

T. 1765

UNIVERSIDAD DE LA REPUBLICA  
FACULTAD DE AGRONOMIA

FACULTAD DE AGRONOMIA



DEPARTAMENTO DE  
DOCUMENTACION Y  
BIBLIOTECA

EFFECTOS DEL ENCALADO, FERTILIZACION  
Y REFERTILIZACION FOSFATADA EN  
ALFALFA (3ER. AÑO)

por

*Daniel DEAMBROSIS FARINA*

TESIS presentada como uno  
de los requisitos para ob  
tener el título de Inge  
niero Agrónomo (Orientación  
Agrícola-Ganadera)

Montevideo

URUGUAY

1986

*Calif. 4*

Página de aprobación

Director: Antonio Mallarino  
Nombre completo y firma

Omar Casanova  
Nombre completo y firma

Jorge Arrieta  
Nombre completo y firma

Fecha: \_\_\_\_\_

Autor: Daniel DEAMBROSIS FARINA *Daniel Deambrosis*  
Nombre completo y firma

AGRADECIMIENTOS

Deseo expresar mi agradecimiento, a las siguientes personas, que colaboraron para que este trabajo pudiera culminarse:

*Sr. Rubí Denes de Souza (ausente)*

*Sra. Leticia Martínez*

*Ing. Agr. Antonio Mallarino*

*Ing. Agr. Omar N. Casanova*

TABLA DE CONTENIDO

	<u>Página</u>
PAGINA DE APROBACION.....	II
AGRADECIMIENTOS.....	III
LISTA DE CUADROS Y GRAFICAS.....	VI
I. <u>INTRODUCCION Y OBJETIVOS</u> .....	1
II. <u>REVISION BIBLIOGRAFICA</u> .....	2
II.1. ACIDEZ DEL SUELO.....	2
II.1.1. <u>Crecimiento de las plantas y acidez</u> .....	2
II.1.2. <u>Elementos tóxicos</u> .....	3
II.1.2.a. Aluminio.....	3
II.1.2.b. Manganeso.....	3
II.1.3. <u>Acidez y Nodulación</u> .....	4
II.2. FOSFORO.....	5
II.2.1. <u>Reacción del Fósforo con el suelo</u> .....	5
II.2.2. <u>Fósforo inicial y Refertilización</u> .....	6
II.2.3. <u>Efecto del Fósforo sobre la composición botánica</u> .....	7
II.3. ENCALADO.....	8
II.3.1. <u>Eliminación del efecto tóxico del Al y Mn</u> .....	8
II.3.2. <u>Efecto del Ca y otros cationes</u> ....	9
II.3.3. <u>Efectos secundarios del encalado</u> ..	10
II.3.4. <u>Efecto residual del encalado</u> .....	10
II.4. EFECTO DE LA INTERACCION CAL-FOSFORO.....	11
II.5. COMPOSICION QUIMICA DE LAS PLANTAS.....	12
II.5.1. <u>Fósforo</u> .....	14
II.5.2. <u>Nitrógeno</u> .....	15
II.5.3. <u>Potasio</u> .....	15

Página

III.	<u>MATERIALES Y METODOS</u> .....	17
III.1.	UBICACION DEL ENSAYO.....	17
III.2.	CARACTERISTICAS DEL SUELO.....	17
III.3.	TRATAMIENTOS Y DISEÑO EXPERIMENTAL.....	18
III.4.	ESTUDIO DE LA REFERTILIZACION.....	18
III.5.	TRABAJOS DE CAMPO.....	19
III.6.	TRABAJOS DE LABORATORIO.....	20
	III.6.1. <u>Análisis de suelo</u> .....	20
	III.6.2. <u>Análisis Vegetal</u> .....	20
III.7.	ANALISIS ESTADISTICO.....	21
IV.	<u>RESULTADOS Y DISCUSION</u> .....	22
IV.1.	EFFECTO DE LOS TRATAMIENTOS INICIALES SOBRE LA PRODUCCION DE MATERIA SECA.....	22
	IV.1.1. <u>Efecto residual de la fertiliza-</u> <u>ción con fósforo</u> .....	22
	IV.1.2. <u>Efecto residual del encalado</u> .....	25
	IV.1.3. <u>Efecto de la interacción Cal</u> <u>por P inicial</u> .....	26
IV.2.	EFFECTO REFERTILIZACION CON P SOBRE LOS RENDIMIENTOS.....	28
IV.3.	ANALISIS DE LA COMPOSICION QUIMICA DE LAS PLANTAS.....	33
	IV.3.1. <u>Efecto tratamientos sobre la</u> <u>composición química de las plantas</u> .....	33
	IV.3.1.a. Porcentaje de fósforo...	33
	IV.3.1.b. Rendimiento de fósforo..	34
IV.4.	EFFECTO EN LOS ANALISIS DE SUELOS.....	36
V.	<u>CONCLUSIONES</u> .....	38
VI.	<u>APENDICE</u> .....	39
VII.	<u>BIBLIOGRAFIA</u> .....	66

LISTA DE CUADROS Y GRAFICAS

<u>Cuadro N°</u>		<u>Página</u>
1	Análisis de Varianza de los rendimientos totales de materia seca mezcla (MSM) y alfalfa pura (AP) de las parcelas no refertilizadas (Datos originales Cuadros Nos. 11 al 14 del Apéndice).....	23
2	Rendimientos promedios de cada corte y total según los tratamientos iniciales de fósforo de las parcelas no refertilizadas (Datos originales Cuadros Nos. 1 al 10 del Apéndice)...	24
3	Resultado de la significación de los Anava por corte y total para materia seca mezcla y alfalfa pura en las parcelas no refertilizadas (Datos originales en el Apéndice, Cuadros Nos. 11 al 14).....	25
4	Rendimiento total de materia seca mezcla y de alfalfa pura obtenido en los diferentes niveles de cal para los tres cortes y suma de cortes.....	26
5	Rendimiento de M.S./Mezcla para cada nivel de cal para las dosis de P inicial (sin refertilizar).....	26
6	Rendimiento MS alfalfa pura para cada nivel de cal para las dosis de P inicial (sin refertilizar).....	28
7	Resultado de los análisis de varianza para los rendimientos totales de MS mezcla y alfalfa pura.....	30

Cuadro N°Página

8	Porcentaje de Fósforo en cada corte y promedio, para los distintos tratamientos.....	33
9	Fósforo Total Absorbido (kg/ha) para los distintos tratamientos de caliza, P inicial y refertilización.....	35
10	Fósforo disponible (Bray N° 1) en el suelo en el momento de la refertilización (29/9/80). Parcelas refertilizadas. Datos en ppm.....	36

Gráfica N°

1	Rendimiento total M.S. para dosis iniciales de fósforo aplicado (parcelas no refertilizadas).....	22
2	Rendimiento total alfalfa pura para dosis iniciales de fósforo aplicado (parcelas no refertilizadas).....	22
3	Rendimiento total de M.S. para dosis iniciales de P y Cal agregada.....	27
4	Rendimiento de Materia Seca de alfalfa para cada nivel de cal para dosis de P inicial.....	27
5	Efecto de la refertilización sobre el rendimiento total de MS mezcla para los niveles iniciales de P aplicado.....	29

Gráfica N°Página

6	Efecto de la refertilización sobre el rendimiento de MS alfalfa pura para los niveles iniciales de P aplicado .....	29
7	Efecto de la refertilización sobre el rendimiento total de MS mezcla, para cada nivel de cal.....	31
8	Efecto de la refertilización sobre el rendimiento total de alfalfa pura para cada nivel de cal.....	31
9	Rendimiento total de MS mezcla para cada nivel de cal según las dosis iniciales de P aplicado.....	31
10	Rendimiento total de alfalfa pura para cada nivel de cal según las dosis iniciales de P aplicado (parc.refertilizadas).....	32

## I. INTRODUCCION Y OBJETIVOS

La alfalfa (*Medicago sativa*) es una leguminosa forrajera de muy alto potencial productivo y alta calidad. En el país se cultiva sobre todo en la zona sur y suroeste, particularmente asociada a la producción lechera, ya que se puede usar como pastoreo de verano y/o también para la producción de heno para suplementar al ganado en invierno.

En contradicción con lo anterior se ha observado en la última década un descenso de la producción y del área sembrada de esta leguminosa. Las causas pueden haber sido varias: problemas de manejo, falta de variedades adaptadas, aparición de enfermedades, deficiencias de nutrientes, suelos en los que se cultiva.

Algunos de los suelos de la zona sur, que es la mayor área sembrada, son suelos tipo brunosoles, vertisoles o planosoles, moderadamente a fuertemente ácidos. La alfalfa es reconocida como la más sensible a la acidez de las leguminosas forrajeras de zonas templadas. Así también los suelos del país son de bajo contenido en fósforo y esta leguminosa tiene requerimientos muy altos en dicho nutriente. También existe una interrelación entre la acidez del suelo y la respuesta al fósforo, derivada de la retención del fósforo en suelos ácidos.

El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto residual del encalado y la fertilización fosfatada inicial luego de dos años de aplicados y el efecto de la refertilización en un cultivo de alfalfa instalado en un Vertisol de pH 5,8 del sur del país. El trabajo se enmarca dentro de un proyecto más general de la Cátedra de Fertilidad de Suelos que incluye otros años de evaluación y otros suelos.

## II. REVISION BIBLIOGRAFICA

Los factores más importantes que intervienen negativamente en el desarrollo de las leguminosas son: el nivel de acidez de un suelo y la disponibilidad de fósforo.

### II.1. ACIDEZ DEL SUELO

#### II.1.1. Crecimiento de las plantas y acidez

La mayoría de los investigadores han encontrado una respuesta positiva en la producción de alfalfa cuando aumenta el pH del suelo. Aunque no se han encontrado límites fijos de pH óptimos para el crecimiento de las plantas; Brown (1961) y Woodruff (1967) citados por Rhikerd y Overdahl (1972), encontraron un rango de 6.5 a 7.5 y Fasbender (1975) encontró un rango más amplio de 6:2 a 7:8; además Heylar y Anderson (1971) encontraron que 5:2 era el pH crítico para el crecimiento de la alfalfa.

Según Munns (1965), el problema del efecto de la acidez se debe a factores tóxicos, él encontró cultivando en un medio hidropónico con valores de 4 a 5 de pH, que la alfalfa se desarrollaba normalmente en ausencia de factores tóxicos en el medio.

Black (1975), asocia estos factores tóxicos de los suelos con una disminución de la absorción radicular por menor crecimiento. Al disminuir el pH tenemos Al y Mn intercambiables y también alta concentración de iones H en la solución externa, lo que nos afectaría a la disponibilidad de fósforo, problemas en la nodulación y menor absorción en las raíces por alteraciones irreversibles de las células.

Según Kamprath (1977), habría una relación directa entre el contenido de materia orgánica y pH sin Al ni Mn intercambiables, es decir el pH por debajo del cual aparecen el Al y Mn intercambiables depende de la materia orgánica.

### II.1.2. Elementos tóxicos

II.1.2.a. Aluminio. En el Uruguay, la toxicidad por Al se puede dar por su presencia en el suelo, sobre todo en suelos lixiviados y desaturados del Norte del País (Mallarino y Col. 1978); y no se ha encontrado toxicidad en suelos ácidos de uso agrícola del Sur, debido a su ausencia del suelo.

Según Black (1975), la toxicidad del Al viene asociada a una inhibición del crecimiento radicular.

Munns (1965), observó toxicidad, si la solución del suelo contenía entre 10 a 100 micromoles de Al, en este caso se produce una deficiencia indirecta de P, ya que se produce atrofia de raíces y por consiguiente menos absorción, menos circulación de la savia y menor crecimiento de las plantas.

En la interacción P y Al inciden: nivel de Ph, disponibilidad de P y el contenido en Al intercambiable. Pero la forma de interacción entre estos elementos todavía no es bien conocida, por la dificultad de ajustar una técnica para poder estudiar la importancia relativa de la toxicidad del Al separado de la deficiencia de P y viceversa.

Black (1975), nos informa que para estudiar las interacciones, la única forma es a través de la respuesta vegetal.

II.1.2.b. Manganeso. Su contenido es variable, tanto en planta como en el suelo.

Rhykerd y Overdahl (1972), encontraron contenidos de 300 a 500 microgramos/gr de peso seco sin encontrar síntomas de toxicidad y sí, sí, contenían más de 1000 micr./gr de peso seco.

El efecto del manganeso, es parecido al del Al, su concentración aumenta a medida que el pH desciende y se acentúa su efecto por condiciones reductoras. La diferencia con el Al, es que la toxicidad del Mn no disminuye con el agregado de fósforo.

La materia orgánica afecta el contenido de Mn en el suelo complejeándolo sin importar el pH y el estado del elemento.

### II.1.3. Acidez y Nodulación

Se conoce de la relación que hay entre rendimiento de las leguminosas y la acidez del suelo, y también la nodulación y la fijación de nitrógeno atmosférico.

Las cepas de *Rhizobium meliloti* dejan de actuar con la acidez del suelo y el límite inferior es de pH 5.0.

En el momento en que el pH es decisivo, en la nodulación con *Rhizobium*, es en los momentos iniciales del desarrollo de las plantas, ya que la infección se produce durante el crecimiento juvenil de las raíces y la formación de nódulos, y los rendimientos posteriores están directamente relacionados con la presencia de nódulos.

Según Munns (1970), para la inoculación de la alfalfa, es decir para la infección de la planta con *Rhizobium*, también dependía del pH y del Ca, en ese momento, el número de nódulos aumentaba de 1 a 10 con un pH de 4.9 a 6.0 Después de la nodulación, si baja el pH no tiene efectos nocivos.

## II.2. FOSFORO

El fósforo en el Uruguay, es uno de los nutrientes más limitantes ya que su contenido en el suelo es bajo y en particular esta deficiencia se nota más en el cultivo de las leguminosas, ya que son altamente exigentes en dicho nutriente.

### II.2.1. Reacción del fósforo con el suelo

El fósforo es de baja solubilidad en el suelo, según Castro (1978) su concentración en la solución, puede variar de 0.3 a 1.0 ppm.

Respecto a la respuesta a la fertilización con P, depende principalmente del nivel inicial de P y en menor lugar a los tipos de suelos.

La respuesta al fertilizante depende de

	Adsorción
Fijación	Precipitación
	Sust. Isomórfica
Retención	

Referente a la fijación del nutriente o formas no disponibles, pueden ser provocadas por:

**Adsorción:** Intercambio aniónico en el cuál el P y otros aniones compensan cargas positivas causadas por bajos pH.

**Precipitación:** ocurre cuando los iones P encuentran iones Al, Fe y Ca en la solución del suelo y forman compuestos con el ácido fosfórico insolubles.

Black (1975), encontró que el por

centaje de P de un suelo aumenta con un aumento de arcilla, eso ocurre a otras condiciones del suelo constantes. Así también Poms (1976), encontró que las arcillas del tipo 1:1 son más fijadoras que las del tipo 2:1.

También Robertson y Col. (1954), determinaron que suelos con muchos sesquióxidos fijaban más P y el encalado los reducía.

Tenemos que a pH bajos el P está en forma inorgánica, pero con el agregado de un poco de caliza obtenemos P soluble y si continúa el agregado de caliza, se puede llegar a un efecto no deseado que es la formación de fosfatos de Ca poco solubles.

