



**Ministerio de Educación y Cultura**  
**Universidad de la República**  
**FACULTAD DE AGRONOMIA**

EFFECTO DE LA FERTILIZACION N - P EN

LA PRODUCCION DE LA MEZCLA

AVENA - RAIGRAS

EN ALGUNOS SUELOS DE LA CUENCA LECHERA

DE MONTEVIDEO

Por

JORGE ALVAREZ

DANIEL RADESCA

TESIS presentada como uno de los  
requisitos para obtener el título  
de Ingeniero Agrónomo.  
(Orientación Agrícola-Ganadera).

Montevideo  
URUGUAY  
1982

Calif. 10



T. 1476



Ministerio de Educación y Cultura  
Universidad de la República  
FACULTAD DE AGRONOMIA

EFFECTO DE LA FERTILIZACION N - P EN

LA PRODUCCION DE LA MEZCLA

AVENA - RAIGRAS

EN ALGUNOS SUELOS DE LA CUENCA LECHERA

DE MONTEVIDEO

Por

JORGE ALVAREZ

DANIEL RADESCA

T E S I S

Montevideo  
URUGUAY  
1982

FACULTAD DE AGRONOMIA



DEPARTAMENTO DE  
DOCUMENTACION Y  
BIBLIOTECA

20 ENE. 1983

Tesis aprobada por:

Director:

ARMANDO RABUFFETTI

Nombre completo y firma

Nombre completo y firma

Nombre completo y firma

Fecha:

Autor:

Forbe Alvarez

Nombre completo y firma

FORBE ALVAREZ

Daniel Raesca

Nombre completo y firma

DANIEL RAESCA

## AGRADECIMIENTOS

Deseamos expresar nuestro mayor agradecimiento al Ing. Agr. Armando Sabuffetti, por su asistencia y colaboración durante el transcurso del presente trabajo. Así mismo hacemos extensiva nuestra gratitud al Ing. Agr. Omar Casanova, por los consejos y sugerencias efectuadas durante los ensayos de campo y análisis de laboratorio. Agradecemos también al Ing. Agr. Sergio Labella, por su dedicada participación en la corrección de éste trabajo.

Por último queremos hacer mención de todas aquellas personas, compañeros, funcionarios y productores que de una u otra forma hicieron posible la realización de la presente tesis, en especial al funcionario Dennis (hoy desaparecido) y a la bachiller Aurora Cerveñansky.

LISTA DE CUADROS Y GRAFICOS

Cuadro N°		Página
1	Producción de forraje de raigrass y avena con y sin N obtenida en La Estanzuela. (Chiara 1975). . . . .	16
2	Algunas características físicas y químicas de los suelos utilizados. . . . .	20
3	Dosis de N y P por Há para cada tratamiento. . . . .	20
4	Producción de forraje para la mezcla Avena-Raigras en Kg/Há de Materia Seca para el primer, segundo corte y total. Lugar 1. . . . .	28
5	Análisis de Varianza para la Producción de Materia Seca, primer, segundo corte y total. Lugar 1. . . . .	29
6	Valores de los Parámetros del Modelo de Regresión para la producción de Materia Seca y sus correspondientes coeficientes de determinación ( $R^2$ ), para el primer, segundo corte y total. Lugar 1. . . . .	29
7	Eficiencia del N en la Producción total de Materia Seca para tres niveles de P. Lugar 1. . . . .	36
8	Composición química del forraje par la mezcla Avena Raigras en % de N, P y K para el primer y segundo corte. Lugar 1. . . . .	36
9	Análisis de Varianza para la Composición porcentual del Forraje en N, primer y segundo corte. Lugar 1. . . . .	37

10	Valores de los Parámetros del Modelo de Regresión para la Composición porcentual en N y sus correspondientes coeficientes de determinación ( $R^2$ ), para el primer y segundo corte. Lugar 1. ....	39
11	Análisis de Varianza para la Composición porcentual del Forraje en P, primer y segundo corte. Lugar 1. ....	40
12	Valores de los parámetros del Modelo de Regresión para la Composición porcentual en P y sus correspondientes coeficientes de determinación ( $R^2$ ), para el primer y segundo corte. Lugar 1 ....	41
13	Análisis de Varianza para la Composición porcentual del Forraje en K, primer y segundo corte. Lugar 1. ....	42
14	Valores de los parámetros del Modelo de Regresión para la Composición porcentual en K y sus correspondientes coeficientes de determinación ( $R^2$ ), para el primer y segundo corte. lugar 1. ....	43
15	Absorción de N por parte de la Pastura en Kg/Há, para el primer, segundo corte y total. Lugar 1. .	44
16	Análisis de Varianza para la absorción de N en Kg/Há por parte de la pastura, para el primer, segundo corte y total. Lugar 1. ....	46

17	Valores de los Parámetros del Modelo de Regresión para la Absorción de N por parte de la pastura y sus correspondientes coeficientes de determinación ( $R^2$ ), para el primer, segundo corte y total. Lugar 1. ....	47 47
18	Absorción de P por parte de la Pastura en Kg/Há, para el primer, segundo corte y total. Lugar 1. .	50
19	Análisis de Varianza para la absorción de P en Kg/Há por parte de las pasturas para el primer, segundo corte y total. Lugar 1. ....	51
20	Valores de los Parámetros del modelo de Regresión para la absorción P por parte de la pastura y sus correspondientes coeficientes de determinación ( $R^2$ ), para el primer, segundo corte y total. Lugar 1. ....	51
21	Eficiencia del P en la Absorción de P en Kg/Há por Kg P agregado, para tres niveles de N. Lugar 1. ....	53
22	Absorción de P por parte de la Pastura en Kg/há, para el primer, segundo corte y total. Lugar 1. .	54
23	Análisis de Varianza para la absorción de K en Kg/Há por parte de la pastura, para el primer, segundo corte y total. Lugar 1. ....	55

24	Valores de los Parámetros del Modelo de Regresión para la Absorción de K por parte de la pastura y sus correspondientes coeficientes de determinación ( $R^2$ ), para el primer, segundo corte y total. Lugar 1. ....	55
25	Producción de forraje para la mezcla Avena-Raigras en Kg/Há de Materia Seca para el único corte. Lugar 2. ....	58
26	Análisis de Varianza para la producción de Materia Seca, único corte. Lugar 2. ....	60
27	Valores de los Parámetros del Modelo de Regresión para la producción de Materia Seca y sus correspondientes coeficientes de determinación ( $R^2$ ), para el único corte. Lugar 2. ....	60
28	Eficiencia del N en la Producción total de Materia Seca para tres niveles de P. Lugar 2. ....	63
29	Composición química del forraje para la mezcla Avena-Raigras en % de N, P y K para el único corte. Lugar 2. ....	64
30	Análisis de Varianza para la Composición porcentual del Forraje en N, P y K, único corte. Lugar 2	65
31	Valores de los Parámetros del Modelo de Regresión para la Composición porcentual en N y sus correspondientes coeficientes de determinación ( $R^2$ ), pa-	



31	ra el único corte. Lugar 2. ....	65
32	Absorción de N, P y K por parte de la Pastura en Kg /Há, para el único corte. Lugar 2. ....	67
33	Análisis de Varianza para la absorción de N, P y K en Kg/Há por parte de la pastura, para el único corte. Lugar 2. ....	69
34	Valores de los parámetros del modelo de Regresión para la Absorción de N, P y K por parte de la pastura y sus correspondientes coeficientes de determinación ( $R^2$ ), para el único corte. Lugar 2. ....	69
35	Producción de forraje para la mezcla Avena-Raigras en Kg/Há de materia Seca para el primer, segundo corte y total. Lugar 3. ....	71
36	Análisis de Varianza para la Producción de Materia Seca, primer, segundo corte y total. Lugar 3. ....	72
37	Valores de los Parámetros del Modelo de Regresión para la Producción de materia Seca y sus correspondientes coeficientes de determinación ( $R^2$ ), para el primer, segundo corte y total. Lugar 3. ....	73
38	Eficiencia del N en la Producción total de Materia Seca para tres niveles de P. Lugar 3. ....	76
39	Composición química del forraje para la mezcla Avena- Raigras en % de N, P y K para el primer y segundo corte. Lugar 3. ....	76

40 Análisis de Varianza para la Composición porcentual del Forraje en N, primer y segundo corte. Lugar 3. 77

41 Valores de los Parámetros del Modelo de Regresión para la Composición porcentual de N y sus correspondientes coeficientes de determinación ( $R^2$ ), para el primer y segundo corte. lugar 3. .... 78

42 Análisis de Varianza para la Composición porcentual del Forraje en P, primer y segundo corte. Lugar 3. .... 79

43 Valores de los Parámetros del Modelo de Regresión para la Composición porcentual en P y sus correspondientes coeficientes de determinación ( $R^2$ ), para el primer y segundo corte. Lugar 3. .... 80

44 Análisis de Varianza para la Composición porcentual del Forraje en K, primer y segundo corte. Lugar 3. .... 82

45 Valores de los Parámetros del Modelo de Regresión para la Composición porcentual en K y sus correspondientes coeficientes de determinación ( $R^2$ ), para el primer y segundo corte. lugar 3. .... 82

46 Absorción de N por parte de la Pastura en Kg/Há, para el primer, segundo corte y total. Lugar 3. . 83

47 Análisis de Varianza para la absorción de N en Kg/Há por parte de la pastura, para el primer, se

47	gundo corte y total. Lugar 3.	84
48	Valores de los Parámetros del Modelo de regresión para la Absorción de N por parte de la pastura y sus correspondientes coeficientes de determinación ( $R^2$ ), para el primer, segundo corte y total. Lugar 3. ....	85
49	Absorción de P por parte de la Pastura en Kg/Há, para el primer, segundo corte y total. Lugar 3. .	86
50	Análisis de Varianza para la absorción de P en Kg/Há por parte de la pastura, para el primer, segundo corte y total. Lugar 3. ....	87
51	Valores de los Parámetros del Modelo de Regresión para la Absorción de P por parte de la pastura y sus correspondientes coeficientes de determinación ( $R^2$ ), para el primer, segundo corte y total. Lugar 3. ....	89
52	Eficiencia del P en al Absorción de P en Kg/Há por K y P agregado, para tres niveles de N. Lugar 3. ....	89
53	Absorción de K por parte de la Pastura en Kg/Há, para el primer, segundo corte y total. Lugar 3. .	90
54	Análisis de Varianza para la Absorción de K en Kg/Há por parte de la pastura, para el primer, segundo corte y total. Lugar 3. ....	93

55	Valores de los Parámetros del Modelo de Regresión para la Absorción de K por parte de la pastura y sus correspondientes coeficientes de determinación ( $R^2$ ), para el primer, segundo corte y total. Lugar 3. ....	93
56	Rendimiento de la mezcla Avena-Raigras, composición de la Materia Seca, y absorción de nutrientes. Lugar N° 1; primer corte. ....	100
57	Rendimiento de la mezcla Avena-Raigras, composición de la Materia Seca, y absorción de nutrientes. Lugar N° 1; segundo corte. ....	101
58	Rendimiento de la mezcla Avena-Raigras, composición de la materia Seca, y absorción de nutrientes. Lugar N° 2; corte único. ....	102
59	Rendimiento de la mezcla Avena-Raigras, composición de la Materia Seca, y absorción de nutrientes. Lugar N° 3; primer corte. ....	103
60	Rendimiento de la mezcla Avena-Raigras, composición de la Materia Seca, y absorción de nutrientes. Lugar N° 3; segundo corte. ....	104
61	Promedios mensuales de precipitaciones registrados por la Estación Meteorológica San Ramón durante el año 1980, comparados con los datos del período 1956 - 1979. ....	105

62	Promedios mensuales de precipitaciones registrados por la Estación meteorológica Libertad durante el año 1980, comparados con los datos del período 1913 - 1970. ....	106
63	Promedios mensuales de precipitaciones registrados por la Estación Meteorológica Olmos (Pando) durante el año 1980, comparados con los datos del período 1956 - 1979. ....	107

## Gráfica N°

1	Respuesta en Materia Seca al agregado de N (R. Vera 1965). ....	15
2	Respuesta en la producción de la pastura (Kg/Há de Materia Seca), a la fertilización nitrogenada (Kg/Há), para dos niveles de P (0 y 60 Kg/Há) agregado. Primer Corte. Lugar 1. ....	32
3	Respuesta en la producción de la pastura (Kg/Há de Materia Seca) a la fertilización nitrogenada (Kg/Há), para dos niveles de P (0 y 60 Kg/Há) agregado. Segundo Corte, lugar 1. ....	33
4	Superficie de respuesta de la producción de pastura (Kg/Há de Materia Seca), frente a la fertilización N P (Kg/Há). Producción total, lugar 1. ....	34
5	Respuesta en la acumulación de N (Kg/Há), a la fertilización nitrogenada, (Kg/Há), para tres ni	

11	fertilización fosfatada (Kg/Há), para tres niveles de N agregado (0, 80 y 160 Kg/Há). Absorción total. Lugar 3. ....	91
12	Respuesta en la acumulación de K (Kg/Há), frente a la fertilización nitrogenada (Kg/Há), para tres niveles de P agregado ( 0, 30 y 60 Kg/Há). Absorción total. Lugar 3. ....	94

5	veles de P agregado (0, 30 y 60 Kg/Há). Absorción total. Lugar 1. ....	48
6	Respuesta en la acumulación de P (Kg/Há), a la fertilización fosfatada (Kg/Há), para tres niveles de N agregado (0, 80 y 160 Kg/Há). Absorción total. Lugar 1. ....	52
7	Respuesta en la acumulación de K (Kg/Há) frente a la fertilización nitrogenada (Kg/Há) para tres niveles de P agregado (0, 30 y 60 Kg/Há). Absorción total. Lugar 1. ....	56
8	Superficie de respuesta de la producción de pastura (Kg/Há de Materia Seca), frente a la fertilización N P (Kg/Há). Único corte evaluado. Lugar 2. ....	61
9	Respuesta en la acumulación de P (Kg/Há), a la fertilización fosfatada (Kg/Há) para tres niveles de N agregado (0, 80 y 160 Kg/Há). Absorción del único corte evaluado. Lugar 2.	68
10	Superficie de respuesta de la producción de la pastura (Kg/Há de Materia Seca), frente a la fertilización N P (Kg/Há). Producción total. Lugar 3. ....	75
11	Respuesta a la acumulación de P (Kg/Há), a la	

## TABLA DE CONTENIDO

	Página
PAGINA DE APROBACION.....	III
AGRADECIMIENTOS.....	IV
LISTA DE CUADROS Y GRAFICOS.....	V
I. <u>INTRODUCCION</u> .....	1
II. <u>REVISION DE LITERATURA</u> .....	3
A. <u>METODOLOGIA EN EL ESTUDIO DE DOSIS Y COMBINACIONES DE</u> <u>FERTILIZANTES</u> .....	3
1. MODELOS MATEMATICOS.....	3
2. DISEÑOS EXPERIMENTALES.....	5
2.1. FACTORIAL COMPLETO.....	9
2.2. FACTORIAL INCOMPLETO.....	11
2.3. DISEÑOS COMPUESTOS.....	11
B. <u>PRODUCCION DE FORRAJE A PARTIR DE GRAMINEAS ANUALES..</u>	14
1. IMPORTANCIA DE LA FERTILIZACION EN LA PRODUCCION DE LA PASTURA.....	14
2. IMPORTANCIA DE LA FERTILIZACION EN LA CALIDAD DE LA PASTURA.....	17
III. <u>MATERIALES Y METODOS</u> .....	19
A. <u>LOCALIZACION DE LOS EXPERIMENTOS Y CARACTERIZACION DE</u> <u>LOS SITIOS EXPERIMENTALES</u> .....	19
B. <u>TRATAMIENTOS Y DISEÑOS EXPERIMENTALES</u> .....	20
C. <u>MANEJO DE LOS EXPERIMENTOS</u> .....	21



	Página
1. PREPARACION DEL SUELO.....	21
2. MUESTREO DEL SUELO.....	21
3. FERILIZACION.....	21
4. SIEMBRA.....	21
5. COSECHA.....	22
D. <u>DETERMINACIONES ANALITICAS</u> .....	22
1. SUELO.....	22
2. FORRAJE.....	23
E. <u>ANALISIS ESTADISTICO</u> .....	23
IV. <u>RESULTADOS Y DISCUSION</u> .....	26
A. <u>CONSIDERACIONES GENERALES</u> .....	26
B. <u>PRODUCCION DE FORRAJE, COMPOSICION Y ACUMULACION DE</u> <u>NUTRIENTES</u> .....	27
1. ENSAYO 1.....	27
2. ENSAYO 2.....	57
3. ENSAYO 3.....	70
V. <u>RESUMEN Y CONCLUSIONES</u> .....	95
VI. <u>BIBLIOGRAFIA</u> .....	98
VII. <u>APENDICE</u> .....	100

I. INTRODUCCION

La necesidad de mantener una cuota de leche durante todo el año, obliga a los productores lecheros a utilizar cultivos forrajeros invernales, tales como la avena y el raigras. Durante el otoño e invierno la disponibilidad de forraje de las praderas permanentes, no llega a los niveles deseables para la producción de leche, debiendo ser complementada con el uso de concentrados y/o cultivos anuales.

La superficie cultivada como avena, promedió según DIEA entre los años 1974 y 1979, 111.542 Hás. (Millot et al., 1981).

Varios autores han destacado la importancia de la fertilización ni trogenada en la producción de verdeos. (Ver por ejemplo Carámbula 1977; Faggi 1978; etc.). La mayor parte de la información sobre requerimientos en fertilización de verdeos anuales invernales existentes en el país ha sido obtenida por la Estación Experimental La Estanzuela, y en lo que se refiere al área lechera corresponde a la zona de influencia de dicha Estación. Sin embargo, la mayor parte de la producción lechera se halla ubicada en la zona sur y sobre suelos con manejos más esquilman- tes que aquellos a partir de donde se obtuvo la información. Las áreas actuales de tambo fueron durante décadas zonas de agricultura continua, sin agregados importantes de fertilizantes ni retornos de residuos al suelo. Este hecho hace suponer la degradación de los suelos y su escaso poder de suministro de N.

A su vez, desde hace algunos años y a raíz del cambio tecnológico asociado con la producción lechera, ha existido cierto aporte de ferti- lizantes, fundamentalmente fosfatados. Esto plantea la interrogante res

pecto a la existencia de cierto nivel de P residual y su efecto en los niveles de producción.

A efectos de cuatificar la importancia del N en la cantidad y calidad de los verdeos, así como el papel que desempeña la fertilización con P, teniendo en cuenta la gran variabilidad de suelos y condiciones de fertilidad donde estos son producidos, se decidió realizar el presente trabajo.

## II. REVISION DE LITERATURA

### A. Metodología en el estudio de dosis y combinaciones de fertilizantes.

Ferrari citado por H. Tejeda (1969), define investigación en fertilidad de suelos, como toda la actividad intelectual y de otra índole, que tiene como propósito, un mejor conocimiento de la interdependencia, entre el crecimiento de las plantas en el predio agrícola, y los factores del suelo.

Antes de discutir alternativas en el uso de funciones matemáticas así como de diseños experimentales, parece necesario revisar someramente la evolución que ha sufrido la orientación del estudio de dosis y combinaciones de fertilizantes. En lo fundamental durante mucho tiempo estas investigaciones tuvieron un carácter cualitativo o semi-cuantitativo. A partir de los años 50, sin embargo el enfoque pasó a ser esencialmente cuantitativo (Heady et al., 1955 citado por H. Tejeda).

En el primer caso, el objetivo era detectar diferencias significativas entre tratamientos de fertilizantes, utilizando el análisis de varianza. En el segundo caso, se pretende estimar la variación de rendimiento debida a aplicaciones sucesivas de varias dosis de fertilizantes en todo el rango de la respuesta.

La relación continua entre el rendimiento y el nivel de fertilización se expresa por medio de un modelo matemático cuyos parámetros se estiman por medio del análisis de regresión múltiple.

#### 1. Modelos matemáticos

Casanova, Genta y Mallarino (1973), resumen la evolución histó

rica en busca de los conceptos tendientes a describir racionalmente la respuesta vegetal para los diversos factores de producción y su utilización para hacer recomendaciones de la siguiente forma:

La primera aproximación fue la búsqueda de modelos matemáticos que describieran lo más exactamente posible el comportamiento vegetal.

Liebig hace una de las primeras contribuciones al conocimiento de la respuesta vegetal a los factores de crecimiento al enunciar la " LEY DEL MINIMO ".

Los aportes de Mitscherlich en la primera década del siglo, marcan el primer intento de obtener un modelo matemático general (LEY DE LOS INCREMENTOS DECRECIENTES).

Spillman, un poco más tarde, pero independientemente de Mitscherlich, desarrolla la misma función y a la vez una metodología para obtener dosis óptima de fertilización.

Más recientemente se han hecho multitud de trabajos con el fin de comparar los distintos modelos matemáticos, y elegir aquel que caracterice mejor y de forma mas general la respuesta de las plantas a los factores de crecimiento.

Manson (1956), resume dichos intentos de aproximaciones generales en el desarrollo, clasificando las expresiones matemáticas, para relacionar la cantidad de elementos nutritivos presentes y el crecimiento vegetal en dos grandes grupos:

1) Aquellos que intentan definir modelos

que expresan las leyes básicas del crecimiento vegetal y que ajustan los datos experimentales en forma más o menos rígida.

2) Son más flexibles en

cuanto a las posibilidades de extensión (comparándolas con respecto a la función Mitscherlich y otras de tipo exponencial); en efecto es posible adicionar términos a un polinomio debido a su propiedad expansiva, la cual da la posibilidad de incluir un número mayor de variables.

Manson (1956), considera como otro elemento a tener en cuenta en la elección del mejor modelo, aparte de los ya considerados, al diseño experimental.

De este modo resalta la evolución en el diseño, de suficiente combinaciones (centrales) para verificar la adecuación del modelo, de forma de caracterizar mejor la superficie de respuesta.

Así mismo reafirma la importancia de la inclusión de un número adecuado de repeticiones de los tratamientos que asegure la estimación lo más exacta posible del error experimental; con la consiguiente separación de la variación debida al error experimental de aquella debida a la flata de ajuste del modelo propuesto.

## 2. Diseños Experimentales:

El diseño experimental es solo una herramienta del método científico utilizado en una investigación, que depende del tipo de problema que se quiere estudiar, naturaleza de las conclusiones que se quieren obtener y de los medios materiales para desarrollar el trabajo (H. Tejada, 1969).

Asumiendo la orientación eminentemente cuantitativa de los estudios que actualmente se llevan adelante en la caracterización de la respuesta vegetal al agregado de nutrientes y del carácter continuo de

de las funciones matemáticas del rendimiento, los diseños basados en el análisis básico de la varianza han dejado su lugar a aquellos que permiten además el uso del análisis de regresión múltiple para estimar modelos de respuesta (Ferrari citado por H. Tejeda, 1969).

Estos tipos de diseños, a través del análisis de regresión, permiten estimar en base a datos experimentales, los parámetros de la función de rendimiento. Esta función tiene la suficiente amplitud como para incluir como variables independientes no solo dosis de nutriente aplicado, sino también la disponibilidad de los mismos en el suelo y otros factores de producción, manejables o no manejables.

Se entiende por factores manejables, aquellos que pueden ser controlados por el agricultor, pero que permanecen constantes durante el ciclo del cultivo, tales como: variedad de semilla, época de siembra, prácticas culturales, etc. Factores no manejables son aquellos que para fines prácticos, no pueden ser controlados por el agricultor tales como: clima, profundidad de suelo, capacidad de retención de humedad.

