

Calenf. 10

T. 1572

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

EFFECTO DE LA DOSIS Y LA EPOCA DE APLICACION
DE LA FERTILIZACION NITROGENADA
EN VERDEOS DE AVENA Y RAIGRAS

por

Raquel CASARTELLI CARAMELA
María Elena VIDAL RODRIGUEZ

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

FACULTAD DE AGRONOMIA

DEPARTAMENTO DE
DOCUMENTACION Y
BIBLIOTECA

Montevideo
URUGUAY
1983

TESIS aprobada por:

Director: Lej. Agr. ARMANDO RABUFFETTI
(Nombre completo y firma)

Lej. Agr. MILTON Casarubas
(Nombre completo y firma)

Lej. Agr. Juan Casarubas
(Nombre completo y firma)

Fecha: _____

Autor: RAQUEL CASARTELLI CARAMELLA ROSSIGNOLI
(Nombre completo y firma)

MARIA ELENA VIDAL RODRIGUEZ
(Nombre completo y firma)

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos la colaboración prestada en la realización de este trabajo a

. Ing. Agr. Armando Rabuffetti

. Ing. Agr. Omar N. Casanova

. Ing. Agr. Milton Carámbula

y a los funcionarios, docentes y no docentes de la Cátedra de "Suelos" y del Departamento de Documentación y Biblioteca de la Facultad de Agronomía.

TABLA DE CONTENIDO

	<u>Página</u>
PAGINA DE APROBACION	II
AGRADECIMIENTOS	III
LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES	VII
I. <u>INTRODUCCION</u>	1
II. <u>REVISION BIBLIOGRAFICA</u>	2
A. DINAMICA DEL NITROGENO EN EL SUELO	2
1. Materia orgánica y Fertilidad del suelo	2
2. Otras fuentes de Nitrógeno	6
a. Fijación microbiológica	6
b. Precipitaciones	7
3. Pérdidas de Nitrógeno del suelo	8
a. Lixiviación	8
b. Pérdidas en forma gaseosa	8
c. Erosión	11
B. CONSIDERACIONES GENERALES SOBRE EL USO DE FERTILIZANTES NITROGENADOS EN VERDEOS IN- VERNALES PARA LA PRODUCCIÓN ANIMAL	12
1. Antecedentes nacionales	12
2. Ventajas de la utilización de la mezcla avena-raigrás	14
3. La dosis y su forma de aplicación según el manejo de la pastura	17

	<u>Página</u>
4. Eficiencia de utilización del fertilizante	22
a. Nitrógeno recuperado	22
b. Utilización de Nitrógeno para producción de materia seca	22
5. Incidencia de los factores climáticos	23
III. <u>MATERIALES Y METODOS</u>	25
A. UBICACION DE LOS ENSAYOS	25
B. CARACTERISTICAS DE LOS SUELOS	25
C. DISEÑO DEL EXPERIMENTO	26
D. MANEJO DE LOS ENSAYOS	28
1. Historia anterior de la chacra	28
2. Fertilización	28
3. Siembra	28
4. Cosecha	28
5. Muestreo de suelos	29
6. Calendario de trabajos	29
E. ANALISIS QUIMICOS	29
1. Análisis foliar	29
2. Análisis de suelo	30
3. Análisis estadísticos	30
IV. RESULTADOS Y DISCUSION	31
A. CONSIDERACIONES GENERALES	31
B. PRODUCCION OTOÑAL	33
1. Análisis de producción de materia seca	33
2. Análisis de la absorción de Nitrógeno	38
3. Resumen de la producción otoñal	42

	<u>Página</u>
C. PRODUCCION INVERNAL	44
1. Análisis de la producción de materia seca	44
2. Análisis de la absorción de Nitrógeno	51
3. Resumen de la producción invernal	57
D. PRODUCCION PRIMAVERAL	58
1. Análisis de la producción de materia seca	58
2. Análisis de la absorción de Nitrógeno	65
3. Resumen de la producción primaveral	72
E. PRODUCCION TOTAL	74
1. Análisis de la producción de materia seca	74
2. Análisis de la absorción de Nitrógeno	81
V. <u>CONCLUSIONES</u>	87
VI. <u>RESUMEN</u>	90
VII. <u>APENDICE</u>	93
VIII. <u>BIBLIOGRAFIA</u>	107

LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES

<u>Cuadro No.</u>		<u>Página</u>
1	Respuesta a la fertilización nitrogenada	13
2	Resultados de producción de M.S. en mayor posibilidad de carga animal	15
3	Producción promedio de M.S. otoñal	33
4	Producción de M.S.: SUELO I, 1er. y 2do. corte (1 vez)	34
5	Eficiencia otoñal de producción de materia seca	36
6	Tasa diaria de producción de materia seca otoñal	37
7	Absorción promedio de Nitrógeno otoñal en porcentaje	38
8	Absorción promedio de Nitrógeno otoñal en kg	39
9	Absorción de Nitrógeno - SUELO I - 1er. y 2do. corte (1 vez)	39
10	Eficiencia de absorción de N/kg N agregado	41
11	Producción promedio de M.S. invernal	44
12	ANAVA con descomposición factorial - SUELO I (Invierno) Materia seca	45

Cuadro No.Página

13	Tasas de crecimiento diario invernal	50
14	Eficiencia invernal para producción de materia seca (kg MS/kg N agregado)	50
15	Absorción promedio de Nitrógeno invernal en kg y en porcentaje para el SUELO I	51
16	Absorción promedio de Nitrógeno invernal en kg y en porcentaje para el SUELO II	52
17	ANAVA con descomposición factorial SUELO I (Invierno) Nitrógeno	53
18	Eficiencia en absorción de N/kg N aplicado (Invernal)	56
19	Producción promedio de materia seca primaveral	58
20	ANAVA SUELO I - Materia seca - Primavera	59
21	ANAVA con descomposición factorial. Materia seca (Primavera) SUELO II	61
22	Tasa de crecimiento diario primaveral	64
23	Eficiencia primaveral para producción de materia seca	65
24	Absorción promedio de Nitrógeno primaveral en kg y en porcentaje para el SUELO I	66
25	Absorción promedio de N primaveral en kg y en porcentaje para el SUELO II	66

Cuadro No.Página

26	ANAVA Nitrógeno para el SUELO I (Primavera)	67
27	ANAVA con descomposición factorial -SUELO II Nitrógeno (Primavera)	69
28	Eficiencia de la absorción de Nitrógeno	72
29	Producción total promedio de materia seca	75
30	ANAVA con descomposición factorial - SUELO I materia seca	76
31	Análisis de varianza con descomposición factorial - SUELO II - 1982.	77
32	Eficiencia del N aplicado según dosis y su fraccionamiento - SUELO I	79
33	Eficiencia del N aplicado según dosis y su fraccionamiento - SUELO II	79
34	Absorción total promedio en kg y en porcentaje de Nitrógeno para el SUELO I	81
35	Absorción total promedio de Nitrógeno en kg y en porcentaje para el SUELO II	82
36	Análisis de varianza con descomposición factorial - N total - SUELO I	82
37	Análisis de varianza con descomposición factorial - N total - SUELO II	83
38	Eficiencia en absorción total de N/kg N agregado	86

Gráfica No.Página

1	Rendimiento en M.S. y N	19
2	Producción de materia seca otoñal, SUELO II primer corte	35
3	Absorción de Nitrógeno otoñal - SUELO II primer corte	40
4	Producción de materia seca invernal - SUELO I tercer corte	46
5	Producción de materia seca invernal - SUELO II - segundo corte	48
6	Absorción de Nitrógeno invernal - SUELO I - tercer corte	54
7	Absorción de N invernal - SUELO II - segundo corte	55
8	Producción de materia seca primaveral - SUELO I - cuarto corte	60
9	Producción de materia seca primaveral - SUELO II - tercer corte	62
10	Absorción de N primaveral - SUELO I - cuarto corte	68
11	Absorción de N primaveral - SUELO II - tercer corte	70
12	Producción total de materia seca - SUELO I	78

13	Producción total de materia seca - SUELO II	80
14	Absorción total de N - SUELO I	84
15	Absorción total de N - SUELO II	85

I. INTRODUCCION

La producción animal del país ve afectado su rendimiento en el período del año que comienza a fines de otoño y se extiende todo el invierno, debido a la merma en la producción de las pasturas naturales así como las praderas permanentes. Para paliar esta situación es que surge la necesidad de establecer pasturas temporarias que cubran el déficit de dicho período. Es así que los verdeos invernales constituyen una herramienta fundamental para enfrentar cualquier tipo de explotación intensiva, como es el caso de los tambos, engorde de novillos, producción de corderos (Millot, Rebuffo y Acosta, 1981).

Estas praderas temporarias proveen de una alta producción de materia seca en un corto período de tiempo, son de fácil instalación y manejo, así como también ayudan a mitigar la erosión del suelo al permanecer éste cubierto durante un mayor período en el año. Esto implica también una más eficiente utilización del mismo. (Carámbula, 1977)

Si bien los costos de los verdeos son mayores que las praderas permanentes, dado que se deben amortizar en un solo año, sus altos rendimientos de forraje y la calidad del mismo justifican su instalación. (Graneros, Colombres y Juárez, 1974; Chiara, 1960 y Carámbula, 1977).

Por todo lo expuesto, los verdeos constituyen una alternativa relevante que ocupa un área sembrada de 149.842 hectáreas en el caso de avena, y 39.265 hectáreas para rai grás, según el último censo agropécuario del año 1980.

II. REVISION BIBLIOGRAFICA

El presente trabajo es la continuación de los ensayos realizados durante el año 1981 por la Cátedra de Fertilidad y Fertilizantes, y que fueron presentados como trabajos de tesis por González y Verdera (1983) y Priore y Uranga (1983).

Debido a que la revisión bibliográfica sobre las principales características de las especies utilizadas y el efecto de la fertilización en las mismas fueron realizadas recientemente, aquí se profundizará en otros puntos que se consideran también de gran importancia.

A. DINAMICA DEL NITROGENO EN EL SUELO

1. Materia orgánica y fertilidad del suelo

La Materia Orgánica es uno de los factores más importantes en la fertilidad del suelo (Bramao y Riquier, 1968). A través del proceso de mineralización se transforma en la principal fuente de nitrógeno del mismo, ya que no existen yacimientos minerales de este elemento.

La acción de la M.O. a través del humus incrementa los rendimientos de los cultivos ya sea por aceleración de los procesos respiratorios, por incremento de la permeabilidad celular, por acción de hormonas de crecimiento o por combinación de todos esos procesos. (Bramao y Riquier, 1968; Hernando Fernández, 1968; Khristeva, 1968)

Así mismo, suministra a las plantas a través de la descomposición biológica, azufre y fósforo en forma asimilable; indirectamente incrementa las propiedades físicas del suelo como agregación, aereación, permeabilidad y capacidad de retención de agua, siendo también un factor que incide en el control de la erosión. (Baver, 1968; Kononova, 1968).

Por esta razón, si bien los nutrientes que aporta la M.O. pueden ser suministrados a través de fertilizante, la complejidad de los roles que desempeña en el suelo la hacen insustituible hasta el momento.

La disponibilidad de nitrógeno del suelo para los microorganismos y raíces de las plantas es relativamente controlada por dos procesos opuestos que determinan un equilibrio dinámico entre las formas orgánica e inorgánica del nutriente: inmovilización y mineralización. El término inmovilización se refiere a todos los procesos que contribuyen a disminuir el nitrógeno disponible, incluyendo fijación de iones amonio en la estructura cristalina de ciertos tipos de minerales arcillosos, asimilación por microorganismos y conversión a formas orgánicas, reacción entre el amonio y la materia orgánica de la cual resulta su fijación en forma no intercambiable.

La mineralización implica la ruptura de formas orgánicas de nitrógeno y liberación de amonio a través de la actividad de microorganismos. Estos dos procesos opuestos se dan constantemente en el suelo, siempre que las condiciones sean favorables para la actividad biológica. (Broadbent, 1968).

Jansson, citado por Broadbent (1968) ha postulado la existencia de una reserva de nitrógeno orgánico pasivo

que contribuye en muy pequeña medida al suministro de nitrógeno en forma asimilables para los cultivos. Scarsbrook citado por Broadbent (1968) estima que el suministro anual de nitrógeno asimilable por la M.O. del suelo, está en un rango entre 2 y 4 por ciento por año.

El proceso de inmovilización de nitrógeno se da por mecanismos no biológicos y biológicos. Dentro de los mecanismos no biológicos se encuentran la inmovilización por medio de los minerales arcillosos. Los minerales del suelo altamente responsables por la fijación del amonio son vermiculita y montmorillonita (Allison, Kefauver y Roller, 1965; Sparks et al., 1979).

