



Fertilización de Pasturas

ENERO DE 1971



MINISTERIO DE GANADERIA Y AGRICULTURA

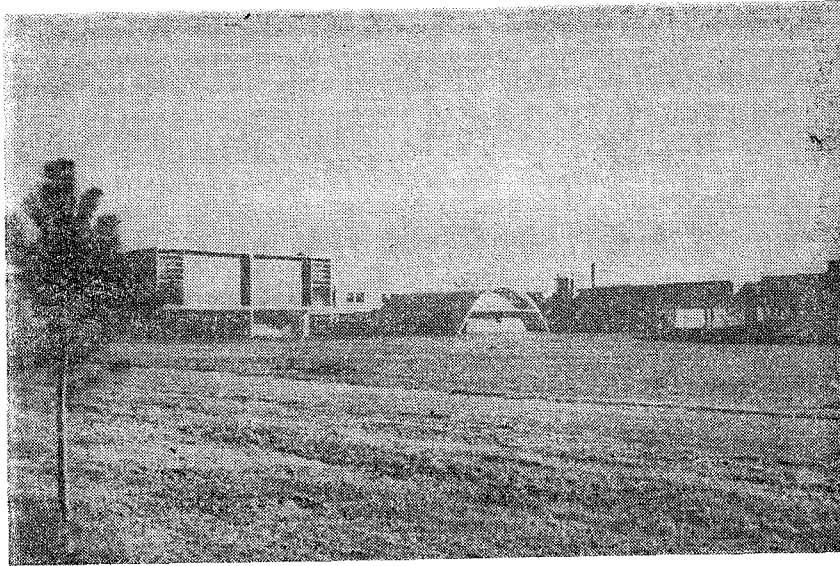
CENTRO DE INVESTIGACIONES AGRICOLAS

"ALBERTO BOERGER"

LA ESTANZUELA - COLONIA - URUGUAY

Este Boletín de Divulgación ha sido preparado por el Servicio de Información del Centro de Investigaciones Agrícolas "Alberto Boerger".

Introducción



CONTENIDO:

- I. Introducción
- II. Productividad de las pasturas mejoradas
- III. Importancia del fósforo
- IV. Otros nutrientes
- V. Análisis de suelo
- VI. Fuentes de fósforo en la fertilización de pasturas
- VII. Frecuencia de las refertilizaciones
- VIII. Recomendaciones

El área de pasturas mejoradas está siendo incrementada en forma importante en el país, a través de la acción desarrollada por el Plan Agropecuario.

En este Boletín de Divulgación se realizan recomendaciones acerca de las fuentes y niveles de fósforo para la implantación y el mantenimiento de praderas por métodos convencionales, la introducción de leguminosas por medio de zapatas o en cobertura en el tapiz natural, y la fertilización de pasturas naturales.

Estas recomendaciones provienen de la experimentación realizada por La Estanzuela desde 1963 a la fecha. Los resultados de la experimentación no son todavía concluyentes en algunos de los aspectos aquí tratados, y algunas de las recomendaciones son por lo tanto, provisorias. Sin embargo, en este momento se están tomando decisiones sobre fertilización de pasturas a nivel nacional. Es conveniente que estas decisiones se basen en los resultados experimentales disponibles hasta el momento, aunque no sean definitivos.

Este Boletín de Divulgación debe considerarse entonces, solamente como un primer intento de sistematizar la información existente sobre fertilización de pasturas. Esta información está además, creciendo rápidamente. En este momento hay instalados más de 150 ensayos regionales de fertilización de pasturas en distintas zonas del país.

Las recomendaciones se refieren a cada tipo de suelo, y pueden ser seguidas conociendo las características del suelo que se va a fertilizar. Para los suelos donde hay información completa se indica además, el nivel de fósforo después del cual no se obtiene respuesta.

Estas recomendaciones se refieren a las condiciones promedio de una zona determinada. Las condiciones específicas de cada chacra o potrero pueden desviarse de este promedio. Para adecuar estas recomendaciones a las condiciones particulares de cada productor e identificar los suelos, es conveniente consultar al Técnico del Plan Agropecuario en la zona.

Productividad de las pasturas mejoradas

La fertilización de pasturas tiene efecto sobre la producción de forraje, y sobre la fertilidad del suelo. La fertilización con fósforo produce un aumento del número y producción de forraje de las leguminos-

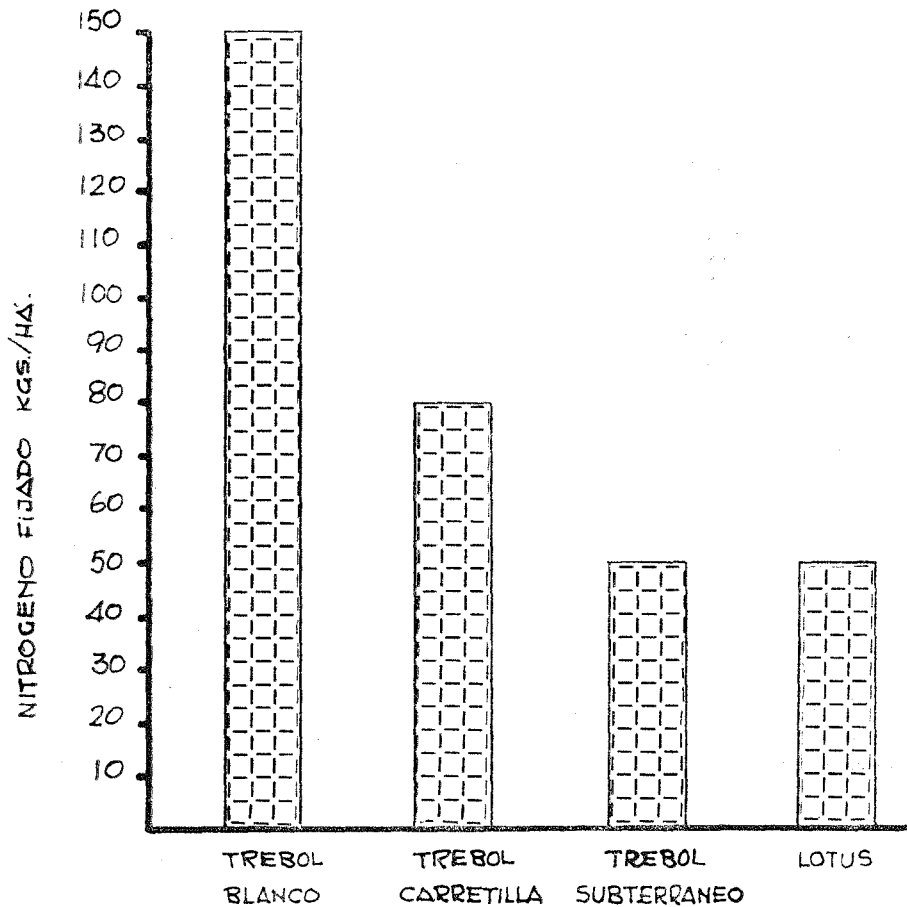


Figura 1. Nitrógeno fijado anualmente por algunas leguminosas en las condiciones de La Estanzuela.

sas. Estas por su capacidad de fijar N, aumentan el contenido de este elemento en el suelo.

La capacidad de fijación de N de algunas leguminosas se ha determinado en las condiciones de La Estanzuela. Los resultados se observan en la Figura 1. El trébol blanco superó a las otras leguminosas fijando 150 kg. há. de N por año.

Esto es muy importante en la economía del establecimiento, especialmente cuando las pasturas implantadas, mezclas de gramíneas y leguminosas, están asociadas en rotación con cultivos agrícolas. La información experimental al respecto, indica altos rendimientos en grano y poca o ninguna respuesta a la fertilización con N, del trigo sembrado después de una pastura con leguminosas.

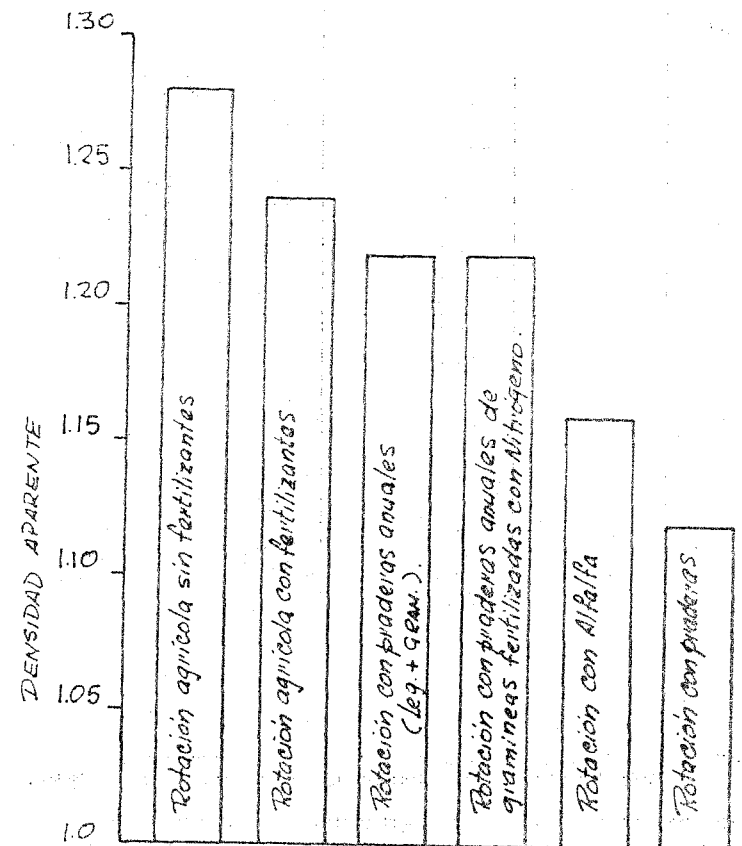


Figura 2. Efecto de distintos tipos de rotaciones sobre la densidad aparente de los suelos, determinado en La Estanzuela.

Existe también, un efecto importante sobre los rendimientos de los cultivos que siguen a praderas a través de una mejora en la estructura del suelo. En la Figura 2 se muestra el efecto de las praderas sobre la estructura medido a través de la densidad de los suelos. A menor densidad el suelo presenta mejor estructura.

