes

20



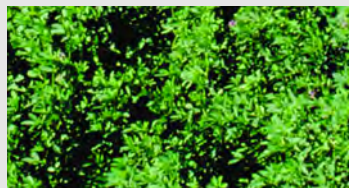
Nuevos productos
de fertilizantes

23



Investigaciones
recientes en alfalfa

30



Novedades & Eventos

34



Staff Editorial



FERTILIZAR Asociación Civil

Presidente
Alejandro Enrique Vollert

Vicepresidente
Gustavo Churín

Secretario
Sebastián Marcos Grondona

Prosecretario
Juan Luis Tamini Elicegui

Tesorero
Manuel Santiago Zardain

Protesorero
Marco Eugenio Prenna

Vocales Titulares
Claudio Horacio Martínez
Julían José Carneiro
Marcelo Eduardo Murmis

Vocales Suplentes
Jorge Bassi
Santiago Álvarez Colombo

**Comisión Revisora
de Cuentas**

Miembro Titular
Pablo Omar Pussetto

Miembro Suplente
Julio Gastón Nogués

Comisión Técnica
Ana Balut
Santiago Chevallier
Pedro Parenti
Marcelo Palese

ACA
BUNGE
EL BATEL
EMERGER
FÉLIX MENÉNDEZ
FERTICROPS
FERTIVA
NIDERA
PETROBRAS
PROFERTIL
QUEBRACHITO
REFRACTARIOS ARGENTINOS
REPSOL YPF
RÍO TINTO BORAX
ROULLIER
YARA

Asesor en Contenidos Técnicos
Dr. Ricardo Melgar

ISBN en trámite

Producción
FUSOR PUBLICIDAD
info@fusor.com.ar

El consumo de fertilizantes en la Argentina para la presente campaña 05/06 fue un 2 % menos que la campaña 04/05.

Teniendo en cuenta la baja en hectáreas sembradas de los dos cultivos que más se fertilizan, maíz y trigo, 10 y 20 por ciento respectivamente, representa una merma para nada significativa.

Otro hecho que marcó la campaña pasada fue el aumento de consumo de productos fosfatados en un 8 %, marcando una tendencia positiva en el uso de Fertilizantes en Soja.

Vemos que hay un 73 % de los productores que fertilizaron la soja y un 40 % fertilizó soja de primera y segunda.

Pasturas :

Se inicia otro año para la implantación de pasturas y es otra oportunidad para muchos productores de poder mejorar su balance forrajero.

El costo de la fertilización depende primariamente del tipo de pastura, si es de alfalfa u otra leguminosa pura, mixta o sólo de gramíneas. En el primero y segundo caso, no debe agregarse N salvo que la mezcla lo contenga, algo que no causará ningún problema. En los demás, el programa de fertilización debe incluir cantidades menores de N para el arranque y luego la decisión de usar fertilizantes nitrogenados dependerá del manejo de la pastura, si es para corte o pastoreo directo; de las relaciones de precios y de otros factores.

Considerando al fósforo, la cantidad dependerá fundamentalmente del análisis de suelo. Los contenidos críticos varían según la especie. La alfalfa por ejemplo es de las más exigentes y debe fertilizarse si el valor de P (medido por Bray) es menor de 25 ppm. Si se habla de Lotus o trébol blanco, los valores bajan a 18-20 ppm.

Estamos teniendo estimaciones de consumo de fertilizantes en pasturas que hablan de 200.000 tns. anuales, en un mercado de 1,25 millones de has en el mercado de lechería, 4 millones de has en el mercado de la carne y 200.000 has de maíz para silaje.

Con esto podemos inferir una dosis promedio de sólo 38 Kg. por ha. Si además le agregamos la importante cantidad de has que todavía no están incorporadas a una fase productiva con tecnología (campos naturales y/o pajonales) el consumo de fertilizantes en pasturas tiene todavía un alto techo.

Les deseamos desde Fertilizar un excelente final de campaña y esperamos poder acompañarlos en todo lo referente a fertilización en el nuevo período agrícola que se vislumbra.

Enzo G. Castino
Gte. Ejecutivo Fertilizar Asoc. Civil

Fertilización: la investigación



Ing. Agr. Enrique Sánchez

1) ¿Podés describirme tu CV?

Ing. Agr., egresado de la Universidad Nacional del Sur en 1977. Estudié allí porque mi papá era un empleado de tienda y no tuve opción. Me decidí por la Agronomía entre las carreras que podía estudiar en mi ciudad. Hice allí en Magister y luego pasé al INTA Alto Valle para trabajar en Nutrición Mineral de Frutales. Me acuerdo el día que llegue, no distinguía una manzana de una pera si no veía la fruta colgando en el árbol. Ese es un problema de la Agronomía, es demasiado amplia para atajar de todo un poco. Luego fui a USA a hacer el doctorado. Luego hice dos postdoctorados, uno en Oregon y otro en Davis. Además dicto un curso de la UBA año por medio. Escribí un libro sobre la especialidad y estoy escribiendo el segundo con nuevos capítulos e información más nueva. En INTA, mi trabajo es más diversificado de lo que me gusta. En este momento llevo adelante proyectos, atien-

do consultas de colegas y productores y dirijo algunas tesis, además, por supuesto, de integrar diversas comisiones.

2) ¿Desde cuándo te conocen como el referente nacional de nutrición de frutales?

Difícil pregunta. Yo me inicié en un momento en que solamente tenía al Ing. Milton González del INTA Mendoza como referente. El me enseñó mucho y le estoy muy agradecido. Con el paso del tiempo fui adquiriendo experiencia y conocimiento. En el 90, cuando regrese de USA, comencé con las publicaciones, conferencias, charlas y capacitaciones.

3) ¿Cuáles fueron y son sus ámbitos de investigación?

Lo más importante en cuanto a impacto científico fueron sin dudas los trabajos con 15N en condiciones de campo. Ese trabajo creó las bases para fertilizar luego de la cosecha en frutales de clima templado en el mundo. En INTA mis trabajos siempre fueron con una visión regional para responder a la demanda que el medio necesita. Hace apenas un par de años sentí la necesidad de hacer otra vez investigación a otro nivel y estuve en Davis donde trabajé con 68Zn. Anteriormente había trabajado en Oregon con 10B. En nutrición mineral de plantas perennes es casi obligado trabajar con isótopos estables (en donde lógicamente se puede) cuando se quiere ver partición, relación fuente-destino y reciclaje. Últimamente me he dedicado a trabajar en la nutrición mineral de cultivos frutales orgánicos porque es un desafío muy lindo. Hay que conjugar manejo de suelo, nutrición mineral, riego y manejo de cultivo con un vademécum de productos muy limitado. Cuando uno dispone de la batería completa de productos es relativamente fácil solucionar problemas nutricionales.

en el alto valle de Río Negro

4) ¿Cuáles consideras que son temas pendientes o no resueltos que representen todavía un desafío?

Me preocupa mucho la degradación de los suelos en los valles irrigados. Hay un mal manejo del recurso suelo y agua en su conjunto. En una región tan intensiva como el Alto Valle de Río Negro no tenemos un mapa detallado de suelos. Me gustaría que este tema sea priorizado porque tanto la sostenibilidad como el manejo racional de los recursos naturales están presentes en todos los documentos institucionales. Las provincias, tanto de Río Negro como de Neuquén parecen ignorar este aspecto.



Otro tema que se viene es producir con costos bajos. En el mundo hay superproducción de frutas y de no mediar subsidios, quienes puedan competir serán aquellos que lo hagan al menor costo. Todos los que de una u otra manera estamos trabajando en manejo de cultivo debemos crear tecnologías que apunten a este objetivo. El problema de mano de obra es otro, pero es un tema muy delicado por las consecuencias económicas y sociales. De algo estoy seguro, debemos ima-

ginarnos la fruticultura argentina a 20 años y empezar a trabajar en serio. Ya Ortega y Gasset lo apunto muy bien en uno de sus viajes: "Argentinos a las cosas..."

5) ¿Pensás que los problemas del medio en al área de tu competencia son problemas que debe resolver la investigación o la educación y transferencia?

Sin duda ambos. Yo te diría que en el corto plazo la brecha entre lo que se sabe y se hace es, a nivel general, muy amplia. A futuro no, debemos trabajar en temas que se vienen como puntualizara anteriormente.

6) ¿Cómo ves o entendés la transferencia de tus investigaciones al medio? ¿Consideras que es exitosa, o no? ¿Consideras que el INTA te da un marco apropiado para realizar la transferencia de los resultados de tus investigaciones?

Como te decía, debemos a nivel INTA trabajar muy fuertemente en transferencia y adopción de lo que sabemos. Pero cuidado, no es solamente nuestra responsabilidad, en mi región como en la mayoría los actores son varios y nosotros somos tan solo una parte. Veo un problema muy grave a nivel productor chico y mediano. La mayoría de las empresas y una mínima parte de productores reciben asesoramiento técnico y trabajan bien pero, el resto no.

7) ¿Hay conciencia entre los productores sobre los problemas que investigás?

En general no. Lo más lamentable es que las asociaciones de productores y empacadores tampoco tienen asumida la importancia de la investigación. Algunos hasta llegan a pensar que los problemas se resuelven con consultores externos.



8) ¿Cómo realizás tus experiencias en la región y cómo interactuás con otras regiones productoras de manzanas de US sabiendo que tenés acciones allá también?



A pesar de los inconvenientes mencionados, por suerte siempre existen las excepciones y mi trabajo lo realizó tanto en la Estación Experimental como en chacras de productores y empresas. En cuanto a la interacción con el resto del mundo, esto es casi una obligación. Por suerte los contactos de los últimos 20 años sirven para estar en sintonía permanente con colegas del exterior. Con colegas de EEUU tengo trabajos en común. También intercambio mucha información con amigos de otros países como Chile, México, Italia y Sudáfrica, por mencionar a los más importantes.

9) Palabras finales conclusiones, recomendación, etc.

A esta altura de mi carrera pienso más en el futuro que en el presente. Te lo digo a nivel país. En Fruticultura necesitamos un fuerte programa a nivel de postgrado para capacitar a los jóvenes profesionales. Cuando comparo el agresivo programa a nivel de graduados que tiene Chile con lo que hay

aquí, comprendemos, lamentablemente, muchas cosas. INTA debe interactuar más y mejor con las Universidades y lograr formar una masa crítica en la mayoría de las especialidades. Sobran los dedos de una mano para contar a los especialistas en Nutrición Mineral de Frutales en nuestro país. Más grave aún: algunas Experimentales carecen de especialistas en aspectos básicos de manejo de cultivo. Con esta flota no podemos resolver los problemas actuales y mucho menos a futuro.

Otro tema es el equipamiento de laboratorio. El INTA debería contar con un laboratorio analítico central que garantice la calidad de los análisis de suelos y foliares tanto para investigación como para los productores. Nadie puede amortizar equipos que salen miles de dólares con unas pocas muestras anuales. Con la excepción de 5 o 6 Unidades, en la gran mayoría de la Estaciones Experimentales del INTA estamos seriamente limitados para realizar estos análisis. La confiabilidad de los resultados es un tema muy serio, se necesita personal especializado y un excelente soporte de computación además de equipos modernos. Yo sufrí mucho este tema cuando quise trabajar con micronutrientes en suelo o ahora mismo una de mis tesis no encuentra un laboratorio para analizar carbohidratos no estructurales. Si existiese un laboratorio analítico central no tendríamos estos problemas. En muchas universidades de EEUU existe un laboratorio analítico central donde todo el mundo envía sus muestras. Hoy en día nadie puede afrontar tener equipos propios. Yo me pregunto, por ejemplo, cómo vamos a dar respuesta en la mayoría de las Estaciones Experimentales a las tesis de Master de nuestros becarios. He realizado intentos a nivel oficial para resolver este cuello de botella pero hasta ahora no he tenido respuestas.