Broadbent(1968) señala que este tipo de fijación puede ser considerada en cierto sentido como una reacción irreversible que influye en el equilibrio entre nitrógeno orgánico e inorgánico.

Trabajos realizados por Sparks, Blevins, Bailey y Barnhiser (1979) señalan que existe una buena relación entre amonio fijado e intercambiable. Parte del amonio fijado es liberado lentamente por alteración de las micas y expansión de la estructura de la arcilla, quedando el amonio en forma intercambiable.

Un segundo mecanismo no biológico incluye la **reac**ción entre el amonio y la **ma**teria orgánica del **sue**lo. La cantidad de amonio fijada de esta forma es **sustancial**mente mayor que la fijada por la arcilla (Brenner y Fuhr, citados por Smith y Chalk, 1980). Señalan que la fijación está directamente relacionada con la **ma**teria orgánica e inversamente relacionada con el pH del **sue**lo.

En condiciones favorables a la actividad microbiana se produce una rápida inmovilización biológica del nitróge-

no. Esto depende en parte de la temperatura, de la fuente de nitrógeno utilizada y del pH del suelo. La inmovilización biológica del nitrógeno aplicado a través de fertilizantes es una de las principales causantes de la baja recuperación de nitrógeno por el cultivo. (Faggi y Klichele, 1973; Hargrove y Kissel, 1979).

Broadbent (1968) en un ensayo con fertilizante nitrogenado en arroz, comprobó que luego de cosechado el cultivo, más de la mitad del fertilizante marcado agregado a la siembra se hallaba todavía presente en la fracción orgánica del suelo; el siguiente cultivo de Sudan-grass pudo utilizar sólo una pequeña proporción del nitrógeno inmovilizado. A su vez, Dhar (1968), señala haber obtenido resultados experimentales que comprueban que las pérdidas de humus en el suelo son incrementadas por el agregado de fertilizantes nitrogenados. Esto estaría dado por un mayor desarrollo de la microflora y fauna que incrementaría las chances de descomposición de las moléculas de humus (Swaby, 1968).

El pasaje de nitrógeno orgánico a mineral constituye el proceso de mineralización cuya tasa es afectada por el nivel de nitrógeno total presente en el suelo, la relación C/N de la materia orgánica, la temperatura y la humedad. (Black, 1964; Tisdale y Nelson, 1970).

Para que un cultivo en crecimiento reciba un continuo aporte de nitrógeno es necesario que la tasa de mineralización exceda la de inmovilización. (Broadbent, 1968)

Generalmente, el humus más efectivo tiene pH neutro, alta saturación en bases, alta relación ácidos húmicos / ácidos fúlvicos y relación C/N alrededor de 10. La importancia de esta última relación varía para cada culti-

vo. Muchas plantas parecen responder muy bien a un incremento de 0 a 7 por ciento de M.O. de alta relación C/N, luego de lo cual los incrementos se hacen más lentos siguiendo una curva de Mitcherlich.

La calidad y cantidad de M.O. del suelo resulta de un equilibrio natural entre acumulación y mineralización. Este equilibrio depende del clima, material madre, microorganismos, así como de la acción del hombre (Bramao y Riquier, 1968).

2. Otras fuentes de nitrógeno

a) Fijación Microbiológica

Esta fijación corresponde a la realizada por microorganismos a partir de nitrógeno atmosférico, pudiendo ser directamente en forma asimbiótica o indirectamente por asociación de plantas y microorganismos a nivel de las raíces (fijación simbiótica).

Este proceso se realiza cuando el suelo presenta bajo tenor de nitrato o amonio, ya que 5 ppm (Black, 1964) de cualquiera de estos compuestos basta para inhibir la fijación. Por esta razón, las cantidades fijadas varían de 0 a 50 kg/año, según se trate de suelos cultivados e ecosistemas naturales. Este tipo de fijación toma especial importancia en los suelos inundados de cultivo de arroz, dadas las condiciones anaerobias de los mismos.

Las mayores cantidades fijadas de nitrógeno atmosférico provienen de la simbiosis entre plantas y microorganismos. La asociación simbiótica más frecuente es la existente entre las leguminosas y el *Rhizobium*. Esta asocia-

ción consiste en el aporte de minerales e hidratos de carbono por parte de la planta y compuestos nitrogenados por parte del Rhizobium. La cantidad de nitrógeno que es fijada de esta forma se ve afectada por la especie de la planta, la efectividad de las bacterias fijadoras, el clima, la cantidad y relación de nutrientes en el suelo, y la competencia de las malezas. (Black, 1964).

b) Precipitaciones

El aporte de nitrógeno por el agua de lluvia es sumamente pequeño, y ordinariamente no tiene significación a nivel de cultivos, pero en cambio tiene incidencia en ecosistemas naturales en equilibrio, tales como montes y praderas naturales. Esto se debe a que estas comunidades no sufren variaciones importantes en su contenido de nitrógeno en el suelo, por lo cual el aporte de las precipitaciones sirve para contrarrestar las pequeñas cantidades que se pierden (Bartholomew y Clark, 1965, citados por H'ein, Panigatti y Pirolo, 1981).

Ensayos realizados en el INTA, EERA, Rafaela (1981) - indican que las lluvias realizan en esa zona un aporte anual promedio de 13,9 kg/ha N, en forma de amonio y nitratos, y que la relación entre ambos compuestos nitrogenados es aproximadamente 1:1. Hallaron además una mayor concentración de nitrógeno en las precipitaciones de escasa magnitud y al inicio de las mismas, siendo mayor el contenido en los meses estivales e ínfimo en invierno. - (H'ein, Panigatti y Pirolo, 1981).

3. Pérdidas de nitrógeno del suelo.

a) Lixiviación

El nitrógeno bajo forma de NO_2^- y NO_3^- por poseer carga negativa, no es parte importante en los procesos de intercambio iónico, por lo que son factibles de ser llevados por el agua hacia horizontes más profundos fuera del alcance de las raíces de los cultivos. Según Black, (1964) este proceso tiene la mayor trascendencia en materia de pérdida de nitrógeno para la absorción de las plantas.

La cantidad de nitrógeno que se pierde por lixiviación depende de:

- Forma y cantidad de nitrógeno soluble y no fijado, presente o agregado. ✓
- Cantidad e intensidad de las precipitaciones. ✓
- Tasas de infiltración y percolación, y capacidad de retención de agua por el suelo. ✓
- Contenido de humedad en el perfil en el momento de la lluvia. ✓
- Presencia o ausencia de un cultivo. ✓
- Existencia de movimientos ascendentes de nitrógeno en el suelo durante períodos de sequía. (Allison, 1965 citado por Baethgen y Cardellino, 1979). ✓

b) Pérdidas en forma gaseosa

Las pérdidas gaseosas son producidas bajo tres mecanismos: denitrificación, quimiodenitrificación y pérdidas volátiles de amoníaco.

- Denitrificación:

Se entiende por esto a la reducción biológica de nitrato y nitrito a formas gaseosas de nitrógeno (NO_2 , N_2 y ON_2) (Black, 1964; Tisdale y Nelson, 1970), que resulta de la sustitución del oxígeno por dichos compuestos como aceptores de hidrógeno en las reacciones de oxidación enzimática en condiciones de anaerobiosis. Los microorganismos responsables de este proceso son especies del género *Pseudomonas*, *Micrococcus*, *Acromobacter* y *Bacillus*. Para que ellos actúen debe existir una fuente de energía en cantidad suficiente y en forma aprovechable (Waldendorp, 1968; Baethgen y Cardellino, 1979).

La denitrificación se ve afectada por factores tales como pH del suelo, nivel de humedad, contenido de M.O., temperatura.

Keeney, Fillery y Marx (1979) hallaron bajos niveles de denitrificación para temperaturas entre 7 y 15 grados, y un incremento significativo para 25 grados, donde el nitrógeno en forma de N_2O y N_2 era cerca del 44 por ciento del nitrato agregado.

Broadbent y Clark (1965), citados por Black, definen dos tipos de pérdidas por denitrificación: pérdidas rápidas a corto plazo y lentas (largo plazo). Las primeras se dan en suelos cálidos, de alto contenido de M.O., de fácil descomposición y saturados.

Estas condiciones se pueden presentar en suelos de cultivos solo en caso de arroz, produciéndose a partir de los nitratos del suelo más que de los fertilizantes, ya que en estos casos no se usan fertilizantes nítricos. Estos mismos autores consideran que las pérdidas a largo

plazo son casi inevitables en suelos bajo agricultura - siendo en conjunto más importante que las pérdidas rápidas, fluctuando entre 10 y 15 por ciento del total de nitrógeno mineral incorporado anualmente al suelo. Este tipo de pérdida se da en microzonas anaeróbicas de suelos supuestamente bien ventilados.

- Quimiodenitrificación:

Consiste en la descomposición química de los nitritos (Clark, citado por Baethgen y Cardellino, 1979). Este mecanismo tiene poca importancia, salvo en condiciones muy especiales del suelo como ser en caso de acidez del mismo . (Tisdale y Nelson, 1970).

- Pérdidas volátiles de amoníaco:

El amoníaco capaz de volatilizarse es el de la Materia Orgánica en descomposición o el amonio agregado por los fertilizantes. Esto determina una menor eficiencia de los fertilizantes amoniacales en respecto a los nítricos.

Si el fertilizante es aplicado en cobertura, se aumenta este tipo de pérdida, siendo afectado por condiciones de pH, CIC, temperaturas y contenido de agua del suelo. (Ernst y Massey, 1960; Gasser, 1964 ; Overrein y Moe, 1967; Wahhab et al., 1960, citados por Hargrove y Kissel, 1979).

c) Erosión

Toda pérdida de suelo superficial por efecto de erosión, influye en el nitrógeno disponible para las plantas, ya que la mayor cantidad de nitrógeno se concentra en la parte superior del perfil del suelo (Black, 1964).

Lypman y Conybeare, citados por Allison (1965), estimaron en 1930 una pérdida de 27 kg/ha de nitrógeno por erosión en la superficie cultivada de EE.UU.

Las pérdidas de nitrógeno por este mecanismo no son difíciles de cuantificar en forma generalizada, ya que varían ampliamente con el lugar y las condiciones en que se está trabajando.

La susceptibilidad de los suelos a la erosión es de fundamental importancia para la conservación de este recurso, dependiendo fundamentalmente de factores fisiográficos y de manejo. Las principales variables que afectan al fenómeno son: clima (basicamente la lluvia), topografía y cobertura vegetal, siendo también importante la estabilidad de estructura del suelo, la capacidad de infiltración y la conductividad hidráulica. Se agrega por último, el factor manejo que condiciona gran parte de los anteriores.

La vegetación actúa interceptando las gotas de lluvia, disminuye el escurrimiento superficial y la acción cortante del agua. Por otra parte, las raíces incrementan la agregación estructural y porosidad del suelo mejorando la infiltración por efecto, así mismo, de la transpiración vegetal. (Terzaghi y Sganga, 1981).

B. CONSIDERACIONES GENERALES SOBRE EL USO DE FERTILIZANTES NITROGENADOS EN VERDEOS INVERNALES PARA LA PRODUCCION ANIMAL

1. Antecedentes Nacionales

La fertilización nitrogenada en gramíneas tiene efecto positivo tanto en producción de materia seca, como en proteína cruda (Ramage, 1958; Castle y Reid, 1960; Cowling 1960; Washko y Marriott, 1960; Aklamova, 1966; Brockman, 1966; Lower, 1966; Regal, 1966; Reid, 1966; Rhykerd, 1966; Vera, 1966; Smith y Chalk, 1980; Pérez Sanabria, 1981), afectando también la distribución estacional de la pastura (Kaltofen, 1966) y su tasa de crecimiento diario - (Van Burg, 1960). Todo esto redunda en una mayor producción animal.

En ganado de carne, Pitaluga, citado por Carámbula (1977) en la Unidad Experimental de Carne, obtuvo 500 kg/ha de carne con terneros de destete en una mezcla avena-raigrás fertilizada con 100 kg de urea. Por otro lado, Giergoff, (1966) produjo 270 kg/ha de carne en capones y 50 kg/ha. de lana pastoreando raigrás Estanzuela 284 fertilizado con 40 kg/ha de nitrógeno. En este ensayo se utilizó una dotación de 20 capones por hectárea durante los meses de julio a setiembre en 96 días de pastoreo.

Ferrari, en 1974, logró una producción entre 700 y 800 kg de carne por hectárea con dotaciones de 100 a 135 corderos por hectárea en una pastura de iguales características que la anterior.