H. Tejeda (1969), sistematiza las ventajas del uso de esta metodología (diseños que permiten un análisis de regresión); la cual permite obtener en una sola investigación por lo menos cuatro tipos de resultados:

i) Calibrar el análisis de suelo con la respuesta al fertilizante.

ii) Estimar la naturaleza de la respuesta a varios nutrientes, incluyendo la interacción.

iii) Estimar el efecto de los factores edáficos y ambientales, que modifican la respuesta del rendimiento a la fertilización.

iv) Realizar el análisis económico marginal cuyos resultados sirvan para recomendar dosis económicamente óptimas de fertilizantes a los agricultores.

En esta situación se puede prever que los diseños experimentales apropiados al estudio de los modelos que permitan el análisis de la regresión múltiple, deberán satisfacer por lo menos las siguientes condiciones:

i) Considerar un número suficiente de niveles de cada fertilizante de tal manera de cubrir todo el rango de la respuesta a cada uno de ellos, incluyendo el rendimiento máximo. Esto se hace necesario toda vez que no se conozca la forma de la función de respuesta.

ii) La variación de los niveles de un fertilizante, deberá ser simultánea a la variación de los restantes, es decir, los tratamientos deberán ser combinaciones factoriales. Esto es necesario para evaluar la interacción en todo el rango de la respuesta.

iii) El número total de tratamientos no debe ser muy alto de tal manera que sea posible, asumiendo medios de trabajo razonables, establecer un número mínimo de experimentos, distribuidos en el universo localidad-años, de tal manera de tener los grados de libertad suficientes que permitan estimar los efectos lineales, cuadráticos y de interacción de las variables que se supongan relevantes al rendimiento.

iv) El rango de la dosis y combinaciones de fertilizantes seleccionados para el diseño, deben cumplir ciertos requisitos propios



del cálculo estadístico, como por ejemplo, hacer lo más pequeño que se pueda el error estandar de los coeficientes del modelo de regresión.

Lo primero a considerar al elegir un diseño experimental, para ser usado en investigación de superficies de respuesta, consiste en conocer la forma de la respuesta estimada. Cumpliéndose esta condición y conociéndose además las condiciones generales de la respuesta, el criterio para elegir el diseño a utilizar será el que suministre la máxima información por tratamiento.

En ausencia de este conocimiento, es decir la forma de la respuesta, dos alternativas pueden ser seguidas:

a) Una secuencia de experimentos empezando con diseños simples y agregando posteriormente observaciones en aquellos tratamientos que se consideran más importantes.

b) En un experimento simple una serie de combinaciones de tratamientos que permitan cubrir un rango amplio de niveles, con la posibilidad de ajustar modelos alternativos.

La primer alternativa es usada frecuentemente en la experimentación industrial, para la exploración de superficies de respuesta, porque el complejo ambiental puede ser controlado de tal forma que sea posible llevar a cabo experimentos en tiempos diferentes.

En la experimentación a campo el procedimiento secuencial con ensayos individuales es difícil a causa del tiempo requerido para completar cada secuencia y porque muchas variables, particularmente las variaciones ambientales no pueden ser económicamente puestas bajo control.

De ahí que en ausencia de información sobre las características de las respuestas y la forma de la superficie de respuesta, es generalmente aconsejable realizar ensayos preliminares con el fin de obtener esta información (National Academy of Science-National Research Council, 1961). A continuación se discutirán brevemente las características de algunos diseños que pueden ser utilizados para caracterizar superficies de respuesta.

### 2.1. Factorial Completo:

Se define como aquel diseño en el cual los tratamientos son formulados, tomando todas las combinaciones posibles entre los niveles seleccionados de cada factor. El principal rasgo de estos diseños experimentales es que permiten por su naturaleza, la investigación de los efectos de dos o más factores simultáneamente, permitiendo evaluar además las interacciones correspondientes.

El grado de complejidad de la descripción depende del número de niveles de cada factor. Por ejemplo un factorial se simboliza  $2^n$ , cuando los  $n$  factores se combinan todos en dos niveles, permitiendo la descripción del primer grado o una superficie de primer orden o plana.

Tales diseños de primer orden son poco empleados para el estudio de las superficies de respuesta. La teoría biológica y la experiencia práctica han demostrado la naturaleza curvilínea de las respuestas vegetales, especialmente en la región de interés económico. Sin embargo los experimentos factoriales  $2^n$ , pueden ser considerados como de gran valor en experimentos exploratorios o preliminares de fertilización. Esto puede ser usado para establecer la magnitud de la respuesta de un cultivo te-

niendo en cuenta los principales factores de crecimiento en nuevas áreas o con nuevos cultivos, junto con alguna medida de interacción. Esto permite la selección de los factores más importantes para una experimentación más intensiva o alternativamente permite la exclusión de variables cuya importancia no es significativa. También permite la obtención de información acerca del rango de las dosis que deberán ser tenidos en cuenta en estudios posteriores.

Los factoriales  $3^n$  (los  $n$  factores combinados en tres niveles) permiten el ajuste de una ecuación de segundo grado o de una superficie de respuesta, pero es difícil elegir solamente tres niveles para un adecuado muestreo, especialmente cuando las variables no controladas por el hombre, deben ser tenidas en cuenta. Esto último tiene relevancia teniendo en cuenta la pérdida de información sobre la ubicación y el comportamiento de las variables en las zonas de óptima respuesta.

Los factoriales  $4^n$  y  $5^n$  han sido utilizados en estudio de fertilidad. El número de niveles de cada nutriente se aproxima al número de tratamientos que el investigador desea usar, de forma tal de obtener informaciones en un rango amplio de la respuesta, permitiendo además alguna extensión para variables ambientales. También cuatro o más niveles de cada nutriente permiten una considerable flexibilidad en el ajuste de funciones alternativas.

Entre las desventajas del factorial completo para estimar funciones de respuesta, pueden mencionarse:

a) Excesivo número de tratamientos cuando los factores y niveles aumentan. Dos factores y cinco niveles re

quieren ciento veinticinco.

b) Estimaciones de interacciones de orden superior, cuando se trabaja con más de dos factores, no tienen un significado agronómico claro.

## 2.2. Factorial Incompleto:

Numerosos investigadores se han aproximado a la solución del problema que representa el número tan alto de combinaciones de tratamientos requeridos por los factoriales completos, usando parte de los tratamientos posibles.

Otra posibilidad es utilizar el principio del confundido, en que el efecto de las interacciones de orden superior se confunde con el efecto bloque con lo cual se puede disminuir el número total de unidades experimentales sin eliminar la estimación del error experimental.

Según Heady y Dillon (1961), desde un punto de vista estadístico el uso de factorial incompletos para estimar superficies de respuesta, no es enteramente satisfactorio. Además, si el efecto de los términos confundidos o no tomados en cuenta, son importantes podemos obtener una idea falsa del proceso productivo.

## 2.3 Diseños Compuestos:

Estos diseños han sido desarrollados por Box y Wilson (1951) y otros, para generar datos experimentales apropiados para la estimación de los parámetros de funciones de respuesta. Aunque inicialmente estaban orientados para estudiar procesos industriales han sido adoptados para investigaciones agrícolas. El término compuesto proviene de la naturaleza de la construcción de estos diseños. Los

Los tratamientos son arreglados de tal forma, que dos o más figuras geométricas son representadas.

Su principal ventaja radica en el reducido número de tratamientos requeridos para ajustar una ecuación de segundo grado.

Se asume que este tipo de función aproximativa es la que mejor se adapta a este tipo de diseño (Cochran y Cox, 1957).

Como segunda ventaja y relacionada con el punto anterior, este tipo de diseño, proporciona estimaciones estadísticas tan buenas o mejores, en relación al número de observaciones requeridas.

Básicamente estos diseños se componen de los tratamientos de un factorial  $2^n$ , más tratamientos adicionales agregados de acuerdo a cierto criterio, lo que permite estimar el efecto de los  $n$  factores en 5 niveles cada uno. El diseño compuesto para  $n$  factores incluye  $2^n + 2n + 1$  tratamientos, estando los 5 niveles de cada factor igualmente espaciados.

Para 2 factores ( $n = 2$ ), los tratamientos se pueden representar de la siguiente manera:

	-2	-1	0	1	2
-2			X		
-1		0		0	
0	X		+		X
1		0		0	
2			X		

Los cuatro tratamientos correspondientes al factorial  $2^2$  están representados por un círculo (0) y se denominan puntos factoriales; los

cuatro tratamientos correspondientes al  $2 \times 2$  se representan por (X) y se denominan puntos estrellas y el punto extra se representa por (+) y se denomina punto central.

Sobre este diseño básico H. Tejeda (1969) resalta dos deficiencias importantes en cuanto a su uso para investigaciones agronómicas: la no inclusión del tratamiento testigo sin fertilizante no permite evaluar el incremento de producción debido a la fertilización, ni tampoco calibrar análisis de suelo con la respuesta a los tratamientos. También, la sola repetición del tratamiento central parece no ser suficiente si se desea estimar el error experimental en condiciones de campo.

Debido a lo anterior se lo ha modificado agregando cuatro tratamientos adicionales de la combinación de dosis extremas ( $2y - 2$ ) y repitiendo todo el diseño un cierto número de veces para estimar el error experimental. Los nuevos tratamientos incluidos en el diseño modificado se indican con una x en el esquema siguiente.

	-2	-1	0	1	2
-2	X		+		X
-1		+		+	
0	+		+		+
1		+		+	
2	X		+		X

Esta modificación a pesar de necesitar cuatro unidades experimentales más que el diseño compuesto original, el total de 13 que requiere la modificación es casi de las 25 que requiere el factorial  $5^2$  por repetición.

FACULTAD DE AGRONOMIA



DEPARTAMENTO DE  
DOCUMENTACION Y  
BIBLIOTECA

Los valores -2; -1; 0; 1; 2; representan los niveles de cada factor de acuerdo a la siguiente relación:

$$\frac{\text{nivel } i \text{ del factor} - \text{nivel medio}}{\text{intervalo entre dos niveles}}$$

Así mismo se ha propuesto otros diseños para un número mayor de factores, suponiendo en todos los casos una economía en el uso de los recursos disponibles.

Cochran y Cox (1967), presentan en este sentido planes de varios diseños centrales compuestos para caracterizar la respuesta a 3, 4 o 5 factores.

#### B. Producción de forraje a partir de gramíneas anuales:

Debido a las condiciones ecológicas del Uruguay, los rendimientos obtenidos con avenas en nuestro país se pueden considerar superiores a los registrados en países con una agricultura muy desarrollada. (Milot et al., 1981).

Los mismo autores, (1981) estudiando las tasas de crecimiento diarias en distintas variedades de avenas cultivadas en La Estanzuela, obtuvo una producción total de forraje (corte simulando pastoreos más una cosecha final para heno) de 10.160 Kg. de Materia Seca/há. como promedio entre los años 1975-80.

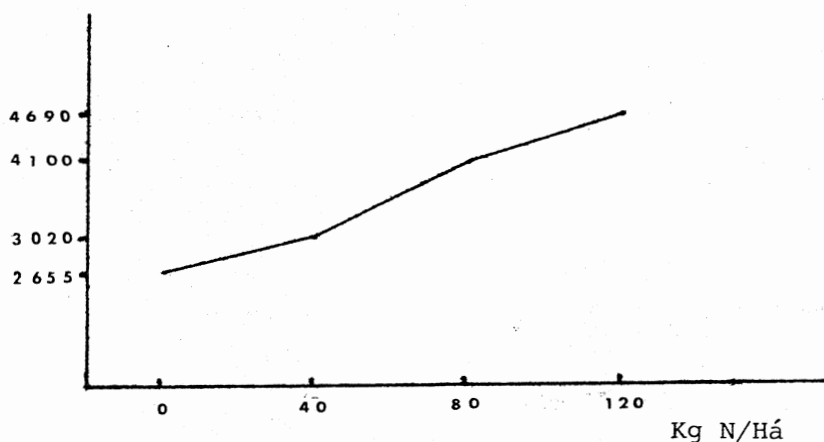
#### 1. Importancia de la fertilización en la producción de la pastura.

Una de las condiciones fundamentales para obtener una producción de Materia Seca que justifique el alto costo comparativo de las praderas temporarias, es que se disponga de un alto nivel de nutrientes

desde que las especies anuales son realmente útiles cuando crecen en ambientes que les aportan la cantidad de nutrientes imprescindibles para que puedan expresar su potencialidad (Carámbula, 1977).

Vera (1965) estudiando la respuesta a dosis y fuentes de N en la producción de forraje a partir de *Lolium multiflorum*, encontró diferencias aún, con la menor dosis de N, significativamente superior al testigo. El ensayo que se realizó sobre un brunosol subéutrico o un suelo de pradera parda de La Estanzuela contó con una fertilización base de 300 Kg. de superfosfato. En la gráfica siguiente se observa la estrecha relación entre el rendimiento en Kg de Materia Seca y la fertilización con N:

Kg MS/Há



Gráfica N° 1.- Respuesta en Materia Seca al agregado de N (R. Vera 1965)

Chiara (1975), trabajando también sobre suelos de La Estanzuela en contró una mayor respuesta hacia el agregado de N por parte del *Lolium* frente a la avena.



Cuadro N° 1.- Producción de forraje de raigrass y avena con y sin N  
obtenida en La Estanzuela. (Chiara 1975)

	Producción hasta junio			Producción total		
	Kg/Há	N	KgMS/KgN	Kg/Há	N	KgMS/KgN
	0	40		0	100	
- Avena Estanzuela 1095 a	377	944	14,1	957	2.319	13,6
- Raigras Estanzuela 284	44	1.028	24,6	2.736	4.752	20,2

Otro de los aspectos en la utilización de fertilizantes para la obtención de un gran volumen de forraje, lo constituye el momento de aplicación. Es así que comentando el uso estratégico de la fertilización con N, Carámbula resalta la necesidad de disponer de una alta fertilidad si se desea contar con cantidades importantes de forraje temprano en el otoño. En avenas cuanto más precoz es el cultivo, mayor es la respuesta a la fertilización. En raigras la superioridad del rendimiento de las parcelas tratadas con 40 Kg de N/Há respecto del testigo, fue notablemente mayor cuando este tratamiento fue aplicado en el otoño (600%) que cuando se aplicó en invierno (300%) y en la primavera (170%), (R. Vera, 1965).

Es en este sentido que Carámbula (1977), afirma que la fertilización (principalmente la nitrogenada) debe ser considerada como la medida de manejo que produce los mayores incrementos en el rendimiento de Materia Seca en la producción de forraje a partir de gramíneas.

## 2. Importancia de la fertilización en la calidad de la pastura

Al igual que en la producción de Materia Seca, el contenido de proteína en el forraje tiende a aumentar a medida que se incrementa la disponibilidad de N. Sin embargo pequeños agregados de N pueden incrementar la producción de Materia Seca, pero tener un efecto relativamente pequeño en el porcentaje de proteína del forraje. Así mismo se han reportado pequeñas disminuciones en el porcentaje total de N como resultado de aplicaciones de P y K (Hanway y Moldenhauer, 1965).

Es importante destacar que si bien un mayor porcentaje de proteína puede no modificar la digestibilidad del forraje, puede sí modificar el consumo voluntario entre un 10 y un 78% (Minson citado por Carámbula 1977).

El agregado de P ha demostrado aumentar el contenido de P de las pasturas, mejorando por lo tanto la capacidad nutritiva, referente al suministro de este elemento tan importante en la producción animal. Domby et al. (1950), encontró una interacción negativa entre el agregado de N y el % de P. Sin embargo Hanway y Moldenhauer (1965), para el caso de Bromus no citan un comportamiento similar.

Respecto al contenido de K se ha demostrado, en estudios realizados con Bromus, que este se encuentra directamente relacionado con los niveles de K disponibles en el suelo y/o de las cantidades de K aplicado. Russell y Apr, citados por Hanway y Modenhauer (1965) y Ramage, citado por Walker y Pesek (1962), han encontrado que el contenido de K de las gramíneas es incrementado con la fertilización nitrogenada.

Como corolario de la información presentada queda de mani-

fiesto la importancia de un adecuado suministro de nutrientes para la obtención de una masa de forraja abundante y de buena calidad.

Estudios de relevamiento de suelos en la zona de la Cuenca Lechera de Montevideo, han indicado la escasa capacidad nutritiva de la generalidad de los suelos que la integran (Sganga com. pers., 1981).

Por lo tanto el comportamiento de la variable "nivel de fertilidad" de los suelos se vuelve relevante en el estudio de la producción de verdes.

III. MATERIALES Y METODOSA. Localización de los experimentos y caracterización de los sitios experimentales:

El trabajo de investigación propuesto fue realizado en tres sitios diferentes. La localización de los mismo es la que sigue:

Ensayo N° 1 - Ruta 64 Km. 19 Depto. de Canelones (Establecimiento del Sr. A. Mallarino)

Ensayo N° 2 - Ruta 8 Km. 18 Depto. de Canelones (Escuela Agrícola Jackson)

Ensayo N° 3 - Ruta 1 Km. 35 Depto. de San José (Establecimiento del Sr. A. Diaz)

1. El ensayo N° 1 fue realizado sobre un planosol, subéutrico melánico (Unidad San Ramón). El mismo se puede considerar agrónomicamente como una chacra vieja que había estado no obstante sobre pradera durante varios años. El último año fue sembrado con avena. Desde la finalización del ciclo de la avena, hasta la implantación del ensayo, el suelo estuvo en barbecho.

2. El ensayo N° 2 se realizó sobre un brunosol éutrico lúvico (Unidad Toledo). El sitio corresponde a una chacra vieja muy erosionada. En el año anterior a la realización del ensayo, se había sembrado una pradera, que no logró implantarse.

3. El ensayo N° 3 se instaló sobre un planosol subéutrico ócrico (Unidad Angostura). Constituye una chacra con más de 5 años de agricultura, en los que hubo predominio de cultivos de papa.

Algunas características físicas y químicas de los suelos utiliza-

dos aparecen en el cuadro N° 2.

Cuadro N° 2 .- Algunas características físicas y químicas de los suelos utilizados.

Sitio	Profund. cm	Textura	pH(H <sub>2</sub> O)	M.O. %	NO <sub>3</sub> ppm	P Asim. ppm	K meq/100gr
1	0 - 25	Fra.Arc.Lim	5,4	4,0	32,6	9	0,47
	25 - 50	Fra.Arc.	6,0	2,5	21,3	4	0,60
2	0 - 15	Fra.Arc.	6,9	2,4	7,5	9	0,55
	15 - 30	Arc.	7,4	2,6	4,6	3	0,72
3	0 - 25	Fra.Arc.	4,9	2,7	22,0	28	0,70
	25 - 50	Arc.Ar.	4,9	2,4	20,0	16	0,41

B. Tratamientos y diseños experimentales:

En todos los casos los tratamientos consistieron en una combinación factorial incompleta de 5 dosis de N y 5 dosis de P. Las dosis de N utilizadas fueron: 0, 40, 80, 120, 160 Kg/Há. Las de P fueron: 0, 15, 30, 45, 60 Kg/Há. (Sus equivalentes aproximados en P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> son: 0, 35, 70, 105, 140 Kg/Há).

El diseño utilizado fue un central compuesto triple cubo (trece tratamientos), colocados en bloques al azar en dos repeticiones.

Los 13 tratamientos ensayados aparecen en el cuadro N° 3.

Cuadro N° 3.- Dosis de N y P por Há para cada tratamiento.

DOSIS	T R A T A M I E N T O S												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
N Kg/Há	120	120	40	40	80	160	0	80	80	160	160	0	0
P Kg/Há	45	15	45	15	30	30	30	60	0	60	0	60	0

La fuente de N utilizada fue Urea comercial (46% de N) y la fuente de P fue Superfosfato de Ca (10% de P) granulado.

Los tratamientos fueron aplicados en parcelas de 7 m. por 3 m. en el ensayo N° 1 y 2; y de 6 m. por 3m. en el ensayo N° 3.

### C. Manejo de los experimentos

1. Preparación del suelo: Se realizaron una o dos aradas teniendo en cuenta las características de los suelos y el grado de preparación previa. Posteriormente se realizaron las labores de afinado necesarias.

2. Muestreo del suelo: Previo a la siembra se extrajeron en cada sitio muestras del suelo con el propósito de caracterizar el estado actual de fertilidad de los mismos. El suelo fue muestreado a dos profundidades (0-20 y 20-40 cm); para cada una de ellas se muestreó a razón de 10 a 12 tomas simples.

Con la finalidad de evaluar la evolución del contenido de  $\text{NO}_3$  se repitieron muestreos en parcelas seleccionadas hacia la mitad y finalización del ciclo.

3. Fertilización: En los 3 ensayos se aplicó el fertilizante a mano. La dosis de P correspondiente a cada uno de los tratamientos fue agregada en su totalidad en la primera etapa. Mientras que la dosis de N, fue agregada en forma fraccionada en dos etapas; una parte conjuntamente con el P y la otra mitad después del primer corte del forraje.

El fertilizante agregado en la primera etapa fue incorporado con rastra excéntrica de disco a una profundidad de 8 - 10 cm.

4. Siembra: Se sembró a mano una mezcla de avena y raigras, a razón de 100 y 30 Kg/Há respectivamente. Posteriormente se tapó la semilla

con una rastra. En el ensayo N° 2 la germinación fue despareja, lo que motivó una resiembra en cobertura con raigras (un equivalente a 30 - 40 Kg/Há). La variedad de avena utilizada fue Estanzuela 1095 a, en tanto que el raigras fue Estanzuela 284.

5. Cosecha: En cada corte se cosechó el área central de cada parcela la cual promediaba  $10 \text{ m}^2$  para los ensayos N° 1 y 2 y  $6 \text{ m}^2$  para el ensayo N° 3. El material cosechado fue pesado y posteriormente se extrajo una muestra representativa para determinar el % de Materia Seca y la composición química de la misma.

A continuación se presenta a modo de cuadro, un resumen cronológico de las distintas etapas en las que consistió el manejo de los experimentos.

#### Resumen Cronológico

LABOR	ENSAYO 1	ENSAYO 2	ENSAYO 3
MUESTREO DEL SUELO	16 03 80	01 04 80	14 05 80
FERTILIZACION	16 03 80	01 04 80	14 05 80
SIEMBRA	16 03 80	17 04 80 (1)	14 05 80
PRIMER CORTE	31 05 80	05 06 80 (2)	21 08 80
MUESTREO DE NO <sub>3</sub>	31 05 80	03 06 80	29 08 80
REFERTILIZACION	31 05 80	05 06 80	29 08 80
SEGUNDO CORTE	24 10 80	12 11 80	01 11 80
MUESTREO DE NO <sub>3</sub>	-- -- --	11 08 80	31 10 80

(1) Res. 04 05 80

(2) Cort. Limp.

#### D. Determinaciones Análíticas

1. Suelo: Las muestras de suelo para la determinación de NO<sub>3</sub> fueron secadas en estufa a una temperatura de 60° C, el resto fue secada al aire. Posteriormente todas fueron molidas y tamizadas a 2 mm. A cada una

de las muestras se les efectuó las siguientes determinaciones:

- i. P por la técnica de Bray N° 1
- ii. M.O. por el método de Wakley y Black
- iii. K extraído con  $\text{AcONH}_4$  a pH 7 y posterior determinación por fotometría de llama.
- iv.  $\text{NO}_3$  mediante extracción con agua y posterior determinación potenciométrica, con electrodo específico.
- v. pH en agua, utilizando una relación suelo:agua 1:2,5.

2. Forraje: El porcentaje de Materia Seca de las muestras individualizadas fue calculado mediante la determinación del peso húmedo y el peso seco. El material verde se pesó y se secó en estufa a  $60 - 65^\circ \text{C}$  de temperatura. El material molido y seco fue digerido en ácido sulfúrico concentrado a  $350^\circ \text{C}$  durante una hora. Se decoloró con perhidrol. El producto de la digestión se enrasó en matraces de 250 ml.

