

# SUSTENTABILIDAD DE LAS ROTACIONES CULTIVO - PASTURA EN EL CONO SUR



## SIMPOSIO

Organiza: **INIA** INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACION AGROPECUARIA  
INIA - La Estanzuela

Patrocinan: I.F.D.C. - CIMMYT - I.I.C.A. - PROCISUR

ST 1127 - 29 de Mayo 1991 - Montevideo - Uruguay

## DINAMICA DEL NITROGENO EN SISTEMAS DE ROTACION CULTIVOS-PASTURAS

Walter E. Baethgen \*

### RESUMEN

La aceleración y la escala con que se han aplicado las nuevas tecnologías en el siglo actual, han derivado en serios problemas para el medio ambiente y los recursos de los que depende la agricultura. Las cantidades de nitrógeno (N) que se pierden de los suelos destinados a la agricultura y a la forestación, continúan aumentando. Estas pérdidas son consecuencia de la deforestación y quemado, de la continua remoción de N con cosechas de cultivos cuyos rendimientos aumentan año tras año, y de los procesos de volatilización, denitrificación, erosión y lavado del N del suelo.

Para intentar compensar estas pérdidas, en la agricultura moderna se complementa el N del suelo con fertilizantes inorgánicos u orgánicos, y con rotaciones de cultivos con leguminosas. Sin embargo, en muchos sistemas productivos, estos mecanismos son insuficientes para mantener el contenido y la capacidad de suministro del N del suelo. Esta situación ha resultado en sistemas de producción caracterizados por una creciente dependencia de los fertilizantes químicos. En este aspecto, y a pesar de los esfuerzos de la investigación mundial, los cultivos continúan presentando eficiencias de uso de fertilizantes nitrogenados que generalmente varían entre 30 y 50%.

Un tercer aspecto relacionado con el N en la agricultura es el relacionado con la contaminación ambiental. Existen numerosas evidencias de problemas ambientales actuales y potenciales relacionados con la dinámica del N en la agricultura.

Las pérdidas crecientes de N como recurso ecológico, la baja eficiencia de uso de un insumo caro como lo es el fertilizante nitrogenado, y los problemas actuales y potenciales de contaminación ambiental, son todos factores que atentan contra la sustentabilidad de los sistemas de producción. Una de las estrategias más promisorias para revertir estos procesos, la constituyen las rotaciones cultivo-pastura. Cualquier estrategia tendiente a mejorar la economía del N en sistemas de producción y a hacerlos más sostenibles, debería maximizar la eficiencia de uso del N aportado y minimizar las pérdidas.

Con este marco de referencia, en el presente artículo se analizan las fuentes de N más importantes para cultivos y pasturas en rotaciones de la región (mineralización de N orgánico, aporte de N por leguminosas, deposiciones animales y fertilizantes químicos). Se analizan también algunos de los procesos de pérdida del N más importantes en estos sistemas (lixiviación, denitrificación, volatilización y remoción de N por los cultivos cosechados). En ambos casos, se intenta por un lado resumir los conocimientos actuales, y por otro resaltar las necesidades de investigación existentes en la región en relación a los mismos.

\* Ph.D., M.Sc., Ing. Agr., Agro-Economic Division, International Fertilizer Development Center (IFDC), Alabama, EEUU.

## EVOLUCION DEL NITROGENO TOTAL EN DISTINTOS SISTEMAS AGRICOLAS

Roberto Díaz Roselló \*

### RESUMEN

El empleo de pasturas plurianuales con leguminosas en rotación con cultivos de grano ha tenido en las dos últimas décadas una adopción masiva por los productores de la región agrícola del suroeste de Uruguay. Quizás el componente más importante que explica el éxito de esa tecnología tenga origen en el nitrógeno que incorporan esas pasturas y su efecto en la productividad de todo el sistema.

En este trabajo se estudia el rol de diversos tipos de pasturas en rotación con agricultura de granos sobre los efectos de corto y largo plazo en el contenido de nitrógeno total (NT) de la capa arable de un suelo franco-arcillo-limoso. La base experimental es un ensayo de largo plazo, iniciado en 1963, que permite estudiar a lo largo de 28 años el efecto de siete sistemas de rotación que contrastan en el empleo de pasturas de diverso tipo y duración sobre la dinámica del N total.

La agricultura anual continua causa pérdidas de NT aproximadas a 50 kg/ha/año, mientras que aquellas rotaciones con 50% del tiempo bajo pastura plurianual con leguminosas y 50% bajo cultivos, logran un balance final con escasas pérdidas. Bajo el ciclo de pastura pueden incorporarse hasta 700 kg de N/ha/año. Sorprendentemente las rotaciones con pasturas de carácter anual o bianual como el Trébol Rojo (Trifolium pratense) mantuvieron el más elevado balance de nitrógeno debido a su alta productividad, y su siembra conservacionistas asociada a cultivos de invierno.

El nitrógeno incorporado por ambos tipos de leguminosas tuvo muy baja estabilidad una vez que se ingresó en la fase de cultivos anuales de la rotación, lo que revela labilidad en esos compuestos orgánicos y hace presumir baja eficiencia de utilización de ese nitrógeno residual por los cultivos, en función de sus moderados niveles de productividad y los volúmenes de nitrógeno mineralizados que desaparecen del NT.

En la rotación de cultivos de grano con gramíneas forrajeras anuales, la pérdida de nitrógeno fue idéntica a aquella que ocurrió en la rotación continua de cultivos de grano. Se desvirtúa así totalmente el posible beneficio de esos cultivos anuales como "abono verde" en este tipo de ecosistemas.