Avances en fertilización de maíz

Dr. Ricardo Melgar

La última edición del VII Congreso Nacional de Maíz organizada por AIANBA y convocando Maizar, contó con un Panel específico del tema de Manejo de suelos y nutrición del cultivo que incluyó unas 4 conferencias, siendo la principal la del Dr. Peter Scharf de la Univ. de Missouri. Su disertación ilustró sobre los últimos avances sobre de la aplicación de métodos de diagnóstico en la generación de recomendaciones de fertilización a través de un título muy sugestivo, "Combinando antiguas y nuevas ideas para el manejo de nutrientes", todo un contrapunto a los nuevos paradigmas.

La conferencia de Scharf, sin duda singular, se complementó con 3 ponencias de panelistas, relativas al rol del maíz en la sostenibilidad del sistema, (Ing. Agr. Graciela Cordone, INTA Casilda), los aportes de los promotores biológicos del crecimiento (Dr. Martín Díaz Zorita, Facultad de Agronomía – Nitragin SA) y una revisión de los métodos de diagnóstico (Ing. Agr. Hernán Echeverría, INTA Balcarce)¹. Este panel continuó luego con la discusión de los temas presentados por el conferenciante y los panelistas, y la presentación oral de una selección voluntaria de los 34 trabajos presentados en pósters, en un evento patrocinado por FERTILIZAR.

Del resultado de estos dos días de actualización e intercambio de ideas, surgen algunas reflexiones que se desea compartir con los lectores de FERTILIZAR. Si bien se buscó decantar y filtrar los temas más impactantes para el manejo de la fertilización, cabe aclarar que este fue un congreso científico, y por eso, no son de esperar demasiados avances prácticos o espectaculares. La ciencia se construye poco a poco, paso a paso. Por ese

mismo carácter el Congreso es el vehículo por el que muchos investigadores jóvenes divulgan los resultados de sus esfuerzos para las tesis de grado y postgrado. Es necesario sí, observar como los técnicos e investigadores perciben la realidad y los problemas vinculados a la producción, al manejo de los suelos y de maíz en particular. Mas allá de aplicar un determinado método científico, lo importante es la identificación de los problemas, el planteo de las soluciones y finalmente, la aplicación del método para solucionarlo. En este sentido es donde se vieron algunos desfases ya que aún se trata de manejar paradigmas de los 80 con herramientas del siglo 21.

Cambio de frente

La frontera de avance del conocimiento de manejo de la nutrición del maíz cambió su centro de gravedad. Antes en Pergamino o Marcos Juárez ahora esta en Paraná, quizás no definitivamente, pero el equipo comandado por Ricardo Melchiori aprovecha las herramientas tecnológicas más modernas para cambiar el enfoque del problema.

Los aportes del Ing. Melchiori y su grupo, sin ser coincidentes, están en el mismo eje que el planteado por el Dr. Scharf (ver recuadro): No se pretende predecir la cantidad de N que necesitará un maíz desde antes de la siembra. Ya se cuenta con ese dato a un nivel de precisión razonable. Lo que se pretende es manejar la variabilidad temporal (dosis óptimas que varían de año en año en el mismo lote) y espacial (dosis óptimas que varían de lote a lote y aún dentro del lote). No se puede avanzar mas allá ya que la imposibilidad de predecir el clima a largo plazo nos impide avanzar pronosticando la necesidad para el año en particular.



¹ "El maíz en la secuencia de cultivos y sus efectos sobre el suelo". G. Cordone. "Aportes de promotores biológicos del crecimiento en cultivos de maíz". M. Díaz Zorita. "Métodos de diagnóstico de requerimiento de nitrógeno en maíz". H. Echeverría.



Sí se trata de “manejar” propia y literalmente los nutrientes ofertados al cultivo a medida que éste crece y se desarrolla. Los problemas relativos a la variabilidad espacial vienen siendo estudiadas con las tecnologías de posicionamiento satelital y geo-referenciación desde hace tiempo, y los avances son impresionantes. Lo que se ve ahora de nuevo es táctico: se enfoca corregir los ajustes de N en una ventana mayor de intervención en el tiempo, que llega hasta R1. En efecto, la herramienta es un tándem mecánico – producto, aplicador autopropulsado de alto despeje (vulgarmente “mosquito”), y solución nitrogenada o UAN. Con la ayuda de los sensores de verdor, el tándem puede acercarse a cada punto del lote adonde se detecte potencial de respuesta y se corrige el desfasaje.



Idealmente el concepto funciona así. Se parte de una dosis de N de base o piso, aplicada, o bien antes de la siembra o en los primeros estadios de crecimiento. Esta dosis sería suficiente para un rinde razonable promedio en el lote. Hasta V-6 se aplicarían dosis uniformes en el lote y con herramientas tradicionales. A medida que se avanza en el desarrollo del cultivo, por ejemplo digamos,

V-8, éste demuestra mejor que le falta nitrógeno (hay una mejor correlación entre el verdor y los contenidos de N). Consecuentemente, como el suministro de N está fuertemente asociado al suelo del sitio, las áreas deficientes son más fácilmente identificadas, con mayor precisión y con mayor probabilidad de responder a aplicaciones de N.

Entonces la corrección es posible, sólo en estas áreas sin malgastar fertilizante en áreas que muestran suficiencia. Correcciones ulteriores al estadio de V-8 son posibles fáctica y económicamente. A mayor avance fenológico, las hojas son más sensibles en demostrar suficiencia o deficiencia. Un aplicador de alto despeje fertilizante líquido y largos caños de bajada complementan la técnica. Las dosis en cada caso se resuelven con algoritmos que dependen del rendimiento potencial.

Progreso de ideas

Un buen intento para mejorar el manejo de nutrientes, no sólo en maíz, fue presentado desde la óptica de los llamados promotores del crecimiento. Se trata de ver si los aportes desde la rizósfera mejoran la eficiencia de los fertilizantes, con la implícita promesa de lograr lo mismo con menos fertilizantes y el producto de que se trata. En la “bolsa” entran las bacterias solubilizadoras de fósforo, fijadores libres de N y otros benefactores.

Al principio con desconfianza, pero con el empuje de las empresas, se multiplican los ensayos de validación de estas tecnologías. Lamentablemente, sólo se publican los buenos resultados. Como toda esta investigación es financiada por empresas que lo comercializan, sería bueno contar con fondos públicos para llevar a cabo un estudio independiente y arribar a conclusiones más definitivas. No obstante es una muy buena idea contar con

sistemas microbiológicos o baterías de microbios que potencien y mejoren la eficiencia de los fertilizantes tradicionales, y que puedan agregarse a la semilla como un tratamiento similar a la inoculación de la soja. Son honestos los planteos que evitan confrontar las tecnologías de fertilización tradicional y uso de promotores de crecimiento. Nadie imagina hacer maíz sin urea, por ejemplo.

Antiguas ideas, antiguos problemas

En el congreso presentaron intentos de resolver problemas antiguos muy conocidos, como descifrar los valores de la caja negra que significa el balance de nitrógeno. Qué importancia práctica puede tener saber si tal sitio mineraliza tantos kg más o menos que lo estimado hace 30 años, considerando las variabilidades aludidas en el párrafo anterior. Que aplicar en banda es más eficiente que al voleo se sabe también hace mucho, lo mismo que cuando los niveles son altos da lo mismo aplicar al voleo que en bandas. Presentar los resultados de un grupo de muchos ensayos conducidos en varias campañas y sitios diversos implica una variabilidad muy grande tanto en los rindes máximos como las dosis de N asociadas a estos.

Hay algo de lo que dijo el Dr. Scharf sobre las viejas ideas que funcionan: adoptarlas. Por ejemplo manejar la urea apropiadamente. Se piensa que hay que repensar los problemas, más aún, verlos desde fuera de la óptica del investigador y desde los zapatos del productor. Es decir, preguntarle a los productores si el problema que se piensa como tal es verdadero o importante, y si merece estudiarse. O más aun, preguntarle cuáles son los problemas que tienen respecto a temas específicos. Una buena aproximación sobre “los problemas” surgió en el taller con el tema de las compactaciones; un conocido productor

dijo que no por hacer siembra directa se tiene el problema controlado, hay que hacer algo cuando se detecta compactación, como pasar alguna herramienta liviana.

El paradigma del agotamiento de los suelos debería ser revisado también. No se discute que hay suelos mal manejados que pierden productividad, pero los rindes promedio de los cultivos aumentan año a año, agregándose más kg de fertilizante para sostener esa producción resultado del mayor potencial de híbridos que se liberan cada año. Y eso en un contexto de proporción de soja: maíz que llega en muchos casos a 9 a 1 en diez años. ¿No será que se sobrestima el problema? Sabemos que los suelos son menos fértiles que en la década del 20, pero buenos lotes con un buen manejo dan 14 t de maíz y 4 t de soja por hectárea. ¿Cuál es el problema entonces? Investigar por qué los lotes mal manejados rinden menos o contribuir a la transferencia de tecnología.

Nuevos problemas que requieren nuevas ideas

El maíz tiene una importancia primaria en las cadenas de producción pecuaria tanto de carnes bovina, aviar, porcina, como lechería. Los avances en la genética de maíces de alto valor, como la utilización del maíz en sus distintas variantes, como silo de planta entera, pastoreo diferido, silo de grano húmedo, etc., no parecen llamar la atención de los estudiosos de la nutrición mineral. Son estudios más complejos sin duda, ya que intervienen especialistas de otras disciplinas y exigen una visión más general y abarcadora, que no termina con la cosecha del grano. Sería muy interesante contar con trabajos sobre la interacción de nutrición con el manejo que no sea cosecha de grano o utilización secundaria del maíz, por ej. silos.





No necesariamente el usuario de la información de investigación es el productor, también necesitan información otros "clientes" del sistema científico-tecnológico. Los balances de nutrientes a nivel de región o departamento no son iguales entre sí. No se puede seguir hablando de balances negativos en toda la región pampeana. Hay áreas con buen manejo, con menor presión de uso de la tierra y que aplican más fertilizantes que otras. Se precisa de esa información para dirigir mejor la transferencia de tecnología.

La red de investigadores que compone el sistema tecnológico tiene capacitación y experiencia suficiente para atacar problemas con las mejores herramientas científicas relativos a los problemas de la nutrición del maíz. Se debe privilegiar la visión estratégica de los problemas, el esfuerzo por la innovación y con la suficiente flexibilidad para afrontar los cambios de paradigma. En cinco años más probablemente debamos vernos con nuevos materiales genéticos, una área cultivada con maíz mucho mayor, o en zonas nuevas, más marginales y con suelos más pobres. Las respuestas a los problemas que se planteen deberán surgir de nuestras propias capacidades.

Resumen de la Conferencia del Dr. Peter Scharf

Las antiguas ideas o conceptos han sido conducidos por mucha gente durante años, algunas de las innovaciones son buenas y otras peores que las antiguas, pero las nuevas deberán evaluarse cuidadosamente para demostrar sus ventajas.

De las ideas antiguas se destacan:

a) Los beneficios de la rotación maíz-soja, con mayores rendimientos en ambos cultivos y menor riesgo productivo y de mercado.

b) Los análisis de suelos son buenas herramienta para el manejo de la fertilización.

c) La urea es la fuente más eficiente, pero debe manejarse cuidadosamente, recomendándose su incorporación por medio de la labranza o un riego con una lámina mayor a 10 mm, o por medio de la utilización de Agrotain®, un inhibidor de ureasa que mitiga las pérdidas por volatilización.