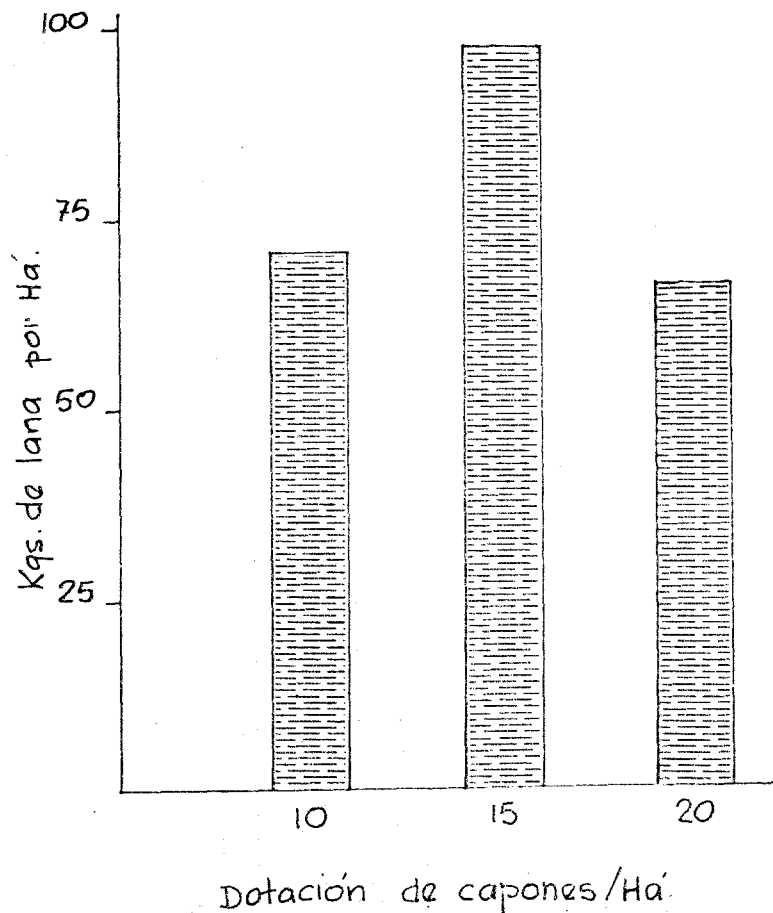


Figura 3. Producción de lana en una pradera convencional de falaris y trébol blanco, a tres dotaciones, determinado en La Estanzuela.

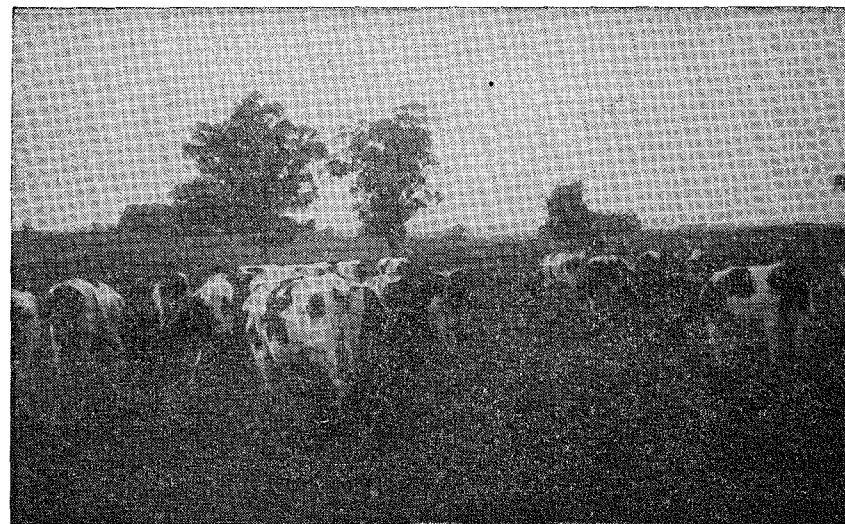
En las pasturas que no integran una rotación agrícola, el aumento en el contenido de N del suelo y el mejoramiento de la estructura se traducirá en un mayor rendimiento de la producción animal.

PRODUCCION OVINA

Se determinó en La Estanzuela al cabo de tres años, la producción de lana de una pastura de falaris y trébol blanco fertilizado con 300 kgs/há. de superfosfato anualmente. Se utilizaron 3 cargas, de 10, 15 y 20 capones por há. Los resultados se observan en la Figura 3. La carga de 15 capones por há. fue la más productiva, con 96,8 kgs. de lana sucia por há., promedio de los años 1968, 1969 y 1970.

En otro experimento sobre una pastura de raigrás Estanzuela 284, fertilizada con 300 kgs. de superfosfato y aplicación fraccionada de dosis bajas de N, se determinó con cargas de 20, 30 y 50 capones por há. durante 96 días, una producción de carne por há. de 260 kgs. para la carga de 20 capones, de 272 kgs. para la de 30 capones y de 72 kgs. para la de 50 capones.

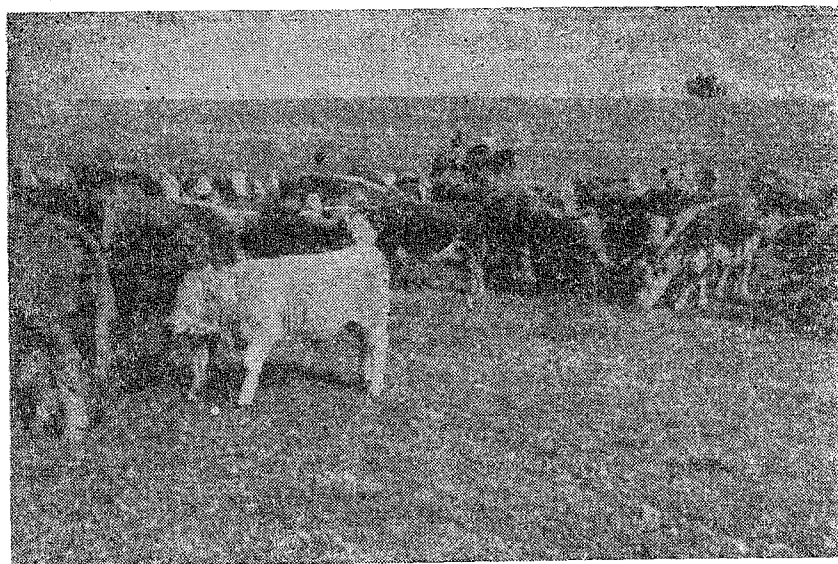
En ambos casos la producción en lana o carne ovina de las pasturas mejoradas alcanzó índices ampliamente superiores a los promedios del país.



Vacas en producción en una mezcla de raigrás y avena fertilizada con nitrógeno y fósforo.



Terneros de tambo en una pradera de trébol blanco y falaris.



Pradera de gramíneas y leguminosas con intenso pastoreo de vacunos de carne.

PRODUCCION DE CARNE

En un experimento comenzado en 1965 se compararon en La Estanzuela, tres sistemas de producción de forraje para engorde de novillos. El sistema A consistía de una pastura permanente de trébol blanco, lotus, festuca y falaris. En el sistema B el 70 % del área se sembró con especies anuales (raigrás y sorgo sucesivamente), y el 30% restante con la mezcla de sistema A. En el sistema C el 70 % del área fue sem-

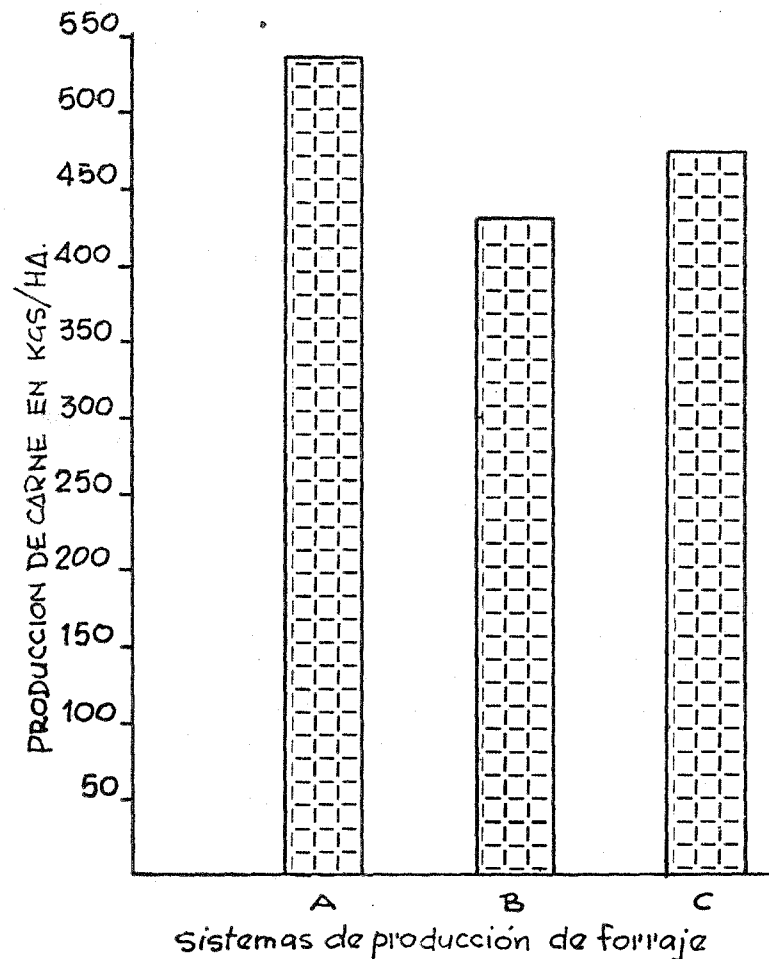


Figura 4. Producción de carne por Ha. en tres sistemas de producción de forraje, determinado en La Estanzuela.

brada con falaris y lotus y el 30 % con alfalfa. En todos los sistemas se fertilizó con 400 kg. de superfosfato en la siembra y refertilizó con 200 kg/há. En el sistema B se fertilizó además, el raigrás con 200 kg/há. de urea en 2 aplicaciones.

Los animales empleados fueron terneros Hereford de destete, manteniéndose permanentemente en el sistema respectivo, hasta la faena con 430 a 480 kg. Los resultados obtenidos se observan en la Figura 4. La producción de carne por há. fue de 538 kg. para el sistema A, de 431 kg. para el sistema B y de 475 kg. para el sistema C. El análisis económico indicó que el sistema A proporcionaba las mejores ganancias, seguido por el sistema C. Los tres sistemas mostraron claramente la elevada potencialidad de las pasturas, tanto anuales como perennes, para la producción de carne.

PRODUCCION DE LECHE

Se realizó la evaluación de distintas pasturas en la Unidad de Lechería de La Estanzuela, en términos de lts. de leche/há. (Figura 5). Las pasturas naturales fertilizadas con abonos fosfatados produjeron en 1970, 3025 lts. leche/há. Esto supera el promedio de la cuenca lechera en más de 300 %. El raigrás Estanzuela 284 fertilizado con superfosfato y urea produjo 2337 lts/há. y las mezclas permanentes de gramíneas y leguminosas produjeron 3855 lts. leche/há.