Se tomó una alícuota de 100 ml para determinar el N total por el método de Kjeldhal. Otra alícuota de 2 ml a la cual se le ajustó el pH con 2,4 dinitrofenol, fue utilizada para determinar P por fotocolorímetro por el método de reducción del molibdofosfórico con ácido cloro estannoso. El K se determinó directamente a partir de la digestión por fotometría de llama.

### 3. Análisis Estadístico

El efecto de fertilización N P fue medido a través de:

- i. Producción total y estacional de forraje
- ii. Contenido porcentual en N P y K del forraje
- iii. Cantidad de N P y K removidos por el forraje



La producción de forraje fue estimada en Kg/Há de Materia Seca. La acumulación de nutrientes fue calculada multiplicando los rendimientos en Materia Seca por el contenido porcentual de cada nutriente y quedó expresada en Kg/Há de N P o K removidos por la pastura.

El análisis estadístico de los datos se cumplió en las siguientes etapas:

a) En primer lugar la variación observada fue descompuesta en un análisis de varianza preliminar en las siguientes causas:

Fuente	GL
Repetición	1
Tratamiento	12
Error	12
Total	25

De esta manera se obtuvo una idea primaria del efecto de los tratamientos aplicados, así como del error experimental en cada caso.

b) En segundo lugar se trató de explicar la variación debida a tratamientos por un modelo de respuesta del tipo polinomial de segundo grado que fue:

$$Y = b_0 + b_1N + b_2P + b_3N^2 + b_4P^2 + b_5NP$$

donde Y representó el rendimiento en Kg de Materia Seca/Há, el % de N P o K y los Kg/Há de N P y K según el caso considerado.

N y P son los Kg/Há de N y P aplicados.

Debido a que cada experimento contaba con dos repeticiones fue posible construir un nuevo cuadro de Análisis de Varianza en el que era posible separar la variación debida al error experimental, de la falta de ajuste del modelo propuesto.

El cuadro final de Análisis de Varianza quedó como sigue:

Fuente	G1
Repetición	1
Tratamiento	12
Modelo	5
Falta de ajuste	7
Error	12
Total	25

La adecuación polinomial propuesto fue evaluada a través de:

- Magnitud del coeficiente de determinación ( $R^2$ )
- Significación de la suma de cuadrados debidos a la regresión del modelo
- Significación de la falta de ajuste

El efecto de cada uno de los nutrientes fue evaluado a través de la magnitud y el signo de los coeficientes lineales cuadráticos y de interacción. El nivel de significación de cada coeficiente se refiere a la probabilidad de obtener un valor t, tanto o más elevado que el obtenido experimentalmente cuando se toma una muestra al azar de una población homogénea. En este estudio se consideran como significativamente distintos de cero aquellos coeficientes cuyo valor t estuviera asociado con una probabilidad menor del 20%.

IV RESULTADOS Y DISCUSIONA Consideraciones generales

Condiciones de crecimiento: En el ensayo 1 el periodo de crecimiento abarcó un total de 215 días. La primer parte del ciclo se caracterizó por intensas y frecuentes precipitaciones (Ver apéndice cuadro N° 61).

Llegado el momento de realizar el primer corte el cultivo presentaba un buen desarrollo consecuencia de una siembra relativamente temprana. y condiciones hídricas no limitantes. Se observó no obstante cierto ataque de roya en algunas parcelas.

La baja permeabilidad del suelo, aunada a las abundantes lluvias. hace suponer que el cultivo experimentó circunstancias de exceso de humedad, que pudieron incidir en el rendimiento fundamentalmente en la recuperación de la pastura del primer corte.

En el ensayo 2 los problemas ya comentados de implantación de la pastura, obligaron a realizar un corte de homogeneización, cuando la pastura presentaba un desarrollo considerable. A partir de ese momento el cultivo realizó un período de crecimiento de 161 días; al final del cual se obtuvo el único corte evaluado. La cantidad y distribución de lluvias ocurridas durante el ciclo aparecen en el cuadro N° 63 del apéndice.

Finalmente en el ensayo 3 se contó con condiciones normales de crecimiento, (véase apéndice cuadro N° 62). El buen drenaje del horizonte superficial y una buena implantación desde la siembra, explican los altos rendimientos comparados, para un período total de crecimiento de 172 días.

## B. Producción de forraje, composición y acumulación de nutrientes:

Los valores para cada tratamiento presentados en los cuadros, resultan de promediar las repeticiones efectuadas. Los valores obtenidos para cada parcela individual se adjuntan al final de este trabajo en el apéndice.

### 1. Ensayo 1

a) Producción de Materia Seca: Los datos de producción de forraje obtenidos en el primer y segundo corte son presentados en el cuadro N° 4. En el primer corte la producción de Materia Seca fluctuó entre 1400 y 2600 Kg/Há; mientras que el segundo corte la variación fue entre 3200 y 6100 Kg/Há. El valor promedio del primer corte fue algo superior a los 2000 Kg de Materia Seca, aproximándose a los 4500 Kg de Materia Seca, en el segundo corte. Estos valores nos sitúan en una producción promedio total del orden de los 6500 Kg de Materia Seca/Há.

En el cuadro N° 5 se presentan los análisis de varianza para la producción de Materia Seca. En todos los casos la suma de cuadrados debido a los tratamientos fue altamente significativa. De la misma manera se observa que la suma de cuadrados asociado con el modelo de respuesta propuesto es muy significativa en tanto que no hay desviaciones significativas a este modelo tal como lo indica la variación asociada con la falta de ajuste.

En el cuadro N° 6 aparecen las ecuaciones de regresión obtenidas para cada corte y para la producción total, la significación de los coeficientes parciales de la regresión y el correspondiente  $R^2$ .

Cuadro N° 4.- Producción de forraje para la mezcla Avena-Raigras en Kg/Há de Materia Seca para el primer, segundo corte y total. Lugar 1.

N° TRAT.	DOSIS		PRODUCCION		
	N Kg/Há	P Kg/Há	1er.Corte Kg/Há	2o.Corte Kg/Há	Total Kg/Há
1	120	45	2294	5170	7464
2	120	15	2641	4514	7155
3	40	45	1788	3791	5579
4	40	15	1740	4304	6044
5	80	30	2436	5259	7695
6	160	30	2145	6102	8247
7	0	30	1825	3242	5067
8	80	60	2181	4674	6855
9	80	0	1386	4634	6020
10	160	60	1760	5443	7203
11	160	0	1708	5482	7190
12	0	60	2645	3441	6086
13	0	0	1724	3536	5260

Cuadro N° 4.- Producción de forraje para la mezcla Avena-Raigras en  
Kg/Há de Materia Seca para el primer, segundo corte y  
total. Lugar 1.

N° TRAT.	DOSIS		PRODUCCION		
	N Kg/Há	P Kg/Há	1er.Corte Kg/Há	2o.Corte Kg/Há	Total Kg/Há
1	120	45	2294	5170	7464
2	120	15	2641	4514	7155
3	40	45	1788	3791	5579
4	40	15	1740	4304	6044
5	80	30	2436	5259	7695
6	160	30	2145	6102	8247
7	0	30	1825	3242	5067
8	80	60	2181	4674	6855
9	80	0	1386	4634	6020
10	160	60	1760	5443	7203
11	160	0	1708	5482	7190
12	0	60	2645	3441	6086
13	0	0	1724	3536	5260

Cuadro N° 5.- Análisis de Varianza para la Producción de Materia Seca,  
primer, segundo corte y total. Lugar 1.

F.V.	G.l.	1er.Corte	2o.Corte	Total
		C.M.	C.M.	C.M.
Bloques	1	13388,57	311,66	711,53
Tratam.	12	259779,75 (*)	1596113,00 (*) (*)	2037269,00(*) (*)
Regresión	5	400236,28 (*) (*)	3365967,05 (*) (*)	3941382,32 (*) (*)
L. of Ft.	7	159463,65	331932,14	677188,62
Error	12	75146,81	230476,87	365577,94

(\*) Nivel de significación al 1%

(\*) (\*) Nivel de significación al 5%

Cuadro N° 6.- Valores de los Parámetros del Modelo de Regresión para la  
Producción de Materia Seca y sus correspondientes coefi-  
cientes de determinación ( $R^2$ ), para el primer, segundo  
corte y total. Lugar 1.

Variable	Estimación t		Estimación t		Estimación t	
	N	2,2797	0,56	15,8320	2,48(*)	18,11
P	30,3172	2,81(*)	7,0760	0,42	37,24	1,63(+)
$N^2$	- 0,0049	- 0,21	- 0,0206	- 0,57	- 0,025	- 0,52
$P^2$	- 0,2602	- 1,61(+)	- 0,1660	- 0,65	- 0,42	- 1,23(+)(+)
NP	- 0,0421	- 0,93	0,0349	0,48	- 0,008	- 0,083
bo	1375,5772		3454,7981		4825,10	
$R^2$	64,19 %		87,87 %		80,61 %	

- (\*) Nivel de significación al 1%
- (\*)(\*) Nivel de significación al 5%
- (+) Nivel de significación al 10%
- (+)(+) Nivel de significación al 20%

En todos los casos el porcentaje de variación explicado por el modo es elevado y va desde 64% en el primer corte hasta 87% en el segundo

En el primer corte el efecto que aparece como preponderante corresponde al agregado de P. Los coeficientes lineal y cuadrático del P son altamente significativos. Para el segundo corte, la situación se revierte pasando a ser el N, el principal responsable de la variación en el rendimiento.

Estos resultados son lógicos teniendo en cuenta los siguientes elementos: al iniciarse el cultivo, el suelo contenía un nivel suficiente de nitrato ( $\text{NO}_3$ ) como consecuencia de la preparación temprana y las condiciones climáticas que ocurrieron en el período previo a la siembra. (ver Cuadro N° 2). Ello explica entonces que en el primer corte los rendimientos obtenidos sin agregado de N hayan sido apenas menores que aquellos resultantes del agregado de 40 u 80 Kg de N/Há. Luego del primer corte es posible que la disponibilidad de N nativo se haya reducido considerablemente como resultado de varios efectos simultáneos: remoción de N por la planta; inmovilización de parte del N por las propias raíces; posibles pérdidas de N, asociadas con la excesiva condición de anegamiento registrada durante más de 40 días por espacios continuos de 2 a 3 días como resultado de las intensas precipitaciones registradas, (294 mm para los meses mayo y junio); análisis de nitratos realizados



después del primer corte, confirmaron estas suposiciones.

La respuesta observada al agregado de P, fue a su vez muy importante en el primer corte. Ello es explicado en función de un nivel medio a bajo en P, y el incipiente desarrollo radicular del cultivo en las primeras semanas.

Para el segundo corte, al contar la pastura con un sistema radicular desarrollado, las diferencias de fertilidad creadas por el agregado de P dejan de tener tanta importancia para la explicación del rendimiento.

El modelo que explica la producción total resume estos efectos.

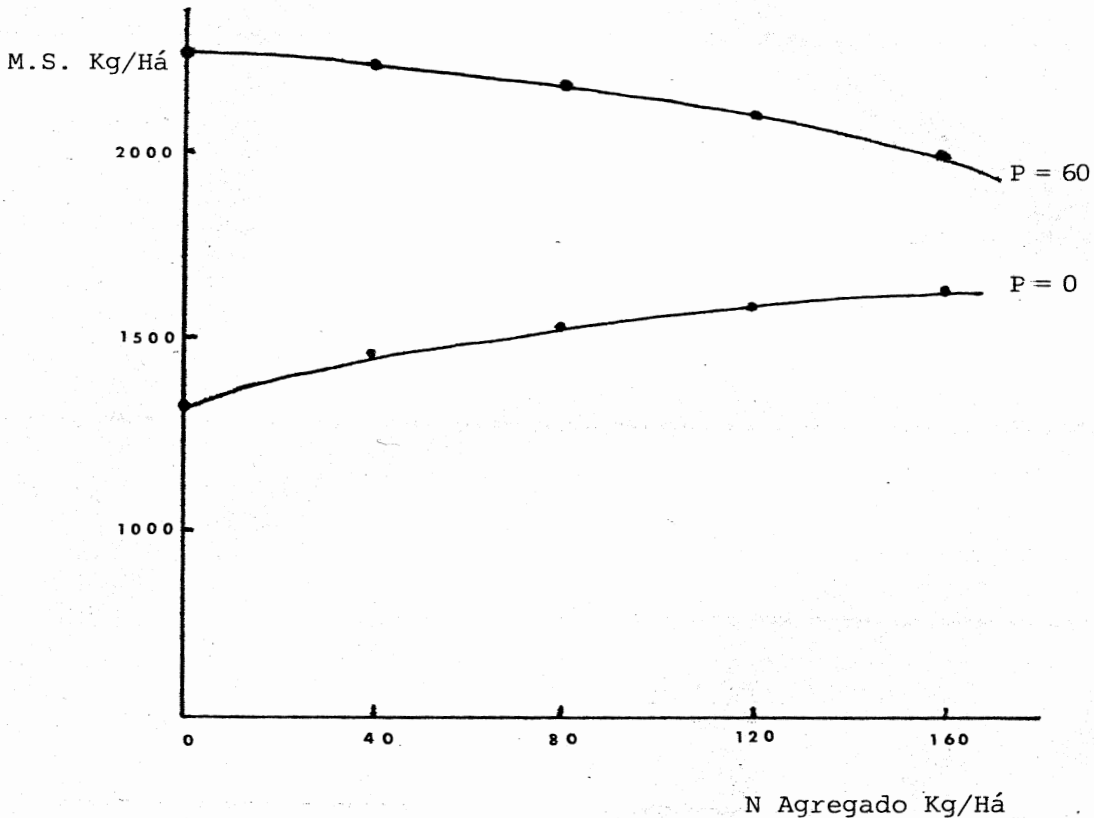
Hay una respuesta decreciente debida al agregado de P, y un efecto prácticamente lineal debido al agregado de N. El coeficiente de interacción tiene un valor muy bajo, de signo negativo, con un nivel de probabilidad extremadamente pequeño siendo en consecuencia despreciable su efecto.

Las ecuaciones de regresión previamente discutidas pueden ahora ser utilizadas para estimar la respuesta de la pastura a la fertilización N P bajo distintas combinaciones de ambos nutrientes y/o distintos momentos del ciclo de la misma: la Gráfica N° 2 muestra la respuesta al agregado de N estimada a dos niveles de fertilización con P en el primer corte. Se observa claramente la escasa o nula respuesta registrada al agregado de N en tanto que al agregar 60 Kg/Há de P se produce un incremento de 700 Kg/Há de Materia Seca.

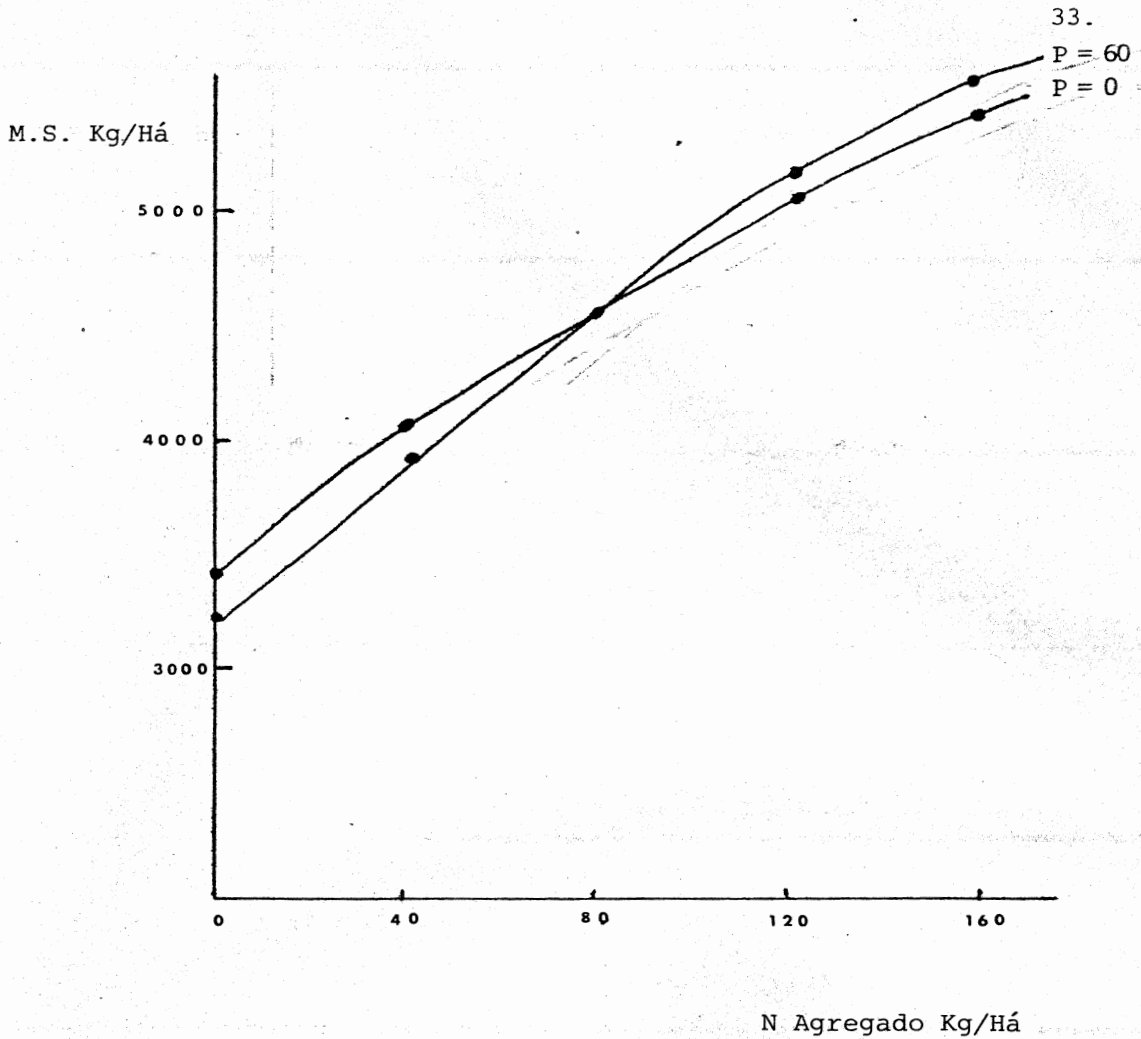
La Gráfica N° 3 muestra la respuesta al agregado de N estimada a dos niveles de fertilización con P en el segundo corte. En este caso el

incremento de unos 2000 Kg/Há de Materia Seca corresponden al agregado de 160 Kg/Há de N, mientras que la aplicación de 60 Kg/Há de P no produce incremento alguno.

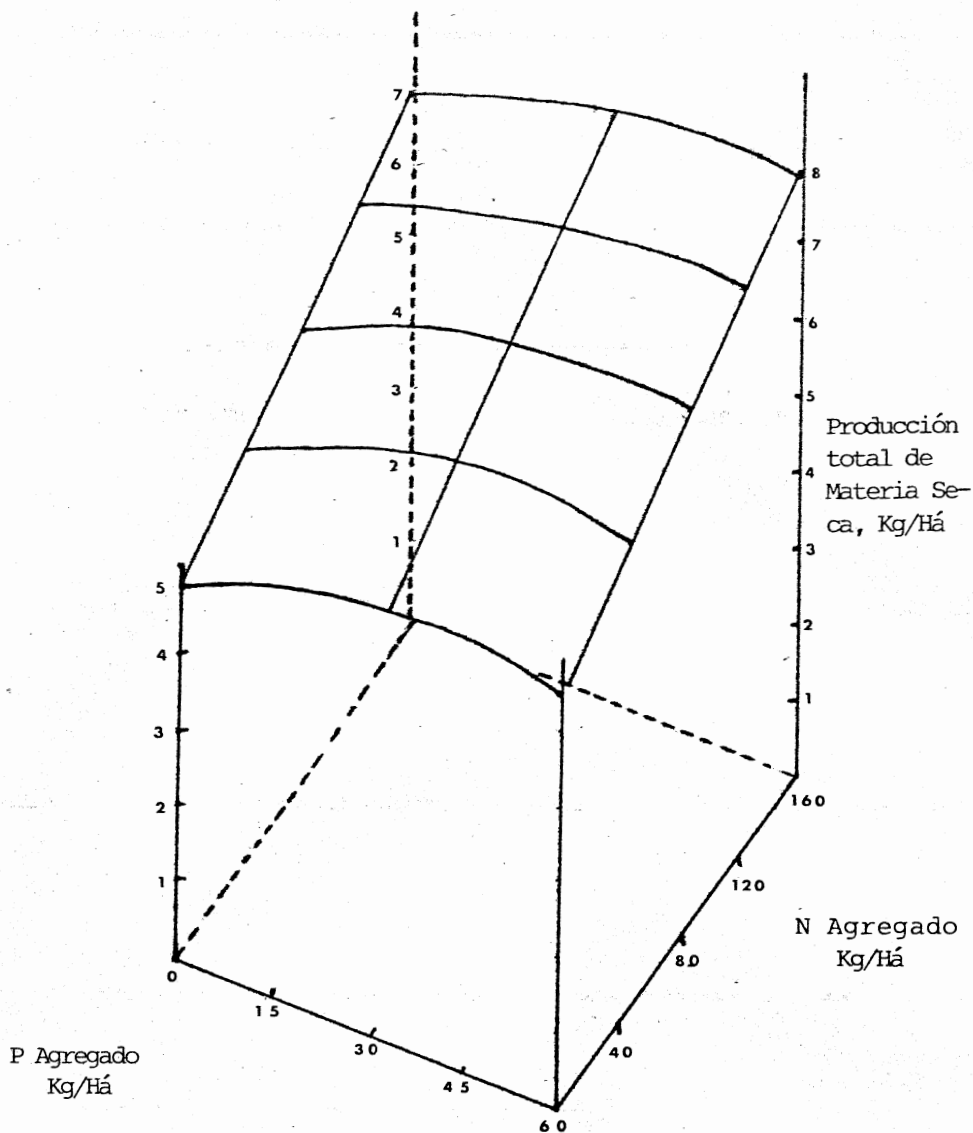
Por último la Gráfica N° 4 muestra la superficie de respuesta estimada para la producción total de Materia Seca.



GRAFICA N° 2: RESPUESTA EN LA PRODUCCION DE LA PASTURA (Kg/Há de MATERIA SECA), A LA FERTILIZACION NITROGENADA (Kg/Há), PARA DOS NIVELES DE P (0 y 60 Kg/Há) AGREGADO. PRIMER CORTE, LUGAR 1.



GRAFICA Nº 3: RESPUESTA EN LA PRODUCCION DE LA PASTURA (Kg/Há DE MATERIA SECA) A LA FERTILIZACION NITROGENADA (Kg/Há), PARA DOS NIVELES DE P ( 0 y 60 Kg/Há) AGREGADO. SEGUNDO CORTE, LUGAR 1.



GRAFICA N° 4: SUPERFICIE DE RESPUESTA DE LA PRODUCCION DE LA PASTURA  
(Kg/Há de M.S.), FRENTE A LA FERTILIZACION N P (Kg/Há).  
PRODUCCION TOTAL, LUGAR 1.-

Se observa en ella la preponderancia en el incremento del rendimiento debido al N.

Estos resultados se presentan bajo otra forma en el cuadro N° 7. En el mismo se expresan las eficiencias para la producción de Materia Seca

por cada Kg. de N agregado, según los diferentes rangos para tres niveles de P agregado.

