

MINISTERIO DE EDUCACION Y CULTURA
UNIVERSIDAD DE LA REPUBLICA
FACULTAD DE AGRONOMIA

EFFECTO DEL MANEJO DE LA FERTILIZACION NITROGENADA
EN LA PRODUCCION ESTACIONAL Y TOTAL DE LA MEZCLA
AVENA - RAIGRAS EN SUELOS ARENOSOS

FACULTAD DE AGRONOMIA

Por



DEPARTAMENTO DE
DOCUMENTACION Y
BIBLIOTECA

Roberto GONZALEZ MÖLLER

Roberto VERDERA POLICI

TESIS presentada como uno de los
requisitos para obtener el títu
lo de Ingeniero Agrónomo (Orienta
ción Agrícola-Ganadera)

Montevideo
URUGUAY
1983

sis aprobada por:

Director: ARMANDO RABOFFETTI

Nombre completo y firma

Nombre completo y firma

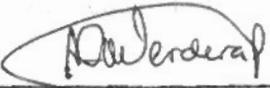
Nombre completo y firma

Fecha: _____

Autores:

Roberto González Möller 

Nombre completo y firma

Roberto Verdera Polici 

Nombre completo y firma

AGRADECIMIENTOS

Deseamos hacer constar en forma expresa nuestro agradecimiento a las personas que colaboraron en la realización de este trabajo; de manera especial al Sr. Decano y Catedrático de "Fertilidad y Fertilizantes" de la Facultad de Agronomía Ing. Agr. Armando Rabuffetti, quien ideó y organizó el mismo, impulsándonos teórica y prácticamente para solventar las frecuentes dificultades que presentó su preparación y desarrollo.

Nuestro espontáneo reconocimiento al Sr. Vice Decano y Catedrático de "Forrajeras" Ing. Agr. Milton Carámbula y al Sr. Profesor Adjunto de la Cátedra de "Suelos", Ing. Agr. Omar Casanova por la valiosa cooperación y orientación brindada.

Asi mismo hacemos llegar nuestro expresivo reconocimiento al personal de las Cátedras de "Suelos", "Estadística", de la Biblioteca de la Facultad de Agronomía, de DICUR y al Sr. Alfonso Díaz, por su aporte en las diferentes etapas de la tesis.

TABLA DE CONTENIDO

	<u>Página</u>
PAGINA DE APROBACION.....	II
AGRADECIMIENTOS.....	III
LISTA DE CUADROS Y FIGURAS.....	VII
I. <u>INTRODUCCION</u>	1
II. <u>REVISION BIBLIOGRAFICA</u>	3
II.A. CONSIDERACIONES GENERALES SOBRE AVENA Y RAIGRAS.....	3
II.A.1. <u>Características generales</u>	3
II.A.1.1. Avena.....	3
II.A.1.2. Raigrás.....	4
II.A.2. <u>Producción estacional</u>	5
II.A.2.1. Avena.....	5
II.A.2.2. Raigrás.....	5
II.B. <u>RECUPERACION DEL NITROGENO APLICADO</u> ...	6
II.C. <u>PERDIDAS DE NITROGENO EN EL SUELO</u>	8
II.D. <u>EFFECTOS DE LA FERTILIZACION NITRO-</u> <u>GENADA</u>	10
II.D.1. <u>Consideraciones generales</u>	10
II.D.1.1. Suelo.....	10
II.D.1.2. Especie forrajera...	10
II.D.1.3. Cosecha de forraje..	12
II.D.2. <u>Dosis de nitrógeno aplicada y</u> <u>su fraccionamiento</u>	13

Página

II.D.3.	<u>Epoca de aplicación-estado de desarrollo de la pastura.....</u>	18
II.D.4.	<u>Efectos sobre la pastura.....</u>	18
II.D.4.1.	Producción de materia seca.....	18
II.D.4.2.	Producción de proteína.....	20
II.D.4.3.	Producción estacional de forraje.....	22
II.D.5.	<u>Efectos sobre el suelo.....</u>	23
III.	<u>MATERIALES Y METODOS.....</u>	25
III.A.	LOCALIZACION.....	25
III.B.	SUELO.....	25
III.C.	TRATAMIENTOS Y DISEÑO EXPERIMENTAL....	26
III.D.	MANEJO DEL EXPERIMENTO.....	28
III.D.1.	<u>Preparación del suelo.....</u>	28
III.D.2.	<u>Fertilización.....</u>	28
III.D.3.	<u>Siembra.....</u>	28
III.D.4.	<u>Cosecha.....</u>	28
III.D.5.	<u>Muestra de suelos.....</u>	29
III.D.6.	<u>Calendario de trabajos realizados.....</u>	29
III.E.	ANALISIS QUIMICOS.....	30
III.E.1.	<u>Forraje.....</u>	30
III.E.2.	<u>Suelos.....</u>	31
III.F.	ANALISIS ESTADISTICOS.....	31

	<u>Página</u>
IV. <u>RESULTADOS Y DISCUSION</u>	32
IV.A. CONSIDERACIONES GENERALES.....	32
IV.B. ANALISIS DE LA PRODUCCION TOTAL.....	33
IV.B.1. <u>Producción de materia seca</u> ...	33
IV.B.2. <u>Remoción de nitrógeno</u>	38
IV.C. ANALISIS POR ESTACION.....	42
IV.C.1. <u>Producción otoñal</u>	44
IV.C.1.1. Producción de mate- ria seca.....	44
IV.C.1.2. Contenido porcentual de nitrógeno.....	51
IV.C.1.3. Remoción de nitró- geno.....	52
IV.C.2. <u>Producción invernal</u>	54
IV.C.2.1. Producción de mate- ria seca.....	54
IV.C.2.2. Contenido porcen- tual de nitrógeno..	62
IV.C.2.3. Remoción de nitró- geno.....	63
IV.C.3. <u>Producción primaveral</u>	67
IV.C.3.1. Producción de mate- ria seca.....	67
IV.C.3.2. Contenido porcentual de nitrógeno.....	73
IV.C.3.3. Remoción de nitró- geno.....	75
IV.D. CONTENIDO DE NITRATOS EN EL SUELO....	78
V. <u>RESUMEN Y CONCLUSIONES</u>	85
VI. <u>APENDICE</u>	89
VII. <u>BIBLIOGRAFIA</u>	105

LISTA DE CUADROS Y FIGURAS

<u>Cuadro N°</u>		<u>Página</u>
1	Eficiencia de recuperación del Nitrógeno aplicado. (Extraído de C.H. Ramage et al (1958) (35).....	7
2	Porcentaje de N en la M.S. de gramíneas sometidas a diferentes frecuencias de defoliación y a cuatro niveles de fertilizante nitrogenado (Extraído de D.W. Cowling) (1966) (16).....	13
3	Cálculos del efecto de los intervalos de crecimiento sobre el rendimiento anual (tt/ha) y sobre los rendimientos relativos (considerando intervalos de 35 días = 100%) (Extractado de I.V. Hunt) (1973) (25).....	14
4	Efecto de la fertilización nitrogenada sobre el rendimiento de M.S. (lb/acre) y sobre la eficiencia de utilización del N aplicado (lb/lb de N) (Extractado de C. H. Ramage et al) (1958) (35).....	15
5	Efecto de la fertilización nitrogenada sobre el rendimiento de proteína cruda (lb/acre) y sobre la eficiencia de utilización del N aplicado (lb/lb de N) (Extractado de C.H. Ramage et al, 1958) (35).....	16

<u>dro N°</u>		<u>Página</u>
6	Producción total de M.S. (deci-toneladas /ha) afectada por la fertilización <u>nitro</u> genada. (Extractado de H. Kaltofen et al) (1966) (26).....	17
7	Producción de M.S. en cada período de <u>uti</u> lización)deci-toneladas/ha) (H.Kaltofen et al, 1966) (26).....	18
8	Producción total de M.S. y P.C. en <u>res</u> puesta a la aplicación de N, tasa <u>prom</u> edio para cada 50 lb de incremento del rango testado. D. Reid, 1966 (36).....	22
9	Cambios en la reacción del suelo y en el contenido de bases intercambiables <u>causa</u> dos por aplicaciones de sulfato de amonio durante dos años (Extraído de R.W. Pearson, 1958) (34).....	24
10	Características físicas y químicas del suelo utilizado.....	25
11	Diagramado de los 12 tratamientos <u>reali</u> zados.....	27
12	Producción de M.S. Total, estacional y por corte, en función de la dosis y el fraccionamiento del fertilizante.....	
13	Análisis de varianza de la interacción <u>co</u> respondiente a la producción de M.S. total (toneladas/ha, M.S.).....	

14	Ecuaciones de respuesta y coeficientes de determinación, ajustados para cada época de aplicación del fertilizante (producción total de M.S.).....	
15	Eficiencia de utilización del N aplicado, estimada en función de la dosis y de la época de aplicación del fertilizante (kg. M.S./kg de N aplicado).....	37
16	Tasa diaria de producción de M.S. estimada en función de la dosis y de la época de aplicación del fertilizante (kg/ha/día/M.S.).....	38
17	Remoción de N total, estacional y por corte, en función de la dosis y el fraccionamiento del fertilizante.....	40
18	Análisis de varianza de la interacción correspondiente a la remoción de N total (kg/ha/N).....	41
19	Ecuaciones de respuesta y coeficientes de determinación ajustados para cada época de aplicación (remoción total de N).....	42
20	Ecuaciones de respuesta, y coeficientes de determinación, ajustados para cada época de aplicación del fertilizante (producción de M.S. otoñal).....	44
21	Análisis de varianza de la regresión correspondiente a la producción otoñal de M.S. (kg/ha, MS).....	46

<u>Idio N°</u>	<u>Página</u>	
22	Eficiencia de utilización del N aplicado, estimada en función de la dosis del fertilizante (kg M.S./kg N aplicado).....	47
23	Dosis estimadas de N con las cuales se logra el máximo rendimiento de M.S. (kg/ha, N).....	47
24	Tasa diaria otoñal de producción de M.S., estimada en función de la dosis del fertilizante (kg/ha/día/M.S.).....	51
25	Porcentaje de N del forraje otoñal en función de la dosis del fertilizante aplicado	52
26	Ecuaciones de respuesta, y coeficientes de determinación, ajustados para cada época de aplicación del fertilizante (remoción del N otoñal).....	53
27	Análisis de varianza de la regresión correspondiente a la remoción otoñal de N (kg/ha, N).....	53
28	Análisis de varianza de la interacción correspondiente a la producción de M.S. invernal (toneladas/ha, M.S.).....	58
29	Ecuaciones de respuesta al N aplicado y coeficiente de determinación ajustados para cada época de aplicación del fertilizante.....	59
30	Eficiencia de utilización en función de la época de aplicación (kg MS/kg de N aplicado).....	60

31	Tasa diaria invernal de producción de M.S., estimada en función de la dosis y la época de aplicación del fertilizante (kg MS/ha/día).....	62
32	Contenido porcentual de N en el forraje invernal en función de la dosis y época de aplicación del fertilizante.....	63
33	Análisis de varianza de la interacción correspondiente a la remoción de N invernal (kg/ha, N).....	64
34	Ecuaciones de respuesta y coeficientes de determinación ajustados para cada época de aplicación del fertilizante (Remoción de N, tercer corte).....	65
35	Análisis de varianza de la interacción correspondiente a la producción total de M.S. primaveral (4° y 5° corte) y a la producción de MS del cuarto corte (tt/ha, MS).....	68
36	Ecuaciones de respuesta y coeficientes de determinación ajustados para cada época de aplicación del fertilizante (producción de MS 4° y 5° corte, y 4° corte).....	69
37	Eficiencia de utilización en función de la dosis y de la época de aplicación del fertilizante (kg de MS/kg de N aplicado).....	70

Cuadro N°Página

38	Tasa diaria de producción de M.S. estimada para el cuarto corte, en función de la dosis y la época de aplicación del fertilizante.....	73
39	Contenido porcentual de N en el forraje primaveral, en función de la dosis y época de aplicación del fertilizante.....	74
40	Análisis de varianza de la interacción correspondiente a la remoción de nitrógeno primaveral (4° y 5° corte) y a la remoción del N del 4° corte (kg/ha,N).....	77
41	Ecuaciones de respuesta y coeficiente de determinación ajustados para cada época de aplicación del fertilizante (Remoción de N del 4°- 5° corte y 4° corte).....	78
42	Análisis de nitratos del 6 de Marzo (pre siembra).....	81
43	Remoción otoñal de N (kg/ha) y contenido de N del suelo al 21 de Mayo.....	82
44	Contenido de Nitratos del suelo al 9 de Noviembre (post último corte).....	84
45	Análisis de varianza del efecto de la dosis y época de aplicación del fertilizante sobre la producción de M.S. y remoción de N invernales (kg/ha, MS y kg/ha,N).....	90

Cuadro N°Página

46	Análisis de varianza del efecto de la dosis y época de aplicación del fertilizante sobre la producción de M.S. y remoción de N totales (kg/ha de M.S. y kg/ha, N)....	91
47	Análisis de varianza del efecto de la dosis y época de aplicación del fertilizante sobre la producción primaveral de M.S. (kg/ha, MS).....	91
48	Análisis de varianza del efecto de la dosis y época de aplicación del fertilizante sobre la remoción primaveral de N (kg/ha, N).....	92
49	Producción total de M.S. (kg/ha) en función de la dosis y el fraccionamiento de N (Valores observados por parcela).....	93
50	Remoción total de N (kg/ha) en función de las dosis y el fraccionamiento de N (Valores observados por parcela).....	94
51	Primer corte, producción de MS (kg/ha) en función de la dosis inicial del fertilizante (Valores observados por parcela).....	95
52	Primer corte, remoción de N (kg/ha) en función de la dosis inicial de fertilizante (Valores observados por parcela).....	96
53	Segundo corte, producción de M.S. (kg/ha) en función de la dosis inicial de fertilizante (Valores observados por parcela).	97

Cuadro N°Página

54	Segundo corte, remoción de N (kg/ha) en función de la dosis inicial de <u>fer</u> tilizante (Valores observados por <u>par</u> cela).....	98
55	Tercer corte, producción de M.S. (kg/ha) en función de la dosis y época de aplicación del fertilizante (Valores observados por parcela).....	99
56	Tercer corte, remoción de N (kg/ha) en función de la dosis y época de aplica- ción del fertilizante (Valores observa- dos por parcela).....	100
57	Cuarto corte, producción de M.S. (kg/ha) en función de la dosis y época de aplicación del fertilizante (Valores observados por parcela).....	101
58	Cuarto corte, remoción de N (kg/ha) en función de la dosis y época de aplica- ción del fertilizante (Valores observa- dos por parcela).....	102
59	Quinto corte, producción de M.S. (kg/ha) en función de la dosis y época de apli- cación del fertilizante (Valores obser- vados por parcela).....	103
60	Quinto corte, remoción de N (kg/ha) en función de la dosis y época de aplica- ción del fertilizante (Valores observa- dos por parcela).....	104

Figura N°Página

1	Relación entre el rendimiento de M.S. y N de gramíneas sometidas a diferentes frecuencias de defoliación y a cuatro niveles de fertilizante nitrogenado (Extraído de D.W. Cowling) (1966) (16).....	12
2	Producción de M.S. (100 lb/acre) en respuesta al agregado de N (lb/acre). (D. Reid, 1966) (36).....	20
3	Producción de Proteína Cruda (100 lb/acre) en respuesta al agregado de N (lb/acre) (D. Reid, 1966) (36).....	21
4	Producción de M.S. total estimada en función de la dosis y la época de aplicación del fertilizante.....	39
5	Remoción total de N estimada en función de la dosis y época de aplicación del fertilizante.....	43
6	Producción de M.S. otoñal (1° y 2° corte) estimada en función de la dosis inicial del fertilizante.....	48
7	Producción de M.S. correspondiente al 1er. corte estimada en función de la dosis inicial del fertilizante.....	49
8	Producción de M.S. correspondiente al 2do. corte estimada en función de la dosis inicial de fertilizante.....	50

Figura N°Página

9	Remoción de N correspondiente al 1er. corte, estimada en la función de la dosis inicial de fertilizante.....	55
10	Remoción de N correspondiente al 2do. corte estimada en función de la dosis inicial de fertilizante.....	56
11	Remoción de N otoñal (1° y 2° corte) estimada en función de la dosis inicial de fertilizante.....	57
12	Producción de M.S. invernal, estimada en función de la dosis y de la época de aplicación de fertilizante.....	61
13	Remoción de N invernal estimada en función de la dosis y época de aplicación del fertilizante.....	66
14	Producción de M.S. primaveral (4° y 5° corte) estimada en función de la dosis y época de aplicación del fertilizante.....	71
15	Producción de M.S. correspondiente al 4to. corte estimada en función de la dosis y época de aplicación del fertilizante.....	72
16	Remoción de N primaveral (4° y 5° corte) estimada en función de la dosis y época de aplicación del fertilizante.....	79
17	Remoción de N correspondiente al 4to. corte estimada en función de la dosis y época de aplicación del fertilizante.....	80

I. INTRODUCCION

De acuerdo a las características de la producción leche ra en nuestro país, es sumamente importante para ésta, lograr que la entrega de forraje sea uniforme a lo largo del año. Sin embargo, al considerar la producción tanto de las pastu ras naturales, como también la de las sembradas perennes, se aprecia una marcada estacionalidad. Es aquí donde la siem bra de verdeos adquiere singular importancia, tornándose un instrumento eficaz para cubrir los déficits forrajeros.

La baja producción de forraje invernal, se intenta pa liar con siembras de gramíneas anuales invernales, siendo la mezcla de avena y raigrás un típico ejemplo debido a su adap tación a un amplio rango de suelos y a su comportamiento com plementario en la entrega de forraje.

Uno de los principales factores que condicionan la ob tención de una importante producción forrajera, es que los verdeos dispongan de un elevado nivel de nitrógeno.

Por otro lado, los suelos de la cuenca lechera, se en cuentran muy degradados debido a la alta intensidad de uso de los mismos.

Como consecuencia de esto, la fertilización nitrogenada de los verdeos se convierte en una herramienta de manejo de primer orden si se pretende obtener adecuados rendimientos.

No existe información de la respuesta a la fertilización nitrogenada en suelos arenosos pertenecientes a la cuenca lechera y a pesar de que estos no ocupan un área muy extensa en la misma, numerosos establecimientos de la zona sur del departamento de San José que presentan este tipo de suelos, se están volcando hacia la producción lechera. Por supuesto que la cercanía a Montevideo ha jugado un rol fundamental en esto.

Por tal motivo, durante el año 1981, se llevaron a cabo en un establecimiento de la Colonia Galland (km 35, ruta 1) estudios con el propósito de evaluar el efecto de las dosis y el fraccionamiento del fertilizante nitrogenado sobre la producción estacional y total de materia seca y nitrógeno de una mezcla de avena y raigrás.

II. REVISION BIBLIOGRAFICA

II.A. CONSIDERACIONES GENERALES SOBRE AVENA Y RAIGRAS

II.A.1. Características generales.

II.A.1.1. Avena. La avena es una gramínea anual, invernal. En nuestro país es la forrajera anual invernal más sembrada. (42,43). A pesar de la reducción del área destinada a su cultivo durante los últimos años (DIEA, 1974-79:111.542 ha), continúa siendo el más importante de los verdes invernales, íntimamente relacionados con los sistemas más intensivos de producción. Por su diversidad de uso y calidad de forraje se hace una forrajera insustituible en tambos, donde las praderas no llegan a cubrir los requerimientos animales en cantidad ni en calidad (31).

La avena para pastoreo brinda la posibilidad de una amplia época de siembra que se extiende desde mediados de febrero hasta principios de marzo. (29).

Su adaptación al pastoreo es muy buena debido a que presenta gran poder macollador y hábito postrado. (18).

Chiara, G. en 1975 evaluó la producción total de forraje mediante cortes y en un promedio de tres años se obtuvo un rendimiento de 3.100 kg de MS/ha.

Se encontró que la avena acumula más nitratos que las especies perennes y que los tallos poseen concentraciones ma

tores de esta sustancia que las hojas. (28).

Como inconveniente de esta gramínea podemos citar su susceptibilidad a la roya de la hoja (*Puccinia coronata avenae*) (19) y al pulgón verde de los cereales (*Schizaphis graminum*) (2 y 20).

II.A.1.2. *Raigrás*. El raigrás es una gramínea anual, invernal, que en nuestras condiciones presenta una resiembra natural muy importante. Posee la característica de adaptarse muy bien a nuestras condiciones y es por este motivo que se ha convertido en una gramínea naturalizada. (19).

La época de siembra se prolonga desde marzo a Julio. (37).

Posee porte erecto, muy buen rebrote, muy adaptada al pastoreo y a diferentes tipos de suelo. (37).

Chiara, G. en 1975 evaluó la producción total de forraje mediante cortes y obtuvo 8.250 kg de MS/ha como promedios de tres años.

El raigrás al igual que la avena es una especie que acumula más cantidad de nitratos que las especies perennes. (28).

Es un cultivo poco afectado por royas y pulgón verde de los cereales. (7).

11.A.2. Producción estacional

Si se considera la producción en el período invernal, ya sea de las pasturas naturales o de las sembradas perennes, decae marcadamente. Esto es debido a las bajas temperaturas y a las heladas que determinan la detención del crecimiento de las pasturas y esto normalmente ocurre desde el mes de mayo hasta comienzo de primavera (setiembre). Debido a esta razón es que la distribución estacional de la producción de los verdes cobra tanta importancia.

11.A.2.1. Avena. Dicha gramínea puede ser sembrada desde fines de verano (mediados de febrero) hasta julio, ya que admite un amplio período de instalación. A pesar de esta ventaja, normalmente conviene que la siembra sea temprana para la obtención de forraje en mayo y junio. (8 y 9).

Presenta el pico de máxima producción en otoño alcanzando su máxima velocidad de crecimiento en el mes de mayo. (18) (24).

El ciclo de producción de esta gramínea comienza en abril-mayo-junio (20) y finaliza a fines de octubre -noviembre. (19).

11.A.2.2. Raigrás. Su período de utilización se extiende desde mediados de mayo-junio, hasta fines de diciembre. (18) (19).

Presenta el pico de máxima producción en el período de fines de invierno-primavera, superando en este aspecto a to dos los cereales de invierno. (18) (19).

El rendimiento de forraje de esta gramínea es muy superior al de la avena. (18). También es mayor el período de utilización, justificándose la siembra de avena en forma conjunta con el raigrás por la precocidad de la entrega de forraje que presenta la primera. (18).