Entre las nuevas ideas se enfatiza el concepto de que las necesidades de Nitrógeno son variables: de lote en lote, de año en año y dentro de cada lote. Estas necesidades no están muy relacionadas al rendimiento y sí muy relacionadas al color de las hojas y al suministro de N del suelo, lo que implica a un determinado análisis de suelo. Posiblemente las recomendaciones que surgen de los análisis de suelos deban ser diferentes para los diferentes tipos de suelos.

Combinando estas nuevas ideas surgen las recomendaciones de manejo del N en maíz, por ejemplo: minimizar los riesgos de las pérdidas de N aplicándolo después de la siembra, manejándolo cuidadosamente y en dosis más altas adonde y cuando se necesiten, y viceversa, usar dosis menores donde no se precisen. Úse el color como diagnóstico de la dosis de N, pero sea cuidadoso en la traducción del índice de color a dosis de N. No tema a las aplicaciones tardías o demoradas de N. El ahorro de fertilizante nitrogenado derivado de estas prácticas contribuirá a producir un maíz más rentable.



Las promociones de Ray Grass

El Ray Grass anual es un conocido recurso forrajero otoño invernal, que en la producción de carne de la región pampeana tiene una importancia fundamental ya que genera una elevada producción de forraje. Por su hábito invernal produce un forraje de calidad cuando las praderas perennes disminuyen su crecimiento.

Por medio del manejo de tres elementos primarios: semilla, fertilización y eliminación de la competencia, la oferta forrajera aumenta significativamente, en particular en invierno del Ray Grass. Esta técnica se conoce como rejuvenecimiento del pastizal o promociones.



Si bien es de uso intensivo en las siembras de semilla común o mejorada como verdes invernales para utilización directa, distintas poblaciones de origen están presentes en la vegetación natural y sus semillas normalmente son parte del stand o "banco de semillas" característico de cada potrero. Por falta de condiciones óptimas de germinación y de competencia excesiva por otras especies, no desarrolla naturalmente, si bien la semilla puede estar presente hasta siete años sin germinar, cuando ésta tiene las condiciones apropiadas se desarrolla y produce un abundante biomasa de óptima utilización.

La base de la técnica

Las condiciones que favorecen el crecimiento y desarrollo del Ray Grass no son otras que la eliminación de la competencia de otras especies y disponibilidad nitrogenada aumentada por la fertilización. Las prácticas de manejo que favorecen estas condiciones han tomado el nombre genérico de promociones, y la base en general es la eliminación de las especies en competencia, normalmente por el uso de un herbicida total como el glifosato y en la fertilización, normalmente a base de nitrógeno. Si bien la aplicación de glifosato puede en parte



reemplazarse por un intenso pastoreo, desmalezado mecánico o sustituirse por un herbicida del tipo de los hormonales (2,4-D) o desecantes, el costo y disponibilidad del glifosato lo hacen prácticamente irremplazable cuando se encara este tipo de manejo para la mejora del pastizal.

ta práctica. Sin ese conocimiento, es posible, no obstante, realizar una siembra directa de semilla común, con la mejor resistencia a hongos y adaptación posibles, con una densidad estándar entre 10 y 12 kg/ha.

Diferencias



La fertilización nitrogenada es el otro elemento clave. Si bien la eliminación de la competencia determinará que los nitratos que se produzcan por la mineralización de la M.O. serán mucho mejor aprovechados por el Ray Grass, la gran aptitud de respuesta al Nitrógeno de esta especie, derivada de su alto requerimiento interno, determina que sin un aporte significativo de fertilizante, la producción sería marginal y tardía, ya que la mineralización a nitratos en invierno no es muy significativa y recién comienza a activarse en la primavera.

El tercer elemento es, como se intuye, la presencia de semillas de Ray Grass en el potrero, lo cual no es sencillo de verificar a simple vista. Sólo la percepción y el conocimiento que el productor tenga del potrero vislumbrarán la presencia de la especie y el potencial de respuesta en forraje a es-

El impacto que este tipo de práctica esta tomando entre los productores se basa principalmente en que su aplicación se adapta a los suelos de menor aptitud agrícola. Los planteos ganaderos tradicionales destinan en muchos casos, superficies variables para los verdes. En estos casos, pueden normalmente usarse tierras de moderada a buena aptitud y labranzas convencionales.

Por otra parte, en las áreas tradicionalmente agrícolas, los potreros de menor aptitud, bajos dulces, planos tendidos, con suelos de clases III a V, si bien en muchos casos se hace soja, admiten este tipo de manejo que aumenta sustancialmente la oferta de forraje y permite mantener animales con una producción de carne muy aceptable. Los suelos bajos son dominantes en la llamada pampa deprimida (o Depresión del Salado), y coincidentemente es donde mas popularidad ha tomado esta técnica.



Ensayos

Los tres elementos mencionados del manejo, (eliminación del tapiz, fertilización con N y resiembra de Ray Grass), han sido evaluados en dos ensayos conducidos en Pergamino por los Ings. Oscar Bertín y Adriana Andrés, sobre suelos de clase III en un bajo tendido con importante grado de hidromorfismo. La comunidad vegetal original era fundamentalmente gramón (*Cynodon* sp.) y pasto miel, con otras especies menores. Los valores de fósforo eran altos, por lo que simplificó la experiencia descartando un factor como limitante. Es importante destacar que no siempre es el caso, y primordial para hacer un buen diagnóstico. Bajos niveles de fósforo eventualmente disminuirán la respuesta al Nitrógeno y en consecuencia la producción de forraje.

En los ensayos se compararon tratamientos de manejo del pastizal natural, combinando tratamientos de 1) Aplicación de 4

l/ha de glifosato en abril; 2) Ídem más fertilización con 80 kg de N /ha como urea (46 % de N); 3) Ídem anterior más siembra directa de Ray Grass, sin labranza, y 4) Ídem anterior, pero con labranza (doble pasada de disco), todas variantes que se compararon con el campo natural (Testigo).

Resultados

Es posible inferir, luego de analizar los datos preliminares recolectados que el salto cuantitativo y cualitativo es considerable en la producción de pasto y explica las razones de la popularidad de esta técnica. Para los que no están familiarizados con los números, quizás las imágenes que acompañan el artículo, mostrando el antes y el después puedan ser mas convincentes. Los números más concluyentes, sin embargo, que ilustran la rentabilidad no acompañan el



artículo y podrían sin duda, hacerlo más completo; no es sencillo conducir un ensayo con evaluación de producción de carne en un espacio relativamente pequeño. No obstante, también es fácil de inferir que esta producción primaria, con un adecuado manejo del rodeo, es convertible en carne o leche y medible, por lo tanto, el beneficio económico deducidos los gastos.

Considerando una eficiencia normal de pastoreo y las tasas habituales de conversión de pasto a carne, el diferencial de forraje obtenido entre el campo natural y los mejores tratamientos sugieren un importante diferencial de potencial de producción de carne. Mientras que el costo de los insumos aplicados por hectárea es fácilmente estimable, por ejemplo los lt de glifosato y los kg de urea gastados mas sus costos de aplicación, también son estimables los beneficios obtenibles en kg de novillo producido; valores que son equivalentes y comparables.



Para tomar en cuenta

Existen algunas consideraciones al respecto que facilitarán las decisiones al momento de encarar el problema.

1) La decisión de invertir en la siembra de Ray Grass es condicionada al conocimiento del potrero, si no hay seguridad de que la especie se encuentre naturalmente, es conveniente sembrarlo.

2) Las dosis y fuentes de N a aplicar dependerán de consideraciones logísticas y comerciales antes que agronómicas. Es muy difícil a priori establecer una dosis óptima, ya que el potencial de crecimiento dependerá de muchos factores ambientales, que no se pueden predecir porque están supeditados al clima. Si bien la decisión de incluir fósforo en la siembra, es relativamente fácil a través de un diagnóstico basado en un análisis de suelo representativo, la dosis de P a aplicar dependerá no sólo del resultado del análisis de suelo sino de la productividad potencial. A diferencia de la respuesta al N, que es normalmente lineal en un amplio rango, la aplicación de P resulta en aumentos de rinde proporcionales a la respuesta al N, y en general, el máximo rinde se da con una dosis unívoca de P, a un nivel dado de N; aplicaciones más allá de esa dosis, no resultan en aumentos de productividad. El tipo de suelo, la práctica y las recomendaciones más específicas indicaran la dosis de P a recomendar; mientras que las dosis de N estarán más que nada vinculadas a las relaciones de precio entre la carne y la urea. Dosis de trabajo iguales a 20 kg de P y de 80 kg de N por hectárea son un buen comienzo, si no se tiene experiencia previa.

3) La dosis de glifosato, y el uso de eventuales aditivos a aplicar dependerá de la cobertura del tapiz, en cantidad y composición botánica.

4) Finalmente, el manejo del tapiz logrado es fundamental para definir un impacto económico positivo. Puede parecer obvio, pero producir pasto sin que nadie lo aproveche es tirar la plata. Producir un exceso de pasto que no se puede administrar, ya sea por manejo de la carga, los turnos, o por corte y enfardado, puede llevar una buena práctica de resultados económicos negativos.

La fertilización como herramienta para incrementar la producción de alfalfa¹

Hugo Vivas hvivas@rafaela.inta.gov.ar

¹Síntesis del trabajo homónimo publicado en el Anuario 2004 del INTA Rafaela http://www.inta.gov.ar/rafaela/info/documentos/anuario2004/index_agronomia.htm

La producción de leche y carne en la región central de Santa Fe tiene como sostén básico de alimento el pastoreo directo y el consumo de reservas de praderas de alfalfa. Aunque dichas pasturas bajo óptimas condiciones de manejo y en los mejores suelos son destacables, existen áreas donde las deficiencias de algunos macronutrientes limitan la producción de materia seca (MS). Si los sistemas productivos son cada vez más intensivos y los nutrientes no se reponen en proporción a la extracción, en lo sucesivo la alfalfa podría verse limitada no sólo en la producción y en la calidad de la MS, sino también en la persistencia.

En el centro de Santa Fe la producción de alfalfa no es uniforme y varía según la región. En el oeste es significativamente superior a su correspondiente del centro y el este. Podría aceptarse que todas comparten similares condiciones de radiación, temperatura y ligeras diferencias en los promedios anuales de precipitación, con aumentos hacia el este. Las razones que en gran parte explican la variabilidad productiva se relacionan con la dotación de nutrientes y la característica y aptitud de los suelos. Por ejemplo, en el oeste los contenidos de materia orgánica (MO) oscilan alrededor de 2,8 a 3,0 % mientras que en el este dichos valores son inferiores 2,2 a 2,5 %. El ejemplo más contrastante lo constituye el contenido de P extractable (P) que será analizado con posterioridad. La investigación de los aspectos nutricionales del suelo para la óptima producción de alfalfa surgió de la baja productividad y persistencia de pasturas observada en campos de productores.

En promedio, en el oeste de la provincia de Santa Fe la producción anual de MS puede oscilar entre 9 a 10 t/ha con una duración de 3 a 4 años, mientras que en el centro y el centro-este la producción de MS oscila entre 5 y 6 t/ha y la duración mayor es de 1 año y medio. La precipitación media anual es aproximadamente de 950 mm. Gran parte del recurso forrajero en esta región se destina a la producción de leche, que exporta una gran cantidad de P y N.

Nitrógeno

El N es el nutriente que más extrae la alfalfa y alrededor de la mitad de su requerimiento es fijado de la atmósfera por los Rizobios en simbiosis. En un estudio realizado en la región pampeana, el Dr. Roberto Racca y sus colaboradores determinaron un valor de 61 %, en condiciones sin limitantes para la fijación biológica (FBN), mientras que en ambientes con condiciones limitantes el N derivado de la FBN sólo fue de 43%, para un amplio rango de producción de MS. La diferencia de N lo aporta el suelo por la mineralización de la materia orgánica. El balance nutricional difiere según se trate de pastoreo directo o de corte, ya que en pastoreo directo se recicla buena parte del N y K por la orina y el bosteo.