El comportamiento de las tasas de incremento no es afectado por las dosis de P. En todos los casos ( 0, 30, 60 Kg/Há de P ) la tasa disminuye a medida que aumenta la dosis de fertilización con N, aunque se mantiene en valores relativamente altos.

b. Composición química del forraje: Además de evaluar la producción de forraje en Kg de Materia Seca/Há, es siempre importante conocer la calidad de ese forraje. Como indicadores de la misma se utilizó el contenido porcentual de N, P y K totales obtenidos en los diferentes cortes. En el cuadro N° 8 se presentan los valores porcentuales de N, P y K para el primer y segundo corte. El porcentaje de N osciló entre 1,98 y 2,47 para el primer corte y entre 1,17 y 1,61 para el segundo corte. Con respecto al porcentaje de P los valores fueron: 0,20 y 0,29 para el primer corte y 0,17 y 0,30 para el segundo corte. Finalmente el porcentaje de K varió entre 2,40 y 3,20 para el primer corte y entre 1,72 y 2,20 para el segundo corte.

b.1. % de N: En el cuadro N° 9 se presentan los análisis de varianza. Se observa que el porcentaje del N en el forraje fue afectado significativamente por los tratamientos solo en el primer corte, no existiendo diferencias importantes en el contenido porcentual del N del forraje en el segundo corte.

Cuadro N° 7.- Eficiencia del N en la Producción total de Materia Seca  
para tres niveles de P. Lugar 1.

	Nitrógeno Kg/Há	Fósforo Kg/Há	
	0	30	60
0 - 40	17,11	16,87	16,63
40 - 80	15,10	14,87	14,63
80 - 120	13,12	12,87	12,63
120 - 160	11,11	10,87	10,63

Cuadro N° 8.- Composición química del forraje para la mezcla Avena-  
Raigras en % de N, P y K para el primer y segundo cor  
te. Lugar 1.

N°.Trat.	Dosis		Composición					
	N Kg/Há	P Kg/Há	1er.Corte			2o.Corte		
			%N	%P	%K	%N	%P	%K
1	120	45	2,26	0,22	2,73	1,46	0,26	2,08
2	120	15	2,24	0,24	2,70	1,54	0,22	2,13
3	40	45	2,33	0,29	3,10	1,18	0,24	1,80
4	40	15	2,47	0,26	3,20	1,22	0,23	1,80
5	80	30	2,19	0,24	2,85	1,28	0,30	1,93
6	160	30	2,38	0,25	2,65	1,61	0,22	2,20
7	0	30	2,16	0,25	2,75	1,27	0,27	1,73
8	80	60	2,39	0,29	2,88	1,17	0,22	1,83
9	80	0	2,39	0,23	3,03	1,33	0,17	1,75
10	160	60	2,27	0,28	2,65	1,38	0,19	1,95
11	160	0	2,33	0,21	2,90	1,40	0,17	2,08
12	0	60	1,98	0,25	2,40	1,48	0,29	1,88
13	0	0	2,01	0,20	2,48	1,26	0,22	1,72

Cuadro N° 9.- Análisis de Varianza para la Composición porcentual del Forraje en N, primer y segundo corte. Lugar 1.

F.V.	G.l.	1er. Corte C.M.	2o. Corte C.M.
Bloques	1	0,1447 (*)	0,0003
Tratamientos	12	0,0535 (*)	0,0404
Regresión	5	0,0773 (*)	0,0346
L.of F+	7	0,0365	0,0445
Error	12	0,0173	0,0573

(\*) Nivel de significación al 1%

(\*)(\*) Nivel de significación al 5%

Este mayor contenido porcentual de la pastura, puede asociarse a la falta de respuesta en la producción de Materia Seca al N, durante ese período. Es así que para el 2o. corte la respuesta al N en el incremento de la producción, diluyó estas diferencias en el contenido porcentual.

El análisis del modelo de regresión (cuadro N° 10), muestra que solo el agregado de N afectó significativamente el contenido porcentual de N en el forraje.

b.2. % de P: en el cuadro N° 11 se presentan los análisis de varianza, pudiéndose observar que no existen diferencias significativas debidas a los tratamientos tanto para el primero como para el segundo corte.

El análisis del modelo de regresión (cuadro N° 12), muestra que el P agregado produce un incremento a tasas decrecientes en el porcentaje

de P, lo cual surge de la significación y el signo de los coeficientes lineales y cuadráticos respectivos.

b.3. % de K: En el cuadro N° 13 se presentan los análisis de varianza, es así que el % de K de la pastura fue afectado muy significativamente por los tratamientos en ambos casos. En efecto el modelo ajustado explica un % muy alto de la variación observada ( $R^2 = 93$  y  $90$  % respectivamente). El análisis del modelo de regresión (cuadro N° 14), permite observar que en el primer corte, tanto el N como el P agregado incrementaron el % de K a una tasa decreciente. En el segundo corte el % de K de la pastura aumentó de un modo lineal respecto al N agregado, conservando el mismo comportamiento para el P.

c. Acumulación de nutrientes:

El estudio de la acumulación de nutrientes por parte de las pasturas brinda una idea de la eficiencia en el uso de los fertilizantes.

c.1. Acumulación de N: En el cuadro N° 15 se muestran los Kg/Há de N absorbidos por el cultivo, variando entre 33,0 y 59,1 Kg/Há, para el primer corte; mientras que para el segundo varían entre 41,1 y 98,2.



Cuadro N° 10.- Valores de los Parámetros del Modelo de Regresión para la Composición porcentual en N y sus correspondientes coeficientes de determinación ( $R^2$ ), para el primer y segundo corte. Lugar 1.

Variable	1er.Corte		2o.Corte	
	Estimación	Prueba t	Estimación	Prueba t
N	0,0060	<b>2,72 (*)</b>	- 0,00066	- 0,23
P	0,0018	<b>0,31</b>	0,0090	1,19
$N^2$	- 0,000027	- <b>2,15 (*)</b>	0,00001	0,76
$P^2$	- 0,000030	- <b>0,34</b>	- 0,00012	- 1,10
NP	- 0,000004	- <b>0,17</b>	- 0,00001	- 0,31
bo	2,0476		1,2141	
$R^2$	60,16 %		35,72 %	

(\*) Nivel de Significac. al 1% (+) Nivel de Significac. al 10%

(\*)(\*) Nivel de Significac. al 5% (+)(+) Nivel de Significac. al 20%

Cuadro N° 11.- Análisis de Varianza para la Composición porcentual del Forraje en P, primer y segundo corte. Lugar 1.

F.V.	G.l.	1er. Corte	2o. Corte
		C.M.	C.M.
Bloques	1	0,0015	0,0058
Tratam.	12	0,0016	0,0033
Regresión	5	0,0026 (*)	0,006 (*)
L. of Ft.	7	0,0009	0,0015
Error	12	0,0008	0,0019

(\*) Nivel de Significación al 1%

(\*) (\*) Nivel de Significación al 5%

Cuadro N° 12.- Valores de los Parámetros del Modelo de Regresión para la Composición porcentual en P y sus correspondientes coeficientes de determinación ( $R^2$ ), para el primer y segundo corte. Lugar 1.

Variable	1er.Corte		2o.Corte	
	Estimación	Prueba t	Estimación	Prueba t
N	0,00036	0,95	- 0,00006	- 0,12
P	0,00153	1,52 (+) (+)	0,0043	2,91 (*) (*)
$N^2$	- 0,000002	- 1,11	- 0,0000004	- 0,15
$P^2$	- 0,00001	- 0,74	- 0,00005	- 2,25 (*)
NP	0,000001	0,26	- 0,000005	- 0.89 (+)
bo	0,2093		0,1921	
$R^2$	67,69 %		74,14 %	

(\*) Nivel de Significac. al 1% (+) Nivel de Significac. al 10%

(\*) (\*) Nivel de Significac. al 5% (+) (+) Nivel de Significac. al 20%

Cuadro N° 13.- Análisis de Varianza para la Composición porcentual del Forraje en K, primer y segundo corte. Lugar 1.

F.V.	G.l.	1er. Corte	2o. Corte
		C.M.	C.M.
Bloques	1	0,0014	0,0001
Tratam.	12	0,0159 (*)	0,1064 (*) (*)
Regresión	5	0,0317 (*) (*)	0,2316 (*) (*)
L of Ft	7	0,0046	0,0171 (*) (*)
Error	12	0,0043	0,00116

(\*) Nivel de Significac. al 1%    (\*) (\*) Nivel de Significac. al 5%

Cuadro N° 14.- Valores de los Parámetros del Modelo de Regresión para la Composición porcentual en K y sus correspondientes coeficientes de determinación ( $R^2$ ), para el primer y segundo corte. Lugar 1.

Variable	1er.Corte		2o.Corte	
	Estimación	Prueba t	Estiamción	Prueba t
N	0,0022	2,67 (*)	0,0029	2,06 (+)
P	0,0088	4,00 (*) (*)	0,0073	1,91 (+)
$N^2$	- 0,00001	- 2,34 (*)	0,000003	0,44
$P^2$	- 0,00009	- 2,75 (*)	- 0,00011	- 1,99 (+)
NP	- 0,00001	- 1,06	- 0,000001	- 0,08
bo	0,3578		0,5518	
$R^2$	83,15 %		90,63 %	

(\*) Nivel de Significac. al 1% (+) Nivel de Significac. al 10%

(\*) (\*) Nivel de Significac. al 5% (+) (+) Nivel de Significac. al 20%

Cuadro N° 15.- Absorción de N por parte de la Pastura en Kg/Há, para el primer, segundo corte y total. Lugar 1.

N° Tr.	Dosis		Absorción		
	N Kg/Há	P Kg/Há	1er.Corte Kg/Há	2o.Corte Kg/Há	Total Kg/Há
1	120	45	51,8	75,5	127,3
2	120	15	59,1	69,5	128,6
3	40	45	41,5	44,7	86,2
4	40	15	43,0	52,5	95,5
5	80	30	53,2	67,2	120,4
6	160	30	51,0	98,2	149,2
7	0	30	39,3	41,1	80,4
8	80	60	52,1	54,6	106,7
9	80	0	33,0	61,6	94,6
10	160	60	40,0	75,1	115,1
11	160	0	40,3	76,7	117,0
12	0	60	52,3	50,9	103,2
13	0	0	34,6	44,5	79,1

La acumulación total de N a su vez osciló entre 99,1 y 149,2 Kg/Há.

En el cuadro N° 16 se presentan los análisis de varianza para la acumulación de N del primer, segundo corte y total. en todos los casos los Kg de N removidos por la pastura resultaron explicados significativamente por los tratamientos.

El análisis de los efectos de la fertilización NP en la acumulación de N revela el efecto simultáneo de los tratamientos en la produc-

ción de Materia Seca y en el contenido de nutrientes. Analizando el modelo de regresión (cuadro N° 17), se observa que para el primer corte la acumulación de N fue afectada por la fertilización nitrogenada (probablemente por el efecto de éste en la concentración de N) y por la fertilización fosfatada (probablemente debido al efecto ya visto del P en la producción de Materia Seca).

En el segundo corte la acumulación de N solo fue afectada por la fertilización fosfatada.

La acumulación total de N resultó afectada por ambos nutrientes agregados. A partir del modelo de acumulación total de N se construyó la gráfica N° 5, en la misma se observa una respuesta lineal al agregado de N. Así mismo el agregado de P incrementa la acumulación de N hasta dosis medianas de aplicación; mientras que dosis mayores la disminuyen.

Los valores de eficiencia en la absorción de N por Kg de N agregado, para 3 niveles de fertilización con P (0, 30 y 60 Kg/há) fueron: 33 %, 28 % y 23% respectivamente. La eficiencia disminuye al aumentar la dosis de fertilización fosfatada, permaneciendo constante respecto a los niveles de fertilización nitrogenada.

Cuadro Nº 16.- Análisis de Varianza para la absorción de N en Kg/Há por parte de la pastura, para el primer, segundo corte y total. Lugar 1.

F.V.	G.l.	1er.Corte	2o.Corte	Total
		C.M.	C.M.	C.M.
Bloques	1	66,24	11,38	22,52
Tratam.	12	130,62 (*)	586,43 (*)	946,51 (*) (*)
Regresión	5	233,04 (*) (*)	1.192,96 (*) (*)	1.761,78 (*) (*)
E of Ft.	7	57,46	153,20	364,18
Error	12	37,95	154,20	213,30

(\*) Nivel de Significac. al 1%      (\*) (\*) Nivel de Significac. al 5%



Cuadro N° 17.- Valores de los Parámetros del Modelo de Regresión para la Absorción de N por parte de la pastura y sus correspondientes coeficientes de determinación ( $R^2$ ), para el primer, segundo corte y total. Lugar 1.

Variable	1er. Corte		2o. Corte		Total	
	Estimac.	Prba.t	Estimac.	Prba.t	Estimac.	Prba.t
N	0,1826	2,12 (*)	<b>0,1502</b>	<b>0,98</b>	0,3305	1,63 (+) (+)
P	0,7456	<b>3,24 (*) (*)</b>	<b>0,5761</b>	<b>1,41 (+) (+)</b>	1,3215	2,44 (*)
$N^2$	- 0,0007	- 1,54	<b>0,0007</b>	<b>0,83</b>	<b>0,0000</b>	- 0,00
$P^2$	- 0,0072	- 2,09 (*)	- 0,0090	- 1,47 (+) (+)	- 0,0163	- 2,00 (+)
NP	- 0,0010	- 1,10	- 0,0005	- 0,31	- 0,0016	- 0,71
bo	26,92		40,6483		67,5859	
$R^2$	74,34%		84,76%		77,56%	

(\*) Nivel de Significación al 1%

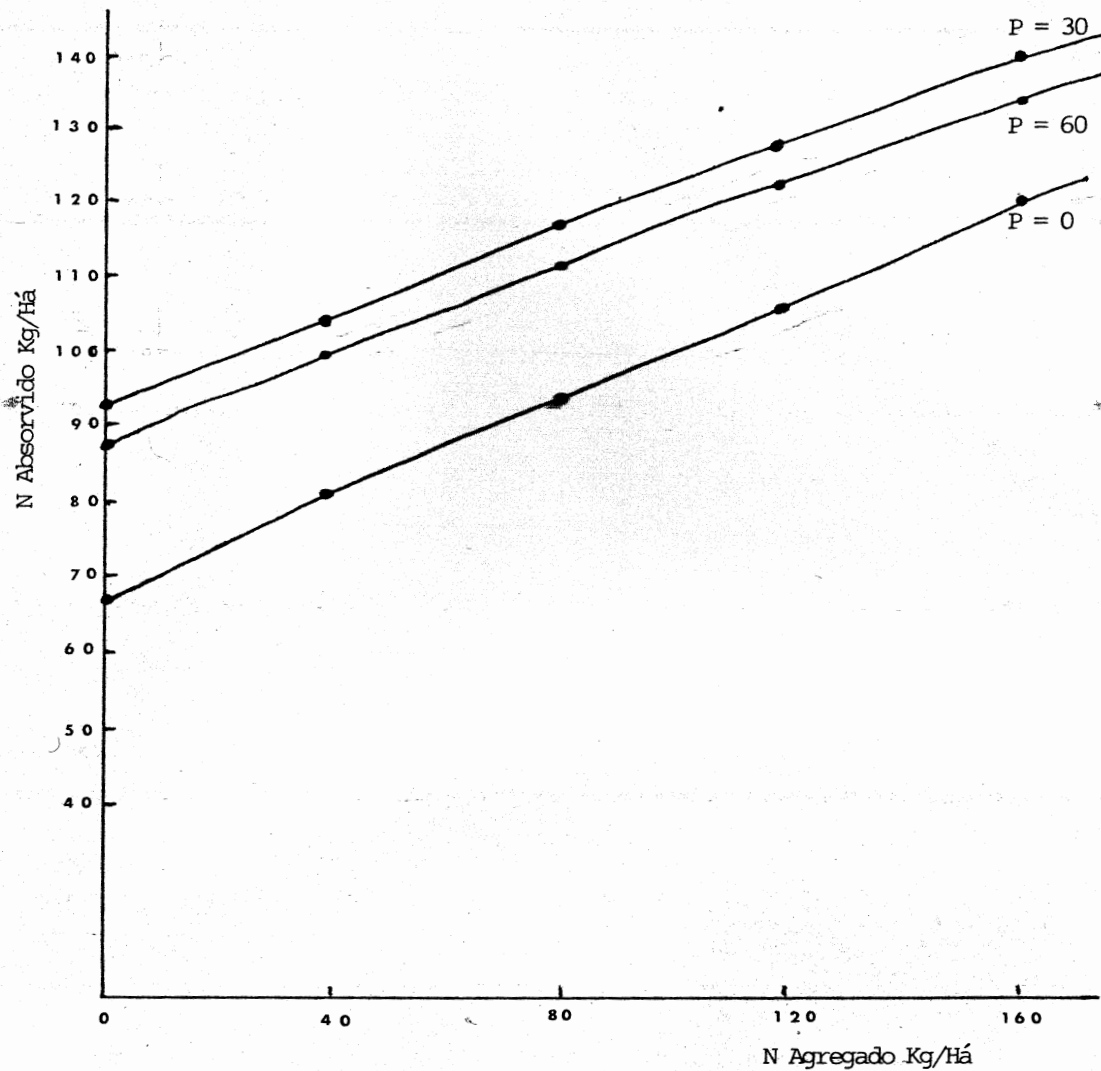
(\*) (\*) Nivel de Significación al 5%

(+) Nivel de Significación al 10%

(+) (+) Nivel de Significación al 20%

c.2. Acumulación de P: El cuadro N° 18 muestra los Kg de P/Há absorbidos por el cultivo. En el primer corte el rango de variación en el P absorbido estuvo entre 3,2 y 6,6 Kg/Há y 7,8 y 15,8 Kg/Há para el segundo corte. La acumulación total de P a su vez osciló entre 11,1 y 21,6 Kg/Há.

En el cuadro N° 19 se muestran los análisis de varianza para la acumulación de P, para el primer, segundo corte y total. La varia-



GRAFICA N° 5: Respuesta en la acumulación de N(Kg/Há), a la fertilización nitrogenada, (Kg/Há), para tres niveles de P agregado (0, 30 y 60 Kg/Há). Absorción total. Lugar 1.

ción en los Kg/Há de P acumulados son significativamente atribuibles a las diferencias de fertilidad creadas por los tratamientos. Se observa así mismo que la suma de cuadrados asociada al modelo de regresión es muy significativa. Teniendo en cuenta los valores del coeficiente de determinación, el porcentaje de la variación explicado por el modelo (de 89,5% para el primer corte a 56,81% para el segundo) nos permite utilizarlo en la interpretación de la absorción de P.

En el cuadro N° 20 se presentan los modelos de regresión, para la acumulación de P.

La fertilización con P resultó ser el factor fundamental en la acumulación de P. Teniendo en cuenta el significado y el signo de los términos lineales y cuadráticos del P agregado, la acumulación de P resultó ser incrementada a tasas decrecientes por la fertilización fosfatada (probablemente en el primer corte el efecto de esta se da a través del aumento en la concentración de P y el aumento en la producción de Materia Seca; mientras que en el segundo corte el efecto se da solo a través de la concentración de P). La acumulación total de P es explicada por el agregado de P (a través de los mecanismos ya comentados) y por la fertilización nitrogenada (fundamentalmente a través de un incremento en la producción de Materia Seca). Con el modelo de acumulación total de P se construyó la gráfica N° 6. En la misma se observa el efecto curvilíneo (incrementos decrecientes) de la fertilización de P en la acumulación del mismo. El agregado de N aparece incrementando la acumulación solo con los primeros 80 Kg/Há.

En el cuadro N° 21 se presentan los valores de eficiencia en

la absorción de P por Kg de P agregado para 3 niveles de fertilización con N (0, 80 y 160 Kg/Há). En este caso la eficiencia no es afectada por la dosis de N mientras que al aumentar el nivel de fertilización fosfatada, esta disminuye.

Cuadro N° 18.- Absorción de P por parte de la Pastura en Kg/Há, para el primer, segundo corte y total. Lugar 1.

N°Tr.	Dosis		Absorción		
	N Kg/Há	P Kg/Há	1er.Corte Kg/Há	2o.Corte Kg/Há	Total Kg/Há
1	120	45	5,0	13,4	18,4
2	120	15	6,3	9,9	16,2
3	40	45	5,2	9,1	14,3
4	40	15	4,5	9,9	14,4
5	80	30	5,8	15,8	21,6
6	160	30	5,4	13,4	18,8
7	0	30	4,6	8,7	13,3
8	80	60	6,3	10,3	16,6
9	80	0	3,2	7,9	11,1
10	160	60	4,9	10,3	15,2
11	160	0	3,6	9,3	12,9
12	0	60	6,6	10,0	16,6
13	0	0	3,4	7,8	11,2

Cuadro N° 19.- Análisis de Varianza para la absorción de P en Kg/Há por parte de las pasturas para el primer, segundo corte y total. Lugar 1.

F.V.	G.l.	1er.Corte		2o.Corte		Total	
		C.M.		C.M.		C.M.	
Bloques	1	1,11		10,43 (+)		4,74	
Tratam.	12	2,58 (*) (*)		12,30 (*)		21,59 (*) (*)	
Regresión	5	5,54 (*) (*)		16,78 (*) (*)		35,12 (*) (*)	
W of Ft.	7	0,464		9,10 (*)		11,92 (+)	
Error	12	0,44		3,13		4,10	

(\*) Nivel de Significac. al 1% (+) Nivel de Significac. al 10%

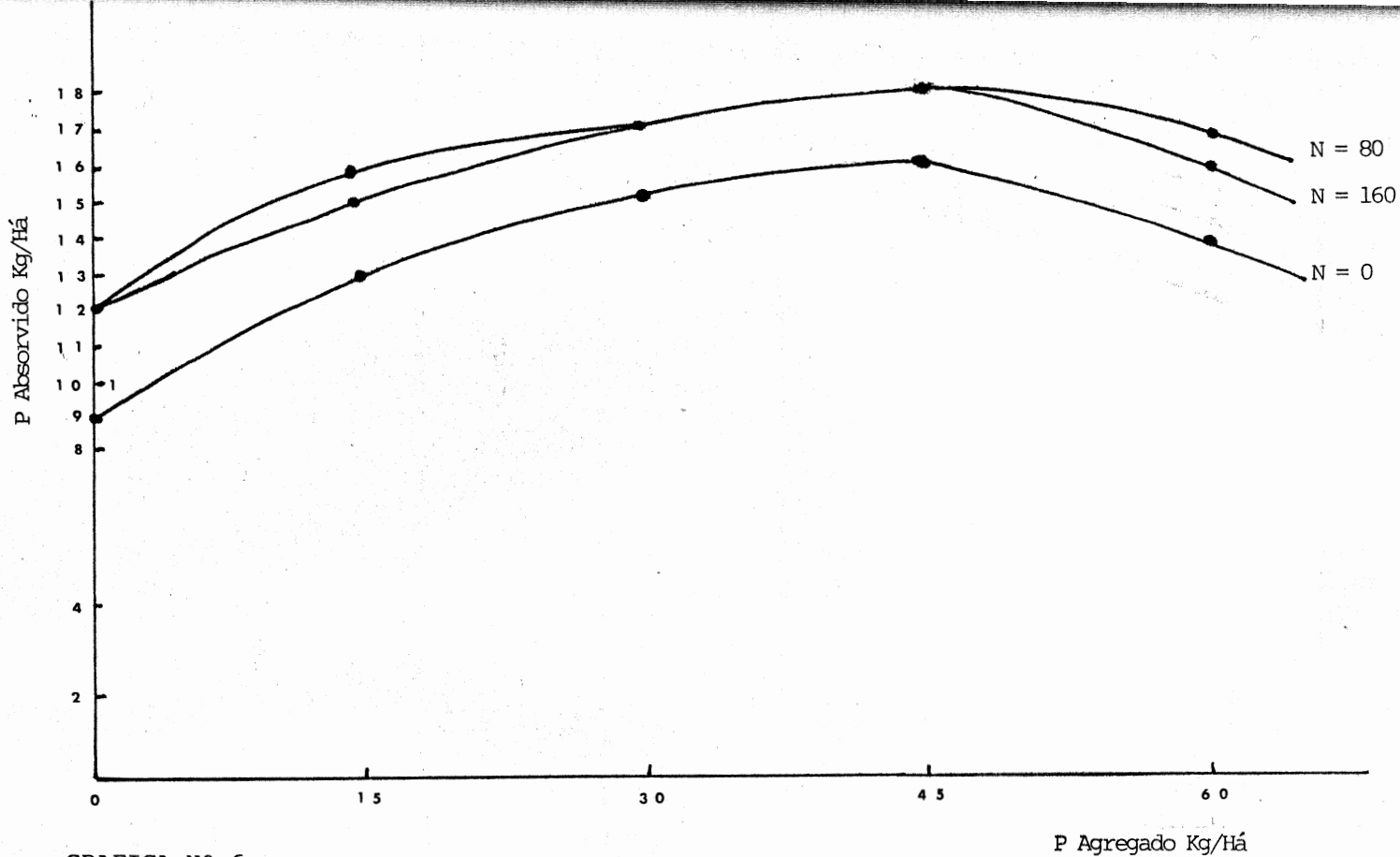
(\*) (\*) Nivel de Significac. al 5% (+) (+) Nivel de Significac. al 20%

Cuadro N° 20.- Valores de los Parámetros del Modelo de Regresión para la absorción de P por parte de la pastura y sus correspondientes coeficientes de determinación ( $R^2$ ), para el primer, segundo corte y total. Lugar 1.