\* M.Sc., Ing. Agr., Proyecto Suelos, Estación Experimental Alberto Boerger, INIA - La Estanzuela, Uruguay.

AVANÇOS E PERSPECTIVAS NA PESQUISA SOBRE  
FIXAÇÃO BIOLÓGICA DE NITROGÊNIO EM PLANTAS NÃO LEGUMINOSAS

Johanna Döbereiner \*

RESUMO

Um dos fatores mais importantes para a sustentabilidade de sistemas agrícolas é o fornecimento de nitrogênio através da fixação biológica de  $N_2$  pela rotação de culturas com leguminosas de grão e forrageiras. Pesquisas recentes indicam possibilidades altamente promissoras de complementar as leguminosas com gramíneas forrageiras produtivas, e.g. certos genótipos de Brachiaria spp., Panicum maximum e Pennisetum purpureum que são capazes de cobrir grande parte das suas necessidades de N pela fixação biológica de  $N_2$  em associação com bactérias. Para as áreas onde há condições do cultivo da cana-de-açúcar, a introdução desde cultura na rotação de culturas poderá representar uma novidade altamente atrativa. Foram recentemente isoladas várias bactérias novas que formam associações endófitas com esta cultura e experimentos de balanço e de diluição isotópica de  $^{15}N$  mostraram que mais que 100 kg N/ha ano podem ser obtidas em associação com alguns genótipos de cana-de-açúcar e mais que 200 kg N/ha com uma variedade de Saccharum spontaneum usada nas Filipinas como forrageira.

\* Ph.D., CNP Biologia do Solo, EMBRAPA - Seropédica - RJ Brasil.

## EL FOSFORO EN EL SISTEMA SUELO-PLANTA

Alejandro Morón \*

### RESUMEN

A partir del comienzo de la agricultura el equilibrio ecológico natural es alterado. Esto determina importantes modificaciones en el ciclo del fósforo (P) en el suelo.

La eficiencia de los fertilizantes fosfatados solubles presenta una disminución con el tiempo. Los factores involucrados en esta reducción son la remoción en productos agrícolas, la lixiviación y erosión, la inmovilización en compuestos orgánicos estables y las reacciones entre el suelo y el fertilizante fosfatado.

Cuando se cultiva un suelo virgen el P orgánico es la fracción que presenta la disminución más importante. La fertilización no evita la disminución del P orgánico, produciendo generalmente un aumento del P inorgánico. El aumento de la fracción inorgánica es consecuencia del incremento del P ocluido y del P no-ocluido.

La implantación de pasturas mejoradas de gramíneas y leguminosas de alta productividad tanto en suelos previamente cultivados, como en suelos con vegetación nativa, usualmente determina un aumento en el nivel de equilibrio de la materia orgánica. El P agregado en el fertilizante es sometido a una competencia entre la vía inorgánica y la vía orgánica. Parte de la acumulación de P orgánico es realizada en la fracción orgánica lábil. La evaluación clásica del P disponible mediante métodos de extracción presenta limitaciones. La consideración de las formas orgánicas mineralizables y el P presente en la biomasa microbiana es sugerida.

\* Ph.D., Ing. Agr., Proyecto Suelos, Estación Experimental Alberto Boerger, INIA - La Estanzuela, Uruguay.

## DINAMICA DEL FOSFORO EN TRES SISTEMAS AGRICOLAS EN EL SUROESTE DE URUGUAY

Alejandro Morón \*

### RESUMEN

En el presente trabajo se procuró obtener una caracterización amplia y a largo plazo (1964-87) de la evolución del fósforo (P) del suelo en tres sistemas agrícolas de producción. Los sistemas fueron seleccionados de un experimento de rotaciones instalado en 1963 en la Estación Experimental Alberto Boerger (INIA- Uruguay). El suelo dominante en el área de estudio es un Molisol. Los sistemas seleccionados fueron: Sistema 1 - rotación de cultivos continuos sin fertilización; Sistema 2 - rotación de cultivos continuos con fertilización; y Sistema 5 - rotación de cultivos con pasturas de gramíneas y leguminosas, con fertilización.

El balance de P total del suelo reveló que la erosión fue la principal vía de salida en los tres sistemas. En el Sistema 1 el balance fue claramente negativo, en el Sistema 2 fue próximo al equilibrio y en el Sistema 5 fue positivo.

En el Sistema 1 el P orgánico fue la fracción que presentó mayor disminución. Los resultados del Sistema 2 revelan que la aplicación del fertilizante P no detuvo esa disminución, mientras que en el Sistema 5 la inclusión de pasturas permitió mantener el contenido de P orgánico.

La cantidad de fosfato de aluminio en el suelo bajo rotación de cultivos continuos sin fertilización disminuyó 60% en el período 1964-87. El P disponible (Bray I y resinas) también sufrió una acentuada reducción durante dicho período. La aplicación de fertilizante P aumentó la concentración de P inorgánico, presentándose un 48% del mismo en la fracción ocluida en la rotación sin pasturas y un 61% cuando se incluían pasturas.

Los valores de P disponible (Bray I) en el Sistema 2 fueron siempre superiores a 12  $\mu\text{g P/g}$ , mientras que en el Sistema 5 los valores fueron menores que los anteriores en la mayoría de los años. La fracción fosfato de aluminio presentó la mejor correlación con el P disponible (Bray I y resinas).