En Santa Fe durante 1994, ante observaciones de pasturas sin nódulos se pensó que la planta podría reaccionar positivamente ante una fertilización con N. Para la situación se condujeron experiencias, con dosis crecientes de N incorporado previo a la siembra en





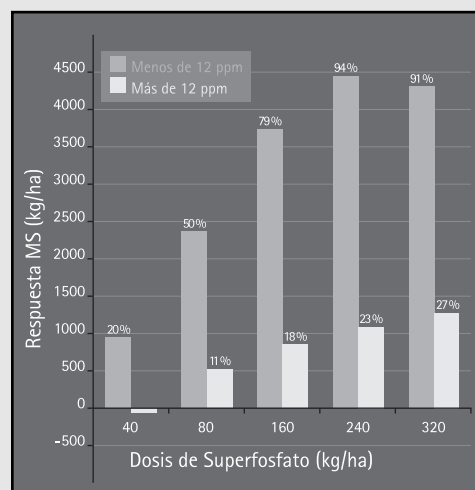
tres localidades Villa Trinidad, Rafaela y Esperanza. Se evaluó la producción de MS en varios cortes sin encontrarse diferencias significativas por el N aplicado en ningún sitio. La alfalfa fue totalmente indiferente ante el N del fertilizante agregado. Los resultados conciden con la información lograda por el Dr. Racca que señala que la FBN funciona perfectamente a través de nódulos activos y longevos a profundidades de hasta 1,10 m, lo que le daría bastante estabilidad al funcionamiento de la fijación biológica y proveería el N necesario a la pastura.

Fósforo

El nutriente que tiene mayor contraste en los suelos de Santa Fe es el fósforo (P) con amplias diferencias de disponibilidad entre el oeste muy bien provisto, inclusive en profundidad, y el centro y centro-este regular a deficiente. Y sin duda, explican gran parte de las diferencias de productividad y persistencia aludidas en el párrafo anterior. En un ensayo de 25 cultivares de alfalfa sobre dos suelos representativos y niveles de acidez similares, (kg/ha) Los 49,8 t/ha de MS acumulada en Rafaela (oeste) se pueden asociar con niveles de P de 44 ppm mientras que los 16,5 t/ha de MS logrados en Humboldt (centro) con niveles de 22 ppm P.

El nivel necesario de P extractable para la óptima producción de alfalfa debe superar los 25-30 ppm en los primeros 15 cm de suelo. Según Quintero y Boschetti, (2004) numerosos trabajos en nuestro país indican que por debajo de 12 ppm de P Bray I las posibilidades de respuesta a la fertilización son altas (Figura 1) pero con valores superiores la alfalfa continúa respondiendo pero a una tasa menor, y con buena relación entre la disponibilidad de P en el suelo y el rendimiento de alfalfa.

Figura 1. Respuesta media a la fertilización con superfosfato triple (SPT) en 9 ensayos con menos de 12 ppm y 3 ensayos con más de 12 ppm de P. Producción del primer año en la provincia de Entre Ríos, (Quintero y Boschetti, 2004).



En Santa Fe distintas experiencias conducidas desde 1995 el autor ha corroborado los datos de Entre Ríos logrados por Quintero y colaboradores. Más aún, varios de estos estudios incluyeron observaciones sobre la dinámica del P en el suelo con el tiempo y su relación con la producción de forraje.

Considerando que la alfalfa tiene 0,3% de P, la MS producida en tres años equivale a 750 kg/ha de Superfosfato triple en Rafaela y a 250 kg/ha en Esperanza. Es importante saber que una gran proporción de lo que se consume puede volver al suelo por el bosteo, de ahí las diferencias a considerar si fuera pastoreo directo o corte.

Por el momento en el oeste de Santa Fe, Santiago del Estero, o norte y centro de Córdoba con alta concentración de P en el suelo, es factible la producción de la pastura sin fertilización pero es diferente en el resto del país donde la aplicación de P es imprescindible.

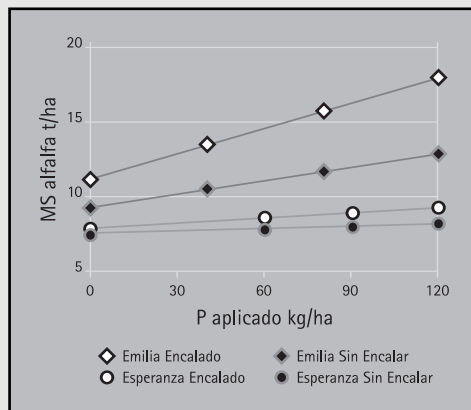


En los suelos de mediana y de baja provisión de P, el fertilizante debe aplicarse a la siembra como arrancador. Ello permite una rápida instalación de la pastura al favorecer su desarrollo radicular y de ese modo captar mejor el agua y los nutrientes. La aplicación debe ser de pequeñas cantidades de fertilizante junto con la semilla para evitar la toxicidad. Los productos más tóxicos son los que contienen nitrógeno puesto que al liberar el amoníaco queman las plántulas. Si en lugar del superfosfato triple se utilizara fosfato monoamónico o diamónico junto con la semilla debería limitarse las cantidades para evitar toxicidad y pérdida de plantas.

Fósforo y Calcio

Sin duda el P condiciona la producción de alfalfa, pero además el calcio interactúa con el P favoreciendo su absorción y la mayor producción de MS. La figura 2 ilustra cómo la respuesta al fósforo mejora directamente con el uso de una enmienda calcárea. En esta figura se sintetizan dos ensayos realizados sobre suelos con contenidos medios de P y de pH. El pH aumentó a 6,5 y las diferencias de P+Ca respecto de P fueron muy significativas debido a un aumento de los iones positivos tanto en la solución como en la superficie radicular que facilitaría la absorción de los fosfatos. Se. Entre ellos la concentración de Ca y Mg intercambiables, el nivel de molibdeno micronutriente necesario para la fijación biológica.

Figura 2. Producción de alfalfa con diferentes niveles de fósforo con y sin la aplicación de calcáreo; suelos con pH inicial 5,9. Ensayos en Esperanza, 1997/98, (Ocho cortes, 23 ppm de P) y Emilia, 1998 (13 cortes, 6 ppm de P).



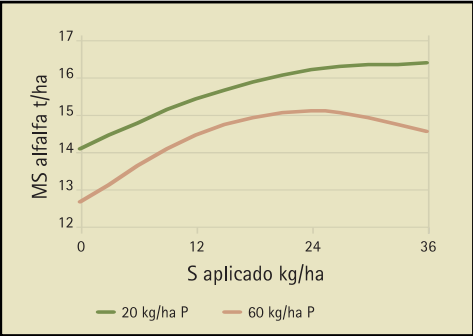
Fósforo y Azufre

La productividad de los suelos del centro-este de Santa Fe no está condicionado sólo por el P sino también por el azufre (S). Se presenta en suelos con bajos niveles de materia orgánica y muchos años de agricultura. Junto con el P, el S constituye un elemento de gran importancia en la formación de las proteínas de la pastura y su demanda guarda relación con los niveles de producción de MS. En suelos arenosos el S puede tener una dinámica similar al nitrógeno y migrar con facilidad hacia horizontes profundos, pero en suelos franco limosos y arcillosos en el horizonte B el azufre puede permanecer adsorbido en la fracción arcilla y tener efectos residuales en años posteriores.

Los síntomas de deficiencia de S son clorosis en la parte superior de la planta pudiéndose confundir con la falta de nitrógeno. También se caracteriza por el desarrollo restringido de la altura y la biomasa. La experiencia que puso de relieve el rol del S en función de dos niveles de fertilización con P fue evaluada en un ensayo en Esperanza en un suelo con 9,5 ppm de azufre de sulfatos (S-SO4). Se utilizaron dos niveles de P (20 y 60 kg/ha) como superfosfato triple (SFT) y niveles crecientes de S (sulfato de amonio) (Figura 3).



Figura 3. Efecto del azufre en la producción de Alfalfa para dos niveles de Fertilización Fosfatada. 8 Cortes. Esperanza. 2000-01.



La respuesta al S fue muy importante y aditiva para los dos niveles de P; de la misma forma, a mayor nivel de P también fue mayor la respuesta al S, variando la dosis asociada al máxima producción de 24 a 33 kg/ha de S para los niveles de 20 y 60 kg/ha de P respectivamente, equivalen a 136 kg y 188 kg de yeso. En el centro de Santa Fe la fertilización con P y S es prioritaria para la producción de alfalfa.

Otra experiencia similar, de interacción positiva entre P y S en alfalfa, se informó para el Centro de Buenos Aires, en 9 de Julio (Carta et al., 2001) cuyos resultados luego de 5 cortes se muestran en el Tabla 1. El suelo superficial tenía 4 ppm de P extractable, y 14 ppm de S disponible y pH 6. El fertilizante aplicado fue como superfosfato triple y sulfato de potasio y magnesio.

Fuentes Azufradas

Detectada la relevancia de la fertilización con P y S, surgió la necesidad de conocer mejor las fuentes y las dosis de S para distintas condiciones de aplicación. Para el caso se condujeron en Esperanza dos experiencias: a) con aplicación superficial de los fertilizantes y b) con aplicación inicial incorporada a la siembra (Figura 4).

Tabla 1. Respuesta al fósforo y al azufre en el área de 9 de julio (Buenos Aires).

P Producción Incrementos S + (25 kg de P)			Producción Incrementos		
Kg/ha	t/ha	kg/ha	t/ha	kg/ha	t/ha
0	7,3	-	0	11,2	-
25	11,2	3,9	5	12,3	1,0
50	12,9	5,7	10	14,0	2,7
75	13,8	6,5	20	14,5	3,3
100	13,2	5,9	30	15,6	4,4

La alternativa de la fertilización en superficie se realizó en una pastura de 1 año que no recibió nada a la siembra. Todos los tratamientos tuvieron una aplicación de 40 kg/ha de P y 1 t/ha calcita aperdigonada (37% de Ca). En una segunda etapa todos los tratamientos fueron re-fertilizados con 20 kg/ha de P y las mismas dosis de S. En el segundo ensayo se distribuyó e incorporó el fertilizante a la siembra, con el mismo manejo que el anterior incluyendo una re-fertilización superficial (en el décimo corte).

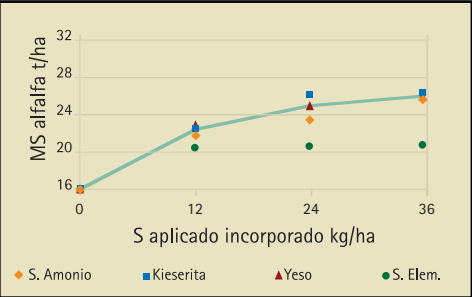
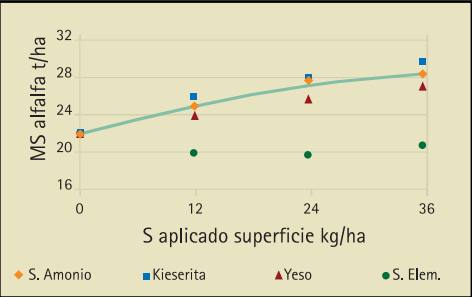


Figura 4. Respuesta de fuentes y dosis de S en alfalfa aplicadas en superficie (A) e incorporada (B). Los niveles de S indicados en el



gráfico son los iniciales. Promedio de con y sin refertilización.

Excepto el azufre elemental todas las fuentes se manifestaron de inmediato en el crecimiento de la pastura demostrando la factibilidad de la fertilización en superficie y al voleo y de aumentar la producción de MS por sobre la fertilización con fósforo. Hubo diferencias entre fuentes teniendo similar comportamiento el sulfato de amonio el yeso y la kieserita y menor respuesta el azufre elemental.