Variable	1er.Corte		2o.Corte		Total	
	Estimac.	Prba.t	Estimac.	Prba.t	Estimac.	Prba.t
N	0,0126	1,43 (+) (+)	0,0374	1,25	0,0501	1,51 (+) (+)
P	0,0929	3,95 (*) (*)	0,2150	2,69 (*)	0,3079	3,48 (*) (*)
$N^2$	- 0,00006	- 1,22	- 0,0001	- 0,66	- 0,002	- 0,92
$P^2$	- 0,0007	- 2,07 (+)	- 0,0029	- 2,44 (*)	- 0,0037	- 2,75 (*) (*)
NP	- 0,00006	- 0,65	- 0,00006	- 0,17	- 0,0001	- 0,33
bo	2,8367		6,2047		9,0415	
$R^2$	89,50 %		56,81 %		67,78 %	

(\*) Nivel de Significac. al 1% (+) Nivel de Significac. al 10%

(\*) (\*) Nivel de Significac. al 5% (+) (+) Nivel de Significac. al 20%



GRAFICA N° 6:

RESPUESTA EN LA CUMULACION DE P (Kg/Há), A LA FERTILIZACION FOSFATADA

(Kg/Há), PARA TRES NIVELES DE N AGREGADO (0, 80 y 160 Kg/Há).

ABSORCION TOTAL. LUGAR 1.

Cuadro N° 21.- Eficiencia del P en la Absorción de P en Kg/Há por Kg P agregado, para tres niveles de N. Lugar 1.-

Fósforo Kg/Há	Nitrogeno Kg/Há		
	0	80	160
0 - 15	0,25	0,25	0,24
15 - 30	0,14	0,13	0,13
30 - 45	0,03	0,02	0,02
45 - 60	- 0,08	- 0,09	- 0,09

c.3. Acumulación de K: El cuadro N° 22 muestra los Kg/Há de K absorbidos por el cultivo. En el primer corte la absorción de K varía entre 41,8 y 71,3 Kg/Há, mientras que en el segundo corte los valores fueron 56,1 y 134,3 Kg/Há. La acumulación total de K a su vez osciló entre 103,4 y 190,9 Kg/Há.

Dicha acumulación de K por parte del cultivo, no se deriva de una fuente externa del suelo, por lo que en este caso la variación en la acumulación de K en la planta, es función del crecimiento de la misma y de otros efectos. Dentro de estos últimos cabe destacar los efectos de la fertilización N P en la absorción de K, así como las necesidades fisiológicas resultantes de un mayor contenido de estos últimos nutrientes.

En el cuadro N° 23 se presentan los análisis de varianza para la acumulación de K en primer, segundo corte y total. La variación en los Kg/Há de K acumulado resultan explicados significativamente por los tratamientos. La suma de cuadrados asociada al modelo de regresión fue

muy significativa, explicando entre el 83,13% para el primer corte y el 90,63% para el segundo corte de la variación debida a los tratamientos.

Analizando el modelo de regresión (Cuadro N° 24) se observa que la acumulación de K fue afectada por la fertilización N P de un modo análogo a la producción de Materia Seca.

Cuadro N° 22.- Absorción de <sup>K</sup>P por parte de la Pastura en Kg/Há, para el primer, segundo corte y total. Lugar 1.

N°Tr.	Dosis		Absorción		
	N Kg/Há	P Kg/Há	1er.Corte Kg/Há	2o.Corte Kg/Há	Total Kg/Há
1	120	45	62,5	107,5	170,0
2	120	15	71,3	96,1	167,4
3	40	45	55,2	68,2	123,4
4	40	15	55,7	77,4	133,1
5	80	30	69,3	101,3	170,6
6	160	30	56,7	134,2	190,9
7	0	30	50,0	56,1	106,1
8	80	60	62,8	85,5	148,3
9	80	0	41,8	81,0	122,8
10	160	60	46,6	106,1	152,7
11	160	0	49,3	114,0	163,3
12	0	60	63,4	64,7	128,1
13	0	0	42,7	60,7	103,4



Cuadro N° 23.- Análisis de Varianza para la absorción de K en Kg/Há por parte de la pastura, para el primer, segundo corte y total. Lugar 1.

F.V.	G.l.	1er.Corte	2o.Corte	Total
		C.M.	C.M.	C.M.
Bloques	1	14,54	1,16	25,21
Tratam.	12	159,30 (*)	1064,80 (*) (*)	1473,72(*) (*)
Regresión	5	317,82 (*) (*)	2316,02 (*) (*)	3047,48(*) (*)
L of F+	7	46,07	171,06	349,61
Error	12	43,33	116,29	135,12

(\*) Nivel de Significación al 1%

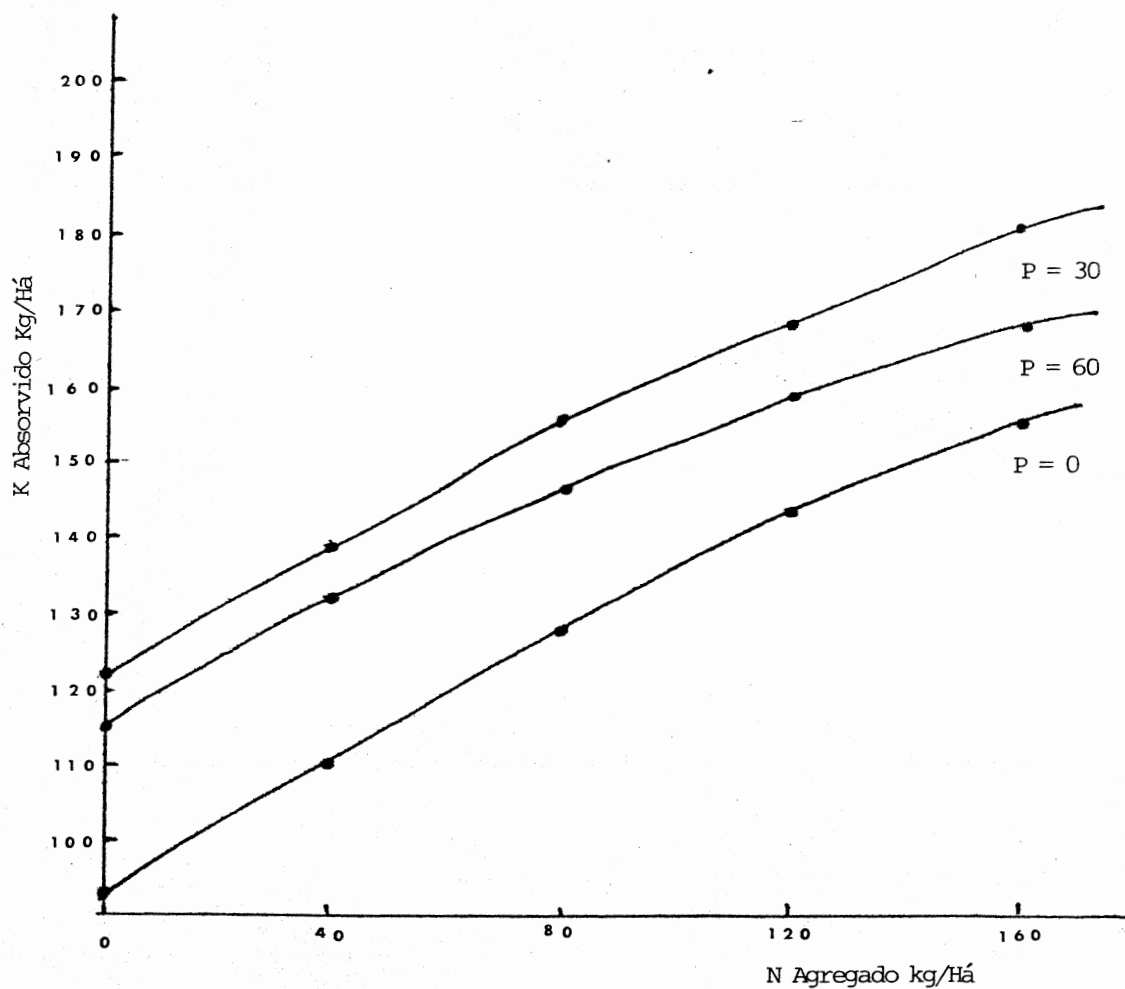
(\*) (\*) Nivel de Significación al 5%

Cuadro N° 24.- Valores de los Parámetros del Modelo de Regresión para la Absorción de K por parte de la pastura y sus correspondientes coeficientes de determinación ( $R^2$ ), para el primer, segundo corte y total. Lugar 1.

Variable	1er.Corte		2o.Corte		Total	
	Estimac.	Prba.t	Estimac.	Prba.t	Estimac.	Prba.t
N	0,2214	2,67 (*)	0,2974	2,06 (+)	0,5217	2,88 (*) (*)
P	0,8847	3,99 (*) (*)	0,7356	1,91 (+)	1,6146	3,34 (*) (*)
$N^2$	- 0,0011	- 2,34 (*)	0,0003	0,44	- 0,0007	- 0,73
$P^2$	- 0,0091	- 2,75 (*)	- 0,0116	- 1,99 (+)	- 0,0206	- 2,83 (*) (*)
NP	- 0,0009	- 1,05	- 0,0001	- 0,08	- 0,0011	- 0,55
bo	35,78		55,18		90,8620	
$R^2$	83,13 %		90,63 %		86,16 %	

(\*) Nivel de Significación al 1% (+) Nivel de Significación al 10%

(\*) (\*) Nivel de Significación al 5% (+) (+) Nivel de Significación al 20%



GRAFICA N° 7: RESPUESTA EN LA ACUMULACION DE K (Kg/Há) FRENTE A LA FERTILIZACION NITROGENADA (Kg/Há) PARA TRES NIVELES DE P AGREGADO ( 0, 30 y 60 Kg/Há). ABSORCION TOTAL. LUGAR 1.

A partir del modelo de acumulación total de K se construyó la gráfica N° 7. Se observa un efecto aproximadamente lineal a la fertilización nitrogenada. Mientras que la acumulación de K solo se incrementa con dosis medias de P, sufriendo una disminución frente a nuevos agregados.

## 2. Ensayo 2

a. Producción de Materia Seca: Los datos de producción de forraje obtenido para el único corte evaluado aparecen en el cuadro N° 25. Los valores de rendimiento expresados en Kg/Há de materia Seca oscilaron entre 2300 y 7000. La producción promedio tuvo un valor aproximado a los 4200 Kg/Há.

Cuadro N° 25.- Producción de forraje para la mezcla Avena Raigras en  
Kg/Há de Materia Seca para el único corte. Lugar 2.

N°.Tratam.	Dosis		Producción Unico Corte Kg/Há
	N Kg/Há	P Kg/Há	
1	120	45	5.935
2	120	15	5.770
3	40	45	3.250
4	40	15	3.164
5	80	30	4.671
6	160	30	6.572
7	0	30	3.092
8	80	60	5.486
9	80	0	4.500
10	160	60	4.950
11	160	0	6.967
12	0	60	2.474
13	0	0	2.320

En el cuadro N° 26 se presenta el análisis de varianza para la producción de Materia Seca. La suma de cuadrados debida a los tratamientos fue muy significativa. También se observa la alta significación de la suma de cuadrados asociada con el modelo de respuesta, en tanto que no hay desviaciones significativas a este modelo tal como lo indica la variación asociada con la falta de ajuste.

En el cuadro N° 27 aparece la ecuación de regresión obtenida con el único corte evaluado, la significación de los coeficientes parciales de la regresión y el correspondiente  $R^2$ . El porcentaje de variación explicado por el modelo fue 91%.

Analizando el modelo, el nutriente que explicó la mayor parte de la variación observada en el rendimiento, fue el N, teniendo en cuenta tanto la magnitud como la significación de los coeficientes respectivos. La respuesta observada es prácticamente lineal, pese a la tendencia decreciente dada por el término cuadrático de poca significación.

Este resultado es explicable teniendo en cuenta que se trata de una chacra muy erosionada, de bajo contenido de materia orgánica y escaso poder de suministro de N. (Ver Cuadro N° 2,  $\text{NO}_3^-$  iniciales).

Cuadro N° 26.- Análisis de Varianza par la Producción de Materia Seca,  
único corte. Lugar 2.

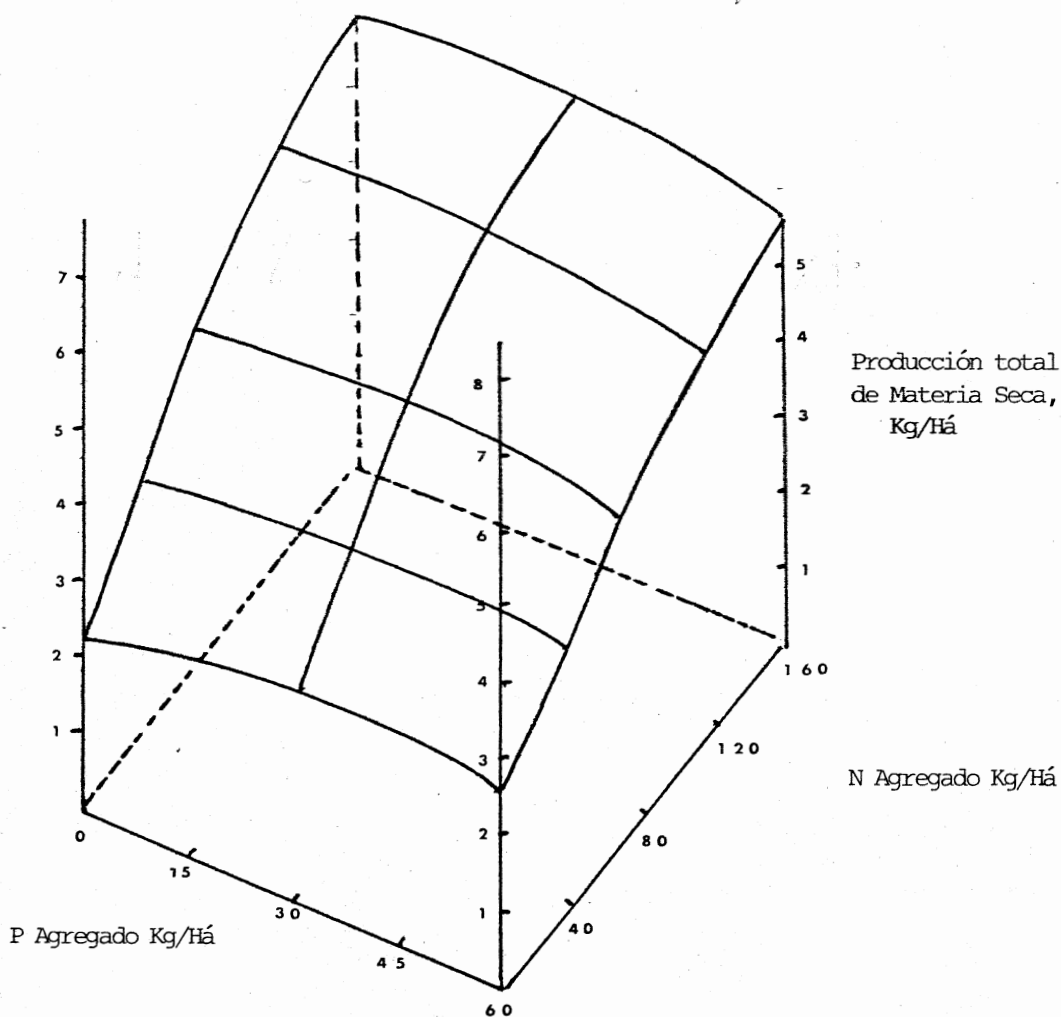
F.V.	G.l.	Unico Corte
		C.M.
Bloques	1	29111,67
Tratamientos	12	4204234,00 (*) (*)
Regresión	5	9174624,80 (*) (*)
L. of Ft.	7	653956,12
Error	12	902034,81
Total	25	

(\*) Nivel se Significación al 1%

(\*) (\*) Nivel de Significación al 5%

Cuadro N° 27.- Valores de los Parámetros del Modelo de Regresión para  
la Producción de Materia Seca y sus correspondientes coe  
ficientes de determinación ( $R^2$ ), para el único corte. Lu  
gar 2.

Variable	Unico Corte	
	Estimación	Prueba t
N	35,3798	3,18(*)
P	27,9892	0,94
$N^2$	- 0,0691	- 1,10
$P^2$	- 0,3112	- 0,70
NP	- 0,0730	- 0,58
bo	2.091,9148	
$R^2$	90,93 %	



GRAFICA N° 8: SUPERFICIE DE RESPUESTA DE LA PRODUCCION DE PASTURA (Kg/Há DE MATERIA SECA), FRENTE A LA FERTILIZACION N P (Kg/Há). UNICO CORTE EVALUADO. LUGAR 2.

(\*) Nivel de Significación al 1%

(\*)(\*) Nivel de Significación al 5%

No aparece respuesta al P de significación pese a que los términos lineales y cuadráticos respectivos muestran una tendencia de respuesta positiva decreciente.

Estos resultados deben interpretarse teniendo en cuenta que el único corte evaluado operó como un "segundo corte". Esto explicaría en parte la magnitud de la respuesta al agregado de N, frente al P; ya que la producción de forraje, comenzó a evaluarse, no desde la siembra sino desde que la pastura se encontraba instalada es decir desarrollado un sistema radicular importante.

Utilizando la ecuación de regresión previamente discutida se construyó la gráfica N° 8 donde se calculó la superficie de respuesta de rendimiento de Kg/Há de Materia Seca en función del agregado de N y P. La misma ilustra lo ya comentado, respecto a la importancia del agregado de N como principal responsable en el incremento de la producción. En el cuadro N° 28 se presentan los valores de eficiencia para la producción de Materia Seca por cada Kg. de N agregado, según los diferentes rangos para tres niveles de P agregado.

Las tasas de eficiencias disminuyen a medida que aumenta la dosis de fertilización con N; del mismo modo, aunque en menor medida, disminuye al aumentar la dosis de P. Corresponde destacar los altos valores de eficiencia obtenidos con los rangos bajos de fertilización.



Cuadro N° 28.- Eficiencia del N en la Producción total del Materia Seca  
para tres niveles de P. Lugar 2.

Nitrógeno Kg/Há	Fósforo Kg/Há		
	0	30	60
0 - 40	32,64	30,43	28,24
40 - 80	27,10	24,91	22,72
80 - 120	21,58	19,35	17,20
120 - 160	16,06	13,87	11,68

b. Composición química del forraje: en el cuadro N° 29 se presentan los datos de composición de la Materia Seca en términos de porcentaje de N P y K. En el mismo se observa que el % de N osciló entre 0,46 y 0,93; el porcentaje de P lo hizo entre 0,07 y 0,20; mientras que el % de K varaba entre 0,98 y 1,37. Estos valores porcentuales relativamente bajos se explican al menos parcialmente por corresponder a una pastura cosechada al estado de fines de floración, pudiéndose considerar entonces como un heno.

b.1. % de N: En el cuadro N° 30 se observa que el % de N del forraje fue afectado significativamente por los tratamientos. Así mismo la suma de cuadrados asociada con el modelo de respuesta fue muy significativa.

El análisis del modelo de regresión (Cuadro N° 31), muestra claramente como afectaron al % de N la fertilización con ambos nutrientes. Los primeros Kg de N agregados, incrementan en forma acentua-

da la producción de Materia Seca, diluyendo el contenido porcentual de N de las pastura. Esto se explica, (como ya fue comentado) debido al es caso poder de suministro de N que poseía esta chacra. Altas dosis de N incrementaron tanto la producción de Materia Seca como el contenido porcentual de N. La fertilización con P aumento en forma decreciente el % de N, esto teniendo en cuenta tanto el significado como la significación de los términos lineal y cuadrático de P.

Cuadro N° 29.- Composición química del forraje para la mezcla Avena-Raigras en % de N, P y K para el único corte. Lugar 2.

Tratam.	Dosis		Unico Corte		
	N/Há	P/Há	%N	%P	%K
1	120	45	0,58	0,12	1,13
2	120	15	0,50	0,07	0,98
3	40	45	0,55	0,13	1,20
4	40	15	0,67	0,14	1,07
5	80	30	0,53	0,14	1,08
6	160	30	0,59	0,13	1,20
7	0	30	0,93	0,18	1,35
8	80	60	0,47	0,13	1,08
9	80	0	0,55	0,11	1,32
10	160	60	0,51	0,14	1,05
11	160	0	0,46	0,09	1,06
12	0	60	0,79	0,20	1,20
13	0	0	0,62	0,12	1,37

Cuadro N° 30.- Análisis de Varianza para la Composición porcentual del Forraje en N, P y K, único corte. Lugar 2.

F.V.	G.l.	Unico Corte		
		% N Pdio.	% P Pdio.	% K Pdio.
Bloque	1	0,000312	0,000096	0,0152
Tratam.	12	0,0352 (*) (*)	0,00234 (*) (*)	0,0276
Regresión	5	0,0653 (*) (*)	0,004319 (*) (*)	0,0307
L of Ft.	7	0,0139	0,000927(+)	0,0253
Error	12	0,0065	0,000388	0,0318

(\*) Nivel de Significación al 1%      (+) Nivel de Significación al 10%  
 (\*) (\*) Nivel de Significación al 5%      (+) (+) Nivel de Significación al 20%

Cuadro N° 31.- Valores de los Parámetros del Modelo de Regresión para la Composición porcentual en N y sus correspondientes coeficientes de determinación ( $R^2$ ), para el único corte. Lugar 2.