Según J.A. Díez (1979), citado por Antonaccio, G y Cremona, S. (1980) el P tiene una capacidad tampón que depende de arcilla, Fe y Al intercambiables y pH del suelo.

### II.2.2. Fósforo inicial y Refertilización

La efectividad del fertilizante agregado, depende de cómo es adsorbido por la fase sólida del suelo. Esta, al principio es rápida y luego más lenta dependiendo de la temperatura y el contenido de agua en el suelo.

Según Castro y Col. (1978), existe una relación directa entre P agregado y P disponible en el suelo. La relación directa se dió hasta el agregado de 160 unidades de  $P_2O_5$ .

En consecuencia el efecto residual, lo determina la composición mineral y las propiedades químicas del suelo y de los fertilizantes.

Según Wells y Park (1961), en un experimento encontraron que luego de 4 años, la mayor absorción de P se daba en los primeros 2.5 cm de suelo, ésto demostraba que la pérdida del valor

residual, no se debía al movimiento en profundidad.

En 1979 Bianco y Loza, estudiando el efecto residual de P en un segundo año de alfalfa, encontraron que el mismo en cuanto a producción es dependiente del nivel inicial a dosis bajas (60 U de  $P_2O_5$ /ha) e independiente de la fertilización inicial a dosis superiores. Las diferencias observadas entre los tratamientos, se debe al efecto residual y estaría dada por una mejor implantación, mayor porcentaje de plantas y una mayor sobrevivencia invernal.

Referente a la refertilización, Sey y Weeks (1955), dicen que el otoño es la mejor época para esto, ya que las plantas sobreviven mejor el invierno.

Según Castro y Col. (1978), la eficiencia del P agregado es lineal hasta la máxima adsorción de P del suelo (100 kg/ha de P en este suelo) y el agregado por encima se perdería por reacción con el suelo. Ellos concluyeron que en un suelo con baja retención de P, se debería aplicar P inicial hasta la capacidad máxima de adsorción, y por la pérdida del valor residual se deberá refertilizar para reponerla.

También Mac Lachlan y Norman (1964), haciendo varios estudios, concluyeron que en suelos con baja respuesta la aplicación única es mejor, y en suelos con alta respuesta la aplicación fraccionada es mejor.

### II.2.3. Efecto del Fósforo sobre la composición botánica

Su importancia radica en que influye directamente en la calidad del forraje obtenido, su producción y el comportamiento de los animales cuando se les suministra dicho forraje.

A estos efectos, un trabajo de Terrime y Col. (1979), trabajando en animales con malezas, alfalfa enmalezada y alfalfa con herbicida; en ese orden fueron los resultados obtenidos, en cuanto a consumo y digestibilidad.

La calidad de la alfalfa, se incrementa con fertilización fosfatada, debido a que aumenta el contenido en almidón, proteína y grasas. Pero también el P favorece el desarrollo inicial y mantenimiento de la población.

Referente a mezclas de gramíneas y leguminosas, se aumenta la habilidad de la leguminosa con el agregado de P. Por lo tanto en base a una fertilización fosfatada, se puede manejar una pradera, en el sentido de si se quiere con más o menos porcentaje de leguminosas.

## II.3. ENCALADO

### II.3.1. Eliminación del efecto tóxico del Al y Mn

El agregado de cal para eliminar la acidez del suelo, o para aumentar el pH a niveles donde puedan crecer las plantas a cultivar, ha sido una práctica muy común desde hace muchos años.

La principal acción de encalar es a través de la neutralización de la acidez, actuando también aportando Ca y Mg que van a sustituir al Al y Mn, los cuales forman complejos insolubles debido a los abundantes iones oxidrilos en la solución del suelo.

Hourigan et al (1961), trabajando con alfalfa encalando distintas capas del suelo; lograron un rendimiento cercano al máximo, encalando la capa superficial. No así, cuando se encalaba sólo el subsuelo, a excepción de que la capa superficial fuera de poco espesor.

Referente a la época de aplicar la enmienda calcárea, es conveniente hacerla con suficiente anticipación, para lograr un efecto adecuado a la implantación del cultivo.

### II.3.2. Efecto del Ca y otros cationes

El Ca en los vegetales cumple una función muy importante en los mecanismos de selectividad y absorción de cationes a nivel de las raíces. Según Black (1975), Lund (1970) y Tisdale y Nelson (1966).

Separadamente del pH, el Ca tiene un efecto particular, Munns (1965), aplicando enmiendas con  $\text{CaCO}_3$  y  $\text{K}_2\text{CO}_3$  encontró lo siguiente: a bajas dosis no hay diferencias pero a altas concentraciones el  $\text{CaCO}_3$  resultó ser más efectivo. Es decir que hay un efecto sólo del Ca aparte del efecto sobre el aumento del pH.

Según Lund (1970), los requerimientos del Ca para el cultivo de alfalfa eran mayores a bajos pH. A bajos pH, aumenta la concentración de iones hidrógeno que compiten con el Ca por los lugares de absorción; a pesar de que el cultivo de la alfalfa, en condiciones normales no presenta deficiencias de Ca.

El Ca en la planta cumple funciones vitales y además interviene en la nodulación por *Rhizobium* (Woodhouse, citado por Rhykerd y Overdahl, 1972).

Al encalar se incrementa el contenido en Ca, disminuyendo el Al y Mn los cationes totales tienden a mantenerse constante, pero a veces disminuyen el K y el Mg.

Según Munns (1968), hay una interacción entre pH y Ca en la nodulación, la cuál a pH mayor a 6 desaparece.

En encalado es más importante por el aumento de pH o eliminación de elementos tóxicos, que por el aporte de Ca.

### II.3.3. Efectos secundarios del encalado

Para realizar un encalado, debemos tener en cuenta: porcentaje de saturación en bases y nivel de elementos tóxicos.

Wang y Col. (1953), estudiando sobrevivencia invernal de plantas de alfalfa en USA, encontraron un efecto beneficioso con el encalado y fertilización con P y K, ya que de esta forma la planta estaba más fuerte y tenía más reservas para pasar el período crítico del fuerte frío invernal.

Munns y Col. (1976), encontraron efectos depresivos en varias leguminosas, que disminuían con el tiempo tal vez debido a que las raíces exploraron zonas no encaladas. En el caso de la alfalfa no es afectada si el pH es superior a 6.0

### II.3.4. Efecto residual del encalado

Desde hace años se sabe y ha quedado demostrado que el efecto del encalado dura varios años y depende dicha duración de propiedades del suelo, de la cal (finura, dosis, pureza, forma de aplicación), del clima y de la especie cultivada.

Según Tisdale y Nelson (1966), luego de varios experimentos, concluyeron que el efecto residual, depende de cantidad de cal y textura del suelo principalmente.

Ellos recomiendan muestrear cada 5 años, en suelos pesados se puede extender el plazo y en suelos livianos se puede disminuir.

La enmienda no permanece constante en el tiempo, como vimos antes, existe una pérdida con los años debida al lavado de bases en profundidad, en función de la textura.

Según Salinas et al (1978), es importante el movimiento de la cal en profundidad y así aumenta el volumen de suelo explorado por las raíces.

#### II.4. EFECTO DE LA INTERACCION CAL - FOSFORO

El efecto entre el encalado y la fertilización con fósforo, fue estudiado por diferentes autores.

Aznárez (1939), encontró que el óptimo rendimiento con el agregado de cal se obtenía al agregar también superfosfato.

Munns (1965), Heylar y Anderson (1971), encontraron interacción negativa entre cal y fertilización fosfatada.

Mallarino y otros (1978), estudiando este efecto en un suelo (Brunosol subéutrico lúvico), del Departamento de Canelones, de un pH 5.6 sin Al ni Mn intercambiables, encontraron lo siguiente: una respuesta Cal, a Fósforo y a su interacción. Referente a esta última, su respuesta fue variable: con 2500 kg/ha de cal, existió interacción positiva; y fue negativa con 5000 kg/ha. Dicho resultado se atribuyó a que con la dosis de 5000 kg/ha la cal actuó negativamente sobre la disponibilidad de P y a que a dosis menores favoreció la fijación simbiótica de Nitrógeno.

El efecto de la interacción entre cal y fósforo, depende fundamentalmente de:

- si se trata de P nativo o de P agregado por fertilización.
- características particulares de cada suelo.

Según Awan (1964), Halstead y otros (1963), el aumento de la disponibilidad de P en suelos encalados se debería al aumento de solubilidad del P causado por el aumento del pH y a un aumento en la mineralización del P orgánico.

Pearson (1958), Quelete (1963) y Zamalvide (1970), señalan que el encalado disminuye la disponibilidad del P nativo, pero aumenta la eficiencia del P aplicado y un efecto residual (a pesar de que pueda parecer en una primera etapa, de que esto no ocurra; dependiendo del tipo de suelo y del tiempo de encalado).

Cuando se encalan suelos muy meteorizados y/o lixiviados, se debe tener cuidado con el agregado de Cal, porque si se logra un pH superior de 6.0, puede ocurrir una disminución del rendimiento por exceso de Ca y formación de fosfatos tricálcicos que son poco solubles, Lowther y Adams (1970), Mac Lean y Cook (1955), Freitas y Pratt (1969).

Dionne y Col. (1963), estudiando un suelo franco-limoso, encontraron un descenso en los incrementos de rendimientos a pH 6.5; y en un suelo arcilloso, esta etapa ocurrió con un pH de 7.7. Esto posiblemente se debe a deficiencia inducida.

## II.5. COMPOSICION QUIMICA DE LAS PLANTAS

La composición química se realiza por partes o en la totalidad de la planta, y estos análisis sirven para medir variaciones en ciertos elementos en la planta bajo distintos tratamientos y también para inferir el comportamiento vegetal.

Para la interpretación de resultados es muy importante tener en cuenta el estado fisiológico de la planta, así como la parte analizada.

Esteban y Aguilar (1977), luego de un estudio obtuvieron lo siguiente:

- a) se da una disminución del contenido de N, P y K al aumentar la edad de las plantas y se observa mejor en el tallo que en la hoja.
- b) hay más N en hoja, más K en el tallo y el P es igual en ambas partes.
- c) existe una correlación positiva y significativa entre los contenidos de N, P y K en hoja y tallo.

En base a lo anterior, propusieron un índice compuesto que expresa la contribución relativa del dato de análisis de N, P y K; respecto al total de los tres nutrientes (el dato de P multiplicado por 10). Y del estudio de estos índices se concluyó:

- la proporción de P y K en el tallo es similar en el tiempo.
- la proporción de N aumenta en hoja y disminuye en el tallo con la madurez; el P aumenta en el tallo, mientras que el K disminuye en ambos tejidos.
- la correlación Tallo-hoja es positiva y sólo significativa para N y K.

Ellos concluyeron que la Hoja sería el tejido que más representa el estado nutritivo de la planta de alfalfa.

Generalmente estos resultados de los análisis químicos se utilizan para estimar rendimientos, de manera de determinar un nivel crítico de concentración de nutrientes.

Nivel crítico, es un valor de concentración de nutrientes por debajo del cual la fertilización puede ser efectiva y por encima resulta antieconómico. Pero su uso puede dar resultados erróneos por los distintos factores que afectan las concentraciones de nutrientes.

Partiendo de puntos de referencia similares a los del valor crítico, Beaufils (1973, citado por Antonaccio-Cremona, 1980), creó el Sistema Integrado de Recomendación y Diagnóstico (DRIS); el cual hace diagnósticos sobre rango de edades de plantas y clasifica y ordena los nutrientes que limitan el crecimiento.

Generalmente el efecto del agregado de nutrientes en pasturas, se evalúa por rendimiento, pero también puede usarse la concentración de nutrientes en las plantas.

#### II.5.1. Fósforo

Como la concentración de fósforo en la solución del suelo es siempre baja, Gachón (1977), encontró que ésta no sufre variaciones con el efecto lluvia o evapotranspiración. Además el contacto físico entre raíces y suelo es pequeño. Gachón propone a la difusión como forma principal para que los iones fosfato lábiles tomen contacto con las raíces.

Otro autor, Mac Lachan (1976), comprobó que la absorción del P estaba relacionada con las características del sistema radicular de las plantas. Las plantas con más raíces y de menor diámetro eran más eficaces para la absorción del P y lo usaron más eficientemente en la producción de materia seca.

Este autor también señaló que en situaciones de baja disponibilidad de P, la medida de la fosfatasa exocelular se podría usar para determinar la potencialidad de las plantas para absorber P. Esta enzima también podría estar asociada con la conversión de P orgánico a P inorgánico, pero no se sabe bien.

Rehm y Sorensen (1974), observaron que al aumentar la fertilización fosfatada también aumenta la concentración de P en plantas de alfalfa. Mallarino y Col. (1978), también señalaron que la fertilización fosfatada aumentó la concentración de P en plantas de alfalfa, pero no era afectado por el agregado de Cal. También Palgi y Vadora (1979), encontraron que con fertilización fosfatada y cal aumentaba la concentración de P en planta para el primer año y el efecto cal desaparece el segundo año.

Referente al nivel crítico, lo han estudiado varios autores y los valores oscilan entre 0,24 (Trough y Col.) a 0,295% (Tyner).

#### II.5.2. Nitrógeno

El contenido de nitrógeno en alfalfa depende de la nodulación por *Rhizobium meliloti*. Según Rhykerd y Overdahl (1972), también es necesario la fertilización con N en las primeras etapas, hasta que la nodulación sea efectiva, sobre todo en suelos con bajos niveles de materia orgánica.

Mallarino y Col. (1978), encontraron que con el agregado de cal se incrementa el porcentaje de N en alfalfa, no así el P agregado. Bianco y Loza (1979), encontraron un efecto disis de P sobre porcentaje de N en los primeros dos cortes de alfalfa que desapareció en los posteriores. Esto se debería a una mejor nodulación y crecimiento inicial de las plantas.

#### II.5.3. Potasio

El contenido de potasio en alfalfa es muy variable, dependiendo de temperatura, estado de madurez.

Blaser y Kimbrough, notaron que cuando las plantas pasaron del estado vegetativo al de floración disminuyó el contenido

en potasio.

Smith encontró que cuando aumenta la temperatura, también aumenta el contenido en K. Mallarino y Col. (1978), observaron una disminución del porcentaje de K en plantas, con el encalado; y si se encalaba y fertilizaba con P, ocurría lo contrario.

### III. MATERIALES Y METODOS

#### III.1. UBICACION DEL ENSAYO

El estudio se realizó en un suelo de Joanicó en el Departamento de Canelones, en el año 1980/81, sobre un ensayo instalado en el año 1978.

#### III.2. CARACTERISTICAS DEL SUELO

La clasificación del suelo corresponde a un Vertisol rúptico lúvico.

El perfil es:

<i>Horizonte</i>	<i>Profundidad</i>
Ap	0 - 25 cm
B2-1t	25 - 50 cm
B2-2t	40 - 70 cm
B3	70 - 90 cm
CCa	90 y más

Propiedades químicas al comienzo del ensayo (1978)

pH (agua)	5,8
pH (KCl)	5,0
P Bray N° 1	18 ppm
M.O. (W. y Black)	2,7%
Acidez Titulable	5,25 meq/100 gr.
Ca intercambiable	10,0 meq/100 gr.
Mg intercambiable	5,8 meq/100 gr.
No presenta Al ni Mn intercambiable.	