Para mantener una concentración de 0,1  $\mu\text{g P/ml}$  en la solución del suelo, el Sistema 1 requirió 48% más fósforo en la fase sólida que los otros dos sistemas.

\* Ph.D., Ing. Agr., Proyecto Suelos, Estación Experimental Alberto Boerger, INIA - La Estanzuela, Uruguay.

## DINAMICA DE FOSFORO EN LOS SUELOS CON ESPECIAL REFERENCIA A LA DISPONIBILIDAD EN ROTACIONES DE CULTIVOS Y PASTURAS

José Pedro Zamalvide \*

### RESUMEN

En el presente trabajo se abordan los siguientes aspectos:

- Se enumeraron varias causas que llevan a que en los últimos años se han debido reanalizar los criterios de fertilización fosfatada.
- Se exponen y comentan datos de P total, orgánico, fracciones de P inorgánico y P en solución, de suelos del Uruguay.
- Se discute el concepto de P lábil, su importancia en el aporte de P a las plantas y sus limitantes conceptuales.
- Se esquematiza el proceso cinético del pasaje del P desde su disolución desde la fase salida hasta la absorción por la raíz, sus factores limitantes e implicancias agronómicas.
- Se enumeran algunos factores que afectan los cambios en el contenido de P lábil, tradicionalmente no considerado en nuestro país, como ser: variaciones en retención y retrogradación del P entre suelos, mineralización e inmovilización del P orgánico y cambios en el potencial de óxido reducción.
- Se plantean algunos elementos para definir una estrategia de fertilización fosfatada de rotaciones como: respuesta diferencial de los cultivos, aprovechamiento de la residualidad, etc..
- Se discute cuáles serían los intervalos de tiempo y los momentos adecuados para realizar los análisis de suelo en rotaciones.
- Se analiza el efecto de los cambios de disponibilidad de fósforo provocado por mineralización e inmovilización de materia orgánica, sobre las necesidades de fertilización.
- Se exponen los problemas que plantea el uso del análisis de suelo de P "asimilable" en suelos arenosos y basálticos.

\* Ing. Agr., Prof., Facultad de Agronomía, Universidad de la República, Uruguay.

DINAMICA DO CARBONO ORGANICO EM SOLOS VINCULADOS A  
PASTAGENS DA AMAZONIA BRASILEIRA <sup>1</sup>

C.C. Cerri \*; J.F.L. de Moraes \*\* e B. Volkoff \*\*\*

RESUMO

A amazônia, a utilização do solo com pastagem constitui-se na principal atividade agrícola da atualidade. Nesta pesquisa fez-se considerações sobre a dinâmica do carbono orgânico do solo quando a vegetação natural (Floresta Tropicã Amazônica) e substituída por pastagens. Para se determinar a dinâmica do carbono do solo em função do tempo de implantação das pastagens, utilizouse como referência o conteúdo em carbono do solo sob mata natural. Os resultados apresentados referem-se aos vinte centímetros superficiais de solo. Selecionou-se três áreas da Amazônia onde ocorrem solos com valores distintos de teor de argila: Oxisois de Manaus (77% de argila); Alfisois e Ultisois de Rondônia (24 e 13% de argila respectivamente). O estoque inicial em carbono dos solos sob floresta é diferente:  $90 \times 10^6$  g de C para os Oxisois;  $48 \times 10^6$  g de C para os Alfisois e  $29 \times 10^6$  g de C para os Ultisois. Após o desmatamento e uso agrícola com pastagens, o conteúdo em carbono tem dinâmicas diferentes de acordo com o tipo de solo e tempo de cultivo. Nos oxisois, os quatro primeiros anos com pastagem acarretam um decréscimo de 10% em relação ao teor original, porém em seguida há uma recuperação sendo que após sete anos o conteúdo ultrapassa o do sistema original. Os Alfisois seguem a mesma tendência dos Oxisois, porém o conteúdo mínimo é atingido após onze anos de cultivo, e o restabelecimento ocorre após vinte anos. Nos Ultisois, o estoque de carbono tem evolução distinta. Ele mantém-se sempre superior ao da mata original, mesmo nos primeiros anos de cultivo. Apresentou-se no final a utilidade das técnicas isotópicas que empregam carbono-13 na quantificação das perdas de carbono nativo da floresta e das entradas originárias das pastagens.

<sup>1</sup> Trabalho subvencionado pela CEE Convenção 988.  
\* Pesquisador do CENA - Piracicaba SP/Brasil.  
\*\* Aluno de Pós Graduação do CENA.  
\*\*\* Pesquisador da ORSTOM, Bondy, França.



## EVOLUCION DEL CARBONO ORGANICO EN DISTINTOS SISTEMAS DE ROTACIONES

Roberto Díaz Roselló \*

### RESUMEN

En este trabajo se estudia el rol de diversos tipos de pasturas en rotación con agricultura de granos, sobre los efectos de corto y largo plazo en el contenido de Materia Orgánica (MO) de la capa arable (20 cm) de un suelo franco-arcillo-limoso. La base experimental es un ensayo de largo plazo, iniciado en 1963, que permite estudiar a lo largo de 28 años el efecto de siete sistemas de rotación que contrastan en el empleo de pasturas de distinto tipo y duración.

Los sistemas con agricultura anual continua provocaron pérdidas promediales de 800 kg/ha/año de MO, y en el período de 28 años analizado, el contenido total de MO se redujo 25%. Por el contrario, aquellos sistemas de rotación que incluyeron entre 33% y 50% del tiempo de uso del suelo bajo pasturas con leguminosas perdieron en promedio 8 veces menos MO (100 kg/ha/año).