La sustitución de concentrados por pasturas de alta producción para la alimentación de ganado lechero producirá en las áreas de producción lechera el doble efecto de aumentar la producción de leche/há. y de disminuir los costos de producción a través de una mayor eficiencia.

Hay suficiente evidencia en el país de que la fertilización de pasturas es altamente productiva y rentable. Algunas pasturas y suelos responden mejor que otras a la fertilización, pero en términos generales la respuesta es lo suficientemente alentadora para considerarla como una práctica aconsejable para los productores del país. Los resultados experimentales obtenidos por La Estanzuela en los Proyectos Regionales de Pasturas y las recomendaciones contenidas en este Boletín, son un primer paso hacia el uso de una tecnología específica para cada zona en la fertilización de pasturas.

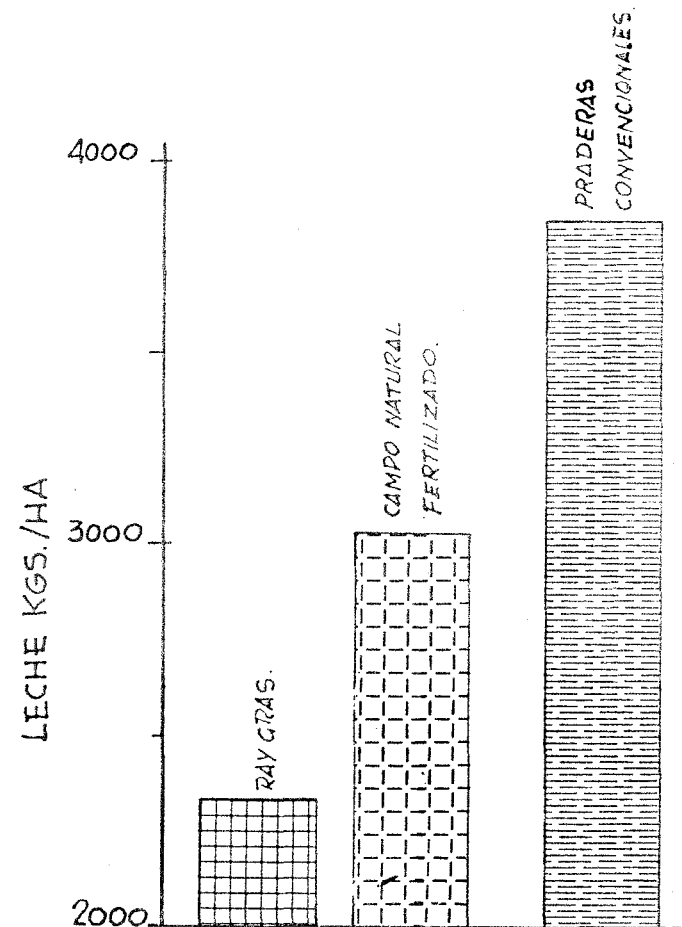


Figura 5. Producción de leche por Há. con diferentes pasturas, determinada en 1969/70 en La Estanzuela.

Importancia del fósforo

Es un hecho bien conocido que todos los suelos del país son deficientes en fósforo. Desde el punto de vista de la fertilidad, la aplicación de fósforo es la condición imprescindible para aumentar los rendimientos de las explotaciones agrícolas, (Figura 6).

No existe en cambio, acuerdo sobre las dosis y las fuentes de fósforo que se deben emplear en cada suelo para implantar y mantener en condiciones de alta productividad praderas implantadas por métodos convencionales, siembras en cobertura o con zapatas o para la fertilización de campo natural.

Cada uno de estos métodos de aumentar la producción de forraje tiene su lugar en una u otra de las explotaciones del país. En general las praderas convencionales son más recomendables para las explotaciones agrícolas donde su uso en rotación con cultivos permite introducir la cría o el engorde de ganado en la explotación conservar los suelos y aumentar su fertilidad, y al mismo tiempo mantener o aún aumentar la cosecha de granos. Por otra parte los productores agrícolas cuentan con maquinaria adecuada y conocimientos suficientes para preparar las tierras y realizar las siembras. Además, la duración de la pradera, ese aspecto crítico de su utilización, pierde importancia en este caso. El agricultor puede utilizar las pasturas durante su período de óptimo rendimiento y ararlas para volver a los cultivos apenas decae la producción de forraje. También tienen su lugar las praderas convencionales en el caso de pasturas muy difíciles de mejorar por otros métodos como por ejemplo debido al excesivo enmalezamiento, aún cuando las condiciones de suelo o topografía no sean las más adecuadas para la práctica de la arada.

En algunas zonas ganaderas no es posible, por las características de los suelos, implantar praderas convencionales en superficies suficientemente extensas como para provocar un aumento importante en la productividad del predio en conjunto. En otros casos, no existen condiciones para un empleo eficiente de la maquinaria agrícola por falta de conocimientos sobre uso y servicio de esa maquinaria. En muchas zonas ganaderas del país hay muy poca disponibilidad de maquinaria agrícola, por lo que la única alternativa para mejorar las pasturas es el mejoramiento del campo natural. Además, la implantación de praderas implica el roturado de un tapiz natural que ya está produciendo forraje, aunque en general limitado en cantidad y calidad. Las siembras en coberturas y el zapateado resultan, en estos casos, inversiones seguras, ya que en el peor de los casos, el productor queda con un campo natural fertilizado que produce más forraje de calidad

muy mejorada con respecto al campo natural. En ensayos realizados en algunas zonas del país se ha constatado que la producción de forraje de las praderas obtenidas por siembra en cobertura o zapateado no son muy inferiores a las convencionales. La puesta en práctica de estos métodos es mucho más sencilla que en el caso de las convencionales y su costo es sustancialmente menor.

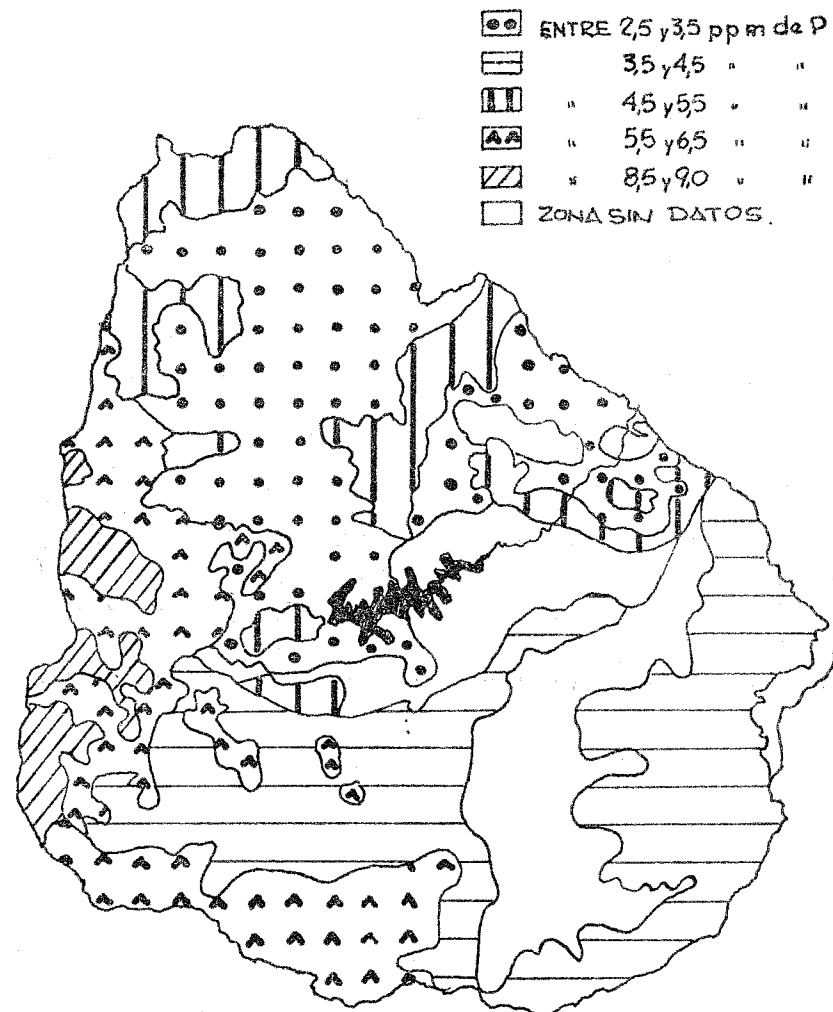


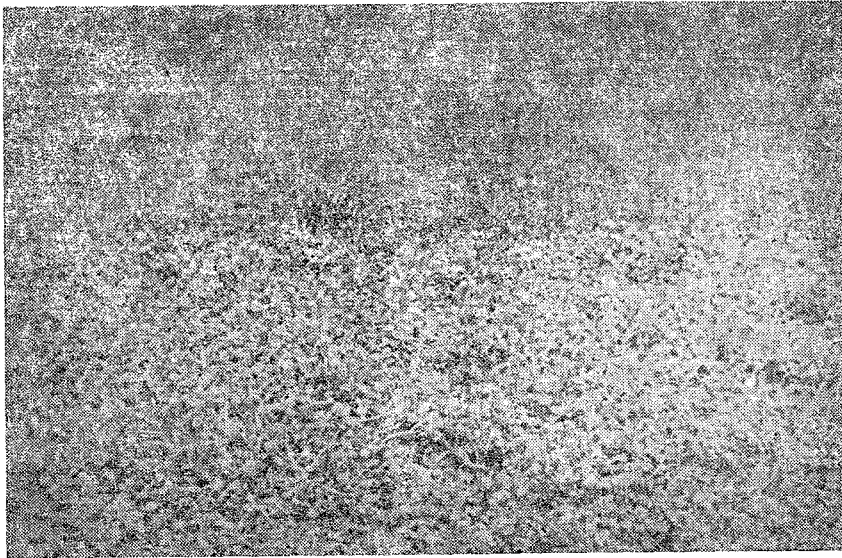
Figura 6. Contenido de "fósforo asimilable" de algunas zonas del país. Todas las zonas muestran bajos niveles de fósforo.

Otros nutrientes

En este Boletín de Divulgación se hace referencia especial a la fertilización con fósforo de praderas que incluyen leguminosas, y de pasturas naturales donde las leguminosas nativas tienen un rol importante en el aumento de producción.

Es posible el mejoramiento de pasturas en cualquier suelo del país solamente con el agregado de abonos fosfatados. Sin embargo, se han encontrado algunos suelos donde con el agregado de otros nutrientes pueden conseguirse aumentos importantes de rendimiento.