### III.3. TRATAMIENTOS Y DISEÑO EXPERIMENTAL

El diseño original fué, un factorial de tres niveles de cal por cuatro de fósforo en parcela dividida en bloque al azar con tres repeticiones. Las parcelas grandes medían 6 por 20 mt. para Cal, las subparcelas 6 por 5 mts. para las distintas dosis de fósforo.

Los tratamientos originales fueron:

- a) 0, 2500 y 5000 kg/ha de caliza molida esparcida al voleo y enterrada con disquera en abril de 1978.

Análisis de la caliza utilizada:

Fínura: 60% atraviesa la malla 60.

Análisis químico -  $\text{CaCO}_3$  76%, 42,7% de CaO

-  $\text{MgCO}_3$  5%, 2,4% de MgO

Poder neutralizante: 82%

- b) 0,60,120,180 kg/ha de  $\text{P}_2\text{O}_5$  en forma de superfosfato simple granulado, incorporado con rastra al momento de la siembra, en la segunda quincena de mayo.

- c) Variedad usada: Estanzuela Chaná comercial a razón de 25 kg/ha.

### III.4. ESTUDIO DE LA REFERTILIZACION

En el segundo año se subdividieron las subparcelas, lográndose un factorial de 3 cal por 4 Fertilización inicial y 2 dosis de refertilización (0 y 60 kg/ha de  $\text{P}_2\text{O}_5$ ) en parcela subdividida.

Las parcelas se refertilizaron el 6 de setiembre de 1979. En el tercer año (correspondiente a este trabajo) se volvieron

a refertilizar las parcelas refertilizadas el segundo año con 60 kg/ha de  $P_2O_5$  el 29 de setiembre de 1980.

### III.5. TRABAJOS DE CAMPO

Antes de refertilizar, se tomaron muestras de suelo de las parcelas refertilizadas para determinar P disponible, por un problema involuntario no se dispuso de las muestras correspondientes a las parcelas no refertilizadas.

Con una pastera convencional se realizaron tres cortes, a lo largo de la estación de crecimiento, cosechándose una superficie menor al área total de cada subparcela con el fin de eliminar el efecto borde ( $3.0 \text{ por } 1.4 \text{ mt} = 4,2 \text{ mt}^2$ ); se pretendió realizar los cortes al 10% de floración, pero por motivos ajenos, no se pudo realizar en el momento más adecuado en todos los cortes.

Todo el material obtenido de cada subparcela, se pesó en el campo y se sacó una muestra de cada una para su análisis posterior de laboratorio.

En el cuadro siguiente se explican las características de cada corte:

	Fecha	Estado Vegetativo	% M.S. Promedio	Emmalezamiento
Corte 1	9/12/80	10% floración	28,74	alto
Corte 2	24/2/81	20% floración	35,96	medio
Corte 3	20/3/81	10% floración	27,71	medio

El 15/1/81 cuando se fué a realizar un corte por causa ajenas a nuestra voluntad, el ensayo había sido pastoreado. Por ese motivo, los cortes son menos de lo considerado normal y por ende la producción total estará subvalorada.

Las malezas existentes eran: talgrás, Plantén (*Plantago lanceolata*) y bermuda (*Cynodon dactylon*).

### III.6. TRABAJOS DE LABORATORIO

#### III.6.1. Análisis de suelo

Las muestras fueron secadas al aire, molidas y tamizadas (malla 2 mm); luego se realizó análisis de P por el método Bray N° 1.

#### III.6.2. Análisis Vegetal

De cada parcela de campo se extrajo una muestra de 200 a 500 gr y se trajeron al laboratorio, allí se pesaron y se les hizo composición botánica, pesándose la alfalfa para determinar porcentaje de alfalfa.

$$\% \text{ alfalfa en muestra: } \frac{\text{Peso fresco alfalfa por } 100}{\text{Peso fresco total}}$$

La fracción de alfalfa de cada muestra se llevó a estufa para determinar porcentaje de Materia Seca.

$$\% \text{ M.S. de la pastura: } \frac{\text{Peso seco muestra de alfalfa por } 100}{\text{Peso fresco(verde) muestra}}$$

Para realizar los análisis químicos, se molieron las muestras de alfalfa pura y se tomó 0,5 gr que se atacaron con 10 c.c. de ácido sulfúrico concentrado, a una temperatura de 350°C durante 50 Minutos aproximadamente en un digestor Tecator; completándose la oxidación con 4 c.c. de perhidrol 130 volúmenes.

La solución se dejó enfriar y se llevó a un volumen total

de 250 c.c. con agua destilada. Y se determinó Fósforo por el método del sulfomolibdato de amonio y cloruro estagnoso.

### III.7. ANALISIS ESTADISTICO

Con los datos obtenidos se realizaron los análisis de varianza correspondientes según Little y Hill (1976) para diseño de parcelas subdivididas en bloques al azar.

Se utilizaron tres niveles de significación:

+++ Probabilidad menor al 1%.

++ Probabilidad menor al 5%.

+ Probabilidad menor al 10%.

Simbología utilizada:

Dosis de Cal

C0	0 kg/ha de caliza
C1	2500 kg/ha de caliza
C2	5000 kg/ha de caliza

Dosis de  $P_2O_5$  inicial

P0	0 kg/ha de $P_2O_5$
P1	60 kg/ha de $P_2O_5$
P2	120 kg/ha de $P_2O_5$
P <sub>3</sub>	180 kg/ha de $P_2O_5$

Dosis de Refertilización

R1	60 kg/ha de $P_2O_5$ (6/9/79)
R2	60 kg/ha de $P_2O_5$ (29/9/80)

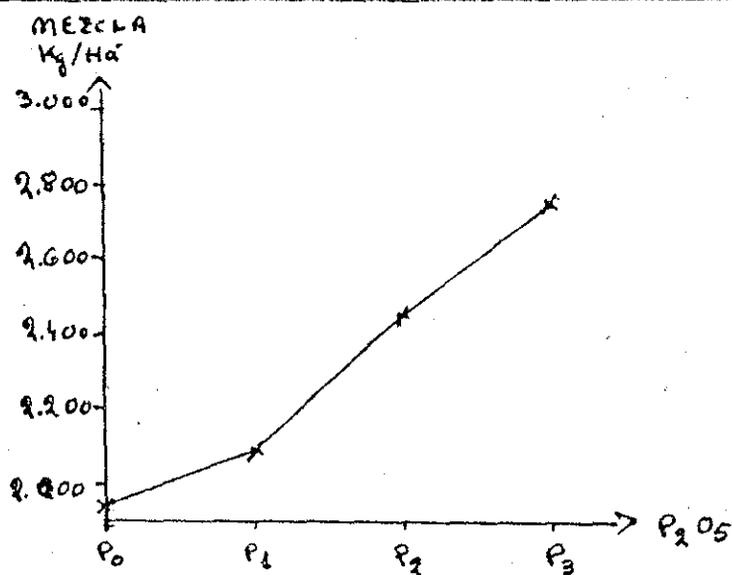
Kg MSM: Rendimiento de alfalfa y malezas (mezcla) expresado en materia seca.

Kg A P: Rendimiento de alfalfa solamente (pura) expresado en materia seca.

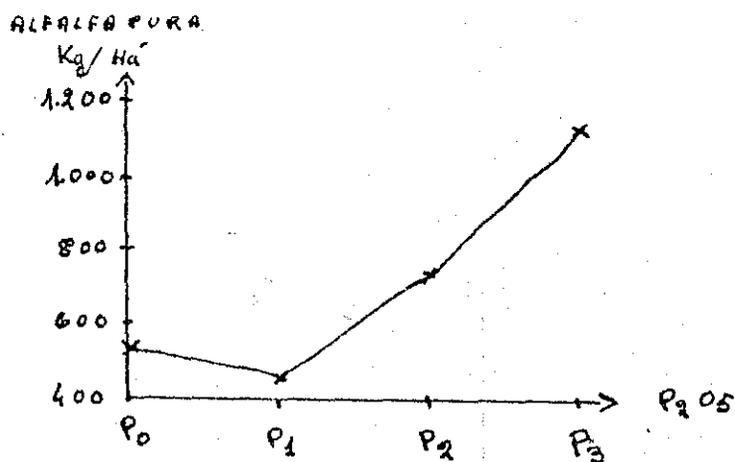
## IV. RESULTADOS Y DISCUSION

### IV.1. EFECTO DE LOS TRATAMIENTOS INICIALES SOBRE LA PRODUCCION DE MATERIA SECA

#### IV.1.1. Efecto residual de la fertilización con fósforo



Gráfica N° 1. Rendimiento total M.S. para dosis iniciales de fósforo aplicado (parcelas no refertilizadas)



Gráfica N° 2. Rendimiento total alfalfa pura para dosis iniciales de fósforo aplicado (parcelas no refertilizadas)

En la Gráfica N° 1 se relaciona rendimiento total de MS mezcla con las dosis iniciales de fertilización, para las parcelas no refertilizadas.

En la primera gráfica, se observa una respuesta casi lineal a partir de la primera dosis de fosfato aplicado. En el caso de la alfalfa pura (Gráfica N° 2) se dió una respuesta proporcionalmente mayor pero quedando en evidencia el efecto casi nulo de la dosis de 60 kg/ha. Esto no ocurrió en años anteriores, por lo que una explicación podría ser que esa dosis no permitió subsistir a las plantas de alfalfa. Es probable que 60 kg/ha de  $P_{2.0_5}$  no fueran suficientes como para mantener un nivel de P disponible que determinara rendimientos diferentes del testigo en este tercer año. Lamentablemente esto no se puede confirmar al carecer de los datos de P disponible en las parcelas no refertilizadas en este año.

Al hacer los Análisis de Varianza (ANAVA) correspondientes a las parcelas no refertilizadas, se observó que dió significativo al 5% para P inicial tanto en Mezcla total como en Alfalfa pura.

Cuadro N° 1. Análisis de Varianza de los rendimientos totales de materia seca mezcla (MSM) y alfalfa pura (AP) de las parcelas no refertilizadas (Datos originales Cuadros Nos. 11 al 14 del Apéndice)

F. de V.	G.L.	Materia Seca Mezcla (kg/ha)			Alfalfa pura total (kg/ha)		
		S.C.	F	Sig	S.C.	F	Sig.
Bloques	2	1065957.19			778933.485		
Cal	2	2274138.42	0.821	NS	1388018.17	2.075	NS
E(a)	4	5542406.13			1335489.36		
Pin	3	4027026.94	3.278	++	2464526.9	3.691	++
Cal x Pin	6	1354114.97	0.55	NS	887731.612	0.664	NS
E(b)	18	7369967.643			4005624.463		

Cuadro N° 2. Rendimientos promedios de cada corte y total según los tratamientos iniciales de fósforo de las parcelas no refertilizadas (Datos originales Cuadros Nos. 1 al 10 del Apéndice)

Tratamiento	Materia Seca M. (kg/ha)				Alfalfa pura (kg/ha)			
	Corte 1	Corte 2	Corte 3	Total	Corte 1	Corte 2	Corte 3	Total
Po	1354	245	347	1947	261	97	158	516
P1	1428	179	491	2098	182	70	204	456
P2	1467	247	648	2362	334	98	318	750
P3	1681	322	775	2778	587	142	393	1122

En el Cuadro N° 2 se presentan los rendimientos promedio de los diferentes tratamientos con P inicial en cada uno de los cortes.

Del estudio de los mismos y de los ANAVA correspondientes, surge que en el 1er. corte se observa un enmalezamiento grande, debido sobre todo a raigrás; también observamos el escaso rendimiento del 2o. corte, el que se debe aparte del verano seco a que hubo un pastoreo accidental en enero sobre el ensayo, a pesar de estar alambrado. En general se observa en los tres cortes un gran enmalezamiento, el cual se debe a que es el 3er. año y la alfalfa está al final de su producción.

También observamos que se mantuvo una importante respuesta al P aplicado el 1er. año, siendo la misma aproximadamente de 800 kg/ha para la mezcla y de 600 kg/ha para la alfalfa pura. En tanto que en el 1er. año la respuesta fue de 500 kg/ha y en el 2do. fue de 1000 kg/ha para la mezcla.

Cuadro N° 3. Resultado de la significación de los anava por corte y total para materia seca mezcla y alfalfa pura en las parcelas no refertilizadas (Datos originales en el Apéndice, Cuadros Nos. 11 al 14).

	Materia Seca Mezcla			Alfalfa pura		
	Cal	Pín	Cal-Pín	Cal	Pín	Cal-Pín
Corte 1	NS	NS	NS	NS	NS	NS
Corte 2	10%	NS	NS	10%	NS	NS
Corte 3	5%	1%	NS	5%	5%	NS
Total	NS	5%	NS	(24%)	5%	NS

Referente a los análisis estadísticos (Cuadros Nos. 11 al 14 del Apéndice) y observando un resumen presentado en el Cuadro N°3, observamos que la P inicial nos da significativa al 5% tanto para la mezcla como para la alfalfa pura, y esta significación se la debemos sobre todo al 3er. corte, a pesar de no ser de un gran rendimiento.

#### IV.1.2. Efecto residual del encalado

Se puede observar en el Cuadro N° 4 una tendencia de la cal a incrementar la producción total tanto de mezcla como de alfalfa pura. Pero al igual que en los dos años anteriores, el efecto en calado no fue significativo estadísticamente, por eso sólo se habla de tendencias. La explicación a la falta de significación tanto para este año como para los anteriores puede ser debido a los niveles de pH (5.7 a 6.3) en los cuales se desarrolla bien la alfalfa o al alto error experimental existente en este ensayo. A pesar de ésto, se parecía que la cal prácticamente duplicó los rendimientos de alfalfa pura.

Cuadro N° 4. Rendimiento total de materia seca mezola y de alfalfa pura obtenido en los diferentes niveles de cal para los tres cortes y suma de cortes

	Materia Seca Mezola				Alfalfa Pura			
	Corte 1	Corte 2	Corte 3	Total	Corte 1	Corte 2	Corte 3	Total
C0	1527	179	384	2090	229	70	170	469
C1	1628	333	577	2486	340	124	245	709
C2	1769	399	771	2856	526	158	374	1058

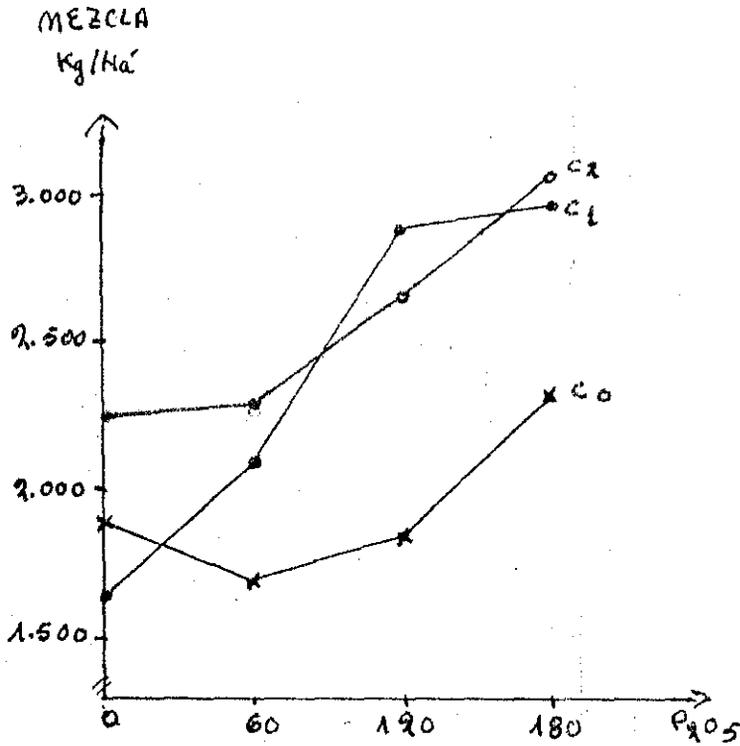
Se observa que este efecto fue consistente en los tres cortes con un incremento de 200 kg. aproximadamente, entre el testigo y la dosis máxima de cal. Debe destacarse que este efecto fue estadísticamente significativo en los cortes 2 y 3 (Cuadros Nos. 3 y 11 a 14 del Apéndice).