Un ciclo de cuatro años de pasturas puede incrementar el contenido de MO orgánica 0,5%, lo que equivaldría a incorporar 12,5 tt de MO en la capa arable del suelo. Asimismo esa MO se descompone y se pierde a un ritmo algo mayor en la fase agrícola, lo que determina un balance a la pérdida en aquellas rotaciones con tiempo equivalente de pasturas y cultivos y que no practican formas de laboreo conservacionista.

Aquellas rotaciones con leguminosas de duración anual o bianual que ocuparon un 33% del tiempo total de la rotación, mantuvieron un excelente balance de MO en base a su alta productividad y presumiblemente por su cobertura estival en momentos de alto riesgo de erosión.

La relación carbono/nitrógeno fue escasamente modificada por los distintos sistemas. Luego de 28 años en los sistemas agrícolas continuos la relación C/N es 7% mayor que en los sistemas de rotación con pasturas.

\* M.Sc., Ing. Agr., Proyecto Suelos, Estación Experimental Alberto Boerger, INIA - La Estanzuela, Uruguay.

## ESTUDIOS DE C, N y P EN LA BIOMASA MICROBIANA DEL SUELO EN TRES SISTEMAS DE ROTACION AGRICOLA

Adriana García \* y Alejandro Morón \*\*

### RESUMEN

Se estudió la biomasa microbiana del suelo (C-microbiano) y su dinámica estacional en tres sistemas agrícolas, en un ensayo de rotaciones en la Estación Experimental Alberto Boerger, INIA -La Estanzuela, Uruguay, luego de 27 años de manejo diferencial de los sistemas.

Las parcelas seleccionadas fueron muestreadas cinco veces entre junio de 1989 y enero de 1990 y se determinó C, N y P en biomasa usando la técnica de fumigación con cloroformo.

La población microbiana en el sistema de rotación de cultivos con pasturas fue promedialmente el doble que la determinada en los sistemas de agricultura continua.

Las cantidades de nutrientes (N y P) inmovilizadas en la biomasa microbiana del suelo fueron también mayores bajo el sistema que incluía pasturas y estuvieron ambas relacionadas linealmente con los valores de carbono en biomasa.

Las concentraciones promedio de N y P en las células microbianas fueron: 5,8 y 3,4% respectivamente.

Se observaron variaciones estacionales de la biomasa probablemente relacionadas a parámetros climáticos y a los inputs de C provenientes de residuos vegetales y excreciones de los sistemas radiculares de los cultivos actuales, pero la fuente principal de carbono para estas fluctuaciones sería materia orgánica más estabilizada acumulada anteriormente.

Se estimaron los flujos anuales de N y P a través de la biomasa en los 20 cm de profundidad del suelo y los mismos fueron relacionados a las extracciones anuales de estos nutrientes por parte de los cultivos.

\* Ing. Agr., Proyecto Suelos, Estación Experimental Alberto Boerger, INIA - La Estanzuela, Uruguay.

\*\* Ph.D., Ing. Agr., Proyecto Suelos, Estación Experimental Alberto Boerger, INIA - La Estanzuela, Uruguay.

**PROPIEDADES FISICAS Y EROSION EN  
ROTACIONES DE CULTIVOS Y PASTURAS**

**Fernando García Prechac \***

**RESUMEN**

Se presenta la información disponible en Uruguay hasta mediados de los 80, en cuanto a propiedades físicas del suelo y erosión, en rotaciones de cultivos y pasturas. La misma indica que la estructura del suelo se deteriora con los cultivos, se recupera con las pasturas, si éstas son productivas, y puede tener incidencia en la producción de los cultivos. Las rotaciones de cultivos y pasturas reducen la erosión comparadas con el cultivo permanente; el beneficio aumenta con la duración y productividad de las pasturas. La siembra de pasturas debe hacerse consociada con cultivos, evitando la siembra convencional. Se debe evitar tener el suelo descubierto, especialmente en invierno. La reducción del laboreo reduce la erosión y merece estudiarse con más intensidad. La productividad de los cultivos en la rotación aporta el nivel de conservación de suelos. La ecuación universal de pérdida de suelo aparece como una herramienta confiable para guiar la toma de decisiones sobre uso, manejo y conservación de suelos y debe trabajarse en su refinamiento para su uso en el Uruguay, sin perder de vista que existe tecnología superior disponible.

\* M.Sc., Ing. Agr., Dpto. de Suelos de la Facultad de Agronomía y Dir. de Suelos y Aguas, MGAP; actualmente asistente de Investigación, Dep. de Agronomía, Iowa State University, EEUU.

## PERSISTENCIA DE LEGUMINOSAS

Jaime A. García \*

### RESUMEN

La evolución productiva de las pasturas sembradas en el Uruguay es directamente dependiente de la persistencia del componente leguminosa. Estas en general tienen su pico de producción en el segundo año y luego declinan, siendo difícil que mantengan un stand productivo más allá del tercer o cuarto año. El mismo fenómeno, para las mismas especies, sucede en la mayor parte del área templada del Cono Sur así como en otras regiones del mundo. La persistencia de leguminosas forrajeras es el resultado de la acción de diversos factores tales como clima, variedades, enfermedades y plagas, fertilización, manejo, competencia, etc., los que interaccionan en forma diferente en cada ambiente, dando origen a un problema complejo y altamente específico. En este trabajo se analizan el rol de estos factores a la luz de los actuales conocimientos de la investigación así como las perspectivas de avance en el entendimiento general del problema.