En vacas lecheras, Faggi (1973) obtuvo los siguientes resultados: el agregado de nitrógeno en la avena produjo

un incremento de 400 litros de leche corregida al 4 por ciento de grasa, con el agregado de 270 kg de urea por hectárea. En el caso de raigrás, las diferencias del tratamiento con fertilización fueron 1.312 litros de leche corregida al 4 por ciento de grasa. La mezcla presentó una respuesta intermedia a la fertilización, correspondiente a 296 litros de leche corregida con 355 kg de urea por hectárea. Cabe aclarar que la menor respuesta de la mezcla frente al raigrás puro, es debida a la inclusión de avena en la misma.

Resumiendo:

Cuadro 1 - Respuesta a la fertilización nitrogenada

AVENA	1.48 litros de leche/kg de urea
RAIGRÁS ..	3.69 litros de leche/kg de urea
MEZCLA . . .	2.61 Litros de leche/kg de urea.

(Extractado de Faggi, Pasturas IV)

Así mismo, Gardiol y Sisto (1972) en ensayos similares de la Estanzuela señalan que "la producción diaria de leche y grasa estaría relacionada a la calidad de la pastura (medida a través por porcentaje de nitrógeno) y ésta disminuiría a medida que la disponibilidad promedio aumenta".

La utilización de la fertilización nitrogenada en ver de os surge como una opción técnica a plantearse al hacer un cultivo de esta índole, ya que permitiría disminuir el área sembrada manteniendo constante el volumen total de producción.

Según Chiara (1975), para obtener una determinada producción de forraje de avena en otoño, utilizando 40 kg/ha de nitrógeno, se produciría una disminución del área sembrada de 40 por ciento frente a un cultivo sin nitrógeno. Esto implica una disminución relativa de los costos de insumo convencionales (mano de obra, semilla, combustible, etc.) frente al incremento de costo generado por el fertilizante

Otro enfoque de la rentabilidad de uso del fertilizante sería plantearse un incremento en la producción como ya se señaló.

2. Ventajas de la utilización de la mezcla avena-raigrás

En tambos donde se requiere forraje disponible en el otoño, la avena parecería ser el cultivo más adecuado; sin embargo, se ha comprobado que la mezcla de avena y raigrás presenta tan buena producción otoñal como la avena pura y prolonga su ciclo sumando la producción de raigrás en la primavera. (Millot, Rebuffo y Acosta, 1981). Por otra parte, se aumenta la calidad de la pastura y el rendimiento en materia seca, al mismo tiempo que se mejora la distribución estacional contrarrestando la baja invernal de los cultivos puros. (Chiara, 1975).

Chiara (1975) halló en La Estanzuela un rendimiento - para la mezcla de 5.138 kg/ha de materia seca, frente a los cultivos puros en que el raigrás produjo 4.141 kg/ha de materia seca, y la avena 1.748 kg/ha de materia seca. Esta mayor producción de materia seca redonda en una mayor posibilidad de carga animal. Al respecto, Josifovich y Maddaloni, en Inta, Pergamino (1974), obtuvieron los

siguientes resultados:

Cuadro 2 -

	RECEPTIVIDAD				TOTAL días/animal
	1er. PERIODO		PERIODO COMPLEM.		
	cab/ha	Días/an	cab/ha	días/an	
1966 Avena mezcla	2.8	322	2.1	126	448
Avena pura	2.8	322	-	-	322
1967 Avena mezcla	3	168	4	120	288
Avena pura	3	168	-	-	168
1968 Avena mezcla	3	360	4	100	460
Avena pura	3	360	-	-	360

(Extraído de Josifovich y Maddaloni, 1974).

Se constata asimismo, una mejor distribución estacional de la mezcla aportando forraje más uniformemente a lo largo de todo el período, y una mayor extensión del ciclo productivo que va desde abril a noviembre, obteniéndose un período promedio de aprovechamiento de 135 días para la avena mezcla y 97 días para la avena pura.

El incremento de calidad que se da en la mezcla queda evidenciado por el aumento en la producción animal, lo que se ve en los siguientes ensayos.

En la Unidad de Lechería (Faggi y Klichele, 1978) compararon tres cultivos: avena, raigrás y mezcla de ambos con y sin nitrógeno. En este trabajo se destaca la importancia de la mezcla que superó sin agregado de fertilizante a los cultivos puros en litros de leche por hectá-

rea.

Josifovich y Maddaloni (1974), en INTA, Pergamino, realizaron un ensayo en producción de carne. En este ensayo se dividió el período de utilización en dos, uno correspondiente a la avena sola y otro correspondiente a la diferencia obtenida por la inclusión de raigrás, llamándose a este último, período complementario. Se aprecia una mayor ganancia diaria a favor de la mezcla, que se hace notoria en el período complementario. Todo esto se traduce en una mayor producción total de carne por hectárea:

avena mezcla 352,3 kg/ha; avena pura 207,4 kg/ha.

3. La dosis y su forma de aplicación según el manejo de la pastura.

Según Van Burg (1960), el efecto de la aplicación de nitrógeno durante el período de crecimiento debe ser estudiado bajo tres variables:

- Variación de las cantidades de nitrógeno (que determinan la curva de respuesta al N)
- Diferentes épocas de aplicación (que determina el efecto estacional)
- Diferentes fechas de corte (que determinan las tasas de crecimiento).

- a. El efecto de las diferentes dosis de nitrógeno se refleja en la producción de materia seca y proteína cruda como ya se vio en B.1)
- b. En cuanto a época de aplicación, los resultados de los diferentes ensayos (Vera, 1965; Kaltofen, 1966; Van Burg, 1966; Gonzalez y Verdera, 1983; Priore y Uranga, 1983) no permiten arribar a una única conclusión. Las diferentes respuestas obtenidas varían en primera instancia, según características de suelo y manejo de la pastura. En suelos pobres en materia orgánica (González y Verdera, 1983; Priore y Uranga, 1983) la respuesta al fraccionamiento es notoria, tanto en producción total como estacional de materia seca; así mismo, presentan una mayor respuesta al fraccionamiento las dosis altas.

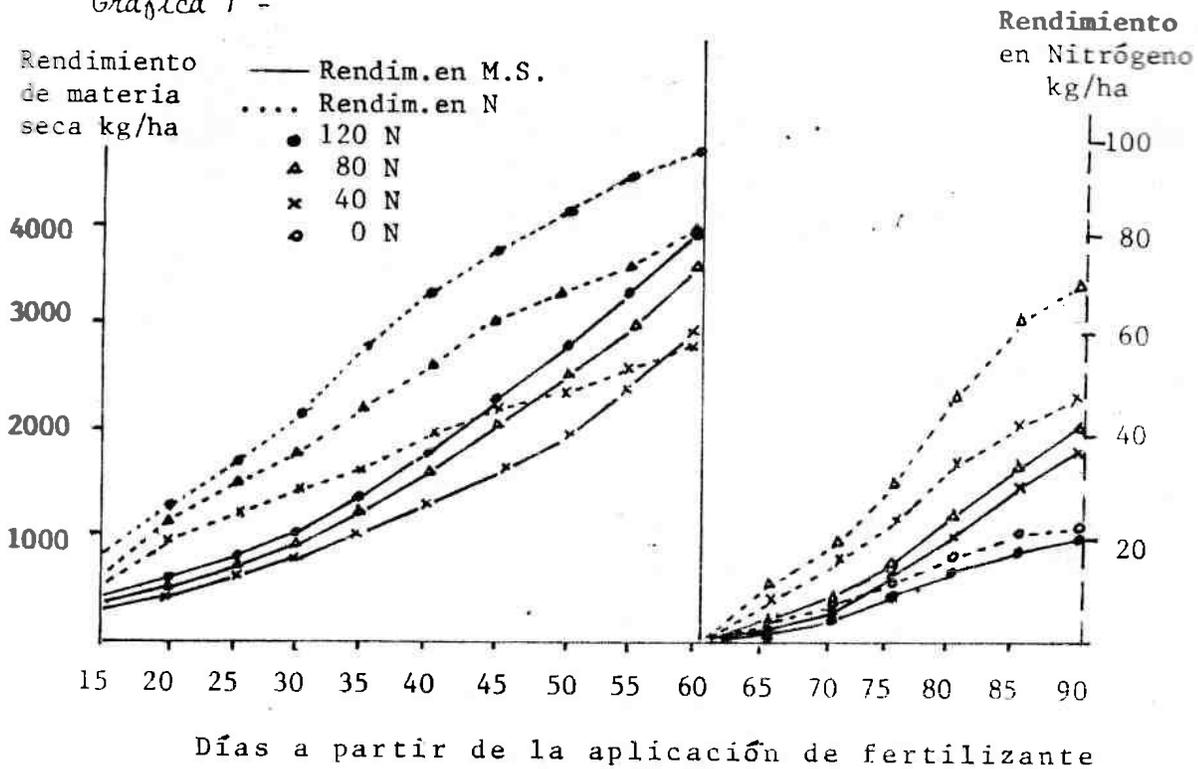
En cambio, en suelos más ricos en materia orgánica (Vera, 1965; Kaltofen, 1966) no se encuentra respuesta al

fraccionamiento en producción total de materia seca,
pero sí se observan diferencias en la distribución es
tacional de la pastura.

La decisión en cuanto a época de aplicación y dosis dependerá también del manejo que se dará a la pastura. Esto se debe a que la absorción del nitrógeno por la pastura es más rápida que la respuesta en crecimiento en materia seca. Brockman (1966) dice que si el período de crecimiento es corto, como cuando se realiza -- pastoreo, la respuesta a altas dosis de nitrógeno se verá interrumpida, pero a pesar de esto manifestarán cierto efecto residual en el crecimiento inmediato a la defoliación, como se aprecia en la gráfica 1.

Dosis menores aplicadas después de cada pastoreo serán más efectivas que dichos efectos residuales. Por esta razón, si se decide utilizar el forraje para cortes frecuentes o pastoreo directo con animales, una única aplicación de fertilizante en dosis elevada se convertiría en un derroche del mismo, ya que el corto período de crecimiento no permite alcanzar la máxima expresión en materia seca, aunque se logran altos contenidos de nitrógeno en la pastura. Este nitrógeno en exceso es llamado por algunos autores "nitrógeno de lujo".

Gráfica 1 -



(Adaptado de Brockman, 1966).

Las dosis altas sólo se justificarían si el objetivo es hacer heno, silo o cosechar grano. En este último caso, la decisión se verá afectada por el régimen de lluvias que determinará la acumulación o lavado de nitratos (Pérez y Díaz, 1981).

Cabe señalar que si la pastura es pastoreada, gran parte del nitrógeno de las plantas se debe al reciclaje por los animales; de todos modos, como señala Brockman, es poco probable que el nitrógeno proveniente de heces y orina sea suficiente a corto plazo como para incrementar en forma significativa los rendimientos totales.

Otro aspecto a tener en cuenta es el incremento en los costos ocasionado por el fraccionamiento, ya que se deberá incurrir en gasto de combustible y mano de obra

varias veces. Además, pueden crearse problemas a raíz de las lluvias invernales que disminuyen la posibilidad de entrar al cultivo con maquinaria pesada sin dañarlo, lo cual se ve agravado en el caso de las pasturas temporarias por el corto ciclo de las mismas.

Una vez arribada a la decisión de fraccionamiento y dosis total a utilizar, se deberá determinar cómo se divide el fertilizante y en qué momento se hace cada aplicación. Van Burg señala que la mayor efectividad puede ser lograda con aplicaciones de nitrógeno fraccionadas en los momentos de mayores requerimientos fisiológicos del cultivo.

Asimismo, dependiendo del estado fisiológico habrá una respuesta diferencial a las distintas dosis, por lo que se ha de determinar la proporción de la dosis total a aplicar en cada instancia. (Pérez Sanabria, 1981)

Una aplicación insuficiente al macollaje compromete los rendimientos totales de la pastura, ya que disminuye la potencialidad de crecimiento futura del cultivo el cual no se podrá reponer con el posterior agregado de fertilizante porque las plantas no presentan crecimiento compensatorio. Por otra parte, en el caso de verdeos de invierno, dado que en nuestro país este tipo de pastura es utilizada, como se señaló anteriormente, para suplir el déficit de forraje invernal, una aplicación de fertilizante tardía, si bien puede encontrar una alta respuesta fisiológica, no se justificaría desde el punto de vista económico, ya que en esa época se produce el rebrote primaveral de las pasturas naturales y praderas permanentes.

Según Brockman, se puede concluir que:

1) La proporción de la dosis total **en cada aplicación**

debe ser gobernada por el período de crecimiento programado.