Variable	Unico Corte					
	Estimac.	Prba.t	Estimac.	Prba.t	Estimac.	Prba.t
N	- 0,0046	- 3,88 (*) (*)	- 0,0009	- 3,12 (*) (*)	- 0,0032	1,47 (*) (*)
P	0,0088	2,79 (*)	0,0014	1,73 (+)	- 0,0015	- 0,26
$N^2$	0,000022	3,23 (*) (*)	0,000004	2,33 (*)	0,000011	0,91
$P^2$	- 0,0012	- 2,55 (*)	- 0,000008	- 0,67	- 0,000004	- 0,05
NP	- 0,000010	- 0,77	- 0,0000003	- 0,11	0,000009	0,37
bo	0,6779		0,1409		1,3287	
$R^2$	75,07 %		76,89 %		46,42 %	

(\*) Nivel de Significac. al 1%      (+) Nivel de Significac. al 10%  
 (\*) (\*) Nivel de Significac. al 5%      (+) (+) Nivel de Significac. al 20%

(\*) Nivel de Significac. al 1% (+) Nivel de Significac. al 10%

(\*)(\*) Nivel de Significac. al 5% (+)(+) Nivel de Significac. al 20%

b.2. % de P: En el cuadro N° 30 se presenta el análisis de varianza para el % de P del forraje. La variación en el mismo fue explicada significativamente por los tratamientos. La suma de cuadrados del modelo fue muy significativa.

El análisis del modelo de regresión, (Cuadro N° 31) muestra que la fertilización nitrogenada se comporta respecto al % de P, de un modo similar al N. En cambio la fertilización fosfatada incrementa el porcentaje de P de un modo prácticamente lineal.

b.3. % de K: En el cuadro N° 30 aparece el análisis de varianza respecto del porcentaje de K de la pastura. El mismo no resultó afectado significativamente por los tratamientos.

c. Acumulación de nutrientes:

c.1. Acumulación de N: en el cuadro N° 32 aparecen los valores en Kg/Há absorbidos por la pastura. Estos variaron entre 14,4 y 38,8.

El cuadro N° 33 muestra el análisis de varianza para la acumulación de N. Los Kg de N removidos por la pastura, no resultaron explicados significativamente por los tratamientos.

c.2. Acumulación de P: el cuadro N° 32 muestra los Kg/Há absorbidos por el cultivo. Estos variaron entre 2,8 y 8,5.

El cuadro N° 33 muestra el análisis de varianza para la acumulación de P. La variación en los Kg/Há de P acumulado son significativamente atribuibles a los tratamientos. La suma de cuadrados asociada al modelo de regresión fue muy significativa.

El análisis del modelo que se presenta en el cuadro N° 34

permite determinar que el factor preponderante en la acumulación de P fue la fertilización fosforada, esto teniendo en cuenta el significado y el signo de los coeficientes respectivos.

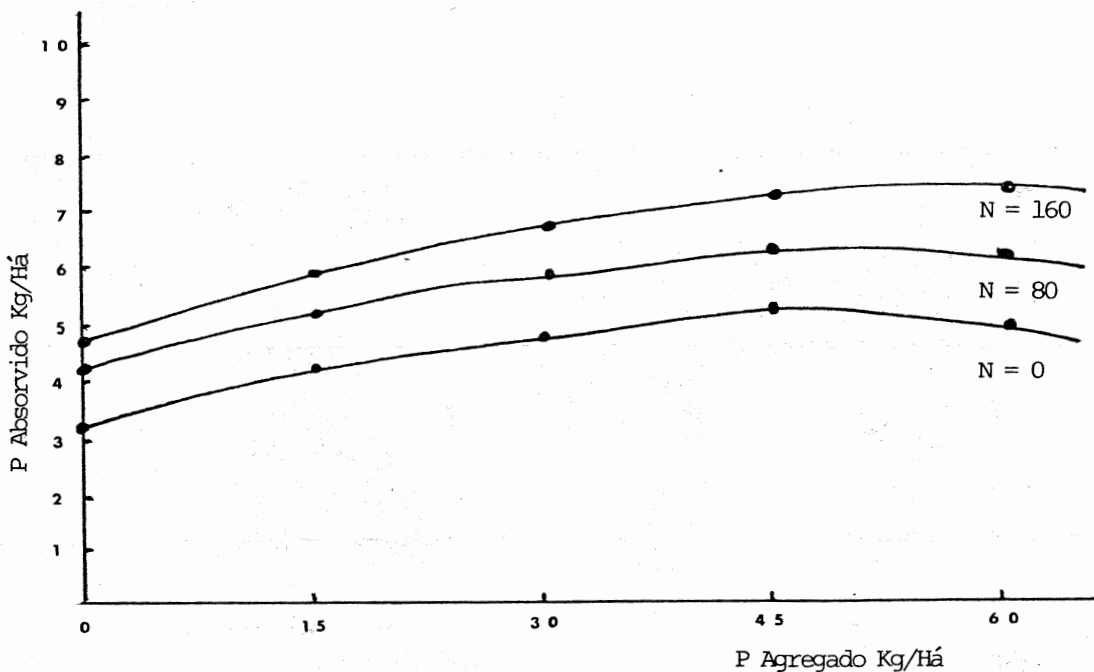
Cuadro N° 32.- Absorción de N, P y K por parte de la Pastura en Kg/Há,  
para el único corte. Lugar 2.

N°Tr.	Dosis		Absorción Unico Corte		
	N Kg/Há	P Kg/Há	N Kg/Há	P Kg/Há	K Kg/Há
1	120	45	34,5	7,1	67,1
2	120	15	28,8	4,0	56,4
3	40	45	28,9	6,8	63,0
4	40	15	21,2	4,4	33,8
5	80	30	24,8	6,5	50,4
6	160	30	38,8	8,5	78,8
7	0	30	28,7	5,6	41,7
8	80	60	25,8	7,1	59,3
9	80	0	24,8	5,0	59,4
10	160	60	25,2	6,9	53,9
11	160	0	32,1	6,3	73,9
12	0	60	19,5	4,9	30,0
13	0	0	14,4	2,8	31,8

La gráfica N° 9 construída a partir de los coeficientes del modelo calculado permiten observar lo antes expresado. Se observa además un incremento en la acumulación de P, como resultado del incremento en la dosis de N. Este efecto seguramente sea atribuible a la mayor producción de Materia Seca como resultado de la fertilización nitrogenada.

c.3. Acumulación de K: El cuadro N° 32 muestra los Kg/Há de K absorbidos por la pastura. Estos oscilaron entre 30,0 y 78,8.

El cuadro N° 33 muestra el análisis de varianza para la acumulación de K. Los Kg de K removidos por la pastura no resultaron explicados significativamente por los tratamientos.



GRAFICA N° 9.- RESPUESTA EN LA ACUMULACION DE P (Kg/Há), A LA FERTILIZACION FOSFATADA (Kg/Há) PARA TRES NIVELES DE N AGREGADO (0, 80 y 160 Kg/Há). ABSORCION DEL UNICO CORTE EVALUADO. LUGAR 2.

Cuadro N° 33.- Análisis de Varianza para la absorción de N, P y K en Kg/Há por parte de la pastura, para el único corte.  
Lugar 2.

F.V.	G.l.	N abs.total		P abs.total		K abs.total	
		C.M.		C.M.		C.M.	
Bloques	1	40,08		0,78		19,82	
Tratam.	12	98,37		5,85 (*)		478,03	
Regresión	5	125,31 (+)		9,13 (*) (*)		888,23(*)	
L of Ft	7	79,13		3,51		185,04	
Error	12	51,6		1,66		241,73	

(\*) Nivel de Significac. al 1% (+) Nivel de Significac. al 10%

(\*) (\*) Nivel de Significac. al 5% (+) (+) Nivel de Significac. al 20%

Cuadro N° 34.- Valores de los Parámetros del Modelo de Regresión para la Absorción de N, P y K por parte de la pastura y sus correspondientes coeficientes de determinación ( $R^2$ ), para el único corte. Lugar 2.

Varble.	N		P		K	
	Estimac.	Prba.t	Estimac.	Prba.t	Estimac.	Prba.t
N	0,1006	1,02	0,0101	0,53	0,3369	1,83(+)
P	0,3483	1,32(+)	(+) 0,0810	1,59(+)	(+) 0,3623	0,74
$N^2$	- 0,00005	- 0,08	0,00003	0,26	- 0,0006	- 0,55
$P^2$	- 0,0052	- 1,31(+)	(+) 0,0008	- 1,02	- 0,0051	- 0,68
NP	- 0,0006	- 0,55	0,00006	0,27	- 0,0009	- 0,46
bo	16,6649		3,1256		27,9915	
$R^2$	53,08%		65,03%		77,42%	

(\*) Nivel de Significac. al 1% (+) Nivel de Significac. al 10%

(\*) (\*) Nivel de Significac. al 5% (+) (+) Nivel de Significac. al 20%

Estos valores obtenidos (N, P y K) son sin dudas muy pequeños, y traducen el efecto combinado de una producción media de forraje con un contenido porcentual muy bajo en nutrientes, lo cual sugiere un valor nutritivo muy pobre de la pastura.

### 3. Ensayo 3

a. Producción de Materia Seca: Los datos de producción de forraje obtenidos para el primer y segundo corte, así como para la producción total, son presentados en el cuadro N° 35.

Tal como fue indicado previamente, en este sitio se obtuvieron las mayores producciones de forraje, probablemente debido a la combinación favorable de condiciones de siembra, crecimiento inicial y condiciones climáticas durante el ciclo.

En el primer corte, los valores de producción de Materia Seca oscilaron entre 3100 y 5000 Kg/Há; mientras que en el segundo corte la variación fue entre 5700 y 8000. El valor promedio del primer corte fue de 4000 Kg/Há de Materia Seca arrojando un valor promedio de 6850 Kg para el segundo corte. Estos valores nos sitúan en una producción promedio total del orden de los 10800 Kg/Há.

En el cuadro N° 36 se presentan los análisis de varianza para la producción de Materia Seca. La suma de cuadrados de los tratamientos no difirió de los casos significativamente del error estandar. La causa de esta no significación se debería en parte a la alta disponibilidad de nutrientes de este suelo, que redujo la respuesta al agregado de los mismos. (Ver cuadro N° 2,  $\text{NO}_3^-$  y P iniciales).



Cuadro N° 35.- Producción de forraje para la mezcla Avena-Raigras en Kg/Há de Materia Seca para el primer, segundo corte y total. Lugar 3.

N°.Trat.	DOSIS		PRODUCCION		
	N Kg/Há	P Kg/Há	1er.Corte Kg/Há	2o.Corte Kg/Há	Total Kg/Há
1	120	45	4.402	7.492	11.894
2	120	15	4.265	6.229	10.494
3	40	45	3.144	7.223	10.367
4	40	15	3.168	6.266	9.434
5	80	30	3.998	7.015	11.013
6	160	30	5.085	6.973	12.058
7	0	30	3.991	5.699	9.690
8	80	60	4.138	7.085	11.223
9	80	0	4.806	7.504	12.310
10	160	60	3.952	8.073	12.025
11	160	0	4.410	6.997	11.407
12	0	60	3.331	5.997	9.328
13	0	0	3.160	6.573	9.733

Cuadro N° 36.- Análisis de Varianza para la Producción de Materia Seca, primer, segundo corte y total. Lugar 3.

F.V.	G.l.	1er.Corte	2o.Corte	Total
		C.M.	C.M.	C.M.
Bloques	1	10.399,94	301.538,44	138.847,25
Tratam.	12	804.356,50	994.611,25	2.558.654,00
Regresión	5	1.092.729,95	1.781.127,16	4.707.414,95(+)
h of Ft.	7	641.232,61	432.814,28	1.023.826,10
Error	12	565.940,00	907.987,81	156.980,00

(\*) Nivel de Significac. al 1% (+) Nivel de Significac. al 10%

(\*) (\*) Nivel de Significac. al 5% (+) (+) Nivel de Significac. al 20%

De la misma manera el ajuste del modelo polinomial de respuesta (cuadro n° 37) no mostró significación salvo para la producción total de Materia Seca en la que la suma de cuadrados debida a la regresión tiene significación al 10%. El  $R^2$  observado fue de 77%.

En este caso al analizar el modelo de regresión aparece so lo un efecto positivo del agregado de N, que se traduce en una respuesta lineal, con tendencia decreciente a estar por el signo del término  $N^2$  de escasa significación.

Es indudable que los altos niveles de Materia Seca producidos en estos suelos, especialmente en el período fines de invierno-principios de primavera, explican la respuesta al N pese a que el suelo tenía una alta disponibilidad de N mineral al principio del ciclo.

El mismo sin duda fue utilizado en el crecimiento otoñal y por ello se explica la falta de respuesta al N en el primer corte.

En cuanto a la falta de respuesta al agregado de P, ello se explica en virtud del alto nivel de P disponible de ese suelo, que previamente había sido chacra de papa, recibiendo en consecuencia aporte considerables de P y K. Ello asociado a la baja capacidad de fijación de P del suelo explican un tenor de más de 20 ppm de P en el suelo.

Cuadro N° 37.- Valores de los Parámetros del Modelo de Regresión para la Producción de Materia Seca y sus correspondientes coeficientes de determinación ( $R^2$ ), para el primer, segundo corte y total. Lugar 3.

Variable	1er.Corte		2o.Corte		Total	
	Estimac.	Prba.t	Estimac.	Prba.t	Estimac.	Prba.t
N	10,9347	1,16	17,4739	1,63 (+) (+)	28,0511	1,94 (+)
P	9,4453	0,38	- 30,2833	- 1,06	- 21,1489	- 0,55
$N^2$	- 0,0112	- 0,21	- 0,0828	- 1,35 (+) (+)	- 0,0912	- 1,12
$P^2$	- 0,1519	- 0,40	0,4773	1,11	0,3238	0,56
NP	- 0,0572	- 0,54	0,1208	1,00	0,0661	0,41
bo	3.289,9840		6.194,0870		9.446,4843	
$R^2$	54,90 %		74,62 %		76,66 %	

(\*) Nivel de Significac. al 1% (+) Nivel de Significac. al 10%

(\*) (\*) Nivel de Significac. al 5% (+) (+) nivel de Significac. al 20%

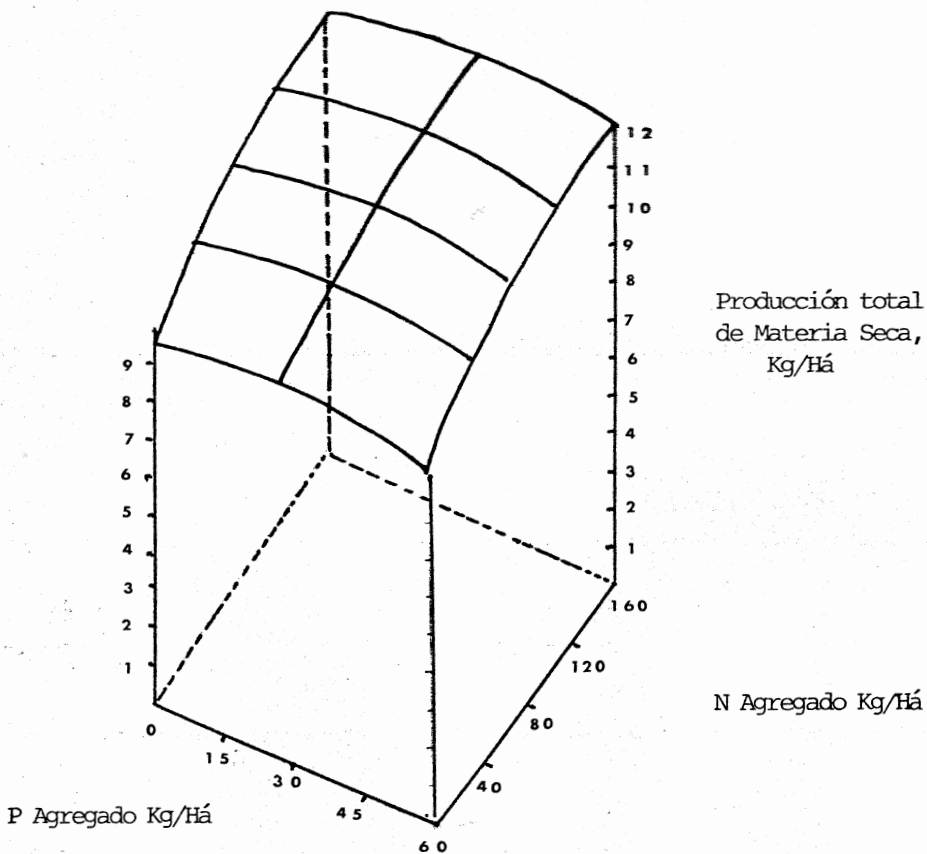
Con la ecuación de regresión para la producción total de Materia Seca se construyó la gráfica N° 10, que muestra la superficie de respuesta al agregado de N y P para la producción de Materia Seca. En la misma se observa claramente la escasa o nula respuesta al agregado de P, mientras que el agregado de 160 unidades de N lleva la producción de Materia Seca de 9000 Kg a un tope de 12000Kg. En el cuadro N° 38 se presentan los valores de eficiencia para la producción de Materia Seca por cada Kg. de N agregado para tres niveles de P (0, 30 y 60 Kg/Há).

Lo primero que se observa es un incremento en la eficiencia al aumentar la dosis de P; en segundo lugar hay un descenso importante en los valores de eficiencia a medida que aumentan los niveles de N, de todos modos constituyen valores muy importantes en términos absolutos teniendo en cuenta los altos niveles de producción de la pastura.

b. Composición química del forraje: En el cuadro N° 39 se presentan los valores porcentuales de N, P y K para el primer y segundo corte. El % de N tuvo una variación de 3,26 a 3,94 para el primer corte y de 1,17 a 1,83 para el segundo. En el caso del % de P, este fluctuó entre 0,21 y 0,44 para el primer corte y 0,17 y 0,40 para el segundo. Finalmente el porcentaje de K varió de 4,48 a 5,90 y 2,30 a 3,13 para el primer y segundo corte respectivamente.

Estos altos niveles de nutrientes en la composición de la pastura, en comparación con los resultados de los otros ensayos, corroboran la alta disponibilidad de los tres nutrientes que poseía la chacra.

b.1. Porcentaje de N: En el cuadro N° 40 se presenta el análisis de varianza para el % de N en el primer y segundo corte.



GRAFICA N° 10: SUPERFICIE DE RESPUESTA DE LA PRODUCCION DE LA PASTURA (Kg/Há DE MATERIA SECA), FRENTE A LA FERTILIZACION N P (Kg/Há). PRODUCCION TOTAL. LUGAR 3.

Cuadro N° 38.- Eficiencia del N en la Producción total de Materia Seca  
para tres niveles de P. Lugar 3.

Nitrógeno Kg/Há	Fósforo Kg/Há		
	0	30	60
0 - 40	24,45	26,43	28,41
40 - 80	17,25	19,23	21,21
80 - 120	10,05	12,03	14,01
120 - 160	2,85	4,83	6,82

Cuadro N° 39.- Composición química del forraje para la mezcla Avena-  
Raigras en % de N, P y K para el primer y segundo cor  
te. Lugar 3.

N° .Trat.	Dosis		Composición					
	N Kg/Há	P Kg/Há	1er.Corte			2o.Corte		
			%N	%P	%K	%N	%P	%K
1	120	45	3,64	0,30	4,70	1,57	0,18	3,03
2	120	15	3,46	0,31	4,75	1,62	0,19	2,70
3	40	45	3,62	0,38	4,58	1,28	0,21	2,48
4	40	15	3,65	0,24	4,60	1,48	0,19	2,80
5	80	30	3,67	0,35	5,90	1,48	0,25	2,85
6	160	30	3,67	0,33	4,93	1,83	0,25	3,05
7	0	30	3,55	0,28	4,75	1,17	0,17	2,30
8	80	60	3,46	0,39	4,58	1,31	0,21	2,65
9	80	0	3,46	0,28	4,48	1,41	0,20	2,63
10	160	60	3,94	0,44	5,35	1,76	0,30	3,13
11	160	0	3,26	0,28	4,85	1,66	0,22	2,90
12	0	60	3,50	0,37	4,50	1,19	0,21	2,48
13	0	0	3,69	0,21	4,58	1,24	0,40	2,68

Cuadro N° 40.- Análisis de Varianza para la Composición porcentual del Forraje en N, primer y segundo corte. Lugar 3.

F.V.	G.l.	1er. Corte	2o. Corte
		C.M.	C.M.
Bloques	1	3.974,72(*)	0,0108
Tratam.	12	938,78	0,0872 (*)
Regresión	5	1.187,80	0,1936 (*) (*)
h of Ft.	7	760,91	0,0111
Error	12	506,09	0,0249

(\*) Nivel de Significac. al 1% (+) Nivel de Significac. al 10%

(\*)(\*) Nivel de Significac. al 5% (+)(+) Nivel de Significac. al 20%

Se observa que para el primer corte no hay diferencias significativas debidas a los tratamientos. En cambio para el segundo corte, la variación en el % de N es significativamente atribuible a los tratamientos, así como por la suma de cuadrados asociada al modelo de respuesta.

El análisis del modelo de regresión (Cuadro N° 41) demuestra que los términos que resultaron más importantes por su significación fueron los términos cuadráticos y la interacción. La fertilización con N y el agregado conjunto de ambos nutrientes incrementan el % de N.

b.2. Porcentaje de P: En el cuadro N° 42 se presenta el análisis de varianza para el % de P del forraje para el primer y segundo corte. En el primer corte la variación en el % de P fue explicada signifi-

muy significativa. Para el segundo corte la suma de cuadrados de los tratamientos también fue muy significativa, lo mismo que la suma de cuadrados del modelo de regresión.

El análisis del modelo que se presenta en el cuadro N° 43 permite aseverar para el primer corte, que es el agregado de N el responsable del incremento en el % de P. En tanto que en el segundo corte y teniendo en cuenta la significación de los coeficientes el único efecto que vale la pena ser tenido en cuenta es el incremento en el % de P como consecuencia del agregado conjunto de N y P. (Una interacción significativa y positiva asociada a efectos lineales y cuadráticos no significativos es interpretada como que ambos nutrientes aumentan el valor del % de P, solo cuando están presentes ambos a la misma vez).

Cuadro N° 41.- Valores de los Parámetros del Modelo de Regresión para la Composición porcentual en N y sus correspondientes coeficientes de determinación ( $R^2$ ), para el primer y segundo corte. Lugar 3.

Variable	1er.Corte		2o.Corte	
	Estimación	Prueba t	Estimación	Prueba t
N	0,3446	0,98	0,00018	0,10
P	0,3119	0,33	0,00009	0,02
$N^2$	- 0,0028	- 1,41(+)(+)	0,00001	1,22
$P^2$	0,0021	0,15	- 0,00006	- 0,97
NP	- 0,0030	- 0,78	0,00003	1,59 (+)(+)
bo	4,099		1,35	
$R^2$	52,72 %		92,52 %	



(\*) Nivel de Significac. al 1% (+) Nivel de Significac. al 10%

(\*)(\*) Nivel de Significac. al 5% (+)(+) Nivel de Significac. al 20%

Cuadro N° 42.- Análisis de Varianza para la Composición porcentual del Forraje en P, primer y segundo corte. Lugar 3.

F.V.	G.l.	1er. Corte		2o. Corte	
		C.M.		C.M.	
Bloques	1	0,00018		0,00	
Tratam.	12	0,0090	(*)(*)	0,0022	(*)
Regresión	5	0,0175	(*)(*)	0,0029	(*)(*)
L of Ft.	7	0,00311		0,0016	(*)
Error	12	0,0016		0,0005	

(\*) Nivel de Significación al 1% (\*)(\*) Nivel de Significación al 5%

Cuadro N° 43.- Valores de los Parámetros del Modelo de Regresión para la Composición porcentual en P y sus correspondientes coeficientes de determinación ( $R^2$ ), para el primer y segundo corte. Lugar 3.