En la zona Oeste del Dpto. de Rocha existe una zona de suelos pardos muy lavados, que presenta un tapiz degradado y ralo donde se han constatado aumentos importantes en la producción de forraje con agregado de azufre (Figura 7). En este caso es aconsejable el empleo



Pradera de trébol blanco y festuca sobre suelos de Libertad

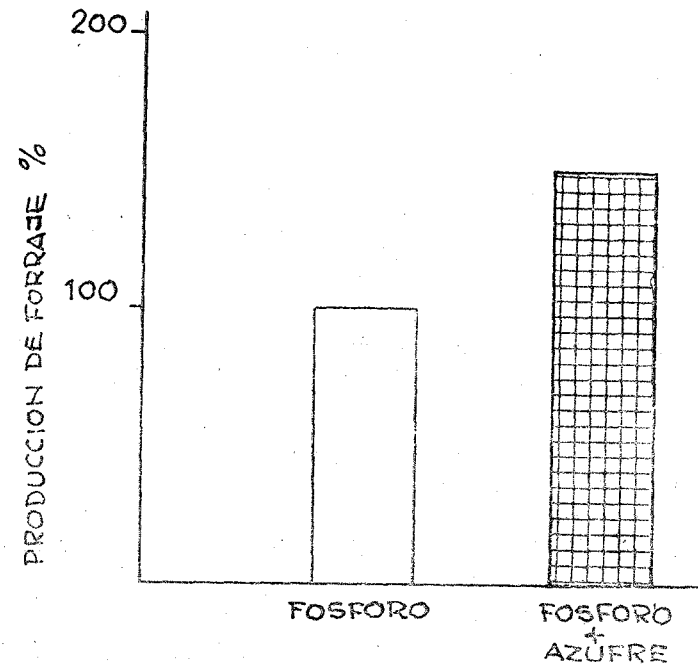


Figura 7. Respuesta de las pasturas al agregado de azufre en forma de yeso, en un suelo de la zona Este, determinado por La Estanzuela

de super fosfato común, o el agregado de sulfato de calcio (yeso), a razón de 200 quilos por há., junto a la aplicación de la fosforita o superfosfato triple.

También se han encontrado respuestas a azufre, potasio y molibdeno en algunos suelos de basalto, pero este problema no está suficientemente aclarado para formular recomendaciones específicas por el momento.

Existe también la alternativa de sembrar gramíneas puras, anuales o perennes y fertilizar con nitrógeno y fósforo. Esta práctica puede ser recomendable en algunas explotaciones, donde es necesario producir abundante forraje en corto tiempo, sin problemas de manejo y pastoreo.

Las dosis de nitrógeno a aplicar pueden variar con la cantidad de forraje que se desee producir, ya que la respuesta en este tipo de praderas es lineal hasta dosis muy elevadas de nitrógeno.

Los ensayos realizados en La Estanzuela demuestran que la fertilización nitrogenada es económicamente viable en este momento. El raigrás, por ejemplo, produce más de 20 quilos de materia seca por quilo de nitrógeno agregado y este aumento se mantiene hasta niveles muy altos de nitrógeno. (Figura 8). Utilizando este forraje para engorde de ganado y calculando un aprovechamiento del 50 %, cada quilo de nitrógeno agregado produciría aproximadamente, un quilo de carne. A los precios actuales, el empleo de nitrógeno en este caso es una buena inversión. Sin embargo, el criterio más adecuado para evaluar económicamente la conveniencia de este tipo de pasturas surge de la comparación de la producción de una mezcla forrajera con leguminosas, con la pradera de gramíneas fertilizada con nitrógeno. Habría que balancear la posible mayor producción de la pradera pura más las ventajas probables de sencillez de manejo y de duración, contra el costo del nitrógeno necesario.

Si para hacer esta comparación se cumplen los rendimientos en un suelo agrícola medio de Colonia, con agregado de fósforo, que sería un gasto común en los dos tipos de pradera, una pradera convencional rinde en promedio unos 5.000 quilos de materia seca desde mayo a noviembre. En el mismo período y condiciones una pradera de raigrás produce 2.000 quilos de materia seca, es decir, que para igualar el rendimiento de la pradera convencional tendría que ser fertilizada con 150 unidades de nitrógeno, lo que representaría una inversión extra de \$ 6.000 por hectárea. Parece difícil que este costo pueda ser cubierto por las ventajas desde el punto de vista del pastoreo de la pradera de raigrás.

En consecuencia el empleo de praderas de gramíneas puras y fertilizadas con fósforo y nitrógeno, no debe ser sustitutivo

de las praderas mezclas. Pueden ser si complementarias, pudiéndose usar en explotaciones intensivas para suministrar pastoreo en los períodos críticos de invierno y verano. El sobrepastoreo de las praderas

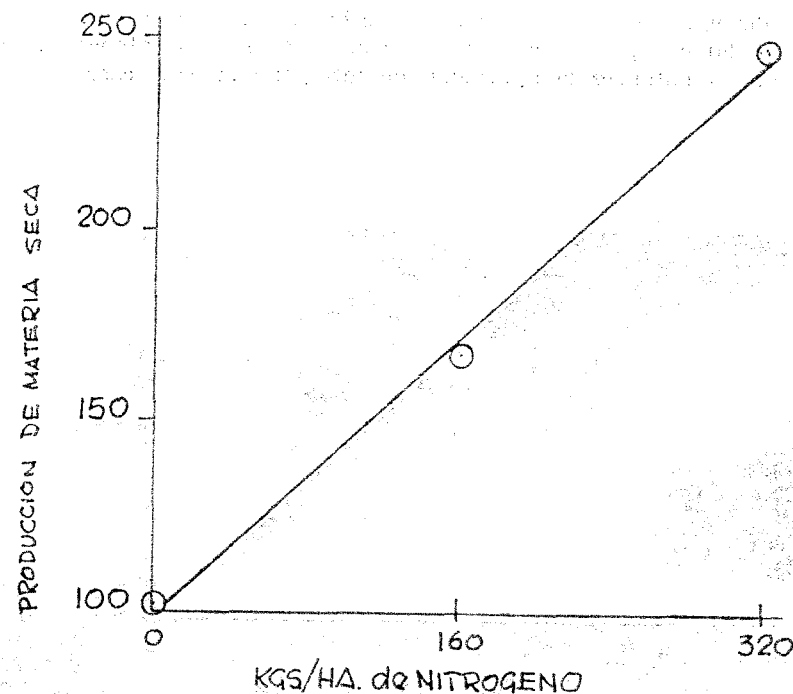


Figura 8. Respuesta del raigrás a la fertilización con nitrógeno determinada en La Estanzuela.

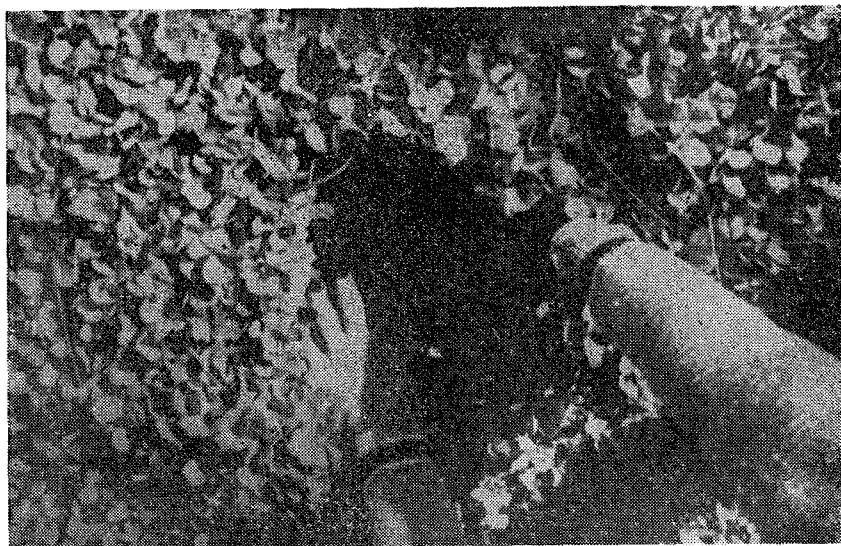
permanentes de gramíneas y leguminosas en estos períodos, compromete seriamente su producción en la estación siguiente y puede provocar en casos extremos la desaparición de las especies sembradas.

El raigrás y los sorgos de pastoreo son las especies más utilizadas para estos fines, aunque también pueden ser utilizadas especies perennes como festuca o falaris para el invierno.

La fertilización de gramíneas debe incluir una aplicación básica de 40 a 60 unidades de P₂O₅. En las especies anuales es preferible usar fosfato soluble, debido a la necesidad de contar con abundante fósforo en la etapa inicial de crecimiento. Luego, aplicaciones fraccio-

nadas de nitrógeno que pueden variar de acuerdo a las necesidades de producción de forraje y las condiciones del tiempo, desde 20 a 100 unidades por há. y por aplicación.

Los sorgos responden en forma variable a la aplicación de nitrógeno, dependiendo de las condiciones de humedad. La nitrificación que sigue al laboreo para la siembra de primavera, es muy intensa. No se recomienda entonces la aplicación de nitrógeno en este caso.



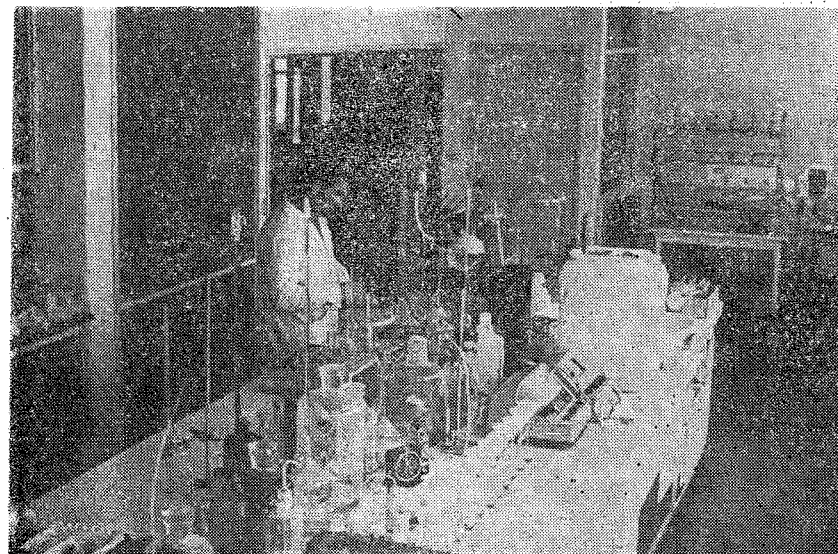
Trébol subterráneo variedad Clare, en un suelo superficial de basalto fertilizado con fósforo, azufre, potasio y molibdeno

Análisis de suelo

Los análisis del suelo para medir fósforo "disponible", consisten básicamente en agregar al suelo en un recipiente, una solución ácida, alcalina o salina, agitar la mezcla durante un tiempo determinado y medir el fósforo que ha pasado a la solución. Esa cantidad de fósforo en solución, no es una parte bien definida del fósforo del suelo, sino que varía con la solución extractante usada, el tiempo de agitación y la relación de suelo a solución empleada. La solución usada no sólo disuelve el fósforo del suelo sino que reacciona con otros componentes del suelo, carbonatos, arcillas y óxidos, y por lo tanto es modificada en mayor o menor grado por ellos, comportándose de distinta manera en distintos suelos.