2) Las aplicaciones de nitrógeno son más efectivas luego de cada defoliación.

c. Fechas de corte (que determinan la tasa de crecimiento) Hunt et al. (1981), en un trabajo que incluye tres tratamientos a la siembra (0, 50 y 100 kg/ha/N) y cuatro tratamientos en una segunda refertilización (0, 33, 66 y 100 kg/ha/N), halló que el rendimiento en materia seca se incrementaba con la dosis, tanto a la siembra como en la refertilización, alargándose el intervalo de crecimiento necesario para alcanzar la máxima expresión.

Con un intervalo de recrecimiento de tres semanas, la respuesta obtenida fue de 10 kg/MS por kg de N, aplicado en la refertilización, incrementándose dicha respuesta cuando el intervalo se alargaba a cuatro semanas.

Por otra parte, el intervalo de crecimiento para alcanzar un rendimiento determinado disminuyó con el aumento de la dosis de la refertilización, siendo menos evidente la respuesta en los tratamientos que incluían fertilización a la siembra. Por lo tanto, la respuesta a la dosis y al fraccionamiento del nitrógeno tiene implicancias prácticas en aquellos sistemas de defoliación severos, donde según este trabajo probablemente la respuesta se hallaría por debajo de 10 kg/MS por kg de nitrógeno aplicado.

Este autor señala, así mismo, que las curvas de rebrote fueron sigmoideas con un pequeño crecimiento inmediato - al primer corte, un rápida incremento de las tasas de crecimiento durante las semanas tercera, cuarta y quin-

ta, y una disminución de dichas tasas luego de la sexta y séptima semana. Sin embargo, en término de calidad (proteína cruda y digestibilidad) la extensión del período de rebrote no incurre necesariamente en una disminución de la misma.

4. Eficiencia de utilización del Fertilizante

La influencia de la fertilización nitrogenada en el crecimiento de las pasturas puede ser considerada bajo varias formas de utilización de nitrógeno.

a) Nitrógeno recuperado

Según Cowling (1966), la comparación de los incrementos en nitrógeno absorbido por el forraje en tratamientos de diferentes dosis contra una parcela control sin agregado de fertilizante, da una medida de la recuperación aparente del nutriente a partir del fertilizante.

b) Utilización del nitrógeno para producción de materia seca.

La proporción de nitrógeno recuperado en la materia seca da una medida de cómo el nitrógeno absorbido se asocia con la formación de materia seca. Esta proporción es otra forma de expresar el porcentaje de nitrógeno en la misma, el cual varía, según Cowling, con el estado fisiológico de la planta al ser cosechada y con la dosis de fertilizante agregado.

5. Incidencia de los factores climáticos

Las diferentes condiciones climáticas afectan notoriamente el crecimiento y desarrollo de las plantas. Esto re~~du~~nda en la respuesta vegetal a la fertilización nitrogenada.

Boer (1966) indica que diferencias en condiciones de tiempo pueden causar grandes variaciones en la producción anual de materia seca. Este autor señala la importancia de los contenidos y la disponibilidad de agua del suelo en la absorción de nitrógeno. Este autor pudo comprobar que en años de sequía se daban problemas en el establecimiento y rebrote de las pasturas.

Así mismo, Hoogerkamp (1966) llama años de depresión a aquellos en que la producción se ve afectada por la falta de agua. Este problema se agudiza en suelos sensibles a la sequía.

Por otro lado, el exceso de lluvias ocasiona movimientos de $N-NO_3$ en el perfil del suelo, debiendo analizarse, tanto desde el punto de vista de la cantidad como de la intensidad de las precipitaciones (Capbell et al., 1973; Baethgen y Cardellino, 1979).

Para una misma intensidad la lluvia de mayor volumen ocasiona mayor pérdida de $N-NO_3$ por lavado. Para cantidades similares de agua, la lluvia de menor intensidad, y por lo tanto mayor duración, es la que produce mayor lavado de $N-NO_3$.

Coman (1972) en ensayos realizados en gramíneas halló que los rendimientos en materia seca eran más afectados por la falta de humedad que la absorción de nitrógeno.

Según Kretschmer (1958), tanto las altas como las bajas temperaturas, y variaciones entre máximos y mínimos diarios afectan el contenido de nitratos. Este también se ve afectado por la nubosidad, temperatura del aire y temperatura del suelo. Según este autor las variaciones en bajas temperaturas parecen estar más asociadas a los cambios en contenido de nitratos que las variaciones en altas temperaturas diarias.

Por todo lo expuesto se deduce que la respuesta al nitrógeno está condicionada a limitantes climáticas, sobre todo temperatura y humedad, lo que hará variar en gran forma los rendimientos en materia seca, y en menor medida la absorción del nutriente.

III. MATERIALES Y METODOS

A. UBICACION DE LOS ENSAYOS

El presente trabajo consta de dos ensayos:

ENSAYO I, ubicado en el establecimiento del Sr. Alcides Fernández, Rutas 81 y 64, San Antonio, Departamento de Canelones.

ENSAYO II, ubicado en el predio de la Facultad de Agronomía, Avda. Garzón 973, Montevideo

B. CARACTERISTICAS DE LOS SUELOS

El suelo I es un Vertisol rúptico, chacra nueva con alto tenor de materia orgánica; el suelo II es un Brunosol subéutrico, degradado con bajo tenor de materia orgánica.

Las principales características de ambos suelos se muestran en el cuadro a continuación:

Cuadro 3 - Características de los suelos

SUELO	HORIZONTE	pH en agua	M.O. %	P (Bray, ppm)	N-NO ₃ ppm	meq/100 g
I	A	6,8	5,8	20,3	49,2	>1,00
	B	6,9	4,7	6,4	19,2	0,88
II	A	6,8	3,4	38,9	9,8	>1,00
	B	6,8	2,3	20,7	8,2	0,90

C. DISEÑO DEL EXPERIMENTO

Se plantearon 12 tratamientos que resultan de un factorial, en bloques al azar, compuesto por 4 dosis y 3 formas de aplicación. Las dosis ensayadas corresponden a 30, 60, 120 y 240 kg/ha de nitrógeno.

Las formas de aplicación del fertilizante fueron:

- Dosis única aplicada en el momento de la siembra.
- Dosis diferida en dos momentos de aplicación, mitad a la siembra y mitad a los 105 días, a mediados de julio.
- Dosis diferida en 3 momentos de aplicación, un tercio a la siembra, un tercio a los 70 días, que coincide con el fin del otoño, y un tercio a los 140 días, fin del invierno

Cuadro 4 - Resumen de dosis y época de aplicación

TRATAMIENTO	DOSIS TOTAL kg N/ha	DOSIS POR APLICACION kg N/ha
1	30	30
2	60	60
3	120	120
4	240	240
<hr/>		
5	30	15 - 15
6	60	30 - 30
7	120	60 - 60
8	240	120 - 120
<hr/>		
9	30	10 - 10 - 10
10	60	20 - 20 - 20
11	120	40 - 40 - 40
12	240	80 - 80 - 80

S.I = Dosis aplicada íntegra en la siembra

S.II = Dosis fraccionada en dos aplicaciones

S.III = Dosis fraccionada en tres aplicaciones

Los 12 tratamientos se repitieron en 3 bloques, en parcelas de 3 metros por 4 metros.

D. MANEJO DE LOS ENSAYOS

1. Historia anterior de la chacra

ENSAYO I: Antigua chacra, campo natural regenerado

ENSAYO II: Chacra vieja con pradera degradada y barbecho en el último año.

2. Fertilización

En ambos casos se utilizó la urea como fuente de nitrógeno. A la siembra se incorporó superfosfato en una aplicación de 60 kg de P 205 a los efectos de uniformizar el suelo.

3. Siembra

Las densidades utilizadas para la siembra fueron las siguientes:

100 kg/ha de avena 10 kg/ha de raigrás.

Tapándose las semillas con dos pasadas de rastra de dientes.

4. Cosecha

La cosecha se realizó con una guadañadora de 90 cm de largo de cuchilla, obteniéndose un área cosechada de aproximadamente 3,6 m². El rendimiento de cada parcela fue pesado en el momento del corte, extrayéndose una submuestra a los efectos de determinar rendimiento de materia seca y posteriormente contenido de nitrógeno foliar.

Cabe señalar que el momento de corte se determinó de acuerdo a la altura de pastoreo.

5. Muestreo de suelos

Los muestreos se realizaron a dos profundidades 0-20 y 20-40 cm, acompañando generalmente a las fechas de corte.

6. Calendario de trabajos realizados

		otoño		Inv.	Prim.
SUELO I	cortes	22/5	12/7	10/9	22/10
	siembra				
	30.3				
	Fertilizaciones	8/6	19/8		
		otoño	invierno	primavera	
SUELO II	cortes	21/5	3/8	8/10	
	siembra	31/3			
	fertilizaciones	9/6	15/7	18/8	

E. ANALISIS QUIMICOS

1. Análisis Foliar

La determinación de materia seca se realizó a partir de la submuestra extraída pesándola antes y después de secarla a estufa a 60 grados. El valor obtenido es llevado a kg/ha.

Para determinar contenido de nitrógeno foliar se utilizó el método Kjeldhal, previa destrucción de la materia orgánica mediante un ataque con ácido sulfúrico, perhidrol (E 202) y temperatura.

2. Análisis de suelo

Para la determinación de contenido de nitratos, se extrae una solución a partir de una muestra secada a 60 grados durante 24 horas, midiéndose la concentración de los mismos por potenciometría, usando electrodo específico para nitratos.

3. Análisis estadístico

Para la interpretación de los datos se realizaron análisis de varianza y regresiones.

III. RESULTADOS Y DISCUSION

A. CONSIDERACIONES GENERALES

Los presentes ensayos corresponden al segundo año del trabajo sobre fertilización nitrogenada de la mezcla avena-raigrás llevados a cabo por la Cátedra de Fertilidad y Fertilizantes. Se realizaron en 1981 dos ensayos, uno sobre un Argisol dístrico-abruptico, ubicado en la Colonia Claude Galland (Ruta 1, km 35 y 1/2, San José), y otro sobre un Brunosol Sub-éutrico típico localizado en El Sauce, departamento de Canelones. Ambos ensayos corresponden a los trabajos de tesis presentados por los Ings. Agrs. González y Verdera y por Priore y Uranga, respectivamente, en 1983.

Los ensayos del año 82 recibieron una adecuada preparación del suelo, pero tuvieron la desventaja de una siembra tardía (30 y 31 de marzo), lo que impidió hacer un mejor aprovechamiento del ciclo de la pastura.

Las escasas lluvias registradas en el período anterior a la siembra favorecieron una alta concentración de nitratos en el perfil, sobre todo en el caso del Suelo I. En este mismo suelo las altas densidades usadas y las lluvias registradas en el mes de mayo dificultaron la realización del primer corte dañándose gran número de plantas, lo que obligó a efectuar en la misma estación un segundo corte de limpieza.

Con respecto al diseño experimental se utilizó el mismo que el año anterior, presentando la desventaja de no poseer un testigo, lo que afectó la realización de evaluaciones posteriores. La existencia de tratamientos con dosis de espaciamiento variable, así como las fertilizaciones a fecha fija que generaron un desfasaje con el calen-

dario de cortes, dificultaron en gran medida los análisis estadísticos no pudiéndose aprovechar la información obtenida en toda su magnitud.

Los resultados de los análisis estadísticos realizados en el presente estudio, se detallan en el capítulo correspondiente.

Variable	Valor	Desviación Estándar	Coeficiente de Variación
1	100	15	0.15
2	200	20	0.10
3	300	25	0.08
4	400	30	0.07
5	500	35	0.07
6	600	40	0.06
7	700	45	0.06
8	800	50	0.06
9	900	55	0.06
10	1000	60	0.06

Los resultados de los análisis estadísticos realizados en el presente estudio, se detallan en el capítulo correspondiente.

B. PRODUCCION OTOÑAL

1. Análisis de la producción de materia seca

Los rendimientos promedio obtenidos en materia seca durante esta estación, se presentan en el siguiente cuadro:

Cuadro 3 - Producción promedio de materia seca otoñal.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	30	60	120	240	15	30	60	120	10	20	40	80
	1609	2562	2823	2236	2426	2222	2578	2060	2591	2562	2543	2535
	1224	2306	2689	2869	2240	2405	2457	2491	2330	2450	2391	2425

(Datos originales cuadros 3, 5 y 13 del Apéndice).

Estos resultados corresponden en el caso del Suelo I, a la suma de los dos primeros cortes, y en el Suelo II al corte uno.

Las dosis que se muestran en el cuadro, son los kg de fertilizante aplicados hasta el momento resultante del fraccionamiento de las mismas; por esta razón, sólo se hallan completos los tratamientos uno al cuatro. En el caso del Suelo I, ya se llevó a cabo en el segundo corte, la segunda fertilización de los tratamientos 9 al 12 que corresponden al fraccionamiento en tres veces.