\* M. Sc., Ing. Agr., Proyecto Forrajeras, Estación Experimental Alberto Boerger, INIA - La Estanzuela, Uruguay.

## EÇOFISIOLOGIA DE MALEZAS

A. Ríos \* y A. Giménez \*\*

### RESUMEN

Considerando ecosistemas agrícolas, se reseña la importancia de las relaciones ecofisiológicas cultivo-malezas. Se analizan y discuten distintas características determinantes de la interferencia de los componentes de la asociación como: capacidad de competencia, plasticidad morfológica y fisiológica, similitud cultivo-maleza, ciclos fotosintéticos, producción de sustancias alelopáticas, germinación y dormencia.

\* M. Sc., Ing. Agr., Proyecto Control de Malezas, Estación Experimental Alberto Boerger, INIA - La Estanzuela, Uruguay.

\*\* Ing. Agr., Proyecto Control de Malezas, Estación Experimental Alberto Boerger, INIA - La Estanzuela, Uruguay.

## ASPECTOS ECOFISIOLÓGICOS EN LA EVALUACIÓN DE SISTEMAS DE ROTACIONES AGRÍCOLAS <sup>1</sup>

A. Ríos \*; M. A. Oliva \*\*; J. F. da Silva \*\*\*

### RESUMEN

Se estudian metodologías para detectar diferencias en el crecimiento de plantas y en la capacidad de interferencia de especies cultivadas y malezas, considerando aspectos como tiempo de evaluación, repetibilidad, condiciones de simulación, costo, fácil manejo, análisis fisiológico de los problemas, posibilidad de proyección y modelación. Se realizan estudios de germinación, crecimiento inicial, competencia, efectos alelopáticos y estrés nutritivo. Se evalúan tres sistemas de rotaciones, rotación continua de cultivos sin agregado de fertilizantes, rotación de cultivos con pasturas de larga y corta duración. En condiciones de invernáculo, se cultivaron tres especies, Triticum aestivum L., y dos malezas Raphanus raphistrum L., Lolium multiflorum L., con y sin competencia. Por medio de la germinación se detectó alelopatía residual en el sistema de agricultura continua, y efectos alelopáticos intra e interespecíficos. A través del crecimiento inicial se determinó diferencias en fertilidad de los sistemas, interferencia intra e interespecífica en los suelos de los tres sistemas.

<sup>1</sup> Parte de la Tesis de Ph.D. en Fitotecnia, Universidad Federal de Viçosa, Viçosa, MG. Brasil.

\* M. Sc., Ing. Agr., Proyecto Malezas, Estación Experimental Alberto Boerger, INIA - La Estanzuela, Uruguay.

\*\* Profesor Dpto. Biología Vegetal, Univ. Fed. Viçosa, Viçosa, MG., Brasil.

\*\*\* Profesor Dpto. Fitotecnia, Univ. Fed. Viçosa, Viçosa, MG., Brasil.

## POTENCIALIDADE DE CONTROLE DE DOENÇAS DE TRIGO E DA CEVADA POR ROTAÇÃO DE CULTURAS

Erlei Melo Reis \*

### RESUMO

O método biológico de controle de doenças mais antigo é a rotação de culturas. Seus efeitos são observáveis tanto no controle dos patógenos infectantes de raízes como nos de órgãos aéreos. No Brasil, a potencialidade da rotação tem sido investigada, principalmente, no controle de doenças de cultivos de inverno como trigo, cevada, triticale e tremoço. Os resultados obtidos são tão evidentes que hoje esta prática de controle faz parte das recomendações oficiais da pesquisa para aquelas culturas. Todos os patógenos necrotróficos que sobrevivem nos restos culturais, que tenham baixa habilidade de competição saprofítica, que não apresentem estruturas de resistência (esclerócios e clamidospóros), que apresentem esporos grandes e ou pesados (Bipolaris e Drechslera) ou que seus esporos sejam disseminados veiculados a gotículas de águas (Septoria e Colletotrichum) são controláveis pela rotação de culturas.

O princípio de controle envolvido nesta prática é a eliminação da fonte nutricional do patógeno, no período de entressafra, pela decomposição microbiana dos restos culturais do hospedeiro. Assim, o patógeno é submetido a um estresse nutricional que leva à sua morte. A rotação de culturas age, portanto, sobre a fonte de inóculo primário.

No Brasil, a potencialidade de controle de doenças de plantas pela rotação de culturas ainda não tem sido devidamente estudada e explorada.

\* Ph. D., Pesquisador, Centro Nacional de Pesquisa de Trigo. EMBRAPA. Passo Fundo, RS., Brasil.

## PRODUCTIVIDAD Y ALTERNATIVAS DE ROTACIONES FORRAJERAS PARA PRODUCCION DE LECHE

Henry Durán \*

### RESUMEN

El importante proceso de cambio tecnológico ocurrido en la lechería uruguaya en la década del 80, tuvo como soporte básico el incremento en el uso de praderas cultivadas.

Una restricción importante que se traslada a los años 90, es que el área ocupada con praderas difícilmente supera el 60 % de la superficie cultivable en cada predio, debido a una persistencia inferior a 4 años y a la necesidad de controlar gramilla (Cynodon Dactylon). Así mismo, las especies y variedades serán las mismas que las disponibles en la década pasada, puesto que no se visualizan cambios significativos trasladables a nivel comercial.