Variable	1er.Corte		2o.Corte	
	Estimación	Prueba t	Estimación	Prueba t
N	0,00077	1,37 (+) (+)	- 0,00023	- 0,60
P	0,00124	0,82	- 0,00077	- 0,76
$N^2$	- 0,000002	- 0,61	0,000002	1,02
$P^2$	0,000002	1,09	0,000013	0,84
NP	- 0,000004	- 0,63	0,000006	1,36 (+) (+)
bo	0,2129		0,2006	
$R^2$	80,09 %		55,85 %	

(\*) Nivel de Significación al 1%

(\*) (\*) Nivel de Significación al 5%

(+) Nivel de Significación al 10%

(+) (+) Nivel de Significación al 20%

b.3. Porcentaje de K: En el cuadro N° 44 se presenta el análisis de varianza calculados a partir de los datos del % de K obtenidos para el primer y segundo corte. En el primer corte la suma de cuadrados de los tratamientos no difirió significativamente del error estandar. En cambio para el segundo corte, la variación en el % de K fue explicada significativamente por los tratamientos. El coeficiente de determinación (Cuadro N° 45) muestra además un excelente ajuste del modelo de regresión para explicar la variación existente. ( $R^2 = 79\%$ ).

El análisis del modelo demuestra un efecto conjunto de la fertilización con N y P que incrementa el % de K de la pastura.

c. Acumulación de nutrientes:

c.1. Acumulación de N: Los valores en Kg/Há de N son presentados en el cuadro N° 46. Para el primer corte estos oscilaron entre 113,7 y 186,8; mientras que para el segundo variaron entre 66,6 y 142,0. La acumulación total de N a su vez osciló entre 188,0 y 314,4.

En el cuadro N° 47 se presentan los análisis de varianza para la acumulación de N para el primero, segundo corte y total. La acumulación de N por la pastura en el primer corte no fue afectada significativamente por los tratamientos, lo cual se explica por la falta de respuesta ya observada en término de Materia Seca y contenido porcentual, que como se dijo estuvo asociado a un alto nivel de nutrientes a principios del cultivo.

Para el segundo corte la variación en los Kg absorbidos fue significativamente explicada por los tratamientos. Así mismo la suma de cuadrados del modelo de regresión resultó muy significativa.

Cuadro N° 44.- Análisis de Varianza para la Composición porcentual del Forraje en K, primer y segundo corte. Lugar 3.

F.V.	G.l.	1er.Corte	2o.Corte
		C.M.	C.M.
Bloques	1	0,0077	0,0188
Tratam.	12	0,1359	0,1213 (*)
Regresión	5	0,2014	0,2292 (*) (*)
h of Ft.	7	0,0891	0,0442
Error	12	0,1177	0,0369

(\*) Nivel de Significac. al 1% (\*) (\*) Nivel de Significac. al 5%

Cuadro N° 45.- Valores de los Parámetros del Modelo de Regresión para la Composición porcentual en K y sus correspondientes coeficientes de determinación ( $R^2$ ), para el primer y segundo corte. Lugar 3.

Variable	1er.Corte		2o.Corte	
	Estimación	Prueba t	Estimación	Prueba t
N	- 0,0032	- 0,80	0,00075	0,30
P	0,0076	0,70	- 0,0040	- 0,61
$N^2$	0,00002	1,13	0,000005	0,36
$P^2$	- 0,00016	- 0,99	- 0,000005	- 0,05
NP	0,00005	1,22	0,00005	2,05 (+)
bo	4,62		2,6220	
$R^2$	61,74 %		78,72 %	

(\*) Nivel de Significac. al 1% (+) Nivel de Significac. al 10%

(\*)(\*) Nivel de Significac. al 5% (+)(+) Nivel de Significac. al 20%

Cuadro N° 46.- Absorción de N por parte de la Pastura en Kg/Há, para el primer, segundo corte y total. Lugar 3.

N°Tr.	Dosis		Absorción		
	N Kg/Há	P Kg/Há	1er.Corte Kg/Há	2o.Corte Kg/Há	Total Kg/Há
1	120	45	160,2	117,6	277,8
2	120	15	147,7	100,8	248,5
3	40	45	113,7	92,4	206,1
4	40	15	115,7	92,7	208,4
5	80	30	146,8	103,8	250,6
6	160	30	186,8	127,6	314,4
7	0	30	142,0	66,6	208,6
8	80	60	143,2	92,8	236,0
9	80	0	166,4	105,8	272,2
10	160	60	155,6	142,0	297,6
11	160	0	143,8	116,2	260,0
12	0	60	116,6	71,4	188,0
13	0	0	116,6	81,5	198,1

Cuadro N° 47.- Análisis de Varianza para la absorción de N en Kg/Há por parte de la pastura, para el primer, segundo corte y total. Lugar 3.

F.V.	G.l.	1er.Corte	2o.Corte	Total
		C.M.	C.M.	C.M.
Bloques	1	62,16	210,05	543,74
Tratam.	12	997,83	907,68 (*)	3.249,94
Regresión	5	1.417,01	2.041,74 (*) (*)	6.761,88(*)
L of Ft.	7	698,40	97,64	741,41
Error	12	1.041,58	292,01	1.567,56

(\*) Nivel de Significac. al 1%    (\*) (\*) Nivel de Significac. al 5%

El N absorbido no fue afectado significativamente por los tratamientos. A pesar de esto la suma de cuadrados de la regresión resultó significativa.

El análisis del modelo de regresión, (Cuadro N° 48) nos muestra un efecto del N y en parte del P agregado, en aumentar la acumulación de N, a estar por la magnitud y significación de los coeficientes lineales del N y del término de la interacción.

c.2. Acumulación de P: El cuadro N° 49 muestra los Kg/Há de P absorbidos por el cultivo. En el primer corte el rango de variación del P absorbido estuvo entre 6,6 y 17,4; mientras que para el segundo corte los valores oscilaron entre 9,7 y 26,3. La acumulación total de P a su vez varió entre 19,5 y 41,6, siendo destacable los altos valores de P

removidos por la pastura.

En el cuadro N° 50 se presentan los análisis de varianza para el P absorbido en el primer, segundo corte y total. El análisis de varianza para la **acumulación** de P en el primer corte, muestra que hubo diferencias **significativas debidas** a los tratamientos. El ajuste del modelo polinomial, sin **embargo no fue** adecuado tal como lo indica la falta de significación **de la suma de cuadrados** asociados con el modelo y la alta significación **de la falta de ajuste**.

Cuadro N° 48.- Valores de los Parámetros del Modelo de Regresión para la Absorción de N por parte de la pastura y sus correspondientes coeficientes de determinación ( $R^2$ ), para el primer, segundo corte y total. Lugar 3.

Variable	1er.Corte		2o.Corte		Total	
	Estimac.	Prba.t	Estimac.	Prba.t	Estimac.	Prba.t
N	0,2105	<b>0,56</b>	0,2203	1,17	0,4516	1,02
P	0,4250	<b>0,42</b>	- 0,4480	- 0,89	0,0336	0,03
$N^2$	0,0003	<b>0,01</b>	- 0,0001	- 0,13	- 0,0001	- 0,07
$P^2$	- 0,0097	- <b>0,65</b>	0,0025	0,33	- 0,0076	- 0,43
NP	0,0018	<b>0,42</b>	0,0041	1,97(+)	0,0057	1,15
bo	122,1343		84,56		24,9017	
$R^2$	59,17 %		93,73 %		86,69 %	

(\*) Nivel de Significac. al 1% (+) Nivel de Significac. al 10%

(\*)(\*) Nivel de Significac. al 5% (+)(+) Nivel de Significac. al 20%

Cuadro N° 49.- Absorción de P por parte de la Pastura en Kg/Há, para el primer, segundo corte y total. Lugar 3.

N°Tr.	Dosis		Absorción		
	N Kg/Há	P Kg/Há	1er.Corte Kg/Há	2o.Corte Kg/Há	Total Kg/Há
1	120	45	13,2	13,5	26,7
2	120	15	13,2	11,8	25,0
3	40	45	11,9	15,2	27,1
4	40	15	7,6	11,9	19,5
5	80	30	14,0	17,5	31,5
6	160	30	16,8	17,4	34,2
7	0	30	11,2	9,7	20,9
8	80	60	16,1	14,9	31,0
9	80	0	13,5	15,0	28,5
10	160	60	17,4	24,2	41,6
11	160	0	12,3	15,4	27,7
12	0	60	12,3	12,6	24,9
13	0	0	6,6	26,3	32,9



Cuadro N° 50.- Análisis de Varianza para la absorción de P en Kg/Há por parte de la pastura, para el primer, segundo corte y total. Lugar 3.

F.V.	G.l.	1er.Corte	2o.Corte	Total
		C.M.	C.M.	C.M.
Bloques	1	1,88	0,00	2,56
Tratam.	12	90,46	22,13 (*)	78,91 (*)
Regresión	5	37,43	42,72 (*) (*)	148,12 (*) (*)
h of Ft.	7	128,34 (*) (*)	7,42	29,46
Error	12	16,05	5,50	25,66

(\*) Nivel de Significac. al 1% (\*) (\*) Nivel de Significac. al 5%

En este modelo de regresión inadecuado (Cuadro N° 51), aparece no obstante un efecto positivo del agregado de N en la acumulación de P.

En el segundo corte la variación en la acumulación también resultó explicada significativamente por los tratamientos. En cambio el ajuste del modelo polinomial fue adecuado, explicando el mismo un 80% de la variación debida a los tratamientos. Este comportamiento fue idéntico para la acumulación total de P.

A partir de los coeficientes calculados para la acumulación total de P se construyó la gráfica N° 11. En la misma se observa el efecto combinado de la fertilización fosfatada y nitrogenada, incrementando la acumulación de P. Esto mismo puede observarse desde otro punto de vista en el cuadro N° 52, en el mismo se presenta la eficiencia en la absorción de P por Kg de P agregado para tres niveles de agre

cia en la absorción de P por Kg de P agregado para tres niveles de agregado de N (0, 80, 160 Kg/Há). Además de apreciarse claramente la interacción positiva entre el P y el N, resultan destacables los altos valores de eficiencia que se logran a altas dosis de ambos fertilizantes.

El análisis de estos modelos muestra que la acumulación de P estuvo influenciada fundamentalmente por el agregado de P y el agregado de N en presencia de P.

c.3. Acumulación de K: En el cuadro N° 53 aparecen los valores de absorción de K para el primer, segundo corte y total, En el primer corte la absorción de K varía entre 143,8 y 250,9 Kg/Há; mientras que en el segundo corte los valores fueron 148,8 y 252,6. La acumulación total de K a su vez osciló entre 298,7 y 463,5.

Del mismo modo que en el caso de P, los valores removidos de K por la pastura son sin duda considerablemente elevados. Estos resultados encuentran una razonable explicación, en el elevado contenido en nutrientes de la chacra al comienzo del ciclo de la pastura. Así mismo estos valores deben constituir un llamado de atención para las producciones donde el objetivo sea la producción de henos a partir de gramíneas invernales, dada su alta capacidad extractiva.

Cuadro N° 51.- Valores de los Parámetros del Modelo de Regresión para la Absorción de P por parte de la pastura y sus correspondientes coeficientes de determinación ( $R^2$ ), para el primer, segundo corte y total. Lugar 3.

Variable	1er..Corte		2o.Corte		Total	
	Estimac.	Prba.t	Estimac.	Prba.t	Estimac.	Prba.t
N	0,0589	<b>1,51(+)(+)</b>	<b>0,0114</b>	<b>0,31</b>	0,0703	1,09
P	0,05157	<b>0,49</b>	<b>- 0,1154</b>	<b>- 1,18</b>	<b>- 0,0640</b>	<b>- 0,37</b>
$N^2$	- 0,0001	<b>- 0,50</b>	<b>0,0002</b>	<b>0,12</b>	<b>- 0,00008</b>	<b>- 0,24</b>
$P^2$	0,0005	<b>0,36</b>	<b>0,0017</b>	<b>1,21</b>	<b>0,0023</b>	<b>0,91</b>
NP	- 0,0001	<b>- 0,38</b>	<b>0,0007</b>	<b>1,89 (+)</b>	<b>0,0006</b>	<b>0,83</b>
bo	7,2566		12,64		19,9018	
$R^2$	17,24 %		80,44 %		78,22 %	

(\*) Nivel de Significac. al 1% (+) Nivel de Significac. al 10%

(\*)(\*) Nivel de Significac. al 5% (+)(+) Nivel de Significac. al 20%

Cuadro N° 52.- Eficiencia del P en la Absorción de P en Kg/Há por K y P agregado, para tres niveles de N. Lugar 3.

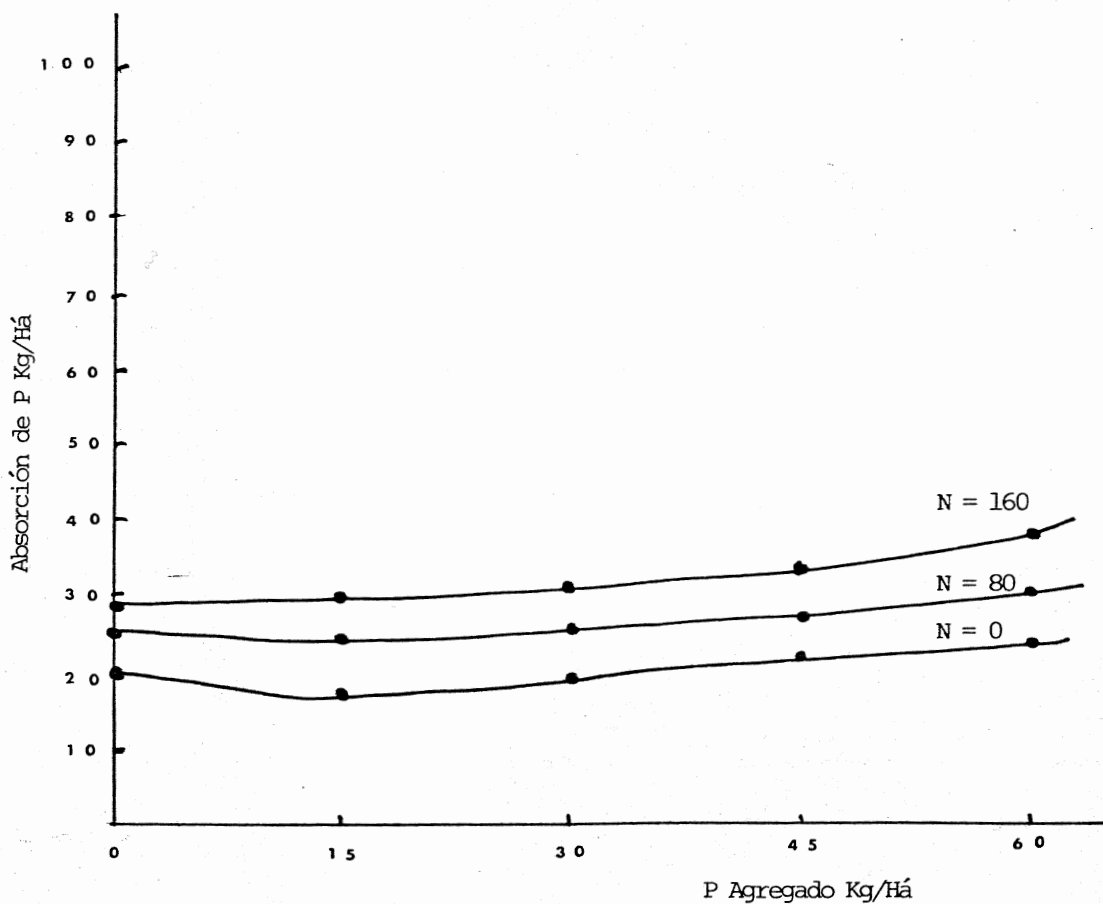
Fósforo Kg/Há	Nitrógeno Kg/Há		
	0	80	160
0 - 15	- 0,03	0,02	0,07
15 - 30	0,04	0,09	0,14
30 - 45	0,11	0,16	0,21
45 - 60	0,18	0,23	0,27

Cuadro N° 53.- Absorción de K por parte de la Pastura en Kg/Há, para el primer, segundo corte y total.. Lugar 3.

N°Tr.	Dosis		Absorción		
	N Kg/Há	P Kg/Há	1er.Corte Kg/Há	2o.Corte Kg/Há	Total Kg/Há
1	120	45	206,8	226,9	433,7
2	120	15	202,8	167,9	370,7
3	40	45	143,8	179,1	322,9
4	40	15	145,8	175,3	321,1
5	80	30	236,0	199,8	435,8
6	160	30	250,9	212,6	463,5
7	0	30	190,0	130,9	320,9
8	80	60	189,6	187,6	377,2
9	80	0	215,5	197,3	412,8
10	160	60	211,3	252,6	463,9
11	160	0	213,9	203,0	416,9
12	0	60	149,9	148,8	298,7
13	0	0	144,7	176,1	320,8

En el cuadro N° 54 se presentan los análisis de varianza para el K absorbido para el primer, segundo corte y total. La acumulación de K por la pastura en el primer corte, no estuvo afectada significativamente por los tratamientos, pese a que las cantidades acumuladas fueron elevadas.

Ello se explica entonces por el alto nivel de K en el sue



GRAFICA N° 11: RESPUESTA A LA ACUMULACION DE P (Kg/Há), A LA FERTILIZACION FOSFATADA (Kg/Há), PARA TRES NIVELES DE N AGREGADO (0, 80 y 160 Kg/Há), ABSORCION TOTAL. LUGAR 3.

lo y las buenas condiciones de crecimiento determinantes de una alta producción de Materia Seca en un período de tiempo, (95 días).

La acumulación de K en el segundo corte y la acumulación total, muestran semejanzas en cuanto al efecto de los tratamientos aplicados. En ambos casos hubo un efecto significativo de la fertilización N P a estar por el análisis de varianza.

En la producción de primavera, ambos N y P aplicados aumentan significativamente la acumulación de K, tal como lo indican la magnitud y la significación de los términos lineales (Cuadro N° 55) para estos nutrientes y el término de interacción. En cambio para la acumulación total, solo el N agregado aumenta significativamente la acumulación de K. El efecto del P aparece cuantitativamente menos importante a pesar que la interacción N P es positiva y significativa al 30%.

A partir de los coeficientes del modelo para la acumulación total de K, se construyó la gráfica N° 12. En la misma se visualiza lo antes comentado respecto a la interacción N P; a bajas dosis de N el agregado de P disminuye la absorción total de K, mientras que altos niveles de N el efecto del agregado de P aparece incrementando la absorción total de K.

Cuadro N° 54.- Análisis de Varianza para la absorción de K en Kg/Há por parte de la pastura, para el primer, segundo corte y total. Lugar 3.

F.V.	G.l.	1er.Corte	2o.Corte	Total
		C.M.	C.M.	C.M.
Bloques	1	125,84	528,30	174,20
Tratam.	12	2.351,31	2.127,59 (*)	7.041,60 (+)
Regresión	5	3.875,39	4.381,23 (*) (*)	14.631,73 (*) (*)
L of Ft.	7	1.262,67	517,84	1.620,08
Error	12	2.003,23	646,50	2.712,77

(\*) Nivel de Significac. al 1% (+) Nivel de Significac. al 10%

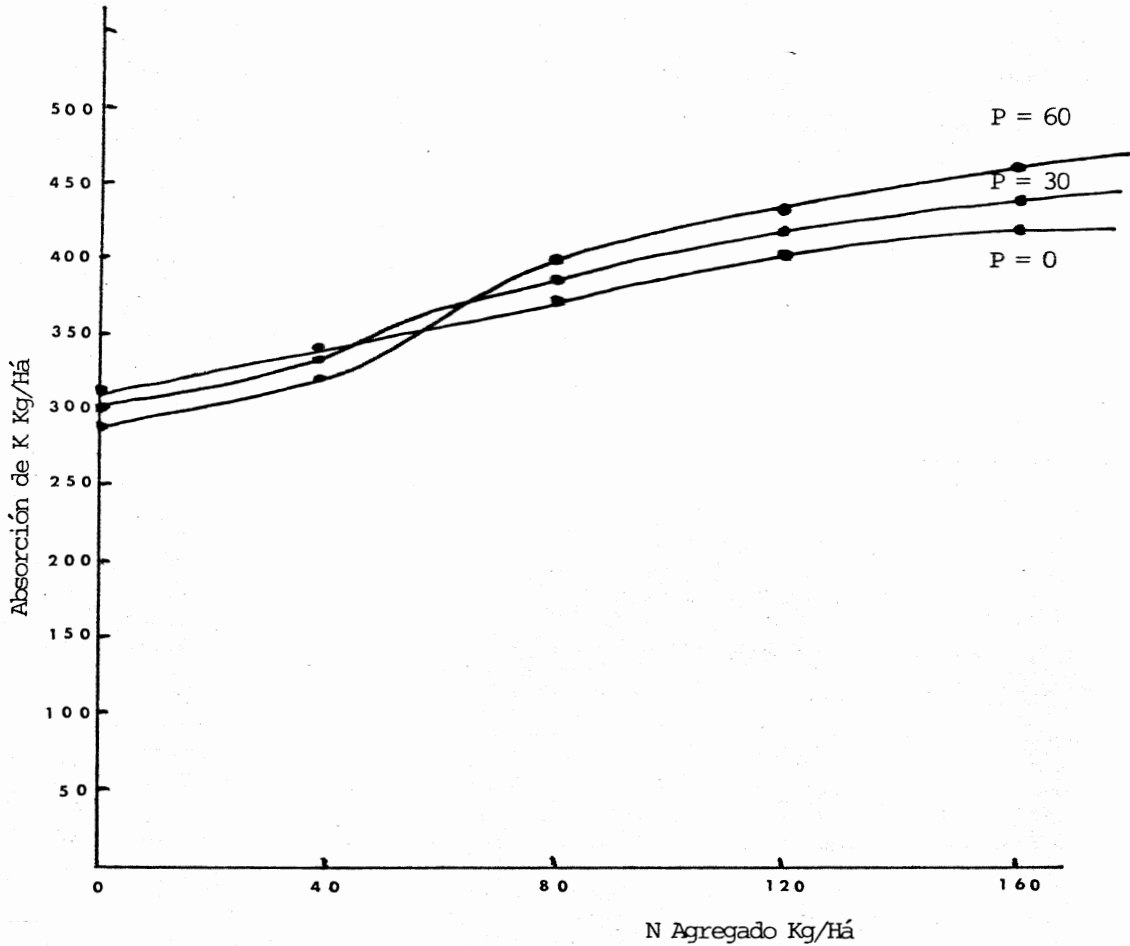
(\*) (\*) Nivel de Significac. al 5% (+) (+) Nivel de Significac. al 20%

Cuadro N° 55.- Valores de los Parámetros del Modelo de Regresión para la Absorción de K por parte de la pastura y sus correspondientes coeficientes de determinación ( $R^2$ ), para el primer, segundo corte y total. Lugar 3.

Variable	1er.Corte		2o.Corte		Total	
	Estimac.	Prba.t	Estimac.	Prba.t	Estimac.	Prba.t
N	0,3701	0,71	0,4310	1,39 (+) (+)	0,7894	1,33 (+) (+)
P	0,8984	0,65	- 1,1116	1,34 (+) (+)	-0,2375	- 0,15
$N^2$	0,0006	0,22	- 0,0014	- 0,81	- 0,0007	- 0,22
$P^2$	- 0,0160	- 0,77	0,0123	0,99	- 0,0032	- 0,14
NP	- 0,0007	- 0,13	0,0078	2,24 (*)	0,0071	1,06
bo	151,91		164,82		316,9380	
$R^2$	68,67 %		85,80 %		86,58 %	

(\*) Nivel de Significac. al 1% (+) Nivel de Significac. al 10%

(\*)(\*) Nivel de Significac. al 5% (+)(+) Nivel de Significac. al 20%



GRAFICA N° 12: RESPUESTA EN LA ACUMULACION DE K (Kg/Há), FRENTE A LA FERTILIZACION NITROGENADA (Kg/Há), PARA TRES NIVELES DE P AGREGADO ( 0, 30 y 60 Kg/Há). ABSORCION TOTAL. LUGAR 3.