- Por lo tanto, el valor llamado "fósforo asimilable" del suelo, no tiene significado absoluto por sí solo. Para que resulte útil en la predicción de las necesidades de fertilizantes, necesita ser "calibrado".

La calibración consiste en relacionar los valores de análisis de suelo con el comportamiento de las plantas con respecto al fósforo en



Laboratorio de Suelos de La Estanzuela

el suelo. Este comportamiento puede medirse a través de la respuesta de las plantas a aplicaciones de fósforo o midiendo directamente a través de análisis químicos la cantidad de fósforo absorbida.

Esta calibración debe realizarse separadamente para cada tipo de suelo y según el fertilizante empleado anteriormente.

CALIBRACION DEL METODO BRAY 1 EN LA ESTANZUELA

El método que ya ha sido calibrado para algunos suelos por La Estanzuela, fue desarrollado en Estados Unidos por Bray y Kurtz, y es conocido comunmente como Bray 1. Tal como se emplea en La Estanzuela, consiste en agitar durante cinco minutos, 2,85 gramos de suelo con 20 mililitros de una solución de ácido clorhídrico y fluoruro de amonio, determinando el fósforo que ha pasado del suelo a la solución. Esto se expresa en partes por millón (ppm) de fósforo en suelo seco.

Para la calibración se emplean muestras de suelo de los ensayos de fertilización de pasturas instaladas en 1967, 1968 y 1969. En estos ensayos se habían agregado dosis crecientes de tres fuentes de fósforo: superfosfato, hiperfosfato y Escorias Thomas. Se indican solamente los resultados de las primeras, ya que la tercera no se encuentra en el mercado actualmente.

Al año siguiente a esta fertilización, se tomaron muestras de cada una de las parcelas del ensayo y luego cada parcela fue dividida en dos. Una de las dos partes fue refertilizada. Los rendimientos de las mitades refertilizadas y no refertilizadas fueron tomados por separado.

Se encontraron dos tipos de relaciones entre la cantidad de superfosfato agregado y los resultados del análisis del suelo al año siguiente, (Figura 9). La relación A, muestra que el valor de análisis es directamente proporcional al fertilizante agregado y resulta probablemente de un proceso uniforme de recristalización del fosfato. La curva B muestra que el valor de análisis crece en una proporción mayor que el fosfato agregado, (el logaritmo del resultado del análisis crece linealmente con el fertilizante agregado), que posiblemente indica un proceso de adsorción de fosfato sobre las partículas del suelo.

La relación A, se ha encontrado en suelos calcáreos, es decir, suelos en que el catión dominante es calcio. En el país son principalmente los desarrollados sobre los materiales geológicos Fray Bentos y Libertad, (Figura 10). Los valores que indican suficiencia de fósforo, es decir, falta de respuesta a la refertilización, son bastante más altos en suelos derivados de Fray Bentos que en los formados sobre Libertad, lo que no implica que haya más fósforo disponible en Fray Bentos, sino

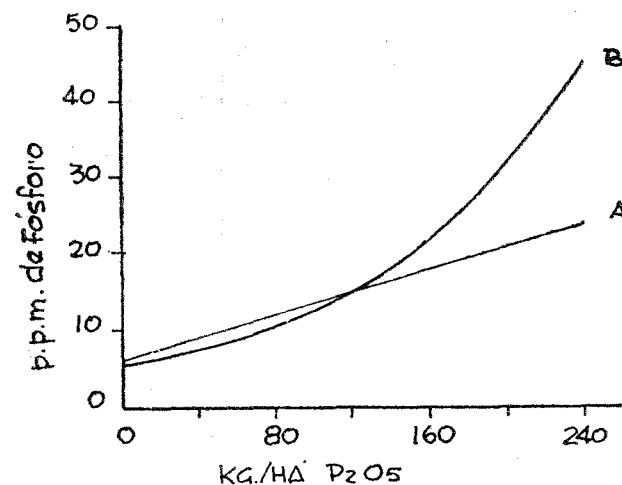


Figura 9. Relación entre fertilizante agregado y fósforo extraído por el método Bray 1 en dos suelos.

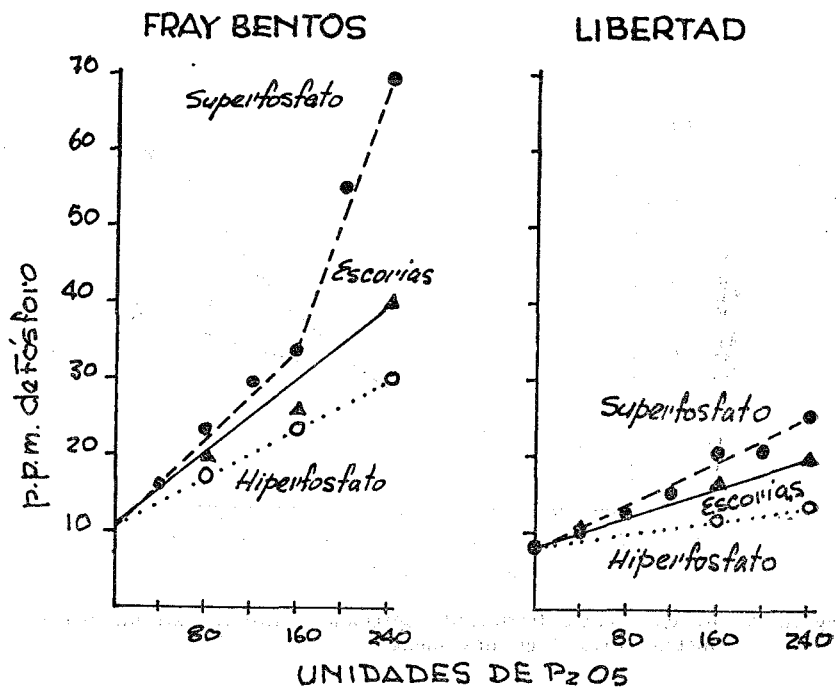


Figura 10. Relación entre fertilizante agregado y "fósforo asimilable" determinado un año después en suelos sobre Libertad y Fray Bentos.

sencillamente que el extractante se comporta de manera distinta en los dos suelos.

En otros suelos es más común la relación de tipo B para la aplicación de superfosfato (Figura 11).

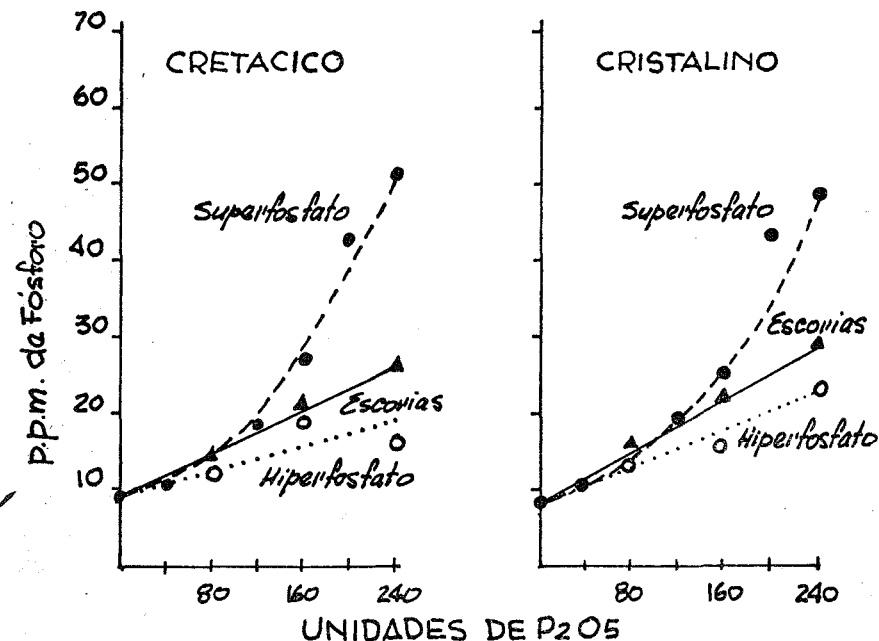


Figura 11. Relación entre fertilizante agregado y "fósforo asimilable" determinado un año después en suelos sobre Cristalino y Cretácico.

Cuando el fertilizante empleado es hiperfosfato, los valores de análisis guardan siempre una relación lineal, del tipo A de la Figura 9, con el fertilizante agregado. Estos valores son además siempre más bajos que los obtenidos con las mismas dosis de fosfato total en forma de superfosfato. Esto no resulta de una distinta disponibilidad de fósforo en los dos fertilizantes, sino de un distinto comportamiento del extractante frente a las dos formas de fosfato.

Para la calibración del método se superpusieron a las curvas de la Figura 9 para cada suelo y fertilizante, las curvas de rendimiento de la pastura con y sin refertilización. En suelos donde la respuesta de las praderas a la fertilización era similar, se promediaron los rendimien-

tos. En la Figura 12 se muestran estas curvas para praderas pardas sobre Cristalino y pardas y arenosas sobre Cretácico, fertilizadas con hiperfosfato. Se tomó como criterio para determinar el nivel de suficiencia del análisis, el que permite obtener un rendimiento del 90% del máximo posible.

