

UNIVERSIDAD DE LA REPUBLICA

Facultad de Agronomía

LIMITANTES NUTRICIONALES PARA LA PRODUCCION
DE PASTURAS MEJORADAS.
EFECTO DE LA DOSIS, FUENTE DE FOSFORO Y
ENCALADO EN SUELOS DE LAS UNIDADES ARROYO
BLANCO Y ZAPALLAR.

POR

MARCHESI GYERMAN CARLOS ENRIQUE
ELHORDOY IENS JUAN ANDRES

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

MONTEVIDEO
URUGUAY
1993

Tesis aprobada por:

Director: _____
Nombre completo y firma

Nombre completo y firma

Nombre completo y firma

Fecha: _____

Autores: _____
Nombre completo y firma

Nombre completo y firma

AGRADECIMIENTOS

- Al Ing. Agrónomo Jorge Hernandez por la dirección y el continuo aporte tanto en el trabajo de campo, laboratorio como en la discusión de este trabajo de tesis.

- A Carlos Collares y Daniel Arana por su colaboración en el trabajo de campo; y a la señorita Mercedes Morey por su participación en el mecanografiado del texto.

- A los integrantes de la cátedra de "Fertilidad de suelos" y al personal del laboratorio por sus aportes y cooperación.

- A nuestros padres (y esposa) por el constante apoyo durante el desarrollo de este trabajo de tesis.

- TABLA DE CONTENIDO.-

Página

- PAGINA DE APROBACION
- AGRADECIMIENTOS
- INDICE DE CUADROS Y FIGURAS

I. <u>INTRODUCCIÓN</u>	1
II. <u>REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</u>	3
II. 1. <u>Limitantes nutricionales de mejoramientos en cobertura co leguminosas</u>	3
II. 1.1. <u>Introducción</u>	3
II. 1.2. <u>Principales nutrientes</u>	3
II. 1.2.1. <u>Nitrógeno</u>	4
II. 1.2.2. <u>Fósforo</u>	5
II. 1.2.3. <u>Potasio</u>	7
II. 1.2.4. <u>Calcio y magnesio</u>	8
II. 1.2.5. <u>Azufre</u>	8
II. 2. <u>Disponibilidad de fósforo</u>	9
II. 2.1. <u>Introducción</u>	9
II. 2.2. <u>Diferencias entre especies de leguminosas en requerimientos de fósforo</u>	11
II. 2.3. <u>Habilidad competitiva de las especies del tapiz</u>	14

II. 3. <u>Reacciones de los fertilizantes fosfatados</u> <u>con los suelos</u>	18
II. 3.1. Introducción.....	18
II. 3.2. Retención de fosfatos por los constituyentes del suelo y mecanismos implicados.....	19
II. 3.3. Evolución de los fosfatos luego de la aplicación.....	21
II. 3.3.1. Fuentes solubles.....	23
II. 3.3.2. Fuentes insolubles.....	25
II. 4. <u>Efecto residual de la fertilización</u> <u>fosfatada</u>	28
II. 4.1. Introducción.....	28
II. 4.2. Factores que determinan la disminución de la disponibilidad del fósforo aplicado en el suelo.....	28
II. 4.2.1. Tipo de suelo.....	30
II. 4.2.2. Características del fertilizante.....	31
II. 4.2.2.1. Tipo de fuente.....	31
II. 4.2.2.2. Granulación.....	33
II. 4.2.2.3. Forma de aplicación.....	34
II. 4.2.2.3. Factor tiempo.....	36
II. 5. <u>Evaluación de fuentes de fósforo para</u> <u>pasturas</u>	38
II. 5.1. Tipos de fuentes: solubles e insolubles.....	38
II. 5.2. Comparación de fuentes y dosis.....	40
II. 6. <u>Variación estacional del fósforo</u>	47

II. 7. <u>Efecto del agregado de cal en la absorción de fósforo</u>	49
II. 7.1. Efecto general del encalado.....	49
II. 7.2. Efecto en la disponibilidad del fósforo del suelo y del fósforo agregado.....	53
III. <u>MATERIALES Y METODOS</u>	58
III. 1. <u>Sitios experimentales</u>	58
III. 2. <u>Diseño experimental</u>	59
III. 3. <u>Tratamientos</u>	59
III. 4. <u>Manejo de los ensayos</u>	62
III. 5. <u>Muestreos</u>	63
III. 5.1. Muestreo de suelos.....	63
III. 5.2. Muestreo de forraje.....	63
III. 6. <u>Determinaciones analíticas</u>	65
III. 6.1 Suelos.....	65
III. 6.2. Forraje.....	66
III. 7. <u>Análisis estadístico</u>	67
IV. <u>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</u>	68
IV. <u>Año de la implantación (1989), sitio 1</u>	68
IV. 1.1.1. Respuesta a los mejoramientos.....	70
IV. 1.1.2. Respuesta al agregado de P.....	73

IV. 1.1.2.1. Respuesta a diferentes dosis de P.....	73
IV. 1.1.2.2. Respuesta a fuentes de P.....	76
IV. 1.1.3. Respuesta al agregado de caliza.....	79
IV. 1.1.4. Respuesta al agregado de micronutrientes.....	79
V. 1.2. <u>Segundo año de evaluación (1990)</u>	81
IV. 1.2.1. Respuesta a los mejoramientos.....	83
IV. 1.2.2. Respuesta al agregado de P.....	86
IV. 1.2.2.1. Residualidad del P agregado en la instalación.....	86
IV. 1.2.2.2. Respuesta a la refertilización (dosis y fuentes).....	88
IV. 1.2.3. Residualidad del encalado.....	90
IV. 1.2.4. Respuesta al agregado de micronutrientes.....	93
V. 3. <u>Tercer año de evaluación (1991)</u>	94
IV. 1.3.1. Respuesta a los mejoramientos.....	98
IV. 1.3.2. Respuesta al agregado de P.....	101
IV. 1.3.2.1. Producción de materia seca en función de la dosis acumulada de fósforo.....	101
IV. 1.3.2.2. Residualidad del fósforo agregado en la instalación.....	110
IV. 1.3.2.2.1. Residualidad del fósforo agregado en función de la dosis.....	113
IV. 1.3.2.2.2. Residualidad en función de la fuente.....	113
IV. 1.3.2.3. Respuesta global a la refertilización con fósforo.....	114

IV. 1.3.2.3.1. Respuesta a la refertilización en función de las dosis a la instalación.....	117
IV. 1.3.2.3.2. Respuesta a la refertilización según fuente de fósforo a la instalación.....	118
IV. 1.3.2.3.3. Respuesta a la refertilización según fuente de refertilización.....	121
IV. 1.3.3. Residualidad del encalado a la instalación en la producción de materia seca.....	122
IV. 1.3.4. Evaluación de fuentes.....	126
IV. 1.3.4.1. Evaluación de fuentes solubles (SF y ST) y micronutrientes...	126
V. 1.4. <u>Rendimiento de leguminosa</u>	128
IV. 1.4.1 Efecto del porcentaje de leguminosa en el rendimiento total de materia seca.....	128
IV. 1.4.2. Efecto del agregado de fósforo y cal en el porcentaje de lotus.....	130
V. 1.5. <u>Contenido de nutrientes en la materia seca</u> ...	134
IV. 1.5.1. Absorción de fósforo.....	134
IV. 1.5.1.1 Absorción total y por corte....	134
IV. 1.5.1.2 Efecto residual del fósforo y el encalado, y de la fuente de fertilizante utilizada en la absorción de fósforo por la pastura....	141
IV. 1.5.1.3 Efecto general de los mejoramientos en la absorción de N.P.K. en el año 1991.....	144

IV. 1.5.1.4. Porcentaje de fósforo de la pastura en función de los tratamientos.	148
IV. 1.5.1.5. Relaciones fósforo absorbido- producción de materia seca.....	153
V. 1.6. <u>Análisis de suelo</u>	156
IV. 1.6.1. Evolución de los niveles de fósforo asimilable en el suelo	156
IV. 1.6.2. Evolución de los parámetros de acidez.....	159
V. 2.7. <u>Año de la implantación (1989), sitio 2</u>	161
IV. 2.7.1. Respuesta del campo natural: inclusión de leguminosas vs. agregado de N.....	163
IV. 2.7.2. Respuesta al agregado de P.....	168
IV. 2.7.2.1. Respuesta a diferentes dosis de P...	168
IV. 2.7.2.2. Respuesta a fuente de P.....	169
IV. 2.7.3. Respuesta al encalado.....	171
V. 2.8. <u>Segundo y tercer año (1990 y 1991), sitio 2</u>	172
IV. 2.8.1. Respuesta del campo natural a los mejoramientos: inclusión de leguminosas vs. agregado de N.....	177
IV. 2.8.1.1. Segundo año (1990).....	177
IV. 2.8.1.2. Tercer año (1991).....	179
IV. 2.8.1.3. Respuestas totales anuales de algunos mejoramientos de campo natural en el período 89/90/91.....	182
IV. 2.8.1.4. Respuesta estacional del campo natural: inclusión de leguminosas vs. agregado de N (año 1991).....	184

IV. 1.5.1.4. Porcentaje de fósforo de la pastura en función de los tratamientos..	148
IV. 1.5.1.5. Relaciones fósforo absorbido- producción de materia seca.....	153
IV. 1.6. <u>Análisis de suelo</u>	156
IV. 1.6.1. Evolución de los niveles de fósforo asimilable en el suelo	156
IV. 1.6.2. Evolución de los parámetros de acidez.....	159
IV. 2.7. <u>Año de la implantación (1989), sitio 2</u>	161
IV. 2.7.1. Respuesta del campo natural: inclusión de leguminosas vs. agregado de N.....	163
IV. 2.7.2. Respuesta al agregado de P.....	168
IV. 2.7.2.1. Respuesta a diferentes dosis de P...	168
IV. 2.7.2.2. Respuesta a fuente de P.....	169
IV. 2.7.3. Respuesta al encalado.....	171
IV. 2.8. <u>Segundo y tercer año (1990 y 1991), sitio 2</u>	172
IV. 2.8.1. Respuesta del campo natural a los mejoramientos: inclusión de leguminosas vs. agregado de N.....	177
IV. 2.8.1.1. Segundo año (1990).....	177
IV. 2.8.1.2. Tercer año (1991).....	179
IV. 2.8.1.3. Respuestas totales anuales de algunos mejoramientos de campo natural en el período 89/90/91.....	182
IV. 2.8.1.4. Respuesta estacional del campo natural: inclusión de leguminosas vs. agregado de N (año 1991).....	184

IV. 2.8.2. Respuesta al agregado de P.....	186
IV. 2.8.2.1. Residualidad del fósforo agregado en la instalación.....	186
IV. 2.8.2.2. Respuesta a la refertilización (dosis y fuente).....	188
IV. 2.8.3. Encalado.....	193
IV. 2.8.3.1. Residualidad del encalado (1990 - 1991).....	193
IV. 2.8.3.2. Efecto de la refertilización sobre el encalado.....	195
IV. 2.8.4. Respuesta a la fuente de fósforo.....	196
 V. <u>CONCLUSIONES</u>	 198
V.1. <u>Sitio 1</u>	198
V.1.1. Producción de materia seca.....	198
V.1.1.1. Evaluación global de diferentes alternativas de mejoramientos de campo natural.....	198
V.1.1.2. Respuesta al agregado de P. en instalación.....	200
V.1.1.4. Respuesta a la refertilización anual.....	200
V.1.1.5. Respuesta al encalado y a la residualidad en años siguientes.....	201
V.1.1.6. Evaluación de fuentes de P.....	202
V.1.1.7. Respuesta a micronutrientes.....	202
V.1.2. Rendimiento de leguminosa.....	203
V.1.3. Absorción de fósforo al tercer año....	203
V.1.4. Análisis de suelo.....	204

V.2. <u>Sitio 2</u>	205
V.2.1. Producción de materia seca.....	205
V.2.1.1. Evaluación global de diferentes alternativas de mejoramientos de campo natural.....	205
V.2.1.2. Respuesta al agregado de P.....	206
V.2.1.3. Residualidad del P. agregado en instalación.....	206
V.2.1.4. Respuesta a la refertilización anual.....	207
V.2.1.5. Respuesta al encalado y a la residualidad en años siguientes.....	207
V.2.1.6. Evaluación de fuentes de P.....	207
VI. <u>RESUMEN</u>	208
VIII. <u>BIBLIOGRAFIA</u>	210
IX. <u>APENDICE</u>	225

INDICE DE CUADROS Y FIGURAS

	Página
Cuadro No.1 Niveles de fósforo en el suelo (Bray 1 en ppm) un año después de la fertilización en cobertura.....	24
Cuadro No.2 Eficiencia de la fosforita en polvo (hiperfosfato).....	45
Cuadro No.3 Caracterización química de los suelos de los sitios 1 y 2.....	59
Cuadro No.4 Tratamientos empleados en los ensayos.	60
Cuadro No.5 Rendimiento promedio de ms/ha. anual según tratamiento (1989).....	69
Cuadro No.6 Análisis de varianza de los rendimientos totales de ms. para el año 1989.....	69
Cuadro No.7 Promedios de producción en kg de ms/há. por tratamiento para los cortes individuales y para el total anual.....	82
Cuadro No.8 Análisis de varianza de la producción total de ms. por corte y total anual (1990).....	83
Cuadro No.9 Producción promedio de materia seca total por corte y sumatoria de corte, según tratamiento, en kg./Ha.....	95

Cuadro No.10 Análisis de varianza para la producción de materia seca por corte y total anual. (valores de F, significación estadística, coeficientes de variación y promedio de producción de materia seca).....	96
Cuadro No.11 Rendimientos relativos al tratamiento 240SRS (100 %) de cada tratamiento en los tres cortes y el total (1991).....	104
Cuadro No.12 Kilogramos de fósforo absorbido y materia seca por hectárea producida en los tres cortes y el total anual (1991) según las dosis de fósforo acumuladas.....	135
Cuadro No.13 Ajuste de regresiones lineales del fósforo absorbido total en función de dosis acumuladas de fósforo para los cortes individuales y el total.....	136
Cuadro No.14 Extracción de N,P,K en kg/Há obtenidos en base a análisis foliar y producción de materia seca para tres cortes y la sumatoria anual (1991)..	145
Cuadro No.15 Ajuste de regresiones lineales para producción de materia seca por corte y total anual, en función del fósforo absorbido respectivo (1991).....	154
Cuadro No.16 Contenido de fósforo asimilable en el suelo para los tres años evaluados (método Bray 1).....	158

Cuadro No.17 Datos de pH en el suelo (pH en agua y en KCl) entre los años 1989-1991, para los tratamientos con y sin agregado de caliza.....	159
Cuadro No.18 Evolución de la acidez titulable del suelo entre los años 1989-1991, expresados en meq/100grs de suelo seco para los tratamientos con y sin encalado.....	160
Cuadro No.19 Rendimiento promedio de ms./há. anual según tratamiento (1989).....	162
Cuadro No.20 Análisis de varianza para la producción de ms.(kg/há) correspondiente al año 1989.....	163
Cuadro No.21 Rendimiento promedio de ms/há. anual por tratamiento para los cortes individuales y para el total anual (1990).....	173
Cuadro No.22 Análisis de varianza de la producción total de ms. en el corte de noviembre 1990.....	174
Cuadro No.23 Producción promedio por corte y total según tratamiento, en kg de ms./Há.....	176
Cuadro No.24 Análisis de varianza para la producción de materia seca por corte y total anual (valores de F.,significación estadística, coeficientes de variación y promedio de producción de materia seca).1991.....	177

Cuadro No.25 Rendimientos totales de ms(kg/há) de algunos tratamientos y valores relativos del CNNP sobre el CNLP en los años 89/90/91.....	183
Cuadro No.26 Respuesta estacional en producción de materia seca (kg/há) y en valores relativos de algunos tratamientos en los tres cortes y el total para el año 1991.....	184
Cuadro No.27 Producción de materia seca promedio de la pastura de los tratamientos C, 30kg. P205, 60kg. P205, y algunos valores relativos, de los años 1990 y 1991.....	187
Cuadro No.28 Producción promedio en kg.ms/año y valores relativos de algunos tratamientos con las variables dosis, fuente y refertilización, para los años 1990 y 1991.....	189
Cuadro No.29 Respuesta y residualidad del encalado expresada (kg. ms./há./año) para dos niveles de fósforo en la instalación y refertilizaciones anuales con P, en parcelas con y sin agregarle caliza.....	194
Cuadro No.30 Rendimientos promedio en (kg. ms./ha /año) de los tratamientos con encalado, dosis iniciales de 30 y 60, refertilizados o no y algunos valores relativos (89/90/91).....	195
Cuadro No.31 Rendimiento promedio de algunos tratamientos con la misma dosis de fósforo inicial y refertilización, pero con distinta fuente, en los tres años evaluados (89/90/91).....	197

Cuadro No.32 Tratamientos incluidos en cada contraste ortogonal para los cuadros número 34 y 40 del apéndice.....	225
Cuadro No.33 Tratamientos incluidos en cada contraste ortogonal para los cuadros número 35,36,37,38,39,41,42,43 y 44 del apéndice.....	226
Cuadro No.34 Análisis de varianza y contrastes ortogonales de los efectos de los tratamientos en la producción de materia seca para el año 1989.(sitio 1).....	227
Cuadro No.35 Análisis de varianza y contrastes ortogonales de los efectos de los tratamientos en la producción de materia seca para el año 1990.(sitio 1).....	228
Cuadro No.36 Análisis de varianza y contrastes ortogonales de los efectos de los tratamientos en la producción de materia seca para el corte de abril del 91.(sitio 1).....	229
Cuadro No.37 Análisis de varianza y contrastes ortogonales de los efectos de los tratamientos en la producción de materia seca para el corte de agosto del 91.(sitio 1).....	230
Cuadro No.38 Análisis de varianza y contrastes ortogonales de los efectos de los tratamientos en la producción de materia seca para el corte de octubre del 91.(sitio 1).....	231

Cuadro No.39 Análisis de varianza y contrastes ortogonales de los efectos de los tratamientos en la producción de materia seca para el corte de abril del 92.(sitio 1).....	232
Cuadro No.40 Análisis de varianza y contrastes ortogonales de los efectos de los tratamientos en la producción de materia seca para el año 1989.(sitio 2).....	
Cuadro No.41 Análisis de varianza y contrastes ortogonales de los efectos de los tratamientos en la producción de materia seca para el año 1990.(sitio 2).....	234
Cuadro No.42 Análisis de varianza y contrastes ortogonales de los efectos de los tratamientos en la producción de materia seca para el corte de agosto del 91.(sitio 2).....	235
Cuadro No.43 Análisis de varianza y contrastes ortogonales de los efectos de los tratamientos en la producción de materia seca para el corte de octubre del 91.(sitio 2).....	236
Cuadro No.44 Análisis de varianza y contrastes ortogonales de los efectos de los tratamientos en la producción de materia seca para el corte de enero del 92.(sitio 2).....	237
Cuadro No.45 Valores de producción (materia verde y seca) y porcentaje de materia seca el sitio 1 en los años 1989 y 1990.....	238

Cuadro No.46	Valores de producción y porcentajes correspondientes al corte de abril del 91 (sitio 1).....	239
Cuadro No.47	Valores de producción y porcentajes para el corte de agosto del 91 (sitio 1).....	240
Cuadro No.48	Valores de producción y porcentajes para el corte de octubre del 91 (sitio 1).....	241
Cuadro No.49	Valores de producción y porcentajes para el corte de abril del 92 (sitio 1).....	242
Cuadro No.50	Valores de producción y porcentajes para los años 1989 y 1990 del sitio 2.....	243
Cuadro No.51	Valores de producción y porcentajes para el corte de agosto del 91 en el sitio 2.....	244
Cuadro No.52	Valores de producción y porcentajes para el corte de octubre del 91 (sitio 2).....	245
Cuadro No.53	Valores de producción y porcentajes para el corte de enero del 92 (sitio 2).....	246
Cuadro No.54	Valores de producción y porcentajes para el corte de abril del 92 (sitio 2).....	247
Cuadro No.55	Resultados del análisis foliar (% y Kg. de N.P.K) para el corte del 8-91 (sitio 2).....	248
Cuadro No.56	Resultados del análisis foliar (% y Kg. de N.P.K) para el corte del 10-91 (sitio 2).....	249

Cuadro No.57	Resultados del análisis foliar (% y Kg. de N.P.K) para el corte del 4-92 (sitio 2).....	250
Cuadro No.58	Precipitaciones registradas en "Bañado de Medina" entre los años 1987 y 1992, expresadas en mm.....	251
Cuadro No.59	Tratamientos utilizados y formas de notación.....	252
Cuadro No.60	Análisis de suelo (contenido de fósforo asimilable y pH) para el año 1989 (sitio 2).....	253
Cuadro No.61	Datos de el análisis de suelo de las muestras extraídas en el año 1990 (sitio 2)....	254
Cuadro No.62	Datos de el análisis de suelo de las muestras extraídas en el año 1991 (sitio 2)....	255
Cuadro No.63	Datos de análisis de suelo para el año 1989 (sitio 1).....	256
Cuadro No.64	Datos de análisis de suelo para el año 1990 (sitio 1).....	257
Cuadro No.65	Datos de el análisis de suelo de las muestras extraídas en el año 1991 (sitio 1)....	258
Cuadro No. 66	Caracterización del suelo del sitio 1.....	259
Cuadro No. 67	Caracterización del suelo del sitio 2.....	260

Figura No.1 Respuesta relativa y en Kg. de MS/Há de algunos tratamientos (opciones de mejoramientos mencionadas y dosis de P no limitante) para 1989.....	71
Figura No.2 Respuesta a dosis de P (superfos.) en función de MS/Ha. para el año 1989.....	74
Figura No.3 Respuesta a diferentes fuentes de P y residualidad al encalado en función de la ms. total para el año 1989.....	76
Figura No.4 Respuesta a dosis, fuentes de P y al agregado de cal en función de la producción total de ms. para 1989.....	78
Figura No.5 Respuesta relativa y en Kg. ms./Ha. de algunos tratamientos para 1990.....	84
Figura No.6 Efectos de la residualidad del P aplicado a la instalación (1989) según dosis y fuentes en función de la producción de MS, en el año 1990.....	87
Figura No.7 Rendimiento de algunos tratamientos refertilizados, comparados con sus tratamientos respectivos sin refertilizar (ms.total, 1990)...	89
Figura No.8 Efecto de la refertilización y encalado en función de la producción de ms. anual (1990).....	92

Figura No.9 Producción de materia seca en función de las alternativas de mejoramiento y la dosis 240 (1991).....	98
Figura No.10 Producción de materia seca en función de las dosis de fósforo acumulado en el total anual (1991).....	102
Figura No.11 Producción de materia seca en función de las dosis de fósforo acumulado en el corte de agosto de 1991.....	102
Figura No.12 Producción de materia seca en función de las dosis de fósforo acumulado en el corte de octubre de 1991.....	103
Figura No.13 Producción de materia seca en función de las dosis de fósforo acumulado en el corte de abril 1991.....	103
Figura No.14 Rendimiento de materia seca relativos a la dosis 240 de algunos tratamientos (1991).....	111
Figura No.15 Producción de materia seca total de algunos tratamientos refertilizados y no refertilizados (1991).....	115
Figura No.16 Producción de materia seca total en función de tratamientos (1991).....	118
Figura No.17 Producción de materia seca en función de tratamientos (1991).....	119

Figura No.18 Producción de materia seca en función de tratamientos con la variable encalado y refertilización (1991).....	124
Figura No.19 Producción de materia seca total en función de la producción de materia seca del lotus (octubre 1991).....	129
Figura No.20 Efecto de algunos tratamientos en el porcentaje de lotus para el total del año 1991.....	132
Figura No.21 Kilogramos de fósforo absorbido por corte en función del fósforo agregado por hectárea.....	137
Figura No.22 Totales de kilogramos de fósforo absorbido y producción de MS/Há. en función del fósforo acumulado.....	138
Figura No.23 Absorción de fósforo discriminado por fracción en función de tratamientos (octubre 1991).....	140
Figura No.24 Fósforo absorbido en función de tratamientos para los cortes de agosto más octubre (1991).....	142
Figura No.25 Absorción de fósforo según tratamiento en los cortes de agosto más octubre (1991).....	144

Figura No.26	Kilogramos de fósforo absorbido por hectárea por la pastura según tratamiento y en los cortes de agosto 91, octubre 91, abril 92, y el total acumulado.....	147
Figura No.27	Kilogramos de nitrógeno absorbidos por hectárea por la pastura según tratamiento en los cortes de agosto 91, octubre 91, abril 92, y el total acumulado.....	148
Figura No.28	Porcentaje de fósforo de la pastura por corte en función del fósforo acumulado (1991).....	149
Figura No.29	Porcentaje de fósforo en función de algunos tratamientos (agosto 1991)...	152
Figura No.30	Porcentaje de fósforo en gramínea y leguminosa en función de algunos tratamientos (octubre 1991).....	153
Figura No.31	Kilogramos de materia seca por hectárea en función del fósforo absorbido por la pastura (agosto + octubre 1991).....	155
Figura No.32	Producción de ms.(kg/há y porcentaje referido al CN) de diferentes tratamientos, para el corte de diciembre 1989...	165
Figura No.33	Respuesta en materia seca al agregado de fósforo como superfosfato para el corte de diciembre de 1989.....	168

Figura No.34 Respuesta al agregado de fósforo a través de distintas fuentes (SF= superfosfato común, HF= hiperfosfato,ST= supertriple, SF+C= supefosfato + caliza).....	170
Figura No.35 Rendimientos promedios de ms. (kg/há) y porcentaje sobre el testigo del ensayo para la producción total del año 90, en algunos tratamientos (CNL, CNLP, CNNP, 240S).....	178
Figura No.36 Rendimiento promedio de materia seca (kg/há) y porcentajes sobre el testigo del ensayo para la producción total del año 1991, de los tratamientos (CNLP, CNNP, 240S)....	181

I. INTRODUCCIÓN

El área de suelos desarrollado sobre Yaguari comprende unas 850.000 hectáreas. Constituyen así un área importante del país en la cual se realiza principalmente producción pecuaria.

Una de las principales limitantes es la baja producción de forraje (2,5 toneladas por hectárea al año, Carámbula, 1978), que si bien en los suelos más pesados es más equilibrada, muestra una fuerte estacionalidad (primaveral).

Algunas de las alternativas más factibles para disminuir en lo posible la estacionalidad de la oferta de forraje y aumentar el rendimiento así como la calidad de forraje consiste en el uso de fertilizantes y/o la introducción de leguminosas.

Existen ciertas limitantes al intento de llevar a cabo ésta práctica, como son los problemas en la instalación y persistencia de las leguminosas.

Los limitantes son fundamentalmente bajos niveles de fósforo asimilable en los suelos, pH ácido, un tapiz agresivo en algunos casos y un bajo contenido de nutrientes en general.

Algunos de estos limitantes se pueden levantar con el agregado de fertilizantes y cal, los que permiten superar las condiciones de desarrollo de las especies introducidas, las cuales por otra parte, deben ser

cuidadosamente seleccionadas por características como: capacidad de implantación, competencia, resistencia y persistencia en los tapices bajo las condiciones de pastoreo casi continuo como las nuestras.

El objetivo general del trabajo fue estudiar el efecto de la fertilización fosfatada y el encalado en la producción forrajera de dos mejoramientos en cobertura con lotus, en dos suelos contrastantes pero originados ambos sobre la formación geológica denominada Yaguari en la zona este-noreste del Uruguay (dep. de Cerro Largo).

Los objetivos específicos fueron evaluar:

- a) Respuesta al agregado de fósforo en la implantación.
- b) Respuesta a la incorporación de cal en cobertura en la implantación.
- c) Residualidad del fósforo y la cal agregados en la implantación.
- d) Respuesta de la pastura a la refertilización con fósforo.
- e) Comportamiento de diferentes fuentes de fósforo en implantación y refertilización.
- f) Respuesta del tapiz natural al agregado de fósforo y nitrógeno.

II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

II. 1. Limitantes nutricionales de mejoramientos en cobertura con leguminosas

II. 1.1. Introducción

Los mejoramientos en cobertura en Uruguay poseen las mismas limitantes nutricionales que las pasturas nativas, por ocupar éstas un lugar primordial en los mismos además de las limitantes propias que agrega la fracción leguminosa, al incorporarla a un ambiente distinto al que fue seleccionada o al exigirle un alto nivel productivo.

En el presente trabajo se discutirá la disponibilidad de los principales nutrientes y particularmente la disponibilidad de fósforo, y los efectos de la acidez en el crecimiento y desarrollo de las plantas.

El enfoque dado al estudio de las limitantes nutricionales de los mejoramientos en cobertura con leguminosas está básicamente orientado a un determinado tipo de realidad en el cual se entiende que el fósforo y la acidez del suelo son puntos claves.

II. 1.2. Principales nutrientes

En este punto se hará referencia brevemente a los principales nutrientes (macronutrientes) y su dinámica

en nuestras condiciones.

II. 1.2.1. Nitrógeno

Es sin duda el nutriente más limitante en la nutrición de los cultivos y marca el defasaje entre los requerimientos de los cultivos y la posibilidad de los aportes del suelo.

El nitrógeno en el suelo se encuentra en un 98% bajo la forma orgánica integrando la materia orgánica del suelo (5-6% de la misma) y el resto bajo formas inorgánicas (NH_3 , NO_2 , NO_3) que son éstas últimas las formas bajo las cuales las plantas pueden acceder al nitrógeno (Rabuffetti, 1987)

El nitrógeno disponible para las plantas, resultado de la mineralización de la materia orgánica del suelo y el reciclaje de las deyecciones, no es suficiente para sustentar un alto nivel productivo de las pasturas por lo cual se requiere nitrógeno extra, el cual es posible de obtenerlo con leguminosas inoculadas con rizobium o aplicarlo como fertilizante inorgánico (Carámbula, 1977).

Ensayos llevados a cabo en varios suelos del país con tapices naturales revelan los bajos niveles de nitrógeno disponible para las pasturas y a pesar de la baja eficiencia de utilización de dicho nutriente se denota una alta respuesta a su agregado (Repartido 588, Fac. Agronomía EEMAC 1984)

Por último se puede acotar que uno de los factores negativos primordiales en la dinámica del nitrógeno, al menos en algunos suelos, son el PH y la acidez de los mismos por afectar principalmente el crecimiento y desarrollo de las leguminosas y la fijación del nitrógeno atmosférico, hecho el cual es citado por Seaney et al. 1970, Carámbula 1977, Lucas et al. 1980, Haynes et al. 1981, Edmeades et al 1991.

II. 1.2.2. Fósforo

El fósforo se clasifica como macronutriente a pesar que su contenido en las plantas es menor que el de nitrógeno, potasio y calcio. Sin embargo a nivel mundial los fertilizantes fosfatados ocupan casi el segundo lugar junto al potasio y después del nitrógeno.

En condiciones como las de Uruguay el fósforo constituye el elemento nutritivo mas limitante de la producción vegetal en suelos naturales (Rabuffetti et al. 1987).

Contrariamente con lo indicado para el nitrógeno, el fósforo es relativamente estable en los suelos, no perdiéndose ni por lixiviación ni por volatización.

La intercepción radicular y la difusión a través de microporos son las formas bajo las cuales las plantas acceden al fósforo del suelo absorbiéndose principalmente como H_2PO_4 y también como HPO_3 , siendo la tasa de absorción de ambas formas altamente influenciadas por el PH del suelo (Phosphorus for Agriculture 1988).

Según Black (1967) y Tisdale y Nelson (1966), el contenido de fósforo de los suelos es bajo, siendo en la mayoría de los casos entre 0,02% y 0,08%, presentándose la mayoría bajo la forma inorgánica tanto en la solución del suelo (PH muy bajo), como en la fase sólida (donde esta la mayoría) y el resto bajo la forma orgánica dependiendo mucho de la dinámica de la materia orgánica del suelo.

Según Tisdale y Nelson (1966), las deficiencias de fósforo ocurren la mayoría de los casos a PH bajos o altos y no en suelos neutros o ligeramente ácidos (pH entre 5,5 y 7,0).

Generalmente al aumentar el PH en suelos ácidos, el hierro y el aluminio se hidrolizan liberando el fósforo así como se da, una mayor mineralización de fósforo orgánico.

En el caso de suelos calcáreos, una disminución del PH sería beneficioso en cuanto a la liberación del fósforo a partir de fosfatos de calcio.

La acidez y el aluminio no solo interfieren en el crecimiento radicular, vital para la intercepción de fósforo en el suelo, sino que afecta directamente la absorción de fósforo en las mismas células radiculares y la posterior traslocación hacia la planta, Haynes et al (1981). Como resultado no solo existen en muchos suelos bajos tenores de fósforo, sino también efectos agravantes provocados por la acidez y el aluminio.

II. 1.2.3. Potasio

El potasio es el elemento mineral que se absorbe en mayor cantidad por las plantas exceptuando el nitrógeno. A diferencia del fósforo, el potasio se encuentra en cantidades relativamente grandes en la mayoría de los suelos de nuestro país.

El potasio proviene de la desintegración de minerales (feldespatos potásicos, etc, 90%) y se encuentra también en minerales secundarios (illitas, etc, 10%) así como en solución, aunque en volúmenes ínfimos desde el punto de vista cuantitativo (0,1 a 2%) (Rabuffetti et al.1987.)

Los resultados de experiencias sobre el efecto del pH sobre el potasio han sido muy contradictorios. Resultados de experimentos en Carolina del Norte, E.E.U.U., indican que al disminuir el PH, aumenta la pérdida de potasio intercambiable (citados por los autores anteriores).

Da Gama (1987), citado por Martínez Haedo y Mastropierro (sin publicar) encontró que al incrementarse el pH, aumenta la liberación de potasio no intercambiable y por ende la disponibilidad de potasio para las plantas.

De todos modos el potasio no es un nutriente que limite la producción forrajera en nuestros suelos, situación que parece, se mantendría aun corrigiendo el pH y eliminando el Aluminio intercambiable con la aplicación de encalado.

II. 1.2.4. Calcio y magnesio

Estos dos nutrientes están agrupados por tener varias características en común, ambos se absorben a partir de la solución del suelo y por intercambio catiónico (Ca y Mg). Se encuentran en forma abundante en la mayoría de los suelos por lo cual no son limitantes de la producción de forraje.

Los iones de ambos nutrientes, libres en la solución pueden :

- a) perderse en las aguas de drenaje,
- b) absorberse a los coloides circundantes,
- c) ser absorbidas por organismos,
- d) reprecipitar en compuestos secundarios.

En el caso del magnesio se pueden dar deficiencias en suelos de texturas gruesas y en regiones húmedas por pérdidas, por lavado, o por el efecto de grandes y reiteradas dosis de caliza (carbonato de calcio), dándose así una relación calcio-magnesio desfavorable pero corregible con magnesio en fertilizantes o con el agregado de dolomita (carbonato de calcio y magnesio).

II. 1.2.5. Azufre

El azufre es requerido por las plantas en aproximadamente la misma cantidad que el fósforo por lo cual hay sido tradicionalmente clasificado como nutriente mayor.

En la mayor parte de los suelos el azufre esta en forma

de materia orgánica, sulfatos solubles en la solución del suelo o absorbido en el complejo del suelo. Mucho del azufre total que se halla en la superficie de los suelos de las regiones húmedas esta en forma orgánica mientras que en zonas áridas bajo la forma de sulfatos (Tisdale y Nelson 1966).

La desecación de los suelos tiene un efecto pronunciado en la mineralización del azufre hecho al cual se le atribuye al menos en parte el copioso crecimiento de las pasturas . luego de períodos de sequía en Australia (Tisdale y Nelson op cit.).

A causa de su naturaleza aniónica u de la solubilidad de la mayor parte de sus sales comunes, las perdidas por filtración de los sulfatos son por regla general más bien grandes.

El azufre es absorbido por las plantas casi exclusivamente como ion sulfato.

II. 2. Disponibilidad de fósforo

II. 2.1. Introducción

La disponibilidad de fósforo es sin duda la mayor limitante de las pasturas en nuestro país, siendo deficiente para casi todos los suelos (Carámbula 1977). Este panorama se ve agravado en los suelos donde se realizan los ensayos empleados en este trabajo de tesis,

donde se plantea además los efectos del pH y posible acidez que afectan la producción de forraje, desarrollo de las leguminosas y la dinámica del fósforo mismo.

La disponibilidad de fósforo, nutriente muy poco móvil dentro del suelo, no solo depende de las cantidades reales disponibles en el suelo del tipo de planta que se encuentre sobre dicho suelo y el tipo de ambiente que a su vez ofrezca ese suelo. Por lo tanto se podría hablar de una disponibilidad real del fósforo en el suelo y una "disponibilidad relativa" marcada principalmente por las características de las distintas clases de plantas.

Mc Lachlan (1976), estudió las respuestas comparativas de distintas plantas en un amplio rango de fósforo disponible encontrando que las gramíneas tienen una mayor habilidad para absorber y usar eficientemente el fósforo del suelo en cualquier situación. La mayor habilidad para absorber fósforo del suelo de las gramíneas está asociado a su sistema radicular, el cual es considerablemente mayor, con forma de cabellera, con una gran cantidad de "pelos absorbentes", con un crecimiento muy activo y por ende la exploración de mayores volúmenes de suelo. Estas diferencias son mas visibles aun en los primeros estados de crecimiento. Este autor además sostiene que las gramíneas usan más eficientemente el fósforo dentro de la planta misma.

Por otra parte autores como Asher y Ozanne (1961), en un trabajo realizado para estudiar la capacidad de intercambio catiónico (CIC) de las raíces y la influencia en la absorción de nutrientes insolubles

hallan que la CIC de las raíces de las gramíneas era menos (13,3meq /100gr) que las de las leguminosas (20meq /100gr) y a su vez había una correlación positiva y significativa entre la CIC y el % de Calcio y Fósforo en las plantas.

Aparentemente la remoción de cationes divalentes como el calcio dejaría el fósforo en forma disponible.

II. 2.2. Diferencias entre especies de leguminosas en requerimientos de fósforo

En el estudio de este ítem, diferentes autores han puesto mucho énfasis en los distintos sistemas radiculares de las leguminosas, en su tamaño, morfología y hasta en su CIC, como una de las principales condicionantes (Asher et al, 1961; Seaney et al, 1970; Mc Lachlan, 1976; Carámbula, 1977; Hart et al, 1981; Haynes et al, 1981).

Las leguminosas si bien presentan grandes variaciones entre si, se caracterizan, o al menos diferencian de las gramíneas por tener un sistema radicular tipo pivotante mas o menos profunda y un número relativamente reducido de raíces secundarias y/o pelos absorbentes (Borman, 1975; Carámbula, 1977; citados por Arguelaguet et al, 1985).

Hart et al.(1981), analizando las respuestas de leguminosas (tréboles y lotus) al agregado de fósforo además de correlacionar los incrementos de rendimiento y

contenido de fósforo en todos ellos, verificaron una mayor eficiencia en el uso del fósforo por parte del lotus y por ende una muy buena producción de materia seca con niveles de fósforo muy bajos.

Por otra parte, Davis (1981), estudiando la respuesta de leguminosas al fósforo en suelos de pobre fertilidad y con acidez vio que en todos los casos habria respuesta al fósforo pero que también ésta estaba influenciada por la acidez y su efecto en el tipo de especie de leguminosa, siendo las especies de lotus las de mejor comportamiento frente a tréboles y otras especies como "Astragalus", etc.

Este comportamiento fue observado también por Seaney et al, (1970) Haynes et al, (1981)

El sistema radicular con abundante volumen de suelo explorado cercano a la superficie como el del lotus (Seaney et al, op cit., Carámbula, op cit. o el trébol blanco (Haynes et al, op cit., Carámbula, op cit.) es una gran ventaja para la absorción de fósforo ya que se requiere alto volumen de suelo interceptado por la baja ,(Davis 1981), mientras que otras especies como el trébol rojo trébol subterráneo (TS) (Carámbula, op cit.) se ven en desventaja en este aspecto.

El lotus es una de las especies de leguminosas forrajeras con menores requerimientos de fósforo para su implantación, producción y persistencia lo cual es corroborado ampliamente tanto a nivel nacional e internacional

Arguelaguet et al, (1986) verificaron que el lotus se implantaba satisfactoriamente con niveles de fósforo de

3 ppm (Bray 1). Montes et al, (1986) observaron también que era la especie que mejor se comportaba en los tratamientos testigos sin aplicaciones de fósforo en un suelo con 4,4 ppm)

Chilibroste et al, (1982), concluyen que el lotus es la especie menos exigente en cuanto a requerimientos de fósforo ya que no presenta respuesta al mismo, para un suelo con un nivel inicial de 13 ppm (Bray 1), mientras que otras especies como trébol blanco y trébol rojo si la presentan.

El hecho de ser el lotus la leguminosa con menos requerimientos de fósforo para la producción y persistencia, a causa de su alta eficiencia de utilización del fósforo absorbido, su gran desarrollo radicular en superficie y a su vez en profundidad, su porte erecto, su alta capacidad de resiembra por el tipo de floración, semillazón, diseminación de las semillas etc., ha sido reportado por autores como Seaney, op cit.; Carámbula, op cit.; Hart et al 1981; Lucas et al., (1980); Davis, (1981); Chilibroste et al., (1982); Arguelaguet et al., (1986); Montes et al., (1986).

Otro aspecto importante, son las diferencias entre especies frente al fósforo en condiciones de PH bajos y acidez. Se da el caso de especies de excelentes características productivas, con un sistema radicular similar al lotus, pero con altísima susceptibilidad a bajos PH y aluminio intercambiables (Carámbula, op cit.).

Black, (1973) citado por Scott, (1980); el mismo Scott et al (1980) y Lucas et al., (1980) asocian el éxito del lotus sobre otras especies como trébol blanco y trébol rojo por su alta habilidad para asimilar fósforo y su tolerancia a PH bajos y al aluminio.

Según Haynes et al 1981, el lotus aparece como una especie de alto valor potencial pero la producción de forraje en condiciones de bajo fósforo disponible, en suelos ácidos y requiere menos cal en caso de querer corregir el PH y la acidez

II. 2.3. Habilidad competitiva de las especies del tapiz

En general la habilidad competitiva de las especies está dada por la mayor o menor coincidencia de las características o requerimientos de la especie en cuestión y el ambiente en el cual se coloca y a su vez por condiciones propias de la especie como porte y capacidad exploratoria radicular.

Según Apezteguía, (1990) en una recopilación elaborada para el curso de "Forrajeras" (EEMAC), la competencia se entablaría por luz, agua y nutrientes estando las pasturas naturales, adaptadas a el mismo sitio, en inmejorables condiciones de competir con las leguminosas que se pretenden introducir. A los efectos de lograr la adaptación de esta se sugiere eliminar o disminuir considerablemente la competencia del tapiz natural. El otro paso fundamental, es la elección de la especie que mejor compite en dicho ambiente. El lotus es una especie recomendada para suelos donde otras leguminosas no

prosperan, por ser tolerante a bajos niveles de fósforo, períodos de sequía y por tener buena resiembra natural (Seaney, op cit.; Carámbula, op cit.; Haynes et al op cit.).

La habilidad competitiva puede darse por mas de una vía, puede ser por tolerancia a condiciones extremas y mínimos contenidos de fósforo como el lotus donde prospera mas que ninguna (Seaney et al, 1970) o por su germinación y gran vigor inicial como la tiene el trébol carretilla con altos niveles de fósforo en el suelo (Arguelaguet et al, 1985).

Dado que las especies se introducen en presencia de otras ya implantadas y en mejores condiciones fisiológicas de proseguir su crecimiento, la habilidad necesaria para sobreponerse a estas condiciones, está dada por características propias como vigor inicial (tamaño de semilla), velocidad de crecimiento, eficiencia de utilización de nutrientes, porte, etc (Blackmore, Copenian y Roberts, Schoerder, Cooper, citados por Carámbula, 1977).

A su vez especies como el trébol blanco poseen bajo vigor inicial y además altos requerimientos de fósforo, por lo cual los autores anteriormente mencionados lo colocan en las peores condiciones. Por otra parte, Hay et al, (1982), reportó que el trébol blanco puede absorber fósforo a través de sus estolones en soluciones cuya concentración oscila entre 1 MM y 1.0 M lo cual junto a su peculiar sistema radicular lo hace una especie muy competitiva en aplicaciones de fósforo en cobertura por las características de éste.

Seaney et al, (1970) reportó que la instalación de lotus en una pastura es más dificultosa que la instalación de alfalfa o trébol rojo aún cuando las condiciones ambientales son favorables por su escaso vigor inicial y susceptibilidad al sombreado. Lo mismo opinan Carámbula, (1977), Formoso et al, (1980).

Lucas et al, (1980), realizaron un vasto experimento con lotus y trébol blanco en suelos levemente ácidos (similares a los nuestros) y con bajos tenores de fósforo.

El establecimiento fue bueno para ambas especies contando el trébol blanco con mayor número de plántulas iniciales. Por otro lado contribuye con mayor rendimiento a la materia seca total en todos los cortes.

Las dosis de mantenimiento fueron de gran importancia para el trébol blanco (Baethgen y Bossano, 1981) mientras que no para el lotus, sin las cuales fue 82% superior al trébol blanco y con ellas solo 15%. Las diferencias aparentemente serían la mayor tolerancia del lotus a la acidez, la mayor competitividad de la especie por su porte erecto y una menor liberación de nitrógeno por las raíces, lo cual favorecería mucho la pastura asociada en desmedro propio como ocurre en el caso del trébol blanco. También se cita el hábito radicular (pivotante profundo) y la resistencia a la sequía.

Montes et al., (1986), presentan información de diferentes suelos arenosos y en distintos años, donde el lotus se ve muy dificultado en su implantación por la agresividad del tapiz y una estacionalidad acorde a su ciclo la cual, le ejerce una fuerte competencia durante

todo su desarrollo.

En general se tiene la idea de que el vigor inicial de las plántulas se traduce en mayor éxito en la competencia e implantación de las leguminosas anuales que son las que presentan gran vigor inicial lo cual es claramente mostrado por datos de Carámbula, op cit., donde el trébol carretilla y el trébol subterráneo tienen porcentajes de implantación muy superiores a el trébol blanco, lotus, trébol rojo y por la información aportada por Formoso et al., (1980).

Sin embargo, White, citado por Garayalde y Morton, (1983), sostiene que en general el vigor inicial y la velocidad de crecimiento están negativamente relacionados con la eficiencia del uso del fósforo y la tolerancia a bajos niveles del mismo en el suelo por lo cual muchas veces el gran vigor inicial de las plantas va en desmedro de su futuro desarrollo al agotar rápidamente sus reservas y fósforo disponible.

El trébol rojo, leguminosa de características intermedios entre el trébol blanco y el lotus se comporta bien en algunos suelos probablemente por la alta tolerancia al sombreado y brinda excelentes rendimientos en suelos de alta fertilidad, (Porcile et al., 1983; Bordoli et al., 1983).

II. 3. Reacciones de los fertilizantes fosfatados con los suelos

II. 3.1. Introducción

Cuando los fertilizantes fosfatados son aplicados al suelo y disueltos por la humedad de éste, ocurren una serie de reacciones entre los fosfatos, los constituyentes del suelo, los componentes del fertilizante que no son precisamente fosfatos los cuales toman el fósforo de la solución volviéndolo menos soluble (Sample, 1980)

Tisdale y Nelson, (1966) sostienen que cuando se agrega un fertilizante fosfatado el suelo, reacciona junto a este disminuyendo rápidamente la cantidad de fósforo disponible para las plantas por mecanismos de retención y fijación de fosfatos. La reducción del fósforo disponible para las plantas a través de estos dos mecanismos, presenta diferencias conceptuales con lo citado por otros autores, refiriéndose por fijación a un proceso en el cual el fósforo se vuelve no disponible para las plantas y por retención a aquel proceso que tiene un carácter reversible en el cual el fósforo se encuentra disponible (equilibrio dinámico con la fijación de fósforo soluble del suelo).

Estos mismos autores sugieren que en suelos ácidos la fijación de fósforo es producto de la formación de compuestos de Fe y Al que poseen la fórmula general $N(H_2O)_3(OH)_2H_2PO_4$ donde N es el Fe o el Al. Estos conceptos son apoyados por Fox y Kamprath, citados por

Leites et al., (1983) y Escudero y Moron, (1978).

II. 3.2. Retención de fosfatos por los constituyentes del suelo y mecanismos implicados

Se ha concluido por parte de varios autores que el CaCO_3 e hidroxidos de Fe y Al juegan un papel fundamental en la retención de fósforo. Además se sugiere que el fósforo precipita como fosfato de Ca, Fe, o Al y que también el fósforo es adsorbido químicamente por dichos cationes a la superficie de los minerales del suelo (citado por Sample et al., 1980)

Escudero y Moron, op cit., mencionan comportamientos similares en nuestras condiciones pero agregan a las arcillas como elementos de retención o fijación importante y resaltan la importancia de los oxidos de Fe libres los cuales analizados en forma individual explicaban la mayor parte de las variaciones en la fijación de fósforo por distintos suelos (45% de la variación).

Los autores australianos Kamaba y Gilkes, (1987), reportan una altísima capacidad fijadora de fósforo por parte de los suelos con alto contenido de oxidos de Fe.

Los hidroxidos de Al y Fe pueden encontrarse como compuestos aislados, revistiendo otras partículas de suelo o como compuestos amorfos entre las capas de los silicatos. Se menciona que la retención de estos

compuestos del fósforo de la solución es la más importante es suelos ácidos variando en intensidad según el PH, temperatura y concentración de fósforo.

Se han discutido tres mecanismos de absorción según las crecientes concentraciones de fósforo en solución:

- 1)- una alta adsorción química a bajas concentraciones,
- 2)- precipitación en fases separadas
- 3)- una leve adsorción en el precipitado, la cual por otro lado coincide con las tres zonas distintas observadas en las isotermas de adsorción de fósforo (según Sample et al., 1980).

Este mismo autor en su recopilación cita una serie de estudios con rayos infrarrojos donde se detecta que el fósforo era adsorbido en las superficies de los óxidos de Fe por el reemplazo de 2OH^- . Los átomos de O del ión fosfato eran ligados a los iones de Fe resultando un complejo binuclear $\text{Fe}-\text{O}(\text{P}=\text{O})-\text{O}-\text{Fe}$. De esta manera el fósforo puede quedar fuertemente unido a hidroxidos de Al o Fe y ser relativamente inaccesible para las plantas.

En cuanto a las arcillas su capacidad de absorber fósforo es distinta y parece estar directamente ligada a la superficie de contacto y que los mecanismos serían similares (según Sample et al., 1980). Este autor cita a Law y Black, los cuales sostienen que a altas concentraciones de fósforo, este disuelve la caolinita liberando Si y Al con la consecuente precipitación de compuestos Al-P, mientras que con menores concentraciones de fósforo se daría el mecanismo de reemplazo de fósforo por OH^- en las superficies de las orillas.

La retención por CaCO_3 se da en forma similar a lo mencionado anteriormente, a bajas concentraciones de fósforo predominan reacciones de adsorción con reemplazos de moléculas de H_2O y OH y a mayores concentraciones de fósforo las reacciones de precipitación formándose cristales de fosfato de calcio.

Por último la materia orgánica esta cargada negativamente por lo cual de por si no puede retener fósforo, si lo puede hacer cuando los ácidos húmicos forman complejos con Al . Se cree que los ácidos húmicos compiten con el fósforo por los lugares de absorción en las superficies de los minerales por lo cual al aumentar la materia orgánica menor retención de fósforo por los suelos.

Holford y Mattingly (citados por Sample et al., 1980), estudiando la absorción en 24 suelos concluyeron que las superficies con alta energía de adsorción estaban relacionandas con los hidroxidos sobre todo de Fe y los de baja energía de adsorción con el área de superficie de CaCO_3 y materia orgánica y que el fósforo es mas retenido por hidroxidos incluso en suelos calcáreos.

II. 3.3. Evolución de los fosfatos luego de la aplicación

Este punto ha sido ampliamente discutido por Sample et al., (1980), a través de una revisión de diversos autores.

Los fertilizantes generalmente son aplicados cuando el suelo tiene baja humedad, mas baja que capacidad de campo para facilitar el trabajo de los equipos fertilizadores y no perturbar el suelo, a pesar de lo cual los investigadores consideran esas bajas humedades suficientes para iniciar la disolución de los fertilizantes.

Al ponerse en contacto el gránulo de fertilizante (como superfosfato) con el suelo, se produce la entrada de agua al mismo, formándose una solución saturada de fósforo. Esto determina un aumento del potencial osmótico, con lo cual se produce el flujo de agua hacia el gránulo, y por otro lado, el avance de la solución saturada hacia el suelo inmediato al gránulo. El bajo pH de la misma solubiliza compuestos de suelo, que reaccionan con el fósforo. El avance de la solución se da hasta igualar potenciales, y según el contenido de agua del suelo.

Las reacciones que ocurren en la zona adyacente al gránulo van a estar determinadas por los contenidos de fósforo del gránulo, dándose generalmente reacciones de precipitación. En el caso de aplicaciones de fosfato monocalcico entre un 20 y 30% del mismo se mantiene precipitado, así como parte de los micronutrientes, cuando estos integran la composición de los fertilizantes.

Los autores Kittrick y Lackson (citados por Sample et al., 1980), confirman, usando microscopio electrónico las pérdidas de fósforo en las reacciones de precipitación con los productos de descomposición de hidroxidos, arcillas (caolinita) y los cationes

removidos al avanzar la solución concentrada desde el gránulo de fertilizante.

Los productos iniciales de las reacciones son metaestables y con el tiempo evolucionan a complejos mas estables y menos solubles. Algunos compuestos persisten por un tiempo suficiente en el suelo actuando como fuente de fósforo para las plantas.

II. 3.3.1. Fuentes solubles

Williams, (1971), estudiando las reacciones del superfosfato aplicado en cobertura observa que el fosfato se mueve a través del suelo húmedo desde la partícula en cuestión en forma de semi-esfera siendo el tamaño de la misma dependiente de la capacidad de absorción del suelo, del tamaño de la partícula y de la humedad del suelo.

Por otro lado, el fosfato que proviene de la partícula fosfatada penetra rapidamente en el suelo húmedo en los primeros 5 o 6 días.

Estos resultados coinciden con los de Ibrahim et al., (1982); y con los de Rajan and Fox y Barrow et al., citados por el mismo, acerca de la importancia de la precipitación del fósforo en superficie. Dicho autor agregando diferentes dosis e incubando durante 84 días las muestras de suelo y realizando mediciones a lo largo del proceso obtuvo como resultado que a ciertas dosis a los 3 días ya se produce la absorción de fósforo. En ciertos suelos muy deficientes en fósforo y con dosis

muy altas de fósforo, si bien el patrón de alta absorción se mantiene en los primeros días, el equilibrio se establece recién a los 42 días de incubación atribuyendo esa demora en lograr el equilibrio a las diferencias en la mineralogía del suelo.

El agua de lluvia moviéndose hacia abajo influye en el movimiento del fósforo a través del suelo provocando una distorsión de la semiesfera mencionada tornándola más profunda y angosta (Williams, 1971).

El siguiente cuadro presenta los datos de un experimento de fertilización en cobertura con distintas dosis de superfosfato, realizada por Sott y citado por Arguelaguet et al., en su trabajo de tesis en 1985.

Cuadro No.1 Niveles de fósforo en el suelo (Bray 1 en ppm) un año después de la fertilización en cobertura.

Prof.cm	Kg.de Superfosf./Há.		
	0	370	750
0-2	5,1	33,7	110,8
2-4	4,5	6,7	38,3
4-6	4,1	3,4	4,6
6-8	3,4	3,0	3,5
8-12	2	2,1	1,9

En este cuadro se distinguen dos zonas bien marcadas en cuanto a disponibilidad de fósforo, una de 0 a 4 cm. con

una alta disponibilidad y dependiente de la dosis empleada, y otra por debajo con niveles bajos e independientes de la dosis inicial, y que se corresponden con el fósforo natural del suelo. Además de visualizar el escaso movimiento del fósforo a través del suelo se ve que no es algo dependiente de la dosis. Este hecho es de vital importancia en mejoramientos en cobertura, ya que no es posible incorporar el fósforo y generalmente se parte de situaciones con un muy bajo tenor de fósforo inicial.

II. 3.3.2. Fuentes insolubles.

Lee et al., (1987) realizaron un estudio en suelos Neo Zelandeses sobre los factores que pudieran influir en la disolución de las rocas fosfatadas pusieron a incubar suelos con distintos tipos de rocas fosfatadas a 25°C por 10 semanas y en base a los estudios realizados concluyeron que el PH es un buen predictor de la liberación de fósforo por parte de las rocas fosfatadas.

Por otra parte Hughes y Gilkes (1986), evaluando los efectos de las propiedades del suelo y el nivel de aplicación en la disolución de fuentes de fósforo insolubles en suelos de Brasil, Colombia, Australia y Nigeria vieron primeramente que la disolución de estos materiales esta muy influida por las propiedades químicas de los suelos y que los suelos sudamericanos (al menos los estudiados en este trabajo) presentaban un patrón de comportamiento común; una rápida disolución inicial el primer día y luego una lenta liberación a lo largo de 5 meses.