Esta situación plantea un límite claro en cuanto a producción de pasturas (y de leche), para un número creciente de productores eficientes que ya han alcanzado, con buen manejo, los niveles máximos del área con praderas. Este límite puede cuantificarse en 6.600 kg de Materia Seca por ha ó su equivalente en 3.000 l de leche por ha.

El desafío planteado consiste en dar respuestas prácticas a estas limitantes básicas.

Los resultados de la experimentación conducida recientemente en la Unidad de Lechería de INIA - La Estanzuela, demuestran que organizando la producción de pasturas en base a rotaciones forrajeras que tiendan a optimizar el uso del suelo, usando prácticas de interseembra y cultivos anuales de alta producción es posible obtener incrementos rentables de hasta 50 % en la oferta de forraje y en la producción de leche, sin modificar el uso de fósforo recomendado hasta el presente, e incorporando un uso estratégico de N y herbicidas.

Esta nueva estructura de la base forrajera implica cambios sustanciales en la dotación, en la estrategia de producción y uso de forrajes conservados, en las prácticas de manejo y alimentación del rodeo, en el uso de maquinaria y en la organización del trabajo. Por lo cual su análisis y estudio requieren un enfoque global que conduce al concepto y metodología de sistemas de producción, tanto en el planteo experimental como en su transferencia.

\* M. Sc., Ing. Agr. Proyecto Lechería, Estación Experimental Alberto Boerger, INIA - La Estanzuela, Uruguay.



## LIMITACIONES Y ALTERNATIVAS DE LA GANADERIA DE ENGORDE EN ROTACIONES AGRICOLAS - GANADERAS

R. Cibils \*; D. Risso \*\*; M. Ahunchain \*\*\* y A. Zarza \*\*\*\*

### RESUMEN

Hasta mediados de siglo la ganadería y agricultura en el Uruguay siguieron un modelo de expansión captando recursos naturales inexplorados.

Posteriormente el alto grado de intervención del hombre en el ecosistema, con la agricultura continua de los inmigrantes europeos, provocó fuertes alteraciones del mismo y una nueva situación de menor productividad y estabilidad.

Desde los años 60, la nueva propuesta técnica fue la rotación cultivos-pasturas, para recuperar el deterioro en propiedades del suelo.

Esta presencia de pasturas mejoradas en los suelos de mayor potencial del país, ha resultado en una dinamización del proceso de engorde con un significativo aumento de la producción de carne.

En el presente trabajo se enumerarán y discutirán las áreas temáticas en las que se sustenta esta propuesta tecnológica de aumento de productividad y conservación del recurso: rotaciones, pasturas y potencial animal, tratándose de identificar limitantes y vías de superarlas.

La eficiente conformación de la secuencia cultivos-pasturas, resulta en altos rendimientos de grano, adecuado control de malezas y mantenimiento de las propiedades del suelo.

La alta productividad de la pastura asociada, posibilita importantes aumentos de carga animal, manteniendo buen comportamiento individual, mientras que la suplementación permite estabilizar la alta producción de carne en niveles superiores. Esto ha significado una mejora de los índices tradicionales de 65 kg de carne Eq/ha (promedio nacional), a más de 100 kg/ha (promedio del Litoral Oeste) y más de 500 kg/ha (promedio de sistemas experimentales y demostrativos).

En estos modelos productivos, la gramilla (Cynodon dactylon L. Pers.), herencia de una agricultura continua, permanece como importante elemento diagnóstico de los problemas involucrados.

Estudios multidisciplinarios e interinstitucionales integrando aspectos de la rizósfera, balance de nutrientes, etc. en relaciones suelo-planta-animal de largo plazo, proporcionarán nuevos elementos para sustentar trabajos futuros en esta área.

\* Bachiller; \*\* M. Sc., Ing. Agr.; \*\*\* Ing. Agr.; \*\*\*\* Asistente de Experimentación; Proyecto Investigación Integrada, Estación Experimental Alberto Boerger, INIA - La Estanzuela, Uruguay.

## DIAGNOSTICO Y PERSPECTIVA DE LAS ROTACIONES EN LOS SUELOS ARENOSOS DEL NORESTE DEL URUGUAY

Enrique Pérez Gomar \* y María Bemhaja \*\*

### RESUMEN

El presente trabajo es una caracterización de la evolución de los suelos arenosos de Tacuarembó (Luvisoles), en la rotación agrícola-pasturas de la Unidad Experimental y Demostrativa "La Magnolia". Dicho estudio tiene por objetivo, conocer cuál ha sido la evolución de las propiedades del suelo para elaborar futuras alternativas y plantear líneas de investigación para el sistema de producción.

El sistema agrícola-ganadero de ciclo completo de "La Magnolia" tiene como base forrajera el tapiz de campo natural, complementado en un 10% en base a pasturas mejoradas (praderas). La inclusión de praderas es fundamental para aumentar el aporte forrajero en cantidad y calidad durante el período invernal. Este porcentaje se realiza en base a una rotación cultivo-pastura, implementada en 1976, que incluye 2 años de soja y 3 años de pasturas (Holcus, T. Blanco, Lotus).

Si bien la producción de carne del sistema ha sido estable y superior al promedio obtenido en la región, los suelos de la rotación han presentado una marcada pérdida de productividad.

Fundamentalmente la materia orgánica de estos suelos es la que mayor modificación sufrió, por su característica de rápida mineralización. Si bien la rotación planteada es conservadora en cuanto a la intensidad de uso del suelo, el descenso en los niveles de materia orgánica, una vez que los suelos son roturados para la instalación de un cultivo, no se recupera luego en la etapa de pasturas.