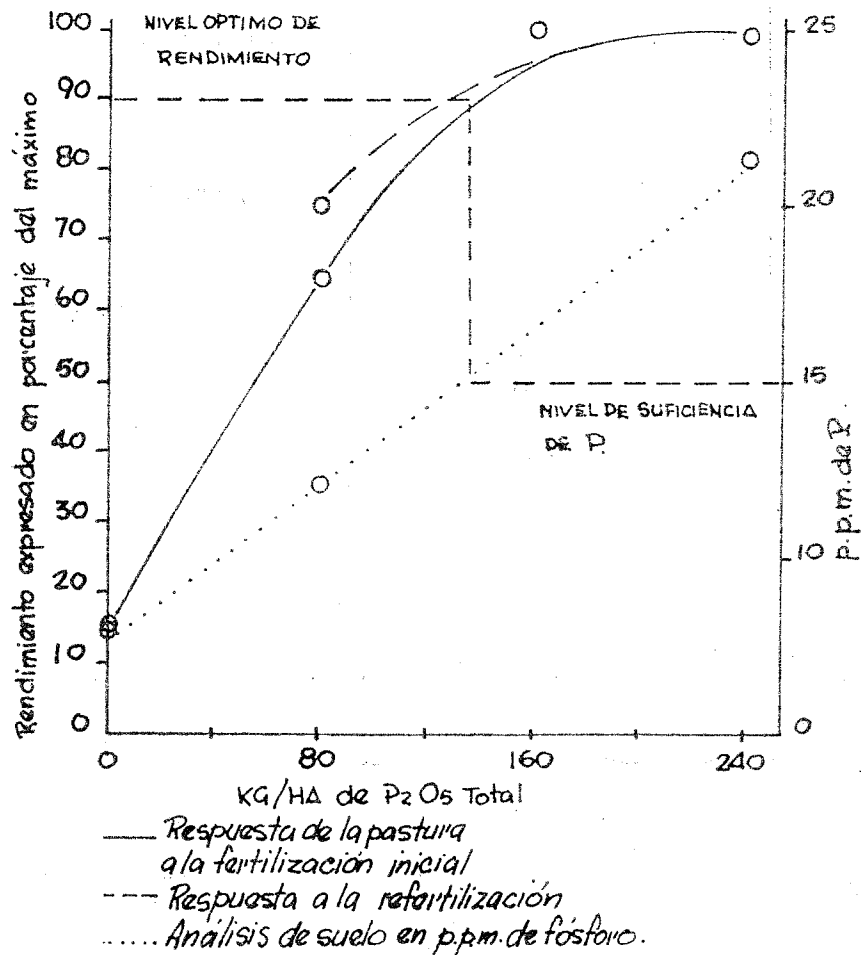


Figura 12. Respuesta de las pasturas en porcentaje del máximo al efecto residual del hiperfosfato y a la refertilización. Datos de análisis de suelo en ppm. P (partes por millón de fósforo) determinado por La Estanzuela.

La cantidad de fertilizante a agregar para llegar al nivel óptimo se puede calcular fácilmente en base al cambio en el dato de análisis por unidad de P₂O₅ agregado. Por ejemplo, en los suelos de la Figura 12, para aumentar una ppm. el valor de análisis hay que agregar 17,3 unidades de P₂O₅ en forma de hiperfosfato. Si se analiza un suelo y se encuentra por ejemplo, 10 ppm de P, para llegar al óptimo que en este caso es 15 ppm se necesitan agregar $(15 - 10) \times 17,3 = 86$ unidades de P₂O₅ por hectárea, lo que equivale aproximadamente a 300 kilogramos de hiperfosfato.

De la manera como se ha realizado esta calibración, se desprende que las recomendaciones basadas en análisis de suelo tendrían que hacerse para un plan de refertilización cada dos años, aunque tal vez será conveniente hacer análisis anuales hasta que se complete la información sobre dosis de mantenimiento. Todavía no existen elementos como para utilizar este esquema de recomendaciones a nivel nacional. Es posible sin embargo, que a corto plazo se cuente en el país con un laboratorio de gran capacidad y facilidades para muestrear los suelos. Como primera etapa se incluyen en el capítulo de recomendaciones los datos de análisis por encima de los cuales no es probable la respuesta al agregado de fosfato.

Fuentes de fósforo en la fertilización de pasturas

Las fuentes de fósforo empleadas en el país para la fertilización de pasturas, son de dos clases:

1) **Superfosfatos.** Son fosfatos solubles que se obtienen a partir de rocas fosfóricas molidas y tratadas con ácidos. Existen dos tipos de este fertilizante: el superfosfato común con un contenido de P_2O_5 de alrededor de 20 % y el superfosfato triple con un contenido de 47 % de P_2O_5 . Las unidades de fosfato de estos dos fertilizantes son igualmente efectivas, difiriendo solamente en la concentración de fósforo. Por lo tanto 100 kgs. de superfosfato común equivalen aproximadamente a 45 kgs. de superfosfato triple.

No es conveniente mezclar estos abonos con las semillas inoculadas.



Una buena pradera de trébol rojo y raigrás, sobre suelos de Fray Bentos, fertilizada con fósforo.

Sin embargo, pueden ser aplicadas inmediatamente antes de la siembra, rastreando o disqueando después de la aplicación del abono. Esta operación equivale a mezclar 400 ó 500 quilos de superfosfato con más de medio millón de quilos de suelo. En estas condiciones difícilmente puede perjudicar al inoculante.

El empleo de superfosfato, aún en forma continuada, no tiene efecto sobre la acidez del suelo, salvo en forma indirecta en algunos suelos ácidos a través del aumento de la materia orgánica del suelo, por una mayor producción de la pastura.

2) **Fosforitas molidas.** Estos fertilizantes se preparan moliendo las rocas fosfóricas. La disponibilidad de fósforo en estos fertilizantes depende del grado de finura de la molienda y del origen de la roca. Por este motivo las rocas fosfatadas sedimentarias son generalmente las únicas que se utilizan para preparar esta clase de fertilizantes siendo los más conocidos los yacimientos del norte de Africa. En estas rocas el fosfato ha cristalizado sobre núcleos de materia orgánica, produciendo cristales pequeños e irregulares, lo que hace que la roca sea micro porosa, aumentando así la superficie de ataque del fosfato por los agentes disolventes del suelo. Los mejores resultados se obtienen mezclando el fertilizante adecuadamente con el suelo.

La eficiencia relativa de estas dos clases de fertilizantes, superfosfatos y fosforitas, varía en los distintos tipos de suelo. Los resultados experimentales de los ensayos de fertilización de pasturas realizados por La Estanzuela permiten dividir los suelos del Uruguay con respecto al comportamiento de estas dos clases de fertilizantes en dos grupos: suelos calcáreos y suelos no calcáreos.

Suelos calcáreos

Este grupo comprende la mayor parte de los suelos agrícolas del país. Son fundamentalmente los suelos derivados de Fray Bentos, Libertad y Calizas de Queguay, además de algunos suelos calcáreos que se encuentran sobre Cristalino y Cretácico, praderas pardas, praderas negras y grumosos sobre Fray Bentos y Libertad, praderas negras y grumosos sobre Calizas de Queguay, Cristalino y Cretácico. En estos suelos la disponibilidad del fósforo de las fosforitas es muy reducida, y habría que hacer aplicaciones sumamente elevadas de estos fertilizantes para implantar y mantener praderas altamente productivas. Esto no se debe exclusivamente al pH de estos suelos, ya que las fosforitas se comportan bien en otros suelos de similar pH, sino a la presencia de calcio en abundancia que disminuye la solubilidad de las fosforitas.

En la Figura 13 se comparan los rendimientos promedios de pra-

deras fertilizadas con dosis crecientes de ambos tipos de fertilizantes en estos suelos.

Como puede apreciarse el empleo de fosforitas en estos suelos no

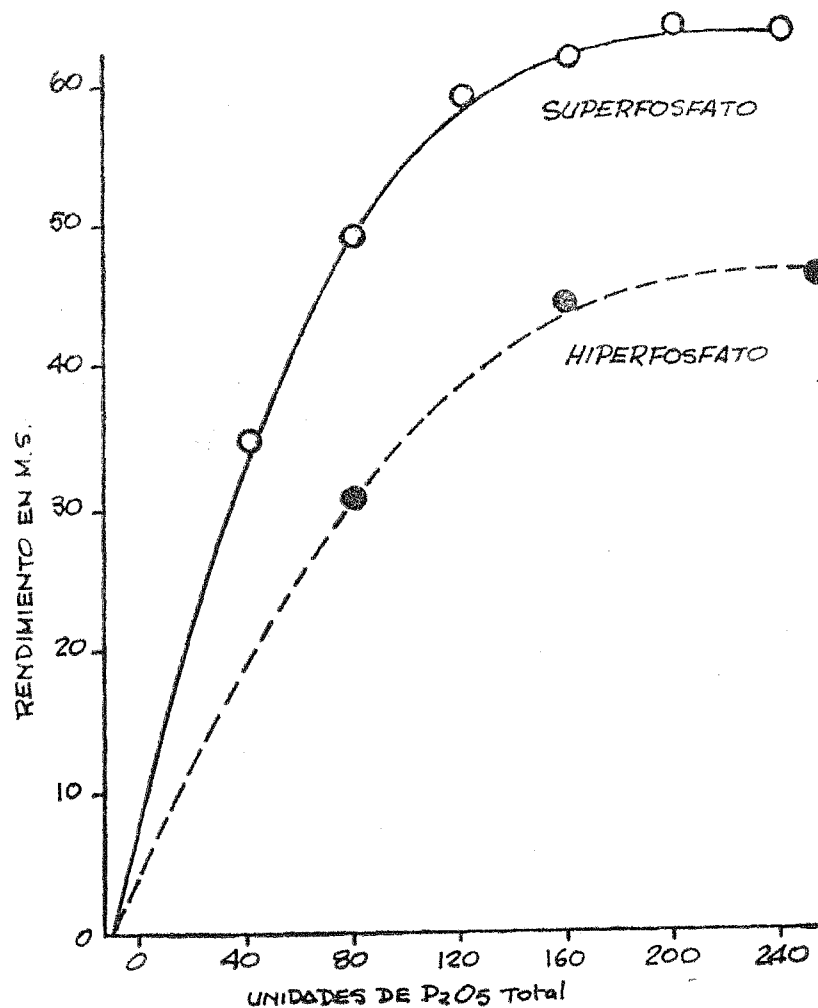


Figura 13. Aumentos de rendimiento de praderas con dosis crecientes de hiperfosfato y superfosfato en suelos calcáreos (promedio de 5 ensayos), expresado en materia seca en porcentaje del testigo.

permite obtener los rendimientos máximos de las pasturas. La fuente de fósforo recomendable es entonces el superfosfato, simple o triple.

Suelos No Calcáreos

Esta clase agrupa los suelos que por haberse desarrollado sobre materiales relativamente pobres en calcio, no lo contienen en cantidades suficientemente elevadas como para interferir con la solubilidad de las fosforitas. Esto no significa que sean deficientes en calcio desde el punto de vista de la nutrición de las plantas.