Estos autores citan observaciones hechas por Chien (no publicadas) quien encuentra en condiciones similares un 25% de la roca fosfatada disuelta al cabo del día 31.

Chien et al., (1987), observaron que en suelos con alto grado de meteorización (oxisoles) la tasa de descomposición de las rocas fosfatadas es bastante mayor de la que comúnmente se cree o se entiende para suelos de regiones templadas. Estos autores realizaron experiencias en suelos Colombianos observando que el agregado de superfosfato y roca fosfatada elevaban el PH, el Ca intercambiable, Ca total, fósforo total, Al-P, Fe-P y Fe-P. Variando según el tipo de roca, al menos un 80% de las mismas había reaccionado con el suelo, al menos el 88% del fósforo del suelo proveniente del fertilizante se encontraba en la fracción arcilla y que si bien estaban asociados a compuestos similares al fósforo proveniente del superfosfato (Al-P, Fe-P) los productos formados eran "menos cristalinos" a lo cual se atribuye la mayor disponibilidad del fósforo residual de la roca fosfatada.

Hughes et al., (1986), a diferencia de Lee et al., (1987) sostiene que el pirofosfato y compuestos de hierro y aluminio son los principales predictores de la liberación de fósforo a partir de fuentes insolubles poniendo al PH en segundo lugar y al carbono orgánico y calcio intercambiable en tercer y cuarto.

Lee op cit. si bien le aseguran la mayor relevancia de las propiedades químicas del suelo a la disolución de la roca fosfatada, sostienen que la flora microbiana es importante y cita trabajos de Raj et al., Bajpay et al., los cuales sostienen que hay bacterias y hongos

"disolventes de roca fosfatada" que lo logran mediante la secreción de ácidos orgánicos como el cítrico y láctico, fomentando el crecimiento de las plantas.

Por último Bolland, (1987), estudiando la eficiencia de la aplicación en cobertura vs incorporado encontró que en el caso de las rocas fosfatadas la eficiencia incorporando el material al suelo, aumentaba al doble, hecho apoyado por Alstan y Chin, y Doll et al., citados por dicho autor.

II. 4. Efecto residual de la fertilización fosfatada

II. 4.1. Introducción

Hay muchos suelos deficientes en fósforo pero esta no es la única razón para continuar con el uso de fertilizantes fosfatados. Si solo fuera para subsanar deficiencia, bastaría con una adecuada aplicación y pequeñas refertilizaciones de acuerdo a la extracción de los cultivos.

Las aplicaciones de fertilizantes fosfatados no son totalmente eficientes y si bien aplicaciones previas de fósforo tienen valor, son menos eficientes que aplicaciones frescas, en virtud de los mecanismos de retrogradación del fósforo por parte del suelo.

En esta sección, se hará referencia a la pérdida de eficiencia de aplicaciones previas, mecanismos implicados, y algunos aspectos sobre la eficiencia de las refertilizaciones.

II. 4.2. Factores que determinan la disminución de la disponibilidad del fósforo aplicado en el suelo

Uno de estos factores es la remoción del fósforo por parte de productos agrícolas variando desde prácticamente nada en la producción de lana (Hilder) hasta 60 kg de P₂O₅/ha/año en alfalfa bajo riego, corte y extracción del material (Leaner) siendo para las condiciones australianas de producción, con altas tasas

de fertilizaciones fosfatadas la tasa de recuperación de fósforo aplicado aprox. 20% según los resultado del estudio de Gilfford et al., citados por Barrow op cit..

Las perdidas por lixiviación y erosión se podría decir que son escasas o nulas salvo en suelos arenosos con bajo poder buffer y en presencia de abundantes precipitaciones (Neller et al.; Mattingly ; Ozanne & Shaw) citados por Barrow (1980).

La pérdida por erosión va a estar fundamentalmente regida por la presencia de erosión del suelo, caso en el cual la pérdida de fósforo seria importante por características de la dinámica del fósforo hace que la mayor parte de este se encuentra en superficie (Ozanne, citado por Hay et al., (1982); y Guillingham et al., (1980).

La mineralización de fósforo orgánico es considerado poco relevante salvo en condiciones de aplicaciones bajas y en suelos con bajos pH del orden de 4.5 o menos (Oniani et al., citados por Barrow, (1980)).

No obstante, el proceso de pérdida más relevante en condiciones de producción con el uso de fertilizantes es la retención de fósforo por parte del suelo y su pasaje con el tiempo a formas químicas cada vez menos disponibles para las plantas. Este proceso varía en intensidad de acuerdo a una serie de factores como tipo de suelo , características del fertilizante agregado (tipo de fuente, forma de aplicación,granulación) y el factor tiempo.

II. 4.2.1. Tipo de suelo.

Larsen et al., encontraron que la única propiedad correlacionada con la tasa de cambio del fósforo en el suelo era la acidez del suelo (Citado por Barrow 1980). Dicho autor en este punto indica que la eficiencia relativa del fósforo desciende mas rápidamente en suelos de alto poder buffer y que no se debe descartar la hipótesis de las posibles diferencias asociadas con la naturaleza de la superficie de absorción presente se deba a las distintas proporciones de Fe y Al.

Ibrahim et al., (1982), estudiando la forma involucradas en la adsorción de fósforo aplicado en cobertura observaron que el tipo de suelo, sus componentes y propiedades eran piezas claves.

Hughes y Gilkes, (1986), observaron lo mismo estudiando suelos de zonas tropicales y afirman que desde el punto de vista del suelo los compuestos de Fe y Al son fundamentales.

Baethgen y col.,(1981), encontraron resultados un tanto contradictorios y fue una ausencia de respuesta a la refertilización en un ensayo de alfalfa en un Brunosol éutrico típico, atribuyéndose los resultados principalmente al bajo poder fijador del suelo así como las características radicales de la alfalfa. Los mismos autores citan en su trabajo resultados muy similares y también atribuidos a una especialmente baja capacidad de fijación de los suelos (Holfard y Gleeson 1976). Arocena et al., (1981), Fox y Kamprath, citados

por Porcile y Leites, (1983), Kanaba y Gilkes 1987, citan resultados similares a los de Baethgen y Col 1981.

Escudero y Moron (1979), en su trabajo sobre los factores que afectan la fijación de fósforo en el suelo hacen énfasis primeramente en el efecto del hierro y de las arcillas y Al en segundo lugar. Estos autores realizaron una caracterización de los suelos de nuestro país de acuerdo a la capacidad de fijación de fósforo.

El grupo de alta fijación comprende en general a suelos pesados (mas de 24% arcillas) con altos contenidos de oxidos de Fe (0,77 a 5,7%) y aluminio intercambiable (3-1,9 mq). El segundo grupo, de fijación media son el grupo de los suelos con características intermedias, un promedio de 27% de arcilla bajo contenido de oxidos de Fe (0-1,92%) y aquellos suelos arenosos con algún contenido de Al.

II. 4.2.2. Características del fertilizante.

II. 4.2.2.1. Tipo de fuente.

El tipo de fuente es unos de los factores que podría influir en la modalidad del fósforo aplicado, por tener el suelo propiedades y efectos tan diferentes en una u otra fuente de fósforo, refiriéndose a fuentes solubles e insolubles.

Rajan et al. (1986), estudiando la eficiencia de varias rocas fosfatadas vs.superfosfato en un suelo cuyo ph era 5,4 durante 5 años con una pastura de raygrass perenne,

trébol blanco y trébol subterráneo, no encontraron diferencias en producción de forraje entre los distintos tratamientos, pero en los resultados indican que las rocas fosfatadas tienen un considerable efecto residual, mayores que el superfosfato como para mantener el suministro de fósforo por lo menos dos años después. Este mismo hecho es corroborado por el mismo autor y col. en 1991 y por Mackay (1987).

Rajan y Upsdell (1981), estudiaron la eficiencia relativa de varias rocas fosfatadas molidas y granuladas contra superfosfato en un suelo con PH 5,2 y alto poder fijador, encontrando que las fuentes insolubles tenían una mayor eficiencia. Aparentemente la mayor eficiencia de las rocas fosfatadas a bajas dosis con respecto al superfosfato se debe a que este reacciona rápidamente con el suelo, pasando de formas metaestables del suelo a formas más estables también de forma rápida. Al poco tiempo es de suponer que casi todo el fósforo este adsorbido por las coloides del suelo, lo cual provocaría una disminución de la disponibilidad por parte de las plantas. En contraste, las rocas fosfatadas se disolverán lentamente, liberando el fósforo y manteniendo un constante suplemento de fósforo para las plantas.

Posteriores estudios demostraron que la mayoría del fósforo adsorbido por las plantas provienen directamente de la liberación por parte de la roca y no de la remoción de las coloides del suelo.

Yeates et al. (1981), sostienen que si bien las fuentes insolubles tienen un buen comportamiento en la residualidad requieren de un muy bajo pH para ello.

A nivel nacional tanto Cerveñasky et al. (1983), como Aliall et al. (1986) no encontraron diferencias en cuanto a la residualidad según fuente de fósforo aplicado, cabe notar que tampoco hubo respuestas a dicho efecto en rendimiento (ms/ha).

II. 4.2.2.2. Granulación.

La mayoría de los fertilizantes fosfatados solubles se aplican en forma de granulado por su facilidad de manejo y no ofreciendo además mayores controversias por ser en general de rápida disolución, bastando solamente con la humedad del suelo.

Por otra parte Williams (1971), estudiando las reacciones del superfosfato aplicado en superficie, su movilización y efecto del tamaño de partícula, observó que el tamaño óptimo de gránulo en una amplia gama de suelos es entre 2-5 mm. En suelos calcáreos no se debería incrementar el tamaño para evitar el aumento de la retención de fósforo cerca del sitio de disolución del gránulo. Por último en suelos ácidos o en la instalación de pasturas es más adecuada la aplicación de fósforo en partículas más grandes.

Rajan et al. (1981), observaron que el hecho de granular las rocas fosfatadas reducía su eficiencia por una reducción del área de contacto con el suelo y por ende,

disminuye su superficie de reacción. Lo mismo fue observado por Bolland y Gilkes (1989), los cuales encontraron que las fosforitas molidas tenían una eficiencia que oscilaba entre 1,5 y 2 veces más que el mismo material granulado.

II. 4.2.2.3. Forma de aplicación.

La publicación norteamericana (EE.UU-Canadá) "Phosphorous for Agriculture" menciona los métodos más comunes de aplicación de fósforo en los cultivos. Las aplicaciones al voleo previo a la siembra y el posterior mezclado con el suelo provee la mas uniforme distribución del fertilizante en el suelo pero puede ser un método inadecuado para suelos fijadores. Este tipo de aplicación de fertilizantes, se adecua mucho a cultivos de granos chicos (por ej. trigo), altas densidades de siembra y para refertilizaciones de pasturas.

El otro método, con algunas variantes, es la aplicación en bandas siendo las variantes, aplicar el fertilizante antes de la siembra y mezclado posterior, aplicarlo en profundidad y aplicarlo cerca de la semilla a la siembra. Las ventajas de estos métodos se dan en suelos muy fijadores, dosis de fósforo bajas, escaso vigor inicial de los cultivos o distancia entre hileras muy grandes.

Woodhouse (1956), estudió la localización del fósforo entre otras cosas con dos mezclas de pasturas (gramíneas y leguminosas) durante tres años.

Los tratamientos de localización fueron en cobertura,

localizado sobre el "piso de arada" o sea debajo de la capa arable y mezclado con esta. Hubo un efecto marcado, sobre todo el primer año, verificando un menor rendimiento en la aplicación en cobertura. Teniendo en cuenta el lento movimiento del fósforo dentro del suelo y las condiciones del experimento (períodos secos sobre todo afectando las porciones superiores) es difícil explicar la ausencia de diferencias en los años dos y tres. La explicación más coherente parece ser que las plantas en este caso fueron capaces de absorber suficiente fósforo en los períodos de humedad como para desarrollarse normalmente sin restricciones.

A su vez al ser el suelo en cuestión de bajo poder fijador no hubo efectos negativos aparentes del mezclado.

Alston et al. (1974), estudiaron los efectos de la profundidad de mezclado de fertilizantes fosfatados (superfosfato y roca fosfatada), variando la profundidad entre 1,5 y 10 cm, en suelos arenosos y fijadores de fósforo. En el caso del superfosfato no hubo diferencias mientras que en el caso de las rocas fosfatadas al aumentar la profundidad de mezclado aumentaba el rendimiento, el peso de las raíces y su distribución en el perfil.

Black (1968), reportó una relativa ineficiencia de las aplicaciones superficiales de fuentes insolubles de fósforo pues considera que una mínima parte del fósforo puede pasar al perfil del suelo por la acción del agua de lluvia.

Bolland (1987), estudiando la eficiencia de diferentes fuentes fosfatadas tanto en cobertura como incorporada en dos suelos arenosos concluye que el superfosfato fue considerablemente mas eficiente siempre, aunque su eficiencia disminuía un 20% con la incorporación mientras que la eficiencia de las rocas fosfatadas aumentaba al doble con la incorporación. Resultados similares fueron obtenidos por Khasawsich y Doll reportados por Yeates et al., (1987).

II. 4.2.2.3. Factor tiempo.

Cuando el gránulo de fertilizante se coloca en el suelo y reacciona con este se distinguen tres zonas. La zona central conteniendo el residuo del fertilizante, una segunda zona donde se encuentran una serie de precipitados del fósforo del fertilizante con iones de Ca, Fe y Al y la última zona donde las concentraciones de fósforo son menores, encontrándose el fósforo en reacciones de tipo adsorción con los componentes del suelo, como átomo superficial de dichos componentes. En suelos calcáreos cobran importancia las reacciones con CaCO_3 , como observó Mattingly, según Barrow (1980).

En todos estas reacciones están involucrados numerosos factores y entre ellos el tiempo. Cuando se agrega fósforo al suelo ocurren una serie de reacciones rápidas de adsorción de fósforo y otras series de reacciones mas lentas.

Devine et al., citado por Barrow (1980), midiendo la eficiencia del superfosfato simple relativo a aplicaciones frescas del mismo fertilizante encuentra que al cabo de un año la eficiencia era 58%, el segundo año 38% y el tercer año 20%.

Baethgen et al., (1981), observan una disminución del fósforo disponible en el suelo para las plantas y que había una relación lineal y directamente proporcional a la cantidad de fósforo agregado a lo largo de 4 años.

Allial et al., (1986), estudiando el efecto de la fertilización fosfatada en pasturas, observaron que el efecto residual del fósforo era bajo en el primer año y nulo luego de dos años.

Nguyen et al., (1987), estudiando el efecto de la fertilización y las refertilizaciones en pasturas, encontraron que los niveles de producción y fósforo en las plantas decae bruscamente con el tiempo.

II. 5. Evaluación de fuentes de fósforo para pasturas

II. 5.1. Tipos de fuentes: solubles e insolubles

Las fuentes solubles de fósforo han sido históricamente preferidas en la agricultura tanto productora de granos como de forraje. Si bien se reconoce la importancia de la solubilidad en agua del fósforo presente en los fertilizantes no se ha llegado a un acuerdo de que proporción debería ser (Phosphorus for Agriculture, 1988)

En general se menciona una superioridad de las fuentes fosfatadas solubles en la producción de forraje por kilogramo de material aplicado.

Sin embargo Rajan y Upsdell (1981), estudiando las fertilizaciones fosfatadas con fuentes solubles vs insolubles en suelos con PH 5,2 y alta capacidad de fijar fósforo encontraron que el superfosfato era menos eficiente para producir forraje y que se debía a la rápida reacción del fósforo soluble con el suelo y su fijación, parando a productos estables con el suelo no disponible para las plantas.

Gho y Condrón (1989), estudiando la disponibilidad de fósforo en el suelo por fertilizaciones anteriores con superfosfato observaron que las plantas fueron incapaces de abastecerse con todo el fósforo que requerían, a partir del fósforo del suelo, lo cual confirma la disminución del fósforo aportado por esta fuente (soluble) en el suelo y su efecto en la producción.

En el caso de el uso de fuentes solubles en muchos suelos requiere de una asidua reposición.

Nguyen et al., (1989), realizaron unos estudios en base a fertilizaciones y refertilizaciones fosfatadas con fuentes solubles en pasturas trébol blanco y ryegrass. Concluyeron que a estados iniciales del desarrollo de la pastura las diferencias en fósforo se traducen en restricciones en la producción y en incipientes enmalezamientos. Las aplicaciones de fertilizantes fosfatados no solo incrementan las producciones de ms/ha sino también mantienen una alta calidad de forraje, especialmente durante el verano y la primavera. Aplicaciones de superfosfato en cantidades de 21 a 24 kg por Há aproximadamente son suficientes para mantener una producción del 90% del máximo.

La utilización a nivel económico de fosfatos de rocas como fuente de fertilizante fosfatado determinado por su menor costo así como su buen comportamiento en determinadas situaciones, es una práctica que se remonta por varias décadas atrás. Países como Nueva Zelandia y Australia son quizá los vanguardistas en este aspecto por sus particulares situaciones ambientales y socio económicas.

Si bien las rocas fosfatadas tienen como característica común de ser materiales con poco fósforo soluble en agua, esta proporción y el contenido de fósforo total varía considerablemente según el tipo y origen de la roca, la cual debe tenerse en cuenta.

Según la publicación "Phosphorous for Agriculture", Marruecos tiene las mayores reservas mundiales, seguido por Sud-Africa, USA, ex URSS y China. La producción mundial de rocas fosfatadas es alrededor de 160 millones de toneladas por año, siendo USA, ex URSS y Marruecos los que proveen 2/3 de dicha producción.

Una estimación primaria indicaría que con este tasa de extracción anual las existencias actuales durarían unos 100 años.

Se han llevado a cabo un número infinito de experiencias, evaluación de las rocas fosfatadas en cuanto a su comportamiento o eficiencia en producción de forraje donde se ha visto que el tipo de roca y el tipo de suelo así como el clima son factores determinantes de ese comportamiento.

Por otro lado casi sin excepción el comportamiento de las rocas fosfatadas se encuentra contrapuesto al comportamiento de fuentes solubles que se usan como testigo.

II. 5.2. Comparación de fuentes y dosis

Todos los fertilizantes fosfatados provienen de rocas fosfatadas de yacimientos minerales a los cuales se les trata con ácidos para darles solubilidad en agua y así el fósforo sería disuelto en el suelo y disponible para las plantas con la sola acción de la humedad del suelo y/o el agua proveniente de las precipitaciones. Este proceso de acidulación de las rocas fosfatadas requiere de instalaciones fabriles y de movilización de grandes

volúmenes de material con un alto costo energético, costo que se transfiere a los cultivos y por consiguiente a los productos agrícolas. Es entonces que aprovechando el hecho de que numerosos suelos del mundo y del Uruguay poseen bajos pH y una acidez capaz de disolver las rocas fosfatadas y liberar el fósforo que numerosos investigadores han orientado sus esfuerzos en el estudio y conocimiento de tales procesos.

Numerosos autores que han estudiado las eficiencias relativas de fuentes solubles vs fuentes insolubles en producción de forraje se han pronunciado a favor de las primeras (Rajan et al., (1981); Bolland et al., (1982); Yeates et al., (1987); Bolland (1987); Menon et al., (1990); Bolland et al (1991)). Otros autores, o en situaciones contrastantes, sostienen que no hay diferencias o incluso son más eficientes las rocas fosfatadas molidas como fertilizantes (Backwith et al., (1987); Allial y Duque (1986); Cerveñasky y Da Rosa (1983); Balon et al., (1940); Rajan et al., (1981), Mackay et al., (1984); Rajan et al., (1991).

Bolland et al., (1991), estudiaron la eficiencia de utilización de fertilizantes fosfatadas en rotaciones de cultivos y pasturas en el oeste australiano evaluando rendimientos en grano, forraje, contenido de fósforo, etc. En todos los casos los tratamientos con superfosfato fueron superiores a las fosforitas, superioridad que oscilaba entre el doble y siete veces mas en favor del superfosfato.

Rajan et al., (1991), estudiando la eficiencia relativa de una roca fosfatada peruana observaron que si bien el superfosfato era mas eficiente, en los suelos utilizados, de PH ácido y gran poder fijador, la eficiencia relativa de la fosforita aumentara con el tiempo (años 2 y 3). Además verificaron un brusco descenso del fósforo en solución en aplicaciones de superfosfato mientras que en las aplicaciones de roca fosfatada encontraron las mismas concentraciones de fósforo un mes después de la aplicación.

Yeates et al., (1987), en el estudio de la eficiencia de tres rocas fosfatadas vieron que ninguna apatita fue una efectiva fuente de fósforo comparado con el superfosfato, siendo en todos los casos menor del 30% y disminuyendo al aumentar las dosis y el pH. Los autores atribuyen la baja eficiencia a la aplicación en cobertura y al alto pH en superficie, lo cual es mencionado por Khosawmch y Doll citado por los autores, como uno de los limitantes de las aplicaciones de fosforitas y que a su vez el incorporado al suelo aumenta mucho la eficiencia.

Bolland op cit., estudiando la eficiencia del superfosfato y diferentes roca fosfatadas aplicadas tanto en cobertura como incorporadas en pasturas de trébol subterráneo en suelos arenosos, obtuvo como resultado que la eficiencia de las rocas fosfatadas era en un sitio un 15% en cobertura y un 30% incorporado, y en el otro sitio fue un 20% en cobertura y un 40% incorporado. Aquí se puede apreciar la gran importancia para aumentar la eficiencia de las fosforitas que en su incorporación hecho mencionado además por Alston y

Qüenas, Doll et al., citados en este trabajo. Por otra parte el autor concluye que aun incorporando la fosforita, ésta no sería una opción de sustituto para el superfosfato en dichos suelos.

Mackay et al., (1984), en un experimento que duró 3 años, probando una roca fosfatada en 4 suelos contrastantes sobre pasturas permanentes contra superfosfato, tomando como base un año la fosforita muestra una eficiencia similar en los cuatro sitios. En dos de los sitios evaluados la aplicación de fosforita mostró un gran efecto residual al tercer año. Los resultados de esta experiencia junto con lo obtenido por Mackay et al., (1980), mencionado en este trabajo indica que las fosforitas son una opción potencial real en aplicaciones directas como fertilizantes fosfatados sobre todo cuando el fin es mantener un cierto nivel de fósforo en el suelo.

Backwith et al. op cit. estudiaron la eficiencia de una roca fosfatada comparada con superfosfato a lo largo de 7 años y en varios sitios. En algunos sitios el fertilizante proveniente de la roca molida fue igual de eficiente que el superfosfato y en otros sitios fue menos, casi la mitad pero cabe destacar que la disminución de la eficiencia de la roca molida se daba en suelos con altas deficiencias de fósforo.

Rajan et al., (1981), comparando superfosfato, roca fosfato molida y roca fosfatada molida pero semi granulada aplicada a tres milímetros de profundidad en un suelo con PH 5.2 y alta capacidad fijadora encontraron que:

- a) en estas condiciones para las dosis necesarias

para obtener el 77% del rendimiento máximo las fosforitas fueron mas eficientes que el superfosfato, no siendo así con las dosis para obtener el 90% del rendimiento máximo.

- b) el hecho de granular la roca fosfatada reduce su eficiencia pero que facilita mucho su aplicación.

Cerveñansky y da Rosa (1983), en un suelo con PH 5,5 con un porcentaje de saturación en bases del 75% y un contenido de oxidos de hierro de 0,35% en el horizonte A en una pradera de raygrass , trébol blanco y lotus detectaron una escasa diferencia entre fuentes de fósforo (superfosfato vs fosforita) en rendimiento de ms/há, mientras que hubo una leve superioridad en la acumulación de P en las plantas con altas dosis de superfosfato. Aparentemente la ausencia de diferencias entre dosis se daría por el gran poder fijador de este suelo, su bajo PH y la mayor eficiencia de la fosforita al aplicarla en polvo. Por encima de 40 kg P₂O₅/há no se justifica la aplicación de fósforo pues el incremento de forraje es muy reducido.

Morón et al., citado por estos autores obtuvo los siguientes datos midiendo la eficiencia relativa de la fosforita contra el superfosfato al cabo de un año; observaron diferentes valores según el tipo de suelo y PH de los mismos.

Cuadro No.2 Eficiencia de la fosforita en polvo (hiperfosfato).

SUELO	|	PRIMER AÑO
Planosol	|	90(alta cap. fijadora)
Pradera Arenosa	|	89
Pradera Parda	|	59
Gley Húmico	|	74
Vertisol	|	41
<hr/>		
Promedio	|	70,6

Allial et al., (1986), en un Vertisol rúptico cuyo PH en H₂O era 6.3 y 3.8% materia orgánica, con una mezcla forrajera de trébol blanco, lotus y raygrass no encontraron diferencias a considerar entre las fuentes de fósforo empleadas en los dos años evaluados en producción de ms/ha, ni en absorción de fósforo, ni en porcentaje de fósforo a nivel foliar.

Crush et al., mencionado por Allial et al., op cit., evaluaron el comportamiento de una mezcla de trébol blanco, trébol subterráneo y festuca sembrados sobre diversos suelos con los siguientes tratamientos:

- a) dos fuentes de fósforo (soluble e insoluble)
- b) con y sin refertilizaciones.

Los suelos estaban en un rango de PH de 5, 6 o 6.2, con un contenido de fósforo de 5.8 a 11.8 ppm. Las eficiencias relativas de la fosforita frente al superfosfato presentan valores desde 32% a 110%. Todos los valores se ubican por debajo de 100% excepto un caso (110%) que se dio en una pradera arenosa sobre cretácico con bajos valores de pH y materia orgánica.

Menon et al. op cit., llevaron a cabo un estudio sobre la eficiencia relativa de dos rocas fosfatadas molidas mezcladas y granuladas con supertriple de manera que la mezcla posea el 50% del fósforo soluble comparando a su vez dichas rocas con un tratamiento de oxidación parcial (50% fósforo soluble) y con superfosfato triple no encontrando diferencias entre estos tres tratamientos pero si con las rocas molidas las cuales fueron la mitad menos eficientes aun cuando el suelo tenía PH 4.5. Estos autores resaltan la importancia que pueden ser las mezclas de las fosforitas con fuentes de fósforo soluble en agua o en su defecto una parcial acidulación.

Bolan et al., (1990), citan que contrariamente a sus resultados en Australia, en Nueva Zelandia las fosforitas son tan eficientes como el superfosfato como fuente de fósforo para las plantas debido a las características de los suelos (PH mas bajos, mayor poder buffer, mayores niveles de fósforo iniciales) y el clima (más precipitaciones y menor incidencia de períodos secas)

Esta idea es compartido por Rajan et al., (1981), el cual agrega que las fosforitas molidas se adecuarían a situaciones de suelos fijadores y con bajos requerimientos de fósforo y por Blackwith et al., (1986) y Bolland et al., (1991), que recomiendan dicha fuente de fósforo para situaciones de baja deficiencia de fósforo.

II. 6. Variación estacional del fósforo

Kuo y Jellin (1987), estudiaron la variación estacional del fósforo soluble en agua observando que el contenido era menor en el periodo primavera-verano y máximo en otoño-invierno, patrón de comportamiento corroborado por el trabajo de Saunders et al., (1971); Nyborg et al., (1992).

Kuo et al., (1987), encontraron altas y negativas correlaciones entre el pH del suelo, el contenido de NO₃ y el contenido de fósforo soluble del suelo, siendo además posible que la aplicación de fertilizantes nitrogenados reduzca el contenido de fósforo soluble.

Gorbauchen, Weaver y Forcella citados por los autores anteriores reportan el mismo hecho.

Según Saunders y Metson (1971), no hay indicios de una posible acumulación de fósforo al final del invierno o al inicio de la primavera, que pudiera explicar la alta tasa de absorción de fósforo de las pasturas en primavera y las bajas respuestas relativas a fertilizantes con fósforo que se verifican en esa estación.

La rápida tasa de mineralización de materia orgánica del suelo, mostrada claramente por la alta disponibilidad de nitrógeno en primavera, haría que se libere fósforo el cual podría ser junto al aportado por fracción inorgánica del suelo, suficientes para mantener las altas tasas de crecimiento.

En verano los esporádicos déficits de agua podrían hacer que parte del fósforo liberado por mineralización no fuera aprovechado por las plantas enriqueciendo la fracción de fósforo inorgánico del suelo. Mientras que en otoño y mas aun en invierno, la liberación de fósforo y nitrógeno es muy lenta así como el crecimiento de las plantas. En los países con inviernos muy fríos como Canadá donde no hay desarrollo de los cultivos se "acumularían" o verificarían los mayores tenores de fósforo disponible en el suelo (Nyborg et al., (1992), y en países con clima no tan frío, con desarrollo de cultivos invernales se darían las mayores respuestas a la fertilización fosfatada.

Según Scott y Cullen (1965) y Larsen (1968) sugieren que las fuentes de fósforo del suelo son "agotadas" en los períodos de rápido crecimiento y restablecidas en los períodos de bajo crecimiento a partir de las fuentes de menor reactividad del suelo.

II. 7. Efecto del agregado de cal en la absorción de fósforo

II. 7.1. Efecto general del encalado

El agregado de caliza o dolomita es la vía mundialmente utilizada para eliminar el efecto de la acidez, Al intercambiable y elevar el PH del suelo. La situación más corriente a nivel mundial, consiste en la incorporación de la cal previo a la siembra del cultivo, favoreciendo su mezclado con el suelo. No obstante en las situaciones de mejoramientos en cobertura, la aplicación de cal se realiza sobre el suelo, sin incorporación posterior, lo cual determina una menor intensidad de sus efectos en propiedades químicas del suelo.

La técnica de mejorar las pasturas naturales en base a la introducción de especies foráneas, fertilización y encalado en cobertura, en suelos agricolamente marginales o vírgenes, parte de la necesidad de elevar la producción pecuaria en las pasturas naturales y de suelos no laboreables (en conjunto aproximadamente el 80% de la superficie del Uruguay).

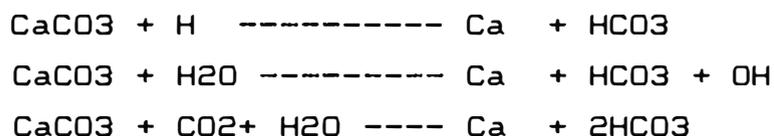
Los mecanismos a través de los cuales el carbonato de calcio reacciona con suelos ácidos es muy compleja y no se conocen aun con certeza. Algunos factores que se consideran mas importantes son: el tamaño de partícula y reactividad de la roca calcárea (según Coleman et al., 1967).

Los mismos autores plantean que el CaCO_3 reaccionaría:



siendo la tasa de reacción directamente relacionada con la tasa con la cual los iones OH son removidos de la solución. Mientras hayan suficiente iones H en la solución, la formación de iones Ca y HCO_3 seguirán incrementándose en número. En suelos ácidos la concentración de iones H en solución, depende de la tasa de hidrólisis de Al e hidróxidos de Al y Fe

Plumber, citado por Worfuinge et al., (1989), propone un modelo en el cual se establecen tres relaciones elementales como posibles que ocurran:



El calcio liberado podría participar en reacciones de intercambio catiónico y en un suelo ácido una importante reacción de intercambio podría ser:



Esta reacción de intercambio de calcio por hidrógeno podría actuar como fuente para la capacidad neutralizadora ácida de la disolución de la calcita.

Los productos de la neutralización según Coleman et al. op cit., serían : Ca y Mg intercambiable, Al(OH) y Fe(OH) si se alcanzara el PH 8,3 y la completa saturación hecho sumamente inusual. Es más, el PH raramente supera el valor de 6,5, donde si bien la mayoría de Ca y Mg se ha vuelto intercambiable y la acidez neutralizada, quedan compuestos de hidrox-Al, hidrox-Fe y Cal sin reaccionar.

Bronfield et al., (1987) en su trabajo estudiaron sobre situaciones de encalado: los efectos de la cal a largo plazo, los cambios de PH en dos sitios y durante 15 años con la cal aplicada en cobertura e incorporada a 10 cm (dosis de 3,6 y 5,6 tt/há).

En todos los casos hubo un efecto a largo plazo de la cal en el PH del suelo. Hubo aumentos de pH donde el orden de 0,37 a 0,7 unidades para suelos fuertemente ácidos y hasta 1 unidad en suelos menos ácidos.

La información revela a su vez que la cal en cobertura aumenta el pH en capas subsuperficiales, siendo el mayor aumento por supuesto en la superficie del suelo.

Parece posible el aumento del pH en profundidad (10-15 cm) de al menos 0,2 unidades, lo cual en suelos ácidos puede significar un gran descenso del Al y una mejora en el desarrollo y penetración radicular.

Los autores confirmaron en una comparación de perfiles que 3,55 ton/há de cal luego de seis años de aplicarse en cobertura aumenta mas el PH que 1,7 tan incorporados en los 10 cm superiores del suelo.

Por otra parte Woodhouse (1956), comparando aplicaciones de cal en cobertura, mezclada con la capa arada y colocada debajo de la capa arada en suelos limo-arenosos, vio que el máximo rendimiento se logra con la cal incorporada y mezclada, siguiéndole por el tratamiento de cal localizado debajo de la capa arada y por último la aplicación en cobertura fue apenas mejor que el tratamiento testigo.

Edmedades et al., (1984), estudiando efectos del encalado en suelos franco-arcillosos cuyo pH variaba entre 5,2 y 5,4 observaron que los mayores incrementos en producción ocurrían a dosis bajas del orden de 1,25 ton/há, no siendo predecibles sus efectos en gramíneas o leguminosas ya que en algunos sitios favorece el crecimiento de las leguminosas y en otros el crecimiento de las gramíneas.

Edmedades y un grupo de colaboradores en 1984 tomaron una gran diversidad y número de experimentos con el propósito de aclarar ciertos puntos sobre el tema encalado y fertilización fosfatada, temas ambos dos con diversas opiniones y controversias dentro de los investigadores de Nueva Zelandia.

Aparentemente una aplicación de cal en cobertura tomaría por lo menos un año en hacer el máximo efecto en el PH del suelo y afectar la producción de la pastura.

La mayor respuesta relativa al encalado ocurre en verano u otoño y las menores respuestas e incluso respuestas negativas en primavera lo cual es corroborado por Rowe, citado por Shannon et al., (1984).

Woodcock y Elliot citados también por Shannon et al. op cit., aportan la misma idea sobre el efecto del encalado que aunque se tiene poca evidencia experimental para explicar esa variación estacional. Esta variación estacional se la atribuyen a:

- 1) cambios en la composición botánica y por ende en la estacionalidad de la oferta forrajera,

2) como es reconocido el Al inhibe el crecimiento radicular por lo cual si la cal corrige ese limitante se incrementaría el volumen radicular, explicando así los incrementos en crecimiento y producción en periodos de stress hidrico como es el verano y no se vería reflejado en periodos de buena disponibilidad de agua y nutrientes como es la primavera.

Shannon et al. op cit., concluyen que las mayores respuestas se dan en verano y otoño, épocas donde la producción de forraje es crítica y donde a su vez se han subestimado en el pasado los efectos de la cal.

II. 7.2. Efecto en la disponibilidad del fósforo del suelo y del fósforo agregado

El encalado, la aplicación de cantidades importantes de carbonato de calcio al suelo altera el medio ambiente de al menos la porción superior del suelo si no se ha incorporado.

Robson et al., (1970), encontró que el Ca aumenta la absorción de fósforo en las plantas por un efecto directo en los sitios de absorción de las raíces.

Edmedades et al., (1985), sugieren que el encalado y su efecto relativo depende del grado de acidez del suelo. Cuando el PH es menor a 5, donde la toxicidad del aluminio es importante, es cuando se reportan las mayores respuestas al encalado mientras que cuando el PH se ubica entre 5 y 5.8 los efectos no son tan espectaculares (0-10%). A su vez en estos casos donde el agregado de nutrientes como el fósforo es prioritario, se obtienen respuestas de hasta el 100% en producción con el solo aporte del mismo.

Estos mismos autores sostienen en el tema "efecto de la Cal en la disponibilidad de otros nutrientes" , que si bien la popular opinión de que la cal hace mas disponible el fósforo del suelo es valida, hay evidencias de casos que revelan lo contrario. De todos modos debe quedar claro que la cal en si misma no es un sustituto del fósforo cuando este es deficitario en el suelo.

Crisanto-Herrero et al., (1986), estudiando el efecto del encalado en suelos ácidos de España concluyeron que en aquellos con bajos niveles de fósforo, el encalado aumenta la disponibilidad de fósforo y los rendimientos por parte de las plantas , salvo a dosis de Cal muy altas donde se verifica la precipitación de fósforo como fosfato de calcio.

Curtin et al. (1985), estudiaron los efectos del encalado en la química del suelo y el crecimiento de las plantas. Estos autores observan que con la adición de carbonato de calcio se aumenta el PH, la concentración de Ca, reduciéndose a su vez los contenidos de Mg, K,

N, Si, y Mo. El Mg, K y N probablemente disminuyan por una mayor absorción de las plantas, el Si sea absorbido en mayor medida por los constituyentes del suelo y el Mg precipite como óxido de Mg.

Otros efectos del encalado es el aumento notable del contenido de Al en las formas orgánicas, disminuyendo los niveles de dicho elemento en las formas inorgánicas, mejora la actividad microbiana y la mineralización del nitrógeno.

Barrow (1965) estudiando los efectos del encalado, también encontró que los incrementos en la mineralización de nitrógeno sería uno de los efectos más importantes a tener en cuenta por su magnitud y respuesta en producción, sobre todo por parte de las gramíneas.

Myers et al., (1988), estudiando la dinámica del Mg intercambiable frente al encalado concluyendo que hay un leve aumento del Mg disponible (hasta PH 6) siendo las causas: 1)- aumento de la actividad microbiana 2)- el Ca tiene absorción preferencial frente al Mg, forzando a este a sitios de menor energía de retención y estar más accesible. Además estos autores sostienen que al elevar más aún el PH, el Al precipita como polímeros amorfos fijando gran cantidad de Mg y restringiendo su disponibilidad por parte de las plantas.

Bailey et al., (1976), tomaron tres sitios realizando ensayos de encalado en cobertura durante dos años. Estos autores en su revisión bibliográfica sobre el tema "fósforo", específicamente sobre si el encalado aumenta

o no su disponibilidad, mencionan muchos autores con aseveraciones contrarias. Por ejemplo, Fox et al., (1962); Singh et al., (1970); Pearson et al., (1968); Mahapatra (1969), sostienen que aumenta, Neller (1953); Aslyng (1954); Olsen (1973), sostienen lo contrario. Las conclusiones de este ensayo fueron entre otras, que el encalado tiene un efecto en el aumento del "fósforo soluble en agua" no existiendo diferencias en los contenidos de fósforo de la biomasa de las plantas.

Perrot et al., (1989), investigando el efecto del encalado en la disponibilidad de fósforo sostiene que el hecho de encalar algunos suelos permite reducir la fertilización fosfatada por una mayor liberación de fósforo desde el suelo.

Mansell et al., citado por los autores anteriores, sostienen que en experiencias de encalado se ha observado un aumento marcado del fósforo bajo forma orgánica hecho que no se ha reflejado en una mayor producción de materia seca por unidad de área.

Floate et al., (1991), estudiaron el efecto del encalado y fertilización fosfatada en las propiedades químicas del suelo en cuatro sitios durante cinco años. En cuanto al pH, este se elevó entre 0,6 y 0,8 unidades manteniéndose en ese rango a la larga del periodo. Cabe destacar que estos autores estudiaron la posibilidad de encontrar interacción fósforo-cal, no encontrándola en ningún caso.

Rhue y Hensel (1983), en experiencias de encalado con dolomita, usando tres dosis (2240, 4480, 8960 kg/há) observaron que el primer año los mayores rendimientos se verificaron con la dosis mas baja (pH 5,8). En el segundo año la disponibilidad de fósforo disminuía al aumentar la dosis de encalado (mayor a 2240 kg/há) pero no había diferencias significativas de rendimiento. Como conclusión se plantea que a pH mayores a 5,5 disminuye la disponibilidad de fósforo debiéndose suministrarse en forma "extra".

III. MATERIALES Y METODOS

III. 1. Sitios experimentales

Los ensayos analizados en el presente trabajo se instalaron en dos suelos representativos desde el punto de vista de mejoramientos forrajeros del departamento de Cerro Largo. Las características principales de dichos suelos se mencionan a continuación.

Sitio 1

Corresponde a un Brunosol subéutrico lúvico (típico) desarrollado sobre sedimentos limosos de la formación Yaguarí. Es un suelo de textura media (franco arcillo arenoso) con 33 cm. de profundidad de horizonte A, de media a alta diferenciación textural. La ubicación del ensayo fue en el predio de un productor (Sr. Vieira), sobre camino vecinal al Sur del km. 409 de la ruta 26 (localidad de Bañados de Medina).

Sitio 2

Corresponde a un Luvisol melánico álbico, desarrollado a partir de sedimentos arenosos de la formación Yaguarí. Es un suelo de textura liviana (franco arenoso), con una gran profundidad de horizonte A (más de un metro). El ensayo también se realizó en el predio de un productor (Sr. Lizazuain), ubicado sobre el km. 35 de la ruta 44 (localidad Zapallar).

Las principales propiedades químicas de estos suelos se indican en el siguiente cuadro, para los primeros 15 cm. de suelo

Cuadro No.3 Caracterización química de los suelos de los sitios 1 y 2.

	pH		% MO.	ppm P		Ca	Mg	meq./100 grs		Ph7
	H2O	KCl		Bray	I			K	Ac.Tit.	
Br.1	5.8	4.7	5.3	7.2	1	9.6	2.3	0.5	4.10	
Lu.1	5.4	4.4	2.6	5.4	1	1.9	0.7	0.2	2.51	

Ambos sitios corresponden a situaciones de campo natural sin fertilizaciones previas.

III. 2. Diseño experimental

En ambos sitios el diseño experimental fue de parcelas al azar en bloques perpendiculares a la mayor pendiente del terreno. Las parcelas tenían un tamaño de 5 por 3 mts.

III. 3. Tratamientos

Los ensayos fueron instalados en el año 1989 con 13 tratamientos, que incluyeron diferentes dosis y fuentes de fósforo, algunos tratamientos con encalado, nitrógeno

o micronutrientes. En el año 1990 se refertilizaron algunos tratamientos con lo cual su número se incrementó a 21. En el tercer año (1991) también se evaluaron 21 tratamientos. El detalle de cada tratamiento se indica en el cuadro No. 59.

Cuadro No.4 Tratamientos empleados en los ensayos

Instalación			Refertilización	
Dosis P205/Há	Fuente de P	Tratam. Accesorio	Dosis P205/Há	Fuente de P
0 x	-	-	-	-
30 x	S	-	30	S
60	S	-	-	-
60	S	-	30	S
60	S	-	30	H
90	S	-	30	S
240	S	-	120	S
30	H	-	-	-
30	H	-	30	S
30	H	-	30	H
60	ST	-	30	ST
30	S	C	-	-
30	S	C	30	S
60	S	C	-	-
60	S	C	30	S
60	S	M	30	S
30 x	S	CNN	30	S
0 x	-	CN	-	-

A los efectos de estudiar la respuesta a fósforo se establecieron 5 niveles de fósforo a la instalación: 0, 30, 60, 90 y 240 Kg. de P205/Há. como superfosfato. La

dosis de 240 Kg. P₂O₅/Há. se estableció con el criterio de tener un tratamiento con fósforo no limitante. En años siguientes, y con el mismo criterio se refertilizó con 120 Kg. de P₂O₅/Há. anualmente.

Las fuentes de fósforo utilizadas fueron superfosfato común (0-21-23-0), fosforita molida (hiperfosfato 0-12-30-0) y superfosfato triple (0-48-48-0).

Los tratamientos con encalado consistieron en el agregado de 1 ton. de caliza por Há. (calcita, con 96% de poder neutralizante).

Se instaló un tratamiento exploratorio de respuesta al agregado de micronutrientes para una dosis de 60 Kg. de P₂O₅/Há.. Los micronutrientes agregados por única vez en la instalación fueron:

- Cu: 1 Kg. de Cu/Há. como sulfato de cobre.
- Zn: 5 Kg. de Zn/Há. como sulfato de zinc.
- B: 2,5 Kg. de B/Há como borato de sodio.
- Mo: 70 grs. de Mo/Há. como molibdato de amonio.

Se estudió la respuesta del campo natural al agregado de nitrógeno y fósforo. Se aplicó una dosis básica de fósforo de 30 Kg. de P₂O₅/Há. como superfosfato común, y una dosis de 70 Kg. de N/Há. como urea (46-0-0-0) fraccionada en dos momentos: 35 Kg. en otoño y 35 Kg. a la salida del invierno. Como testigo de este tratamiento se evaluó una parcela de campo natural sin fertilizar.

Al comienzo del segundo y tercer año fueron refertilizadas algunas parcelas (tratamientos) con 30 Kg. de P₂O₅/Há., a los efectos de estudiar la respuesta a la refertilización. De la misma manera, el tratamiento con N recibía anualmente 30 Kg. de P₂O₅ y 70 Kg. de N/Há., fraccionado en los dos momentos indicados.

III. 4. Manejo de los ensayos

Los ensayos se instalaron en el otoño de 1989 realizando previo a la siembra (2 meses) la aplicación de la cal en cobertura.

Los ensayos fueron sembrados con lotus cv. San Gabriel al voleo a mano con una densidad de 15 Kg/há.

La fertilización a la siembra y las refertilizaciones en otoño 1990 y 1991 se realizaron también al voleo y en cobertura .

El manejo del primer año fue: muestreo de suelo, fertilización, siembra en otoño y un corte en el mes de diciembre (1989). Las condiciones climáticas (sequía) no permitieron realizar otros cortes.

En el segundo año se realizó un corte de limpieza y las respectivas refertilizaciones en el mes de abril, la fertilización con urea en invierno y un corte con evaluación de la producción de ms. en diciembre (1990). Nuevamente las condiciones climáticas, aunque fueron más favorables, no permitieron realizar otros cortes de evaluación.

En el tercer año (1991-1992) el manejo consistió básicamente en cinco cortes. El primero en abril del 91 se cortó pesó y muestreo el forraje, se hizo muestreo de suelos y refertilización. Luego se practicaron cuatro cortes en agosto y octubre del 91, enero y abril 92, evaluando la producción y composición de la cobertura.

III. 5. Muestreos

III. 5.1. Muestreo de suelos

Los muestreos de suelos se iniciaron a la instalación (1989), tomando muestras con calador a dos profundidades, 0 a 7.5 y de 7.5 a 15 cm. y en los años sucesivos, tomando muestras a una sola profundidad (0 a 15cm.).

En el año de la evaluación (otoño 91) se muestrearon cada uno de los 21 tratamientos en dos de los cuatro bloques, efectuando en cada caso 12 tomas por parcela.

III. 5.2. Muestreo de forraje

El muestreo de forraje se realizó en cada corte a lo largo del año de la evaluación. Para el sitio 1 se muestreo en abril 91, agosto 91, octubre 91 y abril 92 (el corte de enero 92 no fue evaluado).

Para el sitio 2 los cortes y muestreos fueron en abril, agosto, octubre 91 y en enero y abril del 92. En abril 92 se muestreo un solo bloque del sitio 2.

Previo a los cortes se determinó la composición botánica (área cubierta por lotus) por estimación visual de cada parcela.

Luego se extrajeron muestras cortando con tijera de aro tres cuadrados de cada parcela, en el caso de cortar con equipo Honda, o en el caso de cortar con equipo Agria se tomó la muestra directamente de lo cosechado.

La cosecha de forraje se realizó con un equipo Agria cuyo ancho de corte tiene 1,15 de ancho (área de corte 5.25 m².) y o con pastera Honda (área de corte 4,18 m². por parcela. El uso de uno u otro equipo se decidió en el momento de cada corte según el estado de desarrollo de la pastura.

En el momento del corte se pesó el forraje de todas las parcelas y luego se emparejó el tapiz cortando el remanente y retirando el forraje restante hacia afuera.

En el sitio 2, en otoño de 1991 se resembró con lotus por la baja frecuencia de la leguminosa en el tapiz aunque sin mucho éxito ya que el sitio no presenta casi leguminosas a lo largo de ese año de evaluación.

III. 6. Determinaciones analíticas

III. 6.1 Suelos

Primeramente todas las muestras fueron secadas al aire, molidas y tamizadas a 2mm.

Con las muestras obtenidas a la instalación se caracterizó el suelo (PH, N.O, y bases) y determino la acidez titulable.

En los restantes muestreos se determino PH y H₂O en KCl, P, K y acidez titulable.

La acidez la titulable utilizando acetato de bario 0,5N buffereado a PH 7 y posterior titulación con NaOH 0,05 N.

Las determinaciones de fósforo asimilable se realizaron por el método Bray N° 1, con desarrollo posterior del color mediante extracción del P por reducción con ácido cloroestañoso, leyendo la absorción a 660 nm.

El potasio fue extraído con acetato de amonio 1N a PH7 y posterior determinación por fotometria de llama.

Los cationes de Ca y Mg se determinaron por espectrofotometria de absorción atómica una vez extraídos del suelo con acetato de amonio 1N a PH 7.

El PH se determinó con el método potenciométrico usandose una relación suelo-agua o suelo-solución (KCl) de 1/2.5.

Por último la materia orgánica se determinó por el método "Walkley-Block" mediante oxidación por vía húmeda con dicromato de potasio 1N y valoración posterior con sal de Mohr.

III. 6.2. Forraje

Las muestras de forraje fueron separadas en las fracciones leguminosas y gramíneas, pesadas, secadas en estufas de aire forzado a 60 °C durante 48 horas; pesadas nuevamente con el fin de determinar el % de MS de cada fracción, y luego molidas.

Las muestras fueron atacadas por vía húmeda con ácido sulfúrico concentrado (10cc.) en un block de digestión de aluminio durante una hora a 350 °C. Al cabo de dicho lapso se decoloraron las muestras con perhidrol (130 vol) durante 15 minutos en el mismo block de digestión.

El nitrógeno se determinó por el método de Kjeldahl, titulando el destilado con ácido clorhídrico.

El fósforo se determinó en el extracto mediante reducción con ácido ascórbico y lectura de absorbancia a 882 nm en fotocolorímetro.

El potasio se determinó en el extracto mediante fotometría de llama.

III. 7. Análisis estadístico

Se realizó el análisis de varianza general de cada corte y el total anual, para la producción total de materia seca. Luego se realizó la partición de la suma de cuadrados de los tratamientos en contrastes ortogonales.

En algunos casos se realizó el ajuste de regresiones lineales. los resultados completos de los análisis estadísticos se indican en el apéndice, en tanto que en el texto, y a los efectos de simplificar su lectura, solo se indicaría lo imprescindible.

=====					
CODIGO	DOSIS P	FUENTE P	ACC.	REFERT.	
=====					
1	0	T	SA	NK	CNL
2	30	H	SA	NK	,30H
3	30	H	SA	RH	,30HRH
4	30	H	SA	RS	,30HRS
5	30	S	C	NK	,30SC
6	30	S	C	RS	,30SCRS
7	0	0	SA	NK	CN
8	30	S	SA	RS	,30SKS
9	60	H	SA	NK	,60H
10	60	H	SA	RH	,60HRH
11	60	H	SA	RS	,60HRS
12	60	S	C	NK	,60SC
13	60	S	C	RS	,60SCRS
14	60	S	M	RS	,60SM
15	60	S	SA	NK	,60SKH
16	60	S	SA	RH	,60SKRH
17	60	S	SA	RS	,60SKRS
18	60	Sf	SA	RSf	,60SKRSf
19	90	S	SA	RS	,90SKRS
20	240	S	SA	RS	,240SKRS
21	30	S	CNN	RS	CNN

CODIGO

15
16
17
14

C - Encalado

CN - Campo Natural

CNN - Campo natural más nitrógeno

H - Hiperfosfato

M - Micronutrientes

NK - No refertilizado

R- Refertilizados

S - Superfosfato

SA - Sin accesorios

Sf - Supertriple

T - Festigo (CN+Lotus)

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

IV. 1.1. Año de la implantación (1989), sitio 1

El año en el cual se instaló el ensayo, fue de características atípicas, fue un año extremadamente seco por las escasas precipitaciones, lo cual determino una implantación muy baja o nula de leguminosas en el tapiz.

Este año se realizo un solo corte de evaluación, en el mes de diciembre, en el cual se muestrearon solamente dos de los cuatro bloques. De todos modos se analizaron los resultados obtenidos, para evaluar el efecto de los tratamientos en la pastura nativa.

Cabe destacar la gran abundancia de leguminosas nativas (sobre todo *Adesmia* sp.). En las parcelas con altas dosis de P se observo un desarrollo importante de estas leguminosas aunque por su porte, el tipo de evaluación y muestreo realizado (corte con Honda) no se vería reflejada su contribución en los resultados, por lo menos directamente.

En términos generales se puede comentar que en este año hubo diferencias entre los tratamientos en cuanto a producción de ms/ha. como lo muestra el siguiente cuadro.

Cuadro No.5 Rendimiento promedio de ms/ha. anual según tratamiento (1989).

TRAT	KG. MS/Ha.	TRAT	KG. MS/Ha.
0	958	60 SC	1602
30 H	1113	60 SM	1869
30 SC	1316	60 S	1275
CN	831	60 ST	1606
30 S	892	90 S	1675
60 H	1032	240S	3000
		CNN	1610

El análisis de varianza realizado para la producción de ms. en función de los tratamientos dio diferencias muy significativas entre los mismos, a pesar de un C.V relativamente alto. A continuación se presenta un cuadro resumido con dicho análisis (el cuadro completo se presenta en el apéndice, Cuadro No.45).

En un contraste ortogonal realizado entre el campo natural (CN) y el resto de los tratamientos solo se verifican tendencias a diferencias entre la producción del CN y el promedio de los mejoramientos.

Cuadro No.6 Análisis de varianza de los rendimientos totales de ms. para el año 1989.

	IG.L.	Valor de F	Prob.
Bloque	1	2.62	0.13
Trat.	12	3.59	0.02
Error	12		
C.V (%)		29.72	
MS/Ha. (media)		1444.40	

IV. 1.1.1. Respuesta a los mejoramientos

Como se puede apreciar se plantean en este ensayo dos alternativas de mejoramiento de la producción y calidad de las pasturas nativas.

A estas, podríamos repartirlas en dos grupos: - 1) un grupo que se basa en la inclusión de leguminosas como elemento mejorador (capacidad de fijar N atmosférico y ser un forraje de excelente calidad); con la variante de suministrarle o no P, nutriente fundamental para ellas y mas aun en nuestros suelos carentes en su mayoría de niveles aceptables. - 2) el segundo grupo estaría integrado por el tratamiento CN + P + N (CNNP); representaría la otra opción que habría hoy en día para la producción de pasturas a través del aporte de nutrientes escasos en nuestro país como lo son el N y el P.

En la figura No.1 están representados los distintos tipos de mejoramientos, sus rendimientos en Kg. de MS/ha. y a su vez, un valor relativo al tratamiento CN. Cabe destacar que el tratamiento 240 S (P no limitante) presento una alta variabilidad entre repeticiones y dada la magnitud de su producción promedio de ms. la diferencia observada sobre el CN debe tomarse con precaución.