IV.1.3. Efecto de la interacción Cal por P inicial

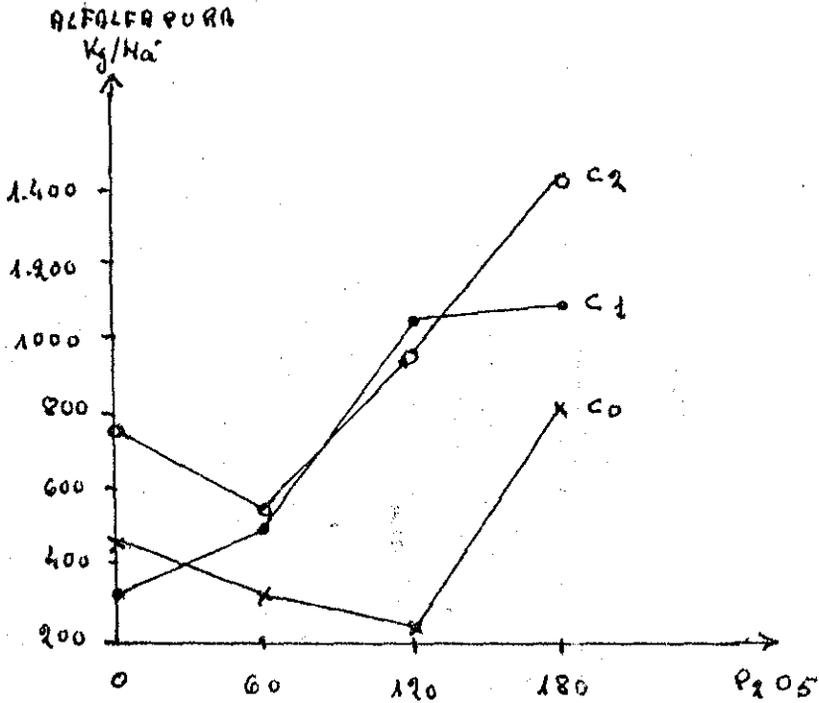
Al graficar rendimiento total M.S. Mezcla contra dosis de P inicial (Gráficas Nos. 3 y 4) se observa que para las distintas dosis de cal existe un diferente comportamiento. Hubo un efecto P con las dosis mayores de cal, cosa que no se producía tan claro en las parcelas no encaladas (Ver también Cuadros Nos. 5 y 6).

Cuadro N° 5. Rendimiento M.S./Mezcla para cada nivel de cal para las dosis de P inicial (sin refertilizar)

	C0	C1	C2
P0	1935	1652	2254
P1	1694	2092	2289
P2	1814	2845	2653
P3	2377	2941	3015



Gráfica N° 3. Rendimiento total de M.S. para dosis iniciales de P y de Cal agregada.



Gráfica N° 4. Rendimiento de Materia Seca de alfalfa para cada nivel de cal para dosis de P inicial.

Cuadro N° 6. Rendimiento MS alfalfa pura para cada nivel de cal para las dosis de P inicial (sin refertilizar)

	C0	C1	C2
P0	452	317	778
P1	326	491	549
P2	212	1065	972
P3	832	1101	1433

→ En cambio, con el encalado se llegó a un potencial productivo mayor, por mejor eficacia del P aplicado y/o por mayor sobrevivencia de plantas.

En el caso de la alfalfa pura, ocurrió lo mismo que con la mezcla; sólo podemos hablar de tendencias, ya que el estudio de los ANAVA no dió significación para esta interacción cal x P inicial.

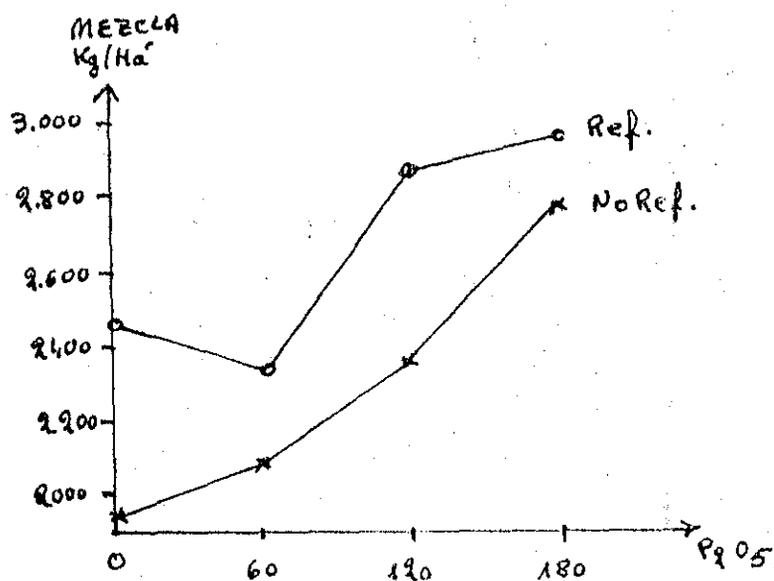
#### IV.2. EFECTO REFERTILIZACION CON P SOBRE LOS RENDIMIENTOS

La refertilización incrementó los rendimientos sobre todas las dosis de fertilización inicial, tanto para mezcla como para alfalfa pura.

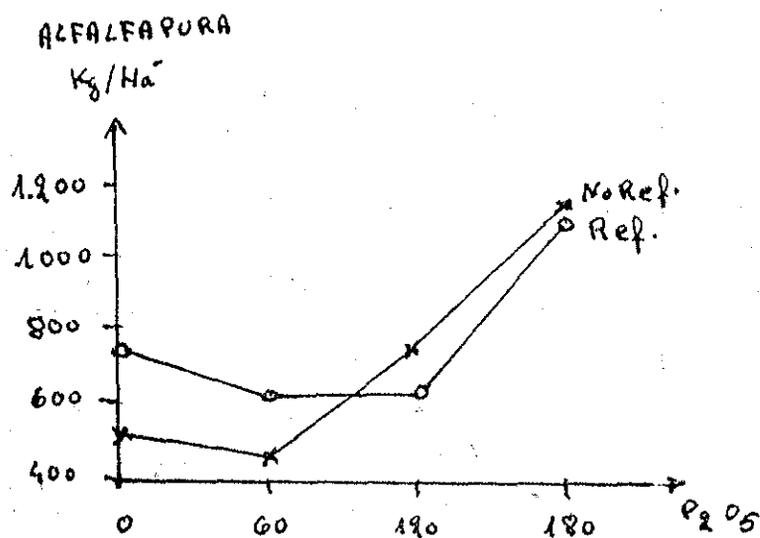
En el caso de la mezcla se dió una clara tendencia a aumentar todos los rendimientos sobre las dosis iniciales de fertilización, inclusive dió significativa la refertilización al 1% en el primer corte y al 5% en el total de cortes para materia seca mezcla (Ver Gráfica N° 5 y Cuadro N° 7 y Cuadros Nos. 15 al 18 del Apéndice).

En cambio para alfalfa pura, se da una tendencia de interacción negativa con las dosis iniciales de P aplicado. Ya que el rendimiento de las parcelas refertilizadas fue superior sólo

para los niveles 0 y 60 kg/ha de P inicial mientras que para las dosis mayores no hubo grandes diferencias en el rendimiento de alfalfa pura (ver Gráfica N° 6).



Gráfica N° 5. Efecto de la refertilización sobre el rendimiento total de MS mezcla para los niveles iniciales de P aplicado (ver Cuadro N°3)



Gráfica N° 6. Efecto de la refertilización sobre el rendimiento de MS alfalfa pura para los niveles iniciales de P aplicado (ver Cuadro N° 8 del Apéndice).

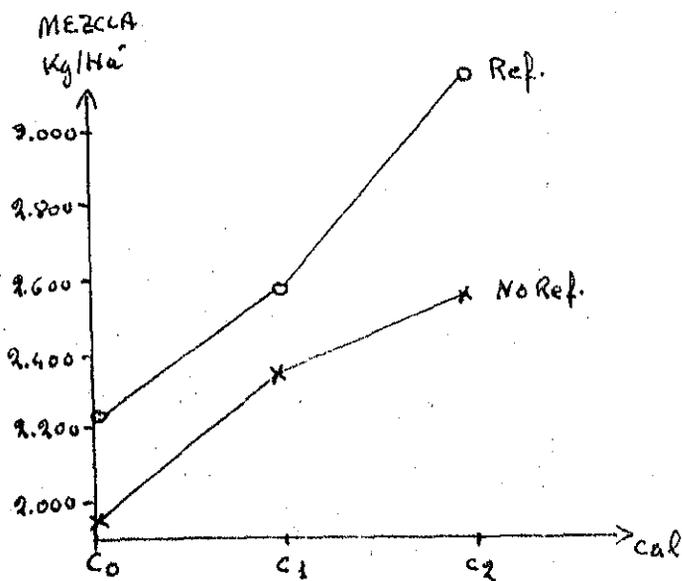
La no significación estadística de la refertilización para alfalfa pura se puede deber al error experimental existente o a que sólo en dos de las cuatro dosis iniciales hubo un efecto incrementando los rendimientos.

Cuadro N° 7. Resultado de los análisis de varianza para los rendimientos totales de MS mezcla y alfalfa pura

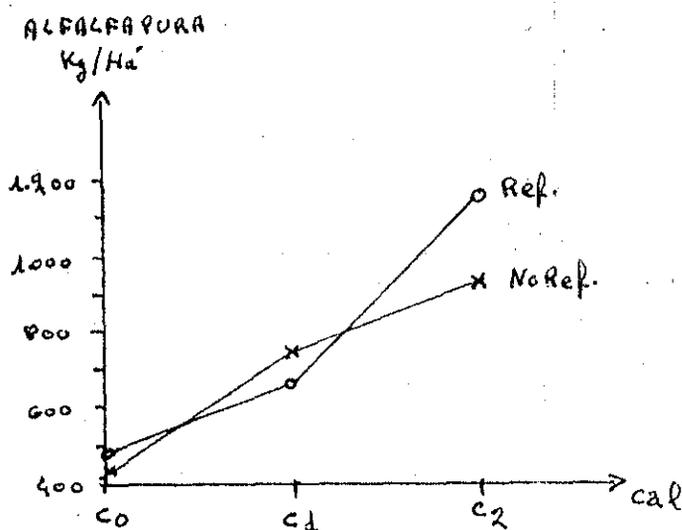
F. de V.	Materia Seca Mezcla total				Alfalfa pura total		
	G.L.	S.C.	F	Sig.	S.C.	F	Sig.
Bloques	2	958465.75			1504751.00		
Cal	2	7037033.25	1.117	NS	4347261.84	2.555	NS
E(a)	4	12605203.00			3402396.63		
Pin	3	6259667.50	1.89	NS	3467277.38	1.79	NS
Cal-Pin	6	4259601.00	0.654	NS	2019012.61	0.52	NS
E(b)	18	19529034.55			11626492.41		
Ref	1	2346861.38	6.22	++	73408.32	0,80	NS
Cal-Ref	2	552741.56	0.71	NS	331951.37	1.80	NS
Pin-Ref	3	320274.75	0.28	NS	352465.17	1.27	NS
Cal-Pin-Ref	6	1500807.75	0.66	NS	572203.96	1.03	NS
E(c)	24	9052946.25			2216014.57		

En los años anteriores el efecto refertilización fué mucho menos importante. Seguramente esta diferencia con los años anteriores se debe a que el poder residual del P inicial disminuyó.

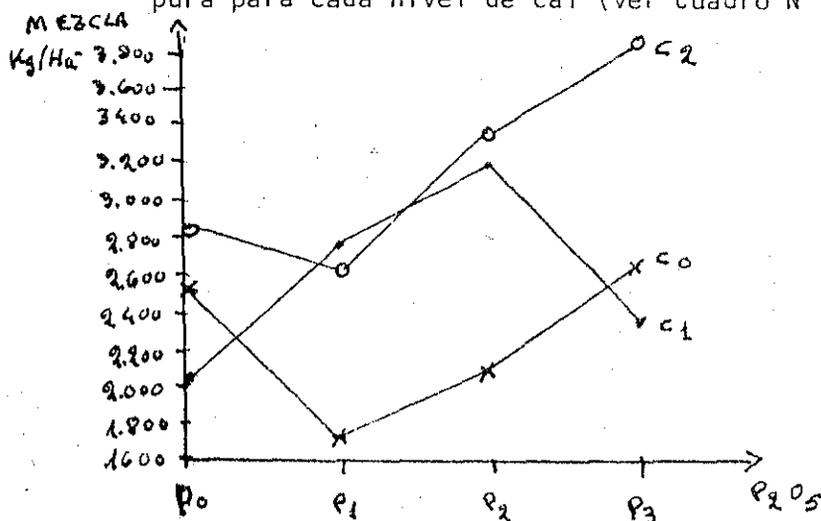
→ ● A pesar de que la interacción cal por refertilización no fue significativa, en las Gráficas Nos. 7 y 8 se puede observar que hubo un mayor efecto cal en las parcelas refertilizadas. La interacción Cal-Ref. fue significativa al 10% sólo para el 3er. corte de MSM, ver Cuadro N° 16 del Apéndice.