Por lo expuesto, los análisis realizados se refieren sólo a los tratamientos completos (1 al 4).

Se intentó ajustar modelos de regresión lineal y cuadrático cuyos valores se muestran en el siguiente cuadro:

Cuadro 4 - Producción de materia seca: SUELO I, 1er. y 2do. corte (1 vez).

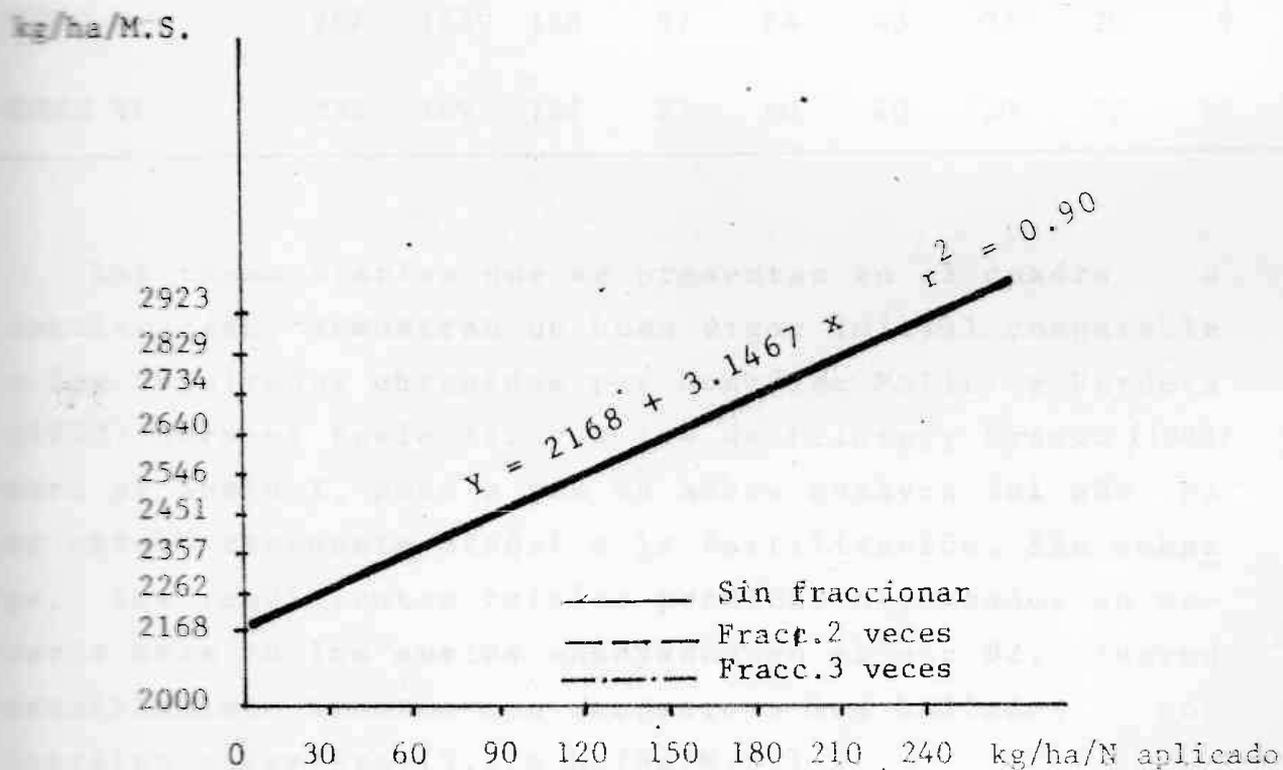
ANALISIS DE REGRESION LINEAL Y CUADRATICA

FUENTE DE VARIACION	G.L.	S.C.	F
Reg. B1, B2	2	466512,8129	1,62 N.S.
Reg. (b1)	1	218484,4174	1,51 N.S.
Reg. (B2/b1)	1	248028,3955	1,72 N.S.
Falta de Ajuste	1	61163,1871	0,42 N.S.
Error Exp.	22	3174999,9	

Este análisis demuestra la escasa respuesta otoñal a la fertilización en las condiciones ensayadas, no pudiéndose ajustar ningún modelo.

Los datos de precipitaciones que se presentan en el Apéndice (cuadro 23) evidencian bajas precipitaciones a partir del verano y que continúan hasta el mes de mayo. Esto posibilitó la acumulación de nitratos que en este suelo, dado su alto tenor de materia orgánica, logró inhibir la respuesta al fertilizante, aún en el amplio y elevado rango de dosis ensayadas.

En el Suelo II, sin embargo, se pudo ajustar una regresión lineal para los tratamientos completos, constatándose una tendencia lineal en la respuesta de materia seca que acompaña a la dosis.



Gráfica 2 - Producción de materia seca otoñal, SUELO II, Primer corte.

En los dos ensayos, la eficiencia de utilización del fertilizante para la producción de materia seca (medida como kg de MS por kg de fertilizante agregado), aumenta con la disminución de la dosis, constatándose grandes diferencias debido a que no hubo respuesta a la fertilización como ya vimos. Esto se aprecia en el cuadro 5.

Cuadro 5 - Eficiencia otoñal de producción de materia seca (kg MS/kg N)

kg/ha aplicados	10	15	20	30	40	60	80	120	240
SUELO I	259	162	128	87	64	43	32	20	9
SUELO II	233	149	122	77	60	40	30	22	12

Las tasas diarias que se presentan en el cuadro a continuación, demuestran un buen vigor inicial comparable a los resultados obtenidos por González Moller y Verdera (1983) para el Suelo II, y a los de Priore y Uranga (1983) para el Suelo I, pese a que en ambos ensayos del año 81 se obtuvo respuesta otoñal a la fertilización. Sin embargo, los rendimientos totales promedio alcanzados en materia seca en los suelos ensayados en el año 82, fueron sensiblemente menores con respecto a los hallados por González y Verdera (3.576 kg/ha/M.S.)

En el caso del ensayo de Priore y Uranga, las condiciones climáticas conspiraron contra los rendimientos del segundo corte para esta estación, resultando en una menor producción de materia seca otoñal (2.756 kg/ha/MS), comparable a los resultados del presente trabajo.

En este último caso, la merma en el rendimiento es debida a la fecha de siembra tardía (31/III), lo que impidió el mejor aprovechamiento de la mezcla, ya que en esta estación el aporte de materia seca se debe fundamentalmente a la avena. El vigor inicial que caracteriza a

dicha especie no fue aprovechado en su totalidad, realizándose un solo corte durante toda la estación. Este comportamiento coincide con resultados hallados en el CIAAB (E.E.N.) (Allegri, Formoso y Arocena, 1977), los que muestran que a medida que se atrasa la época de siembra desde principios de marzo a mayo, la producción otoñal de forraje se reduce drásticamente, siendo esta producción justamente la buscada en el caso de verdes.

Por esta razón, la aplicación de fertilizante nitrogenado en esta etapa perdió efectividad puesto que iba dirigida a incrementar un aprovechamiento precoz de la pastura que no se dio por lo anteriormente expuesto.

Cuadro 6 - Tasa diaria de producción de materia seca otoñal (kg/ha/día).

kg/ha aplicados	10	15	20	30	40	60	80	120	240
SUELO I (103 días)	25	24	25	23	25	25	25	24	22
SUELO II (51 días)	46	44	48	45	47	47	44	51	56

Todas estas tasas fueron calculadas en base al número de días a partir de la fecha de siembra hasta el corte en cuestión, debido a que no se determinó fecha de emergencia. Por esta razón, los valores subestiman la verdadera producción de materia seca.

Los valores observados entre ambos suelos, señalan una diferencia a favor del Suelo II.

Debe tenerse en cuenta que en el Suelo I se realizaron dos cortes en este período. Según Hunt, Frame y Harkess (1981), las curvas de recrecimiento son sigmoideas, con una baja tasa en las tres primeras semanas, por lo cual en el Suelo I existen un mínimo de seis semanas de bajo crecimiento dado por la suma de los dos cortes. Esto puede estar explicando en parte las diferencias mencionadas.

2. Análisis de la absorción de nitrógeno

De los análisis foliares realizados, se obtuvieron los siguientes resultados en porcentaje de nitrógeno.

Cuadro 7 - Absorción promedio de nitrógeno otoñal en porcentaje.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
30	60	120	240	15	30	60	120	10	20	40	80
2.83	2.92	2.65	2.90	2.72	3.00	2.94	3.05	2.93	3.16	3.14	3.27
3.05	3.02	3.32	3.48	2.57	2.94	3.23	3.63	2.56	2.81	3.14	3.29

Estos porcentajes multiplicados por la respectiva producción de materia seca, arrojan valores en kilos de nitrógeno removido.

Cuadro 8 - Absorción promedio de nitrógeno otoñal en kg.

TRATA- MIENTO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
kg/ha fertilizados	30	60	120	240	15	30	60	120	10	20	40	80
SUELO I	74	75	75	65	66	67	76	63	76	81	80	83
SUELO II	68	70	90	99	58	71	78	90	66	69	75	79

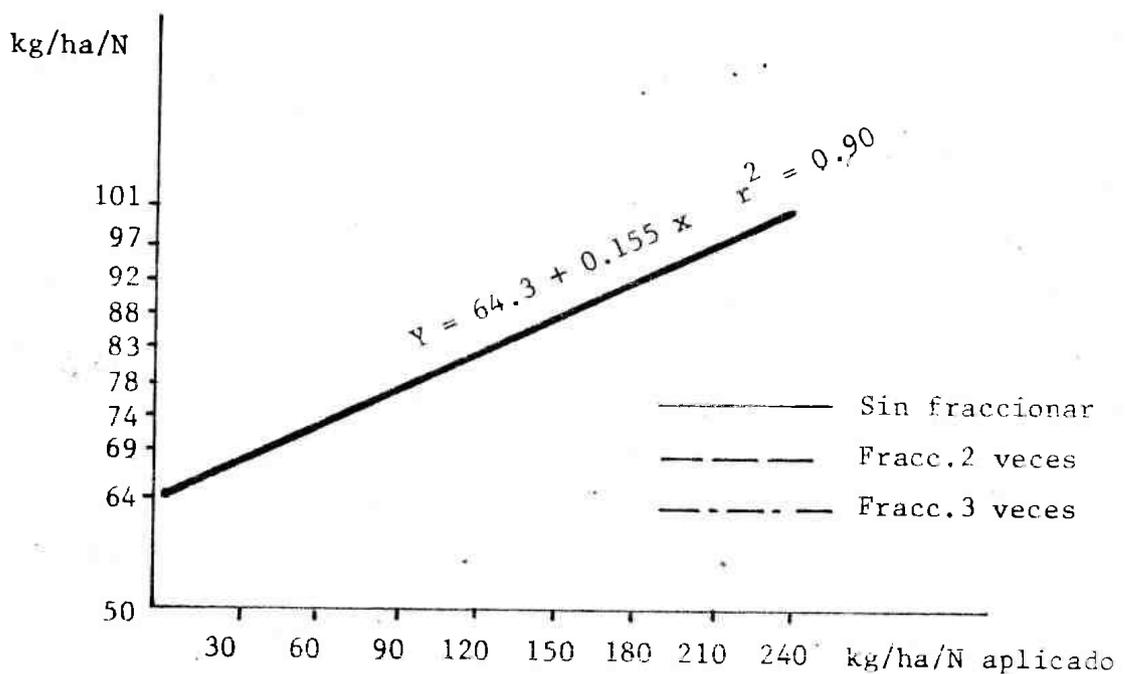
(Datos originales en el Apéndice, cuadros 4 y 14).

Realizados los análisis de regresión lineal y cuadrática para los tratamientos completos, no se puede ajustar ningún modelo para el Suelo I, no constatándose respuesta al fertilizante en el amplio rango de dosis ensayadas.

Cuadro 9 - Absorción de nitrógeno - SUELO I - 1er. y 2do. corte (1 vez).

FUENTE DE VARIACION	G.L.	S.C.	F
Reg. B1, B2	2	305,5403	0,85 N.S.
Reg. (b1)	1	156,6848	0,88 N.S.
Reg. (B2/b1)	1	148,3555	0,83 N.S.
Falta de Ajuste	1	8,7097	0,05 N.S.
Error exp.	22	3930,278	

En el Suelo II el efecto de las dosis es notorio, lo grándose el mejor ajuste con un modelo lineal, como se observa en la gráfica a continuación



Grafica 3 - Absorción de nitrógeno otoñal - SUELO II - Primer corte.