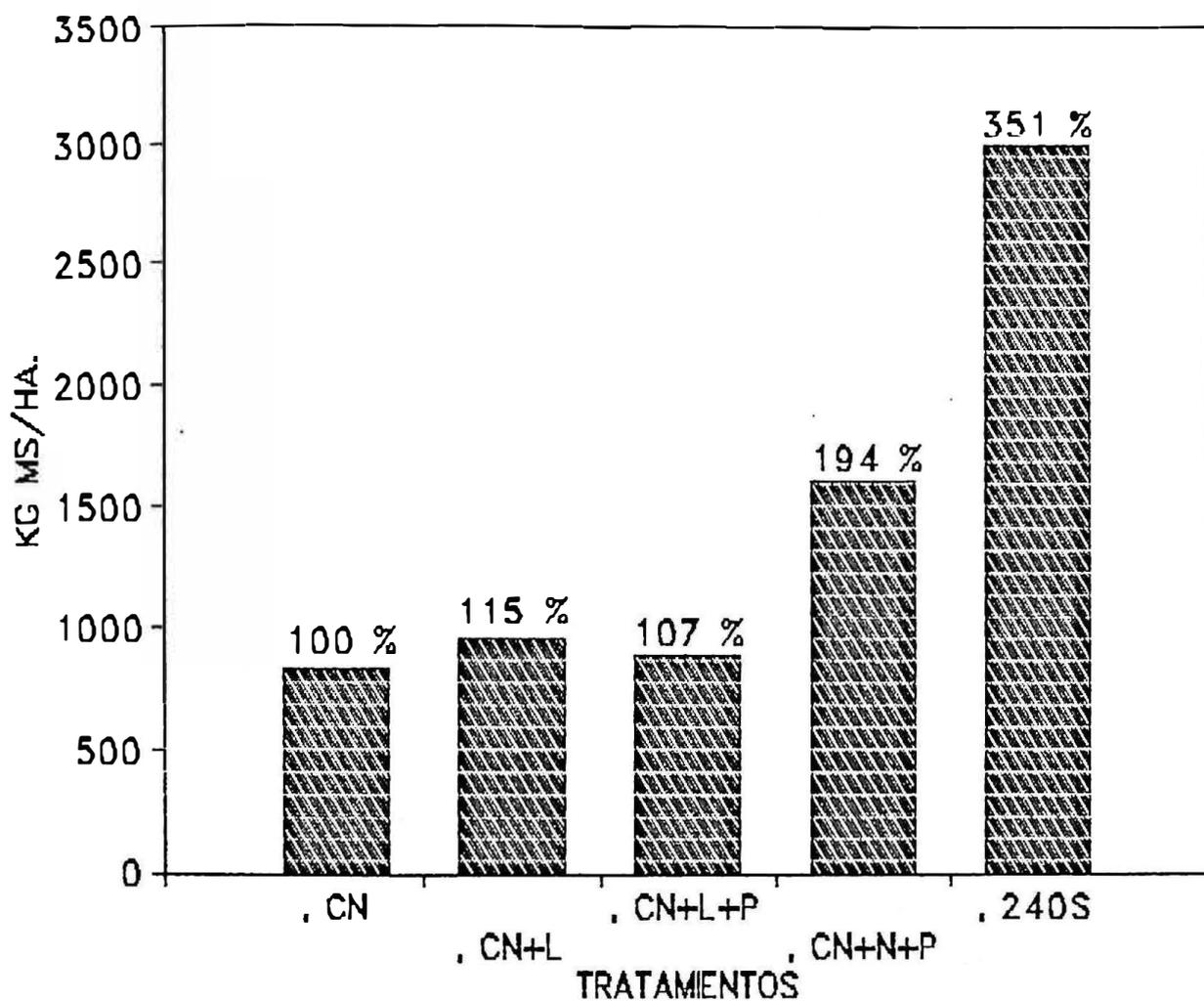


Figura No.1 Respuesta relativa y en Kg. de MS/Ha. de algunos tratamientos (opciones de mejoramientos mencionadas y dosis de P no limitante) para 1989.

Analizando el histograma (figura No.1) se observa una respuesta a los tratamientos que a su vez se diferencia según aquellos dos grupos mencionados anteriormente.

Un hecho importante para interpretar la inexistencia de diferencias entre CN, CN + L (CNL), y en cierta medida con el CN + L + P (CNLP) es que no hubo lotus.

Por el contrario la segunda opción de mejoramiento (aporte de N y P como fertilizante) presenta una gran superioridad (94%) en producción de forraje comparado con el CN y a su vez con las otras alternativas. Cuando esto se analiza estadísticamente (contraste ortogonal CNLP vs. CNNP) no se detectan diferencias significativas, pero si una fuerte tendencia (Cuadro No.34, apéndice).

El tratamiento CNL al no tener lotus, justifica su nivel de producción, similar al CN. Para el tratamiento CNLP la ausencia de leguminosa, las adversas condiciones de crecimiento y el tapiz constituido por gramíneas, condicionaron la baja respuesta al aporte de P.

Hay que aclarar, sin embargo, que los otros tratamientos con dosis de P similares tuvieron mayores respuestas al P, a pesar de no presentar leguminosas como por ej. el tratamiento 30H (Cuadro No.5).

Por ultimo, el tratamiento CNNP, como ya se mencionó, tuvo una muy buena performance comparado con el resto. En dicho caso la pastura nativa contó con P y N en todo su ciclo de desarrollo ya que se le suministró bajo la forma de fertilizante inorgánico.

No es posible separar cuanto de la respuesta observada se debe a N y cuanto a P. Considerando que el tratamiento CNLP, con idéntica dosis de P que el CNNP no

tuvo leguminosas puede utilizarse como referencia de respuesta a N. De esta manera, el incremento en MS logrado en el tratamiento CNNP sobre el tratamiento CNLP se deberán al efecto del N y/o su interacción con P.

Si bien el año, hidricamente deficitario, pudo haber afectado la producción de este tratamiento, también cabe la posibilidad de un uso más eficiente de las pocas precipitaciones ocurridas.

IV. 1.1.2. Respuesta al agregado de P.

IV. 1.1.2.1. Respuesta a diferentes dosis de P.

La respuesta a P se analiza en base a todas las dosis empleadas en este ensayo, aunque al no haberse implantado el lotus los resultados y conclusiones surgirán del efecto del P en la pastura nativa.

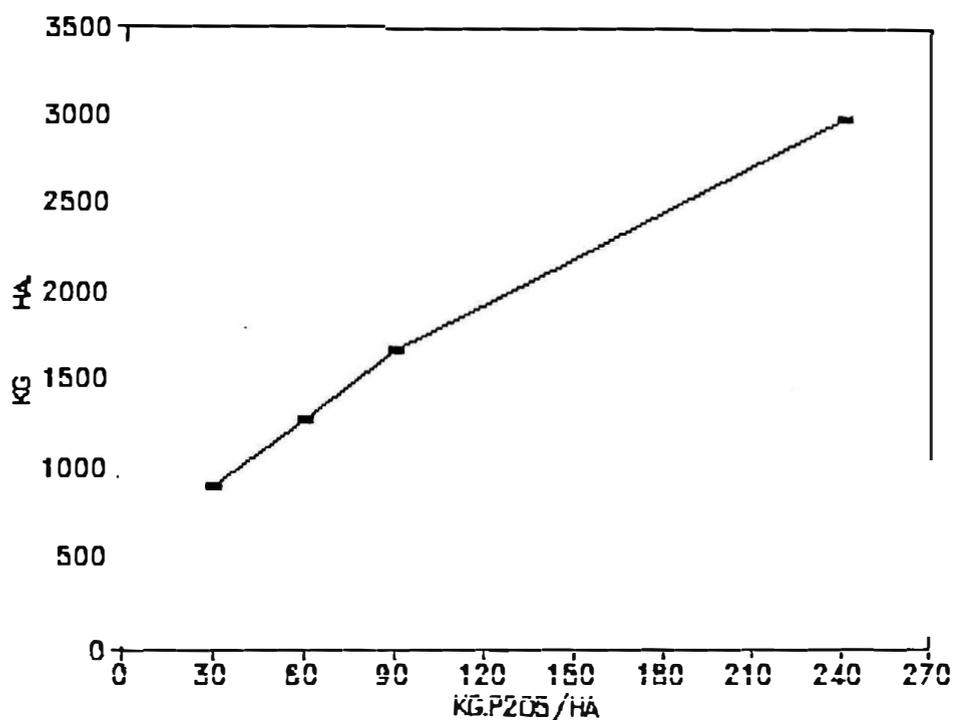


Figura No.2 Respuesta a dosis de P (superfosfato) en función de ms./Há. para el año 1989.

Primeramente se debe aclarar que la dosis 240, si bien se incluye en la gráfica por ser un dato real, obtenido del ensayo, se deberá tomar con precaución ya que surge del promedio de 1999 y 4001 kg/ha de ms. Dadas las condiciones climáticas particulares de este año (escasa lluvias), y de la pastura (tapiz de gramíneas), es esperable un bajo crecimiento además por su baja respuesta al fósforo, por lo cual es posible que el valor del tratamiento sea más cercano a los 2000 Kg./ha.

Se puede apreciar en la figura No.2 una importante respuesta en producción de la pastura nativa al agregado de P en cobertura, lo cual llama un poco la atención, por estar el tapiz natural constituido básicamente por gramíneas, de escasa respuesta al P. La magnitud de dicha respuesta puede estar explicada por dos causas:

- 1) si bien, siempre ha sido mencionada la adaptación de las especies nativas a bajos niveles de disponibilidad de P en el suelo, existe respuesta al aumento de dicha disponibilidad, aunque de menor grado que para leguminosas (ver bibliografía).

- 2) las escasas lluvias ocurridas fomentaron la mineralización de la materia orgánica del suelo, lo cual tuvo como consecuencias la presencia de altos contenidos de N mineral en el suelo hacia la primavera. El aumento de los niveles de P en el suelo potencializó el uso del N por las especies del tapiz, lo cual se tradujo en mayores rendimientos de la pastura.

Si se consideran los valores de producción de los tratamientos en los cuales se aplicaron 60 Kg. de P₂O₅, siendo diferente la fuente de P. o con cal (60H, 60SC, cuadro No.1) valores los cuales son mayores al de 60S; se podría determinar que la respuesta al agregado de P del tapiz nativo se estancaría a partir de esta dosis (60 kg.).

Esto estaría dado probablemente por el logro de un equilibrio entre los requerimientos de la pastura y la disponibilidad de P, influenciada por las condiciones de crecimiento del año y las características de las especies que integran la pastura.

IV. 1.1.2.2. Respuesta a fuentes de P.

En la figura siguiente se indica la respuesta al agregado de P a partir de diferentes fuentes.

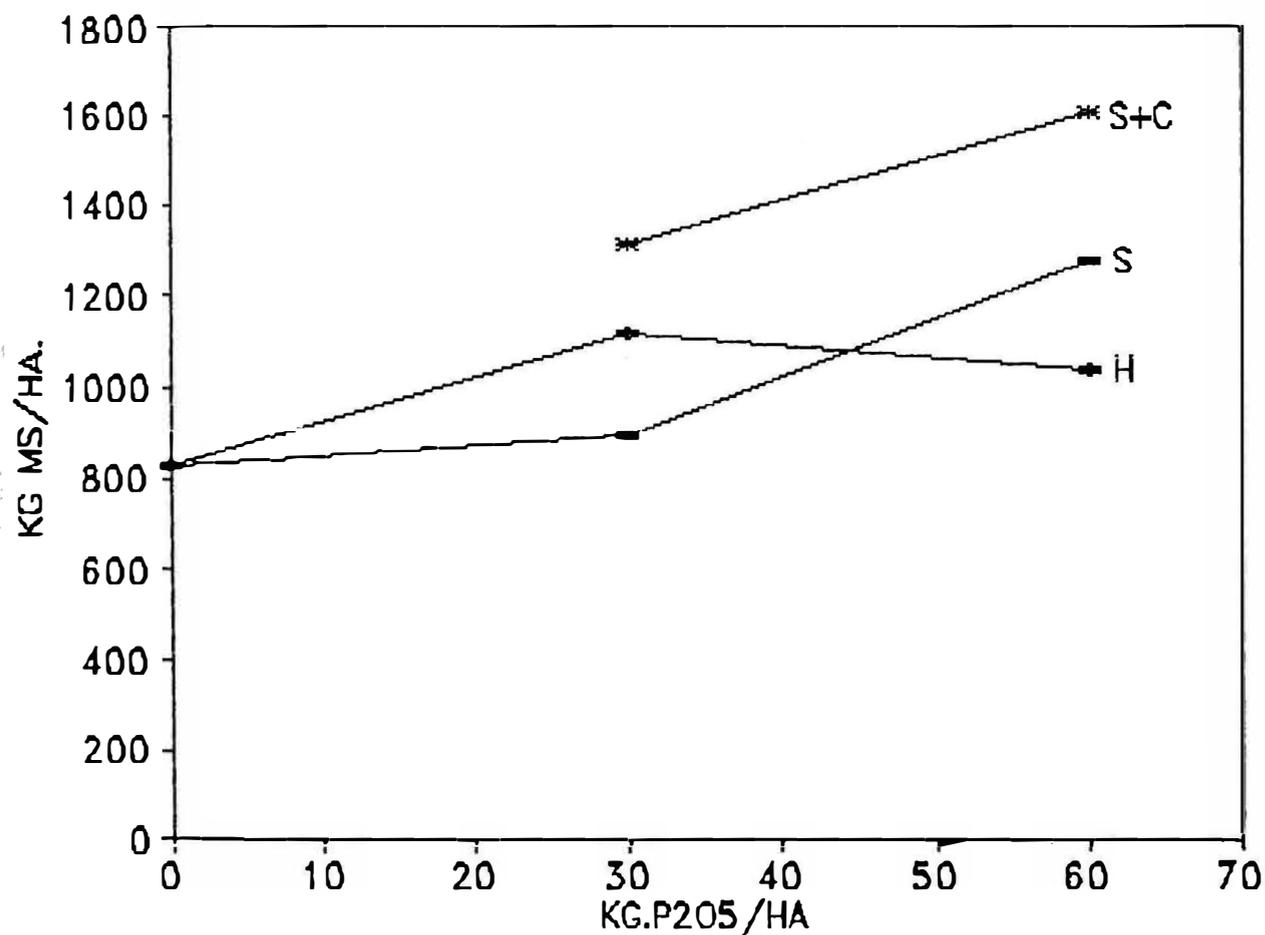


Figura No.3 Respuesta a diferentes fuentes de P y residualidad al encalado en función de la MS total para el año 1989.

Como se puede apreciar en la figura No.3 no se manifiesta ninguna tendencia clara en cuanto a efectos diferenciales por el uso de fuentes solubles o insolubles en la producción de forraje. El hecho que se invierta la superioridad de una fuente sobre la otra, al pasar de la dosis de 30 a la dosis de 60 Kg. de P, no tiene explicación aparente.

Por otra parte, la magnitud de las diferencias entre ambas fuentes no supera los 243 Kg. MS/Ha. y teniendo en cuenta la variabilidad (cuadro No.6) se consideran las diferencias no relevantes.

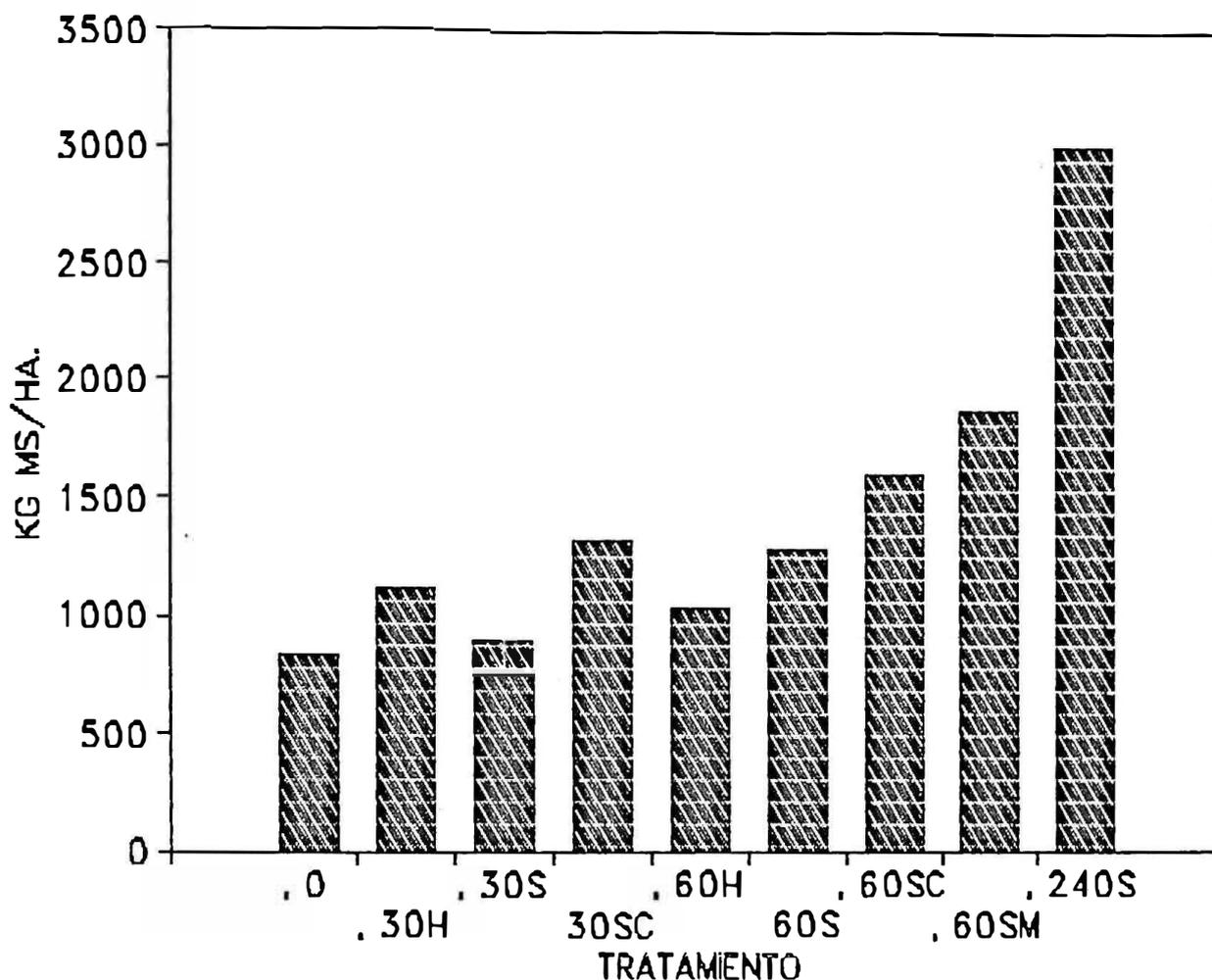


Figura No.4 Respuesta a dosis, fuentes de P y al agregado de cal en función de la producción total de ms. para 1989.

Comparando los tratamientos 60ST, 60S, 60H, (figura No.4) se ve una neta superioridad del primero (40% superior al promedio de los otros dos), hecho que no fue verificado estadísticamente. Ya que en esta tesis se analiza el ensayo a lo largo de tres años consecutivos nos referiremos en los sucesivos análisis anuales respecto a la tendencia, o evolución de este comportamiento, el cual no resulta claro en este corte.

IV. 1.1.3. Respuesta al agregado de caliza

En el tema encalado se puede comentar, en base a la figura No.3 y 4 que hay una tendencia a mayores rendimientos en los tratamientos con cal. Desde el punto de vista estadístico no hay diferencias entre los tratamientos con cal y sin cal (cuadro No.34, apéndice).

No se debe olvidar la ausencia de lotus en este año, lo cual hace que los resultados expresen el comportamiento y respuesta del tapiz natural.

Esta tendencia a un mayor rendimiento con la aplicación de cal es en valores relativos, del orden del 35%, comparando los promedios de los tratamientos con cal y sin cal, con las dosis de P de 30 y 60 Kg.

Para evaluar con mayor seguridad el efecto encalado es aconsejable primero, considerar su efecto en años subsiguientes, en los cuales se logro una buena implantación de leguminosas.

Concluyendo con el tema encalado, analizando la figura No.3, surge la idea de que al menos con las dosis manejadas no habría interacción P - Ca.

IV. 1.1.4. Respuesta al agregado de micronutrientes

Dicho tratamiento (figura No.4), incluido con sentido más bien exploratorio, mostró un efecto positivo en el período evaluado (1989) ya que el hecho de aportarlos incremento la producción de MS/Ha en un 49%, respecto

al tratamiento que había recibido la misma dosis de P como superfosfato.

Se debe tener en cuenta el alto error experimental y el estar trabajando solo con dos repeticiones, lo cual lleva a que dicha diferencia no surja como significativa (cuadro No.34, apéndice).

IV. 1.2. Segundo año de evaluación (1990)

Se analizará la producción de forraje de un corte realizado en diciembre de 1990 y otro en abril de 1991, estando el período evaluado comprendido entre el 04/90 y 04/91.

La mayor parte del forraje cosechado este año estuvo dado por la producción primaveral de la pastura, ya que la producción invernal fue escasa por lo seco que fue esta estación. En el período mayo-agosto llovieron 103mm (dato suministrado por la Estación Experimental Bañados de Medina, cuadro No.58, apéndice) y en el período setiembre-diciembre las lluvias ocurridas fueron muy abundantes.

El otro corte realizado en este año, en el mes de abril, no solo es de baja producción, sino que, es muy homogéneo en sus valores por lo cual solo aporta kg. de ms. al total, sin influir en las tendencias marcadas por el corte de diciembre. Se trabajara exclusivamente con los valores de ms. anuales.

Por último acotamos que en este año la presencia de lotus fue importante en los distintos tratamientos, siendo el promedio general del ensayo, en base a la estimación visual realizada en el corte de diciembre, de 33% (dato con alta variación, mismo aún dentro de tratamientos).

Cuadro No.7 Promedios de producción en kg de ms/há. por tratamiento para los cortes individuales y para el total anual.

Trat.	Dic 90	Abr 90	Total
0	2198	478	2676
30H	3207	386	3593
30HRH	3337	513	3850
30HRS	3447	454	3901
30SC	3394	518	3912
30SCRS	4610	588	5198
CN	2251	483	2733
30SRS	4172	570	4743
60H	3347	512	3860
60HRH	3471	517	3988
60HRS	3835	598	4433
60SC	3726	518	4244
60SCRS	3906	709	4615
60S	4127	513	4640
60SRH	3532	600	4133
60SRS	4005	516	4521
60SM	3168	571	3739
60ST	3556	522	4077
90SRS	3711	562	4273
240SRS	4697	1122	5819
CNN	3255	701	3956

Cuadro No.8 Análisis de varianza de la producción total de ms. por corte y total anual (1990).

	Diciembre		Abril		Total		
F. de Var.	G.L	F	Prob	F	Prob	F	Prob
Bloque	3	0.78	0.50	0.58	0.63	0.99	0.40
Trat.	20	2.88	0.00	5.26	0.00	3.71	0.00
Error	60						
C.V. (%)		20.37		22.48		17.70	
Prom. ms(kg./ha.)		3569.143		569.10		4138.190	

Los análisis de varianza completos, para cada corte y el total, se presentan en el apéndice (cuadros Nos.35 y 36). La respuesta positiva a los distintos tratamientos es clara. Como ya se menciona hay un componente leguminosa importante en este año, siendo superiores en producción, todos los tratamientos frente al CN (cuadro No.35, apéndice), excepto el CNL.

Un dato adicional que demuestra la superioridad de los mejoramientos, en promedio sobre el CN, es el valor relativo de 54%. Este valor representa 1476 Kg. de ms/Há./año.

IV. 1.2.1. Respuesta a los mejoramientos

En la figura siguiente se indican diferentes alternativas de mejoramientos del CN, incluyendo el tratamiento con P no limitante.

Para analizar los resultados de la figura No.5, que muestra los rendimientos totales y los relativos al CN en el segundo año de evaluación, debemos recordar las características del año, la presencia de lotus en todos los tratamientos y el hecho de que las parcelas con P fueron refertilizadas con 30 unidades y la de 240 con 120 unidades de P₂₀₅. Por ultimo, el tratamiento CNNP recibió 70 Kg. de N en dos aplicaciones de 35 Kg./Ha.c/u.(otoño e invierno).

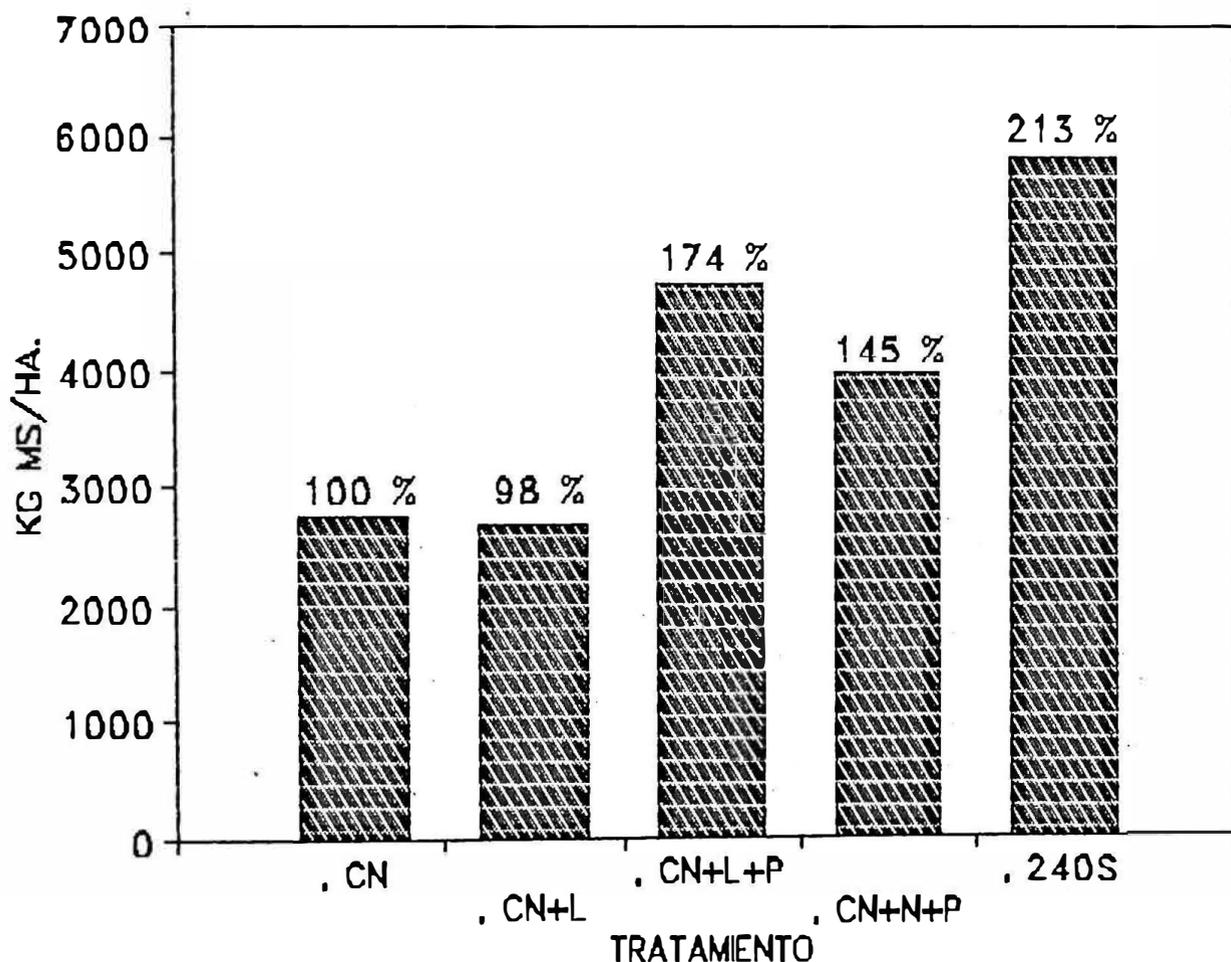


Figura No.5 Respuesta relativa y en Kg. MS/Ha. de algunos tratamientos para 1990.

El mejoramiento CNL no presenta ninguna mejora en producción de ms. con respecto al CN (figura No.5), lo cual se atribuye a que prácticamente el lotus no se implanto, dado los bajos niveles de P disponible en el suelo.

En segundo término, el CNLP tuvo un excelente desempeño, rindiendo un 74% mas que el CN y aventajando además el CNNP.

La ventaja mencionada del CNLP sobre el CNNP no es estadísticamente significativa (cuadro No.33, apéndice).

Podemos suponer que al implantarse el lotus de manera importante, se utilizó en mayor grado el P aplicado, desarrollándose mejor, fijando N atmosférico, que de alguna manera pudo haber sido aprovechado por las gramíneas.

El CNNP tiene en el año 1990 una buena performance, incrementando la producción de forraje en un 45% sobre el CN.

Por último el tratamiento 240S (refertilizado con 120 unidades de P), que pretende representar una situación con P no limitante, logra mas que duplicar la producción anual del CN. Este tratamiento nos permite ver los límites máximos a los cuales podemos aspirar en incrementos de producción y de alguna manera ponderar los resultados obtenidos con las dosis más bajas, que por razones obvias como lo es la relación insumo/producto, se manejan generalmente.

IV. 1.2.2. Respuesta al agregado de P

IV. 1.2.2.1. Residualidad del P agregado en la instalación

Primeramente se analizará la residualidad del P aplicado a la siembra. Para ello se tomarán los tratamientos, que si bien, poseen distintas fuentes de P no fueron refertilizados, salvo la dosis 240S, colocada como referencia.

Se observa un cierto efecto de la residualidad de P, independiente de la dosis y fuente de P utilizada en la implantación. Esta diferencia en promedio es del orden del 41% sobre el testigo. Dichas diferencias son

significativas estadísticamente (cuadro No.35, apéndice).

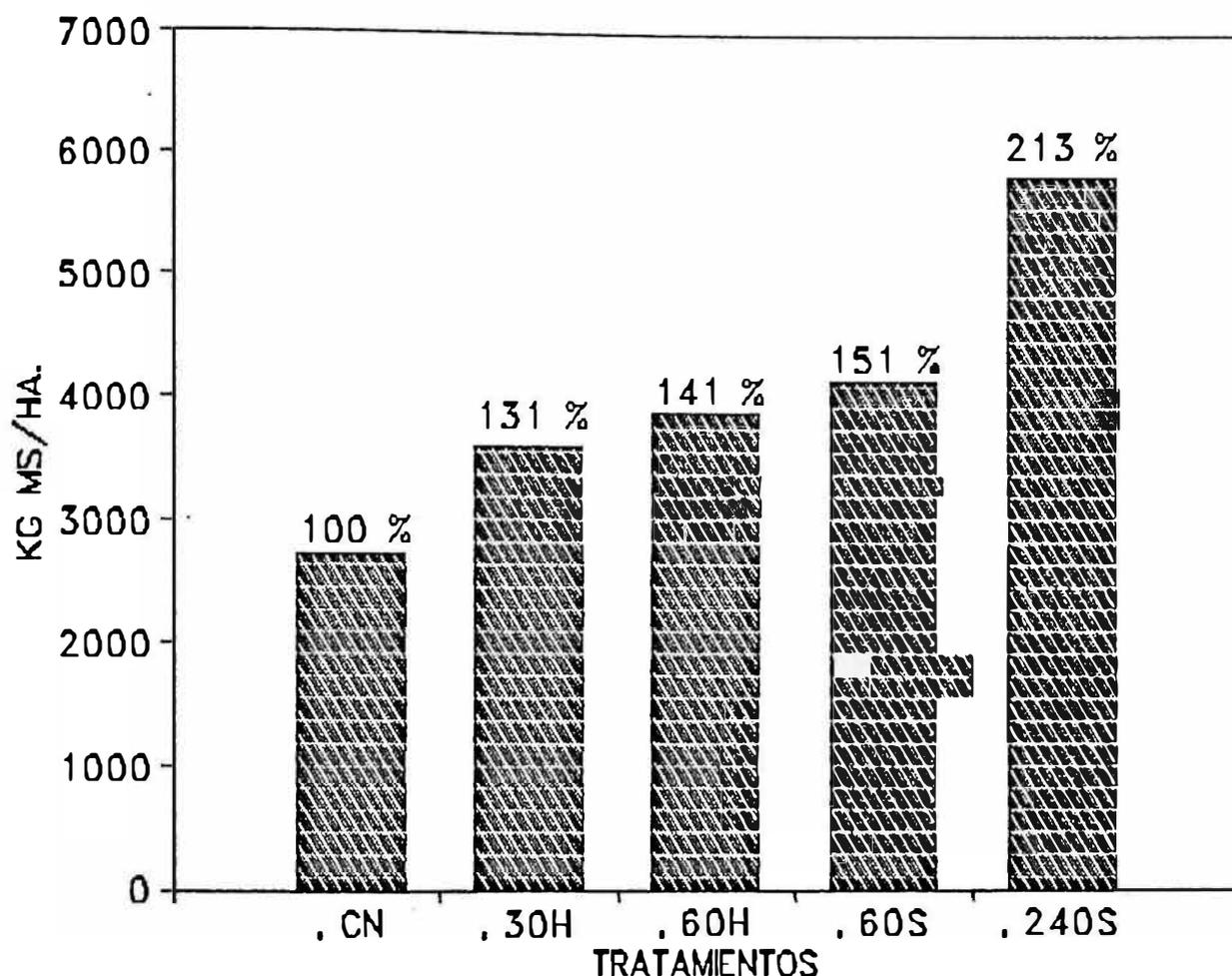


Figura No.6 Efectos de la residualidad del P aplicado a la instalación (1989) según dosis y fuentes en función de la producción de ms. en el año 1990.

Aparentemente en la figura No.6, se aprecian pequeñas diferencias entre las dosis o fuentes de P. Dicha tendencia queda de manifiesto cuando se observan los valores relativos calculados en base a las medias de los tratamientos y dándole al CN el valor de 100%.

Es lógico pensar que los rendimientos se incrementen con la dosis y mas a los niveles en que se utiliza este

nutriente, pero en cuanto a las diferencias que surgen por efecto de la fuente, en favor del superfosfato no son tan claras.

Por otra parte estas diferencias no son estadísticamente significativas (cuadro No.35, apéndice).

Evidentemente hay un efecto residual del P aplicado en cobertura en la instalación, efecto que además de permitir una aceptable implantación del lotus redundaba en una considerable mayor producción de ms..

Probablemente el hecho de que el P haya sido aplicado en cobertura y que el año 1989 haya sido tan seco, con escaso crecimiento vegetal, haya determinado una menor incidencia de los mecanismos de retrogradación del P.

IV. 1.2.2.2. Respuesta a la refertilización (dosis y fuentes)

En la siguiente figura se indican los tratamientos refertilizados en comparación con aquellos que no lo fueron.

Se puede apreciar que no hay un patrón de comportamiento definido con respecto a la refertilización de la cobertura en este segundo año. Esta aparente ausencia de respuesta a la refertilización es corroborada por el contraste efectuado a propósito (cuadro No.35, apéndice), el cual indica que no hay diferencias significativas independiente de dosis y fuente de P

utilizadas en la instalación y fuente de refertilización.

Este hecho difiere de lo citado en la bibliografía, incluso la nacional, donde mas bien sucede lo contrario, verificándose normalmente altas respuestas a las refertilizaciones.

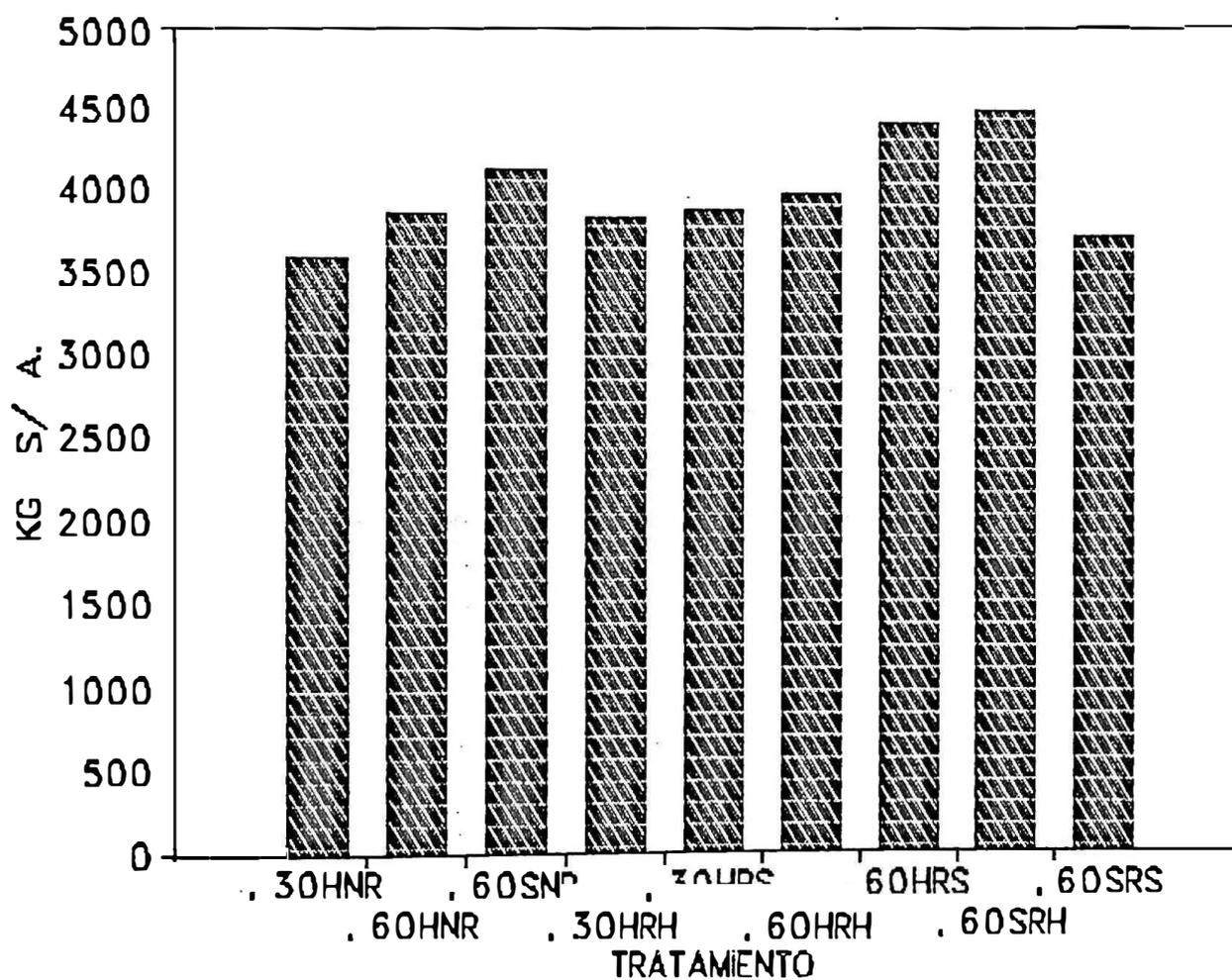


Figura No.7 Rendimiento de algunos tratamientos refertilizados, comparados con sus tratamientos respectivos sin refertilizar (ms.total, 1990).

La explicación a lo ocurrido en este sitio estaría dada por las características particulares del año (seco en invierno, llovedor en primavera) y por contar solamente con datos de dos cortes. El primer corte evaluado, luego de la refertilización, fue en el mes de diciembre donde se evalúa la producción de invierno) que fue tan escasa dadas las condiciones del año) y la producción de primavera.

Si bien se esperaba constatar un efecto de la refertilización en la producción de ms., por aumentar la disponibilidad de P cuando esta es reducida (invierno); el cambio en las condiciones climáticas (aumento de temperatura) en primavera, determinaría un aumento de la disponibilidad del P del suelo, por efecto de la mineralización del P orgánico y en la tasa de difusión de P. A todo esto se suma una mayor exploración y absorción radicular.

Estos factores determinan una mayor independencia de las plantas al P aplicado en la refertilización lo cual se puede visualizar en la figura No.7.

Por último el tratamiento con supertriple no mostró diferencias significativas en producción de forraje (cuadro No.35, apéndice).

IV. 1.2.3. Residualidad del encalado

Para analizar el efecto residual del encalado en el segundo año de evaluación tomamos los tratamientos con

cal y sin cal, refertilizados o no con superfosfato, con una dosis inicial de 60 Kg. de P₂O₅.

A pesar que el contraste ortogonal planteado a su efecto no revela diferencias estadísticamente significativas, ni siquiera tendencias (cuadro No.35, apéndice), en la figura No.8 se denota una leve superioridad de los tratamientos con cal.

Esta diferencia cuantificada como porcentaje de los rendimientos promedios de ambos tratamientos es del orden del 13%.

Teniendo en cuenta la información presentada anteriormente, debemos concluir que el posible efecto residual del encalado aplicado en cobertura y al cabo de dos años es mínimo, y en términos prácticos no es significativo.

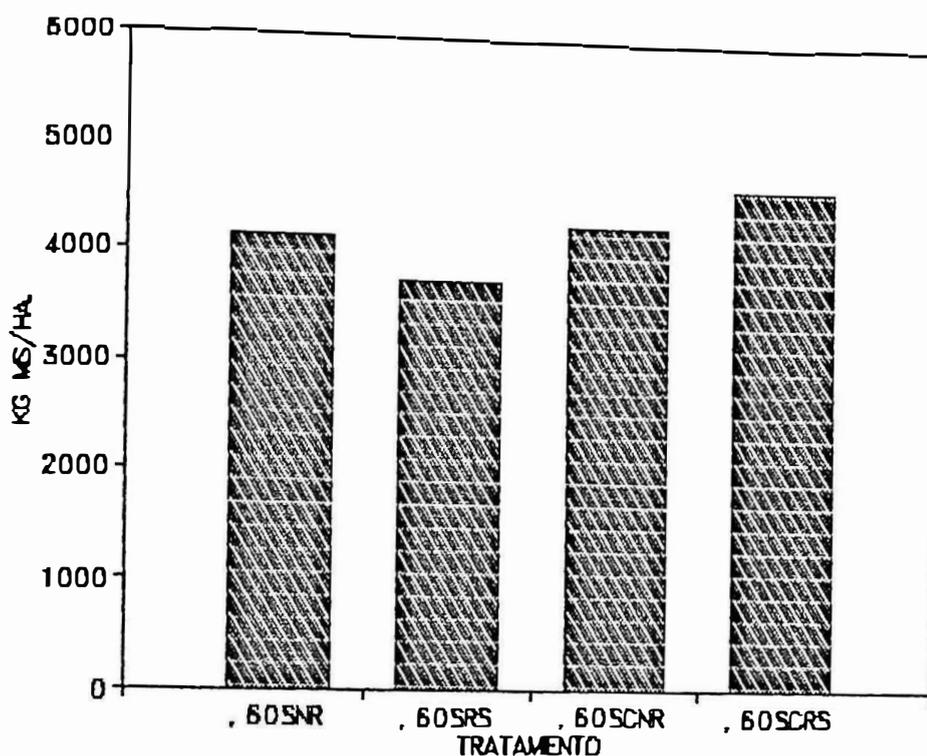


Figura No.8 Efecto de la refertilización y encalado en función de la producción de ms. anual (1990).

No debemos olvidar que por las características del suelo (pH 5.5- 5.6) es previsible la escasa respuesta al encalado, máxime cuando este se realizo en cobertura donde la penetración es muy dependiente de las precipitaciones. A esto se debe agregar la presencia de lotus en el tapiz, que dentro de las leguminosas forrajeras es la especie de menor respuesta al encalado en suelos ácidos.

IV. 1.2.4. Respuesta al agregado de micronutrientes

El tratamiento con micronutrientes no presentó diferencias con los tratamientos similares en P (60 Ref.), pero que no los incluye (cuadro No.7). Los micronutrientes fueron aplicados en la instalación y el aparente efecto positivo del primer año (cuadro No.5) desaparecen al segundo.

IV. 3. Tercer año de evaluación (1991)

En este sitio, se perdió el corte de enero de 1992 por el hecho de que entraron animales al predio, por lo cual se realizó solamente a la limpieza del mismo en dicha oportunidad.

La pérdida de dicho corte no solo nos priva de un mejor análisis de la respuesta a la aplicación de Fósforo y a la residualidad del encalado, sino que no nos permite conocer la producción anual acumulada, lo cual sería interesante por ser el año evaluado, un año de abundantes precipitaciones y por ende, favorable a la expresión de los máximos potenciales de las pasturas.-

A continuación se presentan los datos promedio de los distintos tratamientos en cada corte y la sumatoria total anual (excepto el corte enero 1991)

También se presenta un cuadro resumido de los análisis de varianza realizados para cada caso.

Todos los cuadros de análisis de varianza así como los contrastes ortogonales y el ajuste de regresiones se presentaron en el apéndice.

Cuadro No.9 Producción promedio de materia seca total por corte y sumatoria de corte, según tratamiento, en kg./Há.

Trat.	Ago.91	Oct.91	Abr.92	Total
0	212	702	1654	2569
30H	181	712	1784	2677
30HRH	291	2036	2070	4397
30HRS	318	1936	2173	4428
30SC	153	966	1906	3025
30SRS	308	2459	2055	4822
CN	183	793	1496	2472
30SRS	322	2342	1581	4246
60H	234	1115	1706	3055
60HRH	290	2410	1834	4534
60HRS	302	2156	1832	4290
60SC	308	1500	1691	3399
60SCRS	460	2350	2322	5133
60S	460	2451	2551	5462
60SRH	242	1048	1610	2900
60SRS	275	2056	2415	4747
60SM	564	2279	2462	5306
60ST	401	2451	2087	4940
90SRS	643	2817	2550	6011
240SRS	817	3383	3569	7769
CNN	588	2779	2037	5404

Cuadro No.10 Análisis de varianza para la producción de materia seca por corte y total anual. (valores de F, significación estadística, coeficientes de variación y promedio de producción de materia seca.)

	AGOSTO		OCTUBRE		ABRIL		TOTAL	
G.L.	F	Prob.	F	Prob.	F	Prob.	F	Prob.
Bloque 3	5.9	0.00	16.8	0.00	11.2	0.00	19.7	0.00
Trat. 20	8.7	0.00	10.1	0.00	4.1	0.00	10.1	0.00
Error 60								
C.V.(%)	33.3		25.2		22.6		19.1	
X.(KG/Há)	355.1		1940.2		2065.6		4360.8	

Observando los valores de rendimiento de los tratamientos se detectan, aún a simple vista diferencias importantes en producción de materia seca.

Se ve a su vez que considerando que falta la producción del corte de enero en la sumatoria total la producción de materia seca acumulada es importante, con valores mayores a los citados en la bibliografía, para mejoramientos extensivos.

Por ultimo se ve claramente el efecto de la oferta de forraje estacional de estas pasturas con un pico primavera - estival.

En el análisis estadístico y el contraste ortogonal, realizadas detectan diferencias entre tratamientos de significancia estadística (cuadro No.10, cuadros No.37, 38 y 39, apéndice)

Se debe tener en cuenta el alto valor del CV para todos los cortes (sobre todo el de agosto) e incluso en el análisis del total de materia seca acumulado, lo cual indica un alto error experimental. Si bien en este tipo de experimentos (siembras en coberturas) es esperable una alta variabilidad no debida a los tratamientos, este hecho determina que muchas diferencias entre tratamientos carezcan de significación estadística, y solo puedan ser interpretadas como tendencias.

Los resultados de los análisis de varianza realizados indican diferencias altamente significativas entre los tratamientos. El contraste ortogonal realizado entre el campo natural y el resto de los tratamientos indica diferencias en la producción de materia seca del suelo en su condición natural y las diferentes alternativas de mejoramiento independiente de cuales sean (cuadros No.37,38,39, apéndice).

Esta simple conclusión permite seguir adelante en el análisis y tratar de detectar cual variable de las mencionadas influye realmente en las diferencias encontradas, cuantificar el efecto y elaborar conclusiones y/o recomendaciones acordes.

IV. 1.3.1. Respuesta a los mejoramientos

Este tipo de tratamiento se incluye en el ensayo como un elemento más de apoyo a los resultados y conclusiones que puedan surgir. La alternativa de mejorar el CN con nitrógeno y una fertilización básica de fósforo se comparó con el mejoramiento en base a fósforo e inclusión de leguminosas.

En la figura siguiente se indican dichos resultados para la producción anual de materia seca.

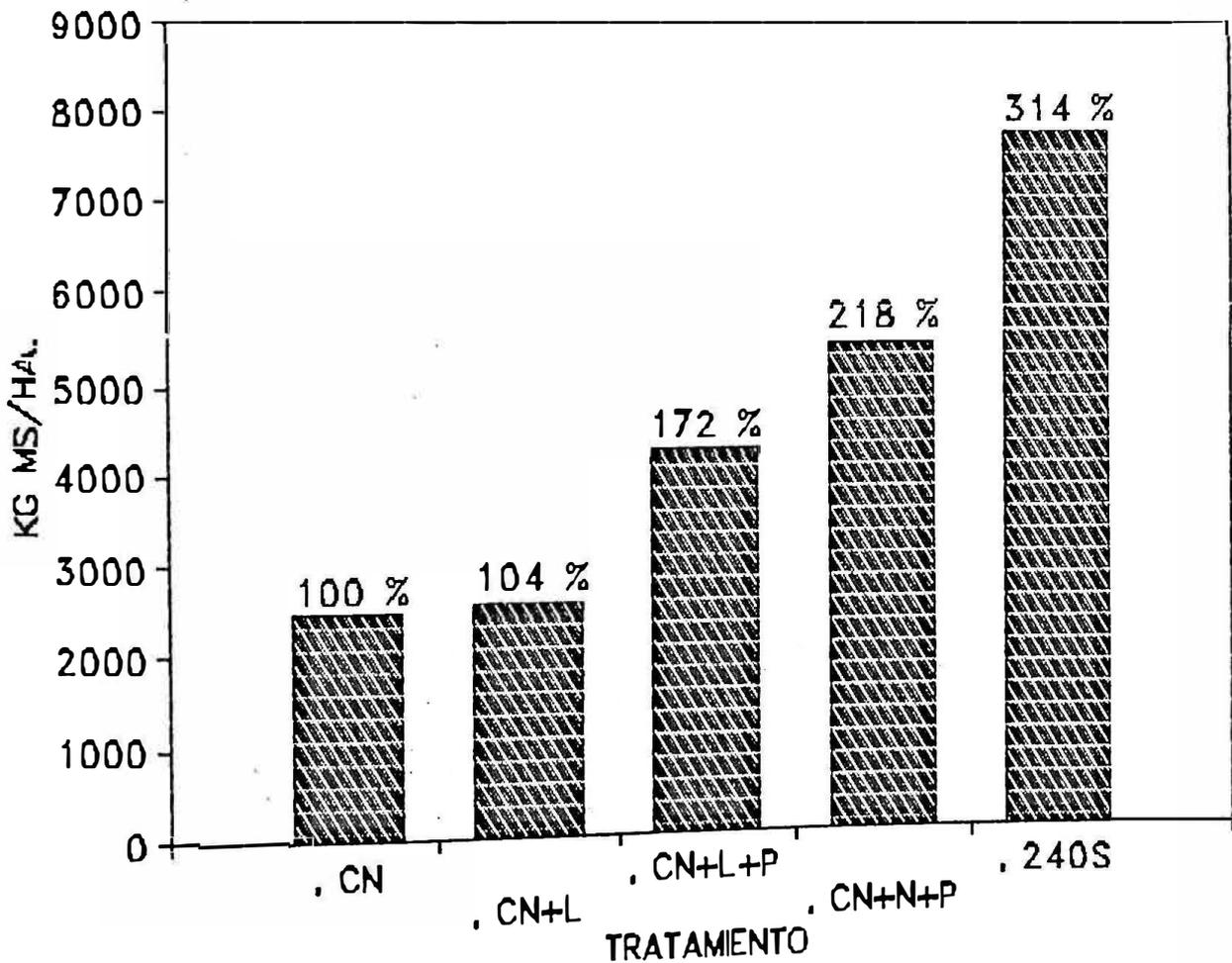


Figura No.9 Producción de materia seca en función de las alternativas de mejoramiento y la dosis 240 (1991).

Como muestra la figura No.9, hay claras y amplias diferencias entre la producción del campo natural y las otras dos alternativas de mejoramiento. La prueba de contraste realizada mostró resultados significativos (cuadro No.37, apéndice).

Se podría decir que el campo natural con Nitrógeno duplica el rendimiento del campo nativo en este sitio.

Esta respuesta en producción de Materia Seca por hectárea del C.N. al agregarle nitrógeno y fósforo sin la inclusión de leguminosas es sin duda muy importante.

No debemos olvidar que se evalúa el tercer año de la pastura por lo cual se debe tener en cuenta posibles efectos acumulados o secundarios como cambios en la composición botánica, citada por la bibliografía.

De todas maneras los incrementos en producción son muy importantes, y más aun si se considera el corte de invierno donde las diferencias en producción son mayores aún en favor del mejoramiento, y mas trascendentes desde el punto de vista de la producción pecuaria real (cuadros No.44,45,46, apéndice).

No se realiza en este caso un relevamiento de leguminosas nativas ni mucho menos su posible contribución en la producción, pero es necesario señalar que el tapiz donde se instaló el ensayo poseía leguminosas nativas como *Adesmia* sp. (babosita).

Comparando las medias de los tratamientos CNN versus 30SR5 en base a un contraste ortogonal solo se confirma una tendencia a favor del campo natural con nitrógeno para la producción anual. Sin embargo para el corte de invierno las diferencias son altamente significativas (cuadro No.37, apéndice).

Esto indicaría la posibilidad de incrementos en producción de forraje en una etapa crítica del año.

Esta gran respuesta al nitrógeno en invierno, indica un gran déficit del suministro de este por parte del suelo a las plantas, por las bajas tasas de mineralización así como pérdidas por lixiviación y denitrificación.

Por los resultados obtenidos en este experimento no solo no debemos descartar el mejoramiento de tapices en base a Nitrógeno, sino que en casos de tapices agresivos, reacios a la implantación exitosa de leguminosas es una muy buena opción.

IV. 1.3.2. Respuesta al agregado de P.

Dentro de este ítem se consideran cuatro aspectos:

1 - Producción de materia seca en función de las dosis acumuladas de fósforo.

2 - Residualidad del fósforo agregado en la instalación.

3 - Respuesta a la refertilización fosfatada.

4 - Evaluación de fuentes de fósforo.

El punto cuatro además será tratado parcialmente en los ítemes anteriores.

IV. 1.3.2.1. Producción de materia seca en función de la dosis acumulada de fósforo

Se analizará la respuesta en producción de materia seca en función de las dosis de fósforo agregado en la instalación de la cobertura, y posteriores refertilizaciones anuales.

Para dicho efecto se considera el testigo y los niveles de 30, 60, 90 y 240 Kg/Há., aplicado como superfosfato.

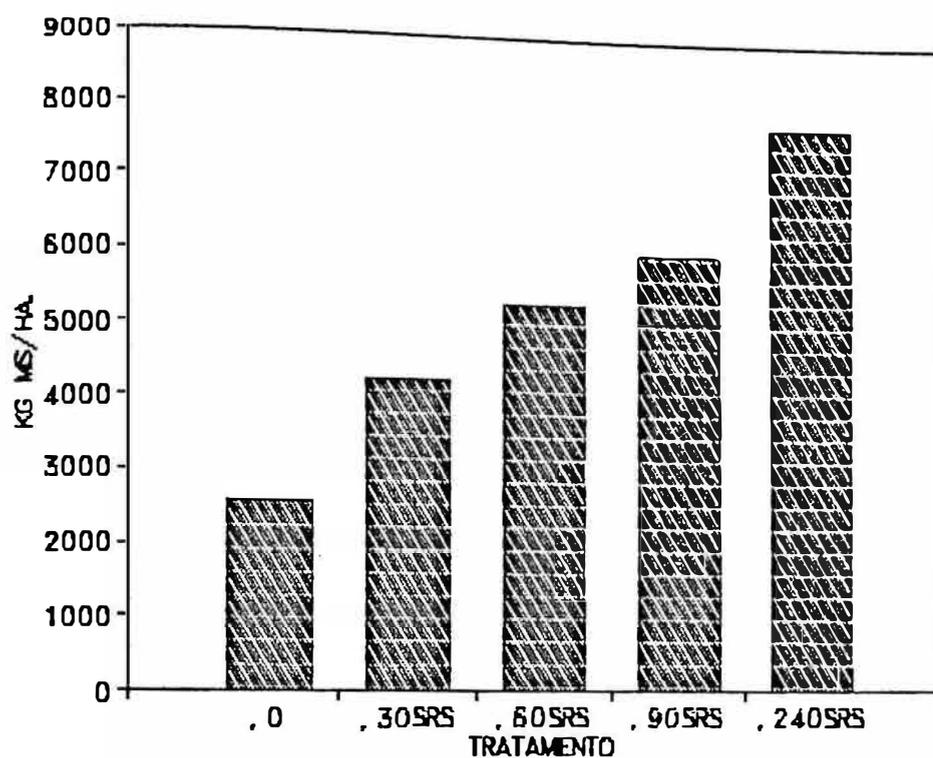


Figura No.10 Producción de materia seca en función de las dosis de fósforo acumulado en el total anual (1991).

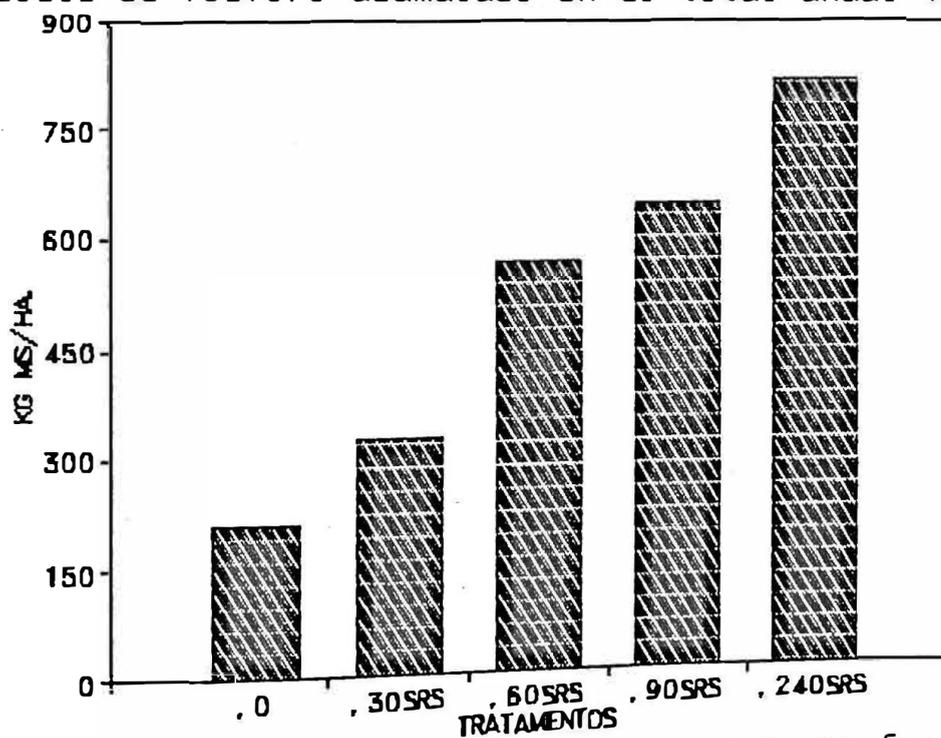


Figura No.11 Producción de materia seca en función de las dosis de fósforo acumulado en el corte de agosto de 1991.