II.B. RECUPERACION DEL NITROGENO APLICADO

Cobra trascendencia, al momento de realizar la cosecha de forraje, obtener en ella una adecuada relación MS/ Proteína. Para lograr dicho objetivo es fundamental realizar una eficiente recuperación y posterior utilización del nitrógeno aplicado. El porcentaje de recuperación del nitrógeno aplicado en general se estima mediante la siguiente relación:

$$\frac{\text{Cantidad de N del forraje de las parcelas tratadas} - \text{Cantidad de N del forraje de la parcela control}}{\text{Cantidad de N aplicado como fertilizante}} \times 100$$

Se encontró que el porcentaje de recuperación del nitrógeno se incrementaba con aumentos en las dosis del nutriente. D.W. Cowling (1966) (16) trabajando con diferentes especies encontró una recuperación del N de: 46%, 56% y 66% para las dosis de 91, 183 y 336 kg de N/ha respectivamente. En otro trabajo presentado por el mismo autor (1961) (13) la recuperación del nitrógeno por parte del Dactylis fue de 54%, 70% y 80% para los crecientes niveles de N dados a continuación: 35, 105 y 210 lbs. de N/acre. En este trabajo, la pastura respondió bien hasta el nivel de 210 lbs. de N/acre, y el N fue efectivamente recuperado aún en los altos niveles.

A su vez, D. Reid (36) obtuvo eficiencias de recuperación del N crecientes del 64% al 75% para los niveles de 50 lbs. de N/acre a 250 lbs. Por encima de este último nivel la eficiencia comienza a decrecer y ésta llegó a rangos inferiores al 50% cuando los niveles de N excedían las 600 lbs/acre.

En el Cuadro N° 1 la eficiencia fue evaluada de dos formas. Una de ellas es como la anteriormente vista, y la otra es comparando la cantidad de N del forraje obtenido a un determinado nivel, contra la cantidad del nivel próximo más bajo.

Cuadro N° 1. Eficiencia de recuperación del Nitrógeno aplicado.
(Extraído de C.H. Ramage et al (1958) (35))

N aplicado por acre y por año	Nitrógeno recuperado	
	vs nivel 0	vs nivel próximo inferior
lbs.	%	%
	Dactilys	
0	---	---
50	58,9	58,9
100	71,5	84,2
200	61,3	51,0
300	60,6	59,4
400	58,6	52,0
	Phalaris	
0	---	---
50	60,5	60,5
100	75,4	90,2
200	62,7	50,2
300	61,8	59,5
400	58,7	50,0

Se observa que la máxima eficiencia se alcanza al nivel de 100 lbs. de N/acre.

La utilización del N aplicado y su efecto en la producción de materia seca es estudiado por Cowling y Lockyer (17) a través de dos parámetros. Uno de ellos es el N absorbido ($\text{kg MS} \times \%N$). El segundo consiste en determinar la relación MS/N absorbido, que brinda una idea de los kgs. de materia seca producidos por unidad de nitrógeno absorbido.

II.C. PERDIDAS DE NITROGENO EN EL SUELO

El nitrógeno es absorbido por las plantas principalmente bajo dos formas: como nitratos y como amonio, (46). Estas formas de N inorgánico proviene fundamentalmente de la mineralización de N orgánico o del fertilizante aplicado. No todo el N inorgánico en condiciones de ser utilizado por las plantas es absorbido, ya que parte del mismo se pierde por diferentes causas. (23).

Principalmente las pérdidas de N en el suelo son debidas a la volatilización y a la lixiviación (23,34). Del 5 al 20% del N agregado por la aplicación de fertilizantes se pierde por volatilización, mientras que pérdidas del 20 al 40% del N agregado se producen por lixiviación (23).

La volatilización puede ocurrir:

- a) durante el proceso de nitrificación en suelos ácidos (34).
- b) siguiendo la reducción de nitratos por las bacterias del suelo (34).

c) después de aplicaciones de compuestos amoniacales a suelos neutros o alcalinos (23,34).

Hay evidencias surgidas de estudios de Gerretssen y Hoop, citados por R. Pearson (34), de que la reacción del suelo juega un muy importante papel en las pérdidas por volatilización del N ocurridas durante la oxidación microbiológica del amonio a nitrato. En suelos ácidos, pérdidas de N bajo forma de N_2 y NO pueden alcanzar valores superiores al 74% de los compuestos amoniacales agregados. Dichas pérdidas disminuyeron drásticamente cuando cantidades suficientes de $CaCO_3$ fueron agregados para mantener el pH por encima de 5,5.

La reducción de formas oxidadas de N (NO_2 , NO_3) con formación de N_2 (gas) son causa de pérdidas por volatilización (23). En suelos alcalinos se pueden producir pérdidas de NH_3 (23). Nada de amoníaco se volatilizó a partir de nitrato de amonio o sulfato de amonio cuando el pH del suelo no sobrepasó el de la neutralidad (27).

El N bajo la forma de nitrato es muy posible de ser lavado. Las pérdidas por lavado cobran más relevancia en los suelos arenosos que en suelos pesados, ya que son motivadas por el agua que se mueve y percola en el perfil. Es por ello que son mayores las pérdidas en épocas húmedas que en épocas secas (23).

II.D. EFECTOS DE LA FERTILIZACION NITROGENADA

II.D.1. Consideraciones generales

La respuesta a la fertilización nitrogenada, depende de varios factores. Algunos de ellos son:

II.D.1.1. Suelo. La fertilidad del suelo, condiciona la respuesta al nitrógeno. Suelos con alta fertilidad, presentarán baja respuesta al agregado de dicho nutriente, por el contrario, en suelos pobres, es esperable obtener una respuesta positiva significativa. (7).

El grado de humedad del suelo, es otro factor que incide sobre el efecto de la fertilización nitrogenada. Tanto el mal drenaje, como la deficiencia de agua, afectan negativamente la respuesta al nitrógeno. Varios estudios citados por Bar^{tholomew} y Clark (23), hablan de las pérdidas de nitrógeno por lavado. En tanto que, otros autores encontraron que la producción de forraje y la respuesta al nitrógeno, se incrementaban con la utilización de riego durante los períodos secos. (10,44).

II.D.1.2. Especie forrajera. La especie forrajera, es otro factor que afecta la respuesta al agregado de fertilizante nitrogenado.

En general, las especies anuales responden mejor al agregado de nitrógeno que las especies perennes. (7).

Existen diferencias dentro de las especies anuales y dentro de las especies perennes.

Estudios a nivel nacional, han demostrado que el Raigrás, tiene una mayor respuesta al nitrógeno que la Avena. (18). Este autor obtuvo un incremento de 14 y 25 kilos de materia seca otoñal, por kg de nitrógeno aplicado, en Avena y Raigrás respectivamente.

Otros autores, encontraron una mayor respuesta al agregado de nitrógeno por parte del Raigrás frente a la Avena y al Centeno. (6).

En el grupo de las perennes, también se han encontrado respuestas diferenciales. Así por ejemplo, D.W. Cowling (16) encontró una mayor respuesta del *Dactylis glomerata*, frente a la *Festuca pratensis* y el *Agrostis tenuis*.

Por su parte, R.I. Toomre, observó que el *Dactylis glomerata*, el *Bromus* y el Raigrás perenne, se destacaban frente a la *Festuca*, al *Phleum pratense*, y otras. (41).

Cowling y Lockyer (15) encontraron una mayor respuesta al agregado de nitrógeno por parte de *Dactylis glomerata*, *Phleum pratense* y Raigrás perenne (variedad S 24) frente al *Agrostis tenuis* y al Raigrás perenne (variedad Irish), mientras que *Festuca pratensis* y Raigrás perenne, (variedad S 23) presentaron un comportamiento intermedio. Información publicada por Herriott y Wells (1960) (citada por Cowling y Lockyer) sugiere que el *Dactylis glomerata* comparado con la mayoría de las otras especies, proporciona los más altos rendimientos a altos niveles de fertilización nitrogenada. (15).

II.D.1.3. Cosecha de forraje. Varios autores, entre ellos (4,16) han encontrado que la velocidad de absorción de nitrógeno por parte de la gramínea, es más rápida que la respuesta en producción de M.S.

Se ha observado, que alargando el intervalo entre cortes, se obtiene una mayor producción de M.S. (4,6,16) mientras que disminuye el porcentaje de proteína (16). Ver gráfica N° 1 y Cuadro N° 2.

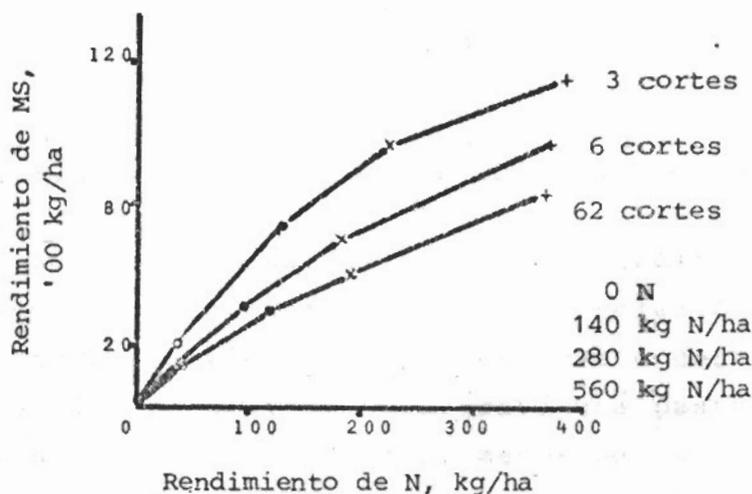


Figura N° 1. Relación entre el rendimiento de M.S. y N de gramíneas sometidas a diferentes frecuencias de defoliación y a cuatro niveles de fertilizante nitrogenado (Extraído de D.W. Cowling) (1966) (16)

El concepto anteriormente mencionado, cobra fundamental importancia, cuando el objetivo de nuestra producción es la elaboración de heno o ensilaje (gran volumen de forraje). Coincidiendo con este punto, F. Willhite et al (48) obtuvieron una mayor producción de heno con una cosecha tardía, respecto de

otra más temprana, y también una disminución del porcentaje de proteína del corte tardío respecto al temprano.

Cuadro N° 2. Porcentaje de N en la M.S. de gramíneas sometidas a diferentes frecuencias de defoliación y a cuatro niveles de fertilizante nitrogenado (Extraído de D.W. Cowling) (1966) (16)

	% de N en la M.S.			
	0	140	280	560
3 cortes	1.6	2.0	2.4	3.3
6 cortes	2.5	2.7	3.0	4.0
62 cortes	2.9	3.5	4.0	4.7

Cuando se quiere calidad de pastura, entendiéndose por ésta un mayor porcentaje de proteína o una baja relación M.S./N, el manejo de los cortes sería a la inversa. Vale decir, que realizando cortes más frecuentes, se logrará una pastura de mayor calidad y un rendimiento de M.S. menor de la misma (4,16). Los efectos anteriormente señalados sobre la producción de M.S., son corroborados por el Cuadro N° 3.

II.D.2. Dosis de nitrógeno aplicada y su fraccionamiento

Se ha podido comprobar que aumentos en las dosis de nitrógeno aplicadas, proporcionan mayores rendimientos de M.S. (1, 3, 4, 6, 11, 14, 15, 16, 21, 22, 25, 26, 32, 35, 39, 41, 47, 48). La respuesta al nitrógeno aplicado, expresada por la relación kg de M.S./kg de nitrógeno aplicado, presenta variaciones con la dosis.

Cuadro N° 3. Cálculos del efecto de los intervalos de crecimiento sobre el rendimiento anual (tt/ha) y sobre los rendimientos relativos (considerando intervalos de 35 días = 100%) (Extractado de I.V. Hunt) (1973) (25)

	N Nivel	Intervalos (días)		
		21	28	35
M.S.	N ₁	6.72 (75.2)	7.91 (88.5)	8.93
	N ₂	8.60 (76.4)	10.09 (89.7)	11.24
	N ₃	8.99 (77.8)	10.53 (91.1)	11.55
N	N ₁	0.33 (113.5)	0.32 (110.3)	0.29
	N ₂	0.54 (110.2)	0.53 (108.2)	0.49
	N ₃	0.70 (109.3)	0.70 (109.3)	0.64

A medida que aumentamos la cantidad de nitrógeno, la relación kg de M.S./kg de nitrógeno aplicados, disminuye (8,22,25). Este efecto es presentado muy claramente en el Cuadro N° 4.

El aumento en las dosis de nitrógeno aplicado, afecta a su vez, la producción de proteína. Esta se ve incrementada con los sucesivos aumentos en las dosis (3,4,6,16,21,22,29,32,35,39,41,47,48). C.H. Ramage et al (35), estudiaron la relación kg de proteína cruda por kg de nitrógeno aplicado. Estos datos pueden ser observados en el Cuadro N° 5.

Se observa un incremento en esta relación hasta el nivel de 100 lb. de N/acre, a partir de la cual, la relación comienza a decrecer.

Cuadro N° 4. Efecto de la fertilización nitrogenada sobre el rendimiento de M.S. (lb/acre) y sobre la eficiencia de utilización del N aplicado (lb/lb de N) (Extractado de C.H. Ramage et al.) (1958) (35)

	N aplicado lb/acre/año	Materia Seca	
		lb/acre	lb/lb de N
<u>Dactylis</u>			
	0	3252	---
	50	4238	19.7
	100	5742	24.9
	200	6957	18.5
	300	8258	16.7
	400	8911	14.1
<u>Phalaris</u>			
	0	2659	---
	50	3933	25.5
	100	5183	25.2
	200	7051	22.0
	300	8491	19.4
	400	9381	16.8

Dependiendo del objetivo a alcanzar, ya sea para conservación de forraje o para pastoreo, incluyendo en éste el diferido, cobra fundamental importancia considerar la aplicación de dosis únicas o el fraccionamiento de las mismas.

Dosis únicas y altas de nitrógeno, son recomendables cuando la producción de forraje se destina a la conservación del mismo (Heno o Silo) o para diferir forraje de otoño a invierno (12,14). Estas consideraciones deben ser tenidas en

cuenta para el logro de una más eficiente utilización del N aplicado; debido a que con un amplio período de crecimiento de la pastura, se obtiene una mayor respuesta en producción de M.S. (4,6,16).

Cuadro N° 5. Efecto de la fertilización nitrogenada sobre el rendimiento de proteína cruda (lb/acre) y sobre la eficiencia de utilización del N aplicado (lb/lb de N) (Extractado de C.H. Ramage et al, 1958) (35)

	N aplicado lb/acre/año	Proteína cruda	
		lb/acre	lb/lb de N
<u>Dactylis</u>			
	0	332	---
	50	516	3.68
	100	779	4.47
	200	1098	3.83
	300	1469	3.79
	400	1794	3.66
<u>Phalaris</u>			
	0	352	---
	50	541	3.78
	100	823	4.71
	200	1137	3.92
	300	1509	3.86
	400	1822	3.77

Cuando el objetivo es el pastoreo, el fraccionamiento de las dosis proporciona una mayor eficiencia de utilización del N por parte de la pastura (4, 44).

El efecto de dicho fraccionamiento no es el de incrementar la producción total de M.S., sino el lograr una distribución más uniforme de la entrega de forraje. (26).

Estos conceptos son presentados en los Cuadros Nos. 6 y 7.

Cuadro N° 6. Producción total de M.S. (deci-toneladas/ha) afectada por la fertilización nitrogenada. (Extractado de H. Kaltofen et al) (1966) (26)

kg/ha/año/N (N° de aplicaciones de N/año)	0		80		160		320		480		L.S.D.* (P=0,05)
	-	1	4	1	4	1	4	1	4		
Weintendorf											
1963	35.5	51.0	47.9	54.0	57.0	67.3	65.3	75.6	71.4	5.5	
1964	43.6	61.6	65.5	77.4	80.5	105.5	101.2	108.3	115.9	9.2	
1965	67.2	71.6	69.3	86.3	84.1	108.1	113.1	120.8	129.8	7.8	
\bar{x}	48.8	61.4	60.9	72.6	73.9	93.6	93.2	101.6	105.7	---	
auterbach											
1963	67.4	88.5	82.6	99.8	96.2	117.3	122.7	126.5	123.1	8.9	
1964	54.1	63.0	62.4	78.2	79.3	100.4	100.5	105.5	101.3	9.0	
1965	48.5	58.2	57.2	62.7	67.6	69.6	89.5	69.2	101.9	6.9	
\bar{x}	56.7	69.9	67.4	80.2	81.0	95.8	104.2	100.4	108.8	---	

La aplicación fraccionada de las dosis es de menor importancia a niveles altos que a niveles bajos o medios (26).

Cuadro N° 7. Producción de M.S. en cada período de utilización
(deci-toneladas/ha) (H.Kaltofen et al, 1966) (26)

kg/ha/año/N (N° de apli caciones de N/año)	0	80		160		320		480	
	-	1	4	1	4	1	4	1	4
1a. utilización	18.4	30.3	23.2	35.6	26.6	36.7	31.0	37.1	32.7
2a. utilización	13.6	15.8	16.1	18.8	19.4	22.7	24.2	24.6	25.3
3a. utilización	8.9	9.4	12.3	10.6	16.1	19.6	22.6	20.6	24.8
4a. utilización	6.4	6.1	9.0	7.0	13.4	11.3	17.8	13.9	19.2

II.D.3. Epoca de aplicación - Estado de desarrollo de la pastura

El estado de desarrollo de la pastura, es un factor a tener en cuenta al programar las fechas de aplicación de nitrógeno.

Las aplicaciones más convenientes desde el punto de vista de la eficiencia en la utilización del nitrógeno, son: tempranas en el otoño, aprovechando el estado de macollaje activo de la pastura (7). y las de fines de invierno- principios de primavera, cuando la pastura comienza a alargar sus entrenudos (7, 14, 44).

II.D.4. Efectos sobre la pastura

II.D.4.1. Producción de Materia Seca. Ya fue mencionado el efecto positivo que se obtiene sobre la producción de M.S. mediante el empleo de crecientes dosis de nitrógeno. (1, 3, 4, 6,

11, 14, 15, 16, 21, 22, 25, 26, 32, 35, 39, 41, 47, 48).

Curvas describiendo la relación entre rendimientos de forraje y aplicaciones de nitrógeno, muestran que la relación es prácticamente lineal hasta dosis que oscilan las 300 lbs. de N/acre (11,36). Ulteriores incrementos en las dosis de nitrógeno, proporcionan sólo pequeños incrementos en el rendimiento de M.S. (36).

K.P. Tiwari et al encontraron incrementos lineales en la producción de M.S. para dosis entre 0 y 120 kg de N/ha. El mismo efecto es mencionado por M.C. Saxena et al (38,40).

D. W. Cowling (13), trabajando por varios años en una pastura de Dactylis, determinó que la respuesta al N fue casi lineal hasta niveles de 30 lbs de M.S./lb de N, en todos los años, para las dosis utilizadas (0, 35, 105, y 210 lbs de N/acre).

En el punto D.2., se hizo mención al hecho de que la relación kg de M.S./kg de N aplicado, disminuye con el aumento de las dosis (11,15,35).

D. Reid (36) encontró respuestas de 13 lbs de M.S./lb de N dentro del rango de 200 a 250 lbs de N/acre, y menos de 1 lb de M.S./lb de N para dosis que superan las 500 lbs de N/acre (Figura N° 2).

Utilizando el contenido de nitratos del rastrojo, luego del corte, como indicador del status nutricional de N, Van Burg (45) encontró que el máximo rendimiento de la pastura no puede ser obtenido si la concentración interna de nitratos

está por debajo de un nivel crítico dado. En base a un gran número de ensayos de campo, fue calculado que este nivel es de aproximadamente 100 mmol/kg de M.S., el cual está muy por debajo de la línea de peligro para los animales. Se determinó que para alcanzar dicha marca (100 mmol), en primavera, se necesitan por lo menos 90 kg de N/ha, cuando la finalidad es el pastoreo.

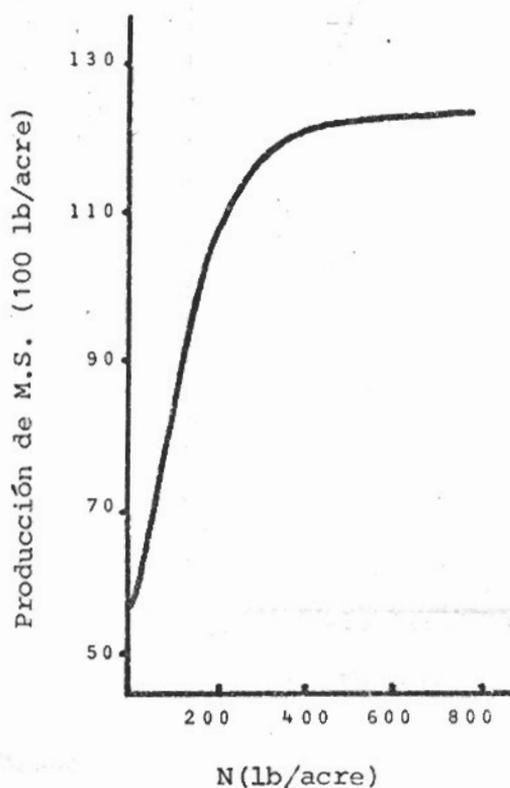


Figura N° 2. Producción de M.S. (100 lb/acre) en respuesta al agregado de N (lb/acre) (D. Reid, 1966) (36).

11.0.4.2. Producción de Proteína. Como se vió anteriormente, la producción de proteína se ve incrementada con dosis crecientes de N (3, 4, 6, 16, 21, 22, 29, 32, 35, 39, 41, 47, 48).

Por encima de 600 lbs de N/acre, la respuesta decae a valores inferiores a 1 lb de proteína cruda/lb de N (36) (Figura N° 3).

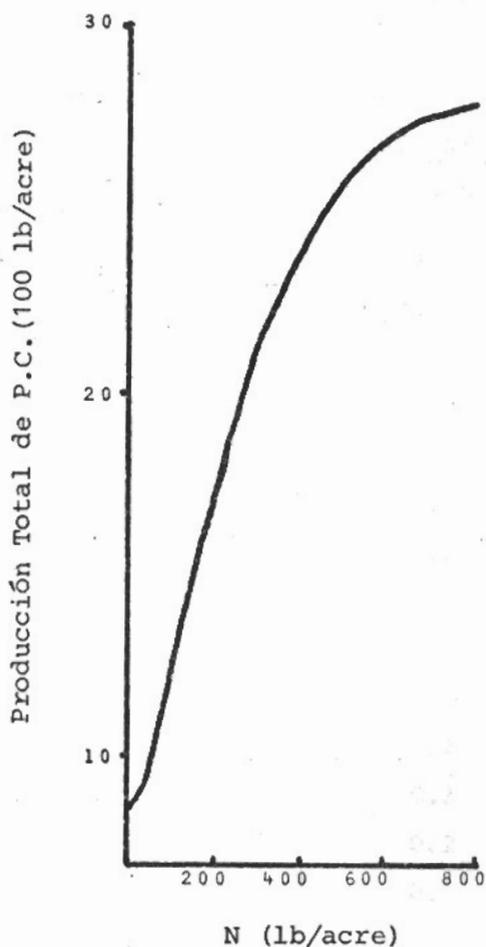


Figura N° 3. Producción de Proteína Cruda (100 lb/acre) en respuesta al agregado de N (lb/acre) (D. Reid, 1966)(36).

Tanto la respuesta en lb de M.S. como de P.C. por lb de N aplicado, puede verse en el Cuadro N° 8.

Por su parte, C.H. Ramage et al (35) ratifican estos resultados (ver Cuadros Nos. 5 y 6).