Si bien los valores de N absorbido son altos en ambos casos, en el Suelo I responden a la acumulación de nitratos por mineralización de la materia orgánica favorecida por las condiciones climáticas, como ya se mencionó. En cambio en el Suelo II, se ve un incremento de nitrógeno foliar que acompaña a un incremento de la dosis.

Debe recordarse que este suelo presenta cierto grado de erosión lo que determinó una acumulación de nitratos relativamente baja durante el período anterior a la siembra, de allí su alta respuesta.

Eficiencia de nitrógeno absorbido

La eficiencia de absorción de nitrógeno disminuye con el incremento de la dosis de fertilizante en forma sostenida, lo que se presenta en el siguiente cuadro:

Cuadro 10 - Eficiencia de absorción de N/kg N agregado

Kg N aplicado	10	15	20	30	40	60	80	120	240
SUELO I	7	4	4	2	2	4	1	0,57	0,27
SUELO II	7	4	3	2	2	1	0,98	0.75	0.41

Este parámetro ilustra una vez más lo expresado anteriormente, en el Suelo I la falta de respuesta hace que las dosis altas aparezcan con una eficiencia notoriamente menor frente a las dosis bajas, mientras que en Suelo II, esta reducción no es tan drástica debido a la existencia de respuesta a la fertilización. Los resultados obtenidos para este suelo concuerdan con los hallados en los ensayos del año 81.

3. Resumen de la producción otoñal

En esta época la producción de materia seca no se vio modificada por el agregado de fertilizante en las dosis ensayadas en el Suelo I, pudiendo deberse en parte al alto contenido de nitratos iniciales del suelo (Cuadro 3, pág. 25), cuya acumulación se vio favorecida por las bajas lluvias registradas en el período anterior a la siembra (77 mm). En el Suelo II se constató una tendencia lineal en la respuesta en materia seca que acompañó a las dosis dado su menor tenor de materia orgánica.

Las tasas diarias obtenidas muestran un buen crecimiento en el período de aprovechamiento, comparable a los obtenidos en años anteriores; no obstante los rendimientos totales de materia seca para la estación son menores debido a la siembra tardía que determinó un menor aprovechamiento de la pastura.

Ambos ensayos muestran altos niveles de N foliar, presentando diferencias en la respuesta a las dosis de fertilizante. Mientras que el Suelo I, por su alto contenido de materia orgánica no responde al agregado de nitrógeno, en el Suelo II las variaciones halladas se corresponden con variaciones en las dosis. Los datos de nitratos correspondientes a muestreos realizados luego de cada corte de esta estación (Apéndice, cuadro 21) corroboran lo antedicho.

Cabe señalar que en ambos casos el valor hallado de N foliar está por encima de lo esperado para este tipo de forraje en condiciones de alto crecimiento. Esto pue

de deberse a que la absorción de nitrógeno por la pastura es más rápida que la respuesta en crecimiento de materia seca.

Brockman (1966) sostiene que si el período de crecimiento es corto la dosis elevada se convertiría en un derroche de fertilizante, ya que la longitud del período de crecimiento no permite alcanzar la máxima expresión en materia seca, aunque se logran altos contenidos de nitrógeno en la pastura. Este nitrógeno en exceso, llamado por algunos autores "nitrógeno de lujo", sólo se justificaría si el objetivo del cultivo es obtener, además de altos rendimientos, altos niveles de calidad proteica.

Por lo expuesto, se cuestiona el uso de fertilizante para la producción de proteína por este medio, cuando puede ser suministrado por vía más directa, y por lo tanto, más económica para los precios actuales de insumos.

C. PRODUCCION INVERNAL

1. Análisis de la producción de materia seca

La producción de materia seca invernal se evaluó mediante el tercer corte en el Suelo I y el segundo corte en el Suelo II. Los datos promedio se presentan a continuación:

Cuadro 11 - Producción promedio de materia seca invernal

TRATA- MIENTOS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
K/ N/ha aplicado	30	60	120	240	30	60	120	240	30	60	120	240
SUELO I	890	722	1319	2491	1083	1784	2249	2735	1044	1225	1593	1906
Kg N/ha aplicado	30	60	120	240	30	60	120	240	20	40	80	160
SUELO II	1010	1223	1375	2154	999	1342	1515	1923	1039	1391	1777	2252

(Datos originales en el Apéndice, cuadros 7 y 15)

En estos datos se observa una tendencia a disminuir la producción de materia seca debido a las condiciones climáticas de la estación, estando esta merma muy atenuada a

dosis altas.

Los datos registrados para este año en ambos suelos son netamente superiores a los obtenidos en los dos ensayos del año anterior (1.040 kg promedio invernal, González y Verdera, y 299 kg/MS promedio invernal, Priore y Uranga).

En el Suelo I todos los tratamientos se hallan completos, mientras que en el Suelo II sólo se han completado los tratamientos correspondientes al fraccionamiento - en dos momentos de aplicación; por esta razón, en el Suelo I se pudo realizar un análisis de varianza con descomposición factorial, que se presenta en el cuadro siguiente.

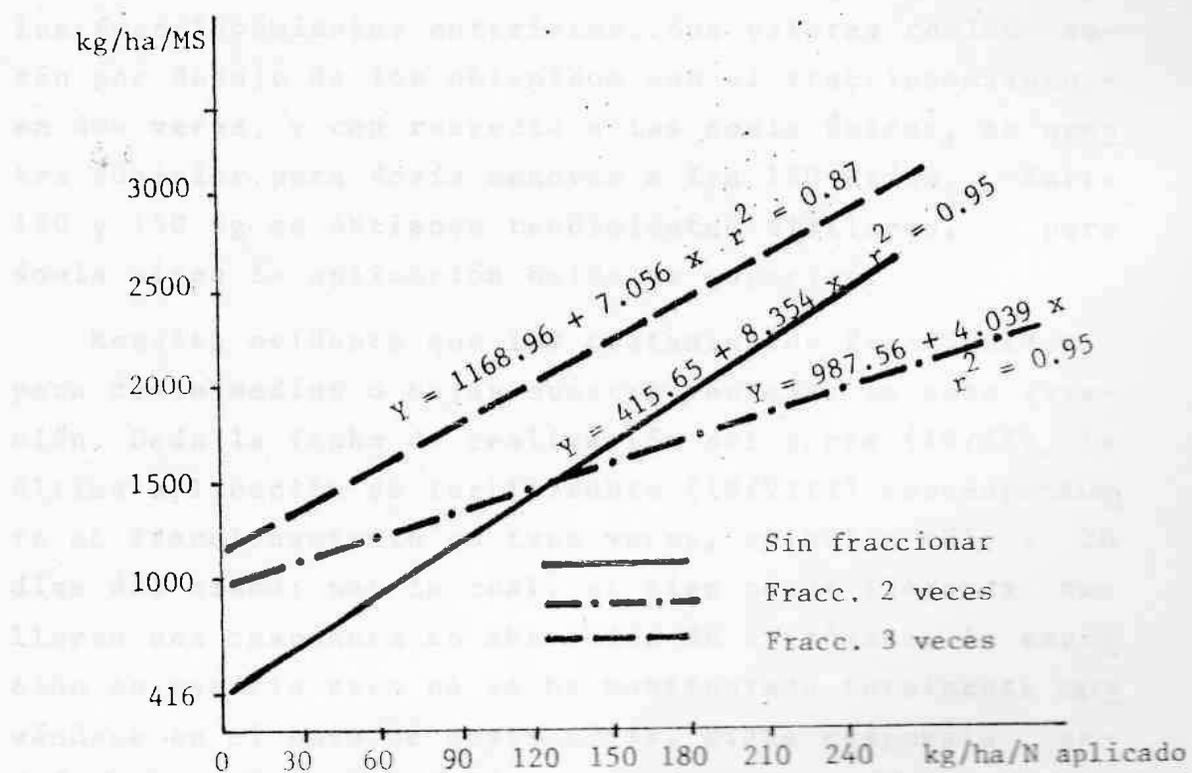
Cuadro 12 - ANAVA con descomposición factorial, SUELO I - (Invierno) Materia Seca.

FUENTE DE VARIACION	G.L.	S.C.	F
Bloques	3	1549128,389	
Tratamientos	11	14070089,64	8,04 **
N	3	9882656	20,7 **
F	2	2592250	8,14 **
N x F	6	1595182	1,6 N.S.
Error	22	3499297,6	
TOTAL	35	19118515	

En este análisis se aprecia un efecto importante tanto de la dosis de fertilizante como del fraccionamiento, no teniendo significación la interacción entre ambos.

A los efectos de determinar las tendencias se ajustaron ecuaciones de regresión.

Se logró un ajuste lineal en todos los casos, cuya representación gráfica se muestra a continuación.



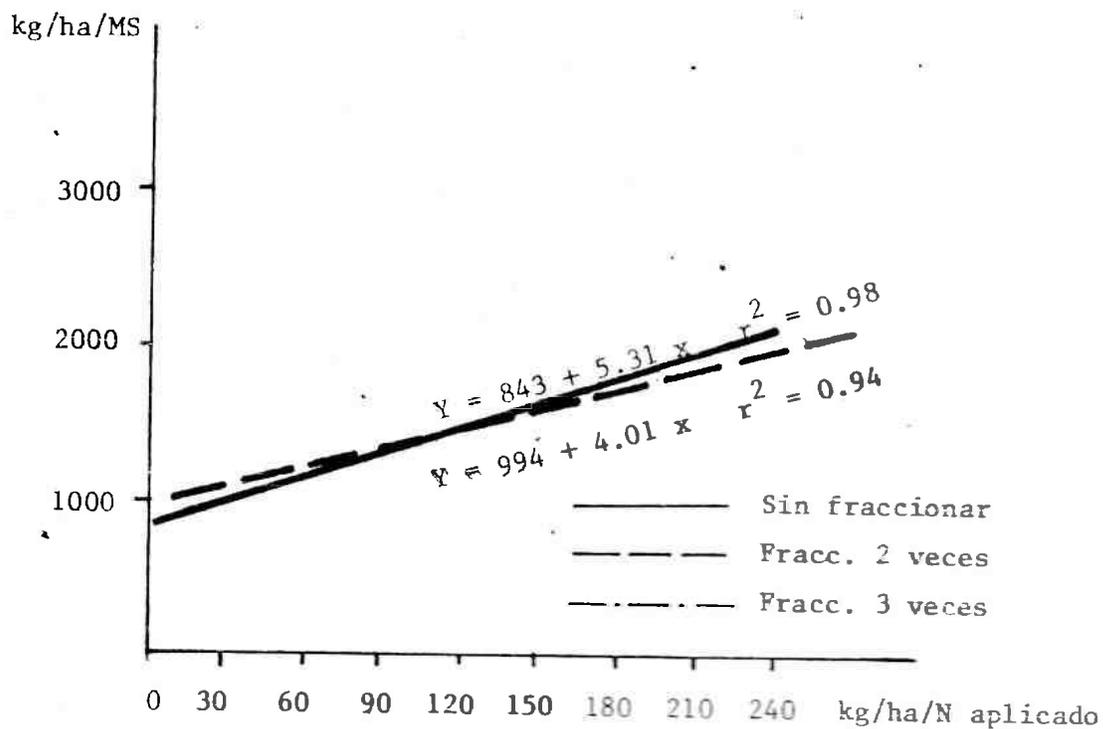
Gráfica 4 - Producción de materia seca invernal - SUELO I - Tercer corte.

Para los tratamientos correspondientes a una sola - aplicación inicial, el efecto de las dosis es notorio en esta estación, presentando un coeficiente $b = 8,35$, que corresponde a kg de materia seca producida/kg de N aplicado. El sistema de aplicación en dos veces se muestra superior respecto a los otros dos sistemas, manteniendo también un coeficiente b alto de $7,06$, evidenciando un claro efecto de las dosis. Los tratamientos que corresponden a las dosis diferidas en tres aplicaciones, son los que presentan el menor coeficiente angular ($b = 4,03$), por lo tanto muestran una menor respuesta a las dosis que los fraccionamientos anteriores. Sus valores reales están por debajo de los obtenidos con el fraccionamiento en dos veces, y con respecto a las dosis únicas, se muestra superior para dosis menores a los 120 kg/ha. Entre 120 y 150 kg se obtienen rendimientos similares, para dosis altas la aplicación única es superior.

Resulta evidente que los tratamientos fraccionados para dosis medias o bajas muestra ventajas en esta estación. Dada la fecha de realización del corte ($10/IX$), la última aplicación de fertilizante ($19/VIII$) correspondiente al fraccionamiento en tres veces, se halla sólo a 20 días del mismo; por lo cual, si bien puede llegar a hallarse una respuesta en absorción de nitrógeno, la expresión en materia seca no se ha manifestado totalmente agrandándose en el caso de dosis altas. Dicha respuesta podría aparecer en el siguiente corte, pero existe la posibilidad que el crecimiento primaveral enmascare la respuesta a esta última aplicación de fertilizante. Por esta razón, el último tramo de la recta se halla por debajo de la correspondiente a dosis únicas.