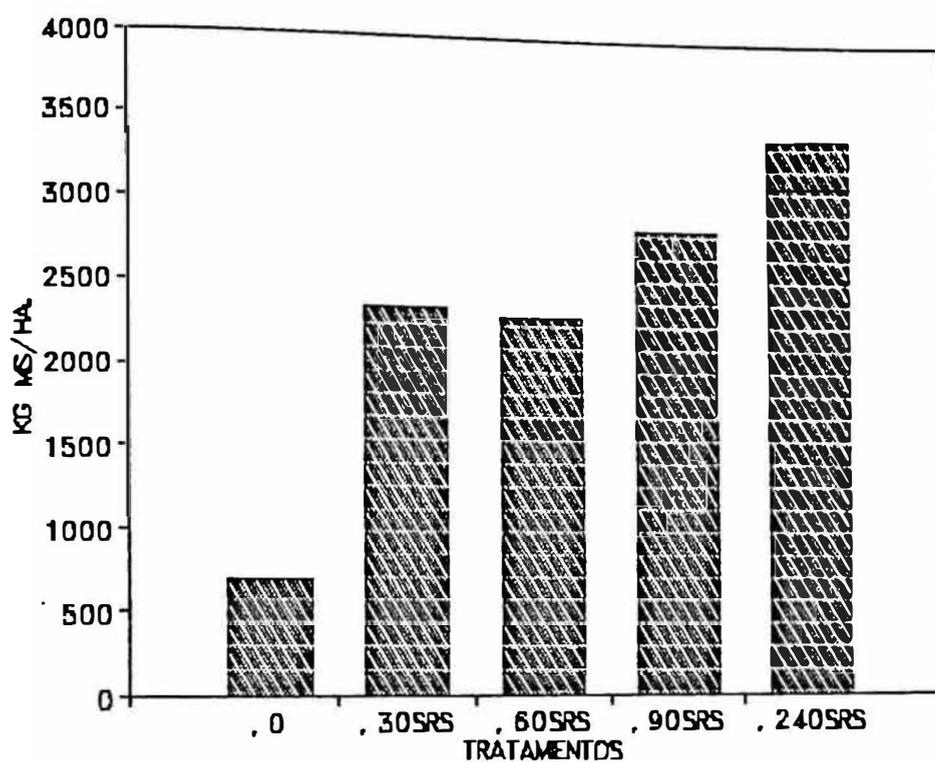


Figura No.12 Producción de materia seca en función de las dosis de fósforo acumulado en el corte de octubre de 1991.

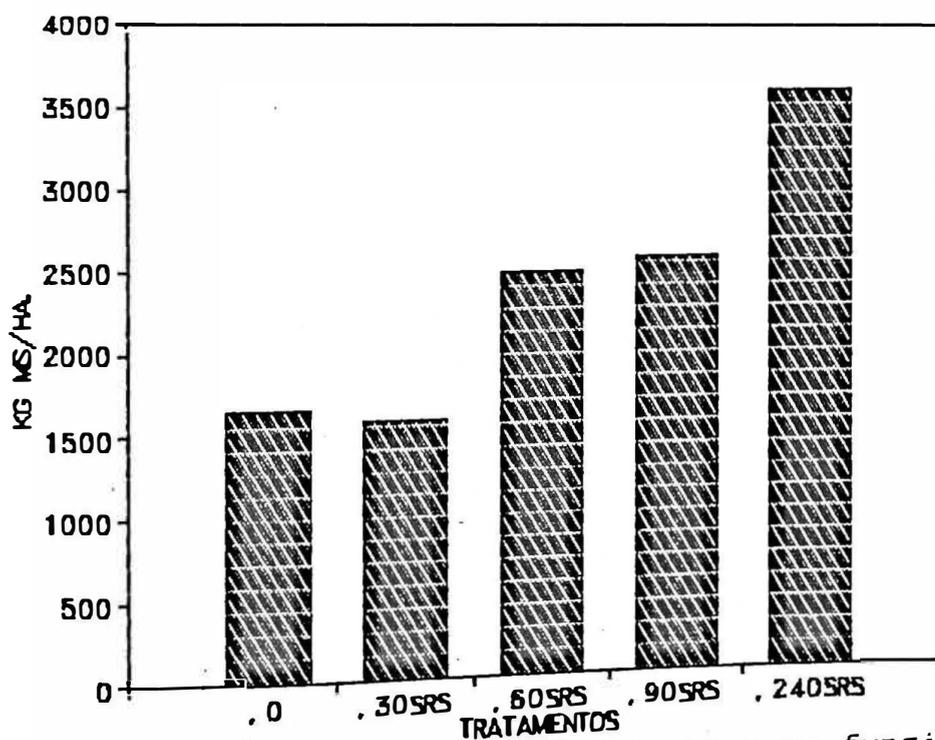


Figura No.13 Producción de materia seca en función de las dosis de fósforo acumulado en el corte del 4/91.

Se recuerda que el tratamiento con 240 Kg/Há. fue refertilizado anualmente con 120 Kg. en tanto que el resto de los tratamientos fueron refertilizados con 30 Kg/Há..

Cuadro No.11 Rendimientos relativos al tratamiento 240SRS (100 %) de cada tratamiento en los tres cortes y el total (1991).

Dosis (kg. de P₂O₅.)

Cortes	0	30	60	90	240
Agosto	26	39	69	79	100
Octubre	20	69	72	83	100
Abril	46	44	69	71	100
Total	33	55	68	77	100

En el caso de la materia seca total cosechada en el año 1991 se verifica una respuesta ininterrumpida hasta las dosis máximas de fósforo, como lo es la 240SRS, considerada como un testigo con fósforo no limitante (cuadro No.11).

Los incrementos en materia seca al aumentar las dosis son relativamente proporcionales. Es evidente la respuesta de la cobertura al agregado de fósforo, que se atribuye principalmente a la presencia de lotus, aunque no se descarta cierta respuesta de la fracción gramínea.

Por otra parte se debe tener en cuenta que un mayor porcentaje y rendimiento de leguminosa significa mayor ganancia de N al sistema, y en consecuencia, mayor rendimiento de las gramíneas nativas.

Esta interacción es la que explica el aumento de producción de los tratamientos con fósforo y leguminosa, duplicándose la producción del campo natural aún con los niveles de fósforo acumulado más bajos (30SRS).

Aparentemente, al ser la dosis inicial la única variable debemos atribuir a ésta la responsabilidad de provocar las variaciones de rendimiento de materia seca.

Atribuir al efecto residual del fósforo aplicado tres años atrás, teniendo en cuenta las bajas dosis empleadas y el tipo de suelo en que se instaló el ensayo, como única explicación de lo sucedido, no coincidiría con los resultados reportados por la bibliografía consultada, incluso de carácter nacional sobre suelos y condiciones similares.

Por estos motivos podemos suponer que algunos otros fenómenos incidieron en los resultados.

- mayor eficiencia de las refertilizaciones al incrementar las dosis iniciales, como consecuencia de un mayor porcentaje de lotus implantado.

- esa mejor implantación y crecimiento de lotus determinó un mayor aporte de nitrógeno al sistema en los años previos debido a dosis crecientes de fósforo inicial.

En el caso de agosto se presenta una marcada respuesta a los tratamientos en producción de ms/há. (figura No.11), que en el caso de la dosis máxima cuatriplica la producción del testigo. Los incrementos en producción se podrían explicar principalmente por la presencia de leguminosa y a su creciente aporte de nitrógeno a medida que las dosis de fósforo aumentan. No se debe menospreciar la respuesta del tapiz natural al fósforo la cual es importante como ya se discutió para años anteriores.

En los períodos otoño-invernales por efecto de las bajas temperaturas, el fósforo es menos disponible para las plantas por la disminución en su capacidad de difundir a través del suelo.

Por otra parte existe una menor mineralización del mismo a partir de la materia orgánica y por último un menor crecimiento e intersección radicular. Esto se traduce en déficit de fósforo para la pastura y por ende en grandes respuestas al aporte del mismo (cuadro No.11).

En el corte de octubre (figura No.12), como es de esperar, si bien hay apreciables diferencias en producción de forraje entre el testigo y los tratamientos con fósforo no se presentan diferencias dentro de estos últimos como en el corte de agosto.

Este hecho guarda relación con aspectos de la dinámica del fósforo y composición botánica de la pastura. En esta época tenemos un rápido crecimiento de la pastura (sobre todo del componente gramínea de menor respuesta

al fósforo) y una mayor mineralización y difusión del fósforo por el incremento de las temperaturas.

La gran diferencia en producción de materia seca entre el testigo y el tratamiento con dosis de fósforo más baja y por otro lado la paridad de las producciones de las dosis mayores indicarían que la respuesta importante se daría hasta la dosis 30SRS (cuadro No.11).

Por último la respuesta en producción de materia seca al agregado de fósforo, si bien como se mencionó tiende a reducirse de manera importante a partir de la dosis 30SRS no parece detenerse hasta la dosis máxima empleada en este ensayo (240SRS).

Se pueden apreciar los valores de corte de abril en la figura No.4, los cuales no aportan demasiada información. Se podría acotar que en este corte se mantiene la respuesta al agregado de fósforo siendo el incremento en producción de forraje por efecto de éste muy importante.

No resulta claro el comportamiento del tratamiento 30SRS, un tanto inferior al testigo en producción de materia seca.

En promedio, la diferencia de materia seca por fertilización es del orden del 52 % sobre el testigo, considerando el promedio de los tratamientos 60SRS y 90SRS. Existe respuesta a fósforo incluso hasta 240SRS, sin embargo la relación de materia seca producida por kilogramo de fósforo agregado es del orden del 7,6 para el tratamiento 60SRS en tanto que para los tratamientos

90SRS y 240SRS es del orden de 6,0 y 4,0 respectivamente.

Esto indica que la respuesta importante a considerar estaría dada hasta 60SRS, a partir de la cual la eficiencia comienza a descender.

Se ajustó una regresión lineal para la respuesta a fósforo aplicado con dosis desde 0 a 480 unidades acumulada en los tres años.

La regresión dio un coeficiente de correlación de 0,76 para los datos de materia seca total y 0,79 para el caso del corte de agosto.

En función de dichos coeficientes se puede afirmar que de acuerdo con este modelo al menos el 60 % de las diferencias en producción de materia seca están explicadas por las dosis de fósforo. El incremento en las dosis de fósforo, al menos dentro del rango experimentado, se traduce en un incremento de tipo lineal de la materia seca. Esta producción puede ser predecible contando con la dosis de fósforo y empleando la ecuación: $MS = b_0 + b_1 (\text{Kg. de fósforo})$, siendo b_0 y b_1 valores conocidos y distintos para cada corte.

De acuerdo con evidencias experimentales el incremento en producción de materia seca dada por el incremento de un solo nutriente, y en particular el fósforo en amplios rangos de aplicación es poco probable que sea lineal. A su vez, el b_1 (pendiente) de una regresión ajustada sin la dosis máxima tiene un valor mayor lo cual indicaría que el hecho de incluir esta dosis influye

considerablemente en la pendiente de la regresión planteada.

Frente a estos hechos se pretendió ajustar un modelo asintótico (tipo Mitscherlich) para representar el comportamiento observado no pudiéndose lograr dicho ajuste por el programa utilizado.

A modo de resumen para el corte de agosto, podríamos destacar la gran respuesta a la fertilización fosfatada de la cobertura. Esta respuesta es muy importante teniendo en cuenta la baja producción del campo natural, sobre todo en invierno y lo que significaría para la producción pecuaria un aumento de esta magnitud en la oferta de forraje.

Mientras que la respuesta en invierno de la pastura en fósforo nos confirman lo ya reconocido de la conveniencia de realizar las refertilizaciones en otoño.

En el corte de primavera se observa una importante respuesta al fósforo, pero no se observan las diferencias en producción según dosis que veíamos claramente para el corte anterior. Aquí se observa una menor respuesta a la aplicación de fósforo ya sea por la mayor mineralización de fósforo orgánico y/o el gran crecimiento de las gramíneas (bajos requerimientos de fósforo).

Por último el corte de fin de verano y el otoño no aporta mayor información, pero mantiene la idea de una importante respuesta al agregado de fósforo de estas coberturas.

IV. 1.3.2.2. Residualidad del fósforo agregado en la instalación

Se estudió el efecto de la residualidad del fósforo agregado en la instalación de la pastura en el año 1989 evaluando la producción de materia seca en los tratamientos que no recibieron refertilización con fósforo en los años subsiguientes, y comparándola con el tratamiento testigo (sin agregado de nitrógeno) y el tratamiento con fósforo no limitante (240SRS).

En la figura siguiente se indican dichos resultados, para la producción anual de materia seca, considerando como referencia el tratamiento con fósforo no limitante (240SRS = 100%).

La residualidad del fósforo agregado en la instalación y su efecto en la producción en base a lo que se puede apreciar en el histograma es de muy escasa magnitud, máxime comparando con el tratamiento de fósforo no limitante.

Debemos recordar que en este caso estamos evaluando la residualidad de el fósforo a la instalación en el tercer año de producción de la cobertura.

Tomando como referencia el tratamiento testigo, los valores obtenidos en la prueba de comparación de medias (contraste) no muestran diferencias estadísticas, entre este y los diferentes tratamientos con fósforo. (cuadros No.37,38,39, apéndice)

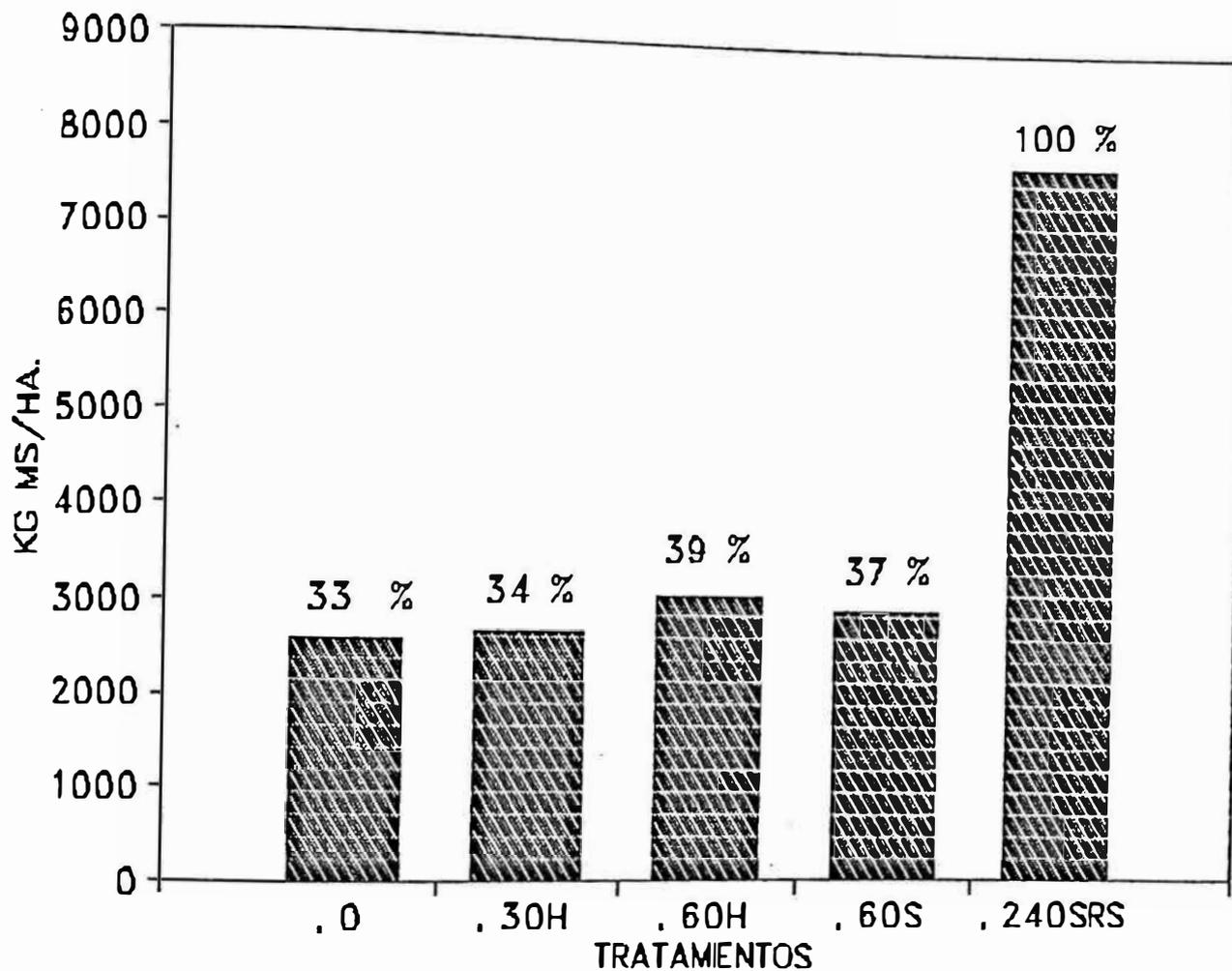


Figura No.14 Rendimiento de materia seca relativos a la dosis 240 de algunos tratamientos (1991).

Todo indica que si bien pudo haber diferencias en Producción de forraje en los años anteriores según cada tratamiento, en el tercer año no las hay. Por ende se

concluye que la residualidad al agregado de fósforo y en diferentes dosis es baja o nula en estos suelos, al cabo de tres años. Como se sabe la evolución de fósforo en el suelo en los años subsiguientes a una aplicación, depende de lo utilizado por los cultivos y la fijación por parte del suelo.

La fijación de fósforo por parte del suelo en este caso no se ve favorecida por la aplicación del fertilizante en cobertura, donde se disminuye mucho la superficie de contacto suelo-fertilizante.

Si bien la bibliografía menciona en reiteradas ocasiones el efecto residual de aplicaciones de Fósforo como fertilizante con una disminución mas acentuada del efecto en los primeros periodos (1 año aprox.) y luego mas atenuada, en todos los casos son resultados de experimentos con dosis iniciales varias veces mayor a los empleados en este experimento, o sino, a partir de una historia de fertilización de varios años, pudiéndose dar en ambos casos fenómenos de "saturación" al menos parciales de la capacidad fijadora de los suelos.

En base a los datos presentados y la bibliografía consultada podríamos adjudicar la escasa o nula residualidad de la aplicación de fósforo inicial reflejada en la producción de materia seca en el año evaluado a: - 1) la retrogradación y fijación del fósforo por parte del suelo bajo la forma de compuestos con hierro y aluminio en función del periodo considerado, las bajas dosis empleadas y el tipo de suelo. - 2) de menor importancia, es la absorción por parte de las plantas en el periodo previo (2 años).

IV. 1.3.2.2.1. Residualidad del fósforo agregado en función de la dosis

Para evaluar este aspecto contamos con 2 dosis: 30 y 60 Kg de P₂O₅ por hectárea en la instalación. Se puede observar en la figura No.14 las escasas diferencias de materia seca por hectárea entre las diferentes dosis en estudio, máxime teniendo en cuenta que una es dos veces mayor que la otra. Estadísticamente no hay diferencias significativas.

La posible explicación de este comportamiento es lo ya mencionado: 1) la capacidad fijadora de media a alta del suelo en cuestión, 2) dosis de fósforo inicial muy bajas, 3) a la tasa de extracción de fósforo por parte de la cobertura durante los 2 años anteriores.

IV. 1.3.2.2.2. Residualidad en función de la fuente

No se observan diferencias en la residualidad del fósforo agregado a través de diferentes fuentes (solubles e insolubles). La falta de diferencias entre estos dos tratamientos con distinta fuente de fósforo era previsible por la falta de respuesta a la residualidad en si. Además se puede agregar que la bibliografía cita la ausencia de diferencias en el tipo de fuente para la producción de pasturas en un suelo con PH similar al utilizado en este experimento (Cerveñansky, A; Da Rosa, F; 1983)

IV. 1.3.2.3. Respuesta global a la refertilización con fósforo

La refertilización anual y su efecto en el aumento de producción de forraje, es sin duda el resultado mas notorio de este ensayo.

Se puede apreciar en el siguiente histograma los promedios de producción para los tratamientos fertilizados solo a la instalación versus los refertilizados anualmente (30 Kg. P₂O₅ por há/año).

En primer lugar se detecta una respuesta general a la refertilización, independiente de la dosis y fuente a la instalación o fuente de la refertilización.

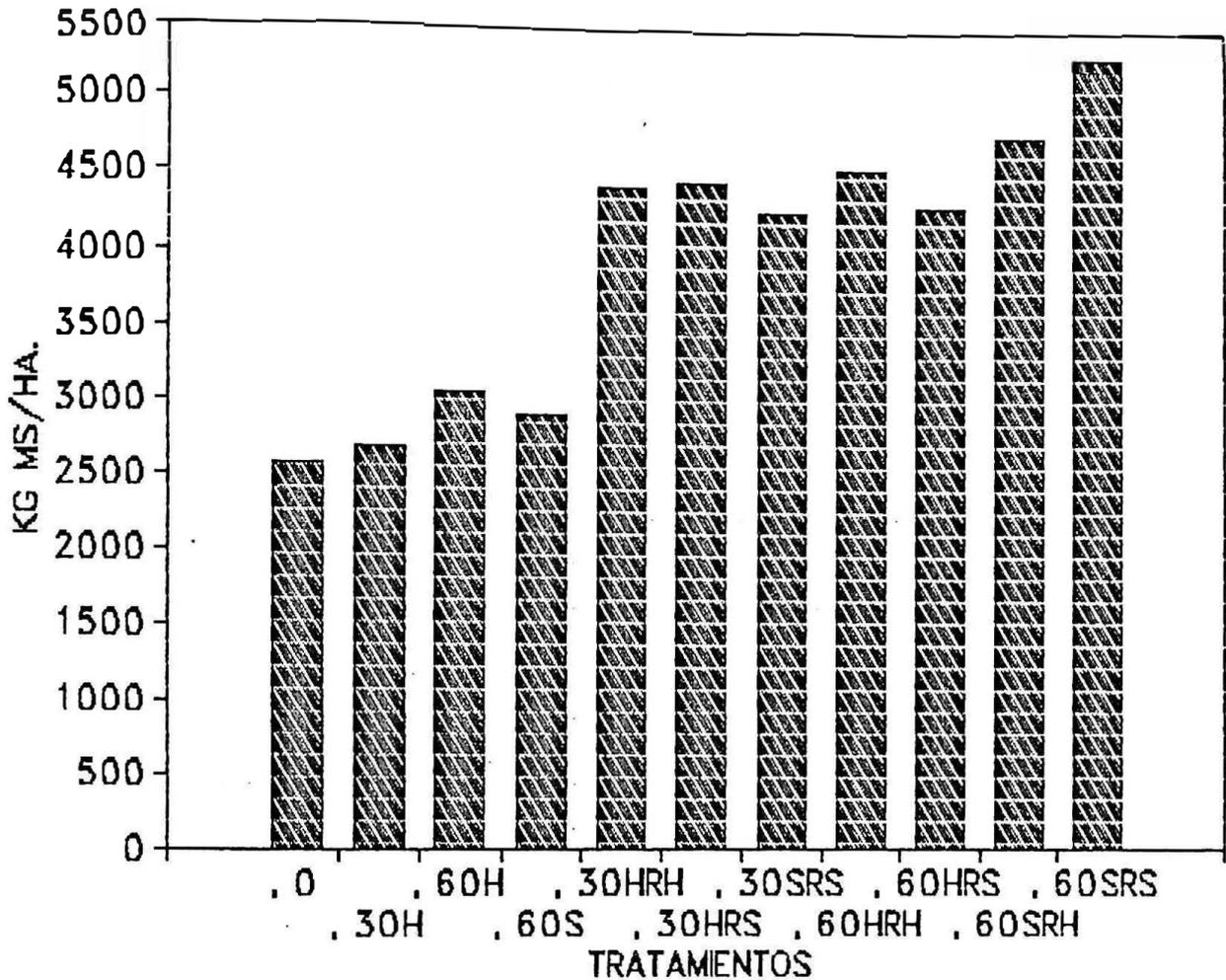


Figura No.15 Producción de materia seca total de algunos tratamientos refertilizados y no refertilizados (1991)

Esta respuesta es del orden del 58% en promedio (promedio de todos los tratamientos refertilizados sobre los mismos tratamientos sin refertilizar). Cabe destacar que por tratarse de un tercer año, las diferencias entre ambos grupos (no refertilizados y refertilizados) se acentúan ya que los primeros solo recibieron fósforo al momento de la instalación, en

tanto que en los segundos ya hubo dos refertilizaciones de 30 Kg de fósforo por hectárea.

Se realizó una prueba de contrastes para testar la diferencia entre ambos grupos; la misma dio muy significativa (cuadros No.37,38,39, apéndice). Este comportamiento pese a las variaciones propias estacionales, fue similar en los tres cortes.

El porque de esta respuesta parece estar explicada por características del suelo y las dosis empleadas tanto en la instalación, como en cada refertilización.

El tema residualidad ya fue parcialmente tratado para este año, arribandose a la conclusión de que tal fenómeno no existía.

Parte de las razones por las cuales se justifica la falta de residualidad de el fósforo aplicado a la instalación, son validas también para explicar la respuesta a la refertilización.

Como ya se ha comentado anteriormente, el suelo sobre el cual se instala este ensayo, posee una media a alta capacidad de retención de fósforo debido a sus características físico-químicas (según Cayota, S; et.al. y Escudero, J; et.al.) que determina una disminución importante en la disponibilidad de fósforo en función del tiempo, llegandose a niveles de equilibrio similares a los del suelo en su condición natural.

Este hecho se manifiesta claramente en la producción de materia seca a mediano plazo de las mezclas forrajeras y mas, aún con bajas dosis de fósforo iniciales.

Este tipo de comportamiento es común, según cita la bibliografía sobre todo Australiana y Neo Zelandesa donde se dan condiciones similares a las nuestras (suelos con bajo fósforo, PH medios o bajos, dosis de Fósforo medios o bajos).

IV. 1.3.2.3.1. Respuesta a la refertilización en función de las dosis a la instalación

Una vez analizada la respuesta global a la refertilización, es importante analizar si dicha respuesta varía según la dosis y o la fuente de fósforo utilizada en la instalación, o si esta afectada por la fuente utilizada en la refertilización.

En la figura No.16 se muestran estos efectos, en los promedios de producción de materia seca total por hectárea. La ausencia de diferencias significativas que revela el contraste ortogonal planteado indica que no hay efectos de dosis inicial de fósforo (en el rango de 30 hasta 60 Kg de P₂O₅ por hectárea) en la respuesta a la refertilización.

La tendencia discutida anteriormente es igual en todos los cortes, hecho que puede verificarse analizando el mismo contraste en dichos cortes (cuadros No.37,38,39, apéndice).

En base a lo observado hasta el momento sería mas eficiente reducir las dosis a la instalación y diferir el fósforo en refertilizaciones periódicas (anuales en otoño).

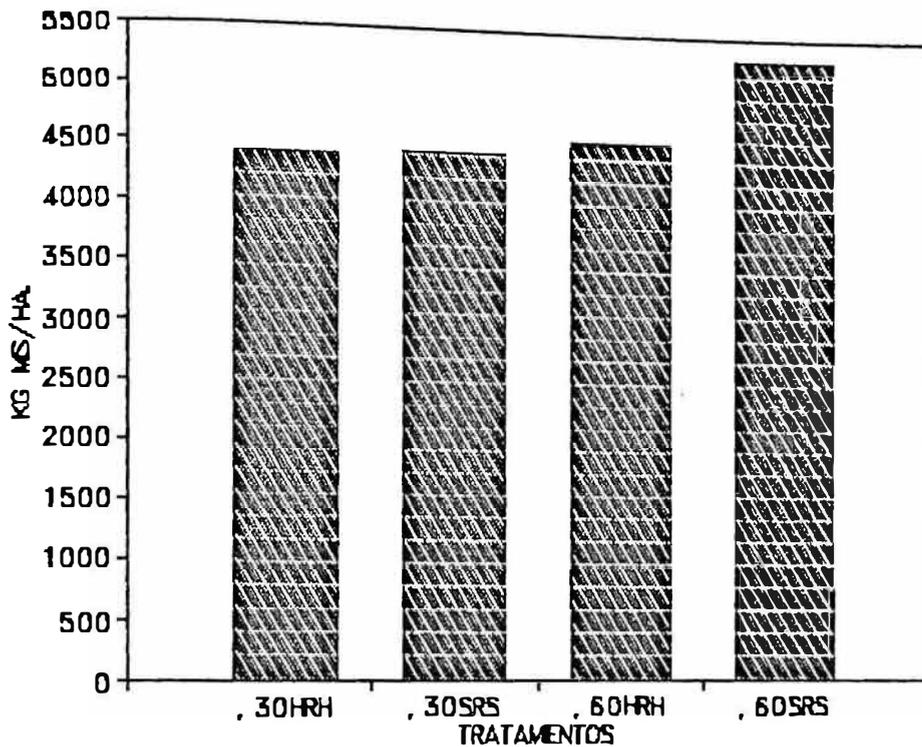


Figura No.16 Producción de materia seca total en función de tratamientos (1991).

IV. 1.3.2.3.2. Respuesta a la refertilización según fuente de fósforo a la instalación

La fuente de fósforo (soluble o no soluble en agua) a emplear es un aspecto muy citado por la bibliografía existiendo en algunos casos de baja fertilidad y PH bajos, suelos livianos y alta pluviosidad, una ventaja de el uso de rocas fosfatadas como fertilizante.

Se han citado resultados donde la eficiencia del uso de la fosforita molida es igual o mayor al superfosfato por su lenta liberación de Fósforo asimilable (menor fijación por parte del suelo) y menor lixiviación.

El histograma (figura No.17) presentado para los tratamientos en estudio presenta una tendencia a mayores producciones de materia seca por hectárea en los casos de utilizar fósforo soluble a la instalación.

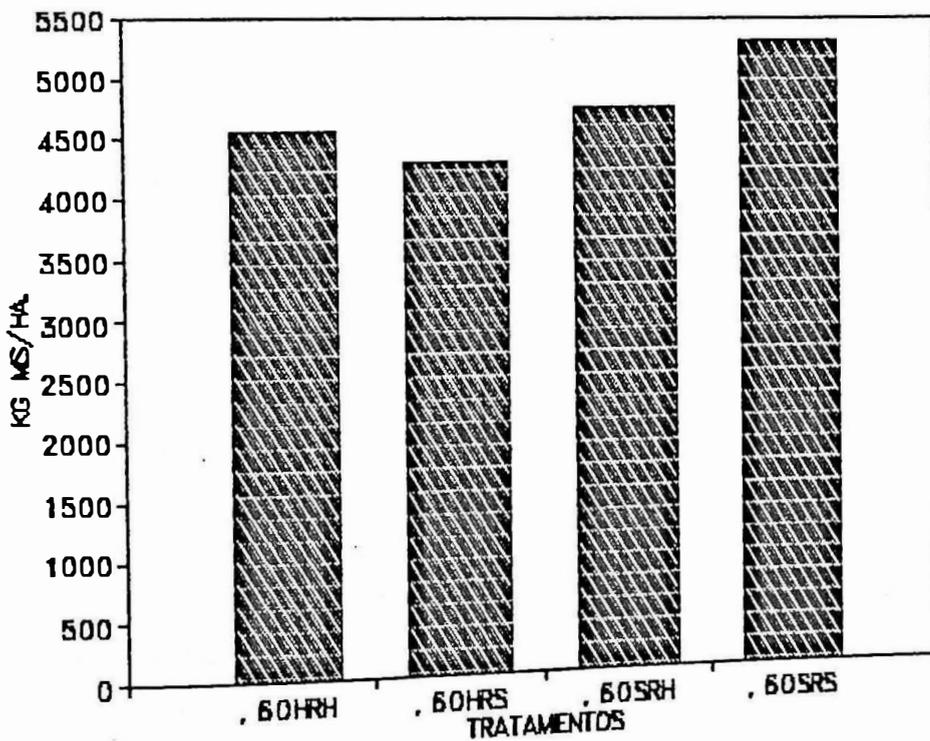


Figura No.17 Producción de materia seca en función de tratamientos (1991).

La prueba de medias realizadas con dichos tratamientos (contraste) dan como resultado la ausencia de diferencias significativas en el total y corte de octubre; en el corte de agosto se manifiesta una tendencia y en el de abril diferencias significativas (cuadros No.37,38,39, apéndice).

La tendencia del corte de agosto es a una superioridad de los tratamientos con superfosfato como fuente de fósforo a la instalación. Si bien es sabido que las evaluaciones en invierno son las que brindan las mejores respuestas a fósforo, en este caso tenemos solo una tendencia, probablemente por el alto error experimental.

El comportamiento en abril de estos tratamientos es confuso más aun cuando en octubre no se detectaron diferencias.

Con el fin de esclarecer las posibles causas de este hecho, se analizaron los porcentajes de leguminosas de los tratamientos con ambas fuentes en los 3 cortes, no verificándose diferencias que pudieran explicarlo.

Al carecer de mas información al respecto podríamos suponer que parte de las diferencias o tendencias en la producción de materia seca de el uso de diferentes fuentes de fósforo iniciales, se debían a hechos ocurridos en los años previos.

Posiblemente los tratamientos con superfosfato a la instalación dispusieran de mas fósforo en el momento de instalarse la cobertura, lo cual redundaría no tanto en el numero de leguminosas implantadas sino en el tamaño o

vigor inicial (hechos citados por la bibliografía consultada) y finalmente en una mayor producción y fijación de nitrógeno elevando la así fertilidad del suelo.

IV. 1.3.2.3.2. Respuesta a la refertilización según fuente de refertilización

Este último punto a responder referente al tema respuesta a la refertilización, es si esta varía según la fuente de fósforo utilizada en la misma. Las pruebas de contrastes realizadas para el tratamiento con 60 unidades de fósforo en la instalación (con superfosfato y con hiperfosfato), además de lo observado en la figura No.9 no hay diferencias en el uso de diferentes fuentes de fósforo en refertilizaciones de la cobertura.

Este comportamiento es similar en los tres cortes si los tomamos por separados, salvo en octubre en uno de los dos contrastes planteados lo cual no cambia la tendencia general (cuadros No.37,38,39, apéndice).

El tema fuente de fósforo empleada como ya se ha tratado en puntos previos, se refiere a fuentes de fósforo soluble en agua o no soluble en agua. Este es un tema muy estudiado en Australia y Nueva Zelandia con resultados en la gran mayoría de los casos que evidenciarían una mayor eficiencia de las fuentes solubles en cuanto a fósforo disponible por las plantas. Los pocos casos que reportan lo contrario son suelos ácidos con Al (o acidez intercambiable), muy arenosos y

bajo abundantes precipitaciones, lo cual no coincide con la situación bajo estudio.

El caso en estudio se trata de un suelo con PH 5,5 (relativamente ácido) de textura media pudiendo en base a esto inferir una considerable liberación de fósforo asimilable a partir de la fosforita molida. Esta "liberación" provocada por el medio ácido en el suelo aumentaría la eficiencia de la fuente insoluble emparejando los efectos en los rendimientos de ambas fuentes de fósforo.

Cabe destacar que este tipo de situaciones o sea la ausencia de respuesta a fuente de fósforo aplicado en suelos ácidos pero de texturas pesadas a medias han sido encontradas a nivel nacional sin una muy clara explicación aparente (Cerveñansky, A; et.al. 1983).

IV. 1.3.3. Residualidad del encalado a la instalación en la producción de materia seca

En la siguiente figura se indica el efecto de la residualidad de la cal en la producción de materia seca total del tercer año. Se puede apreciar un escaso efecto de la cal en los rendimientos de tratamientos no refertilizados.

Si bien la bibliografía extranjera cita muchos casos de residualidad con dosis similares y en suelos con al menos pH similares, en este trabajo no se observó dicha

residualidad, evaluada en términos de rendimiento (materia seca total por hectárea), en presencia y vigor de leguminosas.

Aparentemente en la situación estudiada, con un suelo de textura media, pH (H₂O) de 5.5, sin aluminio intercambiable, las bajas dosis de caliza aplicada en cobertura solo incrementaría el pH en los primeros cm. del suelo (hecho no corroborado por las profundidades de muestreo realizadas).

Por otra parte no debemos olvidar la baja sensibilidad del lotus a la acidez, y por consiguiente a la posible residualidad del encalado.

Como se puede apreciar en el histograma presentado con el fin de mostrar el efecto residual del encalado (figura No.18), es mucho mas notable el efecto de la refertilización con fósforo (sin cal) en incrementos de rendimiento.

Los contrastes ortogonales planteados para evaluar la residualidad del encalado no fueron significativos (apéndice).

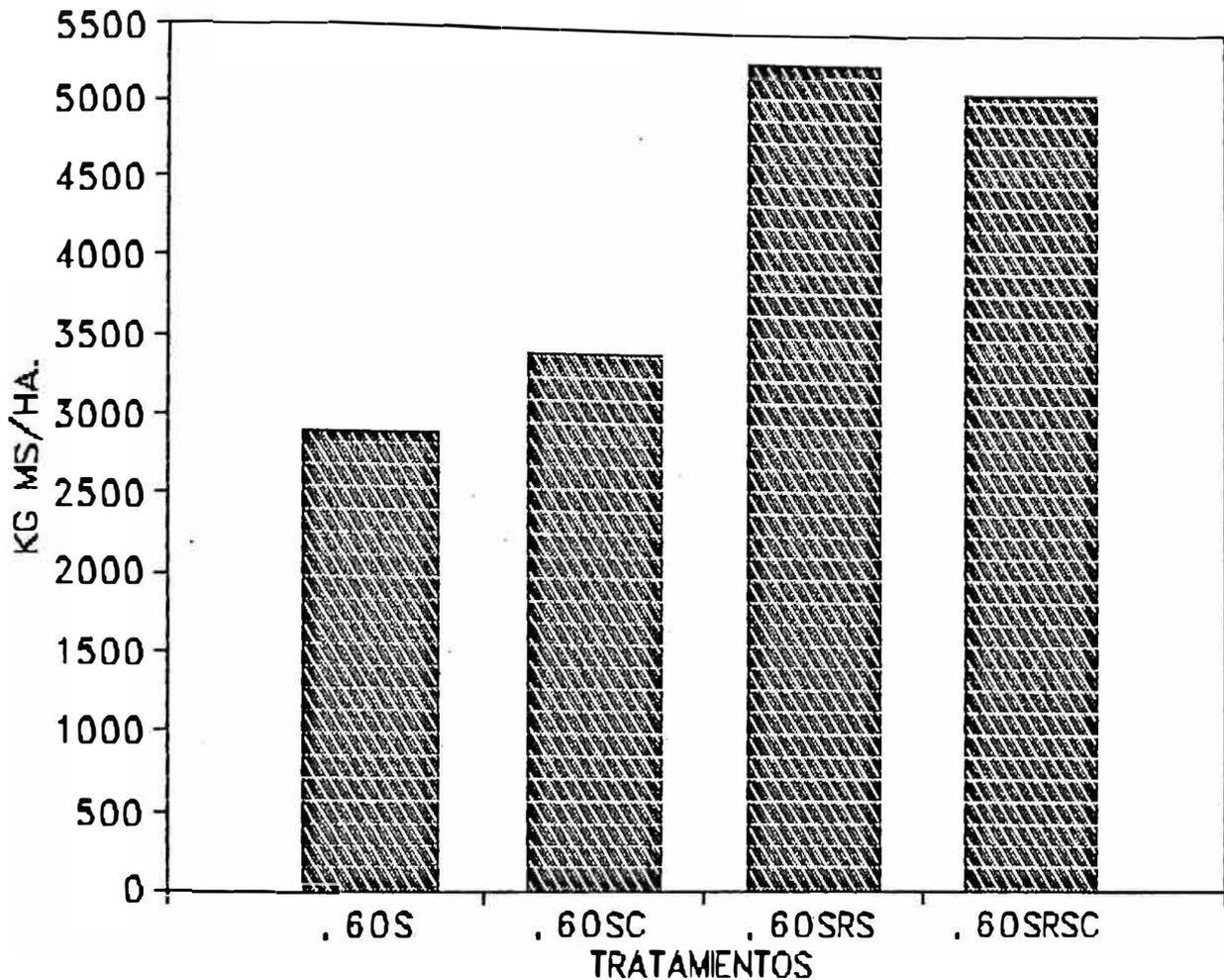


Figura No.18 Producción de materia seca en función de tratamientos con la variable encalado y refertilización (1991).

El otro efecto estudiado es el de refertilización de parcelas encaladas, el cual fue analizado mediante pruebas de contrastes de los tratamientos 60 con y sin encalado.

El resultado de esta prueba con un resultado (altamente significativo) confirma la importantísima respuesta a la refertilización con fósforo en producción de materia

seca por hectárea y por otro lado el poco o nulo efecto de la residualidad de la cal en dicha producción.

Es difícil concluir sobre la posible presencia o ausencia de interacción fósforo - cal, pero aparentemente no tendría efecto perceptible en el resultado final en este ensayo.

Como comentario final se podría decir que se ha verificado en este experimento la ausencia de resultados significativos en el incremento de la producción de materia seca por hectárea por el efecto residual de la cal aplicada en cobertura al cabo del tercer año. Esto está probablemente explicado por el tipo de suelo, la ausencia de K intercambiable y una dosis de cal muy baja, a lo cual se le suma la aplicación en cobertura y la baja respuesta del lotus.

Por último observando y comparando la respuesta en producción de materia seca por hectárea y la posible utilidad o aporte a los sistemas productivos actuales de la opción encalado versus refertilización, la refertilización surge como variable a seguir estudiando. Tanto por los incrementos físicos (materia seca por hectárea) y probablemente incrementos económicos que se puedan obtener considerando los costos del encalado versus los de refertilización.

IV. 1.3.4. Evaluación de fuentes

IV. 1.3.4.1. Evaluación de fuentes solubles (SF y ST) y micronutrientes

Se evaluó la respuesta en producción de materia seca por hectárea de diferentes fuentes solubles, siendo en este caso la diferencia la concentración de fósforo soluble en agua por kg. de fertilizantes aplicado (supertriple 0-48-48-0 y superfosfato concentrado 0-21-23-0)

Ambos tratamientos constaron de una dosis inicial de 60 Kg. de P₂O₅ a la instalación y 30 Kg. de P₂O₅ por hectárea todos los años.

Con el fin de evaluar estadísticamente los diferentes efectos de las diferentes fuentes se realiza una prueba de medias (contraste ortogonal) la cual dio no significativa. (apéndice)

Aparentemente es lo mismo aplicar el fósforo como superfosfato concentrado, que como superfosfato común lo cual es importante desde el punto de vista de los costos de flete y aplicación.

El otro efecto estudiada fue el agregado de micronutrientes. El motivo por el cual se incluyó este tratamiento es básicamente "exploratorio", con el fin de tener información al respecto en el mayor número de situaciones y suelos (este mismo tratamiento se ha repetido en muchos otros sitios experimentales).

Si bien hasta el momento no se ha encontrado respuesta al agregado de micronutrientes en los sistemas productivos bajo pasturas, su estudio no deja de ser importante.

Como puede verificarse con el resultado del contraste planteado (60SRS vs.60SRSM, ver cuadros No.37,38,39, apéndice), no solo no hay diferencias significativas entre ambos tratamientos, sino que no se observa ninguna tendencia.

La ausencia de diferencias entre estos dos tratamientos se da en todos los cortes del año 1991.

Cabe destacarse que el tratamiento con micronutrientes en el primer año (1989), fue superior al 60SRS en un 49%, diferencia que si bien no fue estadísticamente significativa, marcó una fuerte tendencia.

En el segundo año estas diferencias desaparecieron al igual que en este tercer año. Probablemente los micronutrientes en el primer año pudiesen haber influido en la producción de materia seca, lo cual por otra parte no está verificado estadísticamente. Al cabo del segundo y tercer año no hubo efecto perceptible alguno en la producción de la pastura. Se debe recordar que los micronutrientes solo fueron agregados en la instalación de la pastura.

IV. 1.4. Rendimiento de leguminosa

Este parámetro se evalúa en base en el análisis de la fracción leguminosa, separada manualmente de las muestras tomadas en cada corte. Esta separación de la fracción leguminosa de la mezcla nos permite evaluar su aporte en Kg/há., porcentaje de leguminosa, así como su contenido de nutrientes y respuesta frente al agregado de fósforo.

Cabe destacar que se muestrearon dos de los cuatro bloques en el año 1991 y que el corte de abril prácticamente no contó con leguminosas. Por dichos motivos solo se analizarán los cortes de agosto y octubre así como la suma de ambos. Por otra parte los valores obtenidos son muy variables (dentro de tratamientos) atribuidos a la característica heterogeneidad de las siembras en cobertura y al efecto año.

IV. 1.4.1 Efecto del porcentaje de leguminosa en el rendimiento total de materia seca.

En este caso el porcentaje de leguminosa en la mezcla se calculo en base a la materia seca, o sea, que proporción de la materia seca total pertenecía a la fracción leguminosa. Si bien se tomaron datos de porcentaje de lotus en base a la apreciación visual, no se tomaron en cuenta en éste análisis y discusión. Se intentó

relacionar los Kg. de Ms/Há. producidos y el porcentaje de lotus gravimétrico sin lograr resultados positivos.

La gran dispersión que presentaron los puntos indicarían una fuerte variabilidad de los datos y la ausencia de una relación clara entre ambos parámetros.

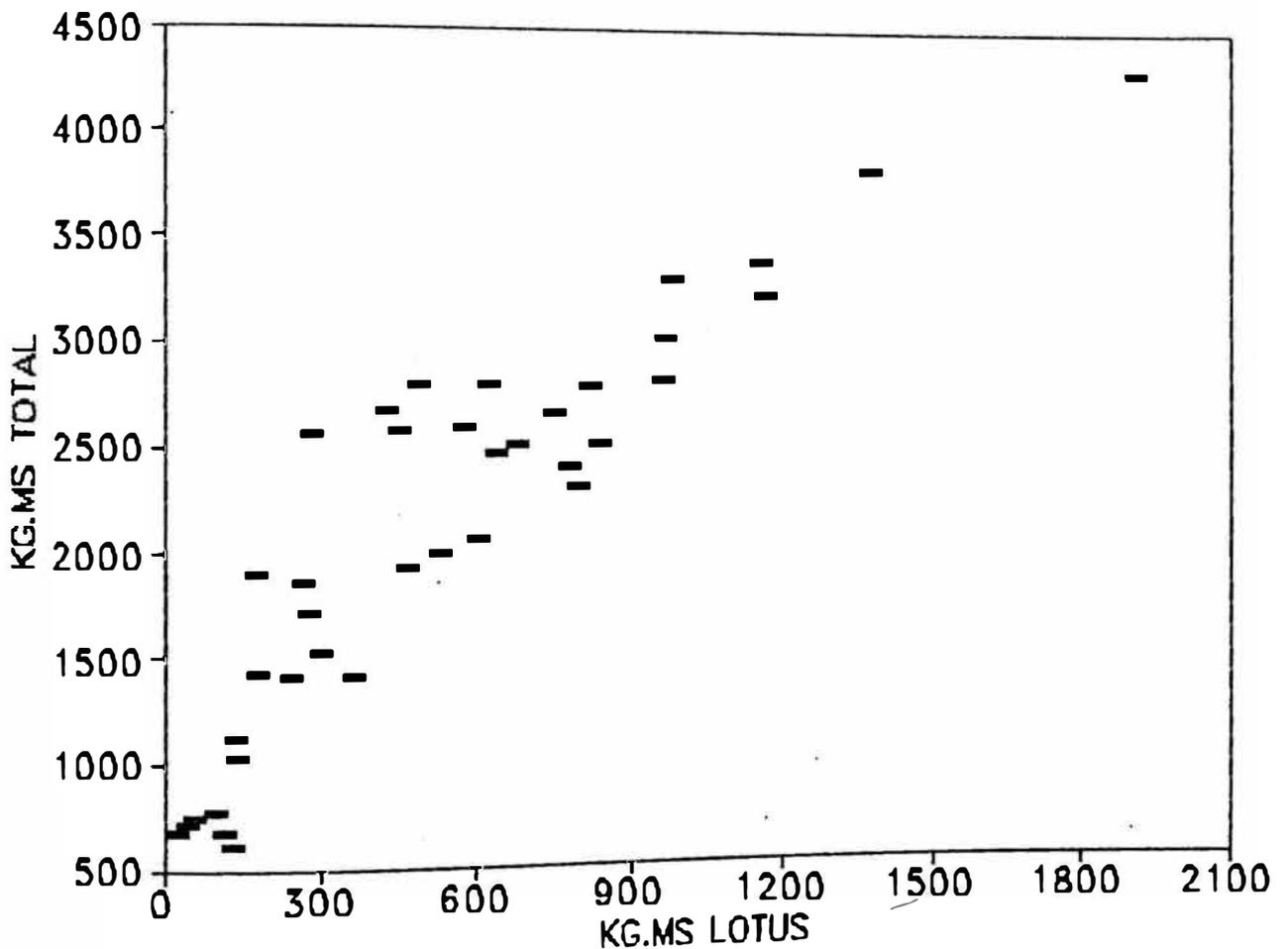


Figura No.19 Producción de materia seca total en función de la producción de materia seca de lotus (1991).

Al intentar relacionar la producción total de materia seca versus la producción de lotus se aprecia una clara tendencia (figura No.19). La distribución de los puntos de la gráfica, indican que existe una relación entre éstos dos parámetros, de carácter positivo.

En términos generales se podría decir, que los incrementos en Kg de materia seca de lotus, se traducen en incrementos mayores de materia seca total. Al llegar a valores mayores, ésta relación tiende a cambiar, reduciéndose los mencionados incrementos de materia seca total.

Este hecho tendría aparentemente dos explicaciones que por otro lado no son excluyentes. Una explicación es que los incrementos de lotus están dados por una mayor aplicación de fósforo, hecho que afectaría la producción de la pastura en general. La segunda explicación es que el lotus al ser una leguminosa y poseer la capacidad de fijar nitrógeno atmosférico, no solo aporta kilos de materia seca sino nitrógeno, el cual sería aprovechado por las gramíneas y potenciaría el uso del fósforo.

IV. 1.4.2. Efecto del agregado de fósforo y cal en el porcentaje de lotus.

El efecto del fósforo en el porcentaje de lotus es muy claro (figura No.20), basta comparar los valores para los tratamientos 60S, 60SRS y 240SRS.

Evidentemente este tipo de respuesta es de esperar al ser la especie en cuestión una leguminosa, el nutriente

aplicado fósforo y un suelo con bajos niveles de fósforo inicial. Comparando los tratamientos CNL y 60S, y a su vez éstos contra el resto, podemos ver el similar comportamiento del porcentaje de lotus en los dos primeros.

Este hecho confirma en parte lo mencionado sobre la capacidad fijadora de fósforo de éstos suelos y los bajos requerimientos de éste nutriente para la implantación del lotus (citado por Arguelaguet, R; et.al. 1985).

Por otro lado se destaca el efecto de las refertilizaciones en el porcentaje de lotus (desarrollo y sobrevivencia), práctica que parece ser esencial en éste tipo de suelos con las dosis empleadas a la instalación en este ensayo.

Esta diferencia del porcentaje de lotus en favor de los tratamientos refertilizados es muy importante ya que a mayores contenidos de lotus, la producción de la pastura en general es mucho mayor (figura No.20).

En cuanto a la residualidad del encalado y su efecto en el porcentaje de lotus, se podría marcar una tendencia en favor de los tratamientos con encalado. Esta diferencia podría ser considerada mayor si se evalúa en términos de producción total pues el lotus potencia toda la producción de la pastura.

Si al efecto del encalado le contraponemos el efecto de la refertilización teniendo en cuenta estos mismos parámetros lo consideraríamos no relevante.

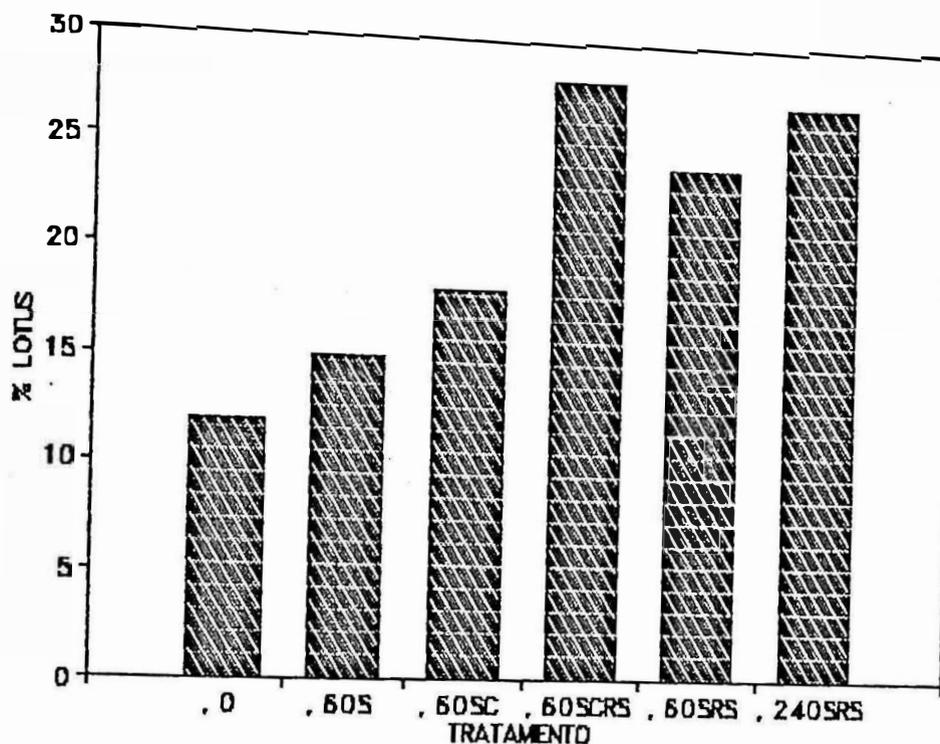


Figura No.20 Efecto de algunos tratamientos en el porcentaje de lotus para el total del año 1991.

- El incremento de producción del lotus provoca incrementos más que proporcionales en la materia seca total. Este hecho es atribuido a que en forma conjunta con el incremento del lotus se dan los incrementos del f

fósforo como fertilizante aplicado, y del nitrógeno fijado por dicha leguminosa.

El fósforo agregado incrementa notoriamente el porcentaje de lotus de los tratamientos de la cobertura, lo cual es importante no solo en cantidad, sino en calidad de forraje.

- Por último el efecto residual del encalado es una vez más muy bajo, con una leve tendencia de mayores porcentajes de lotus en los tratamientos con encalado.

IV. 1.5. Contenido de nutrientes en la materia seca

El contenido de nutrientes de la materia seca se evalúa en base a los resultados del análisis foliar. Se analizaron los cortes de agosto, octubre y abril del tercer año del ensayo (1991).

La metodología de dichos análisis, y demás están presentados en el punto materiales y métodos. Los nutrientes evaluados fueron N, P y K, pero la discusión estará centralizada en el tema fósforo.

IV. 1.5.1. Absorción de fósforo

IV. 1.5.1.1 Absorción total y por corte.

Para el análisis de la absorción de fósforo de la pastura en general, se dispone del siguiente cuadro, donde se pueden apreciar los valores promedios de kg. de fósforo recuperados por la pastura en los distintos cortes y el total anual en función de las dosis empleadas en cada caso.

Como elementos adicionales se presentan dos figuras que permiten visualizar en forma gráfica los datos del cuadro No.12 y la relación que guarda la producción de materia seca y el fósforo absorbido en función de las dosis empleadas. Por último se presenta el cuadro No.13 con los coeficientes y valores de las regresiones

(absorción de fósforo en función de las dosis de fósforo acumulado) estimadas para los tres cortes y el total.

Cuadro No.12 Kilogramos de fósforo absorbido y materia seca por hectárea producida en los tres cortes y el total anual (1991) según las dosis de fósforo acumuladas.