Cuadro N° 8. Producción total de M.S. y P.C. en respuesta a la aplicación de N, tasa promedio para cada 50 lb de incremento del rango testado. D. Reid, 1966 (36).

Incrementos en la cantidad de N aplicado	Respuesta (lb/1 lb) de N aplicado	
	Materia Seca	Proteína Cruda
0 - 50	28.3	4.1
50 - 100	32.0	5.3
100 - 150	26.1	5.3
150 - 200	19.1	4.9
200 - 250	13.0	4.2
250 - 300	8.4	3.6
300 - 350	5.2	3.0
350 - 400	3.1	2.4
400 - 450	1.8	1.9
450 - 500	1.0	1.5
500 - 550	0.6	1.2
550 - 600	0.3	0.9
600 - 650	0.2	0.7
650 - 700	0.1	0.5
700 - 750	--	0.4
750 - 800	--	0.3

II.D.4.3. Producción estacional de forraje. Para determinar tipo de producción como por ejemplo la lechera, un objetivo prioritario es, uniformizar la entrega de forraje a lo largo del año. Para de esta manera contemplar mejor los requerimientos nutricionales de los animales.

Como vimos anteriormente, la aplicación de N en forma fraccionada provoca sólo pequeñas diferencias en rendimiento total de M.S. con respecto a las dosis únicas. Sin embargo, el efecto más trascendente del fraccionamiento, es la mayor uniformidad en la producción de forraje durante el período de crecimiento. En general, dosis altas, tanto únicas como fraccionadas, producen una entrega de forraje más uniforme. (15,26). Por supuesto, esto es atribuido al efecto residual de dichas dosis altas. (26).

El efecto significativo del fraccionamiento sobre la distribución uniforme de la producción de forraje, se logra cuando se aplican niveles bajos del nutriente considerado. (26). (Ver Cuadro N° 7).

También es importante el uso del N para la producción de forraje fuera de estación. (13) Se ha podido comprobar que los tratamientos con N que incrementan la producción de forraje, a su vez permiten un aprovechamiento más temprano de la pastura. (14,44) Van Burg (44), encontró que el pastoreo podía ser adelantado en una semana, aplicando 120 kg/ha/ N en lugar de 40 kg, a fines de invierno.

11.D.5. Efectos sobre el suelo

Se han citado múltiples beneficios logrados mediante un correcto uso del fertilizante nitrogenado. A pesar de ello, debemos tener presente que aplicaciones repetidas, sobre todo de dosis medias o altas, tienden a producir una acidez residual en el suelo. (34). (Ver Cuadro N° 9)

Cuadro N° 9. Cambios en la reacción del suelo y en el contenido de bases intercambiables causados por aplicaciones de sulfato de amonio durante dos años (Extraído de R.W. Pearson, 1958) (34)

Profundidad del suelo	Reacción del suelo		Bases intercambiables	
	No nitrógeno	1200 lb/acre/año/N	No nitrógeno	1200 lb/acre/año/N
Pulgadas	pH	pH	meq/100 g	meq/100 g
0 - 6	7.0	3.6	21.9	4.0
6 - 12	6.1	4.1	20.6	9.0
12 - 18	5.6	4.3	17.7	11.9
18 - 24	5.6	4.8	18.3	16.2

Es conveniente señalar que el efecto acidificante de los fertilizantes nitrogenados se da en suelos con bajo poder buffer o cuando las dosis de N aplicadas son muy altas.

Una favorable reacción del suelo y contenido de bases, son factores importantes en el proceso de mineralización del N, así como en la oxidación del fertilizante aplicado, permitiendo un adecuado crecimiento del cultivo. Crecimiento éste que podría llegar a cesar con pH bajos, (34).

Una práctica aconsejable para evitar la acidez residual del suelo provocada por el uso reiterado de fertilizantes nitrogenados es el encalado. (34).

G. Ogata y A.C. Caldwell, (33) estudiando el efecto del encalado en avena, encontraron que éste causó un incremento en el contenido de nitrógeno.

III. MATERIALES Y METODOS

III.A. LOCALIZACION

El presente ensayo fue realizado en un establecimiento ubicado en la Colonia Claude Galland (Ruta 1, km. 35 y 1/2).

III.B. SUELO

Clasificación: El suelo utilizado ha sido clasificado como Argisol dístico ócrico abruptico. Presenta un horizonte A de 25 cm de espesor, franco-arenoso y pasa luego a un horizonte B franco arcilloso, muy pobremente drenado. Algunas características físicas y químicas del suelo donde se realizó el ensayo aparecen resumidas en el Cuadro N° 10.

Cuadro N° 10. Características físicas y químicas del suelo utilizado

Horizonte	Profundidad	Textura	pH	M.O. %	P (Bray; ppm)	N-NO ₃ ⁻ ppm
A	0 - 25	Franco arenoso	4,9	2,7	25	4,4
B	> 25	Franco arcilloso	4,9	2,4	16	2,4

III.C. TRATAMIENTOS Y DISEÑO EXPERIMENTAL

Las variables experimentales fueron:

- 1) Dosis de N: 30, 60, 120 y 240 kg/ha/N
- 2) Épocas de aplicación del fertilizante nitrogenado:
 - 100% a la siembra.
 - 1/2 a la siembra y 1/2 en fines de junio
 - 1/3 a la siembra, 1/3 a fines de mayo y 1/3 a principios de agosto.

Los criterios utilizados para el fraccionamiento del fertilizante nitrogenado a lo largo del ciclo tuvieron como objetivo:

- 1) una aplicación de toda la dosis al momento de la siembra.
- 2) el fraccionamiento de la dosis de aplicación en 2 épocas, una en el momento de la siembra y la otra a mediados de invierno.
- 3) el fraccionamiento de la dosis en 3 épocas; una en la siembra para cubrir las necesidades del crecimiento otoñal. Otra a fines de otoño, para cubrir las necesidades del período invernal y otra a principios de agosto a efectos de cubrir las necesidades del crecimiento primaveral.

El diseño experimental consistió en la combinación factorial completa de las 4 dosis por las 3 épocas de aplicación.

La dimensión de las parcelas fue de 6 x 3 metros.

Los 12 tratamientos resultantes se agruparon en bloques al azar con tres repeticiones. El Cuadro N° 11 muestra los tratamientos resultantes.

Cuadro N° 11. Diagramado de los 12 tratamientos realizados.

Trat.	kg/ha, N siembra	kg/ha, N mayo	kg/ha, N junio	kg/ha, N julio
1	30			
2	60			
3	120			
4	240			
5	15		15	
6	30		30	
7	60		60	
8	120		120	
9	10	10		10
10	20	20		20
11	40	40		40
12	80	80		80

La fuente utilizada para la aplicación de N fue la UREA. También se hizo una aplicación basal de 60 kg de P₂O₅ superficial bajo forma de superfosfato de Ca incorporado con ex céntrica a efectos de proveer uniformemente al suelo de P.

III.D. MANEJO DEL EXPERIMENTO

III.D.1. Preparación del suelo

El suelo había estado previamente bajo cultivos de papas durante 3 ciclos, y el año inmediato anterior había tenido trigo. Se realizó una arada a ≈ 15 cm en enero y posteriormente labores de afinamiento hasta el momento de la siembra.

III.D.2. Fertilización

Se realizó a mano, incorporando posteriormente el fertilizante con excéntrica.

III.D.3. Siembra

Las densidades de siembra utilizadas para la mezcla fueron las siguientes:

120 kg/ha de avena
30 kg/ha de raigrás

Posteriormente se tapó la semilla con 2 pasadas cruzadas de rastra.

III.D.4. Cosecha

El área cosechada fue de aproximadamente 8 m^2 por parcela. Los cortes para estimar rendimientos se realizaron con una pastera autopropulsada, cuando el forraje alcanzaba la altura de pastoreo. Se pesó el material cortado de cada

parcela (Peso Verde), luego se tomó una submuestra de aproximadamente 500 gr a efectos de estimar el rendimiento de M.S. y para los análisis químicos posteriores.

III.D.5. Muestra de suelos

Se obtuvo en cada parcela una muestra compuesta de 8 a 10 tomas simples, para 2 profundidades: 0 - 25 cm y 25 - 50 cm (horizontes A y B respectivamente).

III.D.6. Calendario de trabajos realizados

Las fechas de realización de la siembra, muestreos, fertilizaciones y cortes fueron las siguientes:

Marzo 6	. . .	Siembra, fertilización y 1er. muestreo.
Abril 21	. . .	1er. corte, 2do. muestreo.
Mayo 21	. . .	Refertilización de tratamientos 9, 10, 11 y 12; 3er. muestreo.
Mayo 28	. . .	Segundo corte.
Junio 26	. . .	Cuarto muestreo y luego refertilización de tratamientos 5,6,7 y 8.
Agosto 5	. . .	Tercer corte, 5to. muestreo y luego refertilización 9, 10, 11 y 12.
Setiembre 24	. . .	Cuarto corte, sexto muestreo.
Noviembre 9	. . .	Quinto corte, séptimo muestreo.

III.E. ANALISIS QUIMICOS

III.E.1. Forraje

Se estimó el N total por el método Kjeldhal:

Luego de haber realizado la molienda de las muestras, se las volvió a secar a 60°C durante dos horas.

Se pesaron 0,5 gr de cada muestra y se pusieron en los tubos de digestión. Posteriormente, a cada tubo se le agregó 10 ml de H₂SO₄ y se los colocó en el digestor a 350°C durante una hora. Luego de dejarlos enfriar, se les agregó 4 ml de H₂O₂ y nuevamente se pusieron en el digestor durante 15 minutos.

Una vez decolorados, se los dejó enfriar y el contenido de los tubos se traspasó a los balones de destilación, a los cuales se les agregó aproximadamente 250 ml de H₂O destilada y unas gotas de fenolftaleína.

Se prepararon los Erlenmeyer de 500 ml con 25 ml de Acido Bórico y se colocaron en los tubos de desprendimiento del aparato de destilación, para recoger en ellos el destilado (aproximadamente 100 ml). Luego de tener esto pronto, se agregó a los balones de destilación 40 ml de Hidróxido de Sodio al 50%, se tapó, se agitó y se encendió el mechero.

El destilado recogido fue valorado con HCl 0,05 o 0,10 N hasta que el líquido viró al color rosado.

El cálculo que se realizó para obtener el porcentaje de Nitrógeno fue el siguiente:

$$\frac{(\text{Gasto-Blanco}) \times 0,014 \times \text{Normalidad del HCl} \times \text{Factor del HCl} \times 100}{0,50}$$

III.E.2. Suelos

Se estimó el contenido de NO_3^- a partir de las muestras. La técnica utilizada consistió en los siguientes pasos:

Se pesaron 25 gr de cada muestra de suelo y se colocaron en un Erlenmeyer de 250 cm^3 .

Se vertieron 125 cm^3 de agua destilada y luego 20 gotas de SO_4Cu . Se agitó un minuto y se dejó equilibrar la solución 30 minutos.

Se agitó nuevamente durante 10 minutos y se filtraron 100 cm^3 de la misma.

Por último se procedió a realizar la lectura.

III.F. ANALISIS ESTADISTICOS

Se utilizaron las técnicas de Análisis de Varianza y Regresión múltiple expuestas por los autores T.M. Little y F.J. Hills.

IV. RESULTADOS Y DISCUSION

IV.A. CONSIDERACIONES GENERALES

La pastura fue sembrada el 6 de marzo. La implantación y el crecimiento de la misma se vieron favorecidos por una muy buena preparación previa del suelo y por las condiciones climáticas inmediatamente posteriores a la siembra. La ocurrencia de precipitaciones muy moderadas y repetidas determinó que a los 46 días de la siembra se realizara el primer corte con una producción del orden de los 1.500 kg/ha de M.S.

Las condiciones adecuadas de crecimiento continuaron hasta el invierno, realizándose un segundo corte el 28 de mayo.

La producción de forraje disminuyó en el invierno. Esto se debió, por una parte, a las características del crecimiento estacional de la avena y por la otra a las condiciones climáticas durante la estación. No obstante, se evidenció una marcada influencia del nitrógeno aplicado. El rendimiento de materia seca del corte invernal osciló entre los 400 y 1.900 kg/ha.

La producción de forraje primaveral tuvo un marcado aumento respecto de la invernal y esto obedeció a las condiciones climáticas reinantes favorables (temperatura y régimen hídrico) y a la interacción de éstas con el estado fisiológico, que en esta estación presenta esta pastura.

El último corte de la pastura fue realizado el día 9 de noviembre.

IV.B. ANALISIS DE LA PRODUCCION TOTAL

IV.B.1. Producción de Materia Seca

Como puede observarse en el Cuadro N° 12, se detectan diferencias marcadas entre los distintos tratamientos evaluados en el ensayo. Según los diferentes tratamientos, se obtuvo producciones que oscilaron entre los 6.000 y 13.000 kg/ha.

El análisis de varianza correspondiente a la producción total, se encuentra en el Apéndice, Cuadro N° 46. Para este cuadro, así como también para los demás análisis de varianza: + corresponde a 90% de significación, * 95% de significación, ** 99% de significación y N.S. no significativo.

Dicho análisis muestra un efecto muy significativo de la dosis, la época de aplicación, así como también de la interacción entre ambas, por lo que la magnitud de la respuesta al N para una misma dosis, fue diferente de acuerdo a la época de aplicación utilizada. Como forma de definir donde radican esas diferencias, fue realizado el análisis de varianza de la interacción. (Ver Cuadro N° 13).

Para este y los demás análisis de varianza de la interacción, N corresponde a dosis, L a componente lineal y C a componente cuadrático.

Se aprecia que para las épocas de aplicación I y II, los aumentos en la producción de M.S., fueron disminuyendo con sucesivos incrementos en las dosis (ley de rendimientos decrecientes). El máximo estimado para la época II, no se alcanzó

Cuadro N° 12. Producción de M.S. Total, estacional y por corte, en función de la dosis y el fraccionamiento del fertilizante.

Tratamientos con N	C O R T E S (kg/ha, M.S.)										Total
	1°	2°	1° + 2°	3°	1° + 2° + 3°	4°	5°	4° + 5°			
	21/4	28/5	0	5/8	0 + 1	24/9	9/11	P			
30	1.214	2.037	3.251	437	3.688	482	1.823	2.305	5.993		
60	1.582	1.954	3.536	402	3.938	526	1.517	2.043	5.981		
120	2.095	1.858	3.953	753	4.706	759	2.430	3.189	7.894		
240	2.168	1.870	4.038	1.264	5.302	1.044	2.323	3.367	8.669		
15 - 15	1.115	1.892	3.007	642	3.649	725	2.025	2.750	6.400		
30 - 30	1.586	1.906	3.492	890	4.382	950	2.591	3.540	7.921		
60 - 60	1.637	2.430	4.067	1.539	5.606	1.139	1.997	3.236	8.742		
120 - 120	1.889	1.916	3.805	2.314	6.119	1.737	2.401	4.138	10.257		
10 - 10 - 10	969	1.981	2.950	573	3.523	1.013	2.355	3.368	6.891		
20 - 20 - 20	1.291	1.843	3.134	583	3.717	1.886	2.251	4.137	7.853		
40 - 40 - 40	1.653	2.032	3.685	1.162	4.847	3.055	2.151	5.206	10.053		
80 - 80 - 80	1.871	2.126	3.996	1.931	5.927	4.416	2.726	7.142	13.070		

dentro del rango de dosis ensayadas. Para la época I, éste se logró a los 241 kg/ha de N. Para la época de aplicación III, la respuesta en M.S. aumentó prácticamente en forma lineal hasta los 240 kg/ha de N, lo cual muestra un uso más eficiente del nutriente en dosis altas.

Cuadro N° 13. Análisis de varianza de la interacción correspondiente a la producción de M.S. total (toneladas/ha, M.S.)

Fuente de variación	G.L.	Epoca de aplicación					
		I		II		III	
		C.M.	F	C.M.	F	C.M.	F
N	3	5,565	17,780**	7,865	25,128**	22,566	72,096**
L	1	14,700	46,965**	21,461	68,565**	67,150	214,537**
C	1	0,865	2,764+	1,507	4,815*	0,485	1,549N.S.
desvío	1	1,130	3,610+	0,628	2,006N.S.	0,062	0,198N.S.
error	22	0,313	---	0,313	---	0,313	---

A los efectos de cuantificar la respuesta al N en función del fraccionamiento del fertilizante, se ajustaron para cada época ecuaciones de respuesta del tipo:

$$y = b_0 + b_1 N$$

$$y = b_0 + b_1 N + b_2 N^2$$

Las mismas y sus coeficientes de determinación se presentan en el Cuadro N° 14.

Cabe acotar que los R^2 fueron calculados en base a promedios, lo que explica los elevados valores obtenidos.

Cuadro N° 14. Ecuaciones de respuesta y coeficientes de determinación, ajustados para cada época de aplicación del fertilizante (producción total de M.S.)

<u>Epoca</u>	
I	$Y = 4.850,833 + 30,601 N - 0,061 N^2$ $R^2 = 0,9323$
II	$Y = 5.514,833 + 38,834 N - 0,080 N^2$ $R^2 = 0,9734$
III	$Y = 6.157,913 + 29,412 N$ $R^2 = 0,9920$

A partir de las ecuaciones de respuesta halladas, se pueden obtener:

- 1) rendimientos estimados de forraje (kg/ha, M.S.)
- 2) eficiencia de utilización del N (kg M.S./kg N aplicado)
- 3) tasa diaria de producción de forraje (kg/ha/día, M.S.)

Los rendimientos estimados de forraje, kg/ha de M.S., se encuentran representados gráficamente en la figura N° 4.

El Cuadro N° 15, permite ver la eficiencia de utilización del N aplicado.

Cuadro N° 15. Eficiencia de utilización del N aplicado, estimada en función de la dosis y de la época de aplicación del fertilizante. (kg M.S./kg N aplicado)

Dosis de N (kg/ha)	Epoca de aplicación		
	I	II	III
30 - 60	25,111	31,634	29,412
60 - 120	19,621	24,434	29,412
120 - 240	8,641	10,034	29,412

Es oportuno mencionar que estos resultados concuerdan con los encontrados por D. Reid (año 1966), trabajando con Lolium perenne y Phleum pratense, así como también con los hallados por C.H. Ramage (año 1958) en Dactylis y Phalaris, ambos mencionados en la revisión bibliográfica (Cuadros Nos. 8 y 4 respectivamente).

Para una misma forma de aplicación, resultaron más eficientes las dosis bajas. Considerando una dosis fija, la eficiencia de utilización del N aplicado varió de acuerdo a la forma de aplicación de la misma; el fraccionamiento en tres épocas mostró las mayores eficiencias. Además, se constató que el fraccionamiento presentó su mayor efecto a dosis altas del nutriente.

La tasa diaria de producción de M.S. estimada, puede observarse en el Cuadro N° 16.

Como surge de los datos estimados, existe un incremento de la tasa diaria de producción de M.S. al registrarse aumen

tos en las dosis y en el fraccionamiento del fertilizante agregado.

Cuadro N° 16. Tasa diaria de producción de M.S. estimada en función de la dosis y de la época de aplicación del fertilizante (kg/ha/día/M.S.)

Dosis de N (kg/ha)	Epoca de aplicación		
	I	II	III
30	23,133	26,752	28,388
60	26,183	30,595	31,946
120	30,949	36,530	39,062
240	35,148	41,405	53,294

IV.B.2. Remoción de Nitrógeno

El Cuadro N° 17, muestra las cantidades de N removidas a lo largo de todo el ciclo del cultivo, así como también el total. Existen claras diferencias entre los tratamientos, encontrándose producciones que oscilan entre los 90 y 250 kg/ha de N.

Se evidencia una mayor remoción del N aplicado en la estación otoñal. La estación que le sigue en importancia es la primaveral, mientras que la menor remoción de N se registró en el período invernal.

La alta remoción de N obtenida en el otoño estaría dada por el elevado contenido del nutriente en la pastura; mientras que la remoción primaveral de N dependería fundamentalmente

kg/ha MS

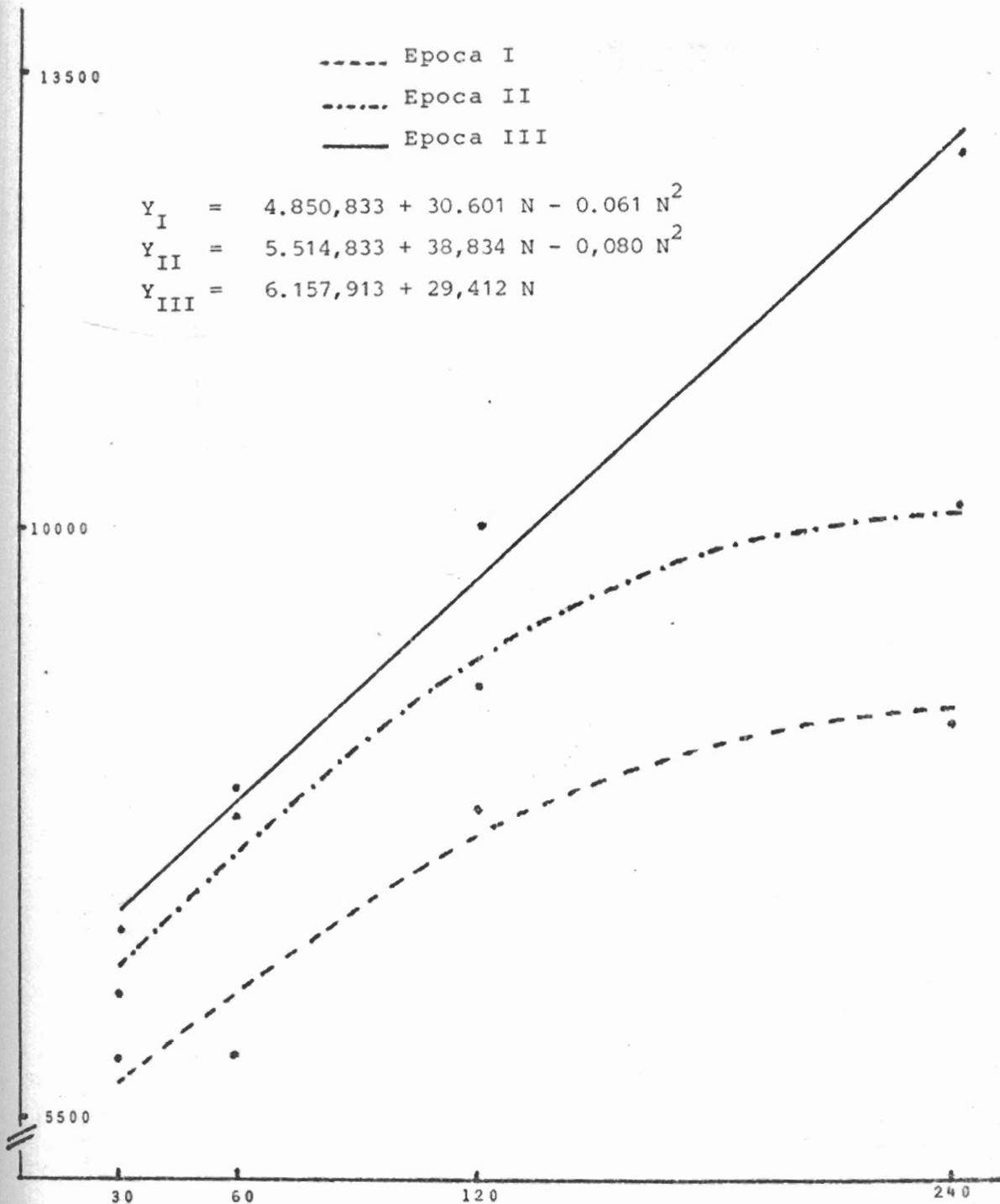


Figura N° 4. Producción de M.S. total estimada en función de la dosis y la época de aplicación del fertilizante .

kg/ha N

Cuadro N° 17. Remoción de N Total, estacional y por corte, en función de la dosis y el fraccionamiento del fertilizante

Tratamientos con N	C O R T E S (kg/ha, N)										Total
	1°	2°	3°	1°+2°+3°	4°	5°	4°+5°				
	21/4	28/5	5/8	0+1	24/9	9/11	P				
30	23,17	35,12	6,76	65,05	6,41	16,58	22,99			88,02	
60	38,87	34,97	7,06	80,90	7,01	15,15	22,16			103,06	
120	58,44	42,62	12,98	114,04	9,90	24,12	34,03			148,07	
240	69,34	44,59	27,74	141,67	13,12	21,58	34,70			176,37	
15 - 15	19,20	33,30	12,99	65,49	10,28	18,62	28,90			94,39	
30 - 30	30,04	29,69	13,93	73,66	12,05	20,97	33,02			106,67	
60 - 60	38,50	44,14	42,38	125,02	15,79	18,32	34,12			159,14	
120 - 120	53,72	40,63	79,97	174,32	23,65	22,56	46,21			220,53	
10 - 10 - 10	17,17	37,65	9,89	64,71	13,76	21,28	35,04			99,75	
20 - 20 - 20	22,61	34,90	10,15	67,66	23,00	20,45	43,45			111,12	
40 - 40 - 40	32,12	48,14	21,90	102,16	44,48	20,08	64,55			166,71	
80 - 80 - 80	47,66	52,45	41,12	141,23	86,16	23,18	109,34			250,56	

de la elevada producción de M.S. registrada en este período.