El fraccionamiento en dos veces ha tenido tiempo de manifestar la totalidad de su respuesta en materia seca, apareciendo superior para todas las dosis en esta estación, siendo en este caso el más recomendable considerando que se trata de un verdeo invernal del que se pretende el mayor aprovechamiento en este momento del año.

En el ensayo realizado en el Suelo II. en que los tratamientos no se hallan completos en su totalidad, analizaremos los correspondientes a las dosis únicas y al fraccionamiento en dos veces. Por esta misma razón no se pudieron realizar análisis de varianza, ajustándose las ecuaciones de regresión que se observan en la gráfica 5.



Gráfica 5 - Producción de materia seca invernal - SUELO II - Segundo corte.

El ajuste logrado es lineal en ambos casos (dosis únicas y fraccionamiento en dos veces). Se observa un pequeño efecto del fraccionamiento aunque es claro el efecto de las dosis ($b = 5.3$ y $b = 4.0$). Esto concuerda con lo hallado por Fitzsimmons (1978), quien señala que las dosis altas estimulan el crecimiento en los meses fríos cuando las bajas temperaturas restringen la mineralización de la materia orgánica del suelo.

Esta baja respuesta a la aplicación de fertilizante fraccionado puede deberse al corto período entre ésta y el corte (19 días).

Los ensayos realizados en el año 1981 obtuvieron respuesta tanto al fraccionamiento como a las dosis en esta estación, registrándose un efecto más notorio a las dosis que el hallado en este trabajo, si bien los rendimientos en valores absolutos son menores a los del año 1982. (1.586 kg/ha promedio de materia seca Suelo I, y 1.500 kg/ha promedio de materia seca para el Suelo II frente a 1.040 kg/ha promedio materia seca, de González y Verdura; y 299 kg/ha promedio materia seca, de Priore y Uranga).

Cuadro 13 - Tasas de crecimiento diario invernal.

TRATA- MIENTOS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
SUELOS I (60 días)	15	12	22	41	18	29	37	46	17	20	26	32
SUELOS II (64 días)	16	19	21	33	16	21	24	30				

Las tasas de crecimiento que se presentan en el cuadro 13, se hallan dentro del rango de valores esperados para esta estación, siendo sensiblemente menores a las registradas en otoño. Los valores hallados son comparables a los obtenidos en los dos ensayos del año 1981.

Cuadro 14 - Eficiencia invernal para producción de materia seca (kg MS/kg N agregado).

TRATA- MIENTO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
SUELO I	30	12	11	10	36	21	19	11	35	20	13	8
TRATA- MIENTOS	1	2	3	4	5	6	7	8				
SUELO II	34	20	11	9	33	22	13	8				

La eficiencia de uso de fertilizante para la producción de materia seca acompaña el efecto de las dosis en ambos ensayos, y del fraccionamiento en el caso del Suelo I. Lo expresado es fiel reflejo de la producción de materia seca ya analizada, por lo mismo los valores hallados son superiores a los obtenidos en el año 1981.

Si se compara con el otoño, la eficiencia invernal presenta menor variabilidad, debido por un lado a limitantes de crecimiento propias de la estación, a que el rango de dosis ensayadas es menor por completarse los tratamientos fraccionados, y por último, a la respuesta manifestada frente a las dosis y época de aplicación.

2. Análisis de la absorción de nitrógeno.

Los datos correspondientes a la absorción de nitrógeno en porcentaje y en kilos para esta estación, se muestran a continuación:

Cuadro 15 - Absorción promedio de nitrógeno invernal en kg y en porcentaje para el SUELO I.

TRATA- MIENTO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Kg N aplicados	30	60	120	240	30	60	120	240	30	60	120	240
N absor- bido (%)	2,0	1.93	1.97	1.88	1.93	1.90	2.22	2.15	1.91	1.95	2.32	2.78
N absorbi- do (kg)	19	14	26	47	21	34	50	59	20	24	37	53

(Datos originales, cuadro 8 del Apéndice)

Cuadro 16 - Absorción promedio de nitrógeno invernal en kg y en porcentaje para el SUELO II.

TRATA- MIENTO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Kg N aplicados	30	60	120	240	30	60	120	240	20	40	80	160
N absorbi- do (%)	1.73	1.73	2.25	2.69	1.80	2.38	2.83	3.43	1.82	2.08	2.02	3.01
N absorbi- do (kg)	17.3	23	31	58	18	32	43	66	19	29	36	68

(Datos originales, cuadro 16 del Apéndice).

Se aprecia una disminución marcada de los valores en kilos de nitrógeno absorbido respecto a la estación anterior. Estos valores son comparables a los obtenidos en el año 1981 por González Moller y Verdura (46,22 kg promedio de N/ha), y superiores a los de Priore y Uranga - (8,5 kg de nitrógeno absorbido promedio por hectárea) debido a su baja producción de materia seca.

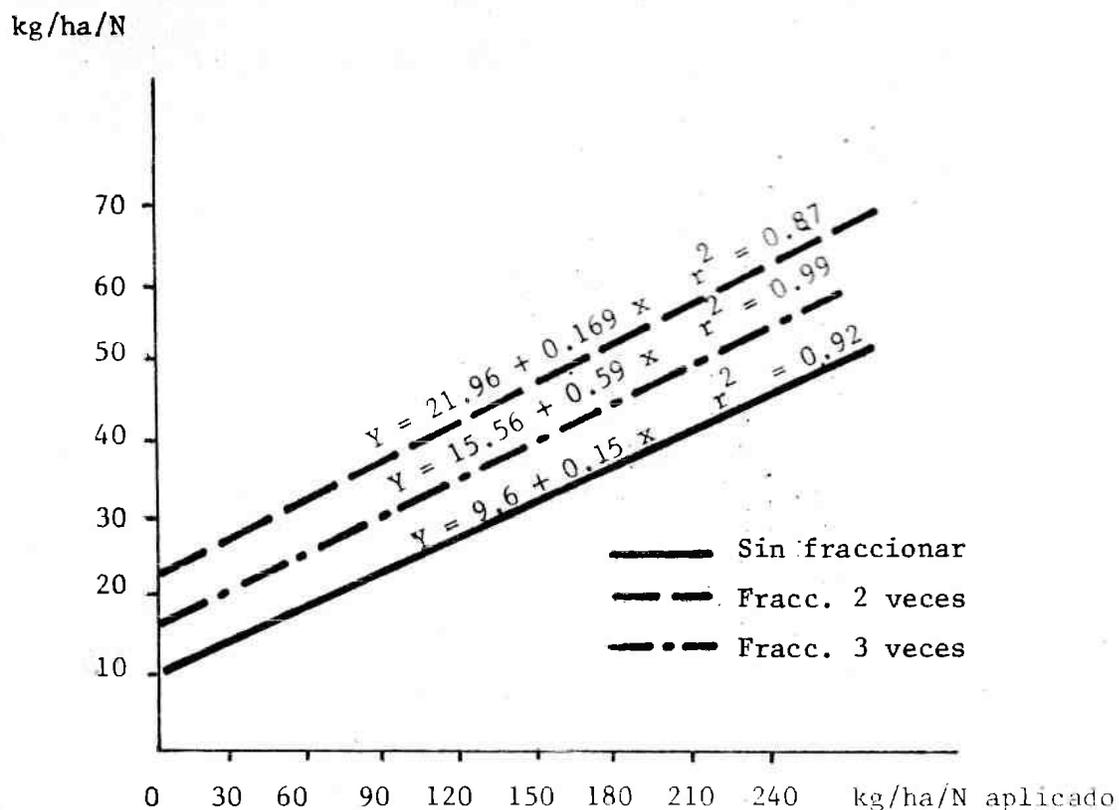
Para el Suelo I se realizó análisis de varianza con descomposición factorial, el que arroja respuesta significativa tanto para dosis como para fraccionamiento.

Cuadro 17 - ANAVA con descomposición factorial SUELO I
(Invierno) Nitrógeno.

FUENTE DE VARIACION	G.L.	S.C.	F
Bloques	3	1022,05	
Tratamientos	11	7670	8,68 **
N	3	6028	25 **
F	2	1247	7,76 **
N x F	6	394	0,8
Error	22	1766,6	
TOTAL	35	10458,97	

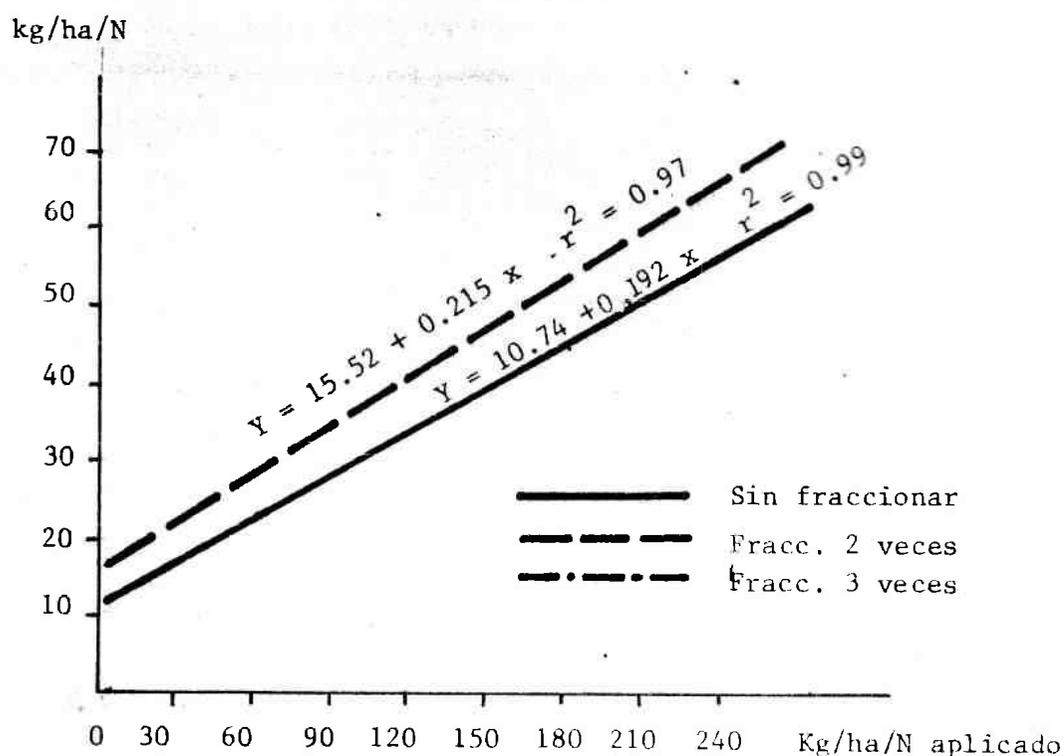
Realizadas las ecuaciones de regresión correspondientes, se obtuvo un ajuste lineal en las tres épocas de aplicación. Los coeficientes angulares hallados para los tres sistemas de aplicación son relativamente bajos ($b=0,169$ - $b=0,159$ - $b=0,150$, para los tres tipos de fraccionamiento respectivamente).

Esto se debe a que el efecto de las dosis se diluye en este análisis por el amplio rango ensayado, permaneciendo claro el efecto del fraccionamiento. De los tres sistemas el fraccionamiento en dos veces se muestra superior, siendo seguido por el fraccionamiento en tres veces, y por último con los menores valores aparecen las dosis únicas, lo que se ilustra en la gráfica 6.



Gráfica 6 - Absorción de nitrógeno invernal - SUELO I - tercer corte.

Para el Suelo II se realizaron ecuaciones de regresión para los tratamientos que están completos lográndose un ajuste lineal. Los coeficientes angulares, tanto en el caso de dosis únicas como fraccionamiento en dos veces, son bajos ($b=0,19$ - y $b=0,21$, respectivamente), mostrando cierta superioridad el fraccionamiento en dos veces frente a dosis únicas, como se observa en la gráfica 7.



Gráfica 7 - Absorción de N invernal - SUELO II -
2do. corte.

Los resultados del año 1982 coinciden con los del año anterior en cuanto a que el fraccionamiento en dos veces logra los mejores resultados en absorción de nitrógeno invernal. Esto se debe muy probablemente a que la segunda aplicación de fertilizante de estos tratamientos coincide con el comienzo de la época invernal. La ventaja de esta segunda aplicación de fertilizante se observa claramente en los porcentajes de N absorbido, lográndose con dosis altas valores similares a los obtenidos en otoño, aumentando así, en gran forma, la calidad del forraje pese a las limitantes características de la estación.