Gráfica N° 7. Efecto de la refertilización sobre el rendimiento total de MS Mezcla, para cada nivel de cal (Cuadro N° 4 del Apéndice)



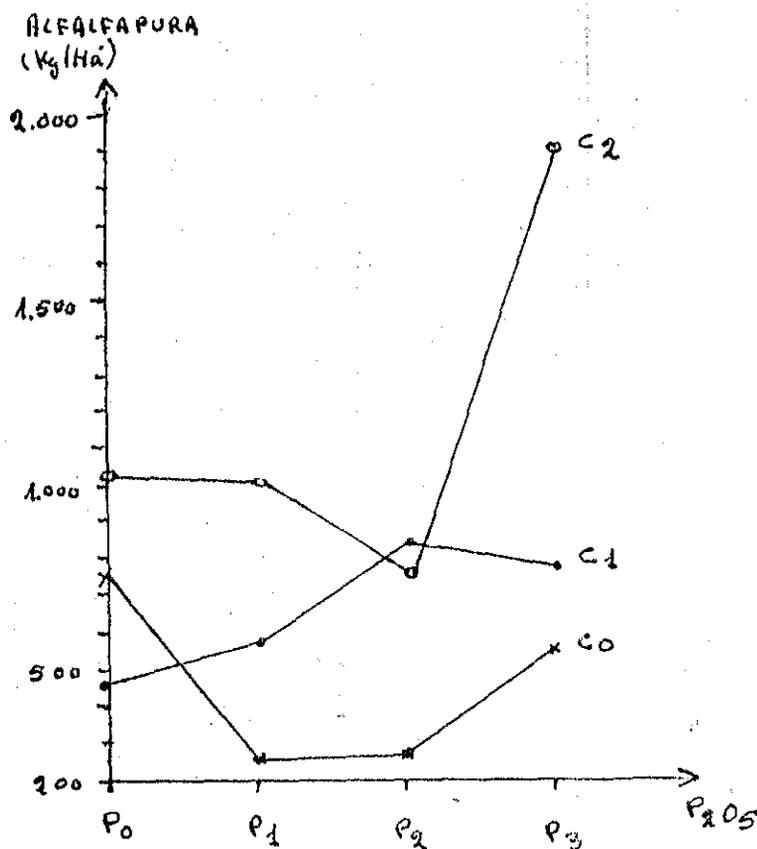
Gráfica N° 8. Efecto de la refertilización sobre el rendimiento total de alfalfa pura para cada nivel de cal (ver Cuadro N° 9 del Apéndice)



Gráfica N° 9. Rendimiento total de MS Mezcla para cada nivel de cal según las dosis iniciales de P aplicadas (parcelas refertilizadas)

Lo anterior está de acuerdo con lo ocurrido en el 2do. año sobre este mismo ensayo y en otro sitio con un ensayo similar a éste (Antonaccio y Cremona, 198 ). Es decir que a mayor nivel de P ya sea Inicial o por refertilización, es mayor el efecto del encalado.

Lo expuesto en este punto sobre refertilización está de acuerdo con lo visto en el punto sobre efecto residual. Ya sea por refertilización P o por aplicación inicial de P, se cumple tanto para MS Mezcla como para MS Alfalfa pura. Se corrobora esto en las Gráficas Nos. 9 y 10, y también ver los Cuadros Nos. 5 y 10 del Apéndice.



Gráfica N° 10. Rendimiento total de alfalfa pura para cada nivel de cal según las dosis iniciales de P aplicado (parc. refertilizadas).

En esas gráficas se puede apreciar el efecto de las dosis de P iniciales según las dosis de cal aplicada cuando se aplicó refertilización.

Si se compara estas gráficas con las Nos. 3 y 4 se aprecia que el efecto cal es mayor con dosis altas de P inicial y con refertilización.

### IV.3. ANALISIS DE LA COMPOSICION QUIMICA DE LAS PLANTAS

#### IV.3.1. Efecto tratamientos sobre la composición química de las plantas

IV.3.1.a. Porcentaje de fósforo. De la observación del Cuadro N° 8, en donde vemos los promedios por tratamiento del contenido de P de la alfalfa pura en cada corte (los cuadros originales son los Nos. 19 y 20 del Apéndice), surge que en general dan valores bajos. Esto es así particularmente para el 2o. corte, tal vez debido a la sequía producida durante el período de crecimiento de dicho corte y por eso las plantas tuvieron escaso desarrollo y una menor extracción de nutrientes.

Cuadro N° 8. Porcentaje de Fósforo en cada corte y promedio, para los distintos tratamientos.

Tratamiento		Corte 1	Corte 2	Corte 3	Promedio
Po	s/r	0.234	0.194	0.249	0.226
	ref	0.264	0.217	0.284	0.255
P1	s/r	0.251	0.216	0.265	0.244
	ref	0.244	0.223	0.299	0.255
P2	s/r	0.252	0.203	0.263	0.240
	ref	0.247	0.216	0.288	0.250
P3	s/r	0.265	0.216	0.271	0.251
	ref	0.266	0.209	0.293	0.256

// sigue

(continuación Cuadro N° 8)

Tratamiento		Corte 1	Corte 2	Corte 3	Promedio
C0	s/r	0.253	0.203	0.265	0.240
	ref	0.243	0.208	0.286	0.246
C1	s/r	0.256	0.205	0.257	0.239
	ref	0.270	0.219	0.285	0.258
C2	s/r	0.242	0.214	0.264	0.240
	ref	0.253	0.222	0.301	0.259
S/R	$\bar{x}$	0.250	0.207	0.262	0.240
Ref.	$\bar{x}$	0.255	0.216	0.291	0.254

Se hizo el ANAVA correspondiente para porcentaje de P. (ver Cuadros Nos. 21 y 22 del Apéndice) y solamente tuvo significación la refertilización al 1% para el último corte; cosa que también ocurrió el año anterior. Este efecto se explicaría por el alto contenido en P del suelo al comienzo del ensayo.

El año anterior, tuvo significación la fertilización inicial cosa que este año no ocurrió; es decir que se perdió parte del efecto de la fertilización inicial, cosa que ya se mencionó en la sección correspondiente a producción de forraje. No hubo grandes diferencias entre los tratamientos, para este año el único tratamiento que dió un porcentaje inferior sobre los demás es cuando no fué aplicado P inicial ni fué refertilizado (P0, s/r).

Respecto al efecto cal, tampoco hubo grandes diferencias entre los tratamientos sin refertilizar, pero en las parcelas refertilizadas hubo una leve diferencia no significativa a favor de las parcelas encaladas contra las no encaladas (Ver Cuadro N° 8).

IV.3.1.b. Rendimiento de Fósforo. En el Cuadro N° 9 se muestran los datos de P absorbido total.

Cuadro N° 9. Fósforo Total Absorbido (kg/ha) para los distintos tratamientos de caliza, P inicial y refertilización

Tratamientos		C0	C1	C2	Promedio
Po	s/r	1.10	0.72	1.74	1.19
	ref	2.10	1.21	2.73	2.01
P1	s/r	0.84	1.08	1.30	1.07
	ref	0.55	1.53	2.72	1.60
P2	s/r	0.53	2.64	2.55	1.91
	ref	0.72	2.29	1.86	1.84
P3	s/r	2.21	3.10	3.41	2.91
	ref	1.47	1.79	5.38	3.00
s/r	Pr.	1.17	1.88	2.25	1.77
Ref.	Pr.	1.21	1.79	3.17	2.06

→ Podemos decir del Cuadro N° 9, que hubo un efecto positivo de la cal en las dosis más altas de P agregado (180 kg/ha de  $P_{205}$ ) en tanto que con otras dosis la caliza agregada no tuvo efecto o fue depresivo sobre la absorción de P por las plantas. En el año anterior este efecto positivo se dió también, pero en la dosis P2 (120 kg/ha de  $P_{205}$ ).\*

Se observa que los niveles mayores se dieron con los niveles más altos de caliza y P inicial y que también en este nivel hay mayor respuesta a la refertilización. Es decir que si bien siempre hay efecto refertilizando, éste es mayor a dosis altas de P inicial y cal.

\* (Ver originales de cada corte en los Cuadros Nos. 26 y 27 del Apéndice). Los valores pueden aparecer como muy bajos pero debe recordarse que se trata del P absorbido por la alfalfa pura, y que hubo un corte que se perdió por el pastoreo accidental.

En relación a la significación estadística, se realizaron los ANAVA de cada corte y del total de cortes (ver Cuadros Nos. 28 y 29 del Apéndice). El 1er. y 2do. corte no se encontró significación. En el 3er. corte se encontró significación para la cal al 10%, mientras que el total de cortes dió una tendencia positiva para cal (20%). En el 3er. corte dieron significativas todas las interacciones.

Por lo anterior, se confirma lo dicho en párrafos anteriores: es decir que existe una tendencia positiva para las dosis más altas de Cal, P inicial y Refertilización actuando en conjunto.

#### IV.4. EFECTO EN LOS ANALISIS DE SUELOS

Los datos de análisis de suelo fueron muy variables, tal vez debido a que se muestrearon las parcelas refertilizadas, por lo que los resultados que se discuten a continuación deben tomarse con precaución.

Cuadro N° 10. Fósforo disponible (Bray N° 1) en el suelo en el momento de la refertilización (29/9/80). Parcelas refertilizadas. Datos en ppm. Promedio de bloques (ver original Cuadro N° 32 del Apéndice)

Tratamientos	C0	C1	C2	Promedio
P0	10.77	11.51	11.37	11.22
P1	14.50	12.74	21.19	16.14
P2	17.04	13.20	10.81	13.68
P3	13.38	15.49	9.26	12.71
Promedio	13.92	13.24	13.16	

En el Cuadro N° 11 se puede observar que a medida que aumentan las dosis de P aplicado inicialmente, aumenta la disponibilidad de P hasta P1 y luego disminuye la única explicación

posible sería debido a una mayor extracción del mismo en años anteriores.

Debe recordarse que estos datos corresponden a parcelas que además de las dosis iniciales tuvieron una aplicación de 60 kg/ha de  $P_2O_5$  como refertilización en el 2do. año.

→ Se observa que sin encalado, fueron necesarios 120 kg/ha de  $P_2O_5$  iniciales más 60 kg/ha como refertilización para mantener un valor de P disponible aproximado al nivel inicial (18 ppm). Esto demuestra la alta capacidad de fijación de P de este suelo, que es lógico dado que es un Vertisol.

→ Referente a la disponibilidad de P en los distintos niveles de Cal, se puede observar una pequeña disminución al aumentar las dosis de Cal, esto se puede deber a una mayor extracción de fósforo, por el aumento de los rendimientos provocado por la cal.

## V. CONCLUSIONES

Del estudio de los resultados obtenidos, podemos extraer las siguientes conclusiones:

- 1o) En este suelo, hubo una respuesta media a la refertilización, que en la producción de la mezcla fue independiente de las dosis aplicadas a la siembra; en cambio con alfalfa pura la respuesta a la refertilización sólo se dió en las dosis más bajas de fertilización inicial (0 y 60 kg/ha de  $P_2O_5$ ).
- 2o) El efecto residual de la fertilización fosfatada inicial, fue positivo, tanto para la producción de la mezcla como para alfalfa pura. En el caso de la mezcla, se observó una respuesta casi lineal, en cambio en alfalfa pura la respuesta lineal se dió a partir del segundo tratamiento (60 kg/ha de  $P_2O_5$ ) de fertilización inicial.
- 3o) El efecto residual del encalado fue claramente positivo, a pesar de que no fue significativo en el total de cortes pero si lo fue en los cortes 2o. y 3o. Los incrementos fueron de orden similar tanto para la mezcla como para alfalfa pura. En este trabajo, el efecto residual del encalado fue superior al año anterior, resultado tal vez debido a una mayor sobrevivencia de plantas con encalado.
- 4o) En el estudio de la composición química del forraje la composición porcentual de fósforo, fue afectada en pequeña escala por la fertilización, y no hubo efecto de la fertilización inicial como en el año anterior, mientras que el encalado un escaso efecto positivo. Referente al fósforo extraído por las plantas, los resultados fueron similares a los de producción de forraje pero más marcados, especialmente en lo referente al efecto Cal la que triplicó el Fósforo absorbido a altos niveles de P inicial.

VI. A P E N D I C E

Cuadro N° 1. Rendimiento de M.S. Mezcla. Cortes 1 y 2 (kg/ha)

Corte			1				2			
Bloque			I	II	III	Pr	I	II	III	Pr
Tratamiento										
C0	P0	s/r	1954	1435	1086	1492	57	282	130	156
		ref	1510	1738	1425	1558	379	566	98	348
	P1	s/r	1216	1437	1049	1234	47	220	68	112
		ref	1593	1002	1081	1225	244	125	183	184
	P2	s/r	1797	1178	1364	1446	90	155	208	151
		ref	1519	1869	1464	1617	99	193	102	131
	P3	s/r	2397	1871	446	1571	117	356	49	174
		ref	3925	904	1380	2070	245	109	180	178
C1	P0	s/r	1275	1446	907	1380	220	221	94	178
		ref	1752	1421	1360	1511	20	347	357	141
	P1	s/r	1279	1552	1212	1348	263	148	413	275
		ref	2007	1617	1676	1767	411	354	334	366
	P2	s/r	1228	2462	1062	1644	260	372	271	301
		ref	1708	2488	1931	2042	188	551	661	467
	P3	s/r	1509	1560	1776	1615	287	565	553	468
		ref	2012	1556	1570	1713	324	336	207	289
C2	P0	s/r	1310	1443	1333	1362	127	546	529	401
		ref	938	1353	1999	1480	506	407	747	553
	P1	s/r	1051	1539	1863	1485	92	189	165	149
		ref	2124	2453	1174	1917	229	143	240	204
	P1	s/r	1510	1550	1726	1595	59	192	619	290
		ref	1488	2587	2610	2228	365	352	216	311
	P3	s/r	954	1430	3191	1858	344	369	255	323
		ref	1308	1551	3973	2278	275	328	1290	631

Cuadro N° 2. Rendimiento de M.S. Mezcla. Corte 3 y Total de cortes (kg/ha)

Corte			3				(1+2+3) Total Mezcla			
Bloque			I	II	III	Pr	I	II	III	Pr
Tratamiento			I	II	III	Pr	I	II	III	Pr
C0	P0	s/r	156	506	200	287	2167	2223	1416	1935
		ref	173	1485	276	645	2062	3789	1799	2550
	P1	s/r	72	731	242	348	1334	2388	1359	1694
		ref	314	72	230	205	2151	1199	1494	1614
	P2	s/r	138	236	277	217	2025	1569	1849	1814
		ref	114	385	414	304	1732	2447	1980	2053
	P3	s/r	977	737	182	632	3491	2964	677	2377
		ref	660	414	220	431	4830	1427	1780	2679
C1	P0	s/r	271	320	202	264	1766	1987	1203	1652
		ref	251	522	433	402	2023	2290	1850	2054
	P1	s/r	351	460	599	470	1893	2160	2224	2092
		ref	454	614	755	608	2872	2585	2765	2741
	P2	s/r	1256	1106	519	960	2744	3940	1852	2845
		ref	647	902	503	684	2543	3941	3095	3193
	P3	s/r	592	1059	922	858	2388	3184	3251	2941
		ref	160	478	471	370	2496	2370	2248	2371
C2	P0	s/r	227	590	656	491	1664	2579	2518	2254
		ref	751	628	1161	847	2195	2388	3907	2830
	P1	s/r	635	770	562	656	1778	2498	2590	2289
		ref	1170	693	666	843	3523	3289	2080	2964
	P2	s/r	895	705	703	768	2464	2447	3048	2653
		ref	693	1154	622	823	2546	4093	3448	3362
	P3	s/r	629	689	1184	834	1927	2488	4630	3015
		ref	682	513	1515	903	2265	2394	6778	3812

Cuadro N° 3. Efecto de las dosis iniciales de P en las parcelas  
refertilizadas y las no refertilizadas. M.S. Mezcla.  
Suma de cortes

	No refert.	Refertil.
P0	1947	2478
P1	2098	2330
P2	2362	2869
P3	2778	2954

Cuadro N° 4. Efecto de la cal y la refertilización.  
M.S. Mezcla. Suma de cortes.