	AGO.91	OCT.91	ABR.92	TOT.	TOT.
DOSIS* | P Abs.	P Abs.	P Abs.	P Abs.	P Abs.	MS/HA.
0 |	0.41	1.07	2.04	3.51	2568.74
90 |	0.77	5.61	1.93	8.31	4246.46
120 |	1.95	5.58	3.25	10.78	5306.31
150 |	2.01	8.29	3.52	13.92	6011.31
480 |	3.4	11.83	6.81	22.05	7768.59

* Dosis acumuladas.

Cuadro No.13 Ajuste de regresiones lineales del fósforo absorbido total en función de dosis acumuladas de fósforo para los cortes individuales y el total.

	AGO.	OCT.	ABR.	TOT.
bo	0.700	3.150	1.760	5.620
b1	0.006	0.020	0.011	0.036
Error est.	0.001	0.004	0.001	0.004
Valor de T	5.392	4.732	7.041	8.273
Prob.	0.000	0.000	0.000	0.00
Correlación	0.890	0.860	0.930	0.950

Modelo: P absorbido (Kg/há)=bo+b1(Kg. de P2O5 acumulado)

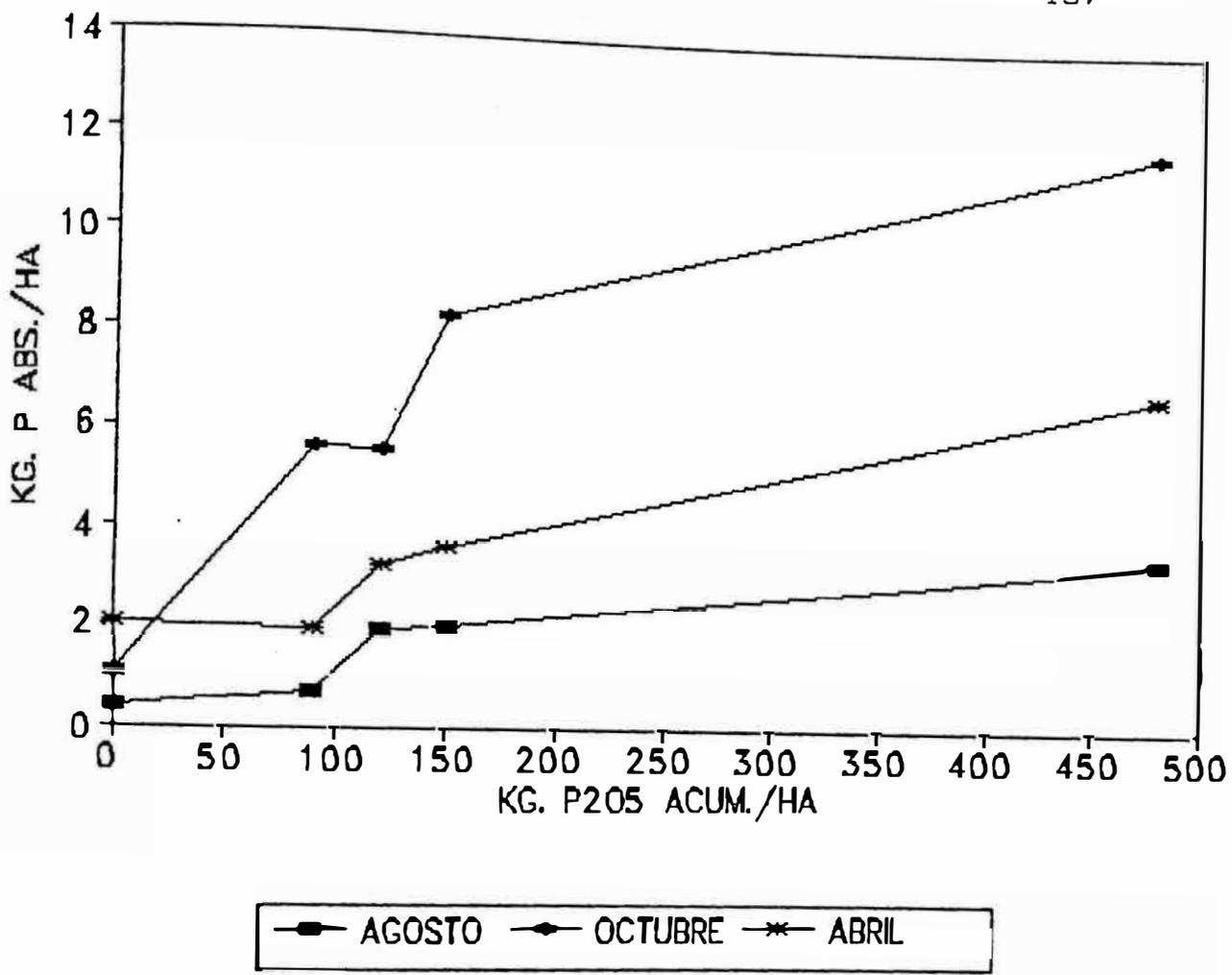


Figura No.21 Kilogramos de fósforo absorbido por corte en función del fósforo agregado por hectárea.

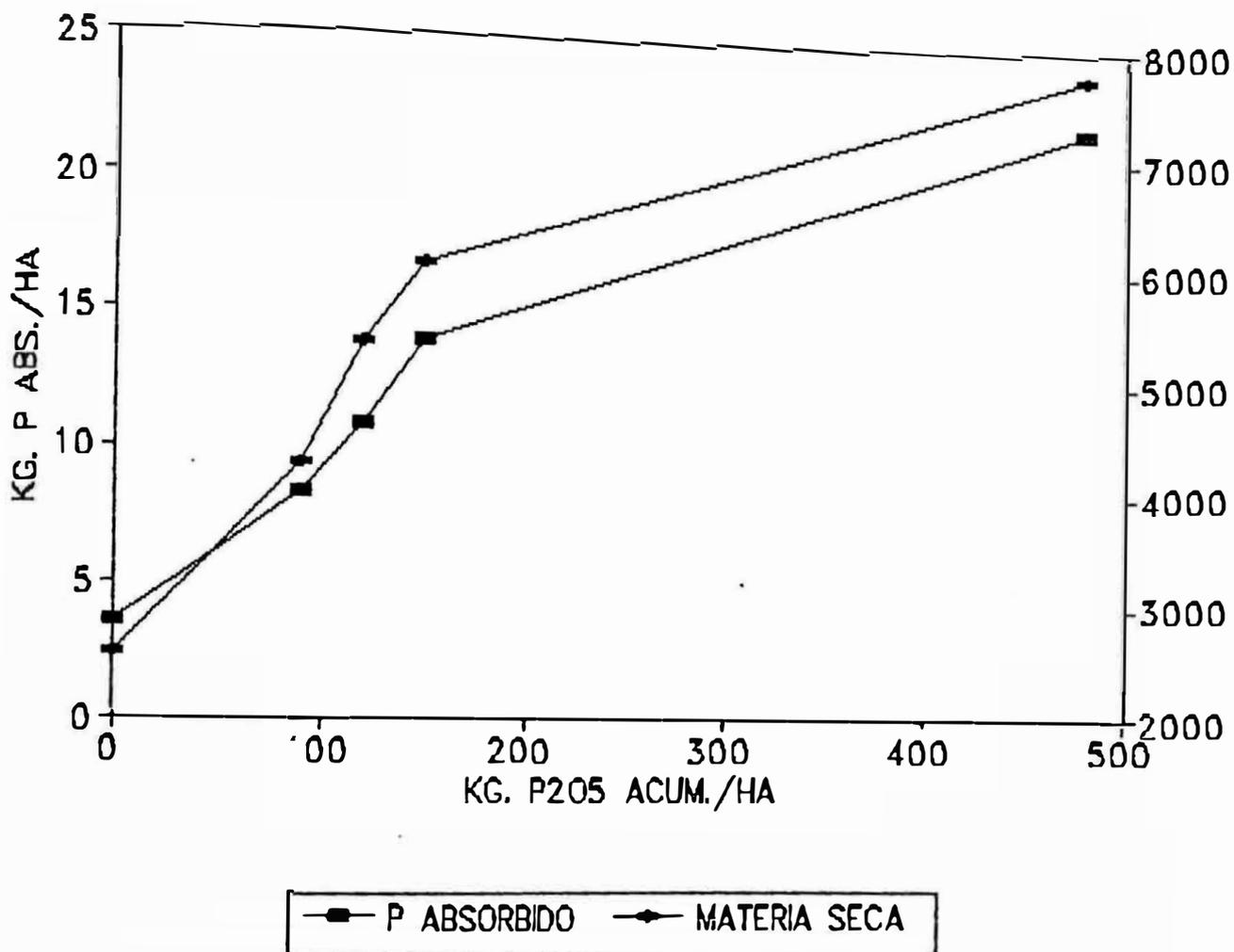


Figura No.22 Totales de kilogramos de fósforo absorbido y producción de ms./Há. en función del fósforo acumulado.

En el cuadro No.12 y la figura No.21 se aprecia la gran diferencia en los niveles de extracción de fósforo en los distintos cortes.

Estos valores a su vez muestran el gran potencial de respuesta que poseen las coberturas de lotus en los

éstos suelos. Respuesta que se traduce en kg. de ms/Há. como se puede apreciar en la figura No.22, donde el paralelismo de ambos parámetros (fósforo absorbido y kg de ms/há.), muestran una similar eficiencia del uso del fósforo absorbido hasta la dosis máxima.

La mayor respuesta en absorción de fósforo se dio en los cortes de agosto y octubre. Esto estaría relacionado a una menor disponibilidad de fósforo a bajas temperaturas.

En primavera, el elevado crecimiento de la pastura, con altos requerimientos de fósforo determina una alta respuesta, donde la mineralización del fósforo a partir de la materia orgánica del suelo no llega a satisfacer dichos requerimientos.

En el tercer corte en abril, las excelentes condiciones hídricas, un sistema radicular bien desarrollado y por otro lado a más de ocho meses de la refertilización se dan lógicamente las menores respuestas.

Otro elemento a agregar es el estado fisiológico de la pastura y del lotus mismo por la estación en que se realiza este último corte.

En base a la figura No.22, podemos argumentar que la eficiencia de la absorción del fósforo acumulado en el suelo disminuye en forma marcada a partir de 150 Kg/Há de fósforo (tres años) aunque no hay puntos intermedios entre 150 y 480 kg. de P₂O₅ acumulados por hectárea para confirmar esta tendencia.

La absorción de fósforo por las distintas fracciones (gramíneas y leguminosas) se puede visualizar en la figura No.23. Esta representa el corte de octubre que fue el que contó con la mayor presencia de leguminosas.

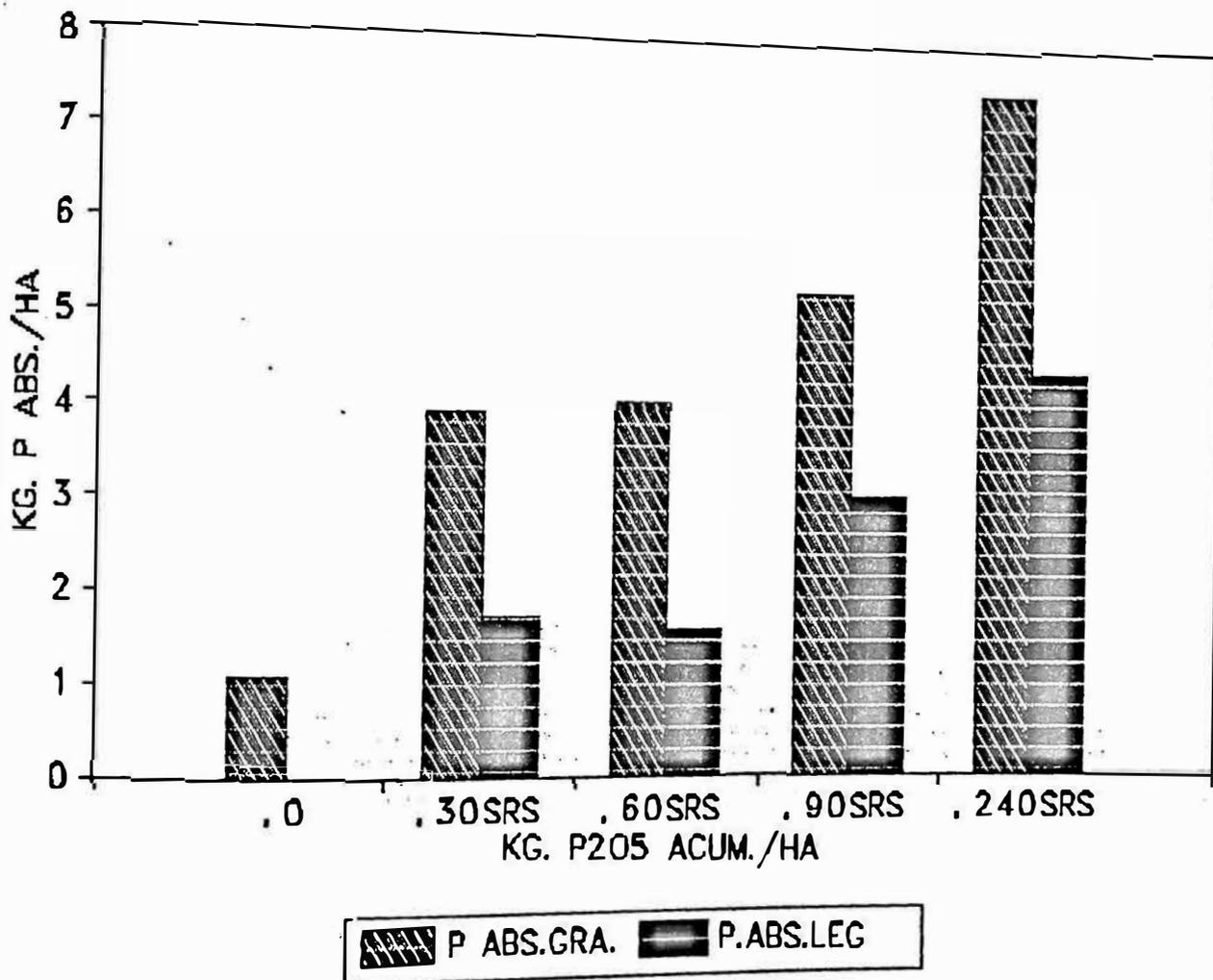


Figura No.23 Absorción de fósforo discriminado por fracción en función de tratamientos (octubre 1991).

La fracción de gramínea en términos generales es la que produce la mayor extracción de fósforo del suelo. A medida que aumentan las dosis de fósforo empleadas se denotan un incremento de la absorción por parte de las leguminosas.

La principal causa de este hecho es que al incrementarse las dosis de fósforo se incrementan los porcentajes de lotus en la mezcla.

IV. 1.5.1.2 Efecto residual del fósforo y el encalado, y de la fuente de fertilizante utilizada en la absorción de fósforo por la pastura.

En primer término se analiza el efecto de la residualidad y fuente de fósforo en la absorción del mismo por parte de la pastura. La discusión se basa en la figura No.24 que se presenta a continuación. Cabe destacar que dicha figura presenta los datos de solamente dos cortes, octubre y agosto.

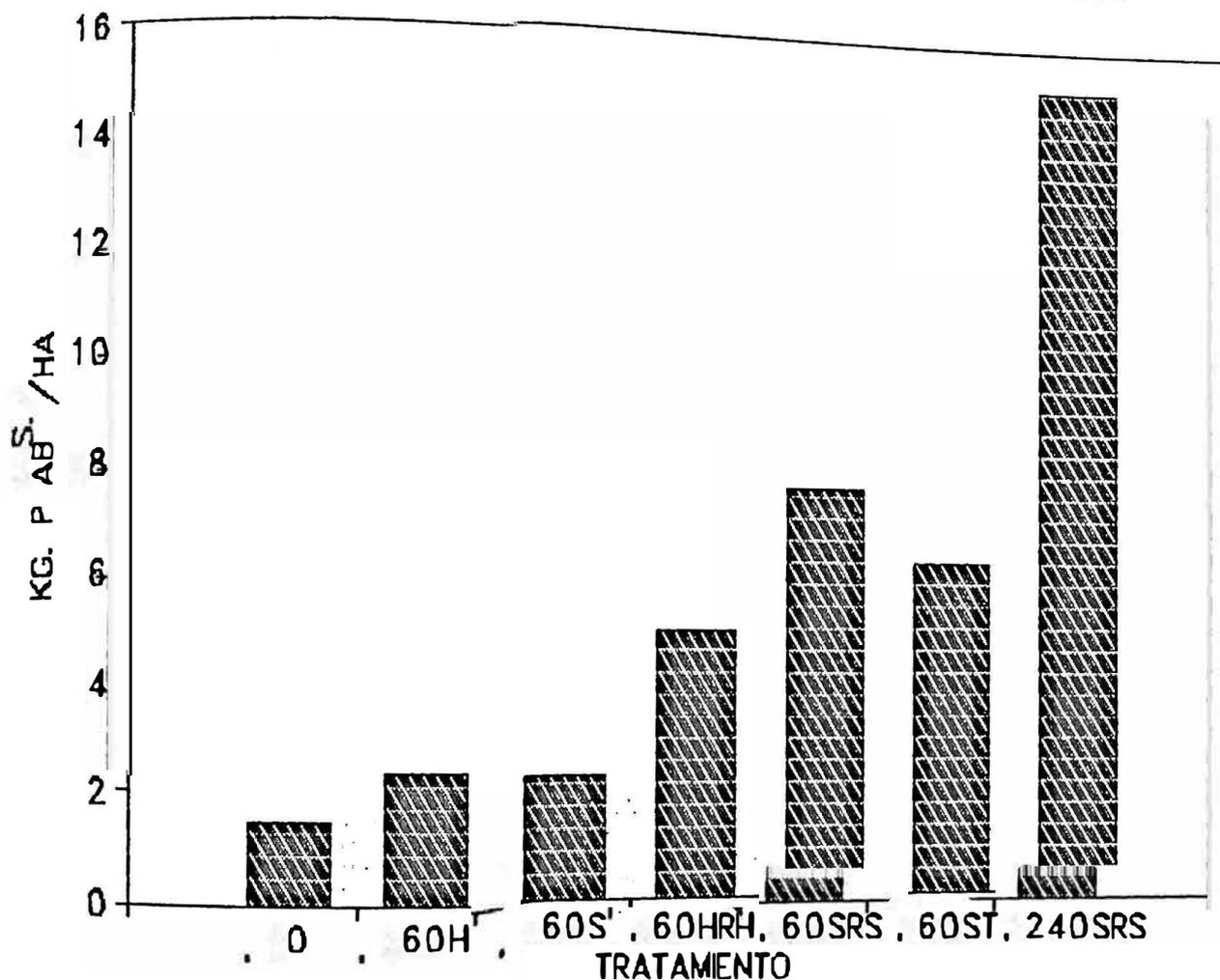


Figura No.24 Fósforo absorbido en función de tratamientos para los cortes de agosto más octubre (1991).

La figura anterior muestra claramente la ausencia de residualidad del fósforo, independientemente de la fuente empleada, coincidiendo con lo observado en el análisis de la producción de ms. en función del fósforo aplicado.

Se observa también una gran respuesta en Kg de fósforo absorbido en el caso de las refertilizaciones, donde por otra parte se insinúan diferencias en la fuente. Dichas

diferencias entre fuentes, para las dosis de 30 unidades se manifiestan pero a la inversa.

El hecho importante aquí es la respuesta a la refertilización en sí, independientemente de la fuente. Cabe recordar que se contó solamente con dos repeticiones y dos cortes, donde uno de ellos (octubre) extrae la mayoría del fósforo. Estos hechos condicionan que los datos deban ser manejados con precaución.

Por último, la prolongación de la respuesta a dosis hasta valores de fósforo tan altos como el tratamiento 240SRS revelan el gran potencial productivo de éstas coberturas.

El efecto de la residualidad del encalado en la absorción de fósforo es presentado en la figura No.25 conjuntamente con el efecto de la refertilización.

No aparenta haber un efecto de la cal al menos de una magnitud tal como en el caso de la refertilización en el cual pudimos concluir a pesar de contar con pocos datos (repeticiones) y carecer de un aval estadístico.

Tampoco parece presentarse interacción fósforo-cal lo cual ya había sido discutido y verificado estadísticamente al analizar la producción de materia seca.

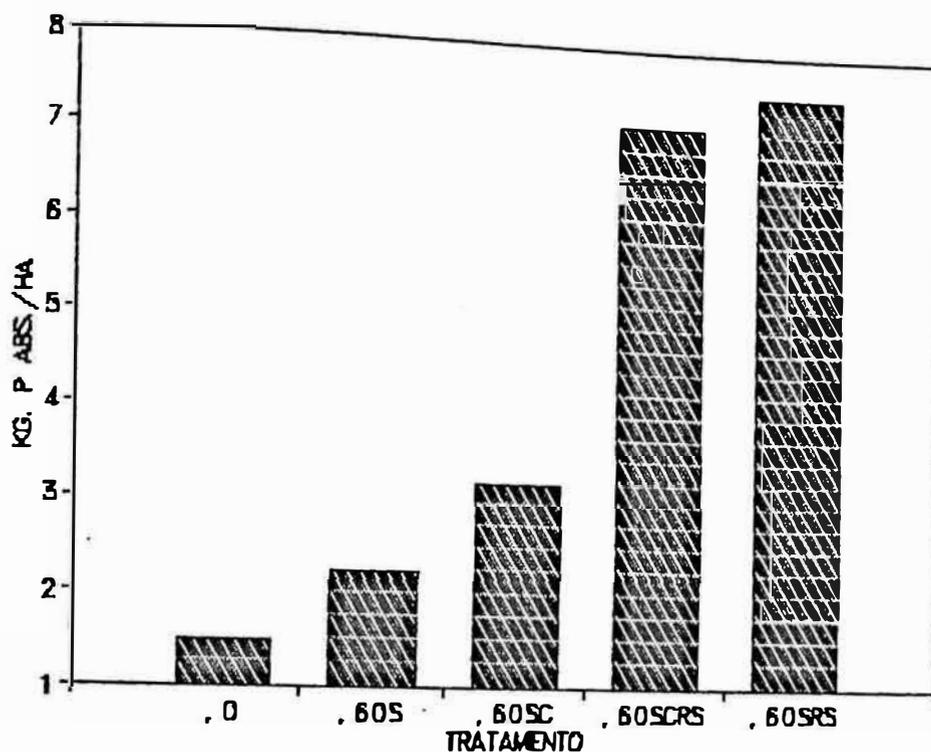


Figura No.25 Absorción de fósforo según tratamiento en los cortes de agosto más octubre (1991).

IV. 1.5.1.3 Efecto general de los mejoramientos en la absorción de N.P.K. en el año 1991.

A continuación se analizará la extracción de N.P.K. por la pastura en los diferentes cortes y el total anual, para las dos alternativas de mejoramiento del ítem 1.1, tomando como referencia el campo natural y el tratamiento con fósforo no limitante (cuadro No.14).

Cuadro No.14 Extracción de N,P y K en kg/Há obtenidos en base a análisis foliar y producción de materia seca para tres cortes y la sumatoria de los mismos (1991).

	Agosto 1991			Octubre 1991		
	N	P	K	N	P	K
CN	3.4	0.3	2.7	11.8	1.2	10.9
CN+L	4.9	0.4	2.6	10.4	1.1	10.7
CN+L+P	6.3	0.8	4.7	53.8	5.6	47.3
CN+N+P	11.2	1.4	9.1	34.5	5.0	41.0
240SRS	19.8	3.4	9.1	74.5	11.8	

	Abril 1991			Total 1991		
	N	P	K	N	P	K
CN	22.2	2.0	---	37.5	3.5	---
CN+L	22.1	2.0	24.0	37.5	3.5	35.9
CN+L+P	23.1	1.9	27.9	83.2	8.3	79.8
CN+N+P	20.4	1.8	23.3	66.0	8.1	73.4
240SRS	51.8	6.8	48.5	146.2	22.0	---

La extracción de N.P.K. totales para la dosis máxima (240SRS) si bien representa condiciones irreales de producción, nos permite tener una noción de la Productividad potencial de la pastura.

Sin la aplicación de nitrógeno ni potasio, tan solo con el aporte de fósforo y la implantación de lotus, se

pueden extraer en la materia seca cosechada en un año, más de 146 kg. de nitrógeno y otros tantos de potasio por hectárea.

Esto evidencia que el nivel de nutrientes del sistema ha sido elevado considerablemente al cabo de los tres años (Figuras No.26 y 27).

Volviendo al cuadro No.14 y a los tratamientos que representan las distintas alternativas de mejoramiento, C.N.L., C.N.L.P., C.N.N.P. y el C.N. usado como testigo, podemos diferenciar dos grupos en base a los kilos de N.P.K. en el año.

Un grupo estaría integrado por el C.N. y el C.N.L. y el otro con niveles de nutrientes extraídos netamente superiores integrados por el C.N.L.P. y el C.N.N.P..

En la figura No.26 y 27 se puede visualizar la absorción de fósforo y nitrógeno para los cortes de agosto y octubre.

Como comentarios sobre el panorama presentado tenemos que:

- El mejoramiento C.N.L. se comporta de manera similar al C.N. (testigo), no representando en términos reales una mejora en la absorción de nutrientes y por ende en la calidad de la pastura. Si bien el lotus se implanta sin el aporte de fósforo, las carencias de éste son tales que no le permite desarrollarse e incidir en los niveles de N.P. o K extraídos de la pastura (figura No.26 y 27).

- El mejoramiento que representa el C.N.N.P. al cabo del tercer año es en términos generales es una opción con buenos resultados y elevados niveles de extracción de N.P.K. (similares al C.N.L.P.). Este tratamiento refleja la respuesta a N.y P. de la pastura nativa destacándose un buen comportamiento en invierno, en cuanto a volumen y calidad de forraje.

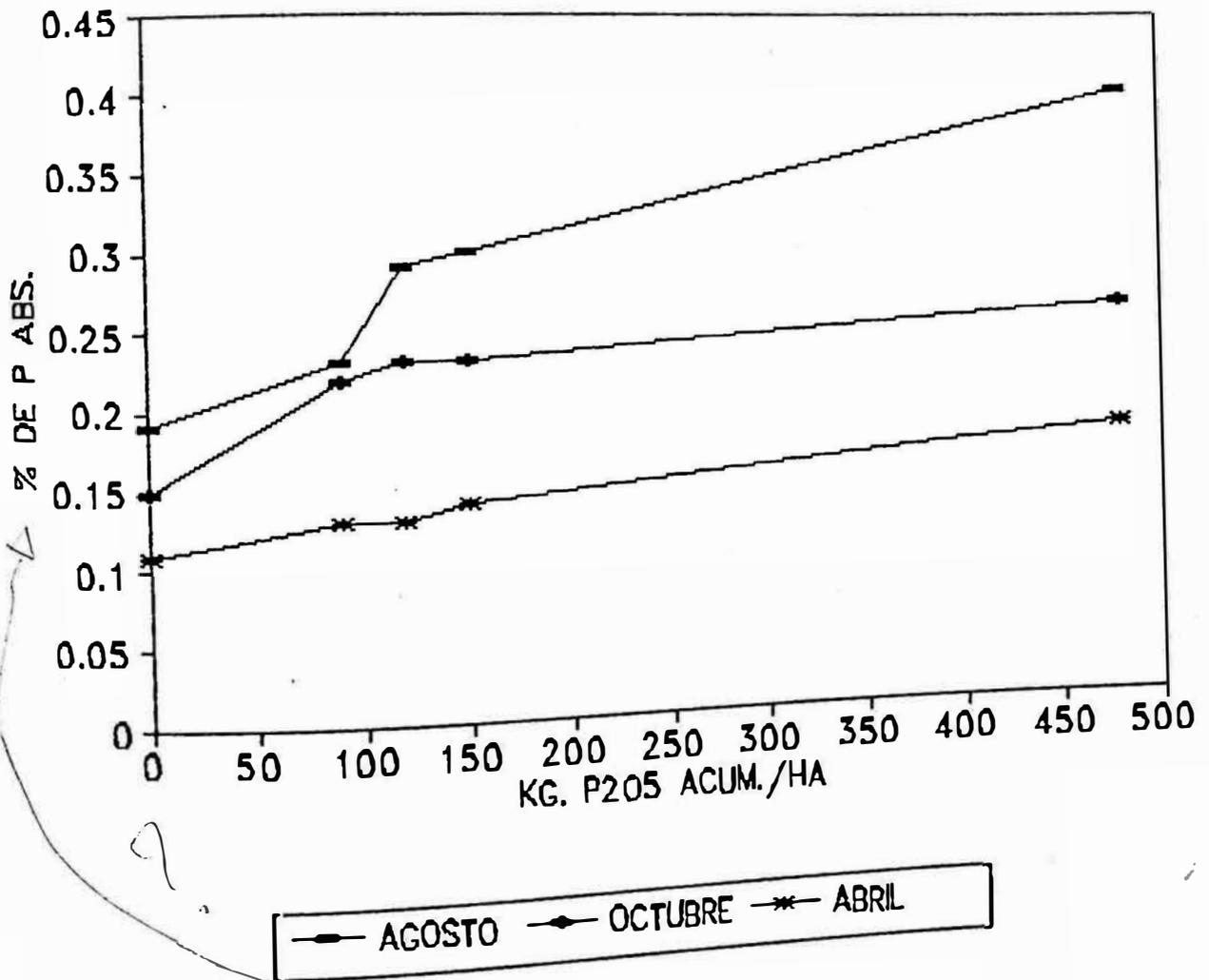


Figura No.26 Kilogramos de fósforo absorbido por hectárea por la pastura según tratamiento y en los cortes del 4/91, 10/91, 4/92, y el total acumulado.

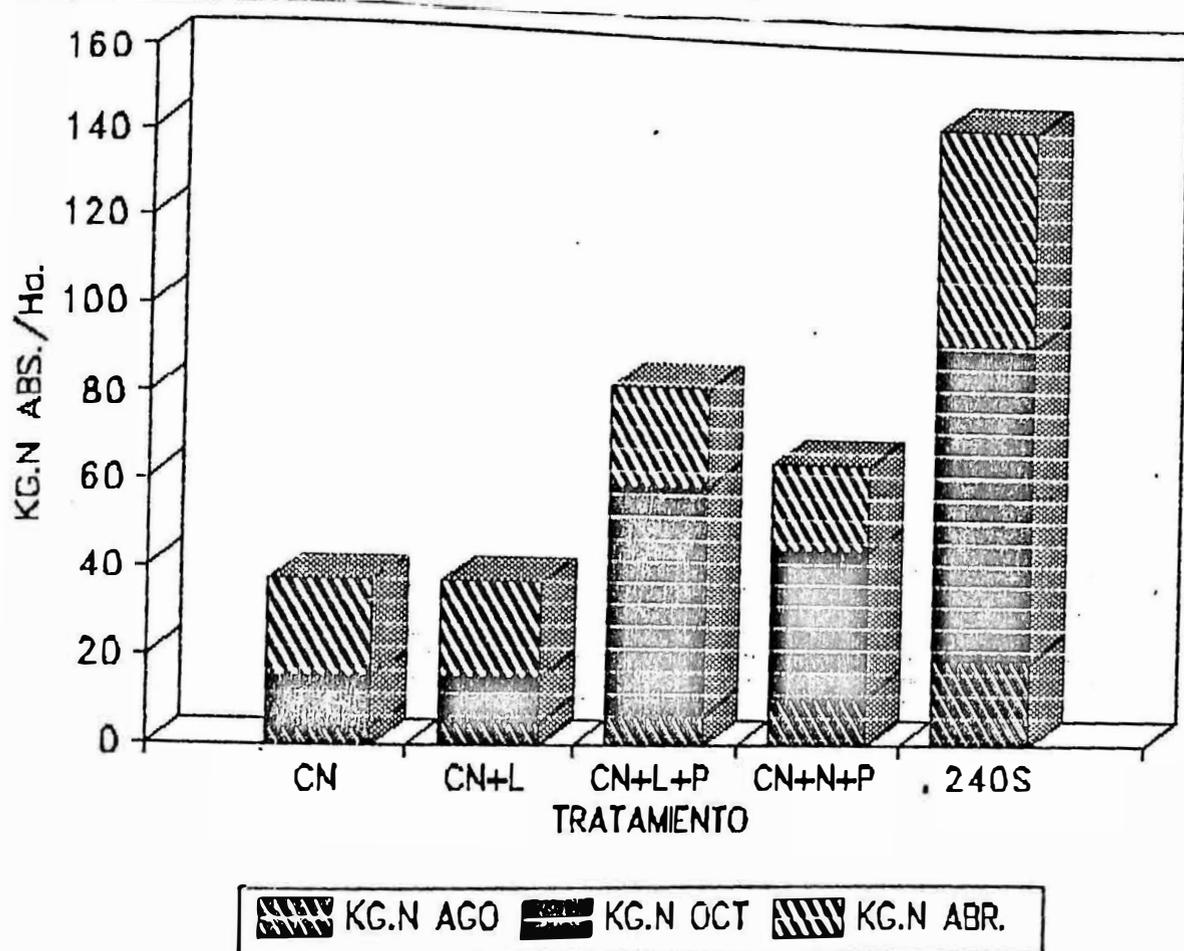


Figura No. 27 Kilogramos de nitrógeno absorbidos por hectárea por la pastura según tratamiento en los cortes de agosto 91, octubre 91, abril 92, y el total acumulado.

IV. 1.5.1.4. Porcentaje de fósforo de la pastura en función de los tratamientos.

Este parámetro como se aprecia en la figura No.28 está muy influenciado por el "efecto estacional". Se detectan

tres niveles en el contenido porcentual de fósforo en la pastura donde en el corte de otoño se dan los menores valores y en el de agosto los mayores.

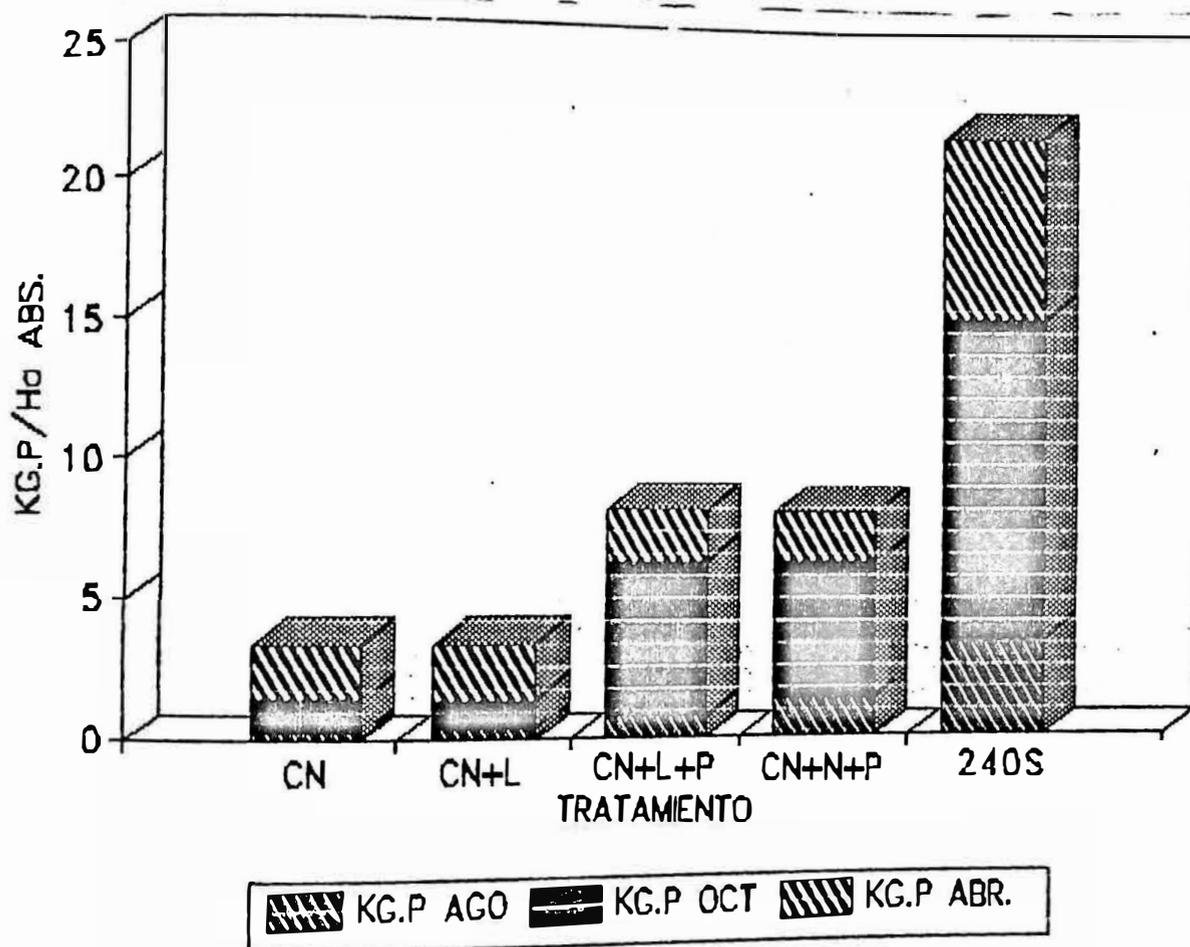


Figura No.28 ^{kg.} Porcentaje de fósforo de la pastura por corte en función del fósforo acumulado (1991).

Este comportamiento está básicamente explicado por factores de manejo (época de fertilización), factores de la pastura, las condiciones de crecimiento (luz y

temperatura) y por la dinámica del fósforo en el suelo en si misma.

Probablemente el hecho que las refertilizaciones se realizaron en otoño provocó que los cortes más cercanos a estas tuviesen mayores disponibilidades de fósforo a partir del fertilizante.

En el corte de agosto, los mayores niveles de fósforo se deben a que el crecimiento en dicho período es muy escaso por las bajas temperaturas, menos horas de luz y menor actividad fotosintética. La absorción de nutrientes sobrepasa el crecimiento y la utilización de los mismos.

A su vez el efecto dosis de fósforo acumulado es importante, ya que la disponibilidad de este nutriente se ve limitada en esta época por la dinámica del fósforo en el suelo y el escaso crecimiento radicular.

La escasez de fósforo para las plantas en este periodo, explica las altas respuestas a la fertilización fosfatada.

En octubre los niveles en porcentaje de fósforo siguen siendo altos, pero menores que en agosto por el mayor crecimiento que presenta la pastura y por ende su mayor utilización.

En cuanto a la respuesta a dosis se ve que en octubre se estanca a partir de 30 unidades de fósforo. El aporte de fósforo sigue siendo fundamental para el desarrollo y Producción pero las condiciones ambientales (mayores

temperaturas, mayor mineralización de fósforo, mayor crecimiento radicular, mayor difusión del fósforo en el suelo, etc.) hacen que las pasturas tengan menores respuestas a dosis altas de fósforo.

Por último en el corte de abril se dan los menores porcentajes de fósforo así como las menores respuestas al agregado de éste, condicionado por el estado fisiológico de la pastura en general, las condiciones ambientales y la retrogradación del fósforo agregado con el fertilizante.

En las figuras No.29 y 30 se observa que el porcentaje de fósforo de ambas fracciones (gramíneas y leguminosas) son muy similares. Las diferencias entre una y otra fracción en cada tratamiento son pequeñas y confusas por darse en un sentido u otro sin un patrón lógico de comportamiento aparente.

Tomando en cuenta los tratamientos considerados, solo podemos argumentar una tendencia a favor de las refertilizaciones en el porcentaje de fósforo de ambas fracciones. No se presentan tendencias claras para los tratamientos con encalado.

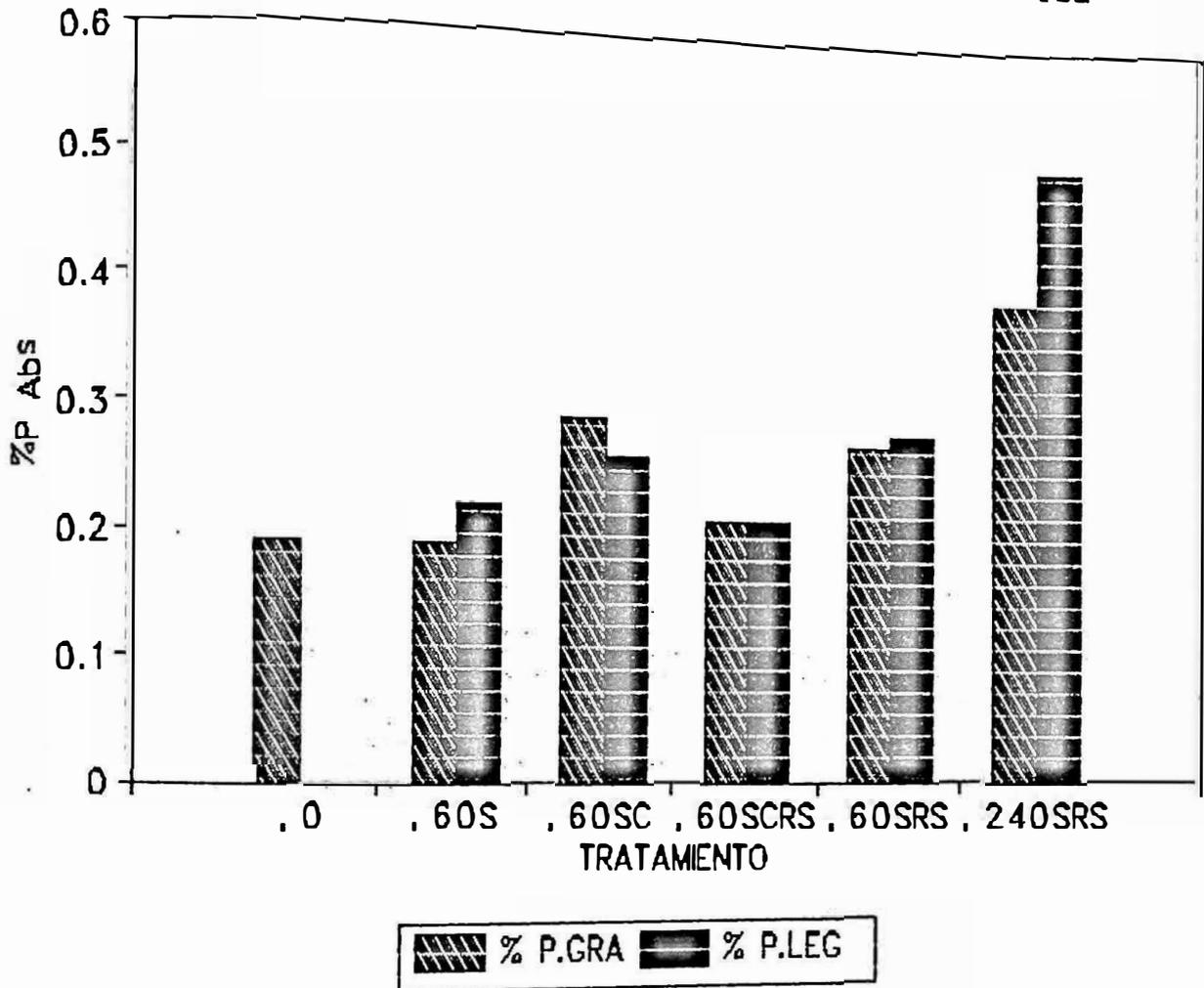


Figura No.29 Porcentaje de fósforo en función de algunos tratamientos (agosto 1991).

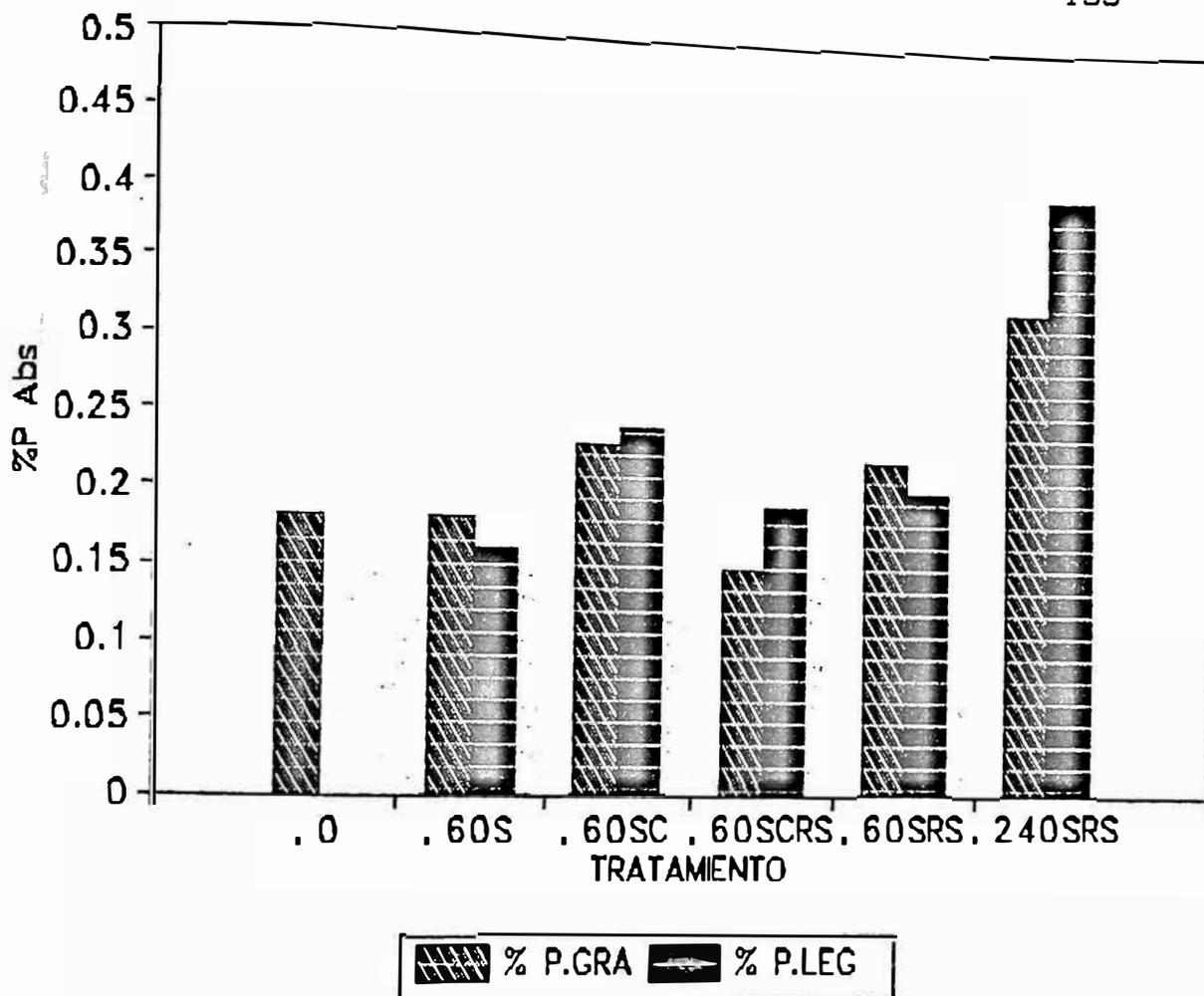


Figura No.30 Porcentaje de fósforo en gramínea y leguminosa en función de algunos tratamientos (octubre 1991).

IV. 1.5.1.5. Relaciones fósforo absorbido-producción de materia seca.

En el siguiente cuadro se presenta el ajuste de regresiones planteadas con el propósito de analizar la relación entre fósforo absorbido y la producción de

materia seca por hectárea, para la producción de invierno y primavera, y el total anual evaluado.

Cuadro No.15 Ajuste de regresiones lineales para producción de materia seca por corte y total anual, en función del fósforo absorbido respectivo (1991).

	AGO.	OCT.	TOT.
bo	117.82	585.60	680.63
b1	256.72	371.10	352.70
Error estandar	12.97	31.51	23.67
Valor de T	19.80	11.78	14.80
Probabilidad	0.00	0.00	0.00
Correlación	0.95	0.88	0.92

Modelo: $MS = b_0 + b_1 (P \text{ abs.})$

Los altos valores de ajuste de las regresiones, así como del coeficiente de la relación correspondiente, indican una estrecha relación entre el parámetro fósforo absorbido y la producción de ms/há.

En base al valor de b_1 que representa la pendiente podemos decir que es mayor la eficiencia del uso del fósforo absorbido en octubre que en agosto y el total anual (entendiendo aquí la eficiencia como los kilogramos de materia seca producida por kilogramo de fósforo absorbido).

Con los valores obtenidos de la regresión, presentados

en el cuadro podemos estimar la producción de ms/há. en función de los kg. de fósforo absorbido.

La figura No.31 representa gráficamente el grado de asociación entre el fósforo absorbido total y la producción de ms/há. La aparente separación de los puntos en la figura está explicada por la diferencia entre los tratamientos sin refertilizar (grupo inferior) y los refertilizados, que comprenderían el grupo superior con absorciones de fósforo mayores a 4 Kg/Há..

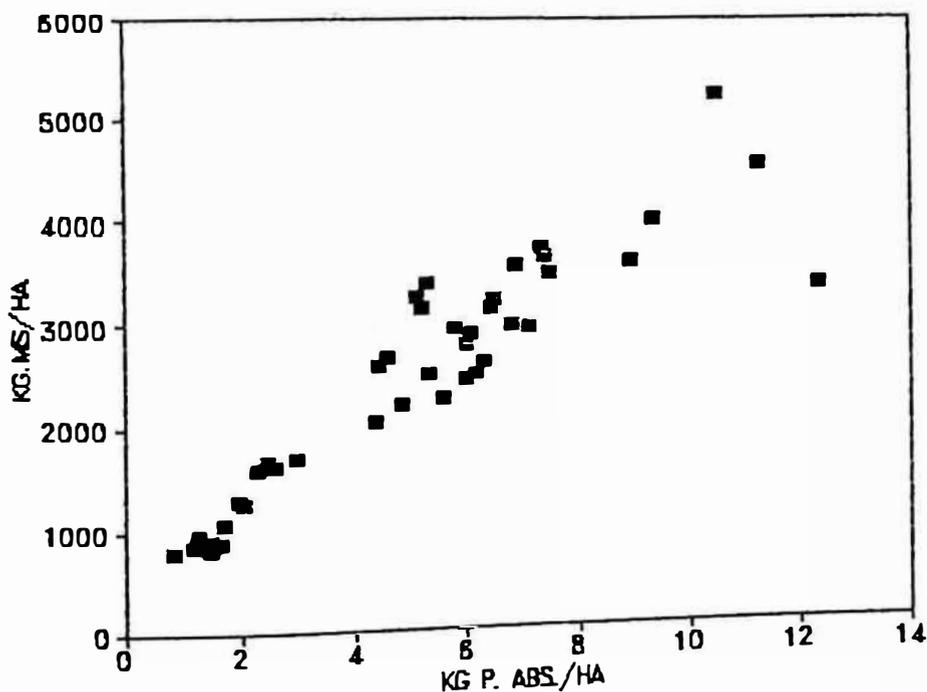


Figura No.31 Kilogramos de materia seca por hectárea en función del fósforo absorbido por la pastura (agosto + octubre 1991).

IV. 1.6. Análisis de suelo

En este punto se presentarán algunos de los resultados obtenidos del análisis del contenido de fósforo asimilable, pH y acidez titulable de los suelos en los tres años en estudio.

Los resultados obtenidos no permiten explicar ninguno de los eventos ocurridos en el desarrollo del ensayo a lo largo del período evaluado. Hecho es atribuido principalmente a la metodología de muestreo donde las excesivas profundidades de muestreo y la aplicación de cal y fósforo en cobertura condicionaron estos resultados.

Cabe destacar que las profundidades de muestreo fueron las convencionalmente usadas en muestreo de suelo (0-15 cm.).

Tanto el fósforo como la cal son de muy lenta penetración en el perfil del suelo, por lo que muestreos tan profundos no son representativos de la real disponibilidad de nutrientes por parte de las plantas.

IV. 1.6.1. Evolución de los niveles de fósforo asimilable en el suelo.

Los datos del cuadro No.16 demuestran que es muy difícil hablar de evolución de fósforo asimilable a lo largo de los tres años en función de los tratamientos, cuando las diferencias son mayores entre años que entre tratamientos.

Por otra parte en los años sucesivos a pesar de agregar fósforo al suelo los niveles de este disminuyen. Este hecho un tanto inusual es atribuido a la posible liberación de fósforo en el suelo durante el largo período y a las altas temperaturas del almacenamiento de las muestras.

De todos modos los datos obtenidos en el año 1991 como resultado de el análisis inmediato al muestreo, no permiten explicar las diferencias encontradas en producción de materia seca y/o absorción de fósforo.

Esta escasa variabilidad seguramente este explicada al menos en parte por la ya mencionada excesiva profundidad de muestreo, donde la alta concentración de fósforo de los primeros cm. se diluya al mezclar esa fina capa de suelo con otra de mucho mayor volumen y menor concentración de fósforo. Esta "mezcla" hace que se encubran las diferencias en disponibilidad de fósforo que surgen de los resultados de el análisis de producción de materia seca y fósforo absorbido.

Cuadro No.16 Contenido de fósforo asimilable en el suelo para los tres años evaluados (método Bray 1).

Abril 1989			Abril 1990		
Tratam.	Prof. ppmm P (prom.)		Tratam.	ppmm P(prom.)	
S/C	0 - 7.5	8.61	0	6.11	
	7.5 - 15	4.62	60S	6.16	
	0 - 15	7.21	60H	5.61	
			60SC	7.37	
C/C	0 - 7.5	8.64	240SRS	16.17	
	7.5 - 15	5.23			
	0 - 15	6.90			

Abril 1991

Trat.	ppmm P (prom.)	Trat.	ppmm P (prom.)
0	3.41	60S	3.52
30H	3.36	60SRH	3.41
30HRH	3.14	60SRS	3.63
30HRS	5.12	60SC	3.19
30SC	3.80	60SCRS	3.80
30SCRS	3.36	240SRS	10.30

IV. 1.6.2. Evolución de los parámetros de acidez.

Los parámetros de acidez considerados en este caso son el pH y la acidez titulable los cuales prácticamente no varían en el período evaluado (1989-1991, cuadros No.17 y 18.

Si bien aquí también incide en el resultado la profundidad de suelo muestreada y analizada, en este caso hay una correspondencia con la falta de respuesta al encalado a partir del año 1990 en producción de materia seca.

Los valores de pH más bajos en el año 1989 estarían explicados por haberse tomado la muestra en condiciones de sequía prolongada, situación en la cual se menciona que el pH disminuye (Fassbender, 1975).

Cuadro No.17 Datos de pH en el suelo (pH en agua y en KCl) entre los años 1989-1991, para los tratamientos con y sin agregado de caliza.

	Abril 1989		Abril 1990		Abril 1991	
	pH (H ₂ O), (KCL)		pH (H ₂ O), (KCL)		pH (H ₂ O), (KCL)	
Sin cal	5.3	4.7	5.8	4.7	5.8	4.7
Con cal	5.5	4.9	5.9	4.8	5.9	4.8

Cuadro No.18 Evolución de la acidez titulable del suelo entre los años 1989-1991, expresados en meq/100grs de suelo seco para los tratamientos con y sin encalado.

bloque	1989		1990		1991	
	S/C	CC	S/C	CC	S/C	CC
I	4.3	4.1	3.8	3.7	3.8	3.7
II	4.1	3.7	3.7	3.5	3.9	3.4
III	4.1	3.3	---	---	3.5	3.5
IV	3.9	3.5	---	---	3.4	2.7
Prom.	4.1	3.6	3.8	3.6	3.7	3.3

V. 2.7. Año de la implantación (1989), sitio 2

Para analizar lo sucedido este año, es necesario realizar previamente un comentario sobre características del año y su consecuencia en la producción de la pastura. El año en estudio fue extremadamente seco, imposibilitando la implantación del lotus y provocando un reducido crecimiento y producción del tapiz natural.

La falta de la fracción leguminosa en la pastura limita el análisis pues la mayoría de los tratamientos son con agregado de P y cal y precisamente la intención era evaluar su efecto en la implantación, desarrollo de la leguminosa y su efecto y/o contribución a la producción total.

En el año 1989 se realizó un corte en el mes de diciembre con las respectivas evaluaciones y otro de limpieza en abril. Al no existir la fracción leguminosa nos limitaremos a comentar el comportamiento del tapiz natural a la fertilización con P, N y al encalado.

A continuación se presenta un cuadro con los rendimientos de materia seca de todos los tratamientos, que por otra parte son solamente trece, por no haberse iniciado lógicamente las refertilizaciones con las cuales se completarían los veintiuno.

Cuadro No.19 Rendimiento Promedio de ms./há. anual según tratamiento (1989).

Trat.	kg. ms./há.	Trat.	kg. ms./há
0	446	60SC	1020
30H	681	60SM	1167
30SC	878	60S	1258
CN	424	60ST	623
30S	931	90S	1122
60H	760	240S	1513
CNN	809		

El cuadro No.19 muestra los bajos valores de producción de los tratamientos en general, dados por las pésimas condiciones climáticas del año, así como el efecto de las distintas dosis de fósforo.