Otras propiedades químicas modificadas son:

- (a) el tenor de aluminio intercambiable que alcanza niveles tóxicos para el desarrollo vegetal, y
- (b) las bases totales que se encuentran a niveles inferiores a los del campo natural.

Las propuestas planteadas pretenden solucionar el problema antes mencionado desde distintos ángulos: laboreo de suelos, encalado y rotaciones.

Se proponen técnicas de laboreo de suelos tendientes a conservar la materia orgánica, mediante laboreos reducidos o siembras directas. Se analiza la potencialidad del encalado, para eliminar la toxicidad de aluminio intercambiable y mejorar la eficiencia de uso del P. Finalmente se sugieren rotaciones que incluyan especies capaces de aumentar la incorporación de materia orgánica al suelo procurando lograr un sistema sostenible.

\* Ing. Agr.. Proyecto Cultivos y Manejo de Suelos. Estación Experimental del Norte, INIA - Tacuarembó, Uruguay.

\*\* M.Sc., Ing. Agr.. Proyecto Forrajeras, Estación Experimental del Norte, INIA - Tacuarembó, Uruguay.

**LAS ROTACIONES AGRICOLAS CON PASTURAS  
EN LA PAMPA HUMEDA DE ARGENTINA**

**José Luis Panigatti \***

**RESUMEN**

Por razones principalmente económicas, en las dos últimas décadas la agricultura en la región considerada creció en extensión e intensidad, desplazando a la ganadería y con ello a las pasturas cultivadas. Para ejemplificar esta evolución basta citar que la soja pasó de ser un cultivo prácticamente inexistente en 1970 a superar los 2.000.000 ha en la actualidad.

Estos cambios llevaron a que, en ciertas zonas más del 80 % de las tierras con aptitud agrícola se encuentren con secuencias de cultivos continuos o agricultura permanente. Simultáneamente estos cambios traen aparejados otros que se vinculan con la tenencia de la tierra, comercialización, infraestructura de los establecimientos agropecuarios, etc..

En el presente artículo se analiza el tema de rotaciones agrícolas con pasturas, tomando como base el trabajo de Panigatti y Hein (1985) actualizándolo con información regional para analizar tendencias y enfoques de líneas de investigación.

En el artículo, no se realiza una revisión de la bibliografía internacional sino que se enfoca la información regional como un medio para facilitar la crítica e intercambio para desarrollar líneas de investigación en sustentabilidad de sistemas productivos.

\* Ph.D., Ing. Agr., Coordinador del Programa Ambito Nacional Suelos, INTA - Argentina.

POSIBILIDAD DE LA VUELTA AL USO DE  
ROTACIONES QUE INCLUYAN FORRAJERAS EN EL CORN BELT

Fernando García Prechac \*

RESUMEN

Por razones económicas, ambientales y de cambio en las políticas sobre agricultura, se justifica la búsqueda de sistemas de producción alternativos, que usen menos insumos y sean más conservacionistas, en el Corn Belt de los Estados Unidos. Se presenta y discute un ejemplo de sistema alternativo, la rotación en fajas angostas de maíz, soja y un cereal de grano pequeño con una leguminosa consociada. Si el agua no es limitante, la superproducción de las fajas de maíz y del cereal de grano pequeño, más que compensan la pequeña reducción de producción del cultivo de soja, haciendo al sistema más productivo por unidad de superficie que la rotación de los mismos cultivos hechos en forma convencional. Se comenta la adopción y experimentación en predios de miembros de los 'Practical Farmers of Iowa'. Se comentan los problemas más importantes encontrados a medida que el sistema se desarrolla.

\* M.Sc., Ing. Agr., Dpto. de Suelos de la Facultad de Agronomía y Dir. de Suelos y Aguas del MGAP; actualmente Asistente de Investigación, Dpt. de Agronomía, Iowa State University, EEUU.

## ANALISIS FISICO Y ECONOMICO DE ROTACIONES

Enrique Fernández \*

### RESUMEN

En el año 1963 se instaló en " La Estanzuela " un experimento con siete sistemas de rotaciones que ha generado 28 años de información sobre rendimiento de cultivos y pasturas, registro de operaciones de laboreo y utilización de insumos (fertilizantes, semilla, específicos, etc.). Este cúmulo de información permitió llevar a cabo un análisis físico y económico de estos sistemas que completó un primer trabajo de este tipo realizado luego de transcurridos 16 años de experimento. A la luz de los cambios tecnológicos incorporados y de la redefinición metodológica de los sistemas, el objetivo de este trabajo ha sido evaluar el comportamiento de los diferentes esquemas considerando dos fuentes de variación de importancia: el nivel de los rendimientos físicos determinado por el tipo de uso del suelo, y los cambios reales de precios de insumos y productos.

Los sistemas contrastan diferentes intensidades de uso agrícola-ganadera, que van desde esquemas de agricultura continua, rotaciones con pasturas anuales de leguminosas y/o gramíneas, hasta aquellos con alternancia de pasturas plurianuales de leguminosas y/o gramíneas. Esta diversidad sugirió un análisis de los mismos para determinar la viabilidad primaria de cada uno de ellos a nivel de empresa agropecuaria.

El análisis físico contempla la información agronómica generada a partir de las distintas alternativas de manejo de suelos y cultivos sobre rendimiento de grano y forraje (carne), consumo de fertilizantes, intensidad de uso del suelo, etc., y su evolución a lo largo de los años.