V. RESUMEN Y CONCLUSIONES *VR*

En el año 1980, se establecieron 3 ensayos ubicados geográficamente dentro de la denominada "Cuenca Lechera de Montevideo", con el propósito de conocer la respuesta de la mezcla avena-raigras a la fertilización NP y el potencial productivo de los sitios ensayados.

El ensayo 1 fue realizado sobre un planosol de la Unidad de San Ramón. El ensayo 2 se realizó sobre un brunosol muy erosionado, correspondiente a la Unidad Toledo. El ensayo 3 fue realizado sobre un planosol arenoso de la Unidad Angostura.

Se utilizó un diseño Central Compuesto triple cubo, 5 x 5; haciendo variar el N en 0, 40, 80, 120, 160 Kg/Há, mientras que el P tuvo un rango de 0, 15, 30, 45, 60 Kg/Há.

Se midieron los resultados de la producción física (Materia Seca) el contenido porcentual del forraje en N, P y K, calculándose los Kg de nutrientes absorbidos por la pastura.

Se realizaron 2 cortes, el primero de ellos simulando pastoreo, mientras que el segundo correspondió a un corte para heno.

El tratamiento estadístico de los datos obtenidos, consistió en primer lugar, en un análisis de varianza; para luego ajustar los datos a un modelo polinomial que incluía términos lineales y cuadráticos para ambos nutrientes agregados y un término de interacción entre ambos.

Producción de Materia Seca:

El N aplicado fue el elemento más significativo en cuanto a la explicación del rendimiento del forraje. Dependiendo del lugar se llegaron a obtener hasta 32,5 Kg/Há de Materia Seca por Kg de N para la pro-

ducción total.

Si bien el agregado de P tuvo un efecto cuantitativamente secundario, cabe destacar el papel preponderante que jugó en el rendimiento inicial de la pastura. ~~A estos efectos es ilustrativa la respuesta obtenida~~ <sup>E</sup> en el ensayo 1, donde el cultivo partía de un contenido bajo en este nutriente, <sup>se logró</sup> ~~lográndose~~ una respuesta de hasta 30 Kg/Há de Materia Seca por Kg de P agregado.

A pesar de las grandes diferencias en cuanto a la fertilidad de los suelos ensayados, cabe mencionar la relativa similitud entre las respuestas observadas de los distintos ensayos.

#### Composición porcentual del forraje:

El efecto de los fertilizantes en la composición porcentual de la pastura, difirió según el estado de fertilidad del cual se partía. En el ensayo 2 donde el suelo contaba con graves deficiencias de N solo después de haber satisfecho las necesidades mínimas de este nutriente para el desarrollo de la pastura, los porcentajes fueron incrementados como resultado de la ferilización. En el ensayo 1 donde el suelo contaba con un nivel de fertilidad medio, el factor fundamental en el incremento del contenido porcentual fue el propio nutriente. En el ensayo 3 donde el suelo presentaba un contenido de fertilidad alto, el incremento en la composición porcentual estuvo originado en el agregado conjunto de N y P.

La variación en el porcentaje de K se asoció a las condiciones de producción donde como ya se dijo el N fue el factor fundamental.

#### Absorción de nutrientes:

La acumulación de N y K en la pastura, dependió en primer lugar de la fertilización nitrogenada, a través de su efecto en el incremento de la producción y de la elevación de los contenidos porcentuales.

En cuanto a la acumulación de P aparece en forma clara la relación existente entre la absorción y el agregado de nutriente.

Estos ensayos han representado el inicio de una serie de experimentos destinados a mejorar el conocimiento en el uso de los verdeos en la producción lechera. Siendo necesario su continuación a efectos de cubrir un rango más amplio de variación en las condiciones de suelo y de caracterizar adecuadamente la incidencia que la variación de las condiciones climáticas tendrán, en los niveles de producción y en la respuesta a la fertilización.

VI. B I B L I O G R A F I A

1. BOX, G.F. and WILSON, K.B. On the experimental attainment of optimum conditions. Journal of the Royal Statistical Society. Serie B 13:1-45. 1951
2. CARAMBULA, M. Producción y manejo de pasturas sembradas. Buenos Aires, Hemisferio Sur, 1977. 464 p.
3. CASANOVA, O., GENTA, M. y MALLARINO, A. El uso de funciones de respuesta a la fertilización como base para la recomendación de fertilizantes a nivel regional. Seminario. Montevideo, Uruguay, Facultad de Agronomía, 1973. pp. 1-23.
4. COCHRAN, W.G. and COX, G.M. Experiment designs. 2ed. New York, Wiley, 1957. 611 p.
5. CHIARA, G. Verdeos de invierno. Revista de la Asociación de Ingenieros Agrónomos del Uruguay (2a. época) no.2:25-28. 1975.
6. DOMBY, C.W., STELLY, M. and SELL, O.E. The nitrogen and phosphorus content of winter oat forage at various clipping dates as affected by applications of nitrogen. Soil Science Society of America Proceedings 15:213-218. 1950.
7. HANWAY, J.J. and MOLDENHAUER, W.C. The influence of nitrogen and phosphorus fertilization on nutrient status on profitability of Bromegrass on Ida soils. Iowa State University of Science and Technology. Research Bulletin no. 532. 1965. pp.315-328.
8. HEADY, E., PESEK, J.T. and BROWN, W.G. Crop response surface and economic optima in fertilizer use. Iowa Agricultural Experiment Station. Bulletin no. 424. 1955.
9. \_\_\_\_\_ and DILLON, J.L. Agricultural production functions. Ames, Iowa State University Press, 1961. pp.73-194.
10. MANSON, D.D. Experimental designs and functional models for yield surface characterization. In Boum, E.L., ed. Economic analysis of fertilizer use data. Ames, Iowa State College Press, 1956. pp.10-50.
11. MILLOT, J.C., REBUFFO, M.I. y ACOSTA, Y.M. RLE 115; nueva variedad de avena. Uruguay. Centro de Investigaciones Agrícolas Alberto Boerger. Estación Experimental La Estanzuela. Miscelánea no. 36. 1981. pp. 1-12.

12. NATIONAL ACADEMY OF SCIENCE. WASHINGTON. Status and methods of research in economic and agronomic aspects of fertilizer response and use. Washington, D.C., 1961.
13. TEJEDA, H. Consideraciones sobre diseños experimentales en la investigación de campo en fertilidad de suelo. In Simposio Internacional sobre la Investigación de Fertilidad de Suelos para la Producción Agrícola en la Zona Templada, Colonia, Uruguay, 1968. Trabajos presentados. Montevideo, IICA-CIAAB, 1969, pp.171-182.
14. VERA, R. Respuesta del Raigrass (*Lolium multiflorum*, Lam.) a dosis y fuentes de nitrógeno y a épocas de aplicación. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay, Facultad de Agronomía 1964. 53 p.
15. WALKER, W.M. and PESEK, J. Chemical composition of Kentucky Blume grass (*Poa pratensis*) as a function of applied nitrogen, phosphorus and potassium *Agronomy Journal* 55:247-250. 1963.

\*\*\*\*\*

adro N° 56.- Rendimiento de la mezcla Avena-Raigras, composición de la Materia Seca,

N° trat.	N° Rep.	Fertilizacion		Rendim. Kg/Há	Composición de la Materi	
		N Kg/Há	P Kg/Há		% N	% P
1	1	120	45	2440	1,89	0,164
2	1	120	15	3211	2,24	0,239
3	1	40	45	1805	2,17	0,307
4	1	40	15	1721	2,42	0,247
5	1	80	30	2390	2,00	0,211
6	1	160	30	1946	2,41	0,250
7	1	0	30	2100	1,96	0,250
8	1	80	60	2086	2,20	0,291
9	1	80	0	1286	2,34	0,213
10	1	160	60	1676	2,27	0,278
11	1	160	0	2117	2,37	0,198
12	1	0	60	2047	2,03	0,276
13	1	0	0	1756	1,96	0,221
1	2	120	45	2147	2,62	0,286
2	2	120	15	2070	2,24	0,239
3	2	40	45	1770	2,48	0,276
4	2	40	15	1759	2,51	0,268
5	2	80	30	2481	2,37	0,278
6	2	160	30	2344	2,34	0,252
7	2	0	30	1549	2,27	0,260
8	2	80	60	2275	2,58	0,291
9	2	80	0	1486	2,44	0,240
10	2	160	60	1844	2,27	0,278
11	2	160	0	1298	2,37	0,229
12	2	0	60	3243	1,93	0,226
13	2	0	0	1691	2,17	0,177

Composición de la Materia Seca, y absorción de nutrientes. Lugar N° 1; primer corte.

Composición de la Materia Seca			Absorción de Nutrientes		
% N	% P	% K	N Kg/Há	P Kg/Há	K Kg/Há
1,89	0,164	2,65	46,1	4,0	64,7
2,24	0,239	2,70	71,9	7,7	86,7
2,17	0,307	3,10	39,2	5,5	56,0
2,42	0,247	3,10	41,6	4,3	53,4
2,00	0,211	2,60	47,8	5,0	62,1
2,41	0,250	2,50	46,9	4,9	48,7
1,96	0,250	2,65	41,2	5,2	55,6
2,20	0,291	2,95	45,9	6,1	61,5
2,34	0,213	3,10	30,1	2,7	39,9
2,27	0,278	2,65	38,1	4,6	44,4
2,37	0,198	3,00	50,2	4,2	63,5
2,03	0,276	2,70	41,5	5,6	55,3
1,96	0,221	2,05	34,5	3,9	36,0
2,62	0,286	2,80	56,3	6,1	60,1
2,24	0,239	2,70	46,4	4,9	55,9
2,48	0,276	3,10	43,9	4,9	54,9
2,51	0,268	3,30	44,1	4,7	58,0
2,37	0,278	3,10	58,8	6,9	76,9
2,34	0,252	2,80	54,8	5,9	65,6
2,27	0,260	2,85	35,2	4,0	44,1
2,58	0,291	2,80	58,7	6,6	63,7
2,44	0,240	2,95	36,3	3,6	43,8
2,27	0,278	2,65	41,8	5,1	48,8
2,37	0,229	2,80	30,8	3,0	36,3
1,93	0,226	2,10	62,6	7,3	68,1
2,17	0,177	2,20	36,7	3,0	37,2

Cuadro N° 57.- Rendimiento de la mezcla Avena-Raigras, composición de la

N° Trat.	N° Rep.	Fertilización		Rendim. Kg/Há	Composici % N
		N Kg/Há	P Kg/Há		
1	1	120	45	4894	1,21
2	1	120	15	4166	1,38
3	1	40	45	3259	1,42
4	1	40	15	4400	1,41
5	1	80	30	5248	1,14
6	1	160	30	6279	1,76
7	1	0	30	3570	1,34
8	1	80	60	4246	1,34
9	1	80	0	5205	1,07
10	1	160	60	5684	1,38
11	1	160	0	5859	1,41
12	1	0	60	3229	1,45
13	1	0	0	3598	1,62
1	2	120	45	5446	1,79
2	2	120	15	4861	1,69
3	2	40	45	4324	0,93
4	2	40	15	4208	1,03
5	2	80	30	5270	1,41
6	2	160	30	5924	1,45
7	2	0	30	2913	1,20
8	2	80	60	5102	1,00
9	2	80	0	4063	1,58
10	2	160	60	5201	1,38
11	2	160	0	5105	1,38
12	2	0	60	3654	1,51
13	2	0	0	3473	1,17



Materia Seca, y absorción de nutrientes. Lugar N° 1; segundo corte.

de la Materia Seca		Absorción de Nutrientes		
% P	% K	N Kg/Há	P Kg/Há	K Kg/Há
0,257	1,95	59,2	12,6	95,4
0,211	2,05	57,5	8,8	85,4
0,299	1,80	46,3	9,7	58,7
0,200	2,00	62,0	8,8	88,0
0,328	2,00	59,8	17,2	105,0
0,242	2,20	110,5	15,2	138,1
0,273	1,85	47,8	9,7	66,0
0,260	2,00	56,9	11,0	84,9
0,130	1,65	55,7	6,8	85,9
0,200	1,95	75,1	11,3	110,8
0,216	1,95	82,6	12,6	114,2
0,341	1,80	46,8	11,0	58,1
0,281	1,80	58,3	10,1	64,8
0,255	2,20	97,5	13,9	119,8
0,221	2,20	82,1	10,7	106,9
0,174	1,80	40,2	7,5	77,8
0,252	1,60	43,3	10,6	67,3
0,276	1,85	74,3	14,5	97,5
0,200	2,20	85,9	11,9	130,3
0,263	1,60	34,9	7,7	46,6
0,190	1,65	51,0	9,7	84,2
0,216	1,85	64,2	8,8	75,1
0,185	1,95	71,7	9,6	101,4
0,125	2,20	70,4	6,4	112,3
0,242	1,95	55,1	8,8	71,2
0,218	1,75	40,6	7,6	60,8

Cuadro N° 58.- Rendimiento de la mezcla Avena-Raigras, composición de la Mat

Trat.	N° Rep.	Fertilización		Rendim. Kg/Há	Composición d % N
		N Kg/Há	P Kg/Há		
1	1	120	45	5226	0,58
2	1	120	15	3880	0,48
3	1	40	45	3589	0,55
4	1	40	15	3953	0,55
5	1	80	30	4592	0,55
6	1	160	30	7226	0,62
7	1	0	30	3902	0,96
8	1	80	60	5675	0,52
9	1	80	0	4098	0,58
10	1	160	60	4324	0,55
11	1	160	0	6190	0,52
12	1	0	60	2387	0,83
13	1	0	0	2189	0,48
1	2	120	45	6643	0,58
2	2	120	15	7619	0,52
3	2	40	45	2911	0,55
4	2	40	15	2375	0,79
5	2	80	30	4750	0,52
6	2	160	30	5918	0,55
7	2	0	30	2282	0,89
8	2	80	60	5296	0,41
9	2	80	0	4901	0,52
10	2	160	60	5575	0,48
11	2	160	0	7744	0,41
12	2	0	60	2561	0,76
13	2	0	0	2451	0,72

Materia Seca, y absorción de nutrientes. Lugar N° 2; corte único.

Materia Seca		Absorción de Nutrientes		
P	% K	N Kg/Há	P Kg/Há	K Kg/Há
,120	1,05	30,3	6,3	54,9
,068	0,80	18,6	2,6	31,0
,104	1,35	19,7	3,7	48,5
,130	1,05	21,7	5,1	41,5
,156	1,15	25,3	7,2	52,8
,125	1,35	44,8	9,0	97,5
,187	1,15	37,5	7,3	44,9
,148	1,20	29,5	8,4	68,1
,104	1,50	23,8	4,3	61,5
,153	1,05	23,8	6,6	45,4
,112	1,08	32,2	6,9	66,9
,200	1,35	19,8	4,8	32,2
,135	1,25	10,5	2,9	27,4
,122	1,20	38,5	8,1	79,7
,062	1,15	39,6	4,7	87,6
,164	1,05	16,0	4,8	30,6
,164	1,10	18,8	3,9	26,1
,127	1,00	24,7	6,1	47,5
,130	1,05	32,5	7,7	62,1
,174	1,55	20,3	4,0	35,4
,118	0,95	21,7	6,3	50,3
,120	1,15	25,5	5,9	56,4
,135	1,05	26,8	7,5	58,5
,075	1,05	31,7	5,8	81,3
,195	1,05	19,5	5,0	26,9
,109	1,35	17,6	2,7	33,1

Cuadro N° 59.- Rendimiento de la mezcla Avena-Raigras, composición de la Mat

Trat.	N° Rep.	Fertilización		Rendim. Kg/Há	Composición de	
		N Kg/Há	P Kg/Há		% N	% P
1	1	120	45	3556	3,48	(
2	1	120	15	3618	3,61	(
3	1	40	45	3773	3,65	(
4	1	40	15	3385	3,79	(
5	1	80	30	4627	3,89	(
6	1	160	30	4814	3,75	(
7	1	0	30	3618	3,44	(
8	1	80	60	3850	3,41	(
9	1	80	0	4100	3,41	(
10	1	160	60	4456	4,30	(
11	1	160	0	4984	3,27	(
12	1	0	60	3447	3,44	(
13	1	0	0	3354	3,82	(
1	2	120	45	5248	3,79	(
2	2	120	15	4913	3,30	(
3	2	40	45	2515	3,58	(
4	2	40	15	2950	3,51	(
5	2	80	30	3370	3,44	(
6	2	160	30	5357	3,58	(
7	2	0	30	4363	3,65	(
8	2	80	60	4425	3,51	(
9	2	80	0	5512	3,51	(
10	2	160	60	3447	3,58	(
11	2	160	0	3835	3,24	(
12	2	0	60	3214	3,55	(
13	2	0	0	2966	3,55	(

Materia Seca, y absorción de nutrientes. Lugar N° 3; primer corte.

n de la Materia Seca		Absorción de Nutrientes		
% P	% K	N Kg/Há	P Kg/Há	K Kg/Há
0,309	4,60	123,7	11,0	163,5
0,302	4,80	130,6	10,9	173,7
0,346	4,55	137,7	13,1	171,7
0,286	4,60	128,3	9,6	155,7
0,372	7,00	180,0	17,2	323,9
0,356	4,55	180,5	17,2	219,0
0,283	4,30	124,5	10,3	155,6
0,330	4,70	131,3	12,8	181,0
0,257	4,25	139,8	10,55	174,2
0,476	5,20	191,6	21,2	231,7
0,304	4,90	163,0	15,2	244,2
0,309	4,80	118,6	12,6	165,5
0,211	4,80	128,1	7,1	161,0
0,281	4,80	198,9	14,7	251,9
0,312	4,70	162,1	15,3	230,9
0,411	4,60	90,1	10,3	115,7
0,203	4,60	103,6	6,0	135,7
0,328	4,80	115,9	11,0	161,7
0,304	5,30	191,8	16,3	283,9
0,268	5,20	159,3	11,7	226,9
0,455	4,45	155,3	20,1	196,9
0,304	4,70	193,5	16,8	259,1
0,403	5,50	123,4	13,9	189,6
0,263	4,80	124,3	10,1	184,1
0,372	4,20	114,1	11,9	135,0
0,211	4,35	105,2	6,2	129,0

Cuadro N° 60.- Rendimiento de la mezcla Avena-Raigras, composición de

N° trat.	N° Rep.	Fertilización		Rendim. Kg/Há	Composi % N
		N Kg/Há	P Kg/Há		
1	1	120	45	7806	1,51
2	1	120	15	6165	1,62
3	1	40	45	7177	1,41
4	1	40	15	7175	1,58
5	1	80	30	6920	1,48
6	1	160	30	6803	2,10
7	1	0	30	6446	1,17
8	1	80	60	5481	1,20
9	1	80	0	7476	1,41
10	1	160	60	7888	1,89
11	1	160	0	6920	1,55
12	1	0	60	6944	1,10
13	1	0	0	6817	1,34
1	2	120	45	7177	1,62
2	2	120	15	6293	1,62
3	2	40	45	7268	1,14
4	2	40	15	5357	1,38
5	2	80	30	7109	1,48
6	2	160	30	7143	1,55
7	2	0	30	4952	1,17
8	2	80	60	8690	1,41
9	2	80	0	7534	1,41
10	2	160	60	8258	1,62
11	2	160	0	7075	1,76
12	2	0	60	5051	1,27
13	2	0	0	6329	1,4

a Materia Seca, y absorción de nutrientes. Lugar N° 3~~7~~ segundo corte.

Materia Seca		Absorción de Nutrientes		
% P	% K	N Kg/Há	P Kg/Há	K Kg/Há
0,151	3,00	117,8	11,8	234,2
0,192	2,70	99,9	11,9	166,5
0,211	2,65	101,2	15,1	190,1
0,195	2,65	113,4	14,0	190,1
0,255	2,85	102,4	17,6	197,2
0,260	3,30	142,9	17,7	224,5
0,169	2,30	75,4	10,9	148,3
0,218	2,70	65,8	11,9	148,0
0,172	2,55	105,4	12,8	190,6
0,315	3,20	149,1	24,8	252,4
0,224	2,80	107,3	15,5	193,8
0,200	2,35	76,4	13,8	163,2
0,216	2,95	91,4	14,7	201,1
0,218	3,05	116,3	15,7	218,9
0,192	2,70	101,9	12,1	169,9
0,205	2,30	82,9	14,9	167,2
0,177	2,95	73,9	9,5	158,0
0,255	2,85	105,2	18,1	202,6
0,231	2,80	110,7	16,5	200,0
0,170	2,30	57,9	8,3	113,9
0,200	2,60	122,5	17,4	225,9
0,226	2,70	106,2	17,0	203,4
0,281	3,05	133,8	23,2	251,9
0,216	3,00	124,5	15,3	212,2
0,218	2,60	64,1	11,0	131,3
0,179	2,40	72,2	11,4	151,9

Cuadro N° 61.- Promedios mensuales de precipitaciones registrados por  
la Estación Meteorológica San Ramon durante el año 1980,  
comparados con los datos del período 1956 - 1979.

MES	AÑO 1980	MEDIA	DIFERENCIA
ENERO	92,0	75,2	+ 16,8
FEBRERO	226,0	67,2	+ 158,8
MARZO	159,0	85,0	+ 74,0
ABRIL	252,0	76,6	+ 175,4
MAYO	141,0	72,2	+ 68,8
JUNIO	153,0	80,5	+ 72,5
JULIO	88,0	69,2	+ 18,8
AGOSTO	80,0	68,1	+ 11,9
SETIEMBRE	35,0	83,7	- 48,7
OCTUBRE	83,0	67,9	+ 15,1
NOVIEMBRE	134,0	68,0	+ 66,0
DICIEMBRE	34,0	60,6	- 26,6



Cuadro N° 62.- Promedios mensuales de precipitaciones registrados por  
la Estación Meteorológica Libertad durante el año 1980,  
comparados con los datos del período 1913 - 1970.

MES	AÑO 1980	MEDIA	DIFERENCIAS
ENERO	46,0	74,5	- 28,5
FEBRERO	171,0	82,9	+ 88,1
MARZO	228,0	105,9	+ 122,1
ABRIL	246,0	97,6	+ 148,4
MAYO	123,0	87,7	+ 35,3
JUNIO	141,0	91,1	+ 49,9
JULIO	110,0	68,2	+ 41,8
AGOSTO	57,0	75,2	- 18,2
SEPTIEMBRE	60,0	80,8	- 20,8
OCTUBRE	125,0	72,4	+ 52,6
NOVIEMBRE	204,0	76,5	+ 127,5
DICIEMBRE	34,0	77,0	- 43,0

Cuadro N° 63.- Promedios mensuales de precipitaciones registrados por  
la Estación Meteorológica Olmos (Pando) durante el año  
1980, comparados con los datos del período 1956 - 1979.

MES	AÑO 1980	MEDIA	DIFERENCIAS
ENERO	51,0	80,5	- 29,5
FEBRERO	188,1	81,2	+ 106,9
MARZO	171,7	86,2	+ 85,5
ABRIL	237,4	86,3	+ 151,1
MAYO	139,7	78,9	+ 60,8
JUNIO	88,3	81,9	+ 6,4
JULIO	87,3	70,9	+ 16,4
AGOSTO	43,6	74,5	- 30,9
SETIEMBRE	120,8	81,5	+ 39,3
OCTUBRE	124,5	67,5	+ 57,0
NOVIEMBRE	172,4	66,7	+ 105,7
DICIEMBRE	22,2	70,2	- 48,0