El segundo aspecto importante fue el destacado comportamiento de la refertilización con los dos tipos de manejo. En promedio, la refertilización aumentó en 1,8 y 4.6 t/ha respecto del tratamiento sin él en el ensayo de aplicación superficial e incorporado respectivamente

Beneficios productivos y económicos de la fertilización

Para ilustrar el efecto agronómico y su resultado económico se tomaron los bases de una experiencia realizada en Esperanza sobre un suelo con 12 ppm de P, y 9,5 ppm de S-SO4, y 7 meq/100 de Ca de intercambio. Se fertilizó con una base de 1,7 t de calcáreo, y dosis crecientes de P y S. Luego de 24 cortes, los resultados mostraron diferencias por el P pero mayormente al S. Aunque se observó un gran impacto inicial de la dosis más alta de P (100 versus P40), las diferencias fueron escasas a las dosis mayores de S. Por esta razón, el análisis económico se realizó considerando 40 kg/ha de P y dosis variables de S

Se consideraron tres etapas: 1- Resultados productivos y análisis marginal de los rendimientos de forraje para cada tratamiento. 2- Cálculo del costo unitario de la materia seca. Para ello se estimó el gasto de implantación y mantenimiento de la pastura, constante en todos los casos, y el de fertilización correspondiente a cada trata-

miento. La duración de la pradera fue de 3 años. 3- Estimación del ingreso libre de praderas (\$/ha) asumiendo que la superficie es ocupada únicamente por vacas en ordeño.

Tabla 2. Estimación del margen económico asociado a la fertilización de una pradera de alfalfa con fósforo, calcio y azufre.

Tratamientos MS aprovechable Producción de leche Ingresos Costo Margen pradera					
Kg S/ha	t/ha	(Hl /ha)	\$ *	1000/ha	
Testigo	19.4	23.3	10.0	1.02	9.0
12	23.4	28.1	12.1	1.05	11.0
24	26.5	31.8	13.7	1.08	12.6
36	28.8	34.5	14.9	1.10	13.8
48	30.2	36.3	15.6	1.13	14.4

Tasa de conversión: 1,2 litro leche/ kg MS pastura aprovechable de alfalfa.
Eficiencia de cosecha: 70%; Precio leche: 0,43 \$/litro; Costo producción alfalfa: Implantación: 335\$/ha, Conservación: 286,10 \$. Fertilización \$/ha: 396 y 2,4 \$/kg de S Fuente: Márgenes Agropecuarios Marzo 2005.

En términos generales la incorporación de S junto con fertilización fosfatada y encalado, permitió mejorar la eficiencia del uso de la tierra debido a una mayor disponibilidad de forraje por unidad de superficie. El comportamiento registrado en los tratamientos se correspondió con la ley de los rendimientos decrecientes, donde la tasa adicional de MS lograda aumentó hasta la incorporación de 12 kg/ha de S; decreciendo luego con el agregado de unidades adicionales de S. La columna producción de leche es la resultante de la transformación de la MS aprovechable de alfalfa por su tasa de conversión a leche. El máximo le corresponde al tratamiento con la máxima dosis de S. De la diferencia entre los ingresos generados por la venta de leche y el costo de producción de la alfalfa surge la columna "ingreso libre de praderas". Sobre la base de una fertilización con P y Ca, los niveles de S produjeron aumentos sobre el testigo de hasta un 56% demostrando la necesidad de la fertilización conjunta de nutrientes para obtener los mayores beneficios en la producción de alfalfa.

Verdeos de invierno: agua y nutrientes

Alberto Quiroga aquiroga@anguil.inta.gov.ar

Una buena parte de los sistemas ganaderos de cría y recría de la región semiárida pampeana se localizan en Haplustoles, suelos de horizonte superior oscuro y sin B textural, con precipitaciones que oscilan entre 450 y 700 mm. Históricamente estos suelos sufrieron una importante pérdida de materia orgánica que condiciona la productividad y la eficiencia del uso del agua. Para revertir el proceso, la adopción de SD barbecho químicos, control de malezas y sobre todo fertilización nitrogenada, tendrían un efecto positivo sobre la captación, almacenaje y eficiencia del uso de agua, posibilitando así la recuperación de parte del carbono perdido

El requerimiento promedio 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. Con adecuada nutrición esta eficiencia puede superar los 15 kg/ha.mm.

En la región semiárida pampeana y para un período de 120 días (30 de marzo a 30 de julio), existe una probabilidad menor al 10 % de que las precipitaciones cubran el total de los requerimientos del cultivo (240 mm). Asumiendo que a la siembra exista en el suelo una disponibilidad de agua de 100 mm (dependerá del manejo previo) las precipitaciones deberían alcanzar 140 mm para cubrir las necesidades de agua de un verdeo de buena producción. La probabilidad de ocurrencia de precipitaciones de esta magnitud es de aproximadamente un 50 %, 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. Al respecto, resulta particularmente importante la influencia del cultivo antecesor. Así la ubicación de los verdeos en la secuencia de cultivos es uno de los aspectos más significativos por los efectos que distintos antecesores (trigo, girasol, pastura, y en los últimos años, soja) poseen sobre propiedades edáficas que condicionan su productividad (contenido de agua y nitratos), limitando en muchos casos a otras prácticas de manejo como longitud de barbecho, niveles de cobertura, respuesta a la fertilización.

Pasturas

Los lotes de praderas que tienen un barbecho de 60-90 días presentan normalmente valores altos de nitratos (mayor 60 ppm), situación que no se comprueba con barbechos menores a 30 días. En estos casos, a pesar que los lotes pueden contar con niveles altos de materia orgánica (mayor fertilidad potencial) y si la recarga de agua es importante puede ser conveniente realizar fertilización de "arranque" con N o con N-P. Principalmente en aquellos lotes con menos de 20 ppm de nitratos.

Trigo

Al posibilitar barbechos más largos estos lotes cuentan con buena disponibilidad de agua y contenidos medios a altos de nitratos que frecuentemente dan lugar a verdeos de muy buena producción. Se ha comprobado importante respuesta a P, tanto en la región de la

requerimientos de

planicie con tosca como en suelos de las planicies arenosas del Este de La Pampa y Oeste de Buenos Aires.

Girasol

En general los suelos provenientes de Girasol presentan bajos niveles de nitratos, y cuando la disponibilidad de agua lo permite (mayor a 80 mm) es necesario recurrir a la fertilización nitrogenada para alcanzar producciones medias a buenas. Con baja disponibilidad de agua y nitratos la producción se resiente y la respuesta a la fertilización nitrogenada no es importante.

Soja

En los últimos años, debido al avance de la agricultura, y sobre todo del cultivo de soja, se están realizando siembras muy tardías de verdeos que dan lugar a aprovechamientos tardíos (julio-agosto). Las siembras aéreas realizadas en marzo/abril sobre el cultivo de soja podrían incrementar la producción de estos verdeos.

Objetivos de la fertilización

Esta práctica trata de optimizar la oferta forrajera a partir de las siguientes premisas:

- 1- Aumento de la productividad.
- 2- Estabilización de la producción.
- 3- Reducción significativa del costo de la materia seca producida.
- 4- Mayor eficiencia en el uso del agua.

A partir de una red de ensayos, utilizando dosis de 40 kg de N, se estudió el efecto de aplicaciones a la siembra (40+0), después del primer corte (0+40) y fraccionada (20+20). Los resultados mostraron una mayor eficiencia de uso del N en aplicaciones tempranas (entre siembra y dos hojas), esta mayor respuesta a N, durante este período, se relacionó con una mayor disponibilidad de agua. Sin embargo, en Haplustoles con bajo contenido de P (5.5 ppm) se observó sólo

una importante respuesta a la fertilización cuando N y P fueron aplicados conjuntamente.

La Figura 1 muestra los rendimientos relativos de MS de centeno (cultivar Quehue) para los tratamientos testigo y fertilizado con N, P, y NP. El N se aplicó en forma líquida antes de la siembra, utilizando Sol UAN (32% de N). Se aplicaron 100 litros/ha, lo cual equivale a 132 kg/ha de fertilizante (densidad 1,32 gr/cm³) y una dosis de 42 kg N/ha. El P se aplicó a la siembra (10 kg P/ha).

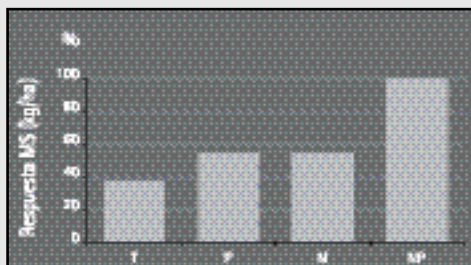


Figura 1: Rendimiento relativo de materia seca de centeno fertilizado y sin fertilizar, en Bernasconi. T: testigo, P: fósforo, N: nitrógeno, NP: nitrógeno y fósforo (100%).

Durante 2003 se realizó un ensayo similar (con N y P) en la localidad de 30 de Agosto, sobre un Hapludol con bajo contenido de P. En la Figura 2 se observa la producción de MS de ryegrass Magnum, con respuestas a la fertilización que superaron los 3000 kg/ha de MS.

Durante 2005, a solicitud de productores, se evaluó la respuesta de verdeos a distintas fuentes, dosis y formas de aplicación de fertilizantes nitrogenados, solos y combinados con S. A manera de ejemplo, la Figura 3 muestra los resultados del primer corte en uno de los ensayos establecidos en Anguil, comprobándose importante respuesta al agregado de N y S. Se presenta la respuesta promedio en virtud de no registrarse diferencias entre distintas fuentes nitrogenadas.

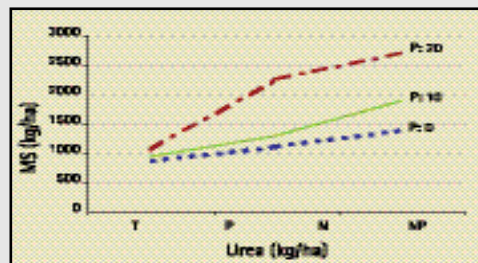


Figura 2: Respuesta a la aplicación de N y P sobre la producción de materia seca de ryegrass.

En el marco del proyecto INTA – Asociación Civil Fertilizar, se realizaron ensayos tendientes a evaluar los requerimientos de N, P y S por tn de materia seca producida. La Tabla 1 muestra los resultados en ryegrass. En esta experiencia la fertilización incrementó la eficiencia de uso del agua desde 3,5 a 9,3 kg/ha.mm.

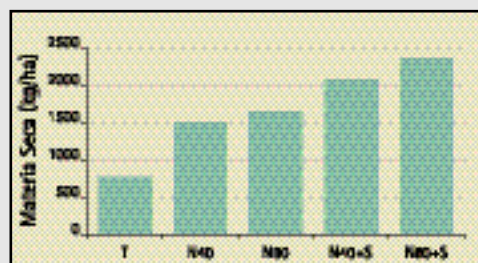


Figura 3: Efecto de la fertilización con N y S sobre la producción de materia seca de triticale (primer corte).

Tabla 1: Contenidos de N, P y S en ryegrass.