La evaluación económica determinó para cada sistema el Margen Bruto anual por hectárea, analizando la evolución de éste para todo el período y su valor promedio, a la vez que se estudiaron otros indicadores que resultan de gran peso en la determinación del mismo: gastos de laboreo, fertilización, etc..

En una primera aproximación, los sistemas que incluyen pasturas plurianuales presentaron un mejor comportamiento tanto a nivel de rendimientos relativos de grano y forraje, evaluado en términos de carne por hectárea, como así también en lo que hace a los niveles promedio de Margen Bruto. Estos sistemas mostraron a su vez una mayor estabilidad de estos indicadores a lo largo del período considerado frente al marcado deterioro de los precios de los productos. El análisis realizado fue consistente en confirmar la insustentabilidad económica de los sistemas más extractivos y que muestran un menor grado de conservación del mayor recurso natural y económico con que cuenta el hombre: los suelos.

\* Ing. Agr., Proyecto Economía Agrícola, Estación Experimental Alberto Boerger, INIA - La Estanzuela, Uruguay.

## UNA METODOLOGIA PARA LA EVALUACION AGRONOMICA Y ECONOMIA DEL USO DE FERTILIZANTES FOSFATADOS EN ROTACIONES DE CULTIVOS

Carlos A. Baanante \* y Julio Henao \*

### RESUMEN

Las reacciones en el suelo y la variabilidad en el contenido de fósforo (P) soluble en los fertilizantes fosfatados determinan que los efectos de los mismos sobre la disponibilidad de P para las plantas perduren a través de varios períodos de cultivo. Por lo tanto, el uso de estos fertilizantes debe ser evaluado desde el punto de vista agronómico y económico a través de varios períodos de cultivo. La evaluación tiene el propósito de identificar las estrategias de uso de fertilizantes fosfatados que son más rentables para los agricultores y efectivas para sustentabilidad de la producción agrícola. La metodología para efectuar esta evaluación en rotaciones de cultivos requiere:

- a) la planificación, diseño y ejecución de experimentos a largo plazo que incluyan cuatro o más períodos de cultivo;
- b) la estimación de funciones de respuesta al uso de fertilizantes que permitan medir los efectos inmediatos y residuales de éstos sobre la producción agrícola y la fertilidad del suelo; y
- c) la determinación de los flujos de beneficios y costos económicos asociados con diferentes estrategias de uso de fertilizantes fosfatados a través de varios períodos de cultivo.

La evaluación agronómica se efectúa en base a los coeficientes de las funciones de respuesta estimadas y el cálculo de elasticidades de producción promedio que se derivan de estas funciones. Las elasticidades de producción proporcionan una medida estandarizada de la efectividad agronómica de los fertilizantes en términos de su impacto sobre la producción agrícola, y permiten efectuar comparaciones de la efectividad agronómica entre diferentes cultivos y períodos de cultivo en la rotación. La metodología para la evaluación económica incluye:

- a) determinación de tasas de aplicación de fertilizantes óptimas para maximizar los ingresos netos del agricultor en cada período de cultivo;
- b) el cálculo de los flujos de beneficios y costos a través de varios períodos de cultivo (4 ó 6); y
- c) el cálculo del valor presente de los beneficios netos y relaciones de beneficio/costo de cada estrategia de uso de fertilizantes en los 4 ó 6 períodos de cultivo de la rotación.

Datos y resultados de experimentos realizados en Mali para evaluar el uso de roca fosfatada molida y parcialmente acidulada de Tilemsi (Mali), en rotaciones de maíz con algodón son utilizados para demostrar en forma práctica el uso de la metodología.

\* Ph. D., Agro-Economic Division, International Fertilizer Development Center (IFDC), Alabama, EEUU.

## USO DE MODELOS DE SIMULACION EN LA EVALUACION DE SISTEMAS PRODUCTIVOS SUSTENTABLES

Philip K. Thornton \* y Carlos A. Baanante \*

### RESUMEN

Los modelos de simulación cumplen un papel importante en la evaluación biológica y económica de los sistemas de producción agrícola durante largos períodos de tiempo. Los modelos proporcionan un marco de referencia para la compilación de información existente sobre procesos especiales y pueden ser utilizados para identificar limitaciones en conocimiento y establecer prioridades en la investigación. A un nivel más práctico, los modelos pueden ser utilizados para evaluar el impacto potencial de nuevas tecnologías y prácticas de manejo. Nuestro conocimiento sobre los procesos biológicos que determinan el crecimiento y desarrollo de ciertos cultivos ha permitido el desarrollo de modelos que pueden ser utilizados para estos propósitos. Estos modelos están siendo modificados a fin de incluir los efectos residuales en propiedades del suelo y nutrientes de un período de cultivo a otro. También se ha empezado a trabajar en modelos que permitan combinar cultivos con la explotación de ganado a fin de investigar el ciclo de nutrientes en estos sistemas. Este artículo describe parte del trabajo en modelos que el IFDC está desarrollando y presenta resultados que muestran la forma en que estos modelos pueden ser utilizados para evaluar la sustentabilidad y variabilidad de sistemas productivos. Sistemas complejos de producción agrícola requieren de métodos complejos de investigación; la demora en la implementación de experimentos a largo plazo hace que el uso de modelos de simulación conjuntamente con experimentación tradicional sea, posiblemente, el único medio para investigar sistemas complejos de producción por largos períodos de tiempo.

\* Ph.D., Agro-Economic Division, International Fertilizer Development Center (IFDC), Alabama, EEUU.