En este grupo se reúnen suelos, que aunque comportándose similarmente en cuanto a la eficiencia relativa de las fosforitas y el superfosfato, difieren mucho en sus características físicas y químicas. Incluye desde los suelos muy arenosos de Tacuarembó y Rivera, hasta los muy arcillosos de Basalto y desde suelos de pH 5,1 hasta suelos de pH 7. Los dos tipos de fosfato, fosforita y superfosfato, permiten en estos suelos similares rendimientos máximos de las pasturas. La elección del tipo de fertilizantes a emplear depende entonces de la eficiencia relativa y el precio relativo de los fertilizantes.

Para la fertilización de pasturas la eficiencia del hiperfosfato con respecto al superfosfato, medida en fósforo total, se ha estimado en 0,80 en el promedio de varios suelos. Entonces el empleo de hiperfosfato resulta más económico cuando la unidad de P₂O₅ total de hiperfosfato vale menos de 0,80 de la unidad de superfosfato. Para expresarlo en kgs. de fertilizante, como el hiperfosfato tiene aproximadamente 50 % más de concentración de P₂O₅ que el superfosfato común, resulta más económico el uso del superfosfato cuando la tonelada vale menos del 85 % del precio del hiperfosfato.

En los ensayos de La Estanzuela se han incluido además de hiperfosfato, otras dos marcas comerciales de fosforita: Trifos y Multifos. El primero se produce a partir de una fosforita sedimentaria y tiene, de acuerdo a los ensayos de pasturas realizados por La Estanzuela, una eficiencia promedio de 0,95 con respecto a Hiperfosfato, es decir, que para ser económica debe valer por lo menos, un 5 % menos. Multifos es menos eficiente, y para que su empleo sea recomendable, debería costar por lo menos de 15 a 20 por ciento menos que el Hiperfosfato.

En la práctica puede considerarse que el Trifos es aproximadamente igual al Hiperfosfato y usar las mismas dosis como equivalentes

y en el caso de Multifos, aumentar las dosis recomendadas para Hiperfosfato en por lo menos, un 20 %. En chacras sucias y en siembras realizadas en condiciones desfavorables de humedad o época, no debe emplearse Multifos, debido a la lenta disponibilidad para las plantas.



Campo natural fertilizado con fósforo, con gran desarrollo de trébol carretilla.

Frecuencia de las refertilizaciones

No existen todavía resultados concluyentes sobre cual debe ser la frecuencia de aplicación de fosfatos para una utilización óptima de los fertilizantes.

Los resultados experimentales disponibles hasta el momento permiten sin embargo, formular algunas recomendaciones en este sentido.

Se ha encontrado que el superfosfato se inmoviliza continua y rápidamente desde su aplicación en suelos no calcáreos, mientras que las fosforitas aumentan su valor de "fósforo asimilable" Bray 1, durante un periodo más o menos largo, que depende de la cantidad aplicada, y después disminuye. En la Figura 14 se observa la variación de los valores de "fósforo asimilable" a través del tiempo, para dos fuentes de fósforo en un suelo no calcáreo sobre Cristalino. Los datos provienen de un ensayo de fertilización de campo natural donde se aplicaron distintas dosis de superfosfato e hiperfosfato en 1963. Las dosis de superfosfato fueron de 600 y 1.200 kilos por hectárea y de hiperfosfato de 1.000 y 2.000 kilos por hectárea.

Estos datos de análisis sugieren que el efecto residual del hiperfosfato es superior al del superfosfato en estos suelos, confirmando los resultados de rendimiento de forraje obtenidos en este ensayo.

Contrariamente, en suelos calcáreos, el efecto residual del superfosfato es bastante marcado, no siendo necesario refertilizar al 2º año cuando se han aplicado en la siembra dosis de 400 kilos por hectárea. Aplicando hiperfosfato en dosis iniciales de 800 kilos por hectárea se encuentra respuesta en estos suelos a refertilizaciones al año siguiente.

Resumiendo:

1) En suelos no calcáreos el hiperfosfato se puede aplicar en dosis iniciales elevadas de hasta 1 tonelada por hectárea, siendo en este caso su efecto tanto o más eficiente que cuando se fracciona la dosis. Esta aplicación es suficiente para por lo menos 7-8 años de pastura. No es conveniente sin embargo, sobrepasar esta dosis, ya que se han constatado caídas de rendimiento con aplicaciones más elevadas.

En estos suelos el superfosfato debe emplearse en aplicaciones anuales.

2) En suelos calcáreos el superfosfato puede utilizarse en apli-

caciones cada 2 años, aunque no existen problemas en aplicaciones anuales, siempre que la dosis inicial sea suficientemente alta como para permitir una buena implantación.

Las fosforitas son muy poco eficientes en suelos calcáreos, pero en caso de usarse, deben hacerse aplicaciones anuales.

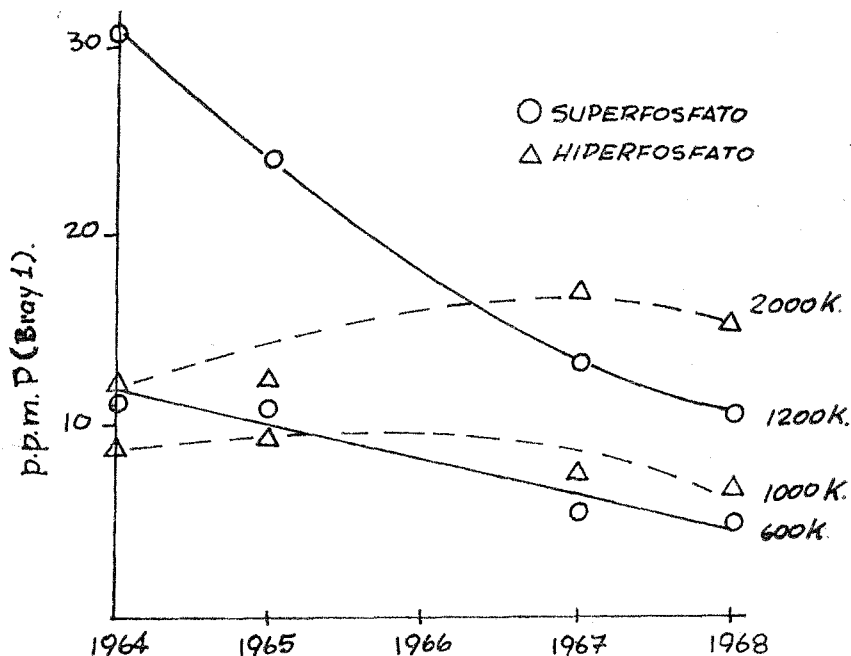


Figura 14. Efecto residual de una dosis única de fertilizante aplicada en 1963 a través de los años, determinado en La Estanzuela.

Recomendaciones para distintos suelos

Las recomendaciones están referidas a superfosfato e hiperfosfato. Esto se ha hecho para simplificar las recomendaciones y desde luego no excluye el uso de otras fuentes de fósforo tomando en cuenta las equivalencias indicadas en el capítulo II. La ubicación de las zonas para las cuales se formulan recomendaciones, se encuentra en la Figura 15.

1. Suelos sobre Libertad (praderas pardas, praderas negras, grumosoles y planosoles). Estos suelos están muy extendidos en el sur del país, sobre todo en los departamentos de Colonia, San José y Canelones. Las recomendaciones para estos suelos se hacen extensivas a los suelos negros y profundos de las zonas de Cristalino, que se han desarrollado sobre un material similar a Libertad.

Son suelos agrícolas y en estas áreas las pasturas naturales son escasas, por lo tanto las recomendaciones se hacen solamente para praderas convencionales.

Tipo de fertilizante: superfosfato común o triple.

Dosis de implantación: 400 kg/há. de superfosfato común.

Refertilización: dos años después de la siembra 200 kg/há. de superfosfato común.

No es probable la respuesta a la aplicación de fosfatos cuando los resultados de análisis Bray 1 sean superiores a 13 partes por millón de fósforo (13 ppm P).

2. Suelos sobre Fray Bentos. Estos suelos se encuentran en el sur oeste y litoral oeste del país, principalmente en los departamentos de Colonia, Soriano, Río Negro y Paysandú. Se formulan también recomendaciones sólo para praderas convencionales.

Son suelos fértiles que se dedican en un alto porcentaje a la agricultura. Se incluyen en esta agrupación los suelos negros que se desarrollan sobre materiales calcáreos de Cretácico y Calizas de Queguay.

Tipo de fertilizante: superfosfato común o triple.

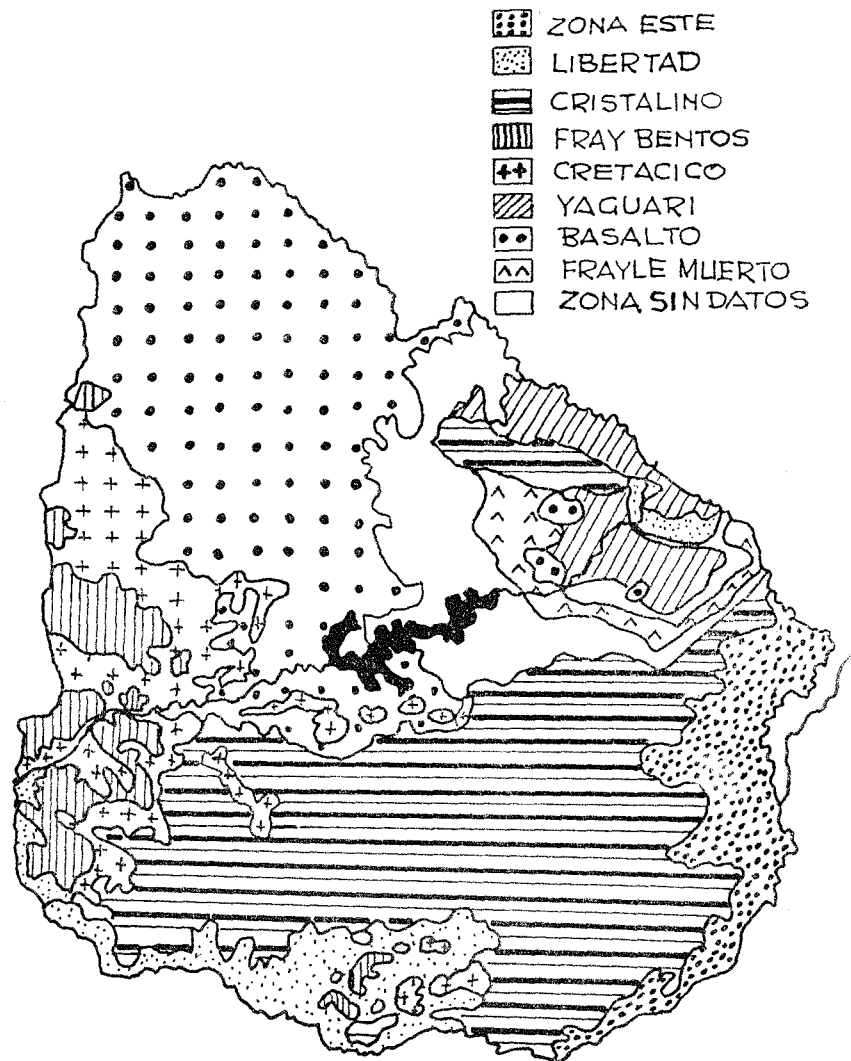


Figura 15. Zonas donde se encuentran los suelos para los cuales se dan recomendaciones.