En el Apéndice, Cuadro N° 46, se presenta el análisis de varianza correspondiente a la remoción total de N. Este análisis revela un hecho similar al encontrado en la producción total de M.S. Vale decir, un efecto muy significativo de la dosis, la época y la interacción entre ambas.

Cuadro N° 18. Análisis de varianza de la interacción correspondiente a la remoción de N total (kg/ha/N)

Fuente de variación	G.L.	Epoca de aplicación					
		I		II		III	
		C.M.	F	C.M.	F	C.M.	F
N	3	4.958,952	34,471**	9.935,147	69,061**	14.230,290	98,918**
L	1	13.837,250	96,185**	29.398,985	204,358**	42.445,487	295,047**
C	1	946,233	6,577*	136,308	0,947NS	1,536	0,011NS
desvío	1	93,372	0,649NS	270,147	1,878NS	243,846	1,695NS
error	22	143,860	---	143,860	---	143,860	---

Se deduce del Cuadro N° 18 que el efecto del N agregado, para una misma dosis, será diferente según la forma como éste se aplique. Así, la época de aplicación I, apareció como la menos eficiente, ajustándose a la ley de rendimientos decrecientes. Cabe mencionar, que el máximo estimado no se logró dentro del rango de las dosis aplicadas. Por su parte, las épocas de aplicación II y III, presentaron respuestas de tipo lineal hasta los 240 kg/ha de N. Dichas respuestas, fueron en aumento con los sucesivos incrementos de las dosis empleadas. Debido a esto, la mayor eficiencia en la utilización del fertilizante a dosis altas, es alcanzada cuando el nutriente se aplica en forma frac

cionada.

Como forma de estimar la respuesta al nutriente en función del fraccionamiento del fertilizante se ajustaron para cada época ecuaciones de respuesta del tipo:

$$y = b_0 + b_1 N$$

$$y = b_0 + b_1 N + b_2 N^2$$

Dichas ecuaciones y sus coeficientes de determinación son presentados en el Cuadro N° 19.

Cuadro N° 19. Ecuaciones de respuesta y coeficientes de determinación ajustados para cada época de aplicación (remoción total de N)

Epoca	
I	Y = 57,730 + 0,964 N - 0,002 N ² R ² = 0,9937
II	Y = 75,949 + 0,615 N R ² = 0,9860
III	Y = 73,846 + 0,739 N R ² = 0,9940

En la figura N° 5, se encuentran graficados los rendimientos estimados de N (kg/ha), para cada una de las épocas de aplicación estudiadas.

IV.C. ANALISIS POR ESTACION

Este análisis permitió conocer la evolución de la entrega

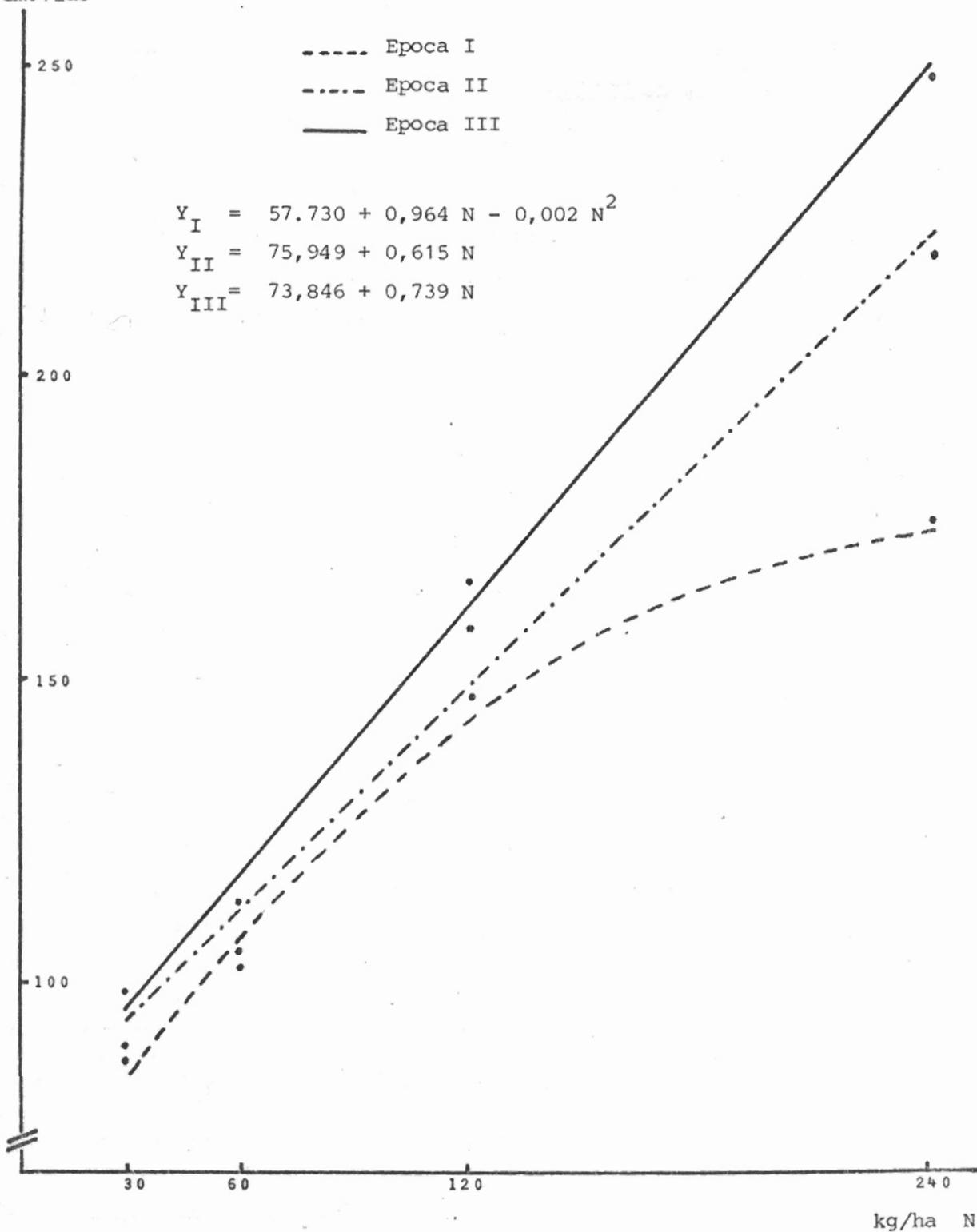
kg/ha N
removido

Figura N° 5. Remoción total de N estimada en función de la dosis y época de aplicación del fertilizante.

de forraje a lo largo del ciclo de la pastura.

IV.C.1. Producción Otoñal

IV.C.1.1. Producción de M.S. La producción otoñal de M.S. se presenta en el Cuadro N° 38. Dicha producción es la suma del forraje cosechado en los dos primeros cortes (21 de abril y 28 de mayo).

En este período sólo puede observarse el efecto de la fertilización inicial sobre la producción de M.S., ya que las aplicaciones adicionales de N fueron realizadas posteriormente. Como anteriormente fue mencionado, se percibe claramente diferencias entre los tratamientos atribuidos al efecto dosis.

Como forma de cuantificar la respuesta al N en función de las dosis se ajustaron ecuaciones de respuesta del tipo $Y = b_0 + b_1 N + b_2 N^2$. Las mismas y sus coeficientes de determinación se muestran en el Cuadro N° 20.

Cuadro N° 20. Ecuaciones de respuesta, y coeficientes de determinación, ajustados para cada época de aplicación del fertilizante (producción de M.S. otoñal)

<u>Corte</u>	
1°	$Y = 999,649 + 12,786 N - 0,033 N^2$ $R^2 = 0,706$
2°	$Y = 1.939,259 + 1,972 N - 0,010 N^2$ $R^2 = 0,056$
1°+ 2°	$Y = 2.938,908 + 14.757 N - 0.043 N^2$ $R^2 = 0,528$

También se realizó el análisis de varianza de la regresión, el cual es presentado en el Cuadro N° 21.

El análisis denota un importante efecto de las dosis ini
ciales sobre la producción de forraje otoñal. Dicho efecto se manifiesta muy significativamente en el primero de los cortes realizados, pero no en el segundo, en el cual el efecto dosis no es significativo. Esta gran respuesta que aparece en el primer corte es debida a la coincidencia y simultaneidad del estado de macollaje activo en el que se encuentra en ese mo
mento la pastura por un lado y de la alta disponibilidad de N por el otro. Por el contrario, para el segundo corte dichas condicionantes se atemperan, ya que disminuye el proceso de macollaje y la disponibilidad del nutriente considerado es me
nor.

En la figura N° 6 (gráfica de M.S. acumulado 1 y 2), la curva trazada, surge de estimaciones del rendimiento a partir de la ecuación de regresión correspondiente. De dicha ecu
ación se puede inferir por un lado rendimientos esperados como consecuencia de la aplicación de las diferentes dosis, y por otro lado, estimar la eficiencia de utilización del N, medida como kg de M.S. producida/kg de N aplicado.

Se destaca en los Cuadros Nos. 22 y 23, que las respuestas en rendimiento de M.S. fueron positivas, para el 1er. corte, hasta niveles de 193 kg/ha de N, mientras que para el 2do. cor
te éstos sólo se lograron hasta niveles cercanos a los 100 kg/ha de N. Además se presentan como más eficientes las do
sis bajas del nutriente.

Cuadro N° 21. Análisis de varianza de la regresión correspondiente a la producción otoñal de M.S. (kg/ha, MS)

Fuente de variación	G.L.	1er- Corte		2° Corte		1° - 2° Corte	
		C.M.	F	C.M.	F	C.M.	F
Dosis	2	2139029,0	35,314** (1)	52012,37	0,735 (NS) (0,512)	2157378,0	15,955** (1)
Bloques	2	117272,94	1,936 (NS) (0,839)	13189,75	0,186 (NS) (0,169)	188211,37	1,392 (NS) (0,736)
Desvíos de la regresión	31	60571,46		70804,37		135218,44	
TOTAL	35						

Cuadro N° 22. Eficiencia de utilización del N aplicado, estimada en función de la dosis del fertilizante (kg M.S./kg N aplicado)

kg/ha, N	C O R T E S		
	1° + 2°	1°	2°
30 - 60	10,89	9,82	1,07
60 - 120	7,02	6,85	0,17
120 - 240	-0,72	0,91	-1,63

Cuadro N° 23. Dosis estimadas de N con las cuales se logra el máximo rendimiento de M.S. (kg/ha, N)

Cortes	Dosis	$y' = \frac{y}{x}$
1° + 2°	171,59	0,00
1°	193,73	0,00
2°	98,60	0,00

y' es la derivada de primer grado de la función Y con respecto a la variable X.

También se estimaron las curvas de rendimiento de M.S. para cada uno de los cortes realizados en la estación otoñal, las cuales son presentadas en las figuras Nos. 7 y 8.

kg/ha MS

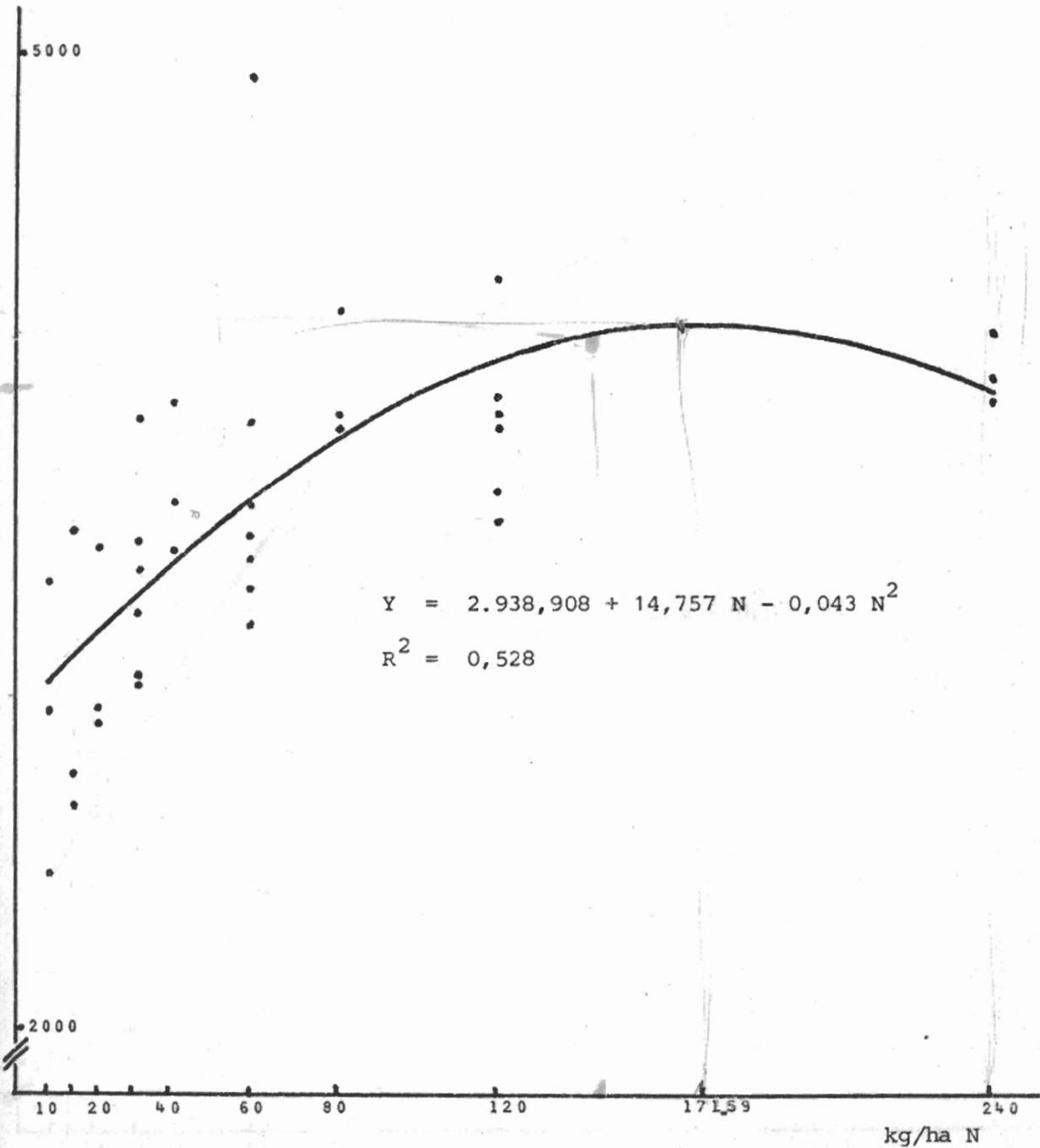
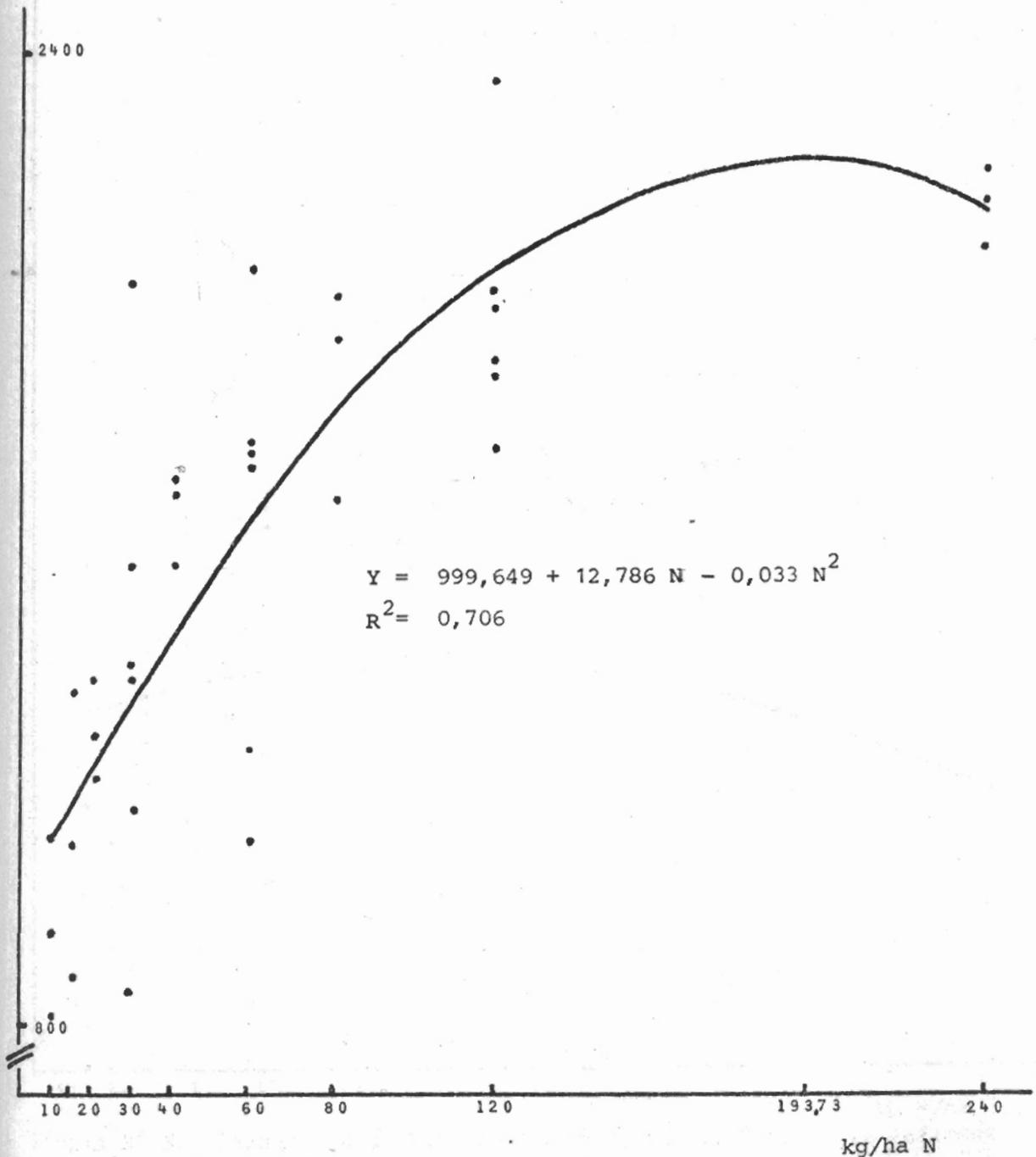


Figura N° 6. Producción de M.S. otoñal (1° y 2° corte) estimada en función de la dosis inicial de fertilizante.

kg/ha M.S.



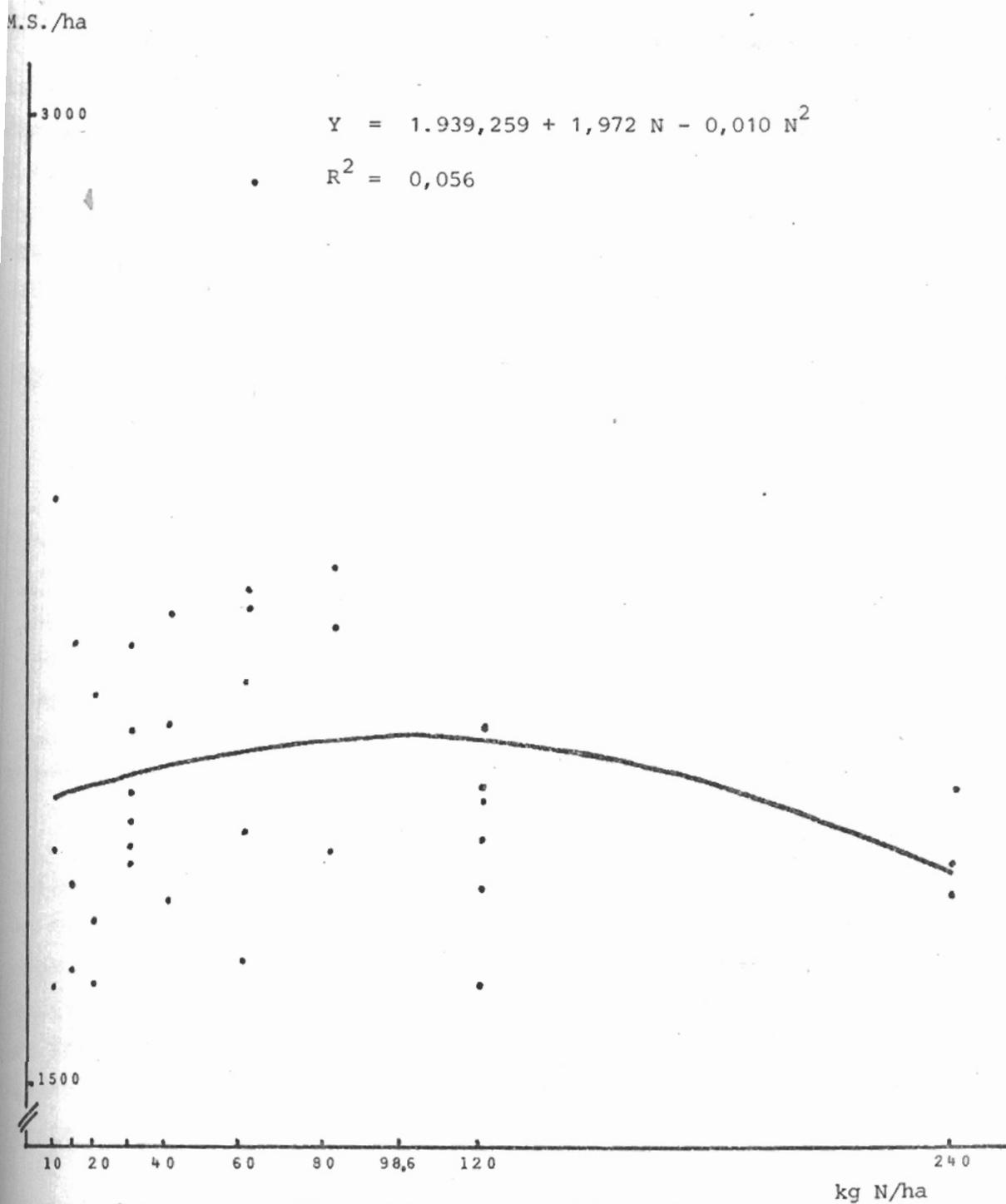


Figura N° 8. Producción de M.S. correspondiente al 2do. corte estimada en función de la dosis inicial de fertilizante.