Tratamientos	Requerimiento de nutrientes (kg) por tn MS			Nutrientes extraídos en el 1er corte (kg/ha)		
	N	P	S	N	P	S
T	23	2,1	1,6	13,8	1,7	0,8
P	27,1	2,7	1,8	21,3	2,8	1,4
MS	25,4	2,2	1,8	26,8	3,4	2
NPS	28,3	2,3	2,4	35,4	4,1	3
Promedio	26	2,3	1,8			

La importancia de estos resultados, desde el punto de vista del manejo de la nutrición, es relativa en la medida que no consideremos el factor

cultivar. Nuestros resultados preliminares muestran que tanto la cantidad como el momento en que son requeridos algunos nutrientes varían entre cultivares. Por ejemplo, en la Figura 4 se muestra que el centeno Quehue acumuló MS a una tasa de 26 kg/ha día durante los primeros 80 días registrándose una disminución en el contenido de N-NO⁻³ del suelo de 66 kg/ha. Por su parte en avena Don Victor y centeno Lisandro la tasa de acumulación de MS fue de 15 kg/ha día y la disminución del contenido de N-NO⁻³ de 40 kg/ha. Estas diferencias en los requerimientos de agua y nutrientes, entre cultivares, prácticamente no han sido abordados ni considerados en la región semiárida y subhúmeda pampeana al momento de definir la estrategia de producción.

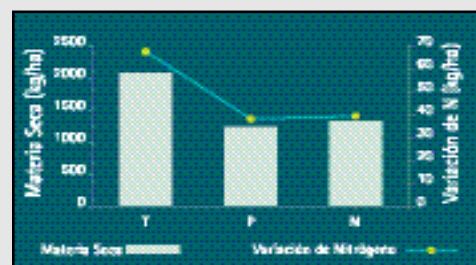
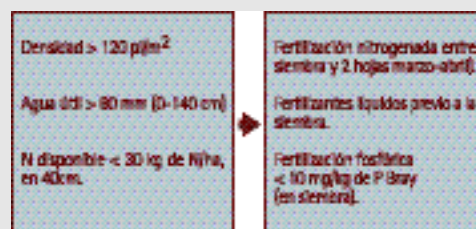


Figura 4: Materia seca del primer corte y variación en el contenido de N-NO⁻³ del suelo. Centenos Quehue (Q), Lisandro (L) y avena Don Victor (V).

No obstante las limitaciones planteadas, la suma de experiencias conducidas permite elaborar una secuencia- diagnóstico en base a las condiciones que han favorecido la respuesta de los verdes a la fertilización con N y P.

Condición favorable a la fertilización



Nuevos productos de fertilizantes¹

Introducción

En los últimos 40 años, la industria de fertilizantes ha realizado importantes avances en la mejora tecnológica de los fertilizantes, con la finalidad de mejorar su eficiencia de uso, es decir, proveer niveles óptimos de nutrientes que satisfagan las necesidades de las plantas de cultivo.

Los esfuerzos tecnológico industriales, para aumentar la eficiencia agronómica de los fertilizantes, se han centrado principalmente en el nitrógeno (N) por tres razones principales: Es el factor de manejo más importante en los rendimientos a escala global, el de menor eficiencia relativa (entre el 30 y el 50 %) y por la necesidad de sostener el rendimiento sin poner en riesgo la calidad del ambiente.

Desde que se aplica un fertilizante nitrogenado al suelo hasta que los nutrientes sean absorbidos por el cultivo pueden darse varios eventos de naturaleza biológica y fisicoquímica que afectarán su eficiencia. Cualquier fuente mineral de nitrógeno (N) aplicada al suelo será muy probablemente oxidada a nitrato, forma como el cultivo absorberá en su mayor parte el N aplicado, independientemente de la fuente aportada. Los nutrientes aplicados están expuestos a interacciones químicas complejas y a una competencia entre la flora de microorganismos del suelo y las raíces de la planta. Los procesos biológicos como la desnitrificación y la inmovilización reducirán la disponibilidad de los nutrientes para el cultivo. Así co-

mo también los procesos químicos y físicos como la fijación o lixiviación y volatilización. Un "fertilizante ideal" protege los nutrientes contra estos procesos químicos y biológicos y los mantiene disponibles para el cultivo.

El "fertilizante ideal" tiene las siguientes características: 1) Puede aplicarse de una única vez para todo el ciclo de cultivo, proporcionando la cantidad necesaria de nutrientes para un óptimo crecimiento. 2) Tiene la máxima recuperación porcentual del nutriente aplicado, lo que maximiza la rentabilidad por su uso, y 3) Tiene un mínimo impacto de daño ambiental, ya sea sobre el suelo, el agua y la atmósfera (Trenkel, 19972).

Esta definición del fertilizante ideal nos obliga al empleo de una única aplicación. Sin embargo, los procesos que reducen la disponibilidad de los nutrientes para el cultivo son más importantes cuanto mayor sea la duración entre la aplicación del fertilizante y la absorción del nutriente por el cultivo. Es necesario por lo tanto alguna tecnología para aumentar la eficiencia de uso del fertilizante y por lo tanto sostener la estrategia de la única aplicación.

Este concepto, utilizado para desarrollar el fertilizante más conveniente y que al mismo tiempo proporcione la máxima eficiencia da forma a una gran cantidad de proyectos de investigación en curso. La figura 1 da una idea esquemática del patrón nutricional del comportamiento de un fertilizante ideal.

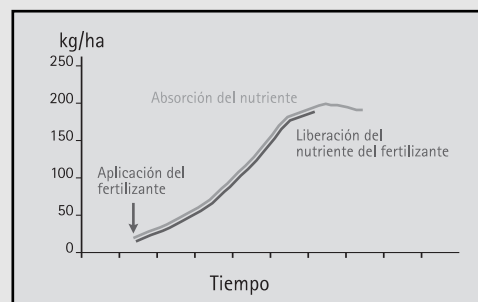


¹ Resumen de los principales conceptos e información presentada en el Taller Internacional de Fertilizantes de Eficiencia Mejorada. IFA, International Fertilizer Industry Association. Frankfurt, Alemania. 28-30 Junio 2005. con comentarios y análisis del Dr. Ricardo Melgar.

² Improving Fertilizer Use Efficiency. Controlled-Release and Stabilized Fertilizers in Agriculture. Martin Frenkel, IFA, 1997.

Una búsqueda de patentes con las palabras claves "fertilizantes de acción retardada o de liberación controlada", o "inhibidores de ureasa y de nitrificación", reveló 1404 patentes industriales entre 1963 y 1999. La mayoría de éstas incluyen los fertilizantes revestidos y productos de liberación lenta con urea-formaldehído y otros productos derivados de la urea. Las tecnologías para los nuevos productos mejorados fertilizantes se enfocan en cuatro grupos; a) Fertilizantes recubiertos con polímeros, b) Fertilizantes de liberación lenta, c) Inhibidores de la nitrificación y d) Inhibidores de la ureasa.

Figura 1. El "fertilizante ideal": la liberación de nutrientes está sincronizada con la demanda de nutrientes por el cultivo.



De los 430 millones de t de fertilizantes consumidos en el mundo en 1999, los de liberación lenta y controlada apenas fueron 595 mil t (0,15%). Los principales mercados son EEUU (437 mil t), Europa occidental (97 mil t) y Japón (61 mil t) y usados en mercados no agrícolas. Es decir, hogares y jardines (25%), céspedes (35%) y viveros profesionales (32%) son los principales segmentos de mercado. Sólo el 8% se usa en agricultura tradicional. La razón principal de la participación tan baja de mercado de los fertilizantes especiales es su precio. Los fertilizantes mejorados, de liberación lenta o productos revestidos con polímeros son entre 4 y 12 veces más ca-

ros que los productos solubles comunes. Por esta razón, sólo los cultivos de alto valor admiten su uso sin un impacto importante en el costo de producción. Es importante notar, sin embargo, que las tecnologías se abaratan con el tiempo, y estos supuestos pueden no ser relevantes para algunos cultivos en pocos años.

Los fertilizantes mejorados

Para cumplir con la premisa de entregar los nutrientes a medida que el cultivo los necesita, estos fertilizantes demoran la disponibilidad de entrega de los nutrientes por medio de algún mecanismo. La definición de la AAFCO, (Association of American Plant Food Control Officials) para "Fertilizantes de liberación lenta o controlada": Es un fertilizante que contiene nutrientes vegetales en alguna forma tal que su disponibilidad para la absorción y uso por las plantas se demora luego de su aplicación, o que su disponibilidad para las plantas se extiende por un tiempo suficiente en comparación a los "nutrientes de rápida disponibilidad", de otros fertilizantes tales como nitrato de amonio o urea. Tal demora en su disponibilidad inicial, extendida en el tiempo o disponibilidad continua puede ocurrir por una variedad de mecanismos. Estos incluyen la solubilidad controlada del material en agua (por una cobertura semipermeable, oclusión, o por la inherente insolubilidad en agua de polímeros, sustancias orgánicas nitrogenadas, materiales proteicos u otras formas químicas), la lenta hidrólisis de compuestos solubles de bajo peso molecular u otros mecanismos desconocidos. (AAPFCO, Official Publication #58, 2005).

Más en detalles, AAPFCO clasifica los nutrientes vegetales lentamente solubles como:

Insolubles en agua: naturales orgánicos, productos de urea-formaldehído IBDU (Isobutilen di urea), materiales urea formas, oxamidas, etc.

Recubiertas con azufre: En este caso el revestimiento de los gránulos de urea se realiza con azufre elemental.

Ocluidos: Fertilizantes mezclados con ceras, resinas, u otros materiales inertes.

Hidrosolubles lentamente disponibles: MDU, DMTU, DCD, solución urea-triazona, etc.

Entre los más modernos denominados de liberación controlada, a diferencia de los llamados de liberación lenta, se encuentran los recubiertos con polímeros. El primer patentado (1967) fue el Osmocote®; siguiéndole varios más desde fines de los 80: Nutricote®, Meister®, Prokote®, Escote® (1985), y de los 90 en adelante: PolyOn®, Multicote®, VCote®, TR2®, ESN®, Duration®. Éstos muestran menor dependencia de los factores ambientales (humedad, población microbiana, etc.) pero también son más caros.



tivos agrícolas de campo, son de dos clases:

1) Los inhibidores de la desnitrificación, que permiten mitigar las pérdidas por lixiviación y desnitrificación de los nitratos, y 2) Los inhibidores de ureasa, que mitigan las pérdidas por volatilización gaseosa como amoníaco al demorar la hidrólisis de la urea. El objetivo de los inhibidores de nitrificación es mantener el nitrógeno en forma amoniacal, durante más largo tiempo para controlar la lixiviación del nitrato y de tal modo aumentar la eficiencia del nitrógeno del fertilizante aplicado. Previendo, además, las pérdidas por desnitrificación.

Los inhibidores de ureasa retrasan la velocidad de conversión de la urea a amonio. Si la tasa de conversión es lenta, se reduce la



Los aditivos a los fertilizantes o fertilizantes estabilizados

Estos productos, mucho más económicos y utilizados con cierta extensión entre los cul-

volatilización del amoníaco. Los fertilizantes con inhibidores de la nitrificación o de ureasa se refieren como fertilizantes estabilizados. En contraste con los fertilizantes de liberación controlada, estos "aditivos" de



los fertilizantes se utilizan casi exclusivamente en cultivos agrícolas tradicionales. Aún cuando su uso es mucho más rentable y económico para los productores comparados a los fertilizantes de liberación controlada, su uso ha sido hasta ahora limitado a cultivos de raíces someras poco profundas y bajo condiciones climáticas especiales que favoreces las pérdidas por lixiviación del N del fertilizante.

Entre los inhibidores de la nitrificación existen varios compuestos que se detallan en la Tabla 1.

Tabla 1. Algunos inhibidores de nitrificación patentados.