De todos modos se realizó un análisis de varianza con los trece tratamientos diferentes ya mencionados (cuadro No.20).

A su vez se plantea un contraste ortogonal entre el tratamiento campo natural (CN) vs. el resto de los tratamientos con el propósito de tener un aval estadístico de la existencia o no de diferencias. El resultado de la prueba de medias revela que existen diferencias entre el CN y el promedio de los mejoramientos (apendice).

Esta diferencia junto con el resultado del ANAVA que se presenta a continuación nos permite, a pesar de no tener

leguminosas implantadas estudiar los posibles efectos de los tratamientos en el tapiz natural.

Cuadro No.20 Análisis de varianza para la producción de ms.(kg/há) correspondiente al año 1989.

	G.L.	Valor de F.	Prob.
Bloque	1	0.12	0.73
Trat.	12	3.38	0.02
Error	12		
C.V (%)		27.49	
MS/Há.(media)		894.500	

IV. 2.7.1. Respuesta del campo natural: inclusión de leguminosas vs. agregado de N.

La respuesta a los mejoramientos será discutida en primera instancia en base a distintas líneas de tratamientos, como lo son, la inclusión de leguminosas al tapiz, el agregado de leguminosa más fósforo y el agregado de N y P sin el aporte de leguminosa.

El primer hecho importante a destacar es el gran efecto que produce el agregado de nutrientes como P y N en la producción de la pastura nativa.

No obstante, desde el punto de vista productivo el lotus sembrado en cobertura en este sitio no fue relevante ya que prácticamente no hubo implantación.

;

Si se observan los tratamientos CNLP y 240S se destaca como muy importante la gran respuesta del CN al P ya que en el primer caso se duplica la producción del CN y en el segundo caso más que triplica dicha producción.

Esta gran respuesta de la pastura nativa al P no es un hecho reportado, al menos en la bibliografía consultada ni es el consenso general de los investigadores en el tema.

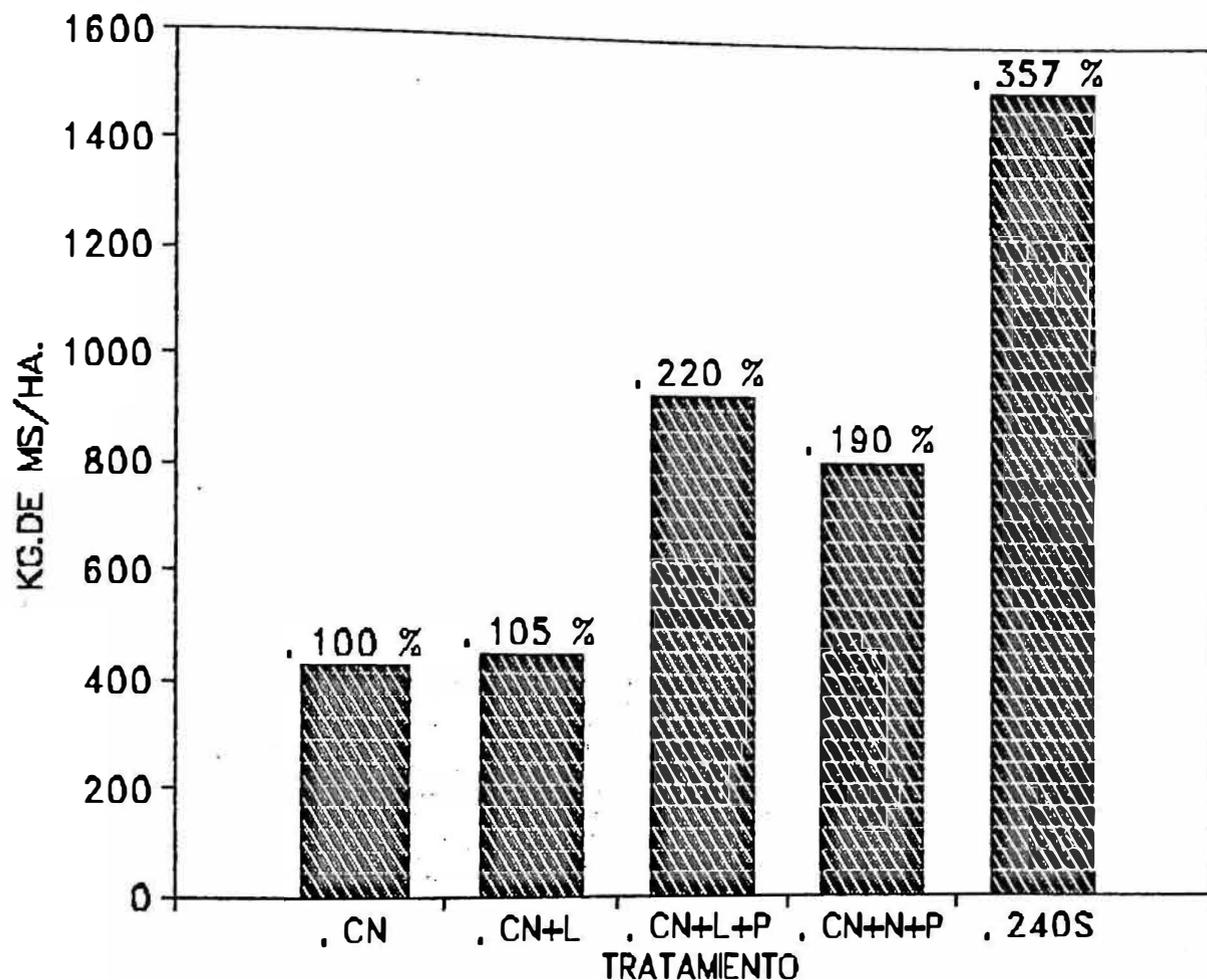


Figura No.32 Producción de ms.(kg/há y porcentaje referido al CN) de diferentes tratamientos, para el corte de diciembre 1989.

Por otra parte el mejoramiento con N y P, casi duplica la producción del CN como sucedía con el tratamiento campo natural + leguminosa + fósforo y sin nitrógeno (CNLP). Esto indica que los 70 kg. de N agregado en el

primer caso no tendrían efecto en la producción de la pastura ya que se igualaría con el CNPL el cual no contó con leguminosas.

A modo de resumen del histograma, encontramos que hay una importante respuesta a P y una ausencia de respuesta al agregado de N y leguminosa (esta no se implantó).

Es importante tener en cuenta que los resultados son el promedio de dos repeticiones. Considerando el alto error experimental de este tipo de experimentos, la estimación de dichos promedios no resulta tan confiable como si resultara de un mayor número de repeticiones. Esto podría relativizar la magnitud de las diferencias, aunque no las diferencias en sí entre tratamientos.

Dichas diferencias estarían explicadas por las características de un año muy seco, probablemente con alta mineralización de N, el cual pudo ser capitalizado por la pastura en la medida que contó con cierto suministro de fósforo y de humedad hacia el final de la primavera. Esto nos permite suponer que quizás el contenido de nitrógeno en el suelo haya sido elevado y el aporte externo (N) no hubiese tenido efecto, mientras que el fósforo habría sido un elemento importante potenciando la capacidad de crecimiento y uso del N del suelo.

Se podría suponer entonces que las altas respuestas al fósforo en los tratamientos CNLP y 240S no solo se deban al fósforo sino al efecto interactivo entre el fósforo y el nitrógeno disponible en el suelo.

Este mismo hecho aparentemente ocurrió también en el año siguiente, donde en el periodo mayo-agosto llovieron solo 100mm. (aprox.) y en la primavera hubo abundantes precipitaciones.

IV. 2.7.2. Respuesta al agregado de P.

IV. 2.7.2.1. Respuesta a diferentes dosis de fósforo

La respuesta en producción de ms por hectarea al agregado de P es muy importante en este sitio a pesar de contar solamente con gramíneas, e incluso se mantiene hasta los 240 Kg. de P₂O₅ (figura No.33).

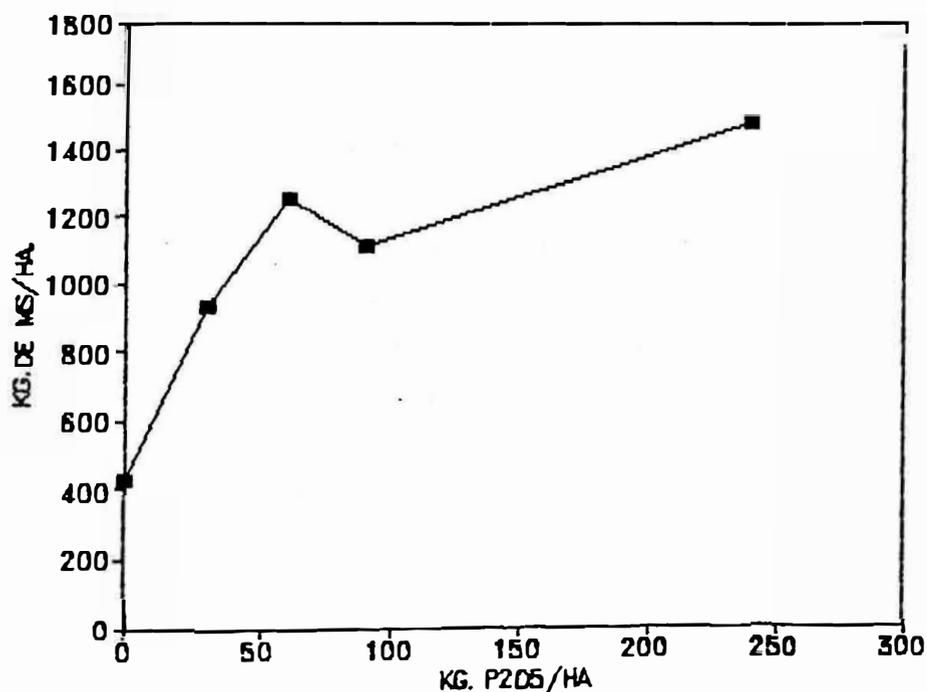


Figura No.33 Respuesta en materia seca al agregado de fósforo como superfosfato para el corte de diciembre de 1989.

Teniendo en cuenta la producción de otros tratamientos con 30 o 60 Kg de P₂O₅ con distinta fuente de

fósforo, con o sin cal (ver cuadro No.18), no solo los presentados aquí (figura No.33), podemos decir que la respuesta importante es hasta la dosis 30.

Este tipo de respuesta o comportamiento coincide con el obtenido en el otro sitio experimental ya analizado

(ensayo 1), para este mismo año explicado básicamente por el efecto año y la falta de leguminosas en el tapiz.

IV. 2.7.2.2. Respuesta a fuente de P.

A continuación se presenta la respuesta al agregado de fósforo a través de diferentes fuentes de fertilizantes (superfosfato común, supertriple, e hiperfosfato) así como al agregado de cal.

En cuanto a la fuente de P empleada y sus efectos en la producción, como se ve en la figura No.3, parece ser que hay una mayor eficiencia en la producción de materia seca con la fuente soluble. La respuesta se atenúa a niveles de por lo menos de 60 kg. de P₂₀₅/há, mientras que cuando se aplica hiperfosfato esa respuesta disminuye claramente a partir de los 30 Kg. de P₂₀₅.

Cabe aclarar que desde el punto de vista estadístico no hay diferencias entre fuentes de P, tomando un nivel de significancia de 5%, aunque se observan ciertas tendencias (cuadro No.40, apéndice). Es importante tener en cuenta que se está trabajando con cuatro repeticiones.

Esta superioridad de la fuente soluble tendría su

explicación principalmente en la escasez de precipitaciones en el periodo evaluado que junto a la aplicación de ambos fertilizantes en cobertura ponen en desventaja al hiperfosfato por su carácter de insoluble en agua, requiriendo de un buen contacto y tiempo de reacción con el suelo para ser transformado en una fuente de fósforo disponible para las plantas.

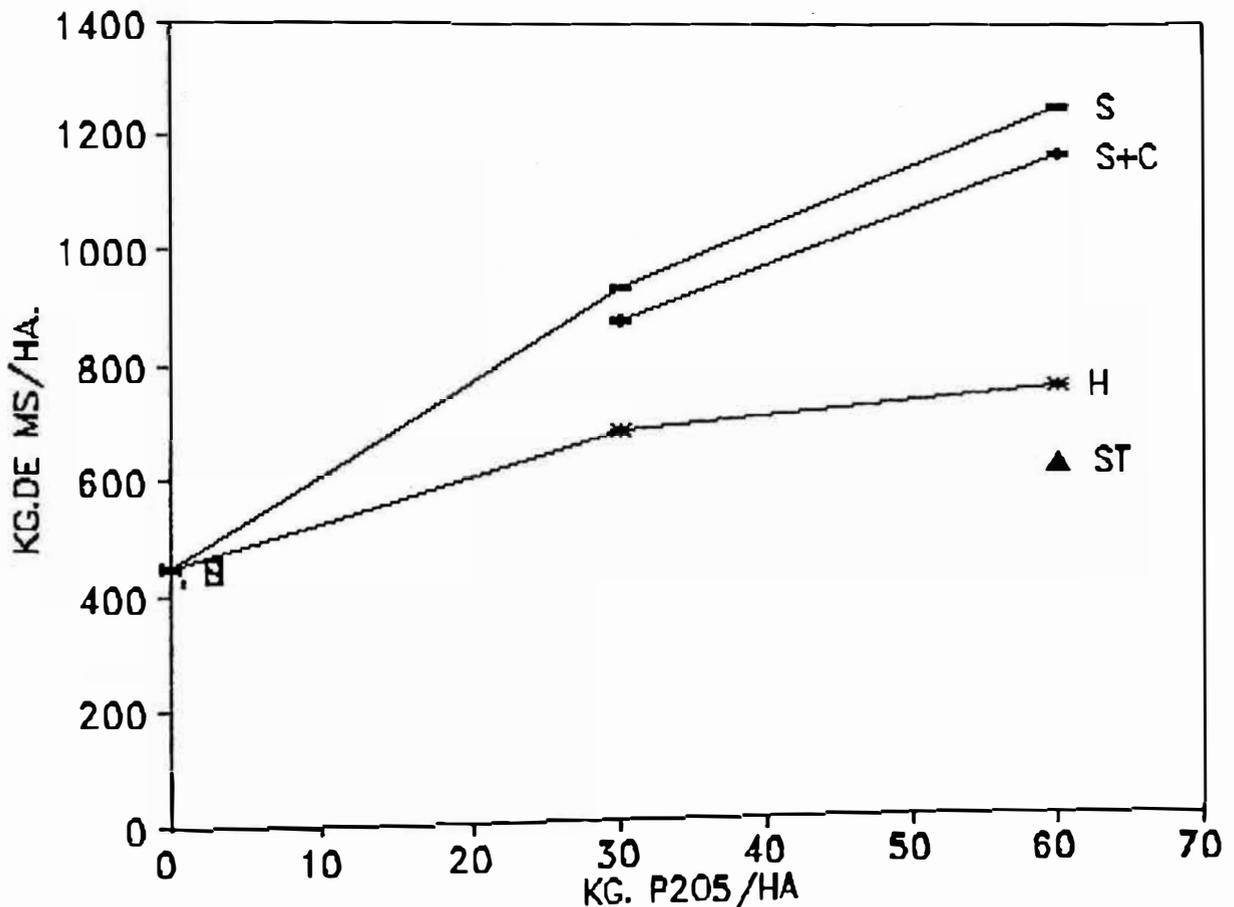


Figura No.34 Respuesta al agregado de fósforo a través de distintas fuentes (SF= superfosfato común, HF= hiperfosfato, ST= supertriple, SF+C= superfosfato + caliza).

Otro aspecto a tener en cuenta en una mayor eficiencia de la fuente soluble probablemente surja de las características de retención de fósforo de este suelo. Si bien no se dispone de parámetros que lo caractericen, es de esperar que sea baja, ya que se trata de un suelo de textura liviana sin aluminio intercambiable (Cayota, et.al. 1981 y Escudero, et.al. 1978)

El supertriple tuvo una baja performance comparado con las otras fuentes.

IV. 2.7.3. Respuesta al encalado

En cuanto al encalado y su levemente menor rendimiento con ambas dosis de P (figura No.3), no concuerda con lo mencionado por la bibliografía revisada. Se observa para las dosis de 60 kg de P₂O₅/há un pequeño efecto depresivo de la cal en los rendimientos, hecho que resulta poco claro.

Por otra parte, en este suelo era de esperar que el encalado tuviera cierto efecto positivo dadas sus características (bajo pH), lo cual capitalizaría mejor aun el hecho de agregar fósforo.

Por último se debe recordar el hecho de que las leguminosas no se implantaron y que por lo tanto solamente hubo gramíneas en el tapiz para evaluar la respuesta al encalado

IV. 2.8. Segundo y tercer año (1990 y 1991), sitio 2

En el segundo año del ensayo se realizaron dos cortes: uno en noviembre luego de un invierno seco y una primavera lluviosa y el otro en abril. El corte de noviembre marcó las tendencias observadas para la producción total del forraje en el año, mientras que el corte de abril contribuyó con un aumento de la producción de ms/há.

Por estas razones los análisis respecto a este año se realizaron en base a el total de ms anual.

En el segundo año hubo cierta implantación de lotus el cual no prosperó durante el verano. Al comienzo del tercer año se resembró el ensayo, pero no se obtuvo implantación de leguminosa. Por esta razón es que se hace el análisis de los resultados para los dos años en forma conjunta.

Cuadro No.21 Rendimiento promedio de ms/há. anual por tratamiento para los cortes individuales y para el total anual (1990).

Trat.	Nob.90	Abr.91	Total
0	1587	1010	2534 <i>+ CN</i>
30H	3427	1194	4677
30HRH	3323	1017	4478
30HRS	4561	1171	4750
30SC	3236	763	3737
30SCRS	3506	1068	4517
30CN	1804	----	----
30SRS	3660	1225	4881 <i>+ CN</i>
60H	3618	1106	5482
60HRH	3810	999	4260
60HRS	4205	979	5029
60SC	4302	1041	5162
60SCRS	3494	1044	4715
60S	3769	934	5051
60SRH	3187	1109	4777
60SRS	4343	1127	5043
60SM	4132	1007	5062
60ST <i>AgT</i>	3502	1226	5041
90SRS	3886	871	4876
240SRS	3324	1041	4420
CNN	4778	1097	5058

Nota: el tratamiento CN no fue evaluado en el corte de abril, por lo cual no se dispone del dato de rendimiento para este corte ni el total anual correspondiente.

Cuadro No.22 Análisis de varianza de la producción total de ms. en el corte de noviembre 1990.

	G.L.	Valor de F.	Prob.
Bloque	3	0.49	0.69
Trat.	20	5.13	0.00
Error	60		
C.V. (%)		19.0	
Ms/Há. (media)		3593	

En el análisis global de la respuesta a los mejoramientos de CN, en términos de Kg. de ms/ha., al no poseer datos del CN en Abril del 91 y no poder lograr el valor total anual de MS, se optó por usar como referencia el tratamiento CNL, ya que al no tener lotus se comporta en forma similar.

La respuesta a los mejoramientos es muy clara, pudiéndose observar en los valores presentados a continuación. A pesar de carecer de un aval estadístico para sostener que hay diferencias significativas entre mejorar o no el CN, se considera que las diferencias son lo suficientemente grandes en términos numéricos (90% en favor del promedio de los tratamientos vs. CNL tomado como testigo) como para manifestarse en tal sentido.

1) CNL	-----	175
ms/ha./año.		
2) Prom. Trat.(todos - CNL)	-----	2534 kg.
ms/ha./año.		
3) Relación (%) Prom. Trat./CNL	-----	190 %

A continuación se presentan los cuadros con los rendimientos promedios de materia seca por hectárea de los tratamientos por corte y el total así como el análisis de varianza de los mismos en forma resumida para el año 1991.

Los cuadros completos se presentan en el apéndice (cuadros No.42,43,44 y 51,52,53,54, apéndice).

Cuadro No.23 Producción promedio por corte y total según tratamiento, en kg de ms. total/Há.

Trat.	Ago.	Oct.	Ene.	Abr.	Tot.91
0	296	920	2473	1510	5199
30H	372	1224	3217	1854	6667
30HRH	486	1452	3725	1890	7553
30HRS	817	1714	3518	1696	7746
30SC	382	1128	2718	1971	6199
30SCRS	850	1686	4435	1951	8923
CN	483	1085	3765	----	5333 $\&$ CN
30SRS	593	1569	4146	1973	8282 $\&$ CN + L + P
60H	591	1411	3376	1884	7263
60HRH	564	1338	4472	2099	8473
60HRS	621	1516	4174	1726	8036
60SC	536	1198	4055	2034	7823
60SCRS	567	1384	3694	1611	7255
60S	539	1437	3949	2084	8009
60SRH	521	1428	3804	2213	7967
60SRS	522	1491	3980	1762	7756
60SM	797	1399	4258	2057	8511
60ST	542	1206	3275	1767	6790
90SRS	776	1697	4230	1957	8660
240SRS	624	1675	3994	1854	8147
CNN	835	2271	3271	2788	9165 $\&$ CN + N + P

Cuadro No.24 Análisis de varianza para la producción de materia seca por corte y total anual (valores de F.,significación estadística, coeficientes de variación y promedio de producción de materia seca).1991

	Agosto		Octubre		Enero		Total	
	G.L.	V.F.	Prob.	V.F.	Prob.	V.F.	Prob.	V.F.Prob.
Bloque 3	4.21	0.01	8.46	0.00*	24.7	0.00*	5.40	0.00*
Trat. 20	2.49	0.00*	3.56	0.00*	4.49	0.00*	4.78	0.00*
Error								
C.V.(%)	33.36		21.10		13.47		12.84	
X.(kg/há)	586		1440		3937		5765	

*) 0.00 significa una probabilidad menor al uno por ciento.

IV. 2.8.1. Respuesta del campo natural a los mejoramientos: inclusión de leguminosas vs. agregado de N.

IV. 2.8.1.1. Segundo año (1990)

En la figura siguiente se presentan los valores de producción de materia seca total anual del ensayo en algunos tratamientos.

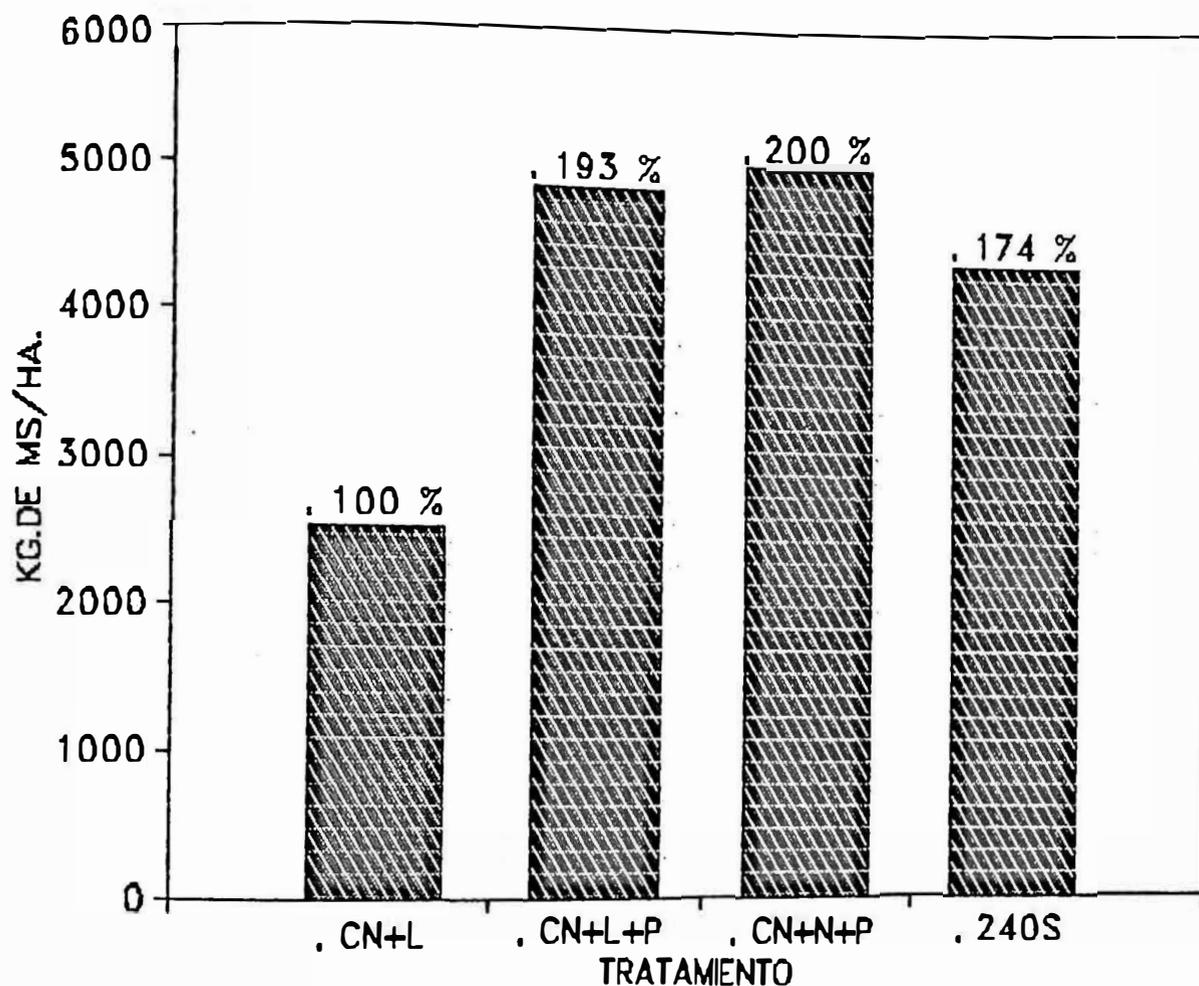


Figura No.35 Rendimientos promedios de ms.(kg/há) y porcentaje sobre el testigo del ensayo para la producción total del año 90, en algunos tratamientos (CNL, CNLP, CNNP, 240S).

El histograma (figura No.35) muestra nuevamente una

superioridad del orden del 100% de los mejoramientos en general, al igual que en el año 1989.

Este comportamiento es similar para el sitio 1 (Vieira) en este mismo año.

Un hecho que podría considerarse como importante en este año, para los datos presentados en dicho histograma es, la aparente falta de respuesta del CN al agregado de nitrógeno.

Teniendo en cuenta que hay una escasa presencia de leguminosas (hecho que es distinto en el sitio 1), y que las condiciones climáticas y de manejo (fecha de cortes y demás) fueron similares es probable que una alta disponibilidad de fósforo (por refertilización) y nitrógeno (por mineralización de materia orgánica en condiciones de sequía) haya determinado un aumento de rendimiento de las especies nativas una vez que se establecieron condiciones de crecimiento más favorables (humedad y temp.).

IV. 2.8.1.2. Tercer año (1991)

En el siguiente histograma (figura No.36), se presentan los comportamientos de los mismos mejoramientos en Producción de materia seca para el año 1991.

Como referencia es importante agregar que fue un año con abundantes precipitaciones (cuadro No.58, apéndice) y

bajas temperaturas en el cual se hicieron cuatro cortes (agosto, octubre, enero y abril del 92).

En el año 1991 se mantienen los efectos de los mejoramientos en cobertura (P y N), aunque con menores diferencias respecto al testigo utilizado CNL (sin lotus). Esto se puede atribuir a las óptimas condiciones de crecimiento que se dieron este año, sobre todo por las abundantes precipitaciones, lo cual provoca un parcial enmascaramiento del efecto de los tratamientos.

No se encontraron diferencias estadísticas entre los tratamientos CNNP y CNLP (apéndice), aunque si observamos el histograma (figura No.36) aparenta haber una tendencia a un mayor rendimiento de el tratamiento CNNP.

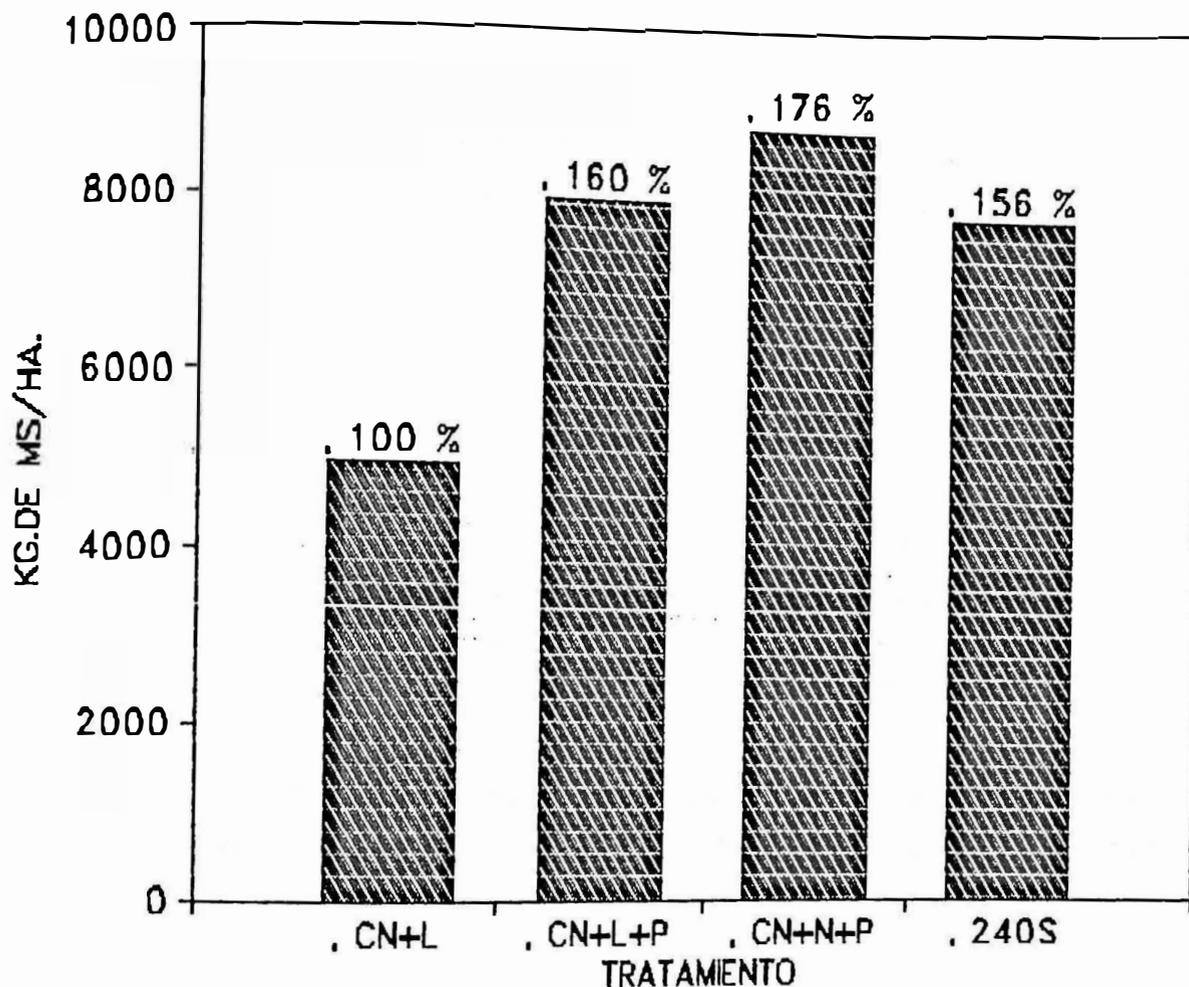


Figura No.36 Rendimiento promedio de materia seca (kg/há) y porcentajes sobre el testigo del ensayo para la producción total del año 1991, de los tratamientos (CNLP, CNNP, 240S)

Cabe destacar que tomando solamente el corte de octubre del 91 hay diferencias estadísticas significativas en

favor del CNNP (cuadro No.43, apéndice), lo cual indicaría respuesta al nitrógeno aplicado en el período invierno - primaveral.

Por otra parte la producción del campo natural confirma el hecho de que 1991 fue un año excelente para el crecimiento vegetal.

IV. 2.8.1.3. Respuestas totales anuales de algunos mejoramientos de campo natural en el período 89/90/91.

Con el fin de lograr una mejor visión de la evolución de los tratamientos, CNL, CNLP, CNNP, se plantea el siguiente cuadro.

Cuadro No.25 Rendimientos totales de ms(kg/há) de algunos tratamientos y valores relativos del CNNP sobre el CNLP en los años 89/90/91.

	1989	1990	1991
C N L	446	2534	5199
C N P L	931	4881	8282
C N N P	809	5058	9156
CNNP/CNLP	87 %	104 %	112 %

En el análisis del cuadro surgen dos hechos concretos que se mantienen en el período evaluado (89-91) con una tendencia clara a pesar de la variabilidad climática, la cual determina diferencias importantes en los rendimientos entre años.

Estos hechos son:

- 1) una superioridad en cuanto a la producción de forraje por parte de los tratamientos con P y N del orden del 100% sobre el CNL. - 2) una gran similitud en rendimientos totales anuales entre el tratamiento CNNP y CNLP, máxime teniendo en cuenta que se toman tres años.

Como comentario final de este cuadro podemos decir que hay una alta respuesta del tapiz natural al agregado de P y que el N presenta un comportamiento un tanto atípico por su bajo efecto en precisamente un tapiz de gramíneas.

IV. 2.8.1.4. Respuesta estacional del campo natural:
inclusión de leguminosas vs. agregado de N
(año 1991)

Cuadro No.26 Respuesta estacional en producción de materia seca (kg/há) y en valores relativos de algunos tratamientos en los tres cortes y el total para el año 1991.

	AGO.91	OCT.91	ENE. 92	ABR.91	TOT.
CNL	296	920	2473	1510	5199
CNPL	593	1569	4146	1973	8282
CNNP	835	2271	3271	2788	9165
CNPL/CNL	200 %	171 %	168 %	131 %	159 %
CNNP/CNPL	141 %	145 %	79 %	141 %	111 %

En el cuadro No.26 en cuanto a los incrementos de la producción de forraje causados principalmente por el agregado de fósforo (no se implantó el lotus),

comparando el CNPL con el CNL se observa que son mayores en el periodo invierno-primaveral.

En el mismo cuadro se visualizan diferencias entre los tratamientos CNNP y CNLP, diferencias que son a favor del primer tratamiento mencionado en los cortes de agosto y octubre. Este comportamiento se invierte a favor del tratamiento CNPL en el corte de enero.

Las diferencias mencionadas en los cortes de agosto y octubre son estadísticamente significativas (cuadro No.42 y 43, apéndice). Para el corte de enero y para el total anual si bien se observan tendencias a diferir entre los tratamientos, estas no son significativas (cuadro No.44, apéndice).

Este comportamiento observado en la producción de los tratamientos es atribuible al N. aplicado como fertilizante : - por la época en que se aplico (abril y agosto). - por ser el periodo comprendido entre los cortes de agosto y octubre deficitario en este nutriente (baja mineralización a partir de la materia orgánica).

El aplicar nitrógeno significo un 40% más de producción de forraje respecto al CNPL y aproximadamente 80% más que el CNL en el corte de agosto.

Las diferencias relativas mencionadas en favor de los tratamientos con nitrógeno son muy importantes por su magnitud y por la época en que ocurren, pues ,en esos momentos es cuando la producción del tapiz natural se

vuelve claramente deficitaria, poniendo un tope a la carga animal posible de manejar.

Si bien desde el punto de vista "balance estacional de la oferta forrajera" las diferencias entre el CNNP y el CNLP son importantes, en kg. de ms/ha. totales anuales son muy pequeñas (11 % en términos relativos).

Esta escasa diferencia en la producción anual de ambos tratamientos enmascara el efecto del N en la producción de forraje en periodos de críticos como el invierno.

Por otra parte analizando la producción de los cuatro cortes para el año 91, de los tratamientos CNLP y CN vs. CNNP se observa una distinta estacionalidad de la oferta de el tapiz en cuanto a la oferta de la misma (cuadro No.26).

IV. 2.8.2. Respuesta al agregado de P.

IV. 2.8.2.1. Residualidad del fósforo agregado en la instalación

En el siguiente cuadro se presentan los valores promedios de la producción de la pastura según el fósforo residual en los años 1990 y 1991.

Cuadro No.27 Producción de materia seca promedio de la pastura de los tratamientos C, 30kg. P205, 60kg. P205, y algunos valores relativos, de los años 1990 y 1991.

Trat.	1990	1991	1991
CNL	2534	5199	
30kg P205	4677	6667	30 / CNL = 128 %
60kg P205*	5129	7636	60 / 30 = 115 %

Nota: (*) Valor promedio de los tratamientos 60H y 60S.

Este cuadro muestra claramente la residualidad del fósforo aplicado en la instalación tomando como relación la producción del CNL para los dos años (aval estadístico, cuadros No.41 y 43, apéndice). La residualidad parece ser independiente de la dosis inicial en el año 1990.

En el tercer año el efecto residual del P. se mantiene aunque difiriendo según las dosis empleadas. En términos relativos la residualidad de la aplicación de 30 kg. de P205 a la siembra, significó un incremento en producción de materia seca del 28 % sobre el CNL, y de un 15 % para la dosis de 60kg. sobre la producción de la dosis 30 (cuadro No.27).

Esta aparente disminución del contenido de fósforo disponible para las plantas, revelado por su rendimiento

de ms/ha. al tercer año con las dosis iniciales de 30 Kg de P₂₀₅, estaría dado principalmente por la fijación del suelo, y también por la utilización de las plantas.

Con dosis de 60 Kg. de P₂₀₅ (15% superiores a 30) aplicadas en la instalación oportunamente se lograrían los rendimientos similares a los casos refertilizados en el año 1991 (cuadro No.28), lo cual da la idea de la importancia del valor de P residual, disponible para las plantas en estos suelos.

IV. 2.8.2.2. Respuesta a la refertilización (dosis y fuente)

El siguiente cuadro presenta los valores promedios de materia seca para los tratamientos refertilizados o no refertilizados con las dosis de 30 y 60 kg. P₂₀₅.

Cuadro No.28 Producción promedio en kg.ms/año y valores relativos de algunos tratamientos con las variables dosis, fuente y refertilización, para los años 1990 y 1991.

Trat.	1990	1991	1991 Ref./No Ref.
CNL	2534	5199	
30 H	4677	6667	
30 H RH	4478	7553	115 %
30 H RS	4750	7746	
60 H	5482	7263	
60 H RH	4260	8473	114 %
60 H RS	5029	8036	
			106 %
60 S	4777	8009	
60 S RH	5043	7967	98 %
60 S RS	5062	7756	

Este cuadro aclara algo más el panorama, pues marca las tendencias de las refertilizaciones, las cuales confirman los comentarios realizados sobre el tema residualidad. Permite visualizar las escasísimas respuestas a la refertilizaciones que por otra parte se darían solo en el año 1991 influenciadas por las mejores condiciones de crecimiento y el transcurso de un mayor período desde la aplicación del fósforo.

Esta casi ausencia de respuesta se comprueban en base a contrastes ortogonales realizados los cuales no detectan diferencias significativas (apéndice)

En el tercer año, la tendencia a respuesta a la refertilización para el promedio de tratamiento con dosis inicial de 30kg P₂₀₅ fue del 15% sobre el rendimiento del testigo, lo cual indica algunas limitantes en la disponibilidad de fósforo, aún para un tapiz a base de gramíneas.

La causas de que dichas deficiencias aparezcan en el tercer año y no en el segundo tiene relación con las diferentes condiciones climáticas y de crecimiento de los años, y del momento en que se realizó el corte.

En el segundo año el crecimiento fue escaso y lento en invierno y parte de la primavera, donde era de esperar una respuesta al agregado de fósforo. Al mejorar las condiciones (mayores temperaturas y mejor balance hídrico) se dio un mayor crecimiento y probable mayor disponibilidad del fósforo del suelo (asociado al aumento de la temperatura).

Esto llevó a una menor dependencia de las plantas por el P. del fertilizante. EL corte de evaluación de la Pastura se realizó en diciembre, donde ya las posibles diferencias entre tratamientos se fueron compensando, (lo mismo sucedió en el sitio 1, con el mismo resultado a pesar de tener mayor % de lotus sobre todo en el tercer año).

Retomando la discusión de porque se presentaría la respuesta a la refertilización en el año 1991 y con la dosis inicial de 30 Kg. de P₂₀₅ podríamos suponer que parte del P haya sido fijada por el suelo y parte utilizada por la pastura y exportada fuera del sistema a través de los cortes.

Se bien se manifiesta un efecto residual de la dosis 30S (con cal o sin cal, cuadro No.29) en el tercer año, comparado con el CNL, vemos que la producción ha disminuido cuando la contrastamos con la de los tratamientos refertilizados.

Otro elemento a tener en cuenta es que las parcelas no refertilizadas solo recibieron fósforo en la instalación, en tanto que las refertilizadas han recibido P. todos los años, lo que lleva a aumentar las diferencias en términos de fósforo acumulado.

En el caso de dosis iniciales de 60 Kg. de P₂₀₅ ya sea con superfosfato, hiperfosfato, con o sin cal y refertilizado con una u otra fuente no se aprecian diferencias ni tendencias observando los valores de ms. totales anuales para los años 1990 y 1991 con el complemento estadístico en base a contrastes ortogonales que corroboran estas aseveraciones (cuadros No.41,42,43,44, apéndice).

Este hecho no ocurrió en el ensayo 1, en el cual en el año 1991 se manifiestan amplias diferencias en Producción con respecto a la refertilización, es más, en un análisis global la respuesta a la refertilización por

su magnitud fue el efecto que se considero mas relevante.

En este caso (sitio 2) que analizamos ahora, tenemos dos grandes diferencias con respecto al sitio 1 y que de hecho explicarian este comportamiento tan dispar.

- Una primera diferencia es que en el sitio 2 no hubo prácticamente leguminosas presentes, que son las plantas que mas responden al fósforo por lo cual la posibilidad que se manifieste el efecto del fósforo es mucho menor.

- La segunda diferencia, es el tipo de suelo. Como ya se mencionara para el sitio 1, ese suelo es considerado como mediano a altamente fijador de fósforo. Mientras que en este otro suelo, de textura liviana pero sin Al. intercambiable parece comportarse de manera muy distinta, con una baja capacidad fijadora de fósforo lo cual hace que aun con dosis medias del mismo a la siembra, la producción de forrajes se mantiene por lo menos al cabo de tres años con buenos niveles

productivos (similares a los tratamientos refertilizados).

IV. 2.8.3. Encalado

IV. 2.8.3.1. Residualidad del encalado (1990 - 1991)

La respuesta al encalado y su efecto residual en la producción de la cobertura de lotus en los años 89/90/91, fue uno de los objetivos a estudiar en el presente trabajo. No obstante, se deben tener en cuenta dos aspectos antes de analizar la información experimental: la ausencia de leguminosa en prácticamente los tres años analizados de la pastura; y la dudosa respuesta del encalado por parte de las gramíneas nativas.

En el cuadro siguiente se indican los datos promedio de rendimiento para los tratamientos con y sin cal, para dos niveles de fósforo en la instalación y refertilizaciones anuales con fósforo.

Cuadro No.29 Respuesta y residualidad del encalado expresada (kg. ms./há./año) para dos niveles de fósforo en la instalación y refertilizaciones anuales con P, en parcelas con y sin agregarle caliza.

	1989	1990	1991	Total	C/SC
30SR5	954	4517	8923	14394	102%
IS/C	931	4881	8282	14094	
60SR5	1302	4715	7255	13272	92%
IS/C	1313	5062	7756	14422	

Solo se realizaron pruebas estadísticas para evaluar el comportamiento de los tratamientos en el tercer año, en el cual, por otra parte, se dispuso de datos de cuatro cortes no detectandose en ningún caso diferencias significativas entre los tratamientos con cal y sin cal a dosis de 30 y 60Kg. de P₂₀₅ (cuadros No.43,43,44, apéndice).

Al observar el cuadro surge claramente que el aplicar 1000 Kg. de cal en cobertura, sobre un tapiz de gramíneas, a lo largo de tres años, con dos niveles de fertilización y refertilizaciones fosfatadas anuales, no tiene ningún efecto sobre la producción de forraje.

Podemos concluir que no se manifiesta a lo largo del periodo evaluado, en este ensayo la residualidad del

encalado medida como respuesta en kg.ms/ha/año entre los tratamientos con cal y sin cal.

IV. 2.8.3.2. Efecto de la refertilización sobre el encalado

Dentro de los tratamientos con cal se estudió la respuesta a la refertilización anual con fósforo. Los datos promedio anuales separa los tres años estudiados se indican en el siguiente cuadro.

Cuadro No.30 Rendimientos promedio en (kg. ms./ha./año) de los tratamientos con encalado, dosis iniciales de 30 y 60, refertilizados o no y algunos valores relativos (89/90/91).

	1989	1990	1991	Total	Ref./No Ref.(%)
30S | Ref.S	957	4617	8923	14394	
Cal | No Ref|	803	3737	6199	10739	134 %
60S | Ref.S	11302	4715	7255	13272	
Cal | No Ref|	738	5162	7823	13723	97 %

Este cuadro permite tener una idea de como se desarrolla el tema refertilización en parcelas con encalado previo. Se puede apreciar a grandes rasgos que con las dosis de fósforo iniciales de 60 Kg., el hecho de refertilizar no

tuvo incidencia en la producción de ms (kg./ha) en el periodo evaluado.

Por otra parte, con dosis iniciales de 30 Kg. de P205 las refertilizaciones anuales parecen marcar una tendencia a mayores producciones de ms anuales, lo cual, evaluado estadísticamente en el año 1991 solo marca una tendencia y no una significancia (apéndice).

El comportamiento de la pastura (gramíneas nativas frente a la refertilización, en las dos dosis de P inicial evaluada, en las parcelas con cal, es similar al que se observa a las parcelas sin encalar.

Este comportamiento similar a las refertilizaciones en parcelas encaladas y no encaladas y la ausencia de respuesta al encalado en la producción de ms (kg./ha) esta indicando la dudosa respuesta a dichos factores por parte de las gramíneas nativas.

Algunos comentarios del efecto del encalado en el PH y disponibilidad de P serán tratados en otro ítem.

IV. 2.8.4. Respuesta a la fuente de fósforo

En los casos de fuentes solubles (superfosfato) e insolubles (hiperfosfato) podemos comentar que la tendencia a lo largo de los tres años del ensayo fue de comportarse en forma similar. Si bien en el primer año

(1989) se insinuó una tendencia en favor del superfosfato esta no fue estadísticamente significativa (cuadro No.40, apéndice).

En los años 1990-1991 la tendencia del comportamiento de estos dos tipos de fuentes es confusa pero se podría decir que básicamente al menos, en este caso, no hay diferencias en el uso de una u otra fuente, tanto en la fertilización inicial como en las refertilizaciones.

El siguiente cuadro es indica estos efectos.

Cuadro No.31 Rendimiento promedio de algunos tratamientos con la misma dosis de fósforo inicial y refertilización, pero con distinta fuente, en los tres años evaluados (89/90/91).

Fuente (60 Kg.)	1989	1990	1991	PROM
Superfosfato	1258	5058	8047	4709
Hiperfosfato	760	4260	8666	4562
Supertriple	623	5041	6907	4190

CONCLUSIONES

V.1. Sitio 1

V.1.1. Producción de materia seca

V.1.1.1. Evaluación global de diferentes alternativas de mejoramientos del campo natural

La respuesta a los diferentes mejoramientos presentó características distintas los tres años evaluados, por factores como efecto año, época y número de cortes, y la evolución de las coberturas bajo el efecto de los tratamientos.

Mejoramientos del tapiz natural en base al agregado de nitrógeno y fósforo.-

En el año 1989, el agregado de N y P incrementó la producción de forraje del tapiz natural (94 %), indicando de esta manera un alto potencial productivo de las especies nativas cuando se mejora la disponibilidad de nutrientes como N y P. Dicha respuesta se mantuvo al año siguiente, siendo del orden del 45 % por encima del rendimiento del campo natural. En el tercer año (1991) la respuesta al agregado de N y P al campo natural fue del orden del 120 % sobre el rendimiento sin agregado de fertilizante. El agregado de N en otoño,

incrementó la producción invernal, lo cual mejoró la distribución y oferta de forraje a lo largo del año. Cabe destacar que el agregado de N se realizó a comienzos de otoño y fines de invierno, época en la cual es de esperar una menor disponibilidad de N mineral en el suelo.

Mejoramientos en base a siembras en cobertura de lotus y agregado de fósforo.-

En el primer año de la pastura (1989) no se logró la implantación de lotus sobre el tapiz, dadas las escasas precipitaciones registradas (cuadro No.58). En el segundo año de la pastura (1990) se logró la implantación de lotus, evaluándose una respuesta importante al agregado de P en producción de materia seca. El rendimiento logrado con la dosis más baja de P en instalación y con una refertilización anual de P (iguales niveles que los utilizados en la fertilización del campo natural) fue un 74 % superior al rendimiento del campo natural y un 20 % superior al campo natural con N y P. En el tercer año se mantuvo esta respuesta, dando un rendimiento promedio que superó un 70 % el rendimiento del tapiz natural.

Mejoramientos en base a siembras en cobertura de lotus sin agregado de fósforo.-

Los mejoramientos con leguminosa sin el agregado de P no

mostraron diferencias importantes en producción de materia seca comparados con el campo natural. Esto indica que el factor limitante para la implantación de leguminosas en el tapiz es el nivel insuficiente de P del suelo.

V.1.1.2. Respuesta al agregado de P en instalación

En el año de instalación, a pesar de no lograrse la instalación de lotus sobre el tapiz, la respuesta a P fue importante hasta la dosis de 60 Kg. P205/Há., aunque se mantuvo hasta la dosis máxima. Esta respuesta estaría explicada por niveles insuficientes de P disponible en el suelo, aún para gramíneas como las que conforman el tapiz natural en forma predominante. Por otra parte, un mayor nivel de P en el suelo pudo haber determinado además una mayor utilización del N mineral presente en el suelo por las gramíneas (interacción positiva con P).

V.1.1.3. Residualidad del P agregado en la instalación

Al segundo año (1990) se verificó un efecto residual del P agregado en la instalación, superando en promedio un 40% (producción de materia seca por Ha.) la producción del testigo sin agregado de P. Esta residualidad fue independiente de la fuente y/o dosis empleadas. Este

nivel de P residual permitió una aceptable implantación, desarrollo y producción del lotus.

En el tercer año la residualidad del P evaluada como producción de forraje es prácticamente nula. Este hecho se atribuye básicamente a la retrogradación y fijación del P por parte del suelo bajo la forma de compuestos con Fe y Al.

No se observaron efectos diferenciales de la dosis y/o de la fuente de P empleada (soluble e insoluble).

V.1.2.4. Respuesta a la refertilización anual

No se observó respuesta a la refertilización en el segundo año (1990), lo cual se atribuye a la fecha en la cual se realizó la primera evaluación luego de la refertilización (fin de primavera). Probablemente las altas temperaturas determinaron un aumento en la disponibilidad del P del suelo (por mineralización de formas orgánicas de P), dando menores diferencias entre tratamientos con y sin refertilización. A esto se suma también una mayor exploración radicular y eficiencia de uso del P del suelo.

Al cabo del tercer año se observó una respuesta importante a la refertilización, del orden del 58 % sobre los tratamientos no refertilizados. Esta respuesta fue más notoria en la producción de invierno y primavera temprana (113 % en promedio sobre los mismos

tratamientos no refertilizados), lo que indica una baja disponibilidad del P del suelo y mayores limitantes del nutriente en invierno. La respuesta fue independiente de la dosis inicial o la fuente utilizada en la instalación.

V.1.1.5. Respuesta al encalado y a la residualidad en años siguientes

El primer año se observó una tendencia a un efecto positivo del encalado (35 % más de forraje en términos relativos), a pesar de no haberse implantado el lotus. En los años siguientes (1990 y 1991) no se verificó residualidad del encalado en términos de producción de forraje. Probablemente, el hecho de tratarse de un suelo no fuertemente ácido, asociado a una especie como lotus de baja sensibilidad a la acidez, determinó estos resultados.

V.1.1.6. Evaluación de fuentes de fósforo

No se observaron diferencias entre fuentes de fósforo, ya sea en instalación o en refertilización, lo cual indicaría una similar eficiencia de fuentes solubles e insolubles en producción de materia seca durante los tres años. Tampoco se observó diferencia entre fuentes solubles (superfosfato común y superfosfato triple). Las fuentes utilizadas resultaron igualmente eficientes

tanto como fertilizantes para la instalación de pasturas, como para mantenimiento de niveles adecuados de P.

V.1.1.7. Respuesta a micronutrientes

Con respecto al aporte de micronutrientes hubo una respuesta importante en términos de producción en el primer año, la cual desapareció en los años subsiguientes. Cabe destacar que solo en el año de instalación se realizó el agregado de los micronutrientes.

V.1.2. Rendimiento de leguminosa

Los rendimientos en materia seca total de la pastura del tercer año están explicados en gran parte por el rendimiento de la fracción leguminosa, mientras que no hay una relación clara entre la producción de forraje total y el porcentaje de leguminosas.

El P agregado como fertilizante incrementó notoriamente el porcentaje de lotus de la cobertura, lo cual es importante no solo desde el punto de vista de la cantidad, sino también de la calidad del forraje.

Se observó una tendencia a mayores porcentajes de lotus en los tratamientos con cal.

V.1.3. Absorción de fósforo al tercer año

Se observa un efecto importante del agregado de P a través de refertilizaciones anuales, en la calidad de la pastura. De manera similar, en los tratamientos con agregado de N y P al campo natural se observó un contenido importante de nutrientes en el forraje.

La absorción de P por la pastura en el tercer año aumentó en función de las dosis acumuladas de P (instalación + refertilizaciones), y hasta la dosis máxima agregada. Se observó una alta eficiencia del P absorbido en términos de producción de materia seca, aún ~~en la dosis con P no limitante.~~ *hasta 130 kg P/ha*

La mayor respuesta a dosis de P y los mayores contenidos del mismo en planta se dieron en el corte de agosto, mientras que la mayor eficiencia del uso del P absorbido en producción de forraje se vió en el corte de octubre.

No se observó efecto residual del P aplicado a la instalación del ensayo, en términos de Kg. de P absorbido por las plantas. Este comportamiento es independiente de la dosis y/o fuente empleada.

En los tratamientos con encalado *Quin. 100 kg/ha* se observa una tendencia a una mayor absorción de P por parte de la pastura.

V.1.5. Análisis de suelo

Se observó escasa variación en los datos de P asimilable y parámetros de acidez de muestras provenientes de diferentes tratamientos con P y cal. Esto estaría explicado por la profundidad de muestreo realizada (de 0 a 15 cm.), la cual no es adecuada en la predicción de variaciones en niveles de P agregado en cobertura. Por esta misma razón no se observó una relación alguna entre los niveles de P asimilable en el suelo y producción de materia seca o absorción de nutrientes.

V.2. Sitio 2

V.2.1. Producción de materia seca

V.2.1.1. Evaluación global de diferentes alternativas de mejoramientos del campo natural

En el primer año (1989), no se logró la implantación de lotus dadas las condiciones de baja humedad del suelo. No obstante, hubo una marcada respuesta al agregado de P, duplicándose la producción del campo natural. Dicha respuesta se mantuvo el año siguiente, disminuyendo luego de magnitud al tercer año. Tanto en el segundo como en el tercer año no se logró obtener la implantación de la leguminosa (en parte explicada por la agresividad del tapiz natural), por lo cual la respuesta observada corresponde a las especies nativas del tapiz.

El agregado de N en el campo natural no mostró un efecto claro los dos primeros años, explicado probablemente por los altos contenidos de N mineral en el suelo, como consecuencia de condiciones de alta mineralización de la materia orgánica (baja humedad en el suelo). En el tercer año (con un régimen hídrico más normal), surge una respuesta positiva al agregado de N. Dicha respuesta se da sobre todo en la producción invernal y primaveral, lo que mejora la distribución de forraje durante el año. Al igual que en el sitio anterior, el N fue agregado en a comienzos de otoño y fines de invierno.

V.2.1.2. Respuesta al agregado de P

En el año de instalación se observó respuesta importante a P hasta la dosis de 30 Kg. P₂₀₅/Há, en virtud de la ausencia de leguminosas en el tapiz. No obstante, esto indicaría cierta respuesta de las gramíneas nativas al agregado de P, dados los bajos niveles del nutriente en el suelo.

V.2.1.3. Residualidad del P agregado en la instalación

En el segundo año se observó efecto residual del P aplicado en la instalación en la producción de forraje. La magnitud de dicho efecto es del orden de un 93 % de rendimiento por encima del rendimiento del testigo sin fertilizar.

Al tercer año las diferencias en residualidad de P fueron menores (39 %), y fueron a su vez función de la dosis a la instalación. Esto fue más notorio en la producción de invierno.

V.2.1.4. Respuesta a la refertilización anual

Con respecto a la respuesta a la refertilización, en el segundo año no se observó respuesta en producción anual, aunque surge cierta tendencia en la producción primaveral.