Es de gran utilidad agronómica poseer información sobre la producción de M.S. medida a través de la Tasa Diaria. Mediante este parámetro resulta práctico ajustar las dosis de N a los requerimientos de forraje que se necesitan cubrir. Pueden emplearse las ecuaciones de respuesta para estimar dichas tasas diarias, las cuales se muestran en el Cuadro N° 24.

Cuadro N° 24. Tasa diaria otoñal de producción de M.S., estimada en función de la dosis del fertilizante (kg/ha/día/M.S.)

Dosis de N (kg/ha)	C O R T E S		
	1° + 2°	1°	2°
30	40,28	29,42	53,77
60	44,21	35,83	54,64
120	49,28	44,76	54,92
240	48,24	47,12	49,64

Queda claro entonces, que uno de los beneficios más significativos de la fertilización nitrogenada en el momento de la siembra es la obtención anticipada de forraje otoñal, subsanando así las urgentes necesidades nutricionales del ganado en este período. Se debe mencionar además, el gran volumen de forraje otoñal logrado con este manejo y la importancia del mismo si se decide diferir su utilización para la estación invernal.

IV.C.1.2. Contenido porcentual de Nitrógeno. El Cuadro N° 25 muestra el efecto de la fertilización sobre el porcentaje de N del forraje.

Cuadro N° 25. Porcentaje de N del forraje otoñal en función de la dosis del fertilizante aplicado

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	30	60	120	240	15	30	60	120	10	20	40	80
	1,93	2,48	2,81	3,20	1,72	1,89	2,38	2,85	1,78	1,75	1,95	2,54
	1,73	1,79	2,27	2,38	1,76	1,56	1,82	2,13	1,92	1,88	2,33	2,45

En general, se comprobó que el contenido porcentual de N fue mayor en el primer corte que en el segundo. Este comportamiento era lógico de esperar y a su vez similar al observado cuando se evaluó el efecto de la fertilización sobre la producción de M.S.; ya que la disponibilidad de N fue mayor para el primer corte.

IV.C.1.3. Remoción de Nitrógeno. En esta estación, la cantidad de N removido por la pastura va a estar en función solamente de la dosis del nutriente inicialmente aplicada.

El Cuadro N° 17, muestra la remoción del N otoñal. En el mismo se evidencian diferencias notorias entre los distintos tratamientos como consecuencia del efecto dosis.

Para estimar la respuesta al N, se ajustaron ecuaciones de respuesta del tipo $Y = b_0 + b_1 N + b_2 N^2$. Las mismas y sus coeficientes de determinación se presentan en el Cuadro N° 26.

Cuadro N° 26. Ecuaciones de respuesta. u coeficientes de determinación, ajustados para cada época de aplicación del fertilizante (remoción del N otoñal).

Corte	
1°	$Y = 12,658 + 0,503 N - 0,001 N^2$ $R^2 = 0,922$
2°	$Y = 33,082 + 0,158 N - 0,0005 N^2$ $R^2 = 0,200$
1°+ 2°	$Y = 45,740 + 0,662 N - 0,002 N^2$ $R^2 = 0,827$

También se realizó el análisis de varianza de la regresión, el cual es presentado en el Cuadro N° 27.

Cuadro N° 27. Análisis de varianza de la regresión correspondiente a la remoción otoñal de N. (kg/ha,N)

Fuente de Variación	G.L.	1er. corte		2do. corte		1er.+2° corte	
		C.M.	F	C.M.	F	C.M.	F
Dosis	2	4558,66	181,706** (1)	239,38	3,339* (0,951)	6786,22	73,148** (1)
Bloques	2	34,61	1,379(NS) (0,733)	38,78	0,541(NS) (0,412)	108,59	1,170(NS) (0,676)
Residuos de la regresión	31	25,09		71,69		92,77	
TOTAL	35						

La fertilización inicial, presenta un significativo efecto sobre la remoción de N otoñal. Este efecto se evidencia notoriamente en el primero de los dos cortes realizados, dis

minuyendo en forma notable para el segundo de los mismos. Dicho comportamiento se debió a las óptimas condicionantes que se dieron para el primer corte, ya mencionadas cuando se analizó la producción de M.S. otoñal.

Las curvas que corresponden a la respuesta de N estimada a partir de las ecuaciones correspondientes, aparecen en las figuras Nos. 9, 10 y 11 (Curvas de respuesta para primer, segundo y primero y segundo corte acumulados).

IV.C.2. Producción invernal

Continuando con el análisis por estación, serán considerados los mismos items que para el período otoñal.

IV.C.2.1. Producción de M.S. Como era lógico esperar, en esta estación se obtuvo los menores rendimientos de M.S. del ciclo del cultivo. A pesar de ello, se registraron en algunos tratamientos rendimientos aceptables. Este es el caso de los tratamientos de dosis altas y fraccionadas en los cuales se alcanzaron 2.000 kg/ha de M.S. También fue bueno el nivel de producción logrado con el tratamiento que consistió en la aplicación de una dosis alta y única (Ver Cuadro N° 12).

Se podría concluir entonces, que para suelos como el evaluado y para las condiciones climáticas que se registraron en el año en que el experimento fue realizado, pueden ser logradas producciones satisfactorias con la aplicación del nutriente en dosis medias a altas fraccionadas o en dosis altas únicas.

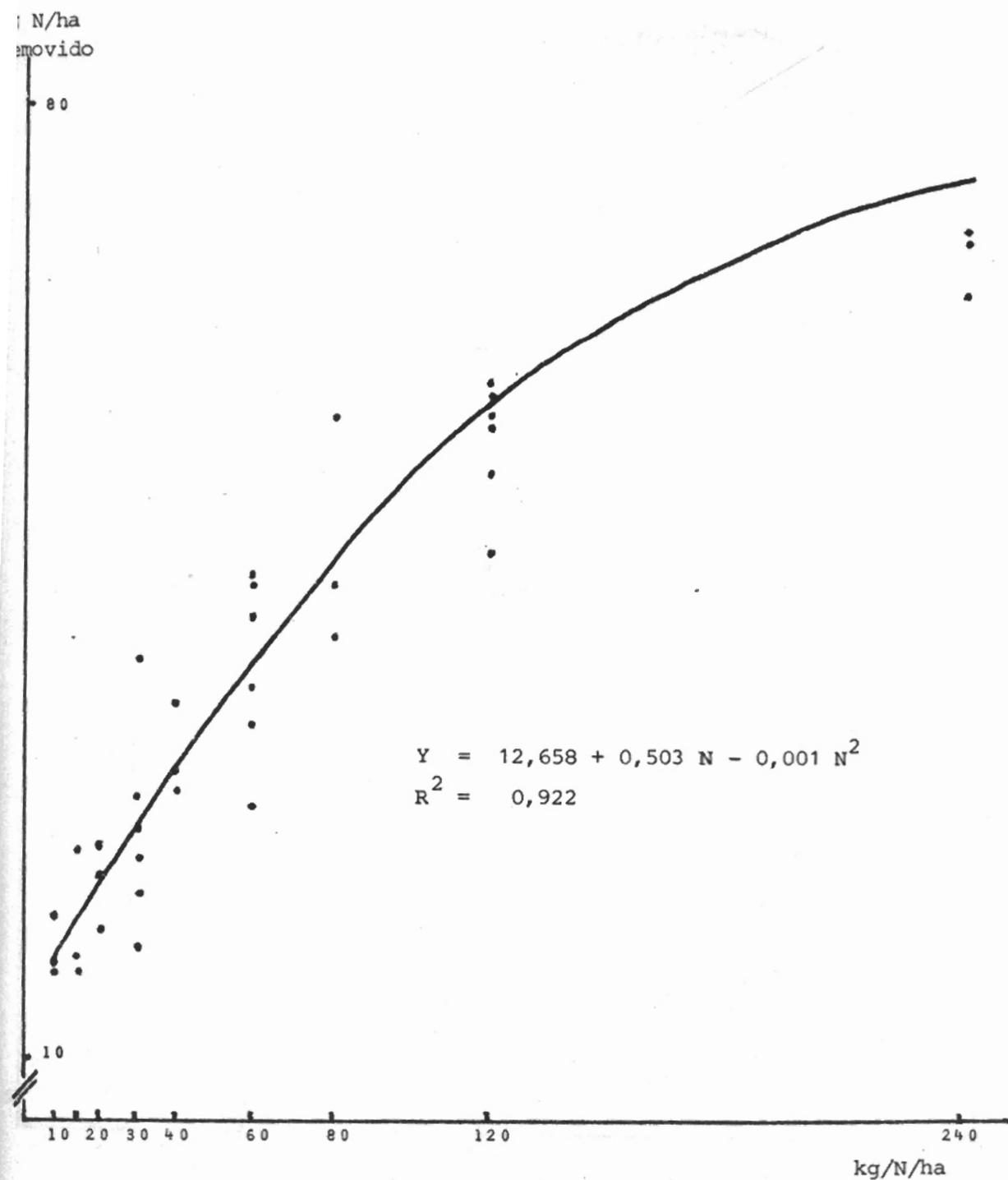


Figura N° 9. Remoción de N correspondiente al 1er. corte, estimada en la función de la dosis inicial de fertilizante.

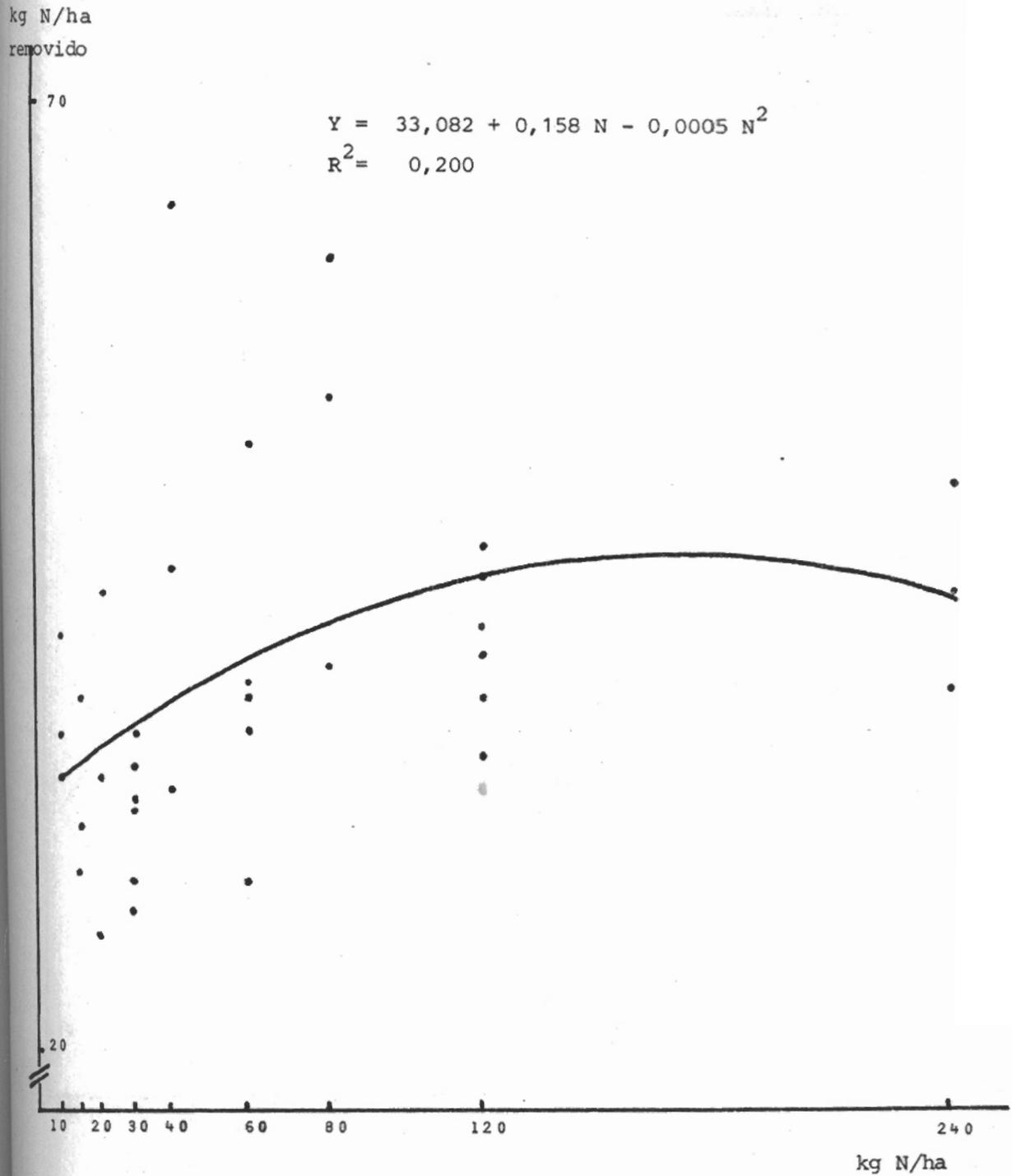


Figura N° 10. Remoción de N correspondiente al 2o. corte estimada en función de la dosis inicial de fertilizante.

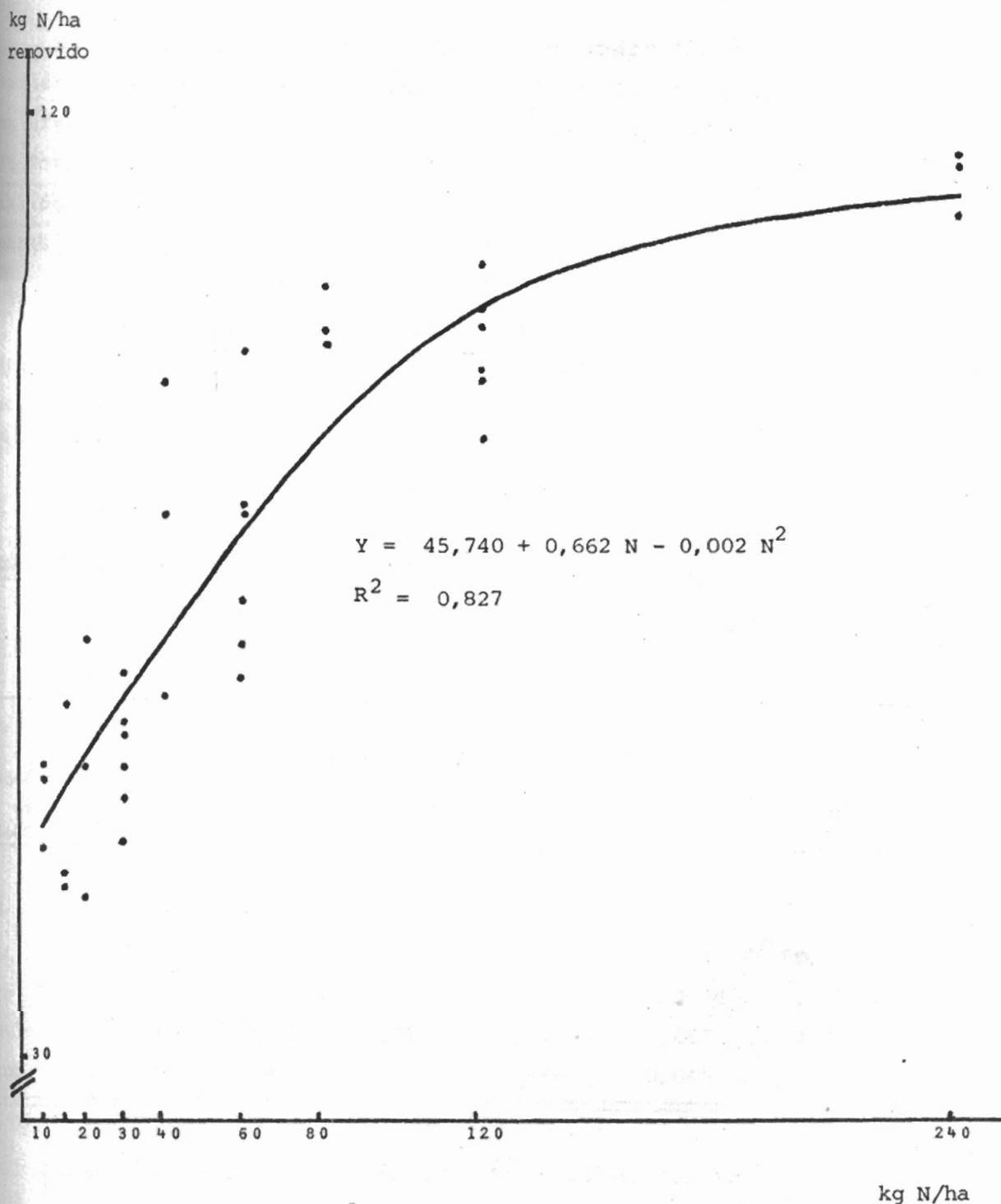


Figura N° 11. Remoción de N otoñal (1° y 2° corte) estimada en función de la dosis inicial de fertilizante.

En el Apéndice, Cuadro N° 45, se presenta el análisis de varianza de la producción invernal de M.S. Se puede apreciar un efecto muy significativo de la dosis, así como también de la forma de aplicación sobre la producción de M.S. en esta estación. La interacción entre dosis y época de aplicación alcanzó un nivel de significación del 93,50%.

La producción de M.S. observada en respuesta a las dosis empleadas, varía con cada una de las épocas de aplicación del nutriente. A los efectos de definir estas diferencias, fue realizado el análisis de varianza de la interacción. (Ver Cuadro N° 28).

Cuadro N° 28. Análisis de varianza de la interacción correspondiente a la producción de M.S. invernal (Toneladas/ha, M.S.)

Fuente de Variación	Materia Seca 3er. corte							
	Epoca de aplicación. Ton/ha, MS							
		I		II		III		
GL	CM	F	CM	F	CM	F		
N	3	0,478	10,622**	1,678	37,289**	1,234	27,422**	
L	1	1,394	30,978**	4,963	110,289**	3,634	80,755**	
C	1	0,006	0,133NS	0,058	1,289NS	0,0004	0,009NS	
Desvío	1	0,034	0,756NS	0,013	0,289NS	0,067	1,489NS	
error	22	0,045	---	0,045	---	0,045	---	

Para cada una de las épocas de aplicación la respuesta a las diferentes dosis es de tipo lineal. Sin embargo la eficiencia en el uso del N no es la misma y va en aumento con

el fraccionamiento. Ver Cuadro N° 30 (eficiencia de utilización).

Para cada forma de aplicación (época) se ajustaron ecuaciones de regresión del tipo $Y = b_0 + b_1 N$ por intermedio de las cuales fue posible estimar la respuesta al N en función del fraccionamiento del fertilizante. Estas ecuaciones de respuesta y sus coeficientes de determinación se presentan en el Cuadro N° 29.

Cuadro N° 29. Ecuaciones de respuesta al N aplicado y coeficiente de determinación ajustados para cada época de aplicación del fertilizante

	I	$Y = 237,261 + 4,237 N$ $R^2 = 0,9722$
Epoca	II	$Y = 446,739 + 7,996 N$ $R^2 = 0,9860$
	III	$Y = 292,522 + 10,263 N$ $R^2 = 0,9821$

Debe tenerse en cuenta que los tratamientos 9, 10, 11 y 12, es decir los correspondientes a la 3er. forma de aplicación del fertilizante, no habían completado aún la cantidad total de N.

En la figura N° 12 es posible observar gráficamente la estimación de la producción invernal de M.S. en función del fertilizante agregado en cada época de aplicación.

La eficiencia de utilización del N aplicado, estimada para cada una de las épocas se presenta en el Cuadro N° 30.

Cuadro N° 30. Eficiencia de Utilización en función de la época de aplicación (kg MS/kg de N aplicado)

<u>Epoca</u>	<u>Eficiencia de utilización</u>
I	4,238
II	7,996
III	10,263

Como ya fuera mencionado, la respuesta al N estimada para el corte invernal es de tipo lineal. Sin embargo ésta varía con la forma en que el fertilizante fue agregado, lográndose una mayor eficiencia de utilización a medida que el fraccionamiento fue en aumento.

También fue estimada la Tasa Diaria de producción de M.S. medida como kg de MS/ha/día, la que se presenta en el Cuadro N° 31 en el cual se comprueba que aumentando tanto las dosis del fertilizante como el fraccionamiento de las mismas, es posible obtener mayores tasas diarias de producción de M.S.

Se visualiza, además, una marcada disminución de las tasas diarias de esta estación, respecto de aquellas que corresponden al período otoñal (Ver Cuadro N° 24, Tasa diaria otoñal).