Dosis de implantación: 400 kgs/há. de superfosfato común.

Refertilización: dos años después de la siembra 200 kg/há. de superfosfato común.

No es probable la respuesta a la aplicación de fosfatos cuando los resultados de "fósforo asimilable" Bray 1 indiquen más de 23 partes por millón de fósforo (23 ppm P).

3. **Suelos sobre Cristalino.** Esta agrupación incluye suelos superficiales y las praderas pardas desarrolladas sobre rocas cristalinas. Estos suelos están situados en los departamentos de Colonia, Soriano, Flores, San José, Florida, Durazno, Maldonado, Lavalleja, Treinta y Tres, Rocha y Rivera. Son poco aptos para cultivos agrícolas, aunque algunas praderas pardas pueden cultivarse en rotación con pasturas.

Tipo de fertilizante: fosforitas o superfosfatos.

Recomendaciones:

A. Praderas convencionales.

- 1) **Fosforitas:** 300 kg/há. de hiperfosfato en la siembra y refertilizaciones cada dos años con 300 kg/há.

Existen evidencias de efecto depresivo cuando se llega a aplicaciones de fosfatos mayores de 1 ton/há. por lo que se recomienda no sobrepasar esta dosis.

- 2) **Superfosfatos:** 500 kg/há. de superfosfato común en la siembra y refertilizaciones con 200 kg/há. cada 2 años.

B) Campo natural, zapatas y siembra en cobertura

- 1) **Fosforitas:** Existen evidencias experimentales que indican que es más efectiva una aplicación masiva que aplicaciones fraccionadas. Se pueden utilizar dosis iniciales elevadas de hasta 1.000 kg/há. y no refertilizar hasta 7 u 8 años por lo menos, o fraccionar esta dosis de acuerdo a las posibilidades.

- 2) **Superfosfatos:** Se recomiendan aplicaciones anuales de 300 kgs./há.

Los niveles de "fósforo asimilables" Bray 1 que indican suficiencia de fósforo son 12 partes por millón de fósforo (12 ppm P) cuando se ha fertilizado con fosforitas y 24 partes por millón de fósforo (24 ppm P) cuando se ha fertilizado con superfosfato.

4. **Suelos sobre Cretácico.** En esta agrupación se incluyen las praderas pardas y los suelos arenosos desarrollados sobre este material geológico.

Son suelos de fertilidad bastante baja y en algunos de ellos se sospechan deficiencias de otros nutrientes además de fósforo. Sin embargo, es posible implantar praderas altamente productivas en la mayoría de estos suelos, solamente con el agregado de fosfatos.

Recomendaciones: Estos suelos se han comportado en los ensayos de campo y en los análisis de laboratorio en forma similar a los suelos sobre Cristalino, por lo que se pueden aplicar las mismas recomendaciones de fertilización y los mismos niveles de suficiencia.

5. **Planosoles y Praderas Planosólicas de la Zona Este**

Estos suelos comprenden la mayor parte de la zona llana arroce-
ra de los departamentos de Treinta y Tres y Rocha.

Son suelos muy lavados, de color claro que presentan una capa arcillosa impermeable a 30 ó 40 cm. de profundidad.

Presentan malas características de estructura y baja fertilidad, pero a pesar de esto, las praderas convencionales, así como las siembras en cobertura o zapata se implantan muy fácilmente y resultan de alta productividad. Esto es debido probablemente a las características climáticas de la zona, ya que lo mismo ocurre en los demás suelos del área.

Las exigencias de fertilizante son algo mayores que en otros suelos del país.

Recomendaciones:

A. **Praderas convencionales**

- 1) **Fosforitas:** Se debe llegar a niveles de 650 kg/há. de hiperfosfato. Es conveniente hacer esta aplicación antes de la siembra, pero por razones económicas puede fraccionarse, haciendo la segunda aplicación a fines del verano siguiente a la siembra. Refertilizaciones cada dos años con 300 kg/há. de hiperfosfato.
- 2) **Superfosfatos:** Se debe llegar a niveles de 1.000 kg/há. de superfosfato común. Como en el caso anterior, esta aplicación puede fraccionarse. Refertilizaciones anuales con 200 kg/há. de superfosfato común.

B. **Siembras con zapatas o en cobertura.** Las mismas recomendaciones que para praderas convencionales.

C. **Campo natural.** Siendo la implantación de leguminosas por medio de cobertura o zapatas tan segura en estos suelos, no se recomienda la fertilización de estos campos sin el agregado de semillas de leguminosas.

No es probable la respuesta a la fertilización, cuando los valores de análisis arrojan cifras superiores a 13 ppm P, Bray 1.

6. **Gley húmicos de la Zona Este.** Son suelos negros, muy ricos en materia orgánica y bien provistos de humedad. Ocupan áreas importantes en el departamento de Rocha. Presentan frecuentemente un tapiz rico en leguminosas (babosita) dando por ese motivo respuestas espectaculares a la aplicación de fosfatos. En ensayos realizados por La Estanzuela en Rocha se han constatado aumentos de rendimiento de más de 500 %.

Recomendaciones:

A. **Praderas convencionales**

- 1) **Fosforitas:** 350 kg/há. de hiperfosfato y refertilización cada dos años de 200 kg/há.
- 2) **Superfosfatos:** 400 kg/há. de superfosfato común en la siembra y refertilizaciones cada dos años de 200 kg/há.

B. **Siembras en cobertura.** Las praderas obtenidas por este método resultan en estos suelos tanto o más productivas que las praderas convencionales.

- 1) **Fosforitas:** 450 kg/há. de hiperfosfato y refertilizaciones cada dos años de 250 kg/há.
- 2) **Superfosfato:** 500 kg/há. de superfosfato común en la siembra y refertilizaciones cada dos años de 300 kg/há.

C. **Campo natural.** Igual que para praderas convencionales.

Un valor de 15 ppm P, Bray 1, indica suficiencia de fósforo en el suelo, si el fertilizante empleado fue superfosfato.

7. **Praderas Pardas sobre Yaguari.** Están distribuidas en el noreste y este del departamento de Tacuarembó y noroeste de Melo en Cerro Largo. Son suelos de color pardo claro, bastante livianos y contenido bajo de materia orgánica.

Recomendaciones:

A. Praderas convencionales

- 1) **Fosforitas:** 350 kg/há. de hiperfosfato, en la siembra y refertilizaciones cada dos años de 250 kg/há.
- 2) **Superfosfatos:** 400 kg/há. de superfosfato común en la siembra y refertilizaciones cada dos años de 300 kg/há.

Todavía no existen datos sobre fertilización de campo natural, e implantación de leguminosas con zapatas o coberturas. Como primera aproximación, podrían utilizarse para siembra en cobertura y zapatas las mismas recomendaciones que para praderas convencionales. Para la fertilización de campo natural se podrían reducir estas dosis.

8. **Grumosoles Grises sobre Fraile Muerto.** Estos suelos están ubicados en las laderas altas de los campos ubicados sobre la formación Fraile Muerto.

Presentan un microrelieve característico, en forma de olas o costillas. En las partes altas de este microrelieve el suelo presenta un color grisáceo claro y el pasto en estas partes amarillea antes en los periodos de seca, mientras las depresiones entre dos costillas corresponden a un suelo negro profundo.

Aunque se sospecha en ellos la deficiencia de algún micronutriente, son suelos fértiles donde con el agregado de fosfato solamente se obtienen praderas de alto rendimiento.

Para estos suelos, sólo existe información experimental para formular recomendaciones en praderas convencionales.

Recomendaciones:

A. Praderas convencionales

- 1) **Fosforitas:** 300 kg/há. de hiperfosfato y refertilizaciones cada dos años de 200 kg/há.
- 2) **Superfosfatos:** 400 kg/há. de superfosfato común en la siembra y refertilizaciones cada dos años de 200 kg/há.

9. **Zona de Basalto.** Es una zona muy extensa que cubre la casi totalidad de los departamentos de Artigas y Salto, y parte de Paysandú, extendiéndose hacia el centro del país hasta el departamento de Durazno y hacia el oeste de Rivera y oeste y suroeste de Tacuarembó.

La mayoría de los suelos de esta zona son muy superficiales, existiendo áreas extensas donde prácticamente no existe suelo, aflorando a la superficie la "piedra mora" o basalto. Debido a esto, los campos sobre estos suelos son muy poco productivos en verano, y sólo es posible aumentar su productividad en invierno con fertilización y siembra en cobertura o zapata.

Los suelos profundos de la zona son pesados, negros y muy arcillosos. Se ha encontrado en algunos sitios de esta zona, respuesta a potasio, azufre y molibdeno. Hasta el momento no ha sido posible separar zonas con estas deficiencias o asociar éstas a otra característica fácilmente reconocible de los suelos. Por otra parte, aún en los sitios deficientes en esos nutrientes, las leguminosas pueden implantarse bien y los rendimientos de forraje aumentarse solo con el agregado de fósforo.

Recomendaciones:

A. **Praderas convencionales.** Solo pueden establecerse en los suelos profundos.

- 1) **Fosforitas:** 400 kg/há. de hiperfosfato en la siembra y refertilizaciones a los dos años con 200 kg/há.
- 2) **Superfosfatos:** 500 kg/há. de superfosfato común y refertilizaciones cada dos años con 300 kg/há.

B. **Siembras en cobertura, zapatas y campo natural en suelos superficiales**

- 1) **Fosforitas:** 400 kg/há. de hiperfosfato en la siembra y una refertilización a los dos años con 300 kg/há.
- 2) **Superfosfatos:** 400 kg/há. de superfosfato común en la siembra y dos refertilizaciones anuales de 200 kg/há.

Se agradece a:

Los productores por su entusiasta colaboración en la concesión del terreno, preparación del suelo e instalación de alambrados para la realización de los experimentos.

Quimur S. A. por la financiación de este Boletín de Divulgación.

La Sra. Mirian Ernst de Alcaire por la recopilación de los datos con los cuales se ha preparado el mapa de contenido en fósforo asimilable de distintas zonas del país.