Nombre Químico %	Nombre Común.	Desarrollo de	Inhibición al día 14
2-cloro-6-(triclorometil) piridina	Nitrapirina	Dow Chemical	82
4-Amino-1,2,4-6-triazol-HCl	ATC	Ishihada Industries	78
2,4-Diamino-6-triclorometiltiazina	CL-1580	American Cyanamid	65
Diciandiamida	DCD	Showa Denko	53
Tiourea	TU	Nitto Ryuso	41
1-Mercapto-1,2,4-triazol	MT	Nippon	32
2-Amino-4-cloro-6-metilpirimidina	AM	Mitsui Toatsu	31

La sustancia denominada N- (n-butil) triamida tiofosfórica (n-BTPT) es el único inhibidor de ureasa disponible comercialmente, bajo la marca de Agrotain®; es un solvente verde claro que contiene entre 20 y 25 % de n-BTPT, y puede usarse para: Impregnar los gránulos de urea, agregarse al licor de urea durante su manufactura, o agregarse a las soluciones de UAN antes de la aplicación en el campo. Las dosis recomendadas varían entre 0,11 y 0.14 % /V/V). Este producto ya se ha ensayado con éxito en Argentina en trigo, maíz, arroz y pasturas.

Los máximos beneficios de los inhibidores de ureasa se dan cuando: 1) El potencial de

rinde de los cultivos es alto; 2) Los niveles de N del suelo son bajos; 3) La incorporación de la urea es difícil y 4) Condiciones ambientales de suelo promuevan una extensiva volatilización.

El incremento de precio de tales productos, normalmente entre un 10 y un 15 %, se compensa por ventajas adicionales y se comparan con el costo de las alternativas. Este incremento de precio resulta mucho menos costoso para la mayoría de los cultivos agrícolas que los fertilizantes de mayor eficiencia. No obstante, estos inhibidores de procesos biológicos del ciclo del N, no han sido más adoptados por varios factores. Entre ellos se mencionan, la adopción del manejo

de aplicaciones divididas, fertilizantes relativamente baratos, respuestas inconsistentes y escasa preocupación ambiental. Varias de estas consideraciones están en retroceso. En particular los altos precios de la energía que arrastran los costos de los fertilizantes. Estos incrementos, junto con una constante y progresiva preocupación ambiental, de la mano de regulaciones más severas, han revalorizado el interés por mejorar la eficiencia de uso del N. Sobre todo los esfuerzos educacionales y la presión social resultan en mayor adopción de prácticas de buen manejo como contribución a la protección del ambiente. El desarrollo y la introducción en el mercado de un producto nuevo, efec-



tivo, de bajo precio y no tóxico es un proceso largo que requiere años de recolección de datos para su registro.

Perspectivas de los nuevos productos fertilizantes

El uso de los productos de mayor eficiencia progresará más allá de los nichos actuales de mercado sólo si proporcionan soluciones más económicas y de menor impacto ambiental que las alternativas actuales. En principio es posible aplicar dos conceptos básicos para mejorar la eficiencia de uso de los fertilizantes. Uno es utilizar fertilizantes diferentes, como los productos mejorados. El otro concepto es utilizar los fertilizantes solubles estándares de una mejor manera. Estas opciones pueden describirse entonces como fertilizantes mejorados y como fertilización mejorada. La Tabla 2 compara una estrategia con foco primario en los productos, con una estrategia con foco primario en el manejo de los fertilizantes.

Tabla 2. Estrategias principales para mejorar la eficiencia de uso de los nutrientes.



ahorros de costos de trabajo y energía. Este objetivo describe la finalidad de los fertilizantes mejorados: Reducir las pérdidas de nutrientes que ocurren durante el largo periodo entre la aplicación y su absorción, y reducir cualquier problema de toxicidad causada por una alta dosis implícita en una única aplicación. Para reducir al mínimo las pérdidas de nutrientes y los riesgos de la toxicidad asociado a los fertilizantes solubles, la "estrategia de ma-

Fertilizantes de eficiencia mejorada	Fertilización de eficiencia mejorada
(Estrategia de Producto) <i>Enfoque primario en las características del producto</i> • Fertilizales recubiertos • Fertilizantes de liberación lenta • Inhibidores de nitrificación • Inhibidores de ureasa	(Estrategia de Manejo) <i>Características del producto</i> • Fertilizantes solubles de acción rápida
<i>Características del Manejo</i> • Menor numero de aplicaciones • La expectativa de rinde determina la dosis N	<i>Enfoque primario en el manejo de los nutrientes</i> • Aplicación dividida de N • Dosis de N basada en el análisis de planta • Dosis variable de N (tiempo Et espacio, agricultura de precisión)

La "estrategia del producto" es reducir el número de aplicaciones, resultando en el "manejo" implica utilizar aplicaciones divididas donde sea posible.

³ Sainz Rozas, H.R., Echeverría, H.E., Studdert, G.A., and Andrade, F.H. 1999. No-till corn nitrogen uptake and yield effect of urease inhibitor and application time, *Agronomy Journal* 91:950-955.

Tabla 3. Ventajas y desventajas de ambas estrategias.

Fertilizantes de eficiencia mejorada	Fertilización de eficiencia mejorada
(Estrategia de Producto)	(Estrategia de Manejo)
<i>Ventajas</i>	<i>Ventajas</i>
• Conveniencia para el productor • Ahorro de costos en aplicación • Menor costo del fertilizante	• Posibilidad de ajustar la dosis de fertilizante durante el ciclo • Manejo del cultivo
<i>Desventajas</i>	<i>Desventajas</i>
• Mayor costo del fertilizante • Incierta expectativa de rinde = Dosis de N puede ser incorrecta	• Adquisición de datos para aplicación dividida • Mayor costo por la aplicación dividida

Para reducir el número de aplicaciones de fertilizantes a una sola, el productor necesita decidir la dosis correcta del fertilizante a la siembra. Esto es un desafío importante ya que la demanda de N cambia de año en año, y más aún de lote en lote y dentro de cada lote. La principal causa es la variabilidad espacial y temporal de la oferta de N del suelo.

En principio la demanda del N del fertilizante depende de la demanda de N del cultivo menos la disponibilidad de N del suelo. Ambos son dependientes de las condiciones climáticas durante la estación de crecimiento. La demanda de N del cultivo puede estimarse por la expectativa de rinde, pero las variaciones climáticas como la temperatura y las precipitaciones, sin embargo, pueden causar desvíos significativos del crecimiento del cultivo respecto del esperado. De la misma manera, estas variaciones afectan la mineralización del N de la materia orgánica de suelo.

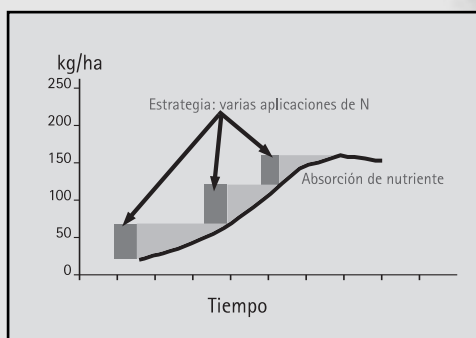
El aporte real de N del suelo en un período determinado del crecimiento puede ser absolutamente distinto del promedio. Por consiguiente, rendimientos similares pueden obtenerse en sitios diferentes con distintas do-

sis de N. Incluso en un sitio determinado la necesidad de N cambia de año en año. Por lo tanto no una tarea fácil determinar la dosis requerida de fertilizante nitrogenado por anticipado al momento de la siembra. Cualquier estrategia que pretenda basarse en una única aplicación tiene que asumir y manejar ese riesgo. Una sobredosis de N debido a una sobrestimación del rinde previsto reducirá la eficiencia de uso del N, inclusive si se han empleado productos de liberación lenta o controlada. La alternativa es la aplicación dividida de las dosis previstas de fertilizante nitrogenado (Figura 3). Así se reduce la duración entre la aplicación y la absorción del nutriente por el cultivo y retrasa la decisión sobre la dosis total de fertilizante a las últimas etapas del crecimiento. Puede considerarse como un manejo controlado de los fertilizantes ya que el productor maneja la liberación de los nutrientes según la demanda del cultivo.

Los productos y las nuevas tecnologías de los fertilizantes que se discuten no son nuevos. Se han desarrollado durante las décadas pasadas y están comercialmente disponibles desde muchos años. Se asume así que la cuota de mercado en los varios segmentos de los fertilizantes de mayor eficiencia disponibles reflejan el equilibrio económico entre el cos-

to y los beneficios en los segmentos de mercado relacionados.

Figura 3. Concepto de la fertilización con mejor eficiencia: La aplicación del fertilizante se realiza en varios momentos.



Dividir las aplicaciones de N en varias veces permite al productor reaccionar ante específicas condiciones climáticas durante el periodo vegetativo y ajustar de esa manera la dosis de N. Así, el objetivo de aplicar la dosis correcta de nutrientes es mucho más fácil de alcanzar con aplicaciones divididas que con una única fertilización. Muchos experimentos de campo han probado este concepto.

Conclusiones

Los productos fertilizantes de mejor eficiencia proporcionan una solución económica para algunos segmentos o nichos de mercado, caracterizados por cultivos de alto valor. Para muchos otros cultivos, el uso de aplicaciones divididas de fertilizantes solubles estándares es una alternativa viable para aumentar la eficiencia de uso de nutrientes. El costo de las aplicaciones divididas fijará el marco para el precio adicional que el productor puede estar dispuesto a pagar por fertilizantes de mayor eficiencia.

Los fertilizantes de mayor eficiencia no son nuevos, existen en el mercado desde hace dé-

cadas y su uso ha venido creciendo. La alícuota del mercado total, sin embargo, sigue siendo muy baja, debido al hecho de que son mucho más caros que los fertilizantes convencionales. Solamente los segmentos de cultivos de alto valor pueden cubrir el costo adicional para ese tipo de productos..

Las perspectivas de los productos de mayor eficiencia dependen del costo futuro de los productos y de las alternativas para aumentar la eficiencia de uso de nutrientes. Una alternativa importante para mejorar la eficiencia de uso de los fertilizantes es la aplicación dividida o parcelada de los fertilizantes tradicionales. En muchos cultivos las dos estrategias dan lugar a eficiencias de uso muy similares. La estrategia de una única aplicación de fertilizantes se sigue con el desafío de decidir la dosis correcta desde el principio a la siembra. El uso de aplicaciones divididas proporciona la posibilidad de ajustar la oferta de nutrientes durante el ciclo de crecimiento. En agricultura mecanizada moderna, el costo de un mayor número de aplicaciones de fertilizantes es relativamente bajo, lo que hace de éste, un concepto muy competitivo.



Investigaciones recientes en alfalfa

Dr. W. Raun (Oklahoma State Univ.); S. Phillips. W. Thomason (Virginia Polytechnic Institute); J. Dennis (NRCS); y D. Cossey (Servitech Labs).

Aplicaciones tardías de N pueden aumentar los rindes de alfalfa¹.

El N aplicado a fines de la temporada de crecimiento puede aumentar la producción de forraje, recuperándose este N aplicado en el último o anteúltimo corte.

La eficiencia de utilización de nutrientes (NUE) ha sido investigada en distintos sistemas de producción de alfalfa para muchos de los macro y de los micronutrientes esenciales. Sin embargo, excepto las investigaciones relativas a la necesidad de nitrógeno para el establecimiento del stand, no existen estudios que hayan examinado las aplicaciones de N durante el ciclo de crecimiento a continuación de cada corte en praderas establecidas.

Otros estudios han demostrado in extenso que aplicaciones de fertilizantes nitrogenados a las leguminosas no son beneficiosas en general. El N aplicado tiende a hacer que las bacterias fijadoras de N cesen o limiten sus funciones provocando que se sustituya antes que se suplemente al N que normalmente se fija de la atmósfera. Otros trabajos concluyen que la simbiosis con los rizobios no es capaz de reducir y fijar suficiente N para el crecimiento óptimo de la alfalfa durante el establecimiento del stand, ya que la fertilización con N aumenta tanto la producción como el porcentaje de N en los primeros dos ciclos o cortes de cre-

cimiento, pero no hay ventajas adicionales en fases posteriores. Otra extensa revisión concluyó que la aplicación de fertilizantes nitrogenados a la siembra sólo aumenta los rendimientos cuando los suelos son bajos en N o en materia orgánica.