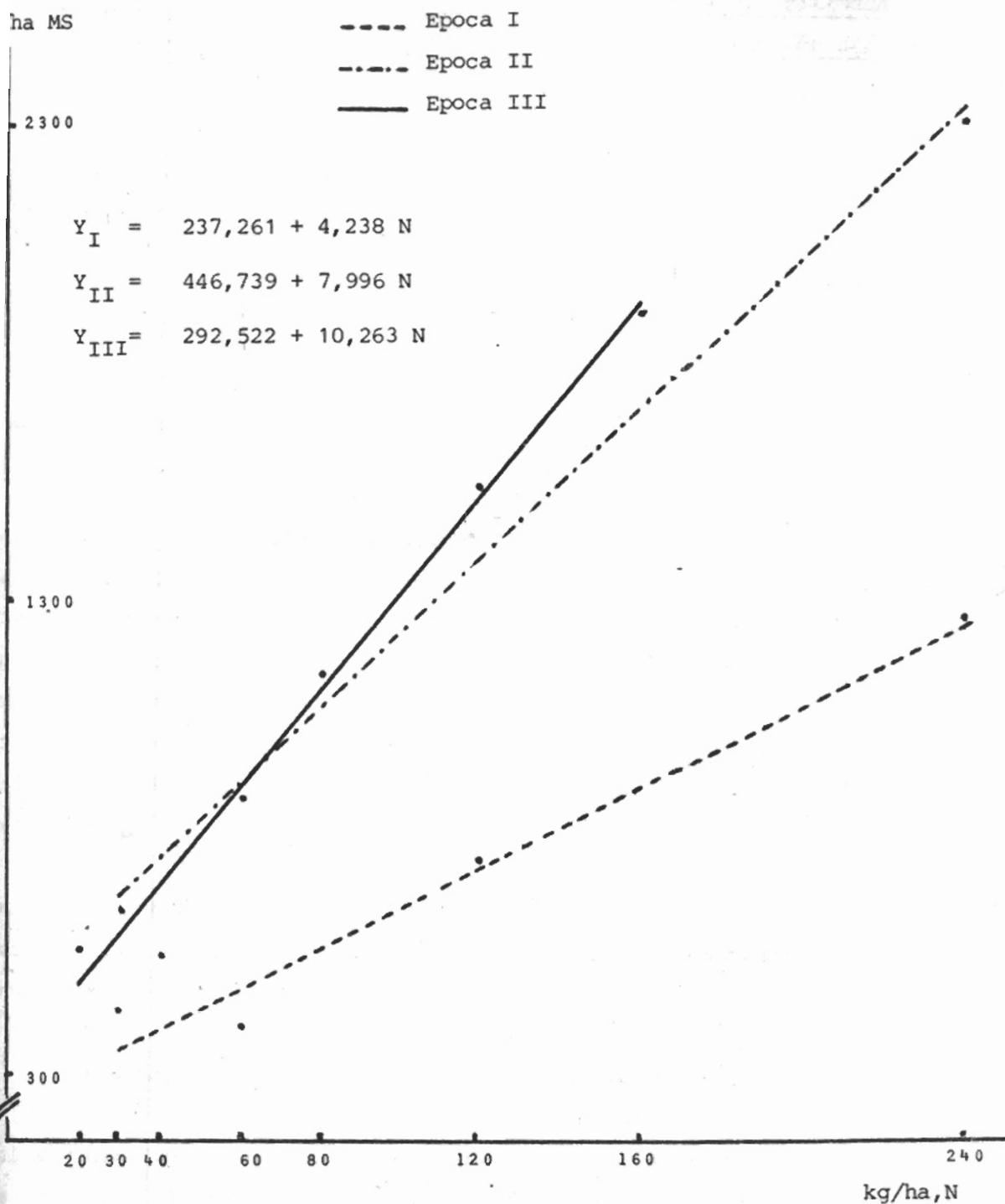


Figura N° 12. Producción de M.S. invernal, estimada en función de la dosis y de la época de aplicación de fertilizante.

Cuadro N° 31. Tasa diaria invernal de producción de M.S., estimada en función de la dosis y la época de aplicación del fertilizante (kg MS/ha/día)

Dosis de N kg/ha	Epoca I	Epoca II	Dosis de N kg/ha	Epoca III
30	5,281	9,951	20	7,214
60	7,124	13,427	40	10,189
120	10,809	20,381	80	16,139
240	18,179	34,287	160	28,038

Debido al tipo de suelo en que fue llevado a cabo el experimento y a las condiciones climáticas (pluviosidad) registradas en el período comprendido, no hubiera sido posible permitir entrar los animales a pastorear, como consecuencia del mal estado del piso que presentó la pastura. Por lo tanto una más ventajosa y eficiente utilización del forraje se logró mediante la cosecha por corte mecánico del mismo, pues así se evitó el perjudicar la pastura por el pisoteo de los animales.

IV.C.2.2. Contenido porcentual de nitrógeno. El porcentaje de N en contrado en el forraje invernal puede ser observado en el Cuadro N° 32.

Comparando estos datos con los presentados en el Cuadro N° 25 (porcentaje de N otoñal) se nota una clara disminución del contenido porcentual de N en aquellos tratamientos en donde el fertilizante ha sido aplicado todo a la siembra.

Cuadro N° 32. Contenido porcentual de N en el forraje
invernal en función de la dosis y época
de aplicación del fertilizante

Epoca	I				II				III			
Dosis	30	60	120	240	30	60	120	240	20	40	80	160
% de N	1,54	1,75	1,72	2,17	2,02	1,76	2,76	3,46	1,74	1,73	1,86	2,13

Hasta el presente corte la última fertilización ha sido realizada en las parcelas de los tratamientos 5, 6, 7 y 8 (Epoca II). Debido a ello, los mayores porcentajes de N encontrados corresponden a estos mismos tratamientos.

El contenido de N presente en el forraje de los tratamientos 9, 10, 11 y 12 (Epoca III) es intermedio entre el de las otras dos formas de aplicación.

En esta época tan crítica para la nutrición de los animales adquiere enorme importancia la calidad del forraje que se les brinde. Del cuadro precedente, queda claro que la obtención de forraje de buena calidad depende de la dosis así como también de la forma de aplicación del nutriente. Los mejores resultados, para cada una de las épocas, fueron logrados con dosis altas siendo la época II, aparentemente la más ventajosa.

IV.C.2.3. *Remoción de N.* La remoción de N obtenida en el período invernal puede ser apreciada en el Cuadro N° 17.

En dicho período se logra la menor remoción de N del ci

clo del cultivo, como consecuencia de la escasa producción de M.S. y el bajo contenido de N de la misma. Es posible, sin embargo, observar diferencias importantes entre los distintos tratamientos.

En el Apéndice, el Cuadro N° 45 ilustra el análisis de varianza correspondiente a la remoción de N invernal. Del mismo se desprende el efecto muy significativo de dosis, época e interacción (dosis-época) sobre los kg de N removidos por el cultivo.

Debido a ello fue realizado el análisis de varianza de la interacción (Ver Cuadro N° 33).

Cuadro N° 33. Análisis de varianza de la interacción correspondiente a la remoción de N invernal (kg/ha, N)

		Nitrógeno 3er. corte					
		Epoca de aplicación (kg.N/ha)					
Fuente de Variación	GL	I		II		III	
		CM	F	CM	F	CM	F
N	3	289,877	14,231**	2.983,667	146,474**	646,559	31,741**
L	1	848,844	41,671**	8.797,880	431,904**	1.909,490	93,740**
C	1	9,179	0,451NS	15,123	0,742NS	5,838	0,286NS
desvío	1	11,608	0,570NS	137,997	6,774*	24,349	1,195NS
error	22	20,370	----	20,370	----	20,370	----

Como puede ser apreciado, la respuesta a las dosis es de tipo lineal, siendo válida para las tres épocas de aplicación estudiadas. A pesar de ello, el fraccionamiento incide sobre la eficiencia de utilización del N aplicado, siendo ésta dife

rente según la época. Esto es claramente visualizado en la figura N° 13 (curva de N tercer corte).

Como se aprecia en la figura, existe una respuesta diferencial según la época de aplicación. La época II presenta en este caso la mejor eficiencia; en segundo término se encuentra la época III. Conviene hacer nuevamente la salvedad de que esta última época de aplicación no ha completado aún la totalidad del N a agregar.

A los efectos de cuantificar la respuesta al N en función del fraccionamiento del fertilizante, se ajustaron para cada época ecuaciones de respuesta del tipo $Y = b_0 + b_1 N$.

Dichas ecuaciones y sus coeficientes de determinación son presentados en el Cuadro N° 34.

Cuadro N° 34. Ecuaciones de respuesta y coeficientes de determinación ajustados para cada época de aplicación del fertilizante (Remoción de N, tercer corte)

EPOCA	I	$Y = 1,870 + 0,105 N$ $R^2 = 0,9761$
	II	$Y = -0,557 + 0,337 N$ $R^2 = 0,9821$
	III	$Y = 3,120 + 0,235 N$ $R^2 = 0,9841$

A partir de las ecuaciones de respuesta fueron graficados los rendimientos estimados de N/ha para las tres épocas de aplicación del fertilizante (ver figura N° 13).

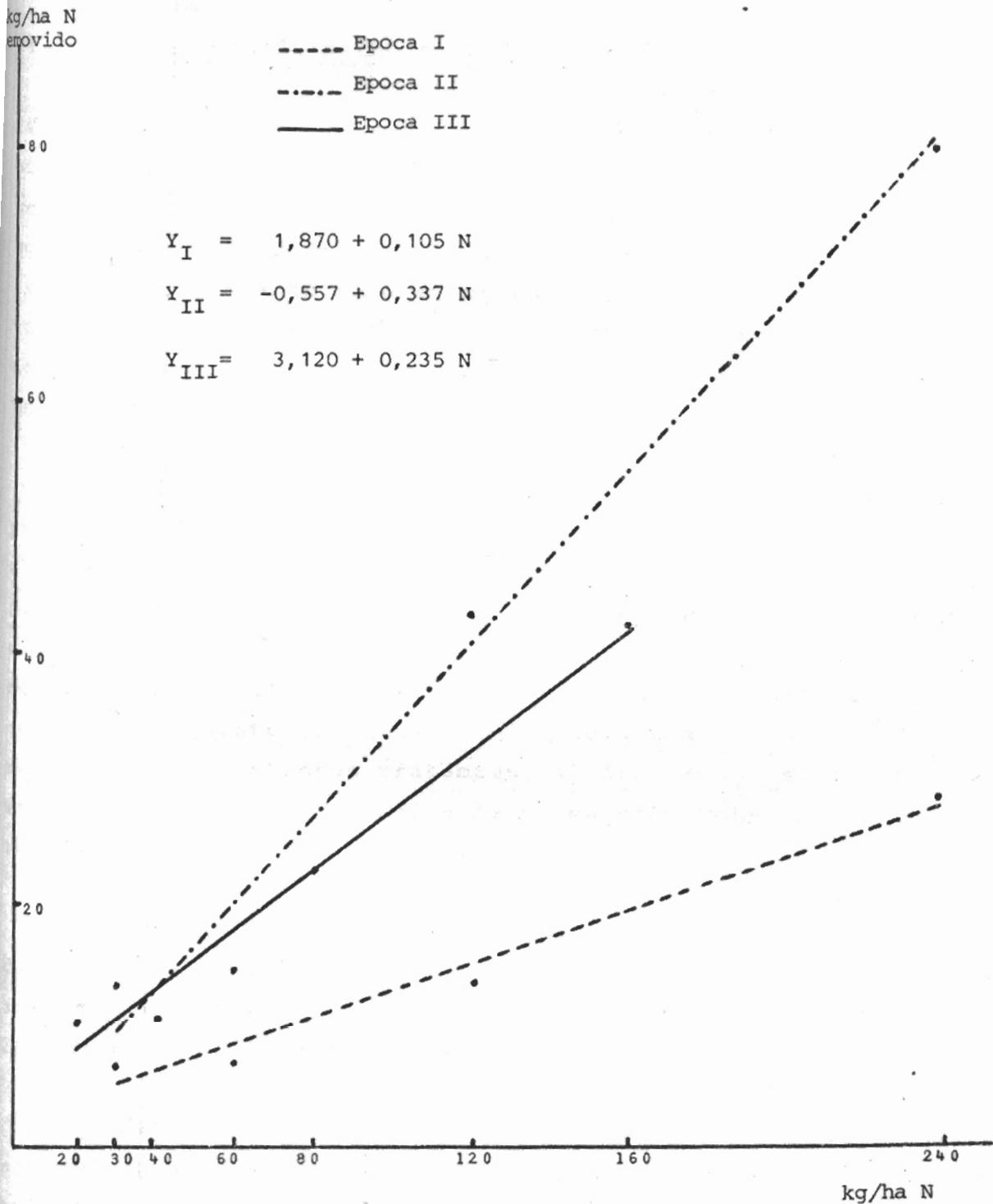


Figura N° 13. Remoción de N invernal estimada en función de la dosis y época de aplicación del fertilizante.

IV.C.3. Producción primaveral

IV.C.3.1. *Producción de M.S.* En el Cuadro N° 12 pueden ser observados los rendimientos de MS/ha correspondientes a este período. Como puede apreciarse los rendimientos alcanzados son altos y las diferencias entre los distintos tratamientos evaluados son claras para el cuarto de los cortes. El comportamiento de la pastura en el quinto corte es una muestra evidente de la notoria disminución de la acción que sobre ésta han presentado los tratamientos ensayados.

El análisis de varianza que corresponde a la producción primaveral de M.S. es presentado en el Apéndice, Cuadro N° 47. En él, se percibe un efecto muy significativo de la dosis, la época de aplicación, así como también de la interacción entre ambas sobre la producción del cuarto corte, así como de la producción total de primavera (4°+ 5° corte). Dado que para el quinto corte no se evidencia una respuesta diferencial a los distintos tratamientos realizados, el estudio en esta estación será referido a la producción total de primavera y a la producción del cuarto corte.

La magnitud de la respuesta al N para una misma dosis fue diferente de acuerdo a la forma de aplicación utilizada. El análisis de varianza de la interacción (Cuadro N° 35) se realizó como forma de definir donde radican esas diferencias.

Con referencia a la producción total de M.S. primaveral, es evidente que en cualquiera de las épocas de aplicación estudiadas, la respuesta aumentó prácticamente en forma lineal hasta los 240 kg/ha de N. En el cuarto corte, las épocas I y

II presentaron iguales características. No sucedió lo mismo con la época III, en la cual los aumentos en la producción de MS fueron disminuyendo con los sucesivos incrementos en la dosis (ley de rendimientos decrecientes); y el máximo estimado no se alcanzó dentro del rango de dosis ensayado.

Cuadro N° 35. Análisis de varianza de la interacción correspondiente a la producción total de M.S. primaveral (4°+ 5° corte) y a la producción de MS del cuarto corte (tt/ha, MS)

		Materia Seca 4°+ 5° corte					
		Epoca de aplicación tt MS/ha					
Fuente de Variación	GL	I		II		III	
		CM	F	CM	F	CM	F
N	3	1,269	5,742**	1,013	4,584**	8,033	36,348**
L	1	2,814	12,733**	2,245	10,158**	23,958	108,407**
C	1	0,244	1,104 (NS)	0,0002	0,0009 (NS)	0,112	0,508 (NS)
desvío	1	0,749	3,389 (+)	0,793	3,588 (+)	0,027	0,122 (NS)
error	22	0,221	---	0,221	---	0,221	---

		Materia Seca Cuarto corte					
		Epoca de aplicación tt MS/ha					
Fuente de Variación	GL	I		II		III	
		CM	F	CM	F	CM	F
N	3	0,199	2,803 (+)	0,572	8,056**	6,533	92,014**
L	1	0,591	8,324**	1,699	23,929**	18,864	265,690**
C	1	0,0007	0,010 (NS)	0,015	0,211 (NS)	0,717	10,098**
desvío	1	0,006	0,084 (NS)	0,001	0,014 (NS)	0,017	0,239 (NS)
error	22	0,071	----	0,071	----	0,071	----

Para poseer una estimación de la respuesta al nutriente en función del fraccionamiento del fertilizante se ajustaron para cada época ecuaciones de respuesta del tipo:

$$Y = b_0 + b_1 N \quad \text{y} \quad Y = b_0 + b_1 N + b_2 N^2$$

En el Cuadro N° 36 se presentan estas ecuaciones y sus coeficientes de determinación.

Cuadro N° 36. Ecuaciones de respuesta y coeficientes de determinación ajustados para cada época de aplicación del fertilizante (producción de MS 4°+ 5° corte, y 4° corte)

Epoca	4° + 5° corte	4° corte
I	Y = 2.048,65 + 6,021 N R ² = 0,7391	Y = 392,217 + 2,760 N R ² = 0,9880
II	Y = 2.811,04 + 5,377 N R ² = 0,7389	Y = 636,348 + 4,679 N R ² = 0,9900
III	Y = 2.986,73 + 17,569 N R ² = 0,9940	Y = 169,450 + 30,917 N + + 0,055 N ² R ² = 0,9991

A partir de las mismas fueron estimados los rendimientos de kg/ha de MS, los cuales aparecen graficados en las figuras Nos. 14 y 15.

El Cuadro N° 37 presenta la eficiencia de utilización del N aplicado.

Cuadro N° 37. Eficiencia de utilización en función de la dosis y de la época de aplicación del fertilizante (kg de MS/kg de N aplicado)

Dosis de N kg/ha	4° + 5° corte			4° corte		
	I	II	III	I	II	III
30 - 60	6,021	5,377	17,569	2,760	4,679	25,967
60 - 120	6,021	5,377	17,569	2,760	4,679	21,017
120 - 240	6,021	5,377	17,569	2,760	4,679	11,117

En general se observa un incremento de la eficiencia de utilización del nutriente aplicado a medida que el fraccionamiento va en aumento. Se puede mencionar que para la época de aplicación III correspondiente al cuarto corte, la eficiencia encontrada fue disminuyendo con el aumento de las dosis. Esto concuerda con los datos anteriormente presentados. Para las demás épocas de aplicación del cuarto corte y para todas las del acumulado (cuarto más quinto corte) las eficiencias halladas no varían con las diferentes dosis ya que ellas se han ajustado a una respuesta de tipo lineal.

El Cuadro N° 38 muestra la tasa diaria de producción de M.S. estimada.

Como puede ser visualizado, existe un incremento de la tasa diaria en respuesta a aumentos tanto en las dosis como en el fraccionamiento del fertilizante. Cabe destacar las altas tasas logradas cuando el fertilizante fue aplicado en dosis medias a altas y fraccionado en tres épocas.

kg/ha, M.S.

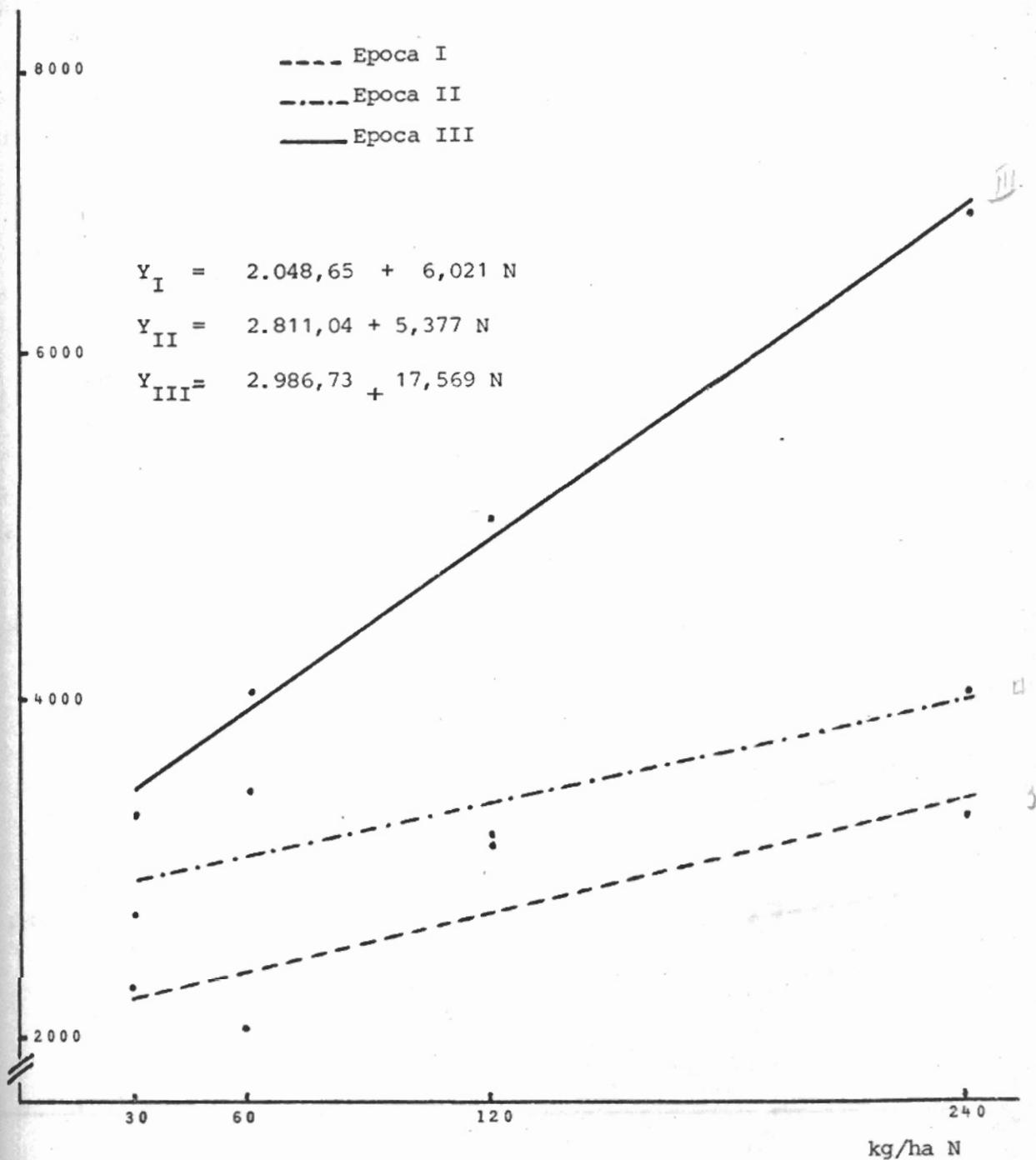


Figura N° 14. Producción de M.S. primaveral (4° + 5° corte) estimada en función de la dosis y época de aplicación del fertilizante.