	No refert.	Refertil.
C0	1955	2225
C1	2382	2590
C2	2553	3159

Cuadro N° 5. Efecto de las dosis iniciales de P, para los distintos  
niveles de cal. M.S. Mezcla. Suma de cortes

		C0	C1	C2
P0	s/r	1935	1652	2254
	ref	2550+	2054	2830
P1	s/r	1694	2092	2289
	ref	1618+	2741	2631
P2	s/r	1814	2845	2653
	ref	2053+	3193	3362
P3	s/r	2377	2941	3015
	ref	2679	2371	3812

Cuadro N° 6. Rendimiento de M.S. de alfalfa pura. Cortes 1 y 2. (kg/ha).

Corte			1				2			
Bloque			I	II	III	Pr.	I	II	III	Pr.
Tratamiento										
C0	P0	s/r	274	304	114	231	39	95	81	72
		ref	282	223	343	283	177	258	37	157
	P1	s/r	52	243	161	152	8	21	36	22
		ref	37	29	323	32	27	103	54	
	P2	s/r	115	135	89	113	25	36	27	29
		ref	125	149	125	133	27	99	16	47
	P3	s/r	806	525	22	451	84	157	9	83
		ref	482	193	317	331	102	70	88	87
C1	P0	s/r	86	253	131	157	25	85	41	50
		ref	208	478	101	262	2	223	14	80
	P1	s/r	67	39	412	173	96	40	271	136
		ref	171	332	407	303	65	126	130	107
	P2	s/r	96	955	329	460	46	198	173	139
		ref	186	897	42	375	85	298	93	159
	P3	s/r	441	596	492	510	165	229	171	188
		ref	606	503	362	490	173	166	51	130
C2	P0	s/r	318	256	612	395	83	146	274	168
		ref	131	215	799	382	201	149	360	237
	P1	s/r	156	470	36	221	44	82	26	51
		ref	761	530	273	521	77	67	93	79
	P2	s/r	177	615	497	430	25	65	291	127
		ref	137	801	270	406	154	98	53	102
	P3	s/r	152	425	1823	800	76	217	173	155
		ref	205	357	2598	1053	103	116	839	353

Cuadro N° 7. Rendimiento de M.S. de alfalfa pura. Corte 3 y Total de cortes (kg/ha)

			3				(1+2+3) Total Alfalfa pura			
Bloque			I	II	III	Pr.	I	II	III	Pr.
Tratamiento										
C0	P0	s/r	40	320	89	150	353	719	284	453
		ref	55	901	159	372	514	1382	354	750
	P1	s/r	30	286	140	152	90	550	337	326
		ref	28	26	97	50	97	82	523	234
	P2	s/r	31	101	78	70	171	272	194	212
		ref	29	60	227	105	181	308	368	286
	P3	s/r	516	342	34	297	1406	1024	65	832
		ref	271	152	73	165	855	415	478	583
C1	P0	s/r	83	152	95	110	194	490	267	317
		ref	23	313	73	136	233	1014	188	478
	P1	s/r	64	166	319	183	227	245	1002	491
		ref	94	193	237	175	330	651	774	585
	P2	s/r	539	559	301	466	581	1712	803	1065
		ref	217	583	141	314	488	1778	276	847
	P3	s/r	252	597	359	403	858	1422	1022	1101
		ref	74	282	169	175	853	951	582	795
C2	P0	s/r	112	228	305	215	513	630	1191	778
		ref	300	405	555	420	632	769	1714	1038
	P1	s/r	251	435	146	277	451	987	208	549
		ref	570	343	310	408	1408	940	676	1008
	P2	s/r	516	409	322	417	718	1089	1110	972
		ref	282	367	161	270	573	1275	484	777
	P3	s/r	199	426	808	478	427	1068	2804	1433
		ref	365	301	853	506	673	774	4290	1912

Cuadro N° 8. Efecto de las dosis iniciales de fertilización para los tratamientos refertilizados y no refertilizados en alfalfa pura. Suma de cortes.

	No refert.	Refert.
P0	516	755
P1	455	609
P2	750	627
P3	1122	1097

Cuadro N° 9. Efecto de las dosis de Cal y la refertilización en alfalfa pura. Suma de cortes.

	No refert.	Refert.
C0	455	463
C1	743	676
C2	933	1184

Cuadro N° 10. Efecto de las dosis iniciales de fertilización en los distintos niveles de cal en alfalfa pura. Suma de cortes.

		C0	C1	C2
P0	s/r	452	317	778
	ref	750	478	1038
P1	s/r	326	491	549
	ref	234	585	1008
P2	s/r	212	1065	972
	ref	286	847	777
P3	s/r	832	1101	1433
	ref	583	795	1912

Cuadro N° 11. Resultados de los análisis de varianza de los rendimientos totales de Materia Seca Mezcla de los cortes 1 y 2. Parcelas no refertilizadas.

F. de V.	G.L.	Corte 1					Corte 2				
		S.C.	C.M.	F	Sig.	S.C.	C.M.	F	Sig.		
Bloques	2	161269.344				131447.387					
Ca1	2	151493.484	75746.742	0.091	NS	80865.389	50435.095	5.179	+	(10%)	
Error (a)	4	331502.540	828763.235			69842.779	17460.695				
Pin	3	301712.032	227237.340	1.079	NS	24500.666	30086.889	1.847	NS		
Ca1 x Pin	6	247972.313	40928.711	0.19	NS	14058.168	24076.361	1.44	NS		
E(b)	18	100460.978	210630.71			30849.16	16713.842				

Cuadro N° 12. Resultado de los análisis de varianza de los rendimientos totales de Materia Seca Mezcla del corte 3 y de la suma de los cortes 1 y 2. Parcelas no refertilizadas.

F. de V.	G.L.	Corte 3					Corte 4				
		S.C.	C.M.	F	Sig.	S.C.	C.M.	F	Sig.		
Bloques	2	5780.143				1002967.150					
Ca1	2	593795.387	346897.694	7.290	++	1000000.420	15069.210	0.821	NS		
Error	4	197733.119	48183.282			55006.130	385601.530				
Pin	3	932094.443	310696.148	5.11	+++ (1%)	4027026.540	132242.310	3.278	++ (5%)		
Ca1 x Pin	6	508506.395	86084.732	1.44	NS	1354114.970	225685.828	0.551	NS		
E(b)	18	1094345.148	60796.95			736967.643	405442.65				

Cuadro N° 13. Resultado de los análisis de varianza de los rendimientos de alfalfa pura del 1er. y 2do. corte (parcelas no refertilizadas).

F. de V.	Corte 1				Corte 2				
	G.L.	S.C.	C.M.	F	Sig.	S.C.	C.M.	F	Sig.
Bloques	2	24212.664							
Cal	2	303103.497	151551.749	0.787	NS	45360.667	22680.333	4.501	++ (10%)
E(a)	4	770577.842	192644.461			20154.667	5038.667		
Pin	3	750889.417	250296.472	2.613	NS	24621.555	8207.185	1.884	NS
Cal x Pin	6	236211.170	39369.530	0.411	NS	38147.111	6357.852	1.46	NS
E(b)	18	178287.156	95789.005			78393.833	4357.215		

Cuadro N° 14. Resultado de los análisis de varianza de los rendimientos de alfalfa pura del 1er. corte y de la suma de cortes (parcelas no refertilizadas).

F. de V.	Corte 1				Corte 2				
	G.L.	S.C.	C.M.	F	Sig.	S.C.	C.M.	F	Sig.
Bloques	2	86359.387				778923.485			
Cal	2	201671.722	100835.861	7.635	++ (5%)	1388018.170	694009.084	1.075	NS (24%)
E(a)	4	52486.781	13121.696			1335489.350	333872.340		
Pin	3	306727.222	102242.407	3.917	++ (5%)	2454520.910	821508.969	3.691	++ (5%)
Cal x Pin	6	169136.275	28189.380	1.080	NS	887151.612	147859.269	0.664	NS
E(b)	18	458806.48	25489.267			6005674.419	333534.692		

Cuadro N° 15. Resultado de los análisis de varianza de los rendimientos de Materia Seca Mezcla de cortes 1 y 2.

F. de V.	MSM Corte 1					MSM Corte 2				
	G.L.	S.C.	C.M.	F	Sig.	S.C.	C.M.	F	Sig.	
Bloques	2	15668.124				148110.746				
Cal	2	743921.210	371960.625	0.229	NS	470571.084	205275.542	3.160	NS	
E(a)	4	6498714.910	1625678.777			255857.426	64364.356			
Pin	3	2213409.520	737803.173	0.45	NS	154379.489	51459.850	3.20	++	
Cal-Pin	6	101005.690	16834.101	0.33	NS	476557.674	79426.246	4.92	+++	
E(b)	18	0162707.820	509000.320			290256.661	16130.897			
Ref.	1	1582124.250	1582124.250	8.47	NS	85353.346	885353.346	2.35	NS	
Cal-Ref.	2	132665.250	66332.625	0.32	NS	46613.701	23306.851	0.64	NS	
Pin-Ref.	3	181651.078	60550.359	0.32	NS	8613.717	2871.237	0.08	NS	
Cal-Pin-Ref.	6	410197.219	68366.203	0.37	NS	209669.741	34944.957	0.96	NS	
E(c)	24	4481486.500	186728.600			580109.000	36264.541			

Cuadro N° 16. Resultado de los análisis de varianza de los rendimientos de Materia  
Seca Mezcla de corte 3 y total de cortes.

F. de V.	G.L.	MSM Corte 3				MSM Total de Cortes			
		S.C.	C.M.	F	Sig.	S.C.	C.M.	F	Sig.
Bloques	2	262424.172				958465.750			
Cal	2	1794907.440	897453.721	7.548	++	7037133.250	3518516.630	1.12	NS
E(a)	4	475622.094	118905.523			12605203.000	5131300.750		
Pin	3	396943.365	132314.455	1.08	NS	6159667.500	2053222.500	1.89	NS
Cal-Pin	6	794807.350	132467.892	1.08	NS	4259601.000	709933.500	0.65	NS
F(b)	18	2207982.395	122665.688			19529034.550	1084946.360		
Ref.	1	9776.695	9776.695	0.23	NS	2346861.380	2346861.380	6.22	++
Cal-Ref.	2	250886.098	125443.049	2.91	+	552741.563	276370.781	0.73	NS
Pin-Ref	3	569322.487	189774.162	4.39	++	320274.750	106758.250	0.28	NS
Cal-Pin-Ref	6	246864.897	41144.149	0.95	NS	1500807.750	250134.625	0.66	NS
E(c)	24	1035757.200	43156.133			9052946.250	377206.090		

Cuadro N° 17. Resultado de los análisis de varianza de los rendimientos de Materia  
Seca de Alfalfa Pura de cortes 1 y 3.

F. de V.	G.L.	A.P. Corte 1					A.P. Corte 3				
		S.C.	C.M.	F	Sig.	S.C.	C.M.	F	Sig.		
Bloques	2	478913.684				158407.524					
Cal	2	1087695.530	543847.763	1.53	NS	559548.361	279774.180	9.09	++		
E(a)	2	1424704.990	356176.247			123101.729	30775.432				
Pin	3	1435740.610	478580.202	1.70	NS	190842.391	64614.130	1.38	NS		
Cal-Pin	6	485256.153	80876.025	0.29	NS	278468.530	46411.422	1.01	NS		
E(b)	18	5074500.00	281916.666			826963.082	45952.393				
Re.	1	41856.888	41856.888	1.53	NS	127.998	127.998	0.01	NS		
Cal-Ref.	2	66472.198	33236.099	1.21	NS	71684.090	35842.045	2.166	NS		
Pin-Ref	3	62716.676	20905.559	0.76	NS	236145.113	78715.038	4.757	+++		
Cal-Pin-Ref	6	143004.568	23834.095	0.83	NS	115447.468	15241.245	1.16	NS		
E(c)	24	657380.645	27390.860			397022.322	16545.513				

Cuadro N° 18. Resultado de los análisis de varianza de los rendimientos de Materia Seca de Alfalfa Pura de corte 2 y total de cortes.

F. de V.	Ap Corte 2						Ap total de cortes						
	G.L.	S.C.	C.M.	F	Sig.	S.C.	C.M.	F	Sig.	S.C.	C.M.	F	Sig.
Bloques	2	53290.777				1504751.000							
Cal	2	98528.111	49264.055	1.627	NS	4347361.840	2173680.920	2.555	NS				
E(a)	4	121134.474	30283.618			3402356.630	850599.157						
Pin	3	82354.555	27451.518	2.727	NS	3467277.380	1155759.130	1.79	NS				
Cal-Pin	6	105622.779	17603.797	1.755	NS	2015012.610	336502.102	0.52	NS				
E(b)	18	180472.413	10026.245			11626492.410	645916.250						
Ref.	1	17174.222	17174.222	1.544	NS	73408.324	73408.324	0.80	NS				
Cal-Ref	2	17850.111	8925.056	0.802	NS	331951.371	165975.686	1.80	NS				
Pin-Ref	3	10471.222	3490.407	0.313	NS	352465.172	117488.391	1.27	NS				
Cal-Pin-Ref	6	43510.110	7251.685	0.652	NS	572203.957	95367.326	1.03	NS				
E(c)	24	266876.336	11119.847			2216014.570	92333.940						

Cuadro N° 19. Porcentaje de P en la alfalfa de los cortes 1o. y 2o.

Corte			1er. Corte				2do. Corte			
Bloque			I	II	III	Pr.	I	II	III	Pr.
Tratamiento										
C0	P0	s/r	0.278	0.253	0.220	0.250	0.195	0.218	0.172	0.195
		ref.	0.291	0.235	0.243	0.256	0.210	0.276	0.172	0.219
	P1	s/r	0.288	0.268	0.248	0.268	0.240	0.225	0.205	0.223
		ref.	0.205	0.255	0.228	0.229	0.220	0.223	0.187	0.210
	P2	s/r	0.215	0.281	0.258	0.251	0.215	0.175	0.210	0.200
		ref.	0.248	0.250	0.200	0.233	0.207	0.169	0.261	0.212
P3	s/r	0.263	0.255	0.212	0.243	0.200	0.207	0.175	0.194	
	ref.	0.276	0.273	0.210	0.253	0.185	0.218	0.177	0.193	
C1	P0	s/r	0.278	0.235	0.180	0.231	0.202	0.215	0.190	0.202
		ref.	0.286	0.263	0.258	0.269	0.210	0.205	0.220	0.212
	P1	s/r	0.329	0.238	0.197	0.255	0.205	0.169	0.202	0.192
		ref.	0.271	0.271	0.243	0.262	0.228	0.228	0.240	0.232
	P2	s/r	0.268	0.268	0.223	0.253	0.205	0.205	0.172	0.194
		ref.	0.283	0.324	0.230	0.279	0.243	0.278	0.144	0.222
P3	s/r	0.298	0.293	0.268	0.286	0.212	0.266	0.218	0.232	
	ref.	0.283	0.248	0.278	0.270	0.210	0.192	0.225	0.209	
C2	P0	s/r	0.266	0.159	0.235	0.220	0.240	0.149	0.162	0.184
		ref.	0.316	0.230	0.250	0.265	0.243	0.228	0.187	0.219
	P1	s/r	0.223	0.205	0.266	0.231	0.245	0.220	0.238	0.234
		ref.	0.248	0.248	0.225	0.240	0.253	0.240	0.192	0.228
	P2	s/r	0.205	0.304	0.248	0.252	0.218	0.240	0.190	0.216
		ref.	0.228	0.235	0.223	0.229	0.212	0.223	0.210	0.215
P3	s/r	0.281	0.288	0.225	0.265	0.240	0.233	0.196	0.223	
	ref.	0.271	0.258	0.304	0.278	0.278	0.185	0.215	0.226	

Cuadro N° 20. Porcentaje de P en la alfalfa del Corte 3ro.