En el tercer año la respuesta se dió cuando la fuente a la instalación fue hiperfosfato, especialmente a las dosis bajas.

V.2.1.5. Respuesta al encalado en instalación y residualidad en años siguientes

No se observó respuesta al encalado, lo cual está explicado por la ausencia de leguminosas en el tapiz y la escasa respuesta de las gramíneas al encalado.

V.2.1.6. Evaluación de fuentes de fósforo

No surge un comportamiento claramente superior de alguna de las fuentes utilizadas. Se observa una similar eficiencia de fuentes solubles e insolubles.

VI. RESUMEN

Con el objetivo de estudiar las limitantes nutricionales en mejoramientos extensivos de pasturas naturales, se instalaron experimentos de campo en dos suelos representativos desde el punto de vista de producción pecuaria del Dpto de Cerro Largo: el sitio 1 corresponde a un Brunosol subéutrico franco arcillo arenoso y el sitio 2 a un Luvisol melánico franco arenoso.

En ambos sitios se sembró lotus en cobertura en parcelas con diferentes dosis de fósforo a la instalación (0,30,60,90,240 kg P₂₀₅/Há como superfosfato común 0-21-23-0), fuentes de fósforo (30,60 kg P₂₀₅/Há como hiperfosfato 0-12-30-0 y 60 kg de P₂₀₅/Há como superfosfato triple 0-48-48-0) y tratamientos con encalado (1 Ton de caliza/Há en niveles de 30 y 60 kg P₂₀₅/Há). Se evaluó también la producción del campo natural sin agregado de fertilizante y con 70 kg N/Há como urea y 30 kg P₂₀₅/Há como superfosfato común. Al segundo y tercer año se evaluó la respuesta a la refertilización con 30kg P₂₀₅/Há bajo diferentes fuentes en algunos tratamientos. Se realizaron diferentes cortes de la pastura, evaluando producción de materia seca total y de lotus y absorción de nutrientes (N,P,K). Se observó una respuesta en producción de M.S. al agregado de N y P por el campo natural en los dos sitios, sobre todo en producción invernal, mejorando la distribución de forraje durante el año. Se observó respuesta al agregado de P en el año de instalación, aunque no fue posible la implantación de lotus ese año. En el segundo

y tercer año se observó una respuesta clara a la refertilización con P, la cual para el sitio 1 fue más importante en invierno. Respecto a la residualidad del P agregado en la instalación, existen diferencias entre los dos suelos: en el sitio 1 existe residualidad solo al segundo año, en tanto que en el sitio 2 aun en el tercer año se observa cierta residualidad del P en función de las dosis a la instalación. Esto está asociado a diferentes grados de retrogradación del P en el suelo. No se observaron diferencias entre fuentes solubles e insolubles de P, por lo cual ambos tipos de fuentes son igualmente eficientes para la instalación o mantenimiento de niveles adecuados de P en el suelo. No hubo respuesta clara al encalado ni residualidad del mismo, probablemente por la baja sensibilidad a la acidez del lotus. Los mayores contenidos de P en planta se dieron en el corte de invierno, pero la mayor eficiencia de producción de materia seca se dió en el corte de octubre.

VIII.6. BIBLIOGRAFÍA

1. ALSTON, A.M; CHIN, K.W; Response of sweet clover to rock phosphate as affected by particle size and depth of mixing in the soil. Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandary. 14 (70): 649-655. 1974.
2. ALLIAL, F; DUQUE, A; Efecto de la fertilización fosfatada, de la fuente de fosforo en una patura convencional sobre un vertisol. Tesis Ing. Agrónomo. Montevideo, Uruguay, Fac. de Agronomía, 1986.
3. ANDREWS, K.C; MULLER, F.D; Mc SWEENEY, G; SEAGER, R.H; Long term aplpications of phosphate. Procceding of the 17th technical conference, Fertilizer Manufacturers Reaserch Assosiation. pp. 321-348. 1979.
4. AROCENA, M; ALLEGRI, M; CASTRO, E; FORMOSO, F; Fertilización inicial y 2anual de pasturas convancionales en la zona noreste del Uruguay. Miscelanea CIAAB, No.37. pp.1-15, Montevideo, Uruguay, 1981.
5. ARGELAGUET, R; IRAZOQUI, A; Fertilización fosfatada en la implantación y la producción de leguminosas en pasturas naturales. Tesis Ing. Agrónomo, Montevideo, Uruguay, Fac. de Agronomía, 1985 185p.

6. ASHER, C.J; OZANNE, P.G; The cation exchange capacity of plants roots ad its relationship to the uptake of insoluble nutrients. Australian Journal of Agriculture Reaserch 12: 755-766, 1961.
- 7.BACKWITH, R.S; TOLSON, P; TEAKLE, R.S; Division of soil technical paper comonweath scientific and industrial reaserch organization. Soil and Fertilizer Abstracts, 50 Abs. No.6988, 1987.
- 8.BAETHGEN, W; BOZZANO, A; Efecto comparativo de la fertilización inicial y de las refertilizaciones en alfalfa y trebol blanco. Miscelanea CIAAB No.37, Uruguay, 1981.
- 9._____; PEREZ, J.M; Efecto residual de la fertilización fosfatada en una rotación agrícola-ganadera. Miscelanea CIAAB, No.37, 1981.
- 10.BAILEY, J.M; GIBSON, A.R; GILTROP, D.J; LEE, R; Effect of lime on luerne composition and soil properties in Dounevirque, Kiwitea and Morton silt-loanes, with particular reference to phosphate and sulphate. New Zeland Journal of Agriculture Reaserch. 19: 79-89, 1976.
- 11.BARROW, N.J; Further investigation of the use of lime on established pastures. Australian journal of Experimental Agriculture and Animal Husbundary. 5: 442-449, 1965.

12. _____; Evaluation and utilization of residual phosphorous in soils. In Khasawneh, F.E; et.al. ed. The Role of Phosphorous in Agriculture. Madison, Wisconsin USA, Chapter 13 pp. 333-359, 1980.
13. BELL, L.C; EDWARDS, D.G; The role of aluminium in acid soil infertility. Soils and Fertilizers, 51 Abs No.8198, 1988
14. BLACK, C.A; Soil-Plant Relationships. Second edition, printed in USA by Macmillan Company, 1968.
15. BOLAN, L.S; ROBSON, A.D; BARROW, N.J; Effects of phosphorous application and micorrhizal inoculation on root characteristics of subterranean clover and rye-grass in relation to phosphorous uptake. Plant and Soil. 104: 294-298, 1987.
16. _____; WHITE, R.E; HEDLEY, M.J;
Australian Journal of Experimental Agriculture,
30: 297-313, 1990.
17. BOLLAND, M.D.A; Effectiveness of topdressed and incorporated superphosphate and Ducheness rock-phosphate for subterranean clover on sandy soils, rear experience, west Australia. Australia Journal of Experimental Agriculture, 27: 87-92, 1987.
18. _____; BOWDEN, J.W; Long term availability of phosphorous from Calend-rock phosphate compared with superphosphate. Australian Journal of Agricultural Reaserch, 33: 1061-1071, 1982.

19. _____; GILKES, R.J; Reactive rock phosphate fertilizers and soil testing for phosphorous. *Fertilizers Reaserch*, 21(2): 75-93, 1989.
- 20.BORDOLI, J.M; CASELLA, R; Fertilización fosfatada de pasturas de trebol rojo y ray-grass en suelos de la cuenca lechera. Tesis Ing. Agrónomo. Montevideo, Uruguay, Facultad de Agronomía, 1983, 360p.
- 21.BRONFIELD, S.M; CUNWING, R.W; DAVID, D.J; WILLIAMS, C.H; Long terms effects of incorporated lime and topdressed lime on the pH in the surface and subsurface of psture soils. *Australian Journal of experimental, Agriculture*, 27: 533-538, 1987.
- 22.CARMBULA, M; Producción y manejo de pasturas sembradas. Hemisferio Sur, Montevideo, 1977, 464p
- 23.-----; Repartido 729. Fac. Agronomía, EEMAC, 1978.
- 24.CAYOTA, S; FREIRIA, H; PETRAGLIA, C; Caracterización física y química y mineralogica de algunos suelos de las asociaciones Arroyo Blanco, Los Mimbres, Fraile Muerto y Zapallar (Dpto. de Cerro Largo). Tesis Ing. Agrónomo, Montevideo, Uruguay, Fac. de Agronomía, 1981. 261p.
- 25.CHIEN, S.H; HANMOND, L.L; LEON, L.L; Reaction of phosphate rocks. *Soil Science*, 144(4). 257-265, 1987.

26. CERVEÑANSKY, A; DA ROSA, F; Evaluación de fuentes de fósforo en pasturas convencionales sobre un suelo ácido de la cuenca lechera sur (primer año). Tesis Ing. Agrónomo, Montevideo, Uruguay, Fac. de Agronomía, 1983, 183p.
27. CHILIBROSTE, J.I; MALLARINO, J.L; PISON, P; Evaluación de los requerimientos de P en la instalación de leguminosas forrajeras. Tesis Ing. Agrónomo, Montevideo, Uruguay, Fac. de Agronomía, 1982, 83p.
28. COLLARES, C.E; 1) Fertilización y encalado de leguminosas forrajeras en suelos arenosos; 2) Efecto en la absorción de macro y micro nutrientes. Tesis Ing. Agrónomo, Montevideo Uruguay, Fac. de Agronomía, 1982, 184p.
29. COLEMAN, N.T; THOMAS, W; The basic chemistry of soil acidity. In PEARSON, R.W; ADAMS, F; ed. Soil and liming. American Society of Agronomy, Madison, USA, 1967.
30. CONWAY, H; POWELL, E; Phosphate response curves of micorrhizal and non-micorrhizal plants. New Zeland Journal of Agriculture Reaserch, 25: 217-222, 1982.
31. CRISANTO-HERRERO, T; CUELLO-PEÑA, I; Effect of lime in phosphorous in six acids soils. Soil and Fertilizer. 51, Abs. 11021, 1986.

32. CRUSH, J.R; Occurrence of endomycorrhizas in soils of Mackenzie Basin, Canterbury, New Zealand. New Zealand Journal of Agriculture Research, 18: 361-364, 1975.
33. CURTIN, D; SMILLIE, G; Effects of liming on soil, chemical characteristics and gross growth in laboratory and long-term field amended soils. Plant and Soil, 95: 15-22, 1965.
34. DAVIS, M.R; Growth and nutrition of legumes on a high country yellow-brown earth subsoil. New Zealand Journal of Agriculture Research, 24: 321-332, 1981.
35. DER WOUFINGE; SUERDRUP, H; Modeling limestone dissolution in soils. Soil Science of Society of America, 53: 44-51, 1989.
36. ESCUDERO, J; MORON, A; Caracterización de la capacidad de fijación de fósforo de distintos suelos del Uruguay. Tesis Ing. Agrónomo, Montevideo, Uruguay, Fac. de Agronomía, 1978, 100p.
37. EDMEADES, D.C; FEYTER, C; O'CONNOR, M.B; Lime and phosphorous requirements for hill country yellow-brown earth Proceedings of the New Zealand Grassland Association. 45: 98-106, 1984.
38. _____; PRINGLE, R.M; MANSELL, G; Description of a lime recommendation scheme. New Zealand Journal of Experimental Agriculture. 13: 47-58, 1985.

39. _____; _____; _____; SHANNON, P.W; Effect of lime on pasture production on soils in the North Island of New Zeland. New Zeland Journal of Agriculture Reaserch, 27: 349-356, 1984.
- 40.FLOATE, M.J.S; ENRIGHT, P.D; Effects of lime and 5 years sulphour and phosphorous applications on soil pH, sulphour and phosphate status on tussock grassland soils on East Otago Uplands.
- 41.FORMOSO, F.A; ALLEGRI, M; Leguminosas en la región norte. Miscelanea CIAAB, No.21 pp. 1-8, 1980.
- 42.GARAYALDE, A; MORTON, M; Fertilización fosfatada para la instalación de leguminosas forrajeras puras. Tesis Ing. Agrónomo. Montevideo, Uruguay, Fac. de Agronomía, 1983, 113p.
- 43.GOH, K.M; CONDRON, L.M; Plant availability of phosphorous accumulated from long term applications of superphosphate effluent to irrigated pastures. New Zeland Journal of Agricultural Reaserch, 32: 45-51 1989.
- 44.GUILLINGHAM, A.G; TILLMAN, R.W; GREGG, R.E.H; SYERS, J.K; Uptake zones for phosphorous in spring by pasture on differents strata within a hill paddock. New Zeland Journal of Agriculture Reaserch, 23: 67-74 1980.

- 45.HART, A.L; HALLIGAN, G; HASLEMARE, R.M; Analysis of the response of pasture legumes to phosphorous in a controlled environment. New Zealand Journal of Agriculture Research. 24: 197-201, 1981.
- 46.HAY, M.J; DUNLOP, J; Phosphate absorption by white clover stolons in pasture. New Zealand Journal of Agricultural Research, 25: 211-216, 1982.
- 46.HAYNES. R.J; Effects of liming on phosphate availability in acid soils. Plant and Soil, 68: 289-308, 1982.
- 47.____;LUDECKE, T.E; Yield, root morphology and chemical composition of two pasture legumes as affected by lime and phosphorous applications to an acid soil. Plant and Soil, 62(1): 117-128, 1981.
- 48.HOYT, P.B; NYBORG, M; PENNY, D.C; Farming acid soils. Publication No.1521, by Agriculture Canada, 1974.
- 49.HOLFORD, I.C.R; Effects of lime on yields and phosphate uptake by clover in relation to changes in soil phosphate and related characteristics . Australia Journal of Soil Research. 23: 75-83, 1985.
- 50.HUGHES, J.C; GILKES, R.J; The effect of soil properties and level of fertilizer application on the dissolution of Secura rock phosphate in some soils from Brazil, Colombia, Australia and Nigeria. Australian Journal of Soil Research 24: 219-227, 1986.

51. IBRAHIM, H.S; PRATT, P.F; Effects of rate of application and time on phosphorous sorption by soils. Soil Science Society of American Journal, 46: 926-928, 1982.
52. IKRAM, A; et.al. Effect of phosphorous fertilization and inoculation by two vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi on growth and nodulation of *Calopogonium caeruleum*. Plant and soil, 104: 755-766, 1961.
53. Informe técnico de la Comisión Honoraria del Plan Agropecuario. Junio 1987.
53. JEN-HSHUAN, C; BARBER, S.A; Soil pH and phosphate reaction. Soil Science, 150: 844-850, 1990.
54. KANABA, I.A.K; GILKES, R.J; A comparison between plants response and chemical measurements of the dissolution of reactive phosphate rock in soil of different pH and phosphorous retention. Australian Journal of Soil Research. 57: 451-460, 1987.
55. KUO, S; JELLUM, E.J; Seasonal variation of water-soluble phosphorous. Soil Science, 143:257-263, 1987.
56. LEE, A; et.al. Factors influencing dissolution of phosphate rock and oxidation of elemental sulfur in some New Zealand soils. New Zealand Journal of Agriculture Research. 30: 373-385, 1987.

57. LEITES, G; PORCILE, J.G; Fertilización y encalado de leguminosas forrajeras en suelos arenosos. Tesis Ing. Agrónomo, Montevideo, Uruguay, Fac. de Agronomía, 1983, 173p.
58. LOPEZ-HERNANDEZ, D; Phosphate sorption variability. Soil Science, 144: 408-411, 1987.
59. LUCAS, R.J; WHITE, J.H; DOLY, G.T; JARVIS, P; MEIJER, G; Lotus, white clover and caucasian clover oversowing, Mesopotamic Station, South Canterbury. Proceedings of the New Zealand Grassland Association 49: 142-151, 1980.
60. MACKAY, A.D; CARADUS, J.R; White clover cultivars responses to phosphates fertilizers of different solubility. Proceedings of the New Zealand Grassland Association, 49: 151-156, 1988.
61. _____; GREGG, P.H; SYERS, J.K; Field evaluation of Chatham Rise phosphorite as phosphatic fertilizer for pasture. New Zealand Journal of Agriculture Research, 27: 65-82, 1984.
62. Mc LACHLAN, K.D; Comparative phosphorous responses in plants to a range of available phosphorous situations. Australian Journal of Agriculture Research, 27: 323-343, 1976.

63. MENON, R.G; CHIEN, S.H; Phosphorous availability to maize from partially acidulated phosphate rocks and phosphate rocks compacted with triple superphosphate. *Plant and Soil*, 127: 123-128, 1990.
64. MONTES, M; OCHOA, A; Fertilización fosfatada en la implantación y producción de leguminosas en pasturas naturales. Tesis Ing. Agrónomo, Montevideo, Uruguay, Fac. de Agronomía, 1986. 118p
65. MYERS, M; Mc SEAN, T; BIGHAM, J; Reductions in exchangeable Mg. with liming of acid Ohio soils. *Soil Science Society of America Journal*, 52: 131-136, 1988.
66. NGUYEN, M.L; RICKARD, R.S; Mc BRIDE, S.D; Pasture production and changes in phosphorous and sulfur status in irrigated pastures receiving long term applications of superphosphate fertilizer. *New Zealand Journal of Agriculture Research*, 32: 245-262, 1989.
67. NYBORG, M; MALHI, S.S; ROBERTSON, J.A; ZHANG, M; Changes in extractable phosphorous in Alberta soils during the fall-winter-spring interlude. *Commun. Soil Science Plant Anal.*, 23: 337-343, 1992.

68. POTASH & PHOSPHATE INSTITUTE (PPI), Phosphorous for the agriculture. 2801 Buford Highway NE, Suite 401, Atlanta, Georgia. USA, 1988.
69. PERROT, K.W; MANSELL, G.P; Effect of fertilizer phosphorous and liming on inorganic and organic soil phosphorous fractions. New Zeland Journal of Agriculture Reaserch, 32: 63-70, 1989.
70. RABUFFETTI, A; Nitrógeno. Catedra de fertilidad de suelos y fertilizantes, Fac. de Agronomía, Montevideo, Uruguay, 1987, 101p.
71. _____ ; Nutrición catiónica. Catedra de fertilidad de suelos y fertilizantes. Fac. de Agronomía, Montevideo, Uruguay, 1988, 154p.
72. _____ ; ZAMALVIDE, J.P; Respuesta vegetal al suministro de nutrientes. Catedra de fertilidad de suelos y fertilizantes, Fac. de Agronomía, Montevideo, Uruguay, 1985, 113p.
73. _____ ; _____ ; MALLARINO, A; Fosforo. Fac. de Agronomía, Departamento de suelos, Catedra de fertilidad de suelos y fertilizantes, Montevideo, Uruguay, 1987, 106p.
74. RAJAN, S.S; FOX, R.L; SAUNDERS, W.M; UPSDELL, M; Influence of pH, time and rate of application on phosphate rock dissolution and availability to pastures. Fertilizers Reaserch Abstracts, Abs.No. 13364, 1991.

75. _____; GUILLINGHAM. A.G; Phosphate rocks and phosphate rock/sulfur granules as fertilizers for hill country pasture. New Zeland Journal of Agriculture Reaserch, 14: 313-318, 1986.
76. _____; UPSDELL, M; Comparation of ground and mini-granulated phosphate rocks with superposphate as phosphate fertilizer. New Zeland Journal of Agriculture Reaserch, 24: 153-160, 1981.
77. REPARTIDO; 588, Alternativas de mejoramientos de pasturas naturales. Catedra de Forrajeras, EEMAC, Ing. Agr. Santiñaque, 1984.
78. _____ ; 709, Catedra de forrajeras, EEMAC, Fac. de Agronomía, 1990.
79. _____ ; 743, Catedra de forrajera, EEMAC, Ing. Agr. E, Apezteguía, 1990.
80. RHUE, R.D; HENSEL, D.R; Thr effect of lime on the availablility of residual phosphorous and its exctability by dilute acid. Soil and Fertilizer Abstracts, 42, Abs.No.8685, 1983.
81. ROBSON, A.D; EDWARDS, D.G; LONERAGAN, J.F; Calcium stimulation of phosphate absortion by anual legumes. Australian Journal of Agricultural Reaserch, 21: 601-612, 1970.

82. ROWARTH, J.S; TILLMAN, R.W; Release of phosphorous from monocalcium phosphate and faeces. New Zealand Journal of Agriculture Research, 33: 475-477, 1990.
83. SAUNDERS, W.M.H; METSON, A.J; Seasonal variation of phosphorous in soil and pasture. New Zealand Journal of Agriculture Research, 14: 307-328, 1971.
84. SAMPLE, E.C; SOPER, R.J; RACZ, G.J; Reaction of phosphate fertilizer in soils. In, Khasawneh, F.E; et. al. ed. The role of Phosphorous in Agriculture. Madison, Wisconsin, USA, 1980, Chapter 11, pp 263-310.
85. SCOTT, R.S; MILLS, E.G; Establishment and management of grassland "maku lotus" in acid, low fertility Tussock grassland. Proceeding of the New Zealand Grassland Association 42: 131-141, 1980.
86. SEANEY, R.R; HENSON, P.R; Birdsfoot trifol. Advances in Agronomy, 22: 120-153, 1970.
87. SHANNON, P.W; PRINGLE, R.H; The nature of seasonal pasture growth responses to lime application. New Zealand Journal of Agriculture Research, 27: 357-361, 1984.
88. TISDALE, S.L; NELSON, W.L; Soil fertility and fertilizers. 2nd. ed. New York, by Macmillan Company, 1966.

89. WILLIAMS, C.H; reaction of surface-applied with soil. Australian Journal of Soil Reaserch. 9: 95-106, 1971.
90. WOOD, M; COOPER, J.E; Acidity, aluminium and multiplication of rhizobium trifoli. Soil Biology and Biochemistry, 20. 83-99, 1988.
91. _____; _____; HOLDING, A.J; a) Soil acidity factors and nodulation of trifolium repens .pp.367-379.
.b) Aluminium toxicity and nodulation of trifolium repens. pp.381-391. Plant and Soil, 78, 1984.
92. WOODHOUSE, W.W; Effect of placement and rate of phosphate, potash and limestone on the growth of "alfalfa" and "lespedeza". Soil Sience Society Proccedings, 20: 15-17, 1956.
93. YEATES, J.S; ALLEN.D; Low effectiveness of three rock phosphates as phosphorous fertilizers and liming material on an acid clay-loam. Australian Journal of Agriculture Reaserch, 38: 1033-1096, 1987.

IX. APENDICE

CUADRO No.32 Tratamientos incluidos en cada contraste ortogonal para los cuadros número 34 y 40 del apéndice.

No.	TRATAMIENTOS
2.	Testigo vs. 30H + 60H + 60S
3.	CNLP vs. CNNP
4.	60S vs. 60ST
5.	60ST vs. 60SM
6.	Hiperfosfato vs. Superfosfato
7.	30H vs. 60H
8.	30S vs. 60S
9.	30SC + 60SC vs. 30S + 60S
10.	30SC vs. 60SC
11.	60S vs. 90S + 240S
12.	90S vs. 240S

CUADRO No.33 Tratamientos incluidos en cada contraste ortogonal para los cuadros número 4, 5, 6, 7, 8, 10, 11, 12 y 13 del apéndice.

No.	TRATAMIENTOS
1.	Testigo vs. Resto de los tratamientos
2.	Testigo vs. (30H + 60H + 60S) NR
3.	30H vs. 60S + 60H
4.	60H vs. 60S
5.	(30H+60H+60S) NR vs. (30H+60H+60S) RH + (30H+60H+60S) RS
6.	30HRH + 30SR vs. (60H + 60S) RH + (60H + 60S) RS
7.	60HRH + 60HRS vs. 60SRH + 60SRS
8.	(30H + 60H) RH vs. (30H + 60H) RS
9.	60SRH vs. 60SRS
10.	(60S + 60SRS) C vs. 60SNR + 60SRS
11.	60SC vs. 60SCRS
12.	Testigo vs. 30SRS + CNN + 240SRS
13.	30SRS vs. CNN
14.	60SRS vs. 60STRST
15.	60SRS vs. 60SMRS

CUADRO No.34 Análisis de varianza y contrastes ortogonales de los efectos de los tratamientos en la producción de materia seca para el año 1989.(sitio 1)

Fuente	G.L	Sum. Cuadrados	Cuad. Med.	Valor F	Prob.
Bloque	1	483347.115	483347.115	2.62	0.1313
Trat.	12	7948896.846	662408.071	3.59	0.0177
Error	12	2212026.385	184335.532		
Total	25	10644270.35			

Contraste	G.L	Suma Cuad.	Cuad. Med.	Valor F	Prob.
2.testigo vs.resid.	1	114075.000	114075.000	0.62	0.4467
3.cnlp+cnp	1	515524.000	515524.000	2.80	0.1203
4.sf vs st	1	109892.250	109892.250	0.60	0.4550
5.st vs micro	1	352836.000	352836.000	1.91	0.1917
6.hiper vs super	1	242.000	242.000	0.00	0.9717
7.dosis hiper	1	6480.250	6480.250	0.04	0.8544
8.dosis super	1	146306.250	146306.250	0.79	0.3905
9.cal vs sin cal	1	282376.125	282376.125	1.53	0.2395
10.dosis*cal	1	82369.000	82369.000	0.45	0.5165
11.sf60 vs 90+240	1	1505916.750	1505916.750	8.17	0.0144
12.sf90 vs 240	1	1756950.250	1756950.250	9.53	0.0094

CUADRO No.35 Análisis de varianza y contrastes ortogonales de los efectos de los tratamientos en la producción de materia seca para el año 1990.(sitio 1)

Fuente	G.L	Sum. Cuadrados	Cuad. Med.	Valor F	Prob.
Bloque	3	1598814.00	532938.00	0.99	0.4022
Trat.	20	39816900.95	1990845.05	3.71	0.0001
Error	60	32193886.00	536564.77		
Total	83	73609600.95			

Contraste	G.L	Suma Cuad.	Cuad. Med.	Valor F	Prob.
1.cn vs resto	1	8293153.152	8293153.152	15.46	0.0002
2.test vs resid	1	4219195.021	4219195.021	7.86	0.0068
3.resid*dosis	1	433090.667	433090.667	0.81	0.3726
4.resid*fuelle	1	149058.000	149058.000	0.28	0.6001
5.ref	1	353640.500	353640.500	0.66	0.4201
6.ref*dos/ins	1	463543.521	463543.521	0.86	0.3564
7.ref*fue/ins	1	26001.563	26001.563	0.05	0.8265
8.ref*fue/ref	1	245768.063	245768.063	0.46	0.5011
9.ref*fue/ref	1	1223830.125	1223830.125	2.28	0.1362
10.cal	1	975650.063	975650.063	1.82	0.1826
11.cal*ref	1	274540.500	274540.500	0.51	0.4772
12.test vs mej	1	8544978.000	8544978.000	15.93	0.0002
13.cnlp vs cnp	1	1238738.000	1238738.000	2.31	0.1339
14.sf vs st	1	229164.500	229164.500	0.43	0.5159
15.sf vs micro	1	1622701.125	1622701.125	3.02	0.0872

CUADRO No.36 Análisis de varianza y contrastes ortogonales de los efectos de los tratamientos en la producción de materia seca para el corte de abril del 91.(sitio 1)

Fuente	G.L	Sum. Cuadrados	Cuad. Med.	Valor F	Prob.
Bloque	3	28481.619	9493.873	0.58	0.6303
Trat.	20	1720118.238	86005.912	5.26	0.0001
Error	60.	981723.381	16362.056		
Total	83	2730323.238			

Contraste	G.L	Suma Cuad.	Cuad. Med.	Valor F	Prob.
1.cn vs resto	1	31494.68810	31494.68810	1.92	0.1705
2.test vs resid	1	1452.00000	1452.00000	0.09	0.7668
3.resid*dosis	1	77293.50000	77293.50000	4.72	0.0337
4.resid*fuelle	1	15488.00000	15488.00000	0.95	0.3345
5.ref	1	6631.68056	6631.68056	0.41	0.5268
6.ref*dos/ins	1	24075.52083	24075.52083	1.47	0.2299
7.ref*fue/ins	1	826.56250	826.56250	0.05	0.8229
8.ref*fue/ref	1	473.06250	473.06250	0.03	0.8656
9.ref*fue/ref	1	5940.50000	5940.50000	0.36	0.5491
10.cal	1	3080.25000	3080.25000	0.19	0.6659
11.cal*ref	1	73344.50000	73344.50000	4.48	0.0384
12.test vs mej	1	17205.12500	17205.12500	1.05	0.3093
13.cnlp vs cnp	1	34060.50000	34060.50000	2.08	0.1543
14.sf vs st	1	4753.12500	4753.12500	0.29	0.5919
15.sf vs micro	1	6670.12500	6670.12500	0.41	0.5256

CUADRO No.37 Análisis de varianza y contrastes ortogonales de los efectos de los tratamientos en la producción de materia seca para el corte de agosto del 91.(sitio 1)

Fuente	G.L	Sum. Cuadrados	Cuad. Med.	Valor F	Prob.
Bloque	3	245093.845	81697.948	5.84	0.0014
Trat.	20	2443899.952	122194.998	8.74	0.0001
Error	60	838782.905	13979.715		
Total	83	3527776.702			

Contraste	G.L	Suma Cuad.	Cuad. Med.	Valor F	Prob.
1.cn vs resto	1	125425.1524	125425.1524	8.97	0.0040
2.test vs resid	1	165.0208	165.0208	0.01	0.9138
3.resid*dosis	1	8626.0417	8626.0417	0.62	0.4352
4.resid*fuelle	1	136.1250	136.1250	0.01	0.9217
5.ref	1	17370.1250	17370.1250	8.40	0.0052
6.ref*dos/ins	1	15052.0833	15052.0833	1.08	0.3036
7.ref*fue/ins	1	61504.0000	61504.0000	4.40	0.0402
8.ref*fue/ref	1	1620.0625	1620.0625	0.12	0.7347
9.ref*fue/ref	1	167042.0000	167042.0000	11.95	0.0010
10.cal	1	19113.0625	19113.0625	1.37	0.2469
11.cal*ref	1	127512.5000	127512.5000	9.12	0.0037
12.test vs mej	1	24531.1250	24531.1250	1.75	0.1903
13.cnlp vs cnnp	1	141778.1250	141778.1250	10.14	0.0023
14.sf vs st	1	53301.1250	53301.1250	3.81	0.0555
15.sf vs micro	1	21736.1250	21736.1250	1.55	0.2173

CUADRO No.38 Análisis de varianza y contrastes ortogonales de los efectos de los tratamientos en la producción de materia seca para el corte de octubre del 91.(sitio 1)

Fuente	G.L	Sum. Cuadrados	Cuad. Med.	Valor F	Prob.
Bloque	3	12054639.52	4018213.17	16.85	0.0001
Trat.	20	48234298.29	2411714.91	10.11	0.0001
Error	60	14306638.48	238443.97		
Total	83	74595576.29			

Contraste	G.L	Suma Cuad.	Cuad. Med.	Valor F	Prob.
1.cn vs resto	1	5526934.29	5526934.29	23.18	0.0001
2.test vs resid	1	195330.08	195330.08	0.82	0.3690
3.resid*dosis	1	363588.17	363588.17	1.52	0.2217
4.resid*fuelle	1	8712.00	8712.00	0.04	0.8491
5.ref	1	11286000.50	11286000.50	47.33	0.0001
6.ref*dos/ins	1	305921.33	305921.33	1.28	0.2618
7.ref*fuelle/ins	1	52900.00	52900.00	0.22	0.6393
8.ref*fuelle/ref	1	125316.00	125316.00	0.53	0.4713
9.ref*fuelle/ref	1	99458.00	99458.00	0.42	0.5208
10.cal	1	273006.25	273006.25	1.14	0.2889
11.cal*ref	1	1448402.00	1448402.00	6.07	0.0166
12.test vs mej	1	5377560.12	5377560.12	22.55	0.0001
13.cnlp vs cnp	1	380628.12	380628.12	1.60	0.2113
14.sf vs st	1	59340.13	59340.13	0.25	0.6197
15.sf vs micro	1	58996.12	58996.12	0.25	0.6207

CUADRO No.39 Análisis de varianza y contrastes ortogonales de los efectos de los tratamientos en la producción de materia seca para el corte de abril del 92.(sitio 1)

Fuente	G.L	Sum. Cuadrados	Cuad. Med.	Valor F	Prob.
Bloque	3	7479646.52	2493215.51	11.42	0.0001
Trat.	20	18069332.74	903466.64	4.14	0.0001
Error	60	13095436.98	218257.28		
Total	83	38644416.24			

Contraste	G.L	Suma Cuad.	Cuad. Med.	Valor F	Prob.
1.cn vs resto	1	361446.801	361446.801	6.24	0.0153
2.test vs resid	1	9352.083	9352.083	0.04	0.8367
3.resid*dosis	1	42757.042	42757.042	0.20	0.6596
4.resid*fuelle	1	18336.125	18336.125	0.08	0.7729
5.ref	1	1485800.681	1485800.681	6.81	0.0114
6.ref*dos/ins	1	1150.521	1150.521	0.01	0.9424
7.ref*fue/ins	1	1469550.062	1469550.062	6.73	0.0119
8.ref*fue/ref	1	10251.562	10251.562	0.05	0.8292
9.ref*fue/ref	1	4418.000	4418.000	0.02	0.8873
10.cal	1	3481.000	3481.000	0.02	0.8999
11.cal*ref	1	796322.000	796322.000	3.65	0.0609
12.test vs mej	1	7938.000	7938.000	0.04	0.8494
13.cnlp vs cnp	1	414960.500	414960.500	1.90	0.1731
14.sf vs st	1	281625.125	281625.125	1.29	0.2605
15.sf vs micro	1	15576.125	15576.125	0.07	0.7903

CUADRO No.40 Análisis de varianza y contrastes ortogonales de los efectos de los tratamientos en la producción de materia seca para el año 1989. (sitio 2)

Fuente	G.L	Sum. Cuadrados	Cuad. Med.	Valor F	Prob.
Bloque	1	7344.962	7344.962	0.12	0.7335
Trat.	12	2451804.000	204317.000	3.38	0.0223
Error	12	725717.538	60476.462		
Total	25	3184866.500			

Contraste	G.L	Suma Cuad.	Cuad. Med.	Valor F	Prob.
2.test vs cnlp+cnp	1	39136.3333	39136.3333	3.95	0.0701
3.cnlp+cnp	1	14884.0000	14884.0000	0.25	0.6288
4.sf vs st	1	404496.0000	404496.0000	6.69	0.0238
5.st vs micro	1	8372.2500	8372.2500	0.14	0.7163
6.hiper vs super	1	280126.1250	280126.1250	4.63	0.0524
7.dosis hiper	1	6320.2500	6320.2500	0.10	0.7520
8.dosis super	1	107584.0000	107584.0000	1.78	0.2070
9.cal vs sin cal	1	42632.0000	42632.0000	0.70	0.4175
10.dosis*cal	1	20164.0000	20164.0000	0.33	0.5743
11.sf60 vs 90+240	1	4602.0833	4602.0833	0.08	0.7874
12.sf90 vs 240	1	152490.2500	152490.2500	2.52	0.1383

CUADRO No.41 Análisis de varianza y contrastes ortogonales de los efectos de los tratamientos en la producción de materia seca para el año 1990.(sitio 2)

Fuente	G.L	Sum. Cuadrados	Cuad. Med.	Valor F	Prob.
Bloque	3	692375.27	230791.76	0.49	0.6872
Trat.	20	47828942.24	2391447.11	5.13	0.0001
Error	60	27984479.48	466407.99		
Total	83	76505796.99			

Contraste	G.L	Suma Cuad.	Cuad. Med.	Valor F	Prob.
1.cn vs resto	1	13445766.44	13445766.44	28.83	0.0001
2.test vs resid	1	9982752.08	9982752.08	21.40	0.0001
3.resid*dosis	1	1504.17	1504.17	0.00	0.9549
4.resid*fuelle	1	371522.00	371522.00	0.80	0.3757
5.ref	1	3393880.89	3393880.89	7.28	0.0091
6.ref*dos/ins	1	173160.19	173160.19	0.37	0.5446
7.ref*fue/ins	1	211830.06	211830.06	0.45	0.5029
8.ref*fue/ref	1	2667505.56	2667505.56	5.72	0.0199
9.ref*fue/ref	1	88831.13	88831.13	0.19	0.6641
10.cal	1	227052.25	227052.25	0.49	0.4880
11.cal*ref	1	1302498.00	1302498.00	2.79	0.0999
12.test vs mej	1	8594658.00	8594658.00	18.43	0.0001
13.cnlp vs cnp	1	2500966.12	2500966.12	5.36	0.0240
14.sf vs st	1	793170.12	793170.12	1.70	0.1972
15.sf vs micro	1	263538.00	263538.00	0.57	0.4552

CUADRO No.42 Análisis de varianza y contrastes ortogonales de los efectos de los tratamientos en la producción de materia seca para el corte de agosto del 91.(sitio 2)

Fuente	G.L	Sum. Cuadrados	Cuad. Med.	Valor F	Prob.
Bloque	3	483047.274	161015.758	4.21	0.0091
Trat.	20	1905913.667	95295.683	2.49	0.0034
Error	60	2295307.476	38255.125		
Total	83	4684268.417			

Contraste	G.L	Suma Cuad.	Cuad. Med.	Valor F	Prob.
1.cn vs resto	1	44702.1167	44702.1167	1.17	0.2840
2.test vs resid	1	118703.5208	118703.5208	3.10	0.0832
3.resid*dosis	1	90282.6667	90282.6667	2.36	0.1297
4.resid*fuelle	1	10082.0000	10082.0000	0.26	0.6096
5.ref	1	156706.6806	156706.6806	4.10	0.0474
6.ref*dos/ins	1	3519.1875	3519.1875	0.09	0.7627
7.ref*fue/ins	1	18023.0625	18023.0625	0.47	0.4951
8.ref*fue/ref	1	150156.2500	150156.2500	3.93	0.0522
9.ref*fue/ref	1	150426.1250	150426.1250	3.93	0.0520
10.cal	1	46010.2500	46010.2500	1.20	0.2772
11.cal*ref	1	1830.1250	1830.1250	0.05	0.8276
12.test vs mej	1	176715.1250	176715.1250	4.62	0.0357
13.cnlp vs cnp	1	116886.1250	116886.1250	3.06	0.0856
14.sf vs st	1	129540.5000	129540.5000	3.39	0.0707
15.sf vs micro	1	132612.5000	132612.5000	3.47	0.0675

CUADRO No.43 Análisis de varianza y contrastes ortogonales de los efectos de los tratamientos en la producción de materia seca para el corte de octubre del 91.(sitio 2)

Fuente	G.L	Sum. Cuadrados	Cuad. Med.	Valor F	Prob.
Bloque	3	2339051.952	779683.984	8.45	0.0001
Trat.	20	6573505.286	328675.264	3.56	0.0001
Error	60	5533236.048	92220.601		
Total	83	14445793.29			

Contraste	G.L	Suma Cuad.	Cuad. Med.	Valor F	Prob.
1.cn vs resto	1	528985.5482	528985.5482	5.74	0.0198
2.test vs resid	1	566805.3333	566805.3333	6.15	0.0160
3.resid*dosis	1	102051.0417	102051.0417	1.11	0.2970
4.resid*fuelle	1	595.1250	595.1250	0.01	0.9362
5.ref	1	136155.0139	136155.0139	1.48	0.2291
6.ref*dos/ins	1	115248.0000	115248.0000	1.25	0.2681
7.ref*fue/ins	1	1260.2500	1260.2500	0.01	0.9073
8.ref*fue/ref	1	194260.5625	194260.5625	2.11	0.1519
9.ref*fue/ref	1	16928.0000	16928.0000	0.18	0.6699
10.cal	1	60147.5625	60147.5625	0.65	0.4225
11.cal*ref	1	68635.1250	68635.1250	0.74	0.3917
12.test vs mej	1	843700.5000	843700.5000	9.15	0.0037
13.cnlp vs cnp	1	986310.1250	986310.1250	10.70	0.0018
14.sf vs st	1	74112.5000	74112.5000	0.80	0.3736
15.sf vs micro	1	2926.1250	2926.1250	0.03	0.8592

CUADRO No.44 Análisis de varianza y contrastes ortogonales de los efectos de los tratamientos en la producción de materia seca para el corte de enero del 92.(sitio 2)

Fuente	G.L	Sum.Cuadrados	Cuad. Med.	Valor F	Prob.
Bloque	3	18846485.37	6282161.79	24.74	0.0001
Trat.	20	22777455.64	1138872.78	4.49	0.0001
Error	60	15233335.88	253888.93		
Total	83	56857276.89			

Contraste	G.L	Suma Cuad.	Cuad. Med.	Valor F	Prob.
1.cn vs resto	1	2792.593	2792.593	0.01	0.9168
2.test vs resid	1	2953680.187	2953680.187	11.63	0.0012
3.resid*dosis	1	373501.500	373501.500	1.47	0.2299
4.resid*fuelle	1	366368.000	366368.000	1.44	0.2344
5.ref	1	2467901.389	2467901.389	9.72	0.0028
6.ref*dos/ins	1	1918000.521	1918000.521	7.55	0.0079
7.ref*fue/ins	1	165852.562	165852.562	0.65	0.4221
8.ref*fue/ref	1	255025.000	255025.000	1.00	0.3203
9.ref*fue/ref	1	154012.500	154012.500	0.61	0.4391
10.cal	1	98753.063	98753.063	0.39	0.5352
11.cal*ref	1	261003.125	261003.125	1.03	0.3147
12.test vs mej	1	5596185.125	5596185.125	22.04	0.0001
13.cnlp vs cnp	1	1533000.500	1533000.500	6.04	0.0169
14.sf vs st	1	1933561.125	1933561.125	7.62	0.0077
15.sf vs micro	1	190962.000	190962.000	0.75	0.3893

CUADRO No.45 Valores de producción (materia verde y seca) y porcentaje de materia seca del sitio 1 en los años 1989 y 1990.

Identificación		1989				1990		z lotus
Bloque	Código	KG/HA M.V.T.	%MST	KG/HA M.S.T	KG/HA M.V.T.	%MST	KG/HA M.S.T	visual
1	1				5913	30.17	1784	3
2	1	2804	41.33	1159	6817	26.8	1830	3
3	1	1865	40.64	758	8661	33.5	2902	12
4	1				7548	30.17	2278	5
1	2				8139	33.53	2729	8
2	2	3217	38.71	1245	9357	32.2	3013	14
3	2	3310	39.91	1321	9322	34.8	3248	15
4	2				11443	33.53	3837	18
1	3				13426	28.68	3850	75
2	3	2751	39.09	1075	10400	26.9	2793	16
3	3	3263	39.89	1302	12661	30.5	3862	18
4	3				10400	28.68	2843	30
1	4				12417	28.73	3568	40
2	4	1678	38.39	644	14052	27.5	3859	65
3	4	2704	40.27	1089	9913	30.0	2974	10
4	4				14052	28.73	3388	14
1	5				9043	32.24	2915	18
2	5	3636	39.11	1422	10365	33.1	3430	17
3	5	3963	40.41	1602	11896	31.4	3733	24
4	5				10852	32.24	3498	15
1	6				11374	38.86	4419	45
2	6	3450	35.75	1233	11096	31.5	3492	10
3	6	2611	38.50	1005	12800	46.2	5918	25
4	6				11096	38.86	7731	16
1	7				12800	30.98	3093	0
2	7	1855	44.00	758	9913	21.1	2797	0
3	7	2214	44.00	904	4870	40.9	1992	0
4	7				3617	30.98	1121	0
1	8				12104	34.97	4233	40
2	8	2424	43.63	1058	11026	32.0	3527	12
3	8	1725	42.11	726	10643	38.0	4040	17
4	8				13983	34.97	4890	25
1	9				10574	26.99	2854	25
2	9	2890	37.81	1093	11548	27.3	3149	13
3	9	3124	44.61	1393	13635	26.7	3641	35
4	9				11548	26.99	3745	17
1	10				10991	27.32	3002	15
2	10	2611	35.45	926	14574	27.5	4013	55
3	10	2517	37.98	956	17670	27.1	4788	80
4	10				7617	27.32	2081	48
1	11				12452	30.14	3753	20
2	11	2471	40.87	1010	12452	31.6	3929	15
3	11	2098	38.89	816	13774	28.7	3957	28
4	11				12278	30.14	3701	45
1	12				9878	32.78	3239	10
2	12	4802	41.95	2014	12696	35.1	4461	35
3	12	4149	38.89	1614	13635	30.4	4150	15
4	12				9322	32.78	3056	18
1	13				13704	31.39	4302	70
2	13	3497	36.53	1277	12557	30.3	3800	18
3	13	3497	43.02	1504	14470	32.5	4704	68
4	13				12557	31.39	2817	63
1	14				11026	28.57	3150	50
2	14	4382	40.39	1770	15026	28.0	4214	80
3	14	4336	45.37	1967	14922	29.1	4342	70
4	14				16800	28.57	4800	80
1	15				9009	30.53	2750	25
2	15	3730	37.67	1405	10957	30.9	3389	20
3	15	3170	44.08	1397	9530	30.1	2871	18
4	15				10957	30.53	5118	20
1	16				12661	28.15	3564	20
2	16	3170	39.36	1248	15270	26.4	4032	70
3	16	3170	39.11	1240	14783	29.9	4419	60
4	16				15270	28.15	1997	20
1	17				10435	26.36	2751	65
2	17	3124	39.43	1232	10470	34.4	3597	15
3	17	2611	43.11	1126	11061	18.4	2032	30
4	17				16278	26.36	4292	50
1	18				11513	31.39	3614	20
2	18	5361	38.75	2078	12070	33.0	3982	25
3	18	2797	40.53	1134	14330	29.8	4269	38
4	18				12070	31.39	2358	65
1	19				14261	32.84	4683	68
2	19	4662	39.00	1818	11374	32.2	3662	20
3	19	3869	39.57	1531	12348	33.5	4134	20
4	19				7200	32.84	2364	7
1	20				14765	28.71	4239	30
2	20	7832	51.08	4001	13635	33.6	4582	40
3	20	4755	44.00	1999	17878	23.8	4257	73
4	20				19896	28.71	5711	88
1	21				7791	46.39	3615	0
2	21	3590	45.73	1642	7200	46.2	3323	0
3	21	3403	46.37	1578	5983	46.6	2790	0
4	21				7096	46.39	3292	0

CUADRO No.46 Valores de producción y porcentajes correspondientes al corte de abril del 91 (sitio 1).

-----					..... KG MS /HA.....					-----	
CODIGO	MVT-KG/HA	ZMST	ZMSLOTUS	ZMSGGRAM	TOTAL	LOTUS	GRAM.	% LOTUS	% GRAM.		

1	2011.30	25.26			508.05						
1	1867.64	23.26		23.37	434.33		434.33		100.00		
1	1819.75	27.27		27.43	496.30		496.30		100.00		
1	1867.64	25.26			471.77						
2	1819.75	22.33			406.35						
2	2154.97	21.47	19.71	21.58	462.65	24.35	438.30	5.26	94.74		
2	1484.53	23.19	22.46	23.21	344.24	10.76	333.48	3.13	96.88		
2	1484.53	22.33			331.50						
3	1580.31	23.87			377.22						
3	2011.30	23.50	23.80	23.50	472.66	6.03	466.62	1.28	98.72		
3	2777.51	24.54	20.78	24.71	681.52	25.72	655.80	3.77	96.23		
3	2154.97	23.87			514.39						
4	2011.30	23.69			476.48						
4	1436.64	23.38	23.68	23.38	335.92	6.34	329.58	1.89	98.11		
4	2298.63	25.00	23.78	25.03	574.66	12.49	562.17	2.17	97.83		
4	1723.97	23.69			408.41						
5	2442.29	25.18			614.97						
5	2202.85	21.62	15.32	22.23	476.29	29.77	446.52	6.25	93.75		
5	1484.53	28.74	15.47	29.86	426.69	17.78	408.91	4.17	95.83		
5	2202.85	25.18			554.68						
6	2729.62	22.76			621.26						
6	2873.29	22.54	15.78	22.91	647.67	23.55	624.12	3.64	96.36		
6	2298.63	22.98	13.80	24.20	528.31	37.07	491.24	7.02	92.98		
6	2442.29	22.76			555.87						
7	1580.31	23.59		23.59	372.79		372.79		100.00		
7	2490.18	28.80		28.80	717.17		717.17		100.00		
7	1676.08	26.19			438.97						
7	1532.42	26.19			401.34						
8	1771.86	23.69			419.75						
8	2250.74	23.42	15.62	23.90	527.20	20.28	506.92	3.85	96.15		
8	2490.18	23.96	20.79	24.11	596.73	22.95	573.77	3.85	96.15		
8	3112.73	23.69			737.41						
9	1580.31	24.73			390.81						
9	2585.96	21.24	15.11	21.62	549.23	22.88	526.35	4.17	95.83		
9	2250.74	28.23		28.47	635.29		635.29		100.00		
9	1915.53	24.73			473.71						
10	2202.85	22.53			496.30						
10	2346.52	21.62	10.36	22.13	507.36	10.57	496.79	2.08	97.92		
10	2059.19	23.44	17.81	23.98	482.62	32.17	450.45	6.67	93.33		
10	2585.96	22.53			582.62						
11	2298.63	23.00			528.68						
11	2394.41	22.50	13.50	22.85	538.74	11.97	526.77	2.22	97.78		
11	2921.18	23.50	17.18	24.26	686.54	53.85	632.70	7.84	92.16		
11	2777.51	23.00			638.83						
12	1771.86	23.27			412.31						
12	2825.40	21.20	16.29	21.89	598.98	56.51	542.48	9.43	90.57		
12	2202.85	25.34	14.62	26.05	558.19	19.94	538.25	3.57	96.43		
12	2154.97	23.27			501.46						
13	3495.83	23.88			834.81						
13	3256.39	21.12	12.02	21.82	687.77	28.07	659.70	4.08	95.92		
13	2538.07	26.99	17.96	27.17	684.92	8.90	676.03	1.30	98.70		
13	2585.96	23.88			617.53						
14	4645.15	23.26			1080.46						
14	1819.75	20.20	13.20	20.48	367.63	9.19	358.44	2.50	97.50		
14	2250.74	26.32	15.98	26.71	592.30	13.16	579.14	2.22	97.78		
14	2490.18	23.26			579.22						
15	3352.17	25.79			864.52						
15	2394.41	24.17	20.45	24.41	578.65	29.93	548.72	5.17	94.83		
15	2011.30	27.41		27.41	551.32		551.32		100.00		
15	1580.31	25.79			407.56						
16	2921.18	24.64			719.78						
16	2059.19	23.08	15.87	23.80	475.20	29.70	445.50	6.25	93.75		
16	1436.64	26.14	15.25	27.17	375.59	18.78	356.81	5.00	95.00		
16	2011.30	24.64			495.58						
17	2729.62	23.34			637.09						
17	2178.91	23.85	13.56	24.69	519.67	9.81	509.86	1.89	98.11		
17	2490.18	22.83	18.48	23.25	568.51	40.61	527.90	7.14	92.86		
17	2298.63	23.34			536.50						
18	4309.93	21.06			907.67						
18	3112.73	22.12	11.74	22.97	688.66	27.55	661.11	4.00	96.00		
18	1963.41	21.06	11.85	24.91	413.49	9.85	403.65	2.38	97.62		
18	1723.97	22.00			379.27						
19	2777.51	19.40			538.84						
19	3447.95	19.86	15.37	21.04	684.70	110.04	574.66	16.07	83.93		
19	2873.29	20.07	14.82	21.14	576.72	72.09	504.63	12.50	87.50		
19	2154.97	19.40			418.06						
20	4022.60	20.57			827.45						
20	4309.93	20.07	14.07	21.11	864.97	89.48	775.49	10.34	89.66		
20	7422.66	21.07	15.21	21.79	1564.28	122.69	1441.59	7.84	92.16		
20	5986.02	20.57			1231.32						
21	2585.96	26.04			673.38						
21	2969.06	24.91		25.28	739.70		739.70		100.00		
21	2729.62	27.17			741.75		741.75		100.00		
21	2490.18	26.04			648.44						

CUADRO No.47 Valores de producción y porcentajes para el corte de agosto del 91 (sitio 1).

CODIGO	MVT-KG/HA	%MST	%MSLOTUS	%MSGRAM	..... KG MS /HA.....				
					TOTAL	LUTUS	GRAM.	% LUTUS	% GRAM.
1	1197.20	21.21		21.21	253.95		253.95		100.00
1	957.76	22.20			212.62				
1	838.04	23.19		23.19	194.33		194.33		100.00
1	838.04	22.20			186.05				
2	838.04	22.68	15.98	23.14	190.07	8.64	181.43	4.55	95.45
2	1077.48	23.36			251.70				
2	478.88	24.04	18.03	24.38	115.12	4.60	110.51	4.00	96.00
2	718.32	23.36			167.80				
3	1676.08	19.12	14.82	20.18	320.43	49.30	271.13	15.38	84.62
3	1197.20	19.83			237.41				
3	1915.53	20.54	12.26	21.95	393.37	34.21	359.16	8.70	91.30
3	1077.48	19.83			213.66				
4	2514.13	20.67	17.75	21.04	519.59	50.28	469.30	9.68	90.32
4	1197.20	20.00			239.44				
4	1676.08	19.33	15.41	19.55	323.95	14.08	309.86	4.35	95.65
4	957.76	20.00			191.55				
5	838.04	21.01		21.01	176.06		176.06		100.00
5	957.76	19.00			181.97				
5	718.32	16.90		16.90	121.41		121.41		100.00
5	718.32	19.00			136.48				
6	2154.97	21.28	22.67	20.85	458.50	114.63	343.88	25.00	75.00
6	1077.48	19.50			210.11				
6	2394.41	17.72	14.04	19.80	424.33	121.24	303.09	28.57	71.43
6	718.32	19.50			140.07				
7	838.04	23.53			197.19		197.19		100.00
7	718.32	23.38		23.38	167.92		167.92		100.00
7	778.18	23.45			182.48				
7	778.18	23.45			182.48				
8	1795.80	22.22	16.78	22.84	399.07	30.70	368.37	7.69	92.31
8	1676.08	21.45			359.52				
8	1077.48	20.67	14.72	21.98	222.68	28.73	193.95	12.90	87.10
8	1436.64	21.45			308.16				
9	957.76	19.15	11.84	19.87	183.40	10.19	173.21	5.56	94.44
9	1436.64	20.98			301.41				
9	957.76	22.81	10.72	25.17	218.44	16.80	201.63	7.69	92.31
9	239.44	20.98			234.43				
10	1676.08	21.43		21.43	359.16		359.16		100.00
10	1676.08	20.00			335.22				
10	957.76	18.55	12.54	19.99	177.65	23.17	154.48	13.04	86.96
10	1436.64	20.00			287.33				
11	1556.36	20.15	11.94	20.70	313.60	11.61	301.98	3.70	96.30
11	838.04	19.79			165.85				
11	1556.36	19.44	13.65	20.92	302.63	43.23	259.39	14.29	85.71
11	2154.97	19.79			426.47				
12	598.60	20.39	13.82	21.09	122.08	7.88	114.21	6.45	93.55
12	1436.64	21.05			302.41				
12	718.32	21.71	18.91	20.93	155.95	5.78	150.17	3.70	96.30
12	1197.20	21.05			252.01				
13	3950.77	16.73	16.22	16.78	660.97	60.09	600.88	9.09	90.91
13	2274.69	17.89			406.94				
13	2035.25	19.05	17.20	19.30	387.67	41.54	346.13	10.71	89.29
13	2154.97	17.89			385.52				
14	4908.53	17.39	15.04	18.25	853.66	197.00	656.66	23.08	76.92
14	957.76	18.89			180.92				
14	957.76	20.39	16.62	21.19	195.27	27.90	167.38	14.29	85.71
14	3232.45	18.89			610.61				
15	1436.64	19.85	16.18	20.22	285.22	21.13	264.09	7.41	92.59
15	1436.64	20.30			291.64				
15	718.32	20.75	17.63	20.89	149.05	5.39	143.66	3.61	96.39
15	1197.20	20.30			243.03				
16	2274.69	20.41	13.85	20.66	464.22	11.61	452.62	2.50	97.50
16	718.32	20.45			146.90				
16	718.32	20.59	15.85	21.26	147.89	14.08	133.81	9.52	90.48
16	1676.08	20.45			342.76				
17	4070.49	19.58	15.42	20.23	797.14	84.80	712.34	10.64	89.36
17	2913.19	19.36			563.99				
17	2993.01	19.14	14.52	19.81	572.74	55.43	517.31	9.68	90.32
17	1676.08	19.36			324.49				
18	3471.89	18.09	15.12	19.53	627.89	172.36	455.53	27.45	72.55
18	2873.29	19.13			549.66				
18	1436.64	20.18	20.47	20.15	289.85	25.20	264.64	8.70	91.30
18	718.32	19.13			137.41				
19	4070.49	17.49	15.99	17.79	711.88	109.52	602.36	15.38	84.62
19	3352.17	17.93			601.04				
19	3352.17	18.37	14.81	20.24	615.70	171.03	444.68	27.78	72.22
19	3591.61	17.93			643.98				
20	4788.81	19.02	19.45	18.93	911.04	163.52	747.52	17.95	82.05
20	3471.89	18.29			635.01				
20	4309.93	17.56	9.86	19.46	756.87	84.10	672.77	11.11	88.89
20	5267.69	18.29			963.46				
21	2873.29	20.40		20.40	586.09		586.09		100.00
21	3112.73	20.49			637.80				
21	2633.85	20.59		20.59	542.26		542.26		100.00
21	2873.29	20.49			588.74				

CUADRO No.48 Valores de producción y porcentajes para el corte de octubre del 91 (sitio 1).