Aplicaciones de 90 kg de N/ha después del primer corte en la primavera han aumentado los rindes de alfalfa. En ese trabajo también se encontró que la mayor recuperación del N del fertilizante se dio en los dos primeros cortes cuando se usó riego suplementario en un ambiente árido. La aplicación de N a la siembra incrementó los rindes del primero pero no del segundo corte, aunque también aumentó el enmalezamiento.

Aplicaciones únicas de hasta 200 kg de N /ha no aumentaron los contenidos de N-NO₃ del perfil del suelo bajo alfalfa; por lo tanto, puede considerarse de valor en una rotación para reducir el N-NO₃ en el perfil que podría acumularse bajo maíz continuo. Los estudios han demostrado que especies forrajeras de raíces profundas como alfalfa pueden quitar N-NO₃ y agua de una profundidad de hasta aproximadamente 2,4 m. Puede ocurrir que se lixivien cantidades considerables de nitratos, especialmente si sigue un barbecho desnudo luego de arar y enterrar el rastrojo, cuando aumenta la mineralización de N con el almacenamiento creciente de humedad del suelo en sistemas de barbecho.

¹ Publicado en Fluid Journal Vol. 14, No.2 # 52, 2006.

² Precios en dólares estadounidenses.



El razonamiento de este trabajo es que las condiciones favorables para el crecimiento de la alfalfa que siguen inmediatamente a un corte, pueden resultar en un mayor potencial de crecimiento y demanda de N por las plantas, que excedería la capacidad de fijación de N del *rhizobium melilotii*.

Los objetivos de este experimento fueron 1) Evaluar durante cinco años el efecto de aplicar bajas dosis de N (10 a 40 kg de N/ha), a continuación de cada corte, en la producción de materia seca de alfalfa y del N retirado en el forraje, y 2) caracterizar la acumulación de N inorgánico en el perfil del suelo, luego de aplicaciones de de N a largo plazo en un sistema de pradera perenne.

Ensayos de campo

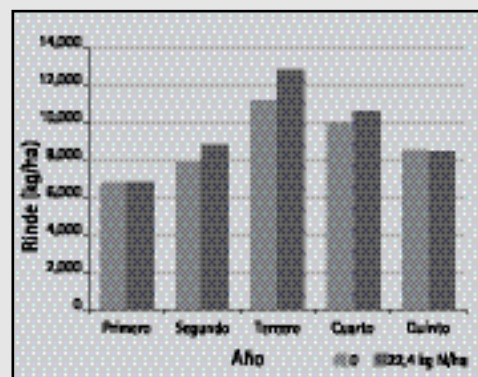
Se observó una respuesta cuadrática significativa al N aplicado en el primer año de estudio. A lo largo de los cinco años incluidos en este estudio, el aumento promedio de producción fue de 2.019 kg/ha, observado cuando se compara el tratamiento de 22,4 kg de N/ha con el testigo sin N aplicado (Figura 1). En general, la dosis de 44,8 kg/ha de N por corte tendió a dar una producción y N removido algo menor que cuando se compara con las dosis de 11 y 22 kg de N/ha por corte.

La producción total de biomasa y de N retirado del sistema fue mayor durante el tercero que en los otros cuatro años. Precipitaciones



oportunas pero no excesivas y falta de temperaturas excesivamente altas a partir de julio a agosto (enero y febrero en este hemisferio) contribuyeron probablemente a la mayor producción y la respuesta significativa al N.

Figura 1. Promedio de rendimiento de dos tratamientos del rendimiento anual de alfalfa en los cinco años del experimento.



En el año final del estudio, se encontró una significativa depresión en la producción de alfalfa como respuesta al N aplicado. Aunque el suelo pH disminuyó perceptiblemente desde el primero hasta el quinto año del ensayo, y a su vez, el pH disminuyó con el aumento de las dosis de N aplicado, el pH permaneció por encima de 6.0, valor que se considera conveniente para la producción de alfalfa. Los análisis de P y K disponibles del suelo declinaron durante el período de cinco años, pero no fueron afectados por los tratamientos de N, y permanecieron alrededor del 85 y 100 por ciento encima del valor de suficiencia hasta el final del experimento, respectivamente.

Las diferencias en N total retirado del sistema por año fueron en general pequeñas. Las diferencias entre tratamiento para los porcentajes de proteína de alfalfa fueron muy similares a los resultados del N total retirado. Cuando se evaluó a través del período de cinco años, como les interesaría a los productores de alfalfa,

no fue evidente ninguna diferencia significativa entre tratamientos ya sea en producción o extracción de N. La eficiencia global de utilización de nutriente fue menor del 18,6 %. La aplicación de cal dolomítica no produjo respuestas significativas de producción o en la extracción de N. De manera similar, el pH inicial del suelo era relativamente alto (7.2) en este sitio, aunque no se encontró respuesta significativa en el análisis por año o a través de años.

Consideraciones prácticas

Aumentos significativos de producción como resultado de aplicaciones de N inmediatamente después de cada corte fueron detectados en sólo tres de 24 fechas de cosecha. Para estas tres fechas de corte, los aumentos de producción (porcentaje de aumento sobre el testigo) variaron entre el 17 y el 26 %. Estos aumentos ocurrieron en el último o en el anteúltimo corte.

Durante los períodos de crecimiento que abarcaron las tres fechas donde se observaron los aumentos significativos en el rendimiento, las precipitaciones recibidas desde el corte anterior variaron entre 56 y 91 mm y en general se distribuyeron uniformemente a lo largo del período de crecimiento de 30 a 40 días. Para algunos períodos hubo precipitaciones mucho más altas que lo normal (mayor de 200 mm) durante períodos de tiempo relativamente cortos. Aunque se registraron aumentos de rinde en cortes superiores a 400 kg/ha en varias oportunidades, la variabilidad de los tratamientos era alta, reduciéndose así el número de respuestas significativas.

Usando un precio de \$² 100/T para la alfalfa, y precios actuales de N equivalentes a \$ 1 por kg de N y aumento de alrededor de 0.4 t/ha, dosis bajas de N (22 kg/ha) aplicados antes del

último corte podrían producir un retorno positivo a la inversión (\$18 del valor del heno por \$9 de N aplicado). Sin embargo, la aplicación de N de sólo 10 kg/ha después de cada corte a lo largo de los 5 años del estudio dio lugar a pérdidas netas, inclusive con precios de N 40 % inferior a los actuales (\$ 0,62 /kg de N).

Excepto durante el primer año del estudio, el N en el forraje tendió a declinar a partir del segundo al quinto año. Los estudios han atribuido esto a la estacional disminución en la capacidad de fijación de N_2 de las plantas de alfalfa. Los tres aumentos significativos de producción como resultado de la aplicación de N ocurrieron en el último o en el anteúltimo corte.

Conclusiones

Para este estudio de cinco años, el balance entre el total del fertilizante nitrogenado aplicado y el extraído en el forraje fueron similares en parcelas con y sin N agregado, y no se observó ningún aumento en la acumulación del N inorgánico en el perfil del suelo. El sistema suelo-planta podría al parecer compensar el exceso de N. Si la acumulación creciente en el subsuelo de N inorgánico fuera un indicador de riesgo creciente para los nitratos que se lixivian, el N aplicado en este experimento sin riego de alfalfa no puede considerarse que aumenta el riesgo de lixiviación.

Debido a que no se observó ningún aumento en la acumulación de N inorgánico en el perfil del suelo en este estudio, probablemente la fijación biológica de N era más baja en las parcelas que recibían N adicional, en particular porque el total exportado de N era similar en las parcelas fertilizadas y no fertilizadas.

Fueron observados aumentos en el N total en los primeros quince cm superficiales del suelo con la dosis de 44,8 kg/ha; sin embargo no se

observaron diferencias en el N total a profundidades mayores a 15 cm. La disminución de la fijación biológica de N como resultado de agregar N, es otro mecanismo de regulación del sistema de producción de alfalfa, y ayuda a explicar porqué no se encontró acumulación de N inorgánico en el perfil del suelo.

Este trabajo sugiere que pueden aplicarse dosis bajas de N a praderas de alfalfa a continuación de cada corte sin que haya aumento del riesgo de acumulación de $N-NO_3$. En este trabajo, la mayor producción debido al N aplicado fue encontrada en el último o en el anteúltimo corte.

Especulamos que las ventajas potenciales de aplicar dosis bajas en alfalfa ocurrirán en los últimos cortes y en sistemas áridos bajo riego con alto potencial de rendimiento, donde sea posible el fertirriego y el buen manejo del agua.



² Precios en dólares estadounidenses.

Novedades&Eventos

Convenio INTA- Fertilizar



Fertilizar Asoc. Civil presentó el convenio con el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), para fomentar el relevamiento en diferentes temas vinculados con la investigación en fertilización. Ensayos de larga duración, azufre en maíz, nitrógeno en maíz, nitrógeno y azufre en cebada cervecera, fósforo en girasol y fitotoxicidad-colocación del fertilizante en soja, entre otros.

Del mismo participarán 27 investigadores de diferentes regiones del país que trabajarán en más de 40 ensayos.

"A través de este convenio, en Fertilizar buscamos continuar con nuestra labor en conjunto con el INTA, pero con una visión más amplia y renovada acerca de la promoción y difusión de la información técnico-científica en fertilización de cultivos". Este convenio se basa en los orígenes mismos de la entidad, ya que Fertilizar es la continuidad del proyecto Fertilizar-INTA conformado hace más de 9 años. El grupo se unió en 1994 para promover el consumo de fertilizantes tanto en cultivos extensivos como intensivos en el país.



De Izquierda a derecha: Jorge Bassi (Comité técnico Fertilizar), Enzo Cástino (Gte. Ejecutivo Fertilizar); Carlos Cheppi (Presidente INTA); Hernán Echeverría y Vicente Gudelj (Coordinadores responsables Convenio Fertilizar - INTA).

Desde aquel entonces hasta hoy Fertilizar ha trabajado en la difusión de conocimientos y de la información generada por los técnicos sobre las necesidades de fertilización en cultivos y pasturas.

En el 2004, Fertilizar trabajó con más de 15 investigadores pertenecientes al sector privado y al INTA y hoy desarrolla más de 40 ensayos generados con la institución.



Lo que a su campo le falta para que a usted le sobre



- Realización de simposios
- Publicación de Ensayos
- Información técnica actualizada
- Datos estadísticos
- Intercambios técnicos con Universidades e Instituciones



FERTILIZAR

ASOCIACION CIVIL

Rivadavia 1367 7ºB Ciudad de Buenos Aires
Tel: (011) 4382-2413

www.fertilizar.com.ar

info@fertilizar.com.ar





FERTILIZAR

ASOCIACION CIVIL

LO QUE A SU CAMPO LE FALTA, PARA QUE A USTED LE SOBRE.

Creemos en el **futuro**,
por eso tenemos un compromiso.

Fertilizar

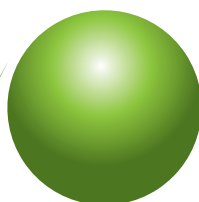
Nació como un proyecto llevado a cabo por el INTA. Con el paso del tiempo y el desarrollo, Fertilizar se transformó en una asociación civil sin fines de lucro formada por diferentes actores de la industria agropecuaria: empresas, instituciones, asociaciones de productores y universidades, entre otros.



FERTILIZAR



FERTILIZAR
ASOCIACION CIVIL



Nuestra misión

Promover en todo el país el uso racional de fertilizantes a través de la difusión de información técnico-científica adaptada a la realidad de nuestro país, que explique las ventajas agronómicas y económicas del balance de nutrientes sobre la productividad y el papel fundamental de la fertilización en la protección del suelo para lograr una agricultura sustentable.