Bloque			I	II	III	Pn.
Tratamiento						
C0	P0	s/r	0.286	0.245	0.238	0.256
		ref.	0.291	0.268	0.248	0.269
	P1	s/r	0.266	0.240	0.291	0.266
		ref.	0.316	0.245	0.306	0.289
	P2	s/r	0.304	0.240	0.296	0.280
		ref.	0.298	0.291	0.314	0.301
P3	s/r	0.296	0.298	0.185	0.260	
	ref.	0.281	0.278	0.296	0.285	
C1	P0	s/r	0.271	0.245	0.197	0.238
		ref.	0.316	0.288	0.243	0.282
	P1	s/r	0.341	0.207	0.230	0.259
		ref.	0.326	0.268	0.281	0.292
	P2	s/r	0.293	0.253	0.190	0.245
		ref.	0.316	0.258	0.250	0.275
P3	s/r	0.248	0.298	0.316	0.287	
	ref.	0.309	0.288	0.281	0.293	
C2	P0	s/r	0.266	0.190	0.204	0.253
		ref.	0.309	0.314	0.283	0.203
	P1	s/r	0.283	0.225	0.304	0.271
		ref.	0.301	0.304	0.339	0.315
	P2	s/r	0.311	0.278	0.215	0.268
		ref.	0.291	0.298	0.273	0.287
P3	s/r	0.329	0.253	0.212	0.265	
	ref.	0.293	0.324	0.286	0.301	

Cuadro N° 21. Resultado de los análisis de varianza del porcentaje de P en las plantas para los cortes 1ro. y 2do.

F. de V.	G.L.	% de P 1er. corte				% de P 2do. corte						
		S.C.	C.M.	F	Sig.	S.C.	C.M.	F	Sig.			
Bloques	2	11430.080										
Cal	2	3632.581	1816.291	1.226	NS	1802.525	901.263	1.111				NS
E(a)	4	5925.342	1481.335			3244.812	811.203					
Pin	3	4066.444	1355.481	1.157	NS	2089.042	534.042	0.585				NS
Cal-Pin	6	3519.642	586.607	0.501	NS	3204.252	534.042	0.449				NS
E(b)	18	21069.913	1170.550			21392.830	1188.490					
Ref.	1	420.495	420.495	0.541	NS	1503.344	1503.344	2.785				NS
Cal-Ref.	2	2188.590	1059.295	1.363	NS	207.700	103.850	0.192				NS
Pin-Ref.	3	3943.280	1314.427	1.691	NS	2120.489	706.830	1.309				NS
Cal-Pin-Ref.	6	4452.299	742.050	0.955	NS	4089.296	681.549	1.262				NS
E(c)	24	18645.323	776.888			12952.666	539.694					

Cuadro N° 22. Resultado de los análisis de varianza del porcentaje de P en las plantas para el 3er. corte.

F. de V.	G.L.	% de P, 3er. corte		F	Sig.
		S.C.	C.M.		
Bloques	2	15798.859			
Cal	2	1569.787	784.893	1.019	NS
E(a)	4	3079.551	769.888		
Pin	3	2707.157	902.386	0.574	NS
Cal-Pin	6	4346.547	724.425	0.461	NS
E(b)	18	28278.918	1571.051		
Ref.	1	14649.018	14649.018	14.854	+++ (1%)
Cal-Ref.	2	820.104	410.052	0.415	NS
Pin-Ref	3	606.929	202.310	0.205	NS
Cal-Pin-Ref.	6	1497.116	249.519	0.253	NS
E(c)	24	23667.330	986.138		

Cuadro N° 23. Resultado de los análisis de varianza del porcentaje de P del 1er. corte. Parcelas no refertilizadas.

F. de V.	G. L.	% P, 1er. corte			Sig.
		S. C.	C. M.	F	
Bloques	2	7314.665			
Cal	2	1396.170	698.080	0.426	NS
E(a)	4	6558.890	1639.542		
Pin	3	4528.890	1509.630	1.151	NS
Cal-Pin	6	5084.270	847.380	0.640	NS
E(b)	18	23613.840	1311.880		

Cuadro N° 24. Resultado de los análisis de varianza del porcentaje de P del 2do. corte. Parcelas no refertilizadas.

F. de V.	G. L.	% P, 2do. corte			Sig.
		S. C.	C. M.	F	
Bloques	2	3573.555			
Cal	2	852.056	426.028	1.335	NS
E(a)	4	1276.446	319.112		
Pin	3	3326.528	1108.843	2.106	NS
Cal-Pin	6	5760.387	960.065	1.823	NS
E(b)	18	9475.331	526.401		

Cuadro N° 25. Resultado de los análisis de varianza del porcentaje de P de. 3er. corte. Parcelas no refertilizadas.

F. de V.	G.L.	% P, 3er. corte			Sig.
		S.C.	C.M.	F	
Bloques	2	14965.997			
Cal	2	444.502	222.251	0.447	NS
E(a)	4	1989.001	497.250		
Pín	3	2297.113	765.704	0.350	NS
Cal-Pín	6	3515.720	585.953	0.268	NS
E(b)	18	39343.665	2185.759		

Cuadro N° 26. Fósforo Total absorbido por la alfalfa en  
1er. y 2do. corte. (kg/ha).

Corte			P total 1er. corte				P total 2do. corte			
Bloque			I	II	III	Pr.	I	II	III	Pr.
Tratamiento										
C0	P0	s/r	0.762	0.769	0.251	0.594	0.076	0.207	0.139	0.141
		ref.	0.820	0.525	0.833	0.726	0.372	0.712	0.064	0.382
	P1	s/r	0.150	0.652	0.399	0.400	0.019	0.047	0.074	0.047
		ref.	0.076	0.074	0.735	0.295	0.070	0.060	0.193	0.108
	P2	s/r	0.247	0.379	0.230	0.285	0.054	0.063	0.057	0.058
		ref.	0.310	0.373	0.250	0.311	0.051	0.168	0.042	0.087
P3	s/r	2.121	1.341	0.047	1.170	0.168	0.326	0.016	0.170	
	ref.	1.329	0.527	0.666	0.841	0.188	0.152	0.156	0.165	
C1	P0	s/r	0.239	0.595	0.235	0.357	0.051	0.183	0.078	0.104
		ref.	0.595	1.258	0.261	0.704	0.004	0.457	0.031	0.164
	P1	s/r	0.220	0.093	0.813	0.375	0.197	0.068	0.548	0.271
		ref.	0.463	0.899	0.989	0.783	0.148	0.287	0.312	0.249
	P2	s/r	0.257	2.561	0.732	1.184	0.094	0.401	0.298	0.264
		ref.	0.527	2.905	0.097	1.055	0.206	0.829	0.134	0.390
P3	s/r	1.316	1.749	1.319	1.472	0.351	0.608	0.372	0.444	
	ref.	1.717	1.247	1.007	1.383	0.363	0.319	0.115	0.266	
C2	P0	s/r	0.845	0.408	1.440	0.898	0.199	0.218	0.444	0.287
		ref.	0.414	0.495	2.001	0.970	0.488	0.339	0.674	0.500
	P1	s/r	0.347	0.963	0.096	0.469	0.108	0.180	0.062	0.117
		ref.	1.886	1.314	0.615	1.272	0.195	0.161	0.179	0.178
	P2	s/r	0.363	1.867	1.232	1.154	0.054	0.156	0.552	0.254
		ref.	0.312	1.906	0.601	0.853	0.327	0.218	0.111	0.219
P3	s/r	0.427	1.226	4.105	1.919	0.183	0.505	0.337	0.342	
	ref.	0.555	0.921	7.887	3.121	0.287	0.214	1.805	0.769	

Cuadro N° 27. Fósforo total absorbido por la alfalfa en 3er. corte y Total de cortes. (kg/ha).

Corte			P total, 3er. corte				P total abs. total de cortes			
Bloque			I	II	III	Pr.	I	II	III	Pr.
C0	P0	s/r	0.114	0.785	0.212	0.370	0.953	1.761	0.602	1.105
		ref.	0.160	2.416	0.394	0.990	1.352	3.653	1.291	2.100
	P1	s/r	0.080	0.687	0.407	0.391	0.249	1.386	0.880	0.838
		ref.	0.089	0.064	0.297	0.150	0.235	0.198	1.225	0.553
	P2	s/r	0.094	0.243	0.231	0.189	0.395	0.685	0.517	0.532
		ref.	0.087	0.175	0.712	0.324	0.447	0.716	1.004	0.722
P3	s/r	1.527	1.021	0.063	0.870	3.816	2.688	0.125	2.210	
	ref.	0.761	0.423	0.216	0.467	2.279	1.103	1.038	1.473	
C1	P0	s/r	0.225	0.373	0.187	0.262	0.515	1.151	0.500	0.722
		ref.	0.073	0.768	0.177	0.339	0.672	2.483	0.469	1.208
	P1	s/r	0.219	0.344	0.734	0.432	0.636	0.505	2.096	1.079
		ref.	0.307	0.518	0.665	0.497	0.918	1.703	1.967	1.529
	P2	s/r	1.582	1.414	0.571	1.189	1.934	4.376	1.601	2.637
		ref.	0.686	1.505	0.353	0.848	1.420	4.876	0.584	2.293
P3	s/r	0.625	1.782	1.135	1.181	2.292	4.169	2.287	3.096	
	ref.	0.228	0.813	0.474	0.505	2.309	2.558	1.597	2.155	
C2	P0	s/r	0.297	0.432	0.926	0.552	1.342	1.059	2.810	1.737
		ref.	0.926	1.270	1.573	1.256	1.828	2.105	4.248	2.737
	P1	s/r	0.711	0.980	0.443	0.711	1.167	2.123	0.601	1.297
		ref.	1.716	1.041	1.051	1.269	3.798	2.516	1.844	2.719
	P2	s/r	1.606	1.138	0.693	1.146	2.023	3.162	2.477	2.554
		ref.	0.831	1.095	0.440	0.785	1.200	3.219	1.152	1.857
P3	s/r	0.654	1.078	1.717	1.150	1.264	2.809	6.159	3.411	
	ref.	1.071	0.975	2.439	1.495	1.913	2.110	12.131	5.385	

Cuadro N° 28. Resultado de los análisis de varianza de P total absorbido del 1er. 2o. corte.

F. de V.	G.L.	P total corte 1				P total corte 2						
		S.C.	C.M.	F	Sig.	S.C.	C.M.	F	Sig.			
Bloques	2	26218.334				1854.090						
Cal	2	70560.060	35280.030	1.250	NS	4403.701	2201.851	1.742			NS	
E(a)	4	112936.106	28234.027			5054.671	1263.668					
Pin	3	124055.529	41351.843	2.00	NS	3843.981	1281.327	1.703			NS	
Cal-Pin	6	40908.969	6818.162	0.33	NS	5143.062	857.177	1.139			NS	
E(b)	18	371837.775	20657.650			9029.902	752.490					
Ref	1	5655.162	5655.162	1.808	NS	1198.867	1198.867	2.18			NS	
Cal-Ref	2	8743.366	4371.733	1.397	NS	870.408	435.204	0.79			NS	
Pin-Ref	3	5573.651	1857.884	0.594	NS	548.943	182.981	0.33			NS	
Cal-Pin-Ref	6	18877.409	3146.235	1.006	NS	2594.516	432.419	0.79			NS	
E(c)	24	75077.182	3128.216			13190.657	549.611					

Cuadro N° 29. Resultado de los análisis de varianza de P total absorbido del 3er. conte y total de contes. (Datos originales por 100).

F. de V.	G.L.	P total conte 3				P total abs. total de contes					
		S.C.	C.M.	F	Sig.	S.C.	C.M.	F	Sig.		
Bloques	2	7076.273				77746.894					
Cal	2	34946.041	17473.020	4.932	+(10%)	278940.265	139470.132	2.456		NS (20%)	
E(a)	4	14170.529	3542.632			227171.616	56972.904				
Pin	3	10245.266	3415.089	0.788	NS	276880.785	92293.595	2.123		NS	
Cal-Pin	6	21511.119	3585.187	0.827	NS	145494.277	24249.046	0.557		NS	
E(b)	18	78035.249	4335.292			782434.018	43468.556				
Ref	1	881.090	881.090	1.003	NS	15332.922	15332.922	1.826		NS	
Cal-Ref	2	11677.862	5838.931	6.651	++(1%)	36271.917	18135.860	2.16		NS	
Pin-Ref	3	11988.697	3996.232	4.552	++(5%)	31813.425	10604.475	1.263		NS	
Cal-Pin-Ref	6	14988.722	2498.120	2.845	++(5%)	73723.311	12287.219	1.464		NS	
E(c)	24	21070.459	877.936			201423.229	8392.634				

Cuadro N° 30. Resultado de los análisis de varianza de P total absorbido del 1er. y 2do. corte.  
Parcelas no refertilizadas.

F. de V.	G.L.	P abs. corte 1				P abs. corte 2			
		S.C.	C.M.	F	Sig.	S.C.	C.M.	F	Sig.
Bloques	2	1235828.210				111322.721			
Ca1	2	1486738.920	743369.461	0.787	NS	198458.722	99229.361	6.928	++(5%)
E(a)	4	3779483.780	944870.946			57294.114	14323.529		
Pin	3	6242390.800	2080796.940	2.369	NS	156552.083	52184.028	2.709	NS
Ca1-Pin	6	1384516.630	230752.772	0.262	NS	132695.500	22115.917	1.148	NS
E(b)	18	10537963.280	878163.580			346783.163	19265.731		

Cuadro N° 31. Resultado de los análisis de varianza de P total absorbido del 3er. corte  
y del total de cortes. Parcelas no refertilizadas.

F. de V.	G.L.	P abs. corte 3				P abs. total de cortes			
		S.C.	C.M.	F	Sig.	S.C.	C.M.	F	Sig.
Bloques	2	427467.703				3595296.060			
Ca1	2	1201314.070	600657.035	8.2	++(5%)	7214092.180	3607046.090	2.085	NS
E(a)	4	293008.289	73252.072			6920004.320	1720001.080		
Pin	3	2549665.460	849888.485	4.225	++(5%)	19214165.1	6404721.69	5.13	++++(1%)
Ca1-Pin	6	1200477.710	20079.619	0.99	NS	5527451.86	921241.977	0.738	NS
E(b)	18	3622373.318	201242.950			22467895.51	1248216.300		

Cuadro N° 32. Fósforo disponible en el suelo en el momento de la refertilización (29/9/80). Datos en ppm. Parcelas refertilizadas el año anterior.