CODIGO	1	..... KG MS /HA.....				.....			
		MVT-KG/HA	ZMST	ZMSLOTUS	ZMSGRAM	TOTAL	LOTUS	GRAM.	% LUTUS	% GRAM.

1	4414.04	19.90			878.39					
1	3531.23	20.37	18.64	20.49	719.32	43.60	675.73	6.06	93.94	
1	3531.23	19.44	17.52	19.88	686.63	114.44	572.19	16.67	83.33	
1	2648.42	19.90			527.04					
2	4193.33	19.70			826.09					
2	3200.18	19.46	15.86	20.69	622.85	128.87	493.99	20.69	79.31	
2	3751.93	19.90	18.01	20.08	746.46	58.93	687.53	7.89	92.11	
2	3310.53	19.70			652.17					
3	15563.64	17.28			2689.40					
3	11255.79	17.23	15.89	17.70	1939.20	463.72	1475.48	23.91	76.09	
3	11917.90	17.33	14.46	18.87	2065.20	602.35	1462.85	29.17	70.83	
3	8386.67	17.28			1449.22					
4	16042.52	18.34			2942.20					
4	11476.50	17.48	15.48	18.33	2006.63	528.06	1478.57	26.32	73.68	
4	9931.58	19.20	16.46	19.53	1906.51	177.35	1729.16	9.30	90.70	
4	4855.44	18.34			890.49					
5	3972.63	18.62			739.70					
5	7614.21	18.65	16.81	19.08	1420.11	241.72	1178.39	17.02	82.98	
5	4193.33	18.60	15.02	19.26	780.16	97.52	682.64	12.50	87.50	
5	4965.79	18.62			924.63					
6	14845.32	17.51			2599.42					
6	15118.08	17.70	16.11	18.03	2675.39	424.67	2250.72	15.87	84.13	
6	18980.36	17.31	15.03	18.51	3286.01	980.90	2305.11	29.85	70.15	
6	7283.16	17.51			1275.28					
7	3972.63	24.75			983.23					
7	3310.53	26.78		26.78	886.43	0.00	886.43	0.00	100.00	
7	3089.83	22.73		22.73	702.23	0.00	702.23	0.00	100.00	
7	2427.72	24.75			600.86					
8	14593.30	17.37			2534.86					
8	16773.34	16.59	14.21	17.83	2781.92	818.21	1963.71	29.41	70.59	
8	13242.11	18.16	16.32	19.19	2404.58	778.95	1625.63	32.39	67.61	
8	9490.18	17.37			1648.44					
9	8165.97	18.70			1527.04					
9	7724.56	18.63	14.71	19.35	1439.18	176.23	1262.95	12.24	87.76	
9	5517.55	18.78	15.23	19.49	1036.29	140.04	896.25	13.51	86.49	
9	2427.72	18.70			453.98					
10	12359.30	17.27			2134.45					
10	14345.62	16.13	14.68	17.00	2313.81	793.31	1520.50	34.29	65.71	
10	17435.44	18.42	16.45	19.77	3211.79	1167.92	2043.87	36.36	63.64	
10	11476.50	17.27			1981.99					
11	10372.99	17.25			1789.34					
11	14676.67	17.55	15.32	18.11	2575.57	449.70	2125.87	17.46	82.54	
11	15669.83	16.96	14.78	18.00	2658.27	746.18	1912.09	28.07	71.93	
11	9269.48	17.25			1598.98					
12	7503.86	19.70			1478.26					
12	12580.00	19.68	15.35	21.80	2475.85	635.69	1840.16	25.68	74.32	
12	5738.25	19.71	16.48	20.26	1131.10	137.94	993.16	12.20	87.80	
12	4634.74	19.70			913.04					
13	13875.60	17.30			2400.48					
13	16552.64	16.96	16.67	17.12	2808.04	960.64	1847.39	34.21	65.79	
13	14676.67	17.65	16.48	18.01	2590.00	575.56	2014.45	22.22	77.78	
13	9269.48	17.30			1603.62					
14	15789.47	18.58			2933.68					
14	14566.32	19.15	16.45	19.84	2789.30	487.02	2302.28	17.46	82.54	
14	10372.99	18.01	13.50	19.07	1867.80	266.83	1600.98	14.29	85.71	
14	11917.90	18.58			2214.35					
15	7945.27	17.82			1415.85					
15	7724.56	18.44	18.01	18.59	1424.22	362.09	1062.13	25.42	74.58	
15	3972.63	17.20	18.60	17.15	683.19	25.30	657.89	3.70	96.30	
15	3751.93	17.82			668.59					
16	13875.60	18.41			2554.50					
16	16773.34	16.67	13.64	17.80	2795.56	621.23	2174.32	22.22	77.78	
16	7614.21	20.16	18.47	20.62	1534.88	300.96	1233.92	19.61	80.39	
16	7283.16	18.41			1340.83					
17	14832.54	17.85			2647.61					
17	9710.88	17.73	16.64	17.95	1721.79	275.49	1446.30	16.00	84.00	
17	16773.34	17.97	15.36	19.54	3014.56	966.21	2048.36	32.05	67.95	
17	9710.88	17.85			1733.39					
18	19863.16	17.93			3561.47					
18	14566.32	17.25	15.02	18.63	2512.69	837.56	1675.13	33.33	66.67	
18	13462.81	18.61	16.30	19.63	2505.58	673.14	1832.44	26.87	73.13	
18	6841.76	17.93			1226.73					
19	18197.49	17.39			3164.54					
19	21187.38	17.97	15.38	19.87	3808.06	1377.38	2430.67	36.17	63.83	
19	20083.87	16.81	14.30	18.51	3376.93	1155.27	2221.67	34.21	65.79	
19	5296.84	17.39			921.12					
20	26042.82	16.15			4205.91					
20	27808.43	15.47	13.28	17.83	4301.15	1916.35	2384.80	44.55	55.45	
20	15228.43	16.84	12.56	17.56	2563.81	278.00	2285.81	10.84	89.16	
20	15228.43	16.15			2459.39					
21	15324.20	20.89			3201.23					
21	14014.57	21.18		21.18	2968.73	0.00	2968.73	0.00	100.00	
21	11697.20	20.60		20.60	2409.39	0.00	2409.39	0.00	100.00	
21	12138.60	20.89			2535.75					

CUADRO No.49 Valores de producción y porcentajes para el corte de abril del 92 (sitio 1).

CODIGO	MVT-KG/HAZMST	ZMSLOTUS	ZMSGRAM	..... KG MS /HA.....		TOTAL	LOTUS	GRAM.	% LOTUS	% GRAM.
				LOTUS	GRAM.					
1	5217.39	35.43				1848.52				
1	4521.74	39.19				1772.03	0.00	1772.03	0.00	100.00
1	6608.70	31.68				2093.44	0.00	2093.44	0.00	100.00
1	2434.78	35.43				862.64				
2	5217.39	40.05				2089.57				
2	3826.09	38.02	34.71	38.27	1454.55	94.86	1359.68	6.52	93.48	
2	3652.17	43.08		43.08	1573.24	0.00	1573.24	0.00	100.00	
2	5043.48	40.05			2019.91					
3	5739.13	34.26			1966.23					
3	6608.70	33.33		33.33	2202.90	0.00	2202.90	0.00	100.00	
3	6260.87	35.19		35.19	2202.90	0.00	2202.90	0.00	100.00	
3	5565.22	34.26			1906.64					
4	9217.39	34.32			3163.41					
4	6956.52	32.82	23.85	33.78	2283.44	159.31	2124.13	6.98	93.02	
4	5391.30	35.83		35.83	1931.88	0.00	1931.88	0.00	100.00	
4	3826.09	34.32			1313.11					
5	7652.17	37.84			2895.58					
5	5739.13	37.31		37.31	2141.47	0.00	2141.47	0.00	100.00	
5	3652.17	38.37		38.37	1401.42	0.00	1401.42	0.00	100.00	
5	3130.43	37.84			1184.56					
6	5391.30	35.21			1898.28					
6	5565.22	40.35		40.35	2245.61	0.00	2245.61	0.00	100.00	
6	7652.17	30.07		30.07	2301.00	0.00	2301.00	0.00	100.00	
6	5043.48	35.21			1775.81					
7	3826.09	40.95			1566.78					
7	3652.17	39.50		39.50	1442.46	0.00	1442.46	0.00	100.00	
7	3826.09	42.41		42.41	1622.58	0.00	1622.58	0.00	100.00	
7	3304.35	40.95			1353.13					
8	3130.43	29.93			936.94					
8	7478.26	28.89		28.89	2160.39	0.00	2160.39	0.00	100.00	
8	5043.48	30.97		30.97	1562.14	0.00	1562.14	0.00	100.00	
8	5565.22	29.93			1665.67					
9	6434.78	41.26			2654.99					
9	3304.35	40.13		40.13	1325.95	0.00	1325.95	0.00	100.00	
9	3826.09	42.39		42.39	1621.93	0.00	1621.93	0.00	100.00	
9	2956.52	41.26			1219.86					
10	5739.13	35.42			2032.80					
10	6260.87	35.80		35.80	2241.55	0.00	2241.55	0.00	100.00	
10	5391.30	35.05		35.05	1889.74	0.00	1889.74	0.00	100.00	
10	3304.35	35.42			1170.40					
11	6086.96	35.80			2179.13					
11	4521.74	39.39		39.39	1781.29	0.00	1781.29	0.00	100.00	
11	5043.48	32.21		32.21	1624.74	0.00	1624.74	0.00	100.00	
11	4869.57	35.80			1743.30					
12	2608.70	39.00			1017.39					
12	8695.65	37.50	38.57	37.26	3260.87	621.12	2639.75	19.05	80.95	
12	2956.52	40.51		40.51	1197.58	0.00	1197.58	0.00	100.00	
12	3304.35	39.00			1288.70					
13	8000.00	35.37			2829.60					
13	6608.70	35.20		35.20	2325.97	0.00	2325.97	0.00	100.00	
13	6782.61	35.54		35.54	2410.69	0.00	2410.69	0.00	100.00	
13	4869.57	35.37			1722.37					
14	9043.48	37.76			3414.82					
14	4869.57	40.00		40.00	1947.83	0.00	1947.83	0.00	100.00	
14	6782.61	35.53		35.53	2409.61	0.00	2409.61	0.00	100.00	
14	6434.78	37.76			2429.77					
15	4869.57	39.57			1926.89					
15	4521.74	37.19		37.19	1681.64	0.00	1681.64	0.00	100.00	
15	3304.35	41.96		41.96	1386.44	0.00	1386.44	0.00	100.00	
15	3652.17	39.57			1445.17					
16	8347.83	37.20			3105.39					
16	8347.83	34.40	42.55	33.55	2871.65	333.91	2537.74	11.63	88.37	
16	4521.74	40.00		40.00	1808.70	0.00	1808.70	0.00	100.00	
16	5043.48	37.20			1876.17					
17	9217.39	32.94			3036.21					
17	7304.35	33.33	23.15	34.22	2434.78	135.27	2299.52	5.56	94.44	
17	8521.74	32.56		32.56	2774.52	0.00	2774.52	0.00	100.00	
17	4869.57	32.94			1604.03					
18	7826.09	38.40			3005.22					
18	4869.57	38.71		38.71	1884.99	0.00	1884.99	0.00	100.00	
18	4521.74	38.10		38.10	1722.57	0.00	1722.57	0.00	100.00	
18	4521.74	38.40			1736.35					
19	10956.52	31.79			3483.08					
19	9739.13	30.84	20.23	32.55	3003.66	273.06	2730.60	9.09	90.91	
19	6956.52	32.74	29.20	33.10	2277.80	184.69	2093.11	8.11	91.89	
19	4521.74	31.79			1437.46					
20	12521.74	31.20			3906.78					
20	12000.00	30.23		30.23	3627.91	0.00	3627.91	0.00	100.00	
20	12521.74	32.18		32.18	4029.99	0.00	4029.99	0.00	100.00	
20	8695.65	31.20			2713.04					
21	5565.22	39.81			2215.51					
21	6086.96	38.30		38.30	2331.17	0.00	2331.17	0.00	100.00	
21	4521.74	41.33		41.33	1868.99	0.00	1868.99	0.00	100.00	
21	4347.83	39.81			1730.87					

CUADRO No.50 Valores de producción y porcentajes para los años 1989 y 1990 del sitio 2.

BLOQUE	CODIGO	DIC 89		DIC 90		M.S.T.	M.S.T.	
		KG/HA	% M.S.	KG/HA	KG/HA			% M.S.T.
		M.V.T.		M.S.T.	M.V.T.			
1	1				4139	43.5	1800	
2	1	932	48.64	453	2817	41.8	1177	
3	1	932	47.03	439	4139	45.2	1872	
4	1				3443	43.5	1498	
1	2				8174	39.2	3207	
2	2	1259	44.21	556	9913	32.8	3247	
3	2	1585	46.60	739	8139	45.7	3719	
4	2				9009	39.2	3534	
1	3				9322	32.4	3021	
2	3	1492	46.24	690	10400	30.0	3120	
3	3	1911	48.51	927	10922	34.8	3802	
4	3				10330	32.4	3348	
1	4				15374	38.0	5848	
2	4	1119	55.78	624	9948	38.1	3792	
3	4	1259	43.62	549	8870	38.0	3367	
4	4				13774	38.0	5239	
1	5				7826	38.4	3003	
2	5	1632	44.10	720	5843	44.7	2609	
3	5	1865	47.45	885	10400	32.1	3338	
4	5				10400	38.4	3991	
1	6				11130	30.0	3335	
2	6	1538	46.73	719	12209	27.4	3346	
3	6	3263	36.41	1188	10922	32.5	3552	
4	6				12661	30.0	3793	
1	7				5322	36.3	1932	
2	7	886	47.21	418	5287	35.7	1886	
3	7	909	47.16	429	4313	36.9	1593	
4	7				2400	36.3	1804	
1	8				9252	36.2	3349	
2	8	2098	41.92	879	9739	34.8	3388	
3	8	2331	42.13	982	10435	37.6	3924	
4	8				10991	36.2	3978	
1	9				8557	35.6	3046	
2	9	559	48.82	273	14365	31.9	4585	
3	9	1772	51.70	916	10609	39.3	4168	
4	9				7513	35.6	2675	
1	10				12174	33.7	4101	
2	10	886	48.88	433	12626	28.3	3576	
3	10	2890	43.98	1271	7548	39.0	2947	
4	10				13704	33.7	4616	
1	11				13287	32.0	4249	
2	11	1818	50.00	909	14296	35.1	5017	
3	11	1725	43.94	758	10678	28.9	3081	
4	11				13983	32.0	4471	
1	12				11235	37.8	4252	
2	12	1585	50.65	803	10991	37.7	4139	
3	12	1492	45.03	672	10783	38.0	4102	
4	12				12452	37.8	4713	
1	13				8348	35.9	2999	
2	13	1632	45.31	739	11409	35.1	4007	
3	13	3730	50.00	1865	9078	36.7	3335	
4	13				10122	35.9	3637	
1	14				10748	31.5	3383	
2	14	2751	45.64	1255	16035	31.7	5082	
3	14	2424	44.49	1079	10087	31.3	3152	
4	14				10991	31.5	3459	
1	15				7548	34.1	2571	
2	15	2564	42.49	1089	9739	28.6	2783	
3	15	3357	51.61	1732	11513	39.5	4553	
4	15				8348	34.1	2843	
1	16				13530	36.9	4987	
2	16	2005	50.94	1021	10609	38.2	4058	
3	16	2471	43.72	1080	10643	35.5	3775	
4	16				12348	36.9	4551	
1	17				11096	38.6	4287	
2	17	2564	45.90	1177	9183	38.5	3532	
3	17	2984	48.60	1450	11791	38.8	4577	
4	17				5009	38.6	4132	
1	18				8522	35.5	3022	
2	18	1585	45.08	715	9670	39.1	3784	
3	18	1259	42.08	530	12104	31.8	3848	
4	18				9461	35.5	3355	
1	19				10783	36.0	3886	
2	19	3357	45.24	1518	13635	36.1	4916	
3	19	1305	55.61	726	8591	36.0	3094	
4	19				10122	36.0	3647	
1	20				10783	34.4	3711	
2	20	3730	44.59	1663	9009	34.0	3063	
3	20	2937	46.36	1362	10609	34.8	3695	
4	20				8209	34.4	2825	
1	21				9774	46.6	4551	
2	21	1538	49.50	762	6991	44.8	3132	
3	21	1538	55.56	855	9913	48.3	4789	
4	21				14261	46.6	6640	

CUADRO No.51 Valores de producción y porcentajes para el corte de agosto del 91 en el sitio 2.

CODIGO	1	MVT-KG/HA	MST	ZNSGRAM	..... KG MS /HA.....		
					TOTAL	LOTUS GRAM.	% LOTUS % GRAM.
1	598.60	34.08			204.00		100
1	957.76	37.61	37.61		360.18	360.18	100
1	957.76	30.56	30.56		292.65	292.65	100
1	957.76	34.08			326.41		100
2	957.76	31.89			305.43		100
2	957.76	33.10	33.10		317.01	317.01	100
2	1077.48	30.68	30.68		330.59	330.59	100
2	1676.08	31.89			534.50		100
3	1436.64	30.00			430.99		100
3	1676.08	32.26	32.26		540.70	540.70	100
3	1436.64	27.74	27.74		398.49	398.49	100
3	1915.53	30.00			574.66		100
4	3232.45	27.30			882.46		100
4	2154.97	27.01	27.01		582.00	582.00	100
4	2394.41	27.60	27.60		660.96	660.96	100
4	4190.21	27.30			1143.93		100
5	1316.92	31.12			409.83		100
5	1077.48	31.68	31.68		341.38	341.38	100
5	1197.20	30.56	30.56		365.81	365.81	100
5	1316.92	31.12			409.83		100
6	2633.85	30.23			796.21		100
6	1316.92	30.05	30.05		395.80	395.80	100
6	1197.20	30.41	30.41		364.10	364.10	100
6	6105.74	30.23			1845.76		100
7	1197.20	31.60	32.35		378.32	378.32	100
7	1676.08	32.76	32.76		549.09	549.09	100
7	1676.08	33.73	33.73		565.34	565.34	100
7	1556.36	28.32	28.32		440.74	440.74	100
8	1676.08	30.47			510.70		100
8	1915.53	30.48	30.48		583.78	583.78	100
8	1676.08	30.46	30.46		510.60	510.60	100
8	2514.13	30.47			766.05		100
9	1676.08	29.63			496.62		100
9	2274.69	26.53	26.53		603.49	603.49	100
9	1915.53	32.73	32.73		626.90	626.90	100
9	2154.97	29.63			638.52		100
10	1795.80	28.78			516.83		100
10	2394.41	25.00	25.00		598.60	598.60	100
10	1915.53	32.56	32.56		623.66	623.66	100
10	1795.80	28.78			516.83		100
11	2035.25	26.96			548.70		100
11	2154.97	25.79	25.79		555.81	555.81	100
11	1915.53	28.13	28.13		538.74	538.74	100
11	3112.73	26.96			839.19		100
12	1556.36	32.03			498.50		100
12	1556.36	34.94	34.94		543.79	543.79	100
12	1676.08	29.13	29.13		488.18	488.18	100
12	1915.53	32.03			613.54		100
13	2514.13	27.81			699.18		100
13	2035.25	28.36	28.36		577.16	577.16	100
13	1676.08	27.27	27.27		457.11	457.11	100
13	1915.53	27.81			532.71		100
14	2394.41	27.29			653.43		100
14	1676.08	27.00	27.00		452.54	452.54	100
14	1556.36	27.65	27.65		430.29	430.29	100
14	2274.69	27.29			620.76		100
15	1676.08	29.80			499.47		100
15	1556.36	31.03	31.03		483.01	483.01	100
15	2035.25	28.65	28.65		583.13	583.13	100
15	1794.26	28.84			517.46		100
16	1197.20	27.64			330.91		100
16	2035.25	29.51	29.51		600.56	600.56	100
16	1795.80	25.76	25.76		462.56	462.56	100
16	2514.13	27.64			694.90		100
17	2873.29	36.56			1050.47		100
17	1676.08	30.36	30.36		508.81	508.81	100
17	1556.36	42.76	42.76		665.48	665.48	100
17	2633.85	36.56			962.93		100
18	1795.80	24.46			439.25		100
18	2274.69	27.78	27.78		631.86	631.86	100
18	2154.97	25.14	25.14		541.69	541.69	100
18	2274.69	24.46			556.39		100
19	2873.29	31.12			894.17		100
19	2394.41	32.97	32.97		789.36	789.36	100
19	1795.80	29.27	29.27		525.60	525.60	100
19	2873.29	31.12			894.17		100
20	2035.25	29.79			606.30		100
20	2035.25	29.78	29.78		606.00	606.00	100
20	1077.48	29.79	29.79		320.95	320.95	100
20	3232.45	29.79			962.95		100
21	3471.89	29.23			1014.83		100
21	2035.25	30.30	30.30		616.74	616.74	100
21	4070.49	28.17	28.17		1146.62	1146.62	100
21	1915.53	29.23			559.91		100

CUADRO No.52 Valores de producción y porcentajes para el corte de octubre del 91 (sitio 2).

CODIGO	MVT-KG/HA	%MST	%MSLOTUS	%MSGRAM	TOTAL	LOTUS GRAM.	% LOTUS	% GRAM.
1	2274.69	27.77			631.68			100.00
1	2394.41	28.57		28.57	684.12	684.12		100.00
1	3831.05	26.98		26.98	1033.78	1033.78		100.00
1	4788.81	27.77			1329.85			
2	3711.33	28.99			1075.91			
2	3591.61	28.57		28.57	1026.17	1026.17		100.00
2	4309.93	29.41		29.41	1267.63	1267.63		100.00
2	5267.69	28.99			1527.10			
3	4908.53	28.05			1376.84			
3	4788.81	28.97		28.80	1387.10	1387.10		100.00
3	5028.25	27.13		27.13	1364.25	1364.25		100.00
3	5986.02	28.05			1679.08			
4	6105.74	25.14			1534.98			
4	5866.30	23.71		24.23	1390.98	1390.98		100.00
4	5507.14	26.58		26.58	1463.92	1463.92		100.00
4	9817.07	25.14			2468.01			
5	3831.05	26.81			1027.10			
5	3232.45	27.59		28.58	891.71	891.71		100.00
5	4788.81	26.03		26.03	1246.40	1246.40		100.00
5	5028.25	26.81			1348.07			
6	5028.25	25.61			1287.74			
6	5267.69	25.27		25.71	1331.40	1331.40		100.00
6	4549.37	25.95		26.56	1180.75	1180.75		100.00
6	11493.15	25.61			2943.40			
7	3232.45	27.70			895.39			
7	3831.05	25.60		25.60	980.75	980.75		100.00
7	5028.25	27.70			1392.83			
7	3591.61	29.79		29.79	1069.94	1069.94		100.00
8	5507.14	28.93			1593.21			
8	5866.30	27.50		28.06	1613.23	1613.23		100.00
8	4070.49	30.36		31.22	1235.68	1235.68		100.00
8	6345.18	28.93			1835.66			
9	4070.49	28.40			1156.02			
9	4190.21	28.33		28.66	1187.23	1187.23		100.00
9	5267.69	28.48		28.48	1500.29	1500.29		100.00
9	6345.18	28.40			1802.03			
10	4549.37	24.37			1108.68			
10	6225.46	23.11		23.11	1438.77	1438.77		100.00
10	5028.25	25.63		25.83	1288.49	1288.49		100.00
10	6225.46	24.37			1517.14			
11	4309.93	26.93			1160.66			
11	5746.58	28.00		28.00	1609.04	1609.04		100.00
11	5507.14	25.87		25.87	1424.92	1424.92		100.00
11	6943.78	26.93			1869.96			
12	3591.61	27.62			992.00			
12	4429.65	27.74		28.36	1228.66	1228.66		100.00
12	4788.81	27.49		27.49	1316.22	1316.22		100.00
12	4549.37	27.62			1256.54			
13	3352.17	25.69			861.17			
13	5028.25	25.73		25.73	1293.82	1293.82		100.00
13	6464.90	25.65		25.79	1658.39	1658.39		100.00
13	6704.34	25.69			1722.34			
14	4070.49	26.63			1083.97			
14	7123.36	26.42		26.93	1881.64	1881.64		100.00
14	4669.09	26.85		26.85	1253.45	1253.45		100.00
14	5746.58	26.63			1530.31			
15	4309.93	29.04			1251.60			
15	4190.21	27.78		28.59	1163.95	1163.95		100.00
15	5267.69	30.30		30.30	1596.27	1596.27		100.00
15	5861.24	29.04			1702.11			
16	4309.93	26.50			1142.13			
16	5507.14	26.29		26.29	1447.59	1447.59		100.00
16	5267.69	26.71		26.71	1406.90	1406.90		100.00
16	7422.66	26.50			1967.01			
17	5626.86	26.72			1503.50			
17	4549.37	27.87		27.69	1267.86	1267.86		100.00
17	4669.09	25.58		26.78	1194.42	1194.42		100.00
17	6105.74	26.72			1631.45			
18	5507.14	21.99			1211.02			
18	5028.25	16.30		16.68	819.82	819.82		100.00
18	5147.97	27.69		27.58	1425.59	1425.59		100.00
18	6225.46	21.99			1368.98			
19	5626.86	27.62			1554.14			
19	5746.58	28.89		28.89	1660.12	1660.12		100.00
19	5028.25	26.35		26.90	1325.01	1325.01		100.00
19	8140.98	27.62			2248.54			
20	5507.14	29.43			1620.75			
20	5746.58	30.59		29.52	1757.78	1757.78		100.00
20	5387.41	28.28		28.81	1523.34	1523.34		100.00
20	6105.74	29.43			1796.92			
21	9338.19	31.19			2912.58			
21	6943.78	33.33		33.33	2314.59	2314.59		100.00
21	8140.98	29.05		29.05	2364.76	2364.76		100.00
21	4788.81	31.19			1493.63			

CUADRO No.53 Valores de producción y porcentajes para el corte de enero del 92 (sitio 2).

CODIGO	I	MVT-KG/HA	MST	XMSLOTUS	XMSGGRAM	TOTAL	K6 MS /HA.....		Z LOTUS	Z GRAM.
							LOTUS GRAM.			
1	5391.30	55.77		55.77	3006.73					
1	3826.09	55.77		55.77	2133.78		2133.78			100.00
1	4347.83	55.77		55.77	2424.78					100.00
1	4173.91	55.77		55.77	2327.79					
2	8173.91	49.32		49.32	4031.37					
2	6782.61	49.32		49.32	3345.18		3345.18			100.00
2	4521.74	49.32		49.32	2230.12					100.00
2	6608.70	49.32		49.32	3259.41					
3	10608.70	44.05		44.05	4673.13					
3	10086.96	44.05		44.05	4443.06		4443.06			100.00
3	7565.22	44.05		44.05	3332.48					100.00
3	5565.22	44.05		44.05	2451.48					
4	11304.35	39.47		39.47	4461.83					
4	9739.13	39.47		39.47	3844.39		3844.39			100.00
4	8000.00	39.47		39.47	3157.60					100.00
4	6608.70	39.47		39.47	2608.45					
5	7304.35	46.30		46.30	3381.91					
5	4000.00	46.30		46.30	1851.85		1851.85			100.00
5	6608.70	46.30		46.30	3059.83					100.00
5	5565.22	46.30		46.30	2576.70					
6	11130.43	50.88		50.88	5663.17					
6	8521.74	50.88		50.88	4335.62		4335.62			100.00
6	7304.35	50.88		50.88	3716.45					100.00
6	7913.04	50.88		50.88	4026.16					
7	8086.96	46.27		46.27	3741.83					
7	9217.39	50.43		50.43	4648.33	0.00	4648.33	0.00		100.00
7	8086.96	46.27		46.27	3741.83					
7	6956.52	42.11		42.11	2929.39	0.00	2929.39	0.00		100.00
8	10434.78	48.78		48.78	5090.09					
8	8347.83	48.78		48.78	4072.11		4072.11			100.00
8	8347.83	48.78		48.78	4072.07					100.00
8	6869.57	48.78		48.78	3350.97					
9	8695.65	47.79		47.79	4155.65					
9	7652.17	47.79		47.79	3656.79		3656.79			100.00
9	6782.61	47.79		47.79	3241.41					100.00
9	5130.43	47.79		47.79	2451.83					
10	10782.61	45.92		45.92	4951.37					
10	10782.61	45.92		45.92	4951.20		4951.20			100.00
10	9217.39	45.92		45.92	4232.63					100.00
10	8173.91	45.92		45.92	3753.46					
11	11304.35	44.44		44.44	5023.65					
11	9217.39	44.44		44.44	4096.62		4096.62			100.00
11	8173.91	44.44		44.44	3632.49					100.00
11	8869.57	44.44		44.44	3941.63					
12	9043.48	50.96		50.96	4608.56					
12	8000.00	50.96		50.96	4076.92		4076.92			100.00
12	8086.96	50.96		50.96	4121.11					100.00
12	6695.65	50.96		50.96	3412.10					
13	7652.17	47.73		47.73	3652.38					
13	10782.61	47.73		47.73	5146.25		5146.25			100.00
13	5391.30	47.73		47.73	2573.27					100.00
13	7130.43	47.73		47.73	3403.36					
14	7478.26	51.90		51.90	3881.22					
14	10086.96	51.90		51.90	5235.00		5235.00			100.00
14	7130.43	51.90		51.90	3700.70					100.00
14	5739.13	51.90		51.90	2978.61					
15	7826.09	50.00		50.00	3913.04					
15	8869.57	50.00		50.00	4434.78		4434.78			100.00
15	7391.30	50.00		50.00	3695.65					100.00
15	6347.83	50.00		50.00	3173.91					
16	10608.70	45.32		45.32	4807.86					
16	9217.39	45.32		45.32	4177.67		4177.67			100.00
16	8347.83	45.32		45.32	3783.23					100.00
16	6956.52	45.32		45.32	3152.70					
17	9565.22	49.46		49.46	4730.96					
17	8521.74	49.46		49.46	4215.05		4215.05			100.00
17	8347.83	49.46		49.46	4128.83					100.00
17	8000.00	49.46		49.46	3956.80					
18	7130.43	44.83		44.83	3196.57					
18	8000.00	44.83		44.83	3586.40		3586.40			100.00
18	7304.35	44.83		44.83	3274.54					100.00
18	6782.61	44.83		44.83	3040.64					
19	10434.78	47.69		47.69	4976.35					
19	10608.70	47.69		47.69	5059.53		5059.53			100.00
19	7130.43	47.69		47.69	3400.50					100.00
19	7304.35	47.69		47.69	3483.44					
20	10434.78	48.86		48.86	5098.43					
20	8695.65	48.86		48.86	4248.70		4248.70			100.00
20	7478.26	48.86		48.86	3653.88					100.00
20	6086.96	48.86		48.86	2974.09					
21	9739.13	46.15		46.15	4494.61					
21	5739.13	46.15		46.15	2648.83		2648.83			100.00
21	6782.61	46.15		46.15	3130.17					100.00
21	6086.96	46.15		46.15	2809.13					

CUADRO No.54 Valores de producción y porcentajes para el corte de abril del 92 (sitio 2).

.....HA.....

CODIGO	MVT-KG/HAZMST	ZMSGRAM	TOTAL GRAM.	% LOTUS	% GRAM.		
1	4869.57	41.79	41.79	2035.04	2035.04	0.00	100.00
1	3652.17	26.98	26.98	985.51	985.51	0.00	100.00
2	4695.65	41.01	41.01	1925.74	1925.74	0.00	100.00
2	4347.83	41.01		1783.04		0.00	100.00
3	3652.17	43.48	43.48	1587.90	1587.90	0.00	100.00
3	5043.48	43.48		2192.90		0.00	100.00
4	4695.65	39.80	39.80	1868.68	1868.68	0.00	100.00
4	3826.09	39.80		1522.78		0.00	100.00
5	4521.74	39.09	39.09	1767.38	1767.38	0.00	100.00
5	5565.22	39.09		2175.44		0.00	100.00
6	5043.48	41.55	41.55	2095.53	2095.53	0.00	100.00
6	4347.83	41.55		1806.52		0.00	100.00
8	4521.74	42.01	42.01	1899.67	1899.67	0.00	100.00
8	4869.57	42.01		2045.70		0.00	100.00
9	5391.30	41.67	41.67	2246.38	2246.38	0.00	100.00
9	3652.17	41.67		1521.86		0.00	100.00
10	5217.39	38.93	38.93	2031.13	2031.13	0.00	100.00
10	5565.22	38.93		2166.54		0.00	100.00
11	3304.35	40.51	40.51	1338.47	1338.47	0.00	100.00
11	5217.39	40.51		2113.57		0.00	100.00
12	4695.65	41.03	41.03	1926.42	1926.42	0.00	100.00
12	5217.39	41.03		2140.70		0.00	100.00
13	4695.65	41.18	41.18	1933.50	1933.50	0.00	100.00
13	3130.43	41.18		1289.11		0.00	100.00
14	5913.04	40.63	40.63	2402.47	2402.47	0.00	100.00
14	4347.83	40.63		1766.52		0.00	100.00
15	4695.65	39.16	39.16	1838.82	1838.82	0.00	100.00
15	6608.70	39.16		2587.97		0.00	100.00
16	5043.48	36.84	36.84	1858.12	1858.12	0.00	100.00
16	4521.74	36.84		1665.81		0.00	100.00
17	4521.74	43.01	43.01	1944.80	1944.80	0.00	100.00
17	5043.48	43.01		2169.20		0.00	100.00
18	5043.48	45.24	45.24	2281.57	2281.57	0.00	100.00
18	4521.74	27.69	27.58	1252.17	1252.17	0.00	100.00
19	5217.39	41.67	41.67	2173.91	2173.91	0.00	100.00
19	4173.91	41.67		1739.27		0.00	100.00
20	4000.00	45.37	45.37	1814.81	1814.81	0.00	100.00
20	4173.91	45.37		1893.70		0.00	100.00
21	6608.70	45.80	45.80	3026.88	3026.88	0.00	100.00
21	5565.22	45.80		2548.87		0.00	100.00

CUADRO 55 Resultados del análisis foliar (% y Kg. de N.P.K) para el corte del 8-91 (sitio 2).

CODIGO											Kg/Ha				
	% N GRA	% N LEG	% P GRA	% P LEG	% K GRA	% K LEG	N.GRA	N.LEG	N.TOTAL	P.GRA	PLEG	P.TOTAL	K.GRA	K.LEG	K.TOTAL
1	2.08		0.16	0.00	1.26		5.28	0.00	5.28	0.41	0.00	0.41	3.20		3.20
1	2.36		0.21	0.00	1.04		4.59	0.00	4.59	0.41	0.00	0.41	2.02		2.02
2			0.15	0.32			0.00	0.00	0.00	0.27	0.03	0.30			
2			0.14	0.24			0.00	0.00	0.00	0.15	0.01	0.16			
3			0.31	0.27			0.00	0.00	0.00	0.84	0.13	0.97			
3			0.24	0.32			0.00	0.00	0.00	0.86	0.11	0.97			
4			0.25	0.29			0.00	0.00	0.00	1.17	0.15	1.32			
4			0.22	0.30			0.00	0.00	0.00	0.68	0.04	0.72			
5	1.73		0.23	0.00			3.05	0.00	3.05	0.40	0.00	0.40			
5	1.94		0.18	0.00			2.36	0.00	2.36	0.22	0.00	0.22			
6	2.01	3.40	0.25	0.28	1.63	2.27	6.91	3.90	10.81	0.86	0.32	1.18	5.61	2.60	8.21
6	2.29	3.46	0.32	0.34	1.82	2.78	6.94	4.19	11.14	0.97	0.41	1.38	5.52	3.37	8.89
7	1.87		0.16	0.00	1.50		3.69	0.00	3.69	0.32	0.00	0.32	2.96		2.96
7	1.66		0.14	0.00	1.27		3.26	0.00	3.26	0.28	0.00	0.28	2.50		2.50
8	1.80	3.05	0.24	0.21	1.37	2.32	7.18	0.94	8.12	0.96	0.06	1.02	5.47	0.71	6.18
8	1.80	3.17	0.22	0.30	1.34	2.12	3.49	0.91	4.40	0.43	0.09	0.51	2.60	0.61	3.21
9			0.15	0.32			0.00	0.00	0.00	0.26	0.03	0.29			
9			0.14	0.24			0.00	0.00	0.00	0.28	0.04	0.32			
10			0.29	0.27			0.00	0.00	0.00	1.04	0.00	1.04			
10			0.30	0.27			0.00	0.00	0.00	0.46	0.06	0.53			
11			0.26	0.29			0.00	0.00	0.00	0.79	0.03	0.82			
11			0.26	0.34			0.00	0.00	0.00	0.67	0.15	0.82			
12	1.80	2.98	0.25	0.21			2.06	0.23	2.29	0.29	0.02	0.30			
12	1.94	3.26	0.17	0.21			2.92	0.18	3.10	0.26	0.01	0.27			
13	2.01	3.33	0.25	0.27	2.50	2.50	12.08	2.00	14.08	1.50	0.16	1.66	15.02	1.50	16.52
13	2.22	3.33	0.29	0.29	1.59	2.52	7.68	1.38	9.07	1.00	0.12	1.12	5.50	1.05	6.55
14			0.28	0.26			0.00	0.00	0.00	1.84	0.51	2.35			
14			0.22	0.26			0.00	0.00	0.00	0.37	0.07	0.44			
15	2.08	3.05	0.20	0.22			5.49	0.64	6.14	0.53	0.05	0.57			
15	1.80		0.18	0.00			2.59	0.00	2.59	0.26	0.00	0.26			
16			0.20	0.30			0.00	0.00	0.00	0.91	0.03	0.94			
16			0.23	0.28			0.00	0.00	0.00	0.31	0.04	0.35			
17	1.80	2.70	0.28	0.24	2.00	2.36	12.82	2.29	15.11	1.99	0.20	2.20	14.25	2.00	16.25
17	2.15	3.25	0.30	0.28	1.58	2.09	11.12	1.80	12.92	1.55	0.16	1.71	8.17	1.16	9.33
18			0.32	0.24			0.00	0.00	0.00	1.46	0.41	1.87			
18			0.26	0.30			0.00	0.00	0.00	0.69	0.08	0.76			
19	2.36	3.26	0.30	0.28			14.22	3.57	17.79	1.81	0.31	2.11			
19	2.22	3.40	0.30	0.34			9.87	5.81	15.69	1.33	0.58	1.92			
20	2.29	3.12	0.43	0.50			17.12	5.10	22.22	3.21	0.82	4.03			
20	2.15	3.47	0.35	0.50			14.46	2.92	17.38	2.35	0.42	2.78			
21	2.15		0.26	0.00	1.80		12.60	0.00	12.60	1.52	0.00	1.52	10.55		10.55
21	1.80		0.22	0.00	1.41		9.76	0.00	9.76	1.19	0.00	1.19	7.65		7.65

CUADRO 56 Resultados del análisis foliar (% y Kg. de N.P.K) para el corte del 10-91 (sitio 2).

CODIGO										Kg/Ha					
	% N GRA	% N LEG	% P GRA	% P LEG	% K GRA	% K LEG	N GRA	N LEG	N TUT	P GRA	P LEG	P TUT	K GRA	K LEG	K TUT
1	1.66		0.13		1.30		11.22		11.22	0.88	0.00	0.88	8.78		8.78
1	1.66		0.22		1.71		9.50		9.50	1.26	0.00	1.26	9.78		9.78
2			0.08	0.13						0.40	0.17	0.56			
2			0.14	0.15						0.96	0.09	1.05			
3			0.23	0.26						3.39	1.21	4.60			
3			0.25	0.22						3.66	1.33	4.98			
4			0.19	0.22						2.81	1.16	3.97			
4			0.22	0.17						3.80	0.30	4.11			
5			0.12	0.19						1.41	0.46	1.87			
5			0.17	0.14						1.16	0.14	1.30			
6	1.66	2.49	0.14	0.19	1.56	1.98	37.36	10.57	47.94	3.15	0.81	3.96	35.11	8.41	43.52
6	1.94	1.80	0.18	0.18	1.83	1.91	44.72	17.66	62.38	4.15	1.77	5.91	42.18	18.74	60.92
7	1.46		0.16	0.00	1.33		12.94		12.94	1.42		1.42	11.79		11.79
7	1.52		0.14	0.00	1.42		10.67		10.67	0.98		0.98	9.97		9.97
8	1.66	2.77	0.19	0.21	1.70	1.90	32.60	22.66	55.26	3.73	1.72	5.45	33.38	15.55	48.93
8	1.73	3.12	0.25	0.22	1.76	2.19	28.12	24.30	52.43	4.06	1.71	5.78	28.61	17.06	45.67
9			0.16	0.15						2.02	0.26	2.29			
9			0.17	0.15						1.52	0.21	1.73			
10			0.23							3.50		3.50			
10			0.23							4.70		4.70			
11			0.20	0.22						4.25	0.99	5.24			
11			0.24	0.23						4.59	1.72	6.31			
12	1.52	3.47	0.14	0.24			27.97	22.06	50.03	2.58	1.53	4.10			
12	1.32	1.46	0.15	0.14			13.11	2.01	15.12	1.49	0.19	1.68			
13	1.66	3.33	0.20	0.22	1.82	1.95	30.67	31.99	62.66	3.69	2.11	5.81	33.62	18.73	52.36
13	1.80	3.10	0.23	0.18	1.72	2.60	36.26	17.84	54.10	4.63	1.04	5.67	34.65	14.96	49.61
14			0.18	0.18						4.14	0.88	5.02			
14			0.20	0.26						3.20	0.69	3.90			
15	1.66	2.90	0.17	0.16			17.63	10.50	28.13	1.81	0.58	2.38			
15	1.52		0.19				10.00		10.00	1.25		1.25			
16			0.19							4.13		4.13			
16			0.17							2.10		2.10			
17	1.59	3.04	0.23	0.22	1.82	2.05	23.00	8.37	31.37	3.33	0.61	3.93	26.32	5.65	31.97
17	1.59	3.50	0.23	0.26	1.61	2.04	32.57	33.82	66.39	4.71	2.51	7.22	32.98	19.71	52.69
18			0.17	0.20						2.85	1.68	4.52			
18			0.21	0.20						3.85	1.35	5.19			
19	1.52	3.33	0.24	0.24			36.95	45.87	82.81	5.83	3.31	9.14			
19	1.73	3.33	0.21	0.24			38.43	38.47	76.91	4.67	2.77	7.44			
20	1.59		0.27				37.92		37.92	6.44		6.44			
20	1.80	3.19	0.37	0.40		2.45	41.14	8.87	50.01	8.46	1.11	9.57		6.81	6.81
21	1.25		0.18		1.46		37.11		37.11	5.34		5.34	43.34		43.34
21	1.32		0.19		1.60		31.80		31.80	4.58		4.58	38.55		38.55

CUADRO 57 Resultados del análisis foliar (% y Kg. de N.P.K) para el corte del 4

CODIGO	%			Kg/Ha		
	N GRA	P GRA	K GRA	N.TOTAL	P.TOTAL	K.TOTAL
1	1.11	0.1	1.23	19.66957	1.772033	21.796
1	1.18	0.11	1.25	24.70257	2.302782	26.16797
6	1.31	0.1	1.11	29.41754	2.245614	24.92632
6	1.25	0.1	1.28	28.7625	2.301	29.4528
8	1.46	0.13	1.68	28.7625	2.301	29.4528
8	1.11	0.1	1.68	17.33975	1.562139	26.24394
13	1.31	0.1	1.27	30.47015	2.325966	29.53976
13	1.25	0.08	1.1	30.13358	1.928549	26.51755
17	1.18	0.13	1.24	28.73043	3.165217	30.1913
17	1.39	0.12	1.38	38.56582	3.329424	38.28837
19	1.11	0.12	1.44	33.34059	3.604388	43.25266
19	0.97	0.16	1.24	22.09465	3.644479	28.24471
20	1.31	0.22	1.26	47.52558	7.981395	45.71163
20	1.39	0.14	1.27	56.01679	5.641979	51.18081
21	0.97	0.1	1.15	22.6124	2.331175	26.80851
21	0.97	0.07	1.06	18.12916	1.30829	19.81125

Cuadro 58 Precipitaciones registradas en "Baños de Medina"
entre los años 1987 y 1992, expresadas en mm.

	1987	1988	1989	1990	1991	1992
Ene.	23	321	97	35	26	42
Feb.	180	21	10	393	56	151
Mar.	151	19	89	306	36	156
Abr.	120	112	62	333	105	179
May.	117	--	--	39	85	
Jun.	25	58	6	19	199	
Jul.	143	135	44	30	290	
Ago.	182	142	72	25	12	
Set.	125	91	20	71	60	
Oct.	55	34	38	100	213	
Nov.	96	101	104	91	158	
Dic.	217	43	58	112	204	
Total.	1664	1077	600	1554	1444	

CUADRO 59 Tratamientos utilizados y formas de notación.

CODIGO	DOSIS P	FUENTE P	ACC.	REFERT.
1	0	T	SA	NR CNL
2	30	H	SA	NR ,30H
3	30	H	SA	RH ,30HRH
4	30	H	SA	RS ,30HRS
5	30	S	C	NR ,30SC
6	30	S	C	RS ,30SCRS
7	0	0	SA	NR CN
8	30	S	SA	RS ,30SRS
9	60	H	SA	NR ,60H
10	60	H	SA	RH ,60HRH
11	60	H	SA	RS ,60HRS
12	60	S	C	NR ,60SC
13	60	S	C	RS ,60SCRS
14	60	S	M	RS ,60S
15	60	S	SA	NR ,60SRH
16	60	S	SA	RH ,60SRS
17	60	S	SA	RS ,60SM
18	60	ST	SA	RST ,60ST
19	90	S	SA	RS ,90SRS
20	240	S	SA	RS ,240SRS
21	30	S	CNN	RS CNN

C - Encalado

CN - Campo Natural

CNN - Campo natural más nitrógeno

H - Hiperfosfato

M - Micronutrientes

NR - No refertilizado

R- Refertilizados

S - Superfosfato

SA - Sin accesorios

ST - Supertriple

T - Testigo (CN+Lotus)

Cuadro No.60 Análisis de suelo (contenido de fósforo asimilable y pH) para el año 1989 (sitio 2).

BLOQUE	TRAT	PROF	P (ppm)	PH H2O	PH KCL
1	C	0-7.5	7.15	5.2	4.5
1	C	7.5-15	4.84	5.2	4.2
1	C	0-15	5.28	5.19	4.18
2	C	0-7.5	7.92	5.4	4.8
2	C	7.5-15	5.61	5.3	4.2
2	C	0-15	6.27	5.1	3.95
3	C	0-7.5	8.47	5.3	4.6
3	C	7.5-15	5.72	5.3	4.2
3	C	0-15	3.85	5.17	4.19
4	C	0-7.5	9.13	5.4	4.8
4	C	7.5-15	5.17	5.3	4.2
4	C	0-15	3.96	5.23	3.88
1	SC	0-7.5	8.14	5.2	4.5
1	SC	7.5-15	5.28	5.3	4.2
1	SC	0-15	5.39	5.22	4.18
2	SC	0-7.5	8.36	5.2	4.5
2	SC	7.5-15	6.27	5.3	4.2
2	SC	0-15	5.61	5.14	4.08
3	SC	0-7.5	8.47	5.2	4.6
3	SC	7.5-15	6.05	5.2	4.2
3	SC	0-15	6.49	5.13	4.14
4	SC	0-7.5	8.36	5.2	4.6
4	SC	7.5-15	5.83	5.2	4.1
4	SC	0-15	4.18	5.14	4.12

Cuadro No.61 Datos de el análisis de suelo de las muestras extraidas en el año 1990 (sitio) 2

pH					
CODIGO	ACC.	REFERT.	P ppm.)	H2O	KCL
1	SA	NR	6.82		
1	SA	NR	7.04		
9	SA	NR	7.59		
9	SA	NR	9.13		
12	C	NR	8.58	5.46	4.46
12	C	NR	9.13	5.28	4.33
15	SA	NR	10.01	5.17	4.18
15	SA	NR	8.69	5.22	4.2
20	SA	RS	18.48		
20	SA	RS	19.8		

Cuadro No.62 Datos de el análisis de suelo de las muestras extraidas en el año 1991 (sitio 2).

```

#####
BLOQUE  REFERT.  CODIGO  P BRAY  X de P
#####
  2   NR         1    5.94   4.455
  3   NR         1    2.97
  3   NR         2    4.62   5.28
  2   NR         2    5.94
  3   RHH        3    4.95   5.335
  2   RH         3    5.72
  3   RS         4    5.06   4.895
  2   RS         4    4.73
  3   NR         5    3.96   4.565
  2   NR         5    5.17
  3   RS         6    4.73   5.005
  2   RS         6    5.28
  3   RS         8    4.73   5.39
  2   RS         8    6.05
  3   NR         9    4.73   4.95
  2   NR         9    5.17
  2   RH         10   5.94   5.445
  3   RH         10   4.95
  2   RS         11   5.83   5.61
  3   RS         11   5.39
  2   NBR        12   5.83   5.445
  3   NR         12   5.06
  2   RS         13    6.6   6.105
  3   RS         13   5.61
  3   RS         14   4.84   6.325
  2   RS         14   7.81
  3   NR         15   4.51   5.115
  2   NR         15   5.72
  3   RH         16   5.17   5.28
  2   RH         16   5.39
  3   RS         17   5.28   5.5
  2   RS         17   5.72
  3   RST        18   6.49   6.6
  2   RST        18   6.71
  2   RS         19   7.81   6.655
  3   RS         19    5.5
  2   RS         20  35.75  31.075
  3   RS         20   26.4
  3   RS         21   4.73   6.49
  2   RS         21   8.25

```

Cuadro No.63 Datos de análisis de suelo para el año 1989 (sitio 1).

BLOQUE	TRAT	PROF	P (ppm.)	PH H2O	PH KCL
1	C	0-7.5	9.13	5.8	5.2
1	C	7.5-15	5.39	5.4	4.4
1	C	0-15	6.93	5.64	4.72
2	C	0-7.5	8.8	5.8	5.2
2	C	7.5-15	6.05	5.5	4.5
2	C	0-15	7.15	5.66	4.72
3	C	0-7.5	7.92	5.7	5.2
3	C	7.5-15	5.39	5.5	4.5
3	C	0-15	7.15	5.57	4.73
4	C	0-7.5	8.69	5.8	5.1
4	C	7.5-15	4.07	5.4	4.5
4	C	0-15	6.38	5.63	4.81
1	SC	0-7.5	9.35	5.4	4.8
1	SC	7.5-15	4.95	5.3	4.2
1	SC	0-15	8.03	5.36	4.47
2	SC	0-7.5	8.69	5.5	5.2
2	SC	7.5-15	4.73	5.3	4.2
2	SC	0-15	6.6	5.45	4.52
3	SC	0-7.5	7.7	5.4	4.8
3	SC	7.5-15	4.51	5.2	4.2
3	SC	0-15	6.38	5.41	4.43
4	SC	0-7.5	8.69	5.4	4.8
4	SC	7.5-15	4.29	5.2	4.1
4	SC	0-15	7.81	5.34	4.45

Cuadro No.64 Datos de análisis de suelo para el año 1990 (sitio 1).

CODIGO	ACC.	P (ppm.)	^pH	
			H2O	KCL
1	SA	6.16		
1	SA	10.45		
9	SA	5.72		
9	SA	5.5		
12	C	7.37	5.6	4.54
12	C	7.37	5.6	4.56
15	SA	5.61	5.48	4.49
15	SA	6.71	5.55	4.67
20	SA	18.37		
20	SA	13.97		

Cuadro No.65 Datos de el análisis de suelo de las muestras extraídas en el año 1991 (sitio 1).

codigo	P BRAY	X de P
1	3.08	3.41
1	3.74	
2	3.52	3.355
2	3.19	
3	2.97	3.135
3	3.3	
4	5.83	5.115
4	4.4	
5	3.74	3.795
5	3.85	
6	2.86	3.355
6	3.85	
7	3.85	4.2075
7	4.29	
7	4.84	
7	3.85	
8	3.52	3.465
8	3.41	
9	2.75	2.915
9	3.08	
10	4.51	3.96
10	3.41	
11	3.96	3.465
11	2.97	
12	3.63	3.19
12	2.75	
13	3.19	3.795
13	4.4	
14	4.62	4.4
14	4.18	
15	3.41	3.52
15	3.63	
16	2.97	3.41
16	3.85	
17	3.96	3.63
17	3.3	
18	4.73	4.29
18	3.85	
19	4.18	3.85
19	3.52	
20	11.55	10.34
20	9.13	
21	2.75	3.465
21	4.18	

Cuadro No.66 Caracterización del suelo del sitio 1.

Unidad: Arroyo Blanco

Clasificación: Brunosol Subéutrico Lúvico (típico)

Ubicación: Establecimiento Sr. Vieira R26 Km.409 (Dpto Cerro Largo)

Relieve local: loma convexa ladera alta

Pendiente: 3%

Uso actual: campo natural

Descripción del perfil

- 0-33cm. Pardo muy oscuro a pardo grisáceo muy oscuro
(10YR 2.5/2)
A franco arcillo arenoso; ligeramente plástico; bloques angulares finos fuertes; raíces comunes; transición gradual a clara.
- 33-55cm. Gris muy oscuro, (10YR 3/1) con moteados pardo amarillentos (10YR 5/8) comunes; arcilloso a franco arcilloso; firme plástico; bloques angulares finos y medios, fuertes; películas de arcilla comunes, netas, difusas; raíces comunes; transición difusa.
Bt1
- 55-68cm. Gris oscuro a pardo grisáceo oscuro (10YR 4/1.5) y pardo amarillento (10YR 5/4); arcilloso; firme; plástico; bloques angulares medios, fuertes; películas de arcilla en manchas, medianas; concreciones de hierro y manganeso de 1 mm., friables; pocas raíces; transición gradual.
Bt2
- 68-80cm. Pardo grisáceo (10YR 5/2) y pardo fuerte (7.5YR 5/6); arcilloso a franco arcilloso; firme, plástico; bloques angulares medios, fuertes; películas de arcilla en manchas; algunos cantos rodados; raíces pocas.
BC

Cuadro No.67 Caracterización del suelo del sitio 2.

260

Unidad: Zapallar

Clasificación: Luvisol Melánico Albico

Ubicación: Establecimiento Sr.Lizasuaín R44, Km.35 (Dpto Cerro Largo).

Relieve local: Loma convexa, ladera alta

Pendiente: 6-7%

Uso actual: campo natural

Descripcion del perfil

- 0-22cm. Pardo oscuro (7.5YR 3/2) franco arenoso; bloques angulares grandes débiles; no pegajoso y no plástico raices; transición gradual.
A1
- 22-38cm. Pardo grisáceo muy oscuro, (10YR 3/2) franco arenoso; no pegajoso y no plástico; bloques angulares pequeños y medios debiles; transición difusa.
A2
- 38-57cm. Negro (10YR 2/1); moteado pardo fuerte (10YR 5/6); abundante pequeño y medio, neto, difuso; arcillo arenoso; prismática grande moderada que rompen en bloques angulares medios; pegajoso, plástico; películas de arcilla negras (10YR 2/1) gruesas continua; transición gradual.
B2
- 57-80cm. Gris oscuro a gris (10YR 4.5/1) moteado gris muy oscuro (10YR 3.5/1) común, pequeño; y pardo fuerte (10YR 5/6) abundante, pequeño, franco arcillo arenoso; prismática grande; pegajoso y plástico; películas de arcilla gris muy oscuro; concreciones de carbonato de calcio, hierro y manganeso pequeñas, transición difusa.
B3
- 80-100cm. Mezcla de colores pardo fuerte (10YR 5/6) y (10YR 5/4); moteado pardo pálido (10YR 6/3) abundante, neto; franco arcillo arenoso; bloques angulares muy grandes débiles; pegajoso, plástico; películas de arcilla, delgadas, continuas; concreciones de carbonato de calcio, hierro y manganeso pequeñas, friables; transición difusa.
C1
- 100 y+cm. Mezcla de colores pardo fuerte (10YR 5/6) y (10YR 5/4); franco arcillo arenoso; bloques angulares muy grandes débiles; pegajoso, plástico; películas de arcilla, delgadas, continuas; concreciones de carbonato de calcio, hierro y manganeso pequeñas, friables; transición difusa.
C2