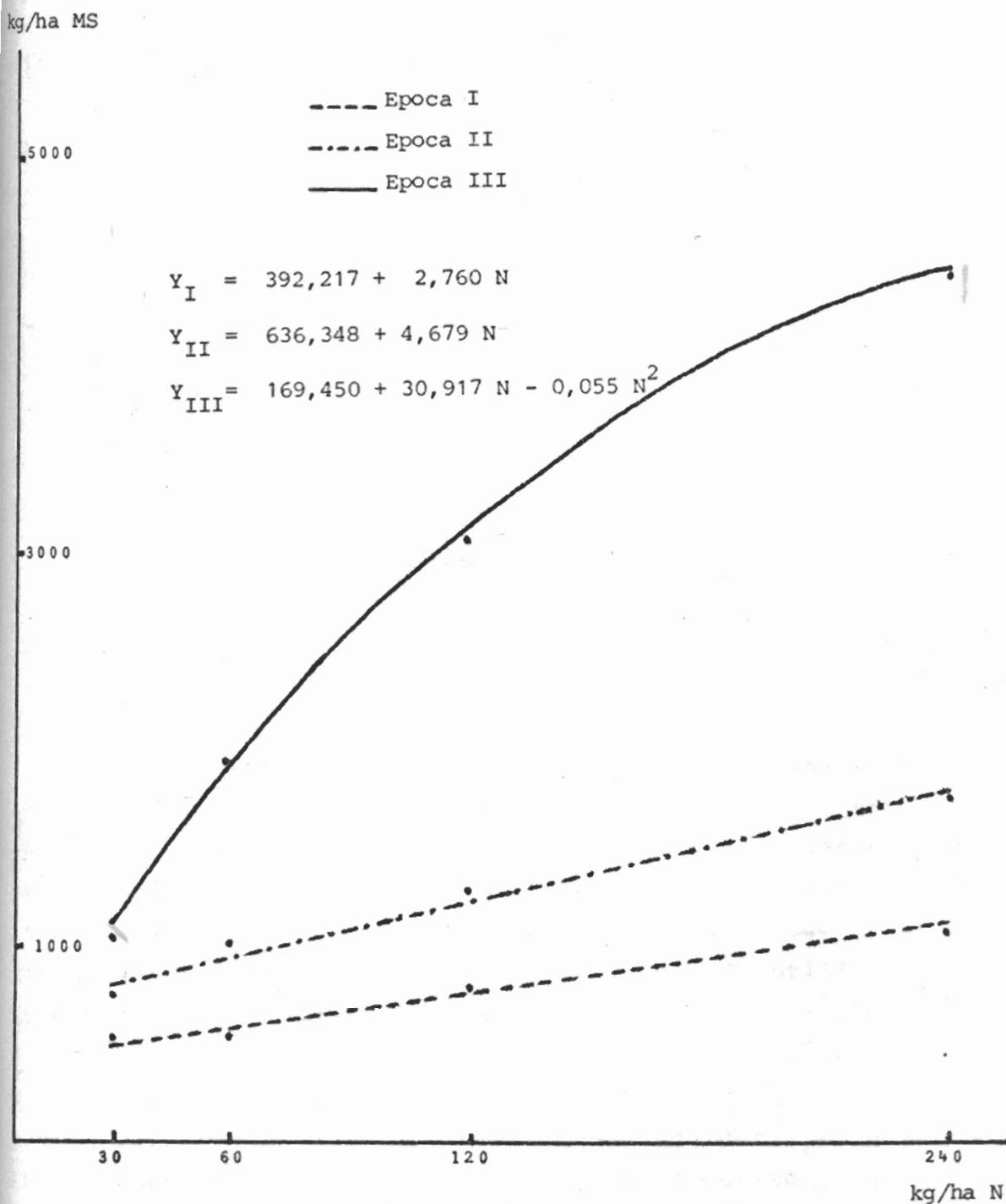


Figura N° 15. Producción de M.S. correspondiente al 4to. corte estimada en función de la dosis y época de aplicación del fertilizante.

Cuadro N° 38. Tasa diaria de producción de M.S. estimada para el cuarto corte, en función de la dosis y la época de aplicación del fertilizante

Dosis de N (kg/ha)	kg./ha/día/M.S.		
	I	II	III
30	9,500	15,534	20,949
60	11,156	18,342	36,529
120	14,468	23,957	61,750
240	21,092	35,186	88,431

En estas condiciones se alcanzaron niveles de 60 a casi 90 kg de MS/ha/día. Otra forma de apreciar esto es observando directamente la producción de M.S. obtenida en este período. Queda claro entonces el gran volumen de forraje logrado con el manejo anteriormente señalado y la relevancia de este comportamiento, si se decide utilizar la pastura como reserva forrajera.

IV.C.3.2. *Contenido porcentual de N.* Los porcentajes de N obtenidos en el forraje cosechado en el cuarto y quinto corte, que corresponden a la estación primaveral se pueden apreciar en el Cuadro N° 39.

Cuadro N° 39. Contenido porcentual de N en el forraje primaveral, en función de la dosis y época de aplicación del fertilizante

Epoca	I					III						
	30	60	120	240	30	60	120	240	30	60	120	240
Dosis												
% de nitrógeno	4°C 1,333	1,333	1,314	1,248	1,418	1,267	1,277	1,361	1,352	1,22	1,466	1,957
	5°C 0,907	0,994	0,994	0,926	0,917	0,83	0,917	0,946	0,917	0,917	0,936	0,850

El contenido de N del forraje correspondiente a las parcelas donde los tratamientos 9, 10, 11 y 12 (época III) fueron aplicados, fue el más satisfactorio comparado con las restantes épocas de aplicación, en el cuarto corte.

Analizando los datos correspondientes al quinto corte, ninguna de las tres formas de aplicación del nutriente tuvo efecto significativo sobre el porcentaje de N del forraje cosechado.

Los bajos contenidos registrados están relacionados fundamentalmente al estado vegetativo en que se encontraba la pastura en este período. La misma se hallaba en la etapa de alargamiento de entrenudos, lo que determinó la obtención de altos rendimientos de M.S., pero de baja calidad.

IV.C.3.3. Remoción de Nitrógeno

Los kg de N removidos por el cultivo durante este período pueden apreciarse en el Cuadro N° 17.

Las diferencias entre los tratamientos son aparentemente muy claras en el cuarto corte y en el acumulado.

Como fuera mencionado anteriormente, la remoción importante de N alcanzada en esta estación, tendría su origen en la gran producción de MS obtenida.

En el Apéndice, Cuadro N° 48, se muestra el análisis de varianza correspondiente a la remoción de N primaveral.

Como sucedió con el análisis de varianza de la producción de MS en esta estación, en el quinto corte tampoco se observó una respuesta diferencial a los tratamientos ensayados. Sin embargo se aprecia un efecto muy significativo de la dosis, la época de aplicación y la interacción entre ambas sobre el N removido en el cuarto corte y en el acumulado (cuarto más quinto corte).

El efecto del N agregado, para una misma dosis, será diferente según la forma como éste se aplique.

El análisis de varianza de la interacción se presenta en el Cuadro N° 40.

Con respecto a la remoción de N en el cuarto corte, dada cada una de las épocas de aplicación estudiadas, la respuesta al nutriente agregado aumentó prácticamente en forma lineal hasta los 240 kg/ha de N.

En el acumulado, las épocas II y III poseen similares características en sus respuestas al N aplicado. Pero esto no se repite para la época I en la cual los aumentos en la remoción de N van disminuyendo con los sucesivos incrementos en las dosis.

En este caso, el máximo estimado se obtuvo al agregar 199 kg/ha de N.

Se ajustaron para cada época ecuaciones de respuesta del tipo: $Y = b_0 + b_1N$ y $Y = b_0 + b_1N + b_2N^2$ lo que permite estimar la respuesta al nutriente en función del frac

cionamiento. Las mismas y sus coeficientes aparecen en el Cuadro N° 41.

Cuadro N° 40. Análisis de varianza de la interacción correspondiente a la remoción de nitrógeno primaveral (4° y 5° corte) y a la remoción de N del 4to. corte (kg/ha, N)

NITROGENO CUARTO MAS QUINTO CORTE

Fuente de Variación	GL	Epoca de aplicación, kg/N/ha					
		I		II		III	
		CM	F	CM	F	CM	F
N	3	139,536	5,201**	166,340	6,200**	3.312,989	123,481**
L	1	304,123	11,335**	477,835	17,810**	9.924,617	369,907**
C	1	56,080	2,090(+)	0,152	0,006 (NS)	3,381	0,126 (NS)
desvío	1	58,405	2,177(+)	21,033	0,784 (NS)	10,969	0,409 (NS)
error	22	26,83	----	26,83	----	26,83	----

NITROGENO CUARTO CORTE

Fuente de Variación	GL	Epoca de aplicación, kg/N/ha					
		I		II		III	
		CM	F	CM	F	CM	F
N	3	28,418	2,213(+)	105,659	8,229**	3.114,199	242,539**
L	1	83,843	6,530*	316,876	24,679**	9.340,519	727,455**
C	1	0,551	0,043 (NS)	0,081	0,006 (NS)	0,366	0,028 (NS)
desvío	1	0,861	0,067 (NS)	0,022	0,002 (NS)	1,713	0,133 (NS)
error	22	12,840	----	12,840	----	12,840	----

Cuadro N° 41. Ecuaciones de respuesta y coeficiente de determinación ajustados para cada época de aplicación del fertilizante (Remoción de N del 4° + 5° corte y 4° corte)

Epoca	Cuarto más quinto corte	Cuarto corte
I	Y = 15,466 + 0,199 N - 0,0005 N ² R ² = 0,8033	Y = 5,415 + 0,0329 N R ² = 0,9841
II	Y = 26,735 + 0,0784 N R ² = 0,9584	Y = 8,255 + 0,0639 N R ² = 0,9980
III	Y = 22,87 + 0,358 N R ² = 0,9980	Y = 2,825 + 0,3469 N R ² = 0,9980

Los rendimientos de N estimados a partir de estas ecuaciones fueron representados gráficamente. Ellos se pueden apreciar en las figuras Nos. 16 y 17.

IV.D. CONTENIDO DE NITRATOS EN EL SUELO

Para las profundidades estudiadas, el análisis de las muestras de suelo extraídas previamente a la siembra detectó un nivel bajo de nitratos. Los datos surgidos del muestreo de presiembra se presentan en el Cuadro N° 42.

Previamente fue presentada y discutida la respuesta en producción de forraje a la fertilización nitrogenada. Esta puede atribuirse fundamentalmente a la baja fertilidad original detectada en el suelo.

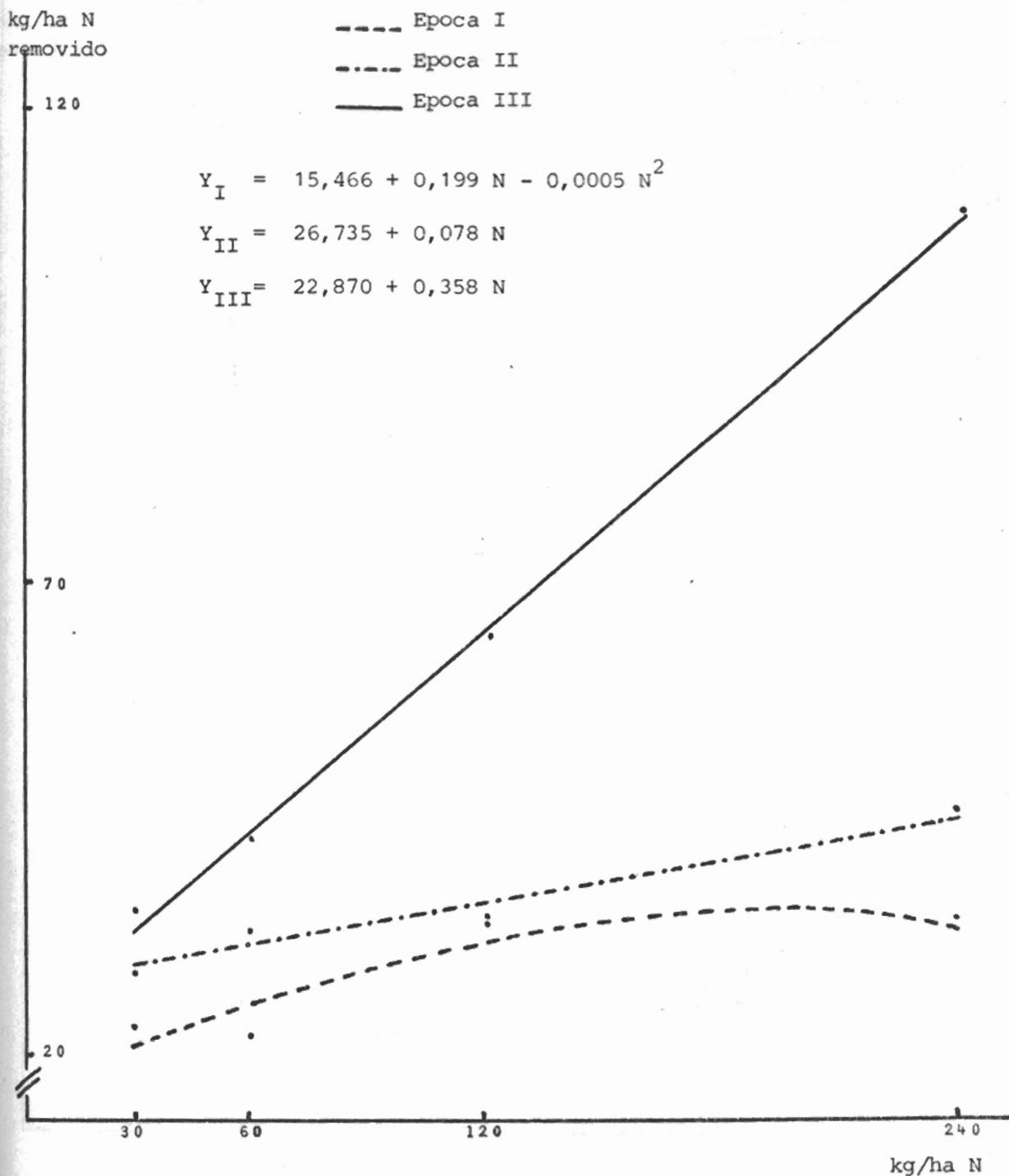


Figura N° 16. Remoción de N primaveral (4° y 5° corte) estimada en función de la dosis y época de aplicación del fertilizante.

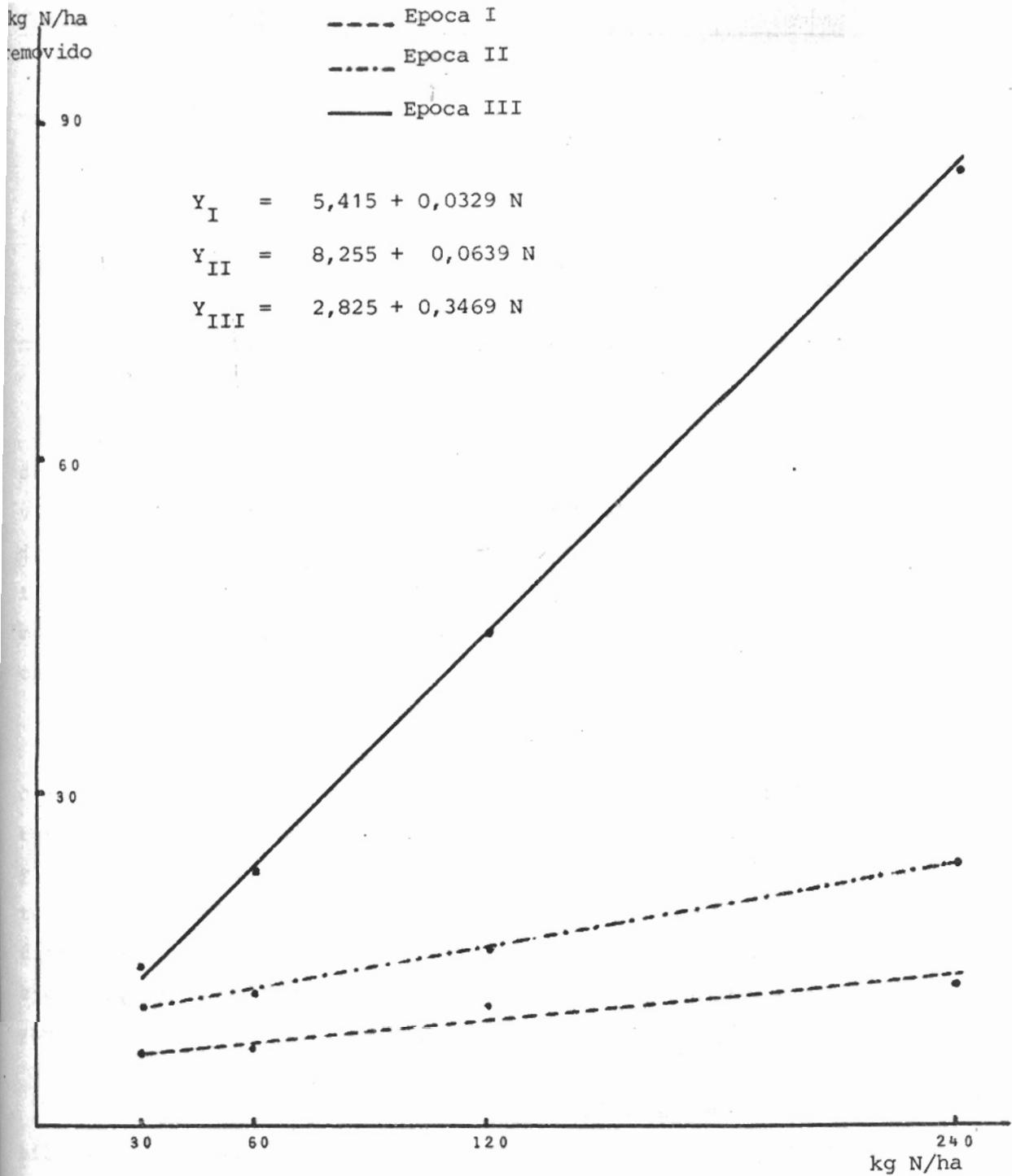


Figura N° 17. Remoción de N correspondiente al 4to. corte. estimada en función de la dosis y época de aplicación del fertilizante.

Cuadro N° 42. Análisis de nitratos del 6 de Marzo (presiembr)

Profundidad	B l o q u e s					
	I		II		III	
	ppm	kg/ha	ppm	kg/ha	ppm	kg/ha
A	3,8	9,50	4,5	11,25	5,0	12,50
B	1,9	4,75	3,0	7,50	2,4	6,00

El Cuadro N° 43 permite ver la adecuada disponibilidad de nitrógeno durante el otoño, a través del nitrógeno removido por el cultivo y del que potencialmente pudo haber sido utilizado. En esta estación se observa, para aquellos tratamientos con dosis medias a bajas, que el nitrógeno removido por la pastura supera en cantidad al nitrógeno aplicado.

Es muy probable que el cultivo, dadas sus características morfológicas (gran desarrollo radicular), pudiera utilizar el nitrógeno disponible en el perfil a profundidades mayores que las estudiadas en el presente trabajo. Este hecho también fue visualizado en invierno y primavera. Para esta última estación, también pudo haber influido el nitrógeno aportado por el proceso de mineralización de la materia orgánica.

En términos generales, se apreció una buena disponibilidad del nutriente a lo largo del ciclo de la pastura.

Cuadro N° 43. Remoción otoñal de N (kg/ha) y contenido de N del suelo al 21 de Mayo.

Tratamientos No.	Dosis	Foliar kg/ha N		Suelo kg/ha N 21 Mayo
		1°- 2° corte	Profundidad	
1	30	58,29	A	4,83
			B	2,19
2	60	73,84	A	5,29
			B	3,73
3	120	101,06	A	7,83
			B	3,75
4	240	113,93	A	10,17
			B	11,46
5	15	52,15	A	4,63
			B	3,37
6	30	59,73	A	5,63
			B	2,27
7	60	82,64	A	5,29
			B	2,54
8	120	94,35	A	5,17
			B	2,27
9	10	54,82	A	5,00
			B	2,56
10	20	57,51	A	4,94
			B	2,25
11	40	80,26	A	4,46
			B	1,96
12	80	100,11	A	6,25
			B	2,98

Cabe destacar como hecho importante que los tratamientos con dosis fraccionadas permitieron una remoción más eficiente del nitrógeno por la pastura que los mismos aplicados en dosis únicas.

Esto surge claramente del análisis del Cuadro N° 17 y del análisis de nitratos de las muestras extraídas posteriormente a la última cosecha de forraje. Este último está resumido en el Cuadro N° 44.

Según surge en el Cuadro N° 44, no existen grandes diferencias en el contenido de Nitratos presentes en el suelo, entre los distintos tratamientos, luego del último corte.

Cuadro N° 44. Contenido de Nitratos del suelo al 9 de
Noviembre (post último corte)

<i>Tratamientos</i>	<i>Profundidad</i>	<i>p.p.m.</i>	<i>kg/ha</i>
1	A	4.83	10.96
	B	2.35	5.88
2	A	3.35	8.38
	B	3.80	9.50
3	A	3.73	9.33
	B	2.15	5.38
4	A	2.15	5.38
	B	2.08	5.21
5	A	3.48	8.71
	B	1.87	4.67
6	A	2.13	5.31
	B	2.12	5.29
7	A	3.12	7.79
	B	2.67	6.67
8	A	3.35	8.38
	B	5.22	13.04
9	A	4.10	10.25
	B	3.00	7.50
10	A	2.73	6.83
	B	2.27	5.67
11	A	2.83	7.08
	B	2.07	5.17
12	A	2.73	6.83
	B	2.02	5.04

V. RESUMEN Y CONCLUSIONES

El ensayo consistió en la evaluación de diferentes tratamientos de N agregados a una mezcla forrajera de avena y raigrás sobre un suelo planosol, dístrico, ócrico, de la unidad Angostura. Dichos tratamientos consistieron en la aplicación de 4 dosis diferentes de N fraccionadas en tres épocas distintas que fueron:

- 1) dosis completa a la siembra.
- 2) 1/2 de la dosis a la siembra.
1/2 aproximadamente a los 100 días de la siembra.
- 3) 1/3 de la dosis a la siembra.
1/3 aproximadamente a los 75 días de la siembra.
1/3 aproximadamente a los 150 días de la siembra.

Las dosis ensayadas fueron de 30, 60, 120 y 240 kg/ha de N. Se midió la respuesta a los tratamientos realizados en términos de producción de kg/ha de M.S., remoción de kg/ha de N y contenido porcentual de N en la pastura.

También se evaluó el contenido de nitratos en el suelo a lo largo de todo el ciclo del cultivo.

La fertilización nitrogenada sobre gramíneas anuales es tal vez la herramienta de manejo más importante que posee el productor para intentar lograr los mejores rendimientos. Del ensayo realizado es posible extraer las siguientes conclusiones:

V.A. PRODUCCION TOTAL

- La fertilización nitrogenada presentó un efecto muy claro sobre la producción de M.S. y sobre la remoción de N, ya sean totales o por estación, alcanzándose producciones totales de M.S. y remociones totales de N que oscilaron entre los 6000 y 13000 kg/ha las primeras y entre 90 y 250 kg/ha las segundas, según los distintos tratamientos realizados.

- El fraccionamiento del fertilizante también mostró un efecto muy marcado sobre la producción de M.S. y sobre la remoción de N, ya sean totales o por estación. Dicho efecto es aditivo respecto al de la dosis.

- Los máximos rendimientos de M.S. y N fueron logrados con dosis altas y fraccionadas en tres épocas (forma de aplicación III).

- La eficiencia de utilización de N (kg de M.S./kg de N aplicado):
 - 1) fue mayor a dosis bajas.
 - 2) mostró para una misma dosis un incremento al aumentar el fraccionamiento del fertilizante.
 - 3) presentó su mayor efecto al fraccionamiento a dosis altas del nutriente.

- Se logra incrementar la tasa diaria de producción de M.S. con aumentos en las dosis y en el fraccionamiento del fertilizante agregado.

V.B. PRODUCCION OTONAL

- La fertilización nitrogenada en el momento de la siembra permite cosechar el forraje en forma anticipada.
- Es posible obtener un gran volumen de forraje otoñal y de buena calidad cuando se aplican dosis medias a altas en la siembra. Esta respuesta es importante si se decide diferir su utilización para el período invernal.

V.C. PRODUCCION INVERNAL

- Se pueden alcanzar producciones satisfactorias de M.S. y N con la aplicación del nutriente en dosis medias a altas fraccionadas o altas únicas. La obtención de rendimientos de hasta 2300 kg/ha de M.S. y de hasta 80 kg/ha de N lo confirman.