Tratamiento		Bloque			Ph. Bloques
		I	II	III	
C0	P0	6.02	21.33	4.96	10.77
	P1	14.47	16.26	12.78	14.50
	P2	23.23	9.29	18.59	17.04
	P4	10.14	16.79	13.20	13.38
C1	P0	18.69	4.01	11.83	11.51
	P1	17.21	6.02	14.99	12.74
	P2	24.50	7.55	6.55	13.20
	P3	11.30	7.71	27.46	15.49
C2	P0	7.39	21.12	5.60	11.37
	P1	21.75	29.57	12.25	21.19
	P2	14.36	6.44	11.62	10.81
	P3	12.04	9.40	6.34	9.26

Cuadro N° 33. Resultado de los Análisis de Varianza de P disponible en el suelo en el momento de la refertilización.

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	F	Sig
Bloques	2	53.674			
Ca1	2	4.251	2.126	0.023	NS
E(a)	4	374.821	93.705		
Pin	3	115.649	38.550	0.862	NS
Ca1-Pin	6	235.386	39.231	0.878	NS
E(b)	18	804.628	44.701		

Cuadro N° 34. Porcentaje de alfalfa en la mezcla. Corte 1o. y 2o.

Bloque			1er. corte			2do. corte			
			I	II	III	I	II	III	
<i>Tratamiento</i>									
C0	P0	s/r	14.05	21.2	10.52	68.04	33.74	62.15	
		ref	18.69	12.83	24.10	46.75	45.61	37.77	
	P1	s/r	4.25	16.92	15.42	16.38	9.57	52.87	
		ref	2.30	2.82	29.93	13.31	21.36	56.35	
	P2	s/r	6.42	11.50	6.52	27.83	23.11	13.16	
		ref	8.26	7.98	8.56	27.78	51.54	15.67	
	P3	s/r	33.63	28.08	5.00	71.72	44.21	19.30	
		ref	12.28	21.32	22.97	41.77	64.34	48.81	
	C1	P0	s/r	6.77	17.50	14.50	11.49	38.71	44.19
			ref	11.90	33.66	7.43	8.39	64.34	24.49
		P1	s/r	5.22	2.5	34.03	36.66	26.98	65.60
			ref	8.54	20.52	24.28	15.75	35.70	39.08
P2		s/r	7.83	38.78	30.96	17.59	53.57	64.04	
		ref	10.88	36.04	2.20	45.35	54.16	14.06	
P3		s/r	29.21	38.21	27.72	57.65	40.55	31.01	
		ref	30.14	32.30	23.07	5.38	49.29	24.54	
C2		P0	s/r	24.26	17.78	45.90	65.02	26.66	51.87
			ref	13.93	15.86	39.97	39.82	36.59	48.25
		P1	s/r	14.83	30.53	1.92	47.53	43.68	15.51
			ref	35.82	21.59	23.28	33.82	46.81	38.83
	P2	s/r	11.71	39.71	28.79	41.83	33.95	47.06	
		ref	9.21	31.30	10.35	42.26	27.83	24.34	
	P3	s/r	15.90	29.75	57.12	21.97	58.92	67.69	
		ref	15.70	22.73	65.39	37.39	35.35	65.06	

Cuadro N° 35. Porcentaje de alfalfa en la mezcla, corte 3o.

Corte			3er. corte		
Tratamiento	Bloque		I	II	III
C0	P0	s/r	25.49	63.30	44.68
		ref	31.98	60.65	57.63
	P1	s/r	41.73	39.11	57.71
		ref	8.84	36.27	42.06
	P2	s/r	22.17	42.94	28.03
		ref	25.31	15.60	54.90
	P3	s/r	52.78	46.41	18.78
		ref	41.11	36.67	33.06
C1	P0	s/r	30.71	47.67	47.12
		ref	9.16	59.96	16.77
	P1	s/r	18.34	36.16	52.23
		ref	20.78	31.40	31.45
	P2	s/r	42.94	50.53	58.04
		ref	33.53	64.63	28.11
	P3	s/r	42.63	56.41	38.93
		ref	46.31	58.93	35.91
C2	P0	s/r	49.51	38.67	46.57
		ref	40.02	64.49	47.85
	P1	s/r	39.51	56.50	26.07
		ref	48.74	49.56	46.57
	P2	s/r	57.63	57.98	45.86
		ref	40.67	31.77	25.91
	P3	s/r	31.58	61.77	68.26
		ref	53.50	58.76	56.29

## VII. BIBLIOGRAFIA

1. AMBROSONI, J.M. (1979). Efectos del encalado y fertilización fosfatada en alfalfa. Tesis Ing. Agr. Montevideo. Uruguay. Facultad de Agronomía.
2. ANDREW, C.S. (1976). Effect of Calcium, pH and Nitrogenous on the growth and Chemical composition of some tropical and temperature pasture legumes I Nodulation and growth Austr. Jour. Agr. Res. 27(5). pp.611-623.
3. ANTÓNACCIO, G. y CREMONA, S. (1980). Efectos del encalado y fertilización fosfatada en alfalfa. Tesis Ing. Agr. Montevideo. Uruguay. Fac. Agronomía.
4. AWAN, A.B. (1964). Effect of Lime availability of phosphorus in Zamorano Soils. Soil Sci. Am. Proc. 28 pp, 672-673.
5. AZNAREZ, M. (1939). Ensayos de abonos con alfalfa. Arch. Fit. del Uruguay. 3 pp. 143.
6. BARROW, N.J. (1967). Relationships between uptake of phosphorus by plants and the phosphorus potencial and buffering capacity of the soil. An attempt to test Sheffield's hypothesis. Soil Science 104(2): pp.99-106.
7. BEATER, B.E. (1948). The value of preliming primarily as a mean of improving the absorption of Phosphorus by plants. Soil Sc. 60 pp. 337.
8. BIANCO, L.E. y LOZA, W.L. (1970). Efecto residual del encalado y de la fertilización fosfatada y efecto de la refertilización en Alfalfa. Tesis Ing. Agr. Montevideo. Uruguay. Facultad de Agronomía.

9. BLACK, C.A. (1965). Methods of soil analysis. Am.Soc. of Agron. Inc. Pub. Wisconsin, USA volumen 2 pp. 1572.
10. BLACK, C.A. (1975). Relaciones suelo-planta, tomos 1 y 2. Edit. Hemisferio Sur. Bs.As. Argentina.
11. CASTRO, L. (1978). Fertilización de pasturas en Uruguay. Centro de Investigaciones Agrícolas Alberto Boerger. Pasturas IV. Montevideo pp. 123-129.
12. CASTRO y col. (1981). Fertilización de pasturas en el litoral oeste del Uruguay. Investigaciones Agronómicas (R. O.U.) N° 1, pág. 56-57.
13. DIEZ, J.A. (1979). Influencia del pH, arcilla y mecanismos de reacción del fósforo en el suelo sobre la capacidad Tampón del ión fosfato. Anales de Edafología y Agrobiología. 38 (1/2). pág. 221 a 231.
14. DIONNE, J.L. et ROLA-PLESZCCYNSKY, S.S. (1963). Comportement différentiel de la luzerne en regard du chaulage sur cinq types de sols du Quebec Canm Jour. of Soil Sc. 44 pp. 119-130.
15. ESCUDERO, J. y MORON, A. (1978). Caracterización de la capacidad de fijación de fósforo de distintos suelos de Uruguay. Tesis de Ing. Agr. Montevideo. Uruguay. Facultad de Agronomía.
16. ESTEBAN, E. y AGUILAR, A. (1977). Estudio de la nutrición de la alfalfa. Importancia del equilibrio fisiológico. Agroquímica 21(6). pp. 532-528.

17. FASSBENDER, H.W. (1975). Química de suelos, con énfasis en suelos de América Latina. IICA Turrialba. Centro Regional de ayuda técnica (AID) pp.168-365.
18. FREITAS, L.M. y PRATT (1969). Respostas de tres leguminosas a calcário en diversos solos acidos de Sao Paulo. Pesq. Agrop. Bras. 4 pp. 89-95.
19. GACHON, L. (1977). The usefulness of a good level of soil phosphate reserves. Phosphorus in Agriculture 31(70) pp.25-30.
20. HALLOCK, D.L. and ATTOE, O.J. (1954). Correlation of phosphorus content of alfalfa with pH and forms of soil Phosphorus. Soil Science Society of America Proceedings 18(1) pp.64-67.
21. HALSTEAD, R.L., LAPENSE, J.M. and IVARSON, K.C. (1963). Mineralization of soil organic phosphorus with particular reference to the effect of Lime. Can. Jour. of Soil Sci 43(1) pp.96.
22. HEYLAR, K.R. and ANDERSON, A.J. (1971). Effect of Lime on the growth of five species on Aluminium toxicity, and on Phosphorus availability. Aus. Jour. Agr. Res. 22 (5) pp. 707-721.
23. HOURIGAN, W.B. et al (1961). Growth and Ca uptake by plants a affected by rates and depth of liming. Soil Sci. Soc. of Am. Pr. 25(6): pp. 491-494.
24. JACKSON, M.L. (1970). Análisis químico de suelos. 2da. edic. Edit. Omega. Barcelona. España. 662p.
25. JOHN, M.K., CASE, V.W. and VAMKERHOVEN, C. (1972). Liming of alfalfa I. Effect on plant growth and soil properties. Pl.and Soil 37(2) pp. 353-361.

26. KAMPRATH, E.J. (1977). Residual effect of large applications of phosphorus on high phosphorus fixing soils. Agr. Jor. 59(1) pp.25-27.
27. LOWTHER, W.L. and ADAMS, A.F. (1970). The interaction of Lime and Phosphorus on the nodulation and growth of white clover N. Zeal. Jour. Agr. Res. 13(2) pp. 252-262.
28. LUND, Z.F. (1970). The effect of Calcium and its relation to several cations in Soybean root growth. Soil Sci. Soc. Am. Proc. 34(3). pp. 456.
29. MAC LACHLAN, K.D. (1976). Comparative phosphorus responses in plants to a range of available phosphorus situations. Australian Jour. of Agr. Research 27(3): pp. 323-341.
30. MAC LACHLAN, K.D. and NORMAL. B.W. (1964). The influence of rate and frequency of superphosphate application on pasture yields. Aust. Jour. of Exp. Agr. and Animal Husbandry 4(13) pp. 152-157.
31. MAC LEAN, A.J. and COOK, R.L. (1955). The effect of soil reaction on the availability of Phosphorus for alfalfa in some Eastern Ontario Soil. Soil Sci. Soc. Am. Proc. 19(3). pp.3111-3114.
32. MALLARINO, A.P., ZAMALVIDE, J.P. y CASANOVA, O. (1978). Encalado y fertilización de alfalfa I.Ia. Reunión Técnica, Facultad de Agronomía, Montevideo. Uruguay.
33. MUNNS, D.N. (1965). Soil acidity and growth of a legume. I) Interactions of Lime with Nitrogen and Phosphate on growth of Medicago Sativa and Trifolium Subterraneum. Aust. Journ. Agr. Res. 16(5). pp. 733-741.

34. MUNNS, D.N. (1965). Soil acidity and growth of legume. III - Interaction of Lime and Phosphate on growth of Medicago Sativa in relation to Aluminium toxicity and Phosphate fixation. Aus. Jour. Agr. Res. 16(5): pp.743-766.
35. MUNNS, D.N. (1970). Nodulation of Medicago Sativa in solution culture (Acid-sensitive strains). Pl. and Soil 28 (1) pp. 129-146.
36. MUNNS, D.N. (1968). Nodulation of Medicago Sativa in solution culture V: Calcium and pH requirements during infestation Pl. and Soil 32(1) pp. 90-102.
37. MUNNS, D.N. and FOX, R.L. (1976). Depression of legume growth by liming. Pl and Soil 45(3): pp. 701-704.
38. OUELLETE, G.L. (1963). Effect of Lime, Nitrogen and Phosphorus on the response of Ladino clover to Molybdenum. Can Jour. Soil Sci 43(1) pp. 117-122.
39. PALGI, E. y VADORA, M.L. (1979). Efectos del encalado y fertilización fosfatada en alfalfa. Tesis Ing. Agr. Montevideo. Uruguay. Facultad de Agronomía.
40. PEARSON, R.W. (1958). Liming and fertilizer efficiency. Agr. Jour. 50(7) pp. 356-362.
41. PONS, A.L. (1976). Efeito residual da calagem e da adubação fosfatada na produção de alfalfa (Medicago Sativa) num latossolo bruno Distrofico do Rio Grande Do Sul. Anuario Tec. de I.P.Z. Fco. Osorio 3 pp. 540.
42. REHM, G.W. and SORENSEN, R.C. (1974). Effects on the application of phosphorus Potassium and Sulfur to alfalfa grown on a calcareous Silt Loam. Soil Sci. Soc. Am. Proc. 18(2) pp. 184-187.

43. RHYKERD, C.L. and OVERDAHL, C.J. (1972). Nutrition and fertilizer use. In Hanson, C.H. ed. Alfalfa science and technology. Madison, Wis., American Society of Agronomy.
44. ROBERTSON, W.K., NELLER, J.R. and BARTLETT, F.D. (1954). Effect of Lime on the availability of Phosphorus in soils of High to low sesquioxide content. Soil Sci. Soc. Am. Proc. 18(2) pp. 184-187.
45. SALINAS, J.G. et al. (1978). Residual effects of Lime rate and incorporation depths. North Carolina University. Annual Report for 1976-1977.
46. SEY, W.A. and WEEKS, M.E. (1955). The effect of time of top dressing on uptake of phosphorus and potassium by an established stand of alfalfa. Soil Science Society of America Proceedings 19(4) pag. 458-461.
47. TERRIME, D.G. et al (1979). Effects of annual weed control on alfalfa forage quality. Agr. Jour. 71 pp. 371-380.
48. TISDALE, S.L. and NELSON, W.L. (1966). Soil Fertility and Fertilizers. 2da. Edic. MacMillan Company, New York.
49. TROUG, N.V., WILSON, G.L. and ANDREW, C.S. (1970). Manganese toxicity in pasture legumes. I. Effect of calcium and phosphorus levels in the substrate. Plant and soil 34(2): pp. 309-320.
50. URUGUAY. UNIVERSIDAD DE LA REPUBLICA. FACULTAD DE AGRONOMIA. CATEDRA DE SUELOS. Curso de Suelos II. Montevideo, (1974) tomo 3. (Mimeografiado).

51. WANG, L.C., ATTOE, O.J. and TRUOG, E. (1953). Effect of lime and fertility levels on the chemical composition and winter survival of alfalfa. Agr. Jour. 45 (8) pp. 381-384.
52. WELLS, K.L. and PARKS, W.L. (1961). Vertical distribution of soil phosphorus and potassium on several established alfalfa stands that received various rates of annual fertilization. Soil Sci. Soc. Am. Pr. 25(2). pp. 117-120.
53. ZAMALVIDE, J.P. (1970). Efecto del encalado sobre la disponibilidad del suelo y la eficacia del fertilizante fosfatado en un suelo de basalto. Tesis Ing. Agr. Montevideo. Uruguay. Fac. de Agronomía.