Se obtiene forraje de buena calidad:

- 1) en aquellos tratamientos que incluyen dosis altas del nutriente.
- 2) con la época de aplicación II.

V.D. PRODUCCION PRIMAVERAL

- Se alcanza una gran respuesta en producción de M.S. y en la remoción de N al fertilizante, cuando éste es aplicado en dosis altas y con máximo fraccionamiento. Este manejo adquiere un rol fundamental cuando se pretende utilizar la pastura como reserva forrajera.

V.E. CONTENIDO DE NITRATOS EN EL SUELO

- La gran remoción de N realizada por la pastura, se vió reflejada en la existencia de bajos niveles de N en el suelo durante todo el ciclo del cultivo.

De estas conclusiones se deriva, para las condiciones de producción analizadas, la necesidad de programar la dosis y el fraccionamiento del N, en función de los requerimientos fo
rrajeros del caso.

VI. A P E N D I C E

Cuadro N° 45. Análisis de varianza del efecto de la dosis y época de aplicación del fertilizante sobre la producción de M.S. y remoción de N invernales (kg/ha, MS y kg/ha, N)

Causa de Variación	G. L.	M.S.		N		
		CM	F	CM	F	
REPETICIONES	2	32.762,33	0,721 (NS) 0,502	12,48	0,613 (NS) 0,449	
T R A T A M I E N T O S	DOSIS	3	3.176.052,00	69,868** (1)	3.132,18	153,782** (1)
	EPOCA	2	1.201.736,00	26,436** (1)	1.771,90	86,996** (1)
	INTERACCION	6	107,633,81	2,368 (NS) (0,935)	394,40	19,364** (1)
ERROR	22	45.457,85	---	20,37	---	

Cuadro N° 46. Análisis de varianza del efecto de la dosis y época de aplicación del fertilizante sobre la producción de M.S. y remoción de N totales (kg/ha M.S. y kg/ha, N)

Fuente de Variación	GL	M.S. TOTAL		N TOTAL	
		CM	F	CM	F
BLOQUES	2	494.772,31	1,581 (NS)	268,52	1,866 (NS)
DOSIS	3	31.780.789,33	101,570**	27.662,52	192,282 **
EPOCA	2	16.326.432,00	52,179**	2.397,79	16,667**
INTEGRACION	6	2.107.859,00	6,737**	732,22	5,090**
ERROR	22	312.895,56	---	143,86	---

Cuadro N° 47. Análisis de varianza del efecto de la dosis y época de aplicación del fertilizante sobre la producción primaveral de M.S. (kg/ha, MS)

Fuente de variación	GL	4to. corte		5to. corte		4° + 5° corte	
		CM	F	CM	F	CM	F
BLOQUES	2	154.318,69	2,159 (NS)	7.147,59	0,043 (NS)	223.592,44	1,011 (NS)
DOSIS	3	4.689.276,00	65,618**	310,042,06	1,863 (NS)	7.311.504,00	33,045**
EPOCA	2	11.653.088,00	163,065**	376.080,81	2,260 (NS)	15.755.616,00	71,209**
INTEGRACION	6	1.308.030,00	18,304**	342.350,00	2,058 (NS)	1.501.704,00	6,787**
ERROR	22	71.462,81	---	166.387,37	---	221.257,75	---

Cuadro N° 48. Análisis de varianza del efecto de la dosis y época de aplicación del fertilizante sobre la remoción primaveral de N (kg/ha, N)

Fuente de variación	GL	4° corte		5° corte		4° + 5° corte	
		CM	F	CM	F	CM	F
BLOQUES	2	19,06	1,485 (NS)	7,21	0,608 (NS)	49,09	1,829 (NS)
DOSIS	3	1.698,07	132,287**	27,32	2,303 (NS)	2.147,54	80,029**
EPOCA	2	3.618,46	281,895**	10,84	0,914 (NS)	4.015,29	149,632**
INTEGRACION	6	775,12	60,385**	21,80	1,837 (NS)	735,69	27,416**
ERROR	22	12,84	-----	11,86	-----	26,83	-----

Cuadro N° 49. Producción total de M.S. (kg/ha) en función de la dosis y el fraccionamiento de N (Valores observados por parcela)

Tratamientos con N (kg/ha)	kg/ha, M.S. BLOQUES		
	I	II	III
30	6.086	6.324	5.570
60	5.827	6.146	5.970
120	7.802	8.308	7.573
240	9.368	7.867	8.772
15 - 15	5.325	7.264	6.610
30 - 30	8.508	7.201	8.055
60 - 60	8.239	9.835	8.151
120 - 120	10.167	10.287	10.318
10 - 10 - 10	6.359	7.152	7.162
20 - 20 - 20	7.798	7.848	7.914
40 - 40 - 40	9.764	10.737	9.657
80 - 80 - 80	12.445	13.512	13.253

Cuadro N° 50. Remoción total de N (kg/ha) en función de las dosis y el fraccionamiento de N (Valores observados por parcela)

Tratamientos con N (kg/ha)	kg/ha, N BLOQUES		
	I	II	III
30	93,04	91,39	79,63
60	94,29	111,61	103,28
120	147,50	149,78	146,93
240	191,27	163,51	174,34
15 - 15	79,24	109,69	94,23
30 - 30	100,38	106,79	112,86
60 - 60	146,08	174,70	156,64
120 - 120	222,42	215,19	223,99
10 - 10 - 10	92,04	99,29	107,93
20 - 20 - 20	93,91	117,47	121,98
40 - 40 - 40	161,99	195,52	142,61
80 - 80 - 80	248,11	248,52	255,06

Cuadro N° 51. Primer corte, producción de MS (kg/ha) en función de la dosis inicial de fertilizante (Valores observados por parcela)

Tratamientos		BLOQUES		
N°	kg/ha/N	kg/ha, M.S.		
		I	II	III
1	30	1.371	1.405	865
2	60	1.749	1.740	1.258
3	120	2.364	2.017	1.904
4	240	2.106	2.180	2.218
5	15	882	1.358	1.105
6	30	1.166	2.032	1.560
7	60	1.112	2.049	1.751
8	120	2.014	1.894	1.760
9	10	961	821	1.125
10	20	1.220	1.282	1.371
11	40	1.562	1.707	1.689
12	80	1.675	1.933	2.004

Cuadro N° 52. Primer corte, remoción de N (kg/ha) en función de la dosis inicial de fertilizante (Valores observados por parcela)

Tratamientos		BLOQUES		
N°	kg/ha/N	I	II	III
1	30	26,87	24,45	18,18
2	60	37,24	44,89	34,46
3	120	58,86	59,92	56,54
4	240	70,76	66,50	70,77
5	15	15,79	25,12	16,69
6	30	21,56	39,23	29,34
7	60	28,03	45,28	42,20
8	120	57,60	50,38	53,17
9	10	15,85	15,85	19,80
10	20	19,15	23,33	25,36
11	40	35,93	26,69	30,75
12	80	41,21	44,46	57,32

Cuadro N° 53. Segundo corte, producción de M.S. (kg/ha) en función de la dosis inicial de fertilizante (Valores observados por parcela)

Tratamientos		BLOQUES kg/ha, MS		
N°	kg/ha, N	I	II	III
1	30	2.051	1.873	2.188
2	60	1.692	1.895	2.275
3	120	1.967	1.650	1.958
4	240	1.839	1.962	1.808
5	15	1.808	2.185	1.683
6	30	1.911	1.853	1.953
7	60	2.246	2.909	2.134
8	120	1.888	2.051	1.808
9	10	2.418	1.656	1.868
10	20	1.759	1.665	2.105
11	40	2.067	2.232	1.797
12	80	2.217	2.301	1.859

Cuadro N° 54. Segundo corte, remoción de N (kg/ha) en función de la dosis inicial de fertilizante (Valores observados por parcela)

Tratamientos		BLOQUES		
N°	kg/ha, N	I	II	III
1	30	35,08	33,52	36,75
2	60	28,93	37,14	38,89
3	120	46,80	35,63	45,42
4	240	44,33	50,03	39,41
5	15	31,82	38,46	29,62
6	30	28,85	27,42	32,81
7	60	40,88	52,06	39,48
8	120	42,30	38,56	41,04
9	10	42,06	34,28	36,62
10	20	26,03	34,47	44,20
11	40	45,68	64,95	33,78
12	80	62,06	54,77	40,53

Cuadro N° 55. Tercer corte, producción de M.S. (kg/ha) en función de la dosis y época de aplicación del fertilizante (Valores observados por parcela)

Tratamientos		BLOQUES		
N°	kg/ha, N	kg/ha, MS		
		I	I	III
1	30	567	433	313
2	60	345	457	405
3	120	666	780	813
4	240	1.447	813	1.534
5	15 - 15	506	739	681
6	30 - 30	1.206	446	1.016
7	60 - 60	1.631	1.453	1.533
8	120 - 120	2.311	2.287	2.345
9	10 - 10	642	651	427
10	20 - 20	566	694	488
11	40 - 40	1.152	1.348	986
12	80 - 80	1.818	1.667	2.309

Cuadro N° 56. Tercer corte, remoción de N (kg/ha) en función de la dosis y época de aplicación del fertilizante
(Valores observados por parcela)

Tratamientos		BLOQUES		
N°	kg/ha, N	I	II	III
1	30	8,52	7,12	4,61
2	60	5,99	8,04	7,14
3	120	11,33	13,49	14,13
4	240	31,83	16,60	34,80
5	15 - 15	9,76	14,34	14,87
6	30 - 30	15,40	11,11	15,27
7	60 - 60	41,65	42,45	43,05
8	120 -120	78,27	77,20	84,46
9	10 - 10	9,48	12,18	7,99
10	20 - 20	9,48	12,81	8,17
11	40 - 40	19,27	29,07	17,34
12	80 - 80	39,71	34,52	49,11

Cuadro N° 57. Cuarto corte, producción de M.S. (kg/ha) en función de la dosis y época de aplicación del fertilizante (Valores observados por parcela)

Tratamientos		BLOQUES		
		kg/ha, M.S.		
N°	kg/ha, N	I	II	III
1	30	464	505	477
2	60	-	551	502
3	120	625	937	714
4	240	1.387	786	959
5	15 - 15	531	712	931
6	30 - 30	1.040	1.040	769
7	60 - 60	1.187	1.292	937
8	120 - 120	1.755	1.765	1.691
9	10 - 10 - 10	787	952	1.299
10	20 - 20 - 20	1.762	2.029	1.866
11	40 - 40 - 40	2.361	3.575	3.229
12	80 - 80 - 80	4.001	4.999	4.247

Cuadro N° 58. Cuarto corte, remoción de N (kg/ha) en función de la dosis y época de aplicación del fertilizante (Valores observados por parcela)

Tratamientos		BLOQUES kg/ha, N		
N°	kg/ha, N	I	II	III
1	30	6,98	6,16	6,09
2	60	-	7,18	6,84
3	120	9,04	11,96	8,71
4	240	18,88	10,69	9,79
5	15 - 15	7,53	10,10	13,21
6	30 - 30	13,35	12,09	10,69
7	60 - 60	15,83	15,76	--
8	120 - 120	23,88	24,53	22,53
9	10 - 10 - 10	10,27	12,96	18,05
10	20 - 20 - 20	20,50	24,16	24,35
11	40 - 40 - 40	36,83	51,73	44,88
12	80 - 80 - 80	80,59	93,59	84,30

Cuadro N° 59. Quinto corte, producción de M.S. (kg/ha) en función de la dosis y época de aplicación del fertilizante (Valores observados por parcela)

Tratamientos		BLOQUES		
N°	kg/ha, N	I	II	III
1	30	1.632	2.109	1.727
2	60	---	1.503	1.530
3	120	2.181	2.924	2.185
4	240	2.588	2.127	2.252
5	15 - 15	1.597	2.269	2.210
6	30 - 30	3.185	1.830	2.757
7	60 - 60	2.062	2.133	1.795
8	120 - 120	2.199	2.290	2.713
9	10 - 10 - 10	1.552	3.071	2.443
10	20 - 20 - 20	2.491	2.177	2.085
11	40 - 40 - 40	2.622	1.875	1.956
12	80 - 80 - 80	2.734	2.611	2.834

Cuadro N° 60. Quinto corte, remoción de N (kg/ha) en función de la dosis y época de aplicación del fertilizante (Valores observados por parcela)

Tratamientos		BLOQUES		
N°	kg/ha, N	I	II	III
1	30	15,58	20,14	14,01
2	60	-	14,36	15,95
3	120	21,46	28,77	22,13
4	240	25,47	19,70	19,57
5	15 - 15	14,34	21,67	19,84
6	30 - 30	21,21	16,94	24,76
7	60 - 60	19,69	19,16	16,12
8	120 - 120	20,37	24,52	22,79
9	10 - 10 - 10	14,37	24,02	25,46
10	20 - 20 - 20	18,75	22,69	19,91
11	40 - 40 - 40	24,28	20,09	15,86
12	80 - 80 - 80	24,55	21,17	23,81

VII. BIBLIOGRAFIA

1. ABICHANDANI, C.T. et al. Studies on soil fertility and fertilizer requeriment of important fodder crops. Indian Grassland and Fodder Research Institute. Annual Report 1970. pp.60-65. (Original no consultado; compendiado en Herbage Abstracts 43(6):1956. 1973)
2. ARGENTINA. INSTITUTO NACIONAL DE TECNOLOGIA AGROPECUARIA. Avena, cebada y centeno. IDIA (Argentina) no. 135:1-15. 1959.
3. BAJPAI, L.D. et al. Nitrate accumulation in oats as influenced by nitrogen and stage of plant growth. Forage Research (India) 2(2):175-177. 1976. (Original no consultado; compendiado en Soils and Fertilizers Abstracts 41(4):2027. 1978).
4. BROCKMAN, J.S. The growth rate of grass as influenced by fertilizer nitrogen and stage of defoliation. In International Grassland Congress, 10th., Helsinki, Finland, 1966. Papers. Helsinki, 1966. v.1 pp.144-149.
5. BROWN, A.R., MORRIS, H.D. and MOREY, D.D. Responde of seven oat varieties to different levels of fertilization. Agronomy Journal 53(6):366-369. 1961.
6. BURTON, G.W. and PRINE, G.M. Forage production of Rye, Oats and Ryegrass as influenced by fertilization and management. Agronomy Journal 50(5):260-262. 1958.

7. CARAMBULA, M. Producción y manejo de pasturas sembradas. Montevideo, Hemisferio Sur, 1977. pp.201-219.
8. CARRILLO, J. et al. Pasturas de avena. II. Producción de carne/ha comparada con producción de carne y grano. In Asociación Argentina de Producción Animal. Buenos Aires. Producción animal. Buenos Aires, Hemisferio Sur, 1974. v.3.
9. _____. y EYRAS, J.O. Prácticas de manejo en pastoreos de avena. In Asociación Argentina de Producción Animal. Buenos Aires. Producción animal. Buenos Aires, Hemisferio Sur, 1974. v.3.
10. CASTLE, M.E. and REID, D. Irrigation of grassland in south-west Scotland and its influence on the utilization of fertilizer nitrogen. In International Grassland Congress, 8th., Reading, England, 1960. Proceedings. Oxford, 1960. pp.146-150.
11. _____. Nitrogen and herbage production. Journal of the British Grassland Society 18:1-6. 1963.
12. COOK, L.J. and LOVETT, J.V. Response of oats to nitrogen and defoliation. Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry 14(68):373-379. 1974.
13. COWLING, D.W. The effect of white clover and nitrogenous fertilizer on the production of a sward. I. Total annual production. Journal of the British Grassland Society 16:281-290. 1961.

14. COWLING, D.W. The effect of white clover and nitrogenous fertilizer on the production of a sward. Journal of the British Grassland Society 17:282-286. 1962.
15. _____. and LOCKYER, D.R. A comparison of the reaction of different grass species to fertilizer nitrogen and the growth in association with white clover. I. Yield of dry matter. Journal of the British Grassland Society 20:197-204. 1965.
16. _____. The response of grass swards to nitrogenous fertilizer. In International Grassland Congress, 10th., Helsinki, Finland, 1966. Papers. Helsinki, 1966. v.1. pp.114-119.
17. _____. and LOCKYER, D.R. A comparison of the reaction of different grass species to fertilizer nitrogen and to growth in association with white clover. II. Yield of nitrogen. Journal of the British Grassland Society 22:53-61. 1967.
18. CHIARA, G. Verdes de invierno. Revista de la Asociación de Ingenieros Agrónomos del Uruguay no. 2:25. 1975.
19. GARDNER, A.L., ALBURQUERQUE, H.E. y DE LUCIA, G.R. Producción de pasturas de Italian Raigrás y cereales de invierno en La Estanzuela. Uruguay. Centro de Investigaciones Agrícolas Alberto Boerger. Estación Experimental La Estanzuela. Boletín Técnico no. 28. 1968. 24 p.

20. GIBBSONS, W.J. Intoxicación de avena verde y fotosensibilización icterogénica en los vacunos. In Asociación Argentina de Producción Animal. Buenos Aires. Producción animal. Buenos Aires, Hemisferio Sur, 1974. v.3
21. GREEN, J.O. and COWLING, D.W. Nitrogen fertilizers and the nitrogen cycle. In International Grassland Congress, 8th., Reading, England, 1960. Proceedings. Oxford, 1960. pp.126-129.
22. GRUNES, D.L. and KRANTZ, B.A. Nitrogen fertilization increases N, P and K concentrations in oats. Agronomy Journal 50(12):729-732. 1958.
23. -HARMSSEN, G.W. and KULENBRANDER, G.J. Soil inorganic nitrogen. In Bartholomew, W.V. and Clark, F.E., eds. Soil nitrogen. Madison, Wis., American Society of Agronomy, 1965. pp.43-92.
24. HOLT, E.C. Growth behavior and management of small grain for forage. Agronomy Journal 54(3):272-275. 1962.
25. HUNT, I.V. Studies in response to nitrogen. III. The development of response to fertilizer nitrogen in primary growth of ryegrass. Journal of the British Grassland Society 28:109-118. 1973.
26. KALTOFEN, H. et al. The effect of heavy doses of nitrogen applied to pasture in spring compared with split applications given during the vegetative period. In International Grassland Congress, 10th., Helsinki, Finland, 1966. Papers. Helsinki, 1966. v.1 pp.141-144.

27. KRESGE, C.B. and SATCHELL, D.P. Gaseous loss of ammonia from nitrogen fertilizers applied to soils. *Agronomy Journal* 52(2):104-107. 1960.
28. KRETSCHMER JUNIOR, A.E. Nitrate accumulation in everglades forages. *Agronomy Journal* 50(6):314-316. 1958.
29. KUGLER, W.F. y GODOY, E.F. Avena. In Parodi, L.R., comp. *Enciclopedia argentina de agricultura y jardinería*. Buenos Aires, ACME, 1964. v.2 Parte 2 pp.505-516.
30. LARSON, K.L. et al. Nitrate-nitrogen accumulation under Bromegrass sod fertilized annually at six levels of nitrogen for fifteen years. *Agronomy Journal* 63(4): 527-533. 1971.
31. MILLOT, J.C., REBUFFO, M.I. y ACOSTA, Y.M. RLE 115; nueva variedad de avena. Uruguay. Centro de Investigaciones Agrícolas Alberto Boerger. Estación Experimental La Estanzuela. *Miscelánea no. 36*. 1981. pp.1-12.
32. MORRIS, H.D. and GARDNER, F.P. The effect of nitrogen fertilization and duration of clipping period on forage and grain yields of oats, wheat and rye. *Agronomy Journal* 50(8):454-457. 1958.
33. OGATA, G. and CALDWELL, A.C. Nitrate content of soils and nitrogen content of oats plants as affected by rates of liming. *Agronomy Journal* 52(2):65-68. 1960.
34. PEARSON, R.W. Liming and fertilizer efficiency. *Agronomy Journal* 50(7):336-362. 1958.

35. RAMAGE, C.H. et al. Yield and chemical composition of grasses fertilized heavily with nitrogen. *Agronomy Journal* 50(2): 59-62. 1958.
36. REID, D. The response of herbage yields and quality to a wide range of nitrogen application rates. In International Grassland Congress, 10th., Helsinki, Finland, 1966. Papers. Helsinki, 1966. v.1 pp.119-123.
37. RYEGRASS. Uruguay. Ministerio de Ganadería y Agricultura. Boletín Informativo no. 2 1962.
38. SAXENA, M.C., JOSHI, L. and RAI, S.D. Studies on the performance of two oats as affected by dates of planting and level of nitrogen fertilization. *Indian Journal of Agronomy* 16(3):288-292. 1971. (Original no consultado; compendiado en *Herbage Abstracts* 44(1):89. 1974).
39. SHIRIVASTAVA, J.P., CHANDRAWANSHI, J.L. and KHARE, A.K. Effect of nitrogen levels and cutting managements on yield and protein content of two varieties of oats forage. *JNKVV Research Journal (India)* 7(4):229-235. 1973. (Original no consultado; compendiado en *Soils and Fertilizers Abstracts* 38(9):3686. 1975).
40. TIWARI, K.P., CHANDRAWANSHI, J.L. and SHRIVASTAVA, J.P. Notes on studies in forage oats. *Indian Journal of Agronomy* 16(4):522-523. 1971. (Original no consultado; compendiado en *Herbage Abstracts* 44(1):43. 1974)

41. TOOMRE, R.I. Effect of high rates of nitrogenous fertilizers on the yield and chemical composition of grasses. In International Grassland Congress, 10th., Helsinki, Finland, 1966. Papers. Helsinki, 1966. v.1 pp.137-140.
42. URUGUAY. MINISTERIO DE GANADERIA Y AGRICULTURA. DEPARTAMENTO DE ESTADISTICA. Censo General agropecuario 1966. Montevideo, 1968.
43. _____. Censo general agropecuario 1970. Montevideo, 1973.
44. VAN BURG, P.F.J. Nitrogen fertilization and the seasonal production of a grassland herbage. In International Grassland Congress, 8th., Reading, England, 1960. Proceedings. Oxford, 1960. pp.142-146.
45. _____. Nitrate as an indicator of the nitrogen-nutrition status of grass. In International Grassland Congress, 10th., Helsinki, Finland, 1966. Papers. Helsinki, 1966. v.1 pp.177-182.
46. VIETS JUNIOR, K.G. The plant's need for and use of nitrogen. In Bartholomew, W.V. and Clark, F.E., eds. Soil nitrogen. Madison, Wis., American Society of Agronomy, 1965. pp.503-549.
47. WASHKO, J.B. and MARRIOTT, L.F. Yield and nutritive value of grass herbage as influenced by nitrogen fertilization in the northeastern United States. In International Grassland Congress, 8th., Reading, England, 1960. Proceedings. Oxford, 1960. pp.137-141.

48. WIIILHITE, F.M., ROUSE, H.K. and MILLER, D.E. High altitude meadows in Colorado. III. The effec of nitrogen fertilization on crude protein production. Agronomy Journal 47(3):117-122. 1955.