Carámbula (1977) sostiene que frente a limitantes - del crecimiento tales como temperaturas bajas, se ve afectado en primer término el crecimiento y luego, en menor grado, la absorción de nitrógeno, por lo que se pueden hallar concentraciones altas del nutriente en la planta.

Se presenta a continuación, el cuadro de la eficiencia de absorción de nitrógeno con respecto a la cantidad agregada de fertilizante para ambos suelos y para los tratamientos completos.

Cuadro 18 - Eficiencia en absorción de N/kg N aplicado
(INVERNAL)

TRATA- MIENTOS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
SUELOS I	0.63	0.23	0.21	0.19	0.7	0.56	0.41	0.24	0.66	0.4	0.30	0.22
TRATA- MIENTOS	1	2	3	4	5	6	7	8				
SUELO II	0.58	0.38	0.25	0.24	0.6	0.53	0.35	0.27				

De los datos del cuadro 18, se desprende que la eficiencia disminuye con el aumento de la dosis tanto en el Suelo I como en el Suelo II y en todas las formas de aplicación. Los bajos valores registrados se deben a limitantes climáticas para los mecanismos de absorción radicular, lográndose un 60 por ciento de recuperación del fertilizante como máximo para la menor dosis ensayada.

3. Resumen de la producción invernal

La aplicación de fertilizante nitrogenado en esta época halló respuesta tanto en la producción de materia seca, como en la absorción de nitrógeno. Esa respuesta se manifiesta frente a las dosis y a los sistemas de aplicación, hecho que se constata principalmente en el Suelo I donde las fechas de corte y refertilización permitieron hacer una evaluación más completa de los tratamientos. - De estos ensayos se desprende que el fraccionamiento en dos veces logra los mejores resultados en esta estación, dado que la segunda aplicación coincide con el inicio de la misma aprovechándose en el momento más crítico de la pastura.

Estos resultados corroboran los hallados en el año anterior. Dicho efecto se manifiesta, no sólo en producción de materia seca, sino también en incremento de calidad del forraje.

El fraccionamiento en tres veces no tiene un efecto claro en esta estación, ya que la segunda aplicación de fertilizante se realiza en el otoño, y la tercera a fines del invierno, por lo cual existe un desfase con el ciclo de la pastura en su pico de baja invernal.

A pesar de la escasa insolación y las bajas temperaturas se constata una respuesta a las dosis, sobre todo en nitrógeno absorbido, alcanzando para dosis altas, valores que pueden ser catalogados como "nitrógeno de lujo".

D. PRODUCCION PRIMAVERAL

1. Análisis de la producción de materia seca

La producción primaveral de la pastura corresponde al cuarto corte en el Suelo I y al tercer corte en el Suelo II, los valores promedio obtenidos se muestran a continuación:

Cuadro 19 - Producción promedio de materia seca primaveral.

TRATA- MIENTOS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
kg/N aplicado	30	60	120	240	30	60	120	240	30	60	120	240
SUELO I	1625	1729	1879	2145	1732	1624	1464	1643	1935	1620	1949	1797
SUELO II	3369	2988	4324	4455	3480	3648	4298	6157	3595	4964	5408	5228

(Datos originales, cuadros 9 y 17 del Apéndice)

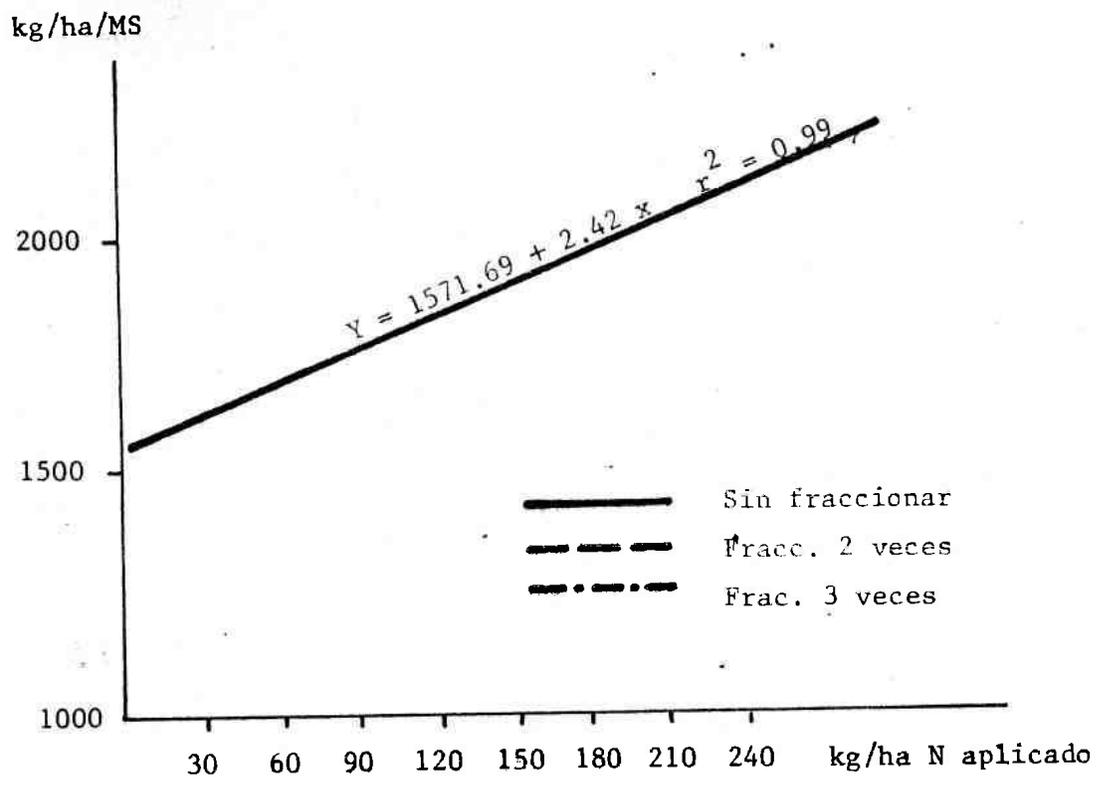
En esta estación todos los tratamientos se hallan completos, por lo cual el tipo de análisis estadístico realizado coincide con los que se usarán para el estudio de la producción total.

Cuadro 20 - ANAVA SUELO I - Materia seca - Primavera.

FUENTE DE VARIACION	S.C	G.L.	F
Bloques	544265,7222	2	
Tratamientos	1168564,306	11	1,635 N.S.
Error	1428990,278	22	
TOTAL	3141820,306	35	

C.V. = 0,1446

En el Suelo I el análisis de varianza no arroja significación, por lo que no hay un efecto de los distintos tratamientos para la estación primaveral. Esto se debería por un lado a que entre la última aplicación de fertilizante y el corte primavera, se realizó el corte invernal justo en la mitad del período. A esto se puede sumar la reactivación de los mecanismos de mineralización de nitrógeno a partir de la materia orgánica del suelo que se da en esta época realizando un aporte de nutriente que puede ser importante, anulando el efecto residual de los tratamientos. Dicha reactivación anula el efecto de los fraccionamientos, no ocurriendo así con las dosis únicas lo que se aprecia en los análisis por regresión.



Gráfica 8 - Producción de materia seca primaveral - SUELO I - Cuanto corte.

En el Suelo II los tratamientos muestran un efecto - significativo, por lo cual se realizó un análisis por descomposición factorial a fin de separar los efectos - de dosis y fraccionamientos, lo que se muestra en el cuadro 21.

Cuadro 21 -ANAVA con descomposición factorial. Materia seca (Primavera) SUELO II.

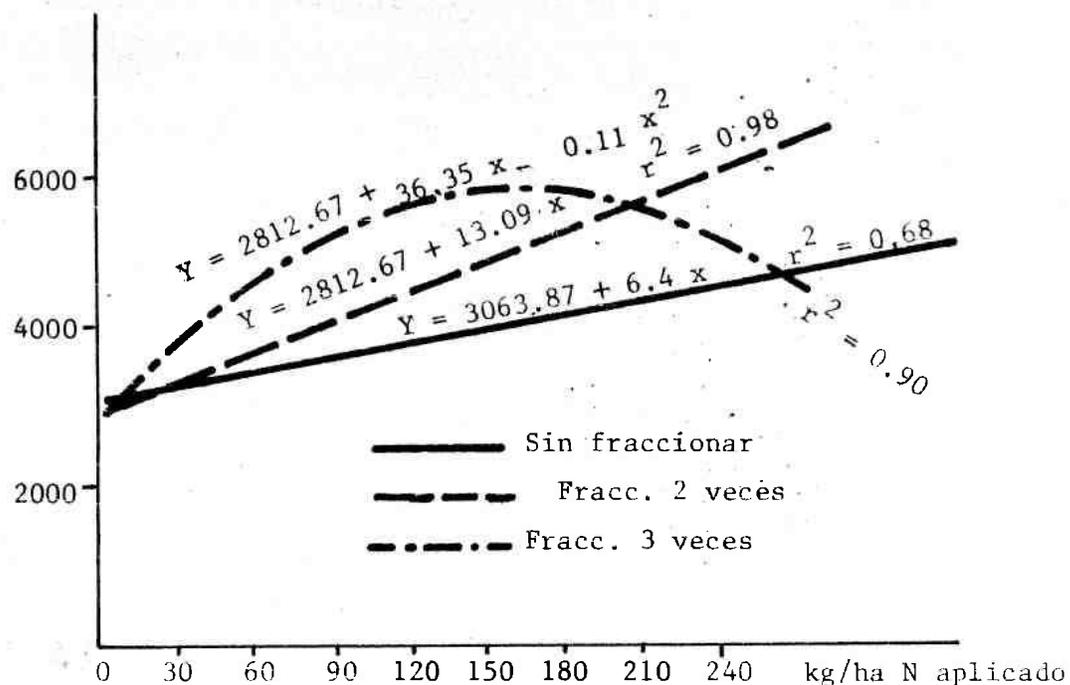
FUENTE DE VARIACION	S.C.	G.L.	C.M.	Fo
Bloques	5644183,166	2	2822091,583	
Tratamientos	66560664,67	11	6050969,515	9,16 **
N	27772111	3	9257370	14 **
F	2535000	2	1267500	1,9
N x F	7439556,6	6	1239923	1,8
Error	14530826	22	660492	
TOTAL	86735674	35		

Se puede apreciar un notorio efecto de la dosis en la respuesta producida, mientras que el fraccionamiento no logra alcanzar una incidencia significativa. Esto puede deberse a un efecto favorable de las dosis únicas en la implantación y en la persistencia de la avena que con bajo suministro de nitrógeno a esta altura del ciclo tiende a desaparecer predominando claramente el raigrás.

Para analizar mejor las tendencias halladas se ajustaron ecuaciones de regresión, cuya representación gráfica se muestra a continuación (Gráfica 9).

Para los tratamientos correspondientes al fraccionamiento en una y dos veces se logró un ajuste lineal, y cuadrático para el fraccionamiento en tres veces.

kg/ha/MS



Gráfica 9 - Producción de materia seca primaveral -
SUELO II - Tercer corte.

Pese a que no se halló significación estadística para el fraccionamiento en el respectivo análisis de varianza, trazadas las líneas de regresión se aprecia una cierta tendencia superior del fraccionamiento en tres veces para dosis que van aproximadamente entre 30 y 165 kg (donde la función exhibe un máximo), por encima de las cuales el fraccionamiento en dos veces pasaría a ser superior por mostrar un comportamiento lineal.

En este ensayo el período existente entre la última aplicación del fertilizante (18/VIII) y el corte (8/X) -

permitió realizar una evaluación consistente del efecto del fraccionamiento en tres veces a diferencia del Suelo I.

Contrariamente a lo ocurrido en este año, los ensayos correspondientes al año 1981, mostraron variaciones importantes debidas tanto a formas de aplicación como a dosis, constatándose interacción entre ambas fuentes de variación.

Cuadro 22 - Tasa de crecimiento diario primaveral (kg MS/ha/día)

TRATA- MIENTOS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
SUELO I (42 días)	39	41	44	51	41	39	35	39	46	39	46	43
SUELO II (66 días)	51	45	66	67	53	55	65	93	54	75	82	79

Los valores dados para tasa de crecimiento diario son los mayores registrados en todo el ciclo. Esto se debe por un lado, al alto crecimiento característico de la estación, y por otro a que las tasas calculadas para el otoño se hallan subvaloradas por considerarse en dicho período la etapa de emergencia del cultivo.

Cuadro 23 - Eficiencia primaveral para producción de materia seca (kg MS/kg N agregado)

TRATA- MIENTOS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
kg/ha aplicados	30	60	120	240	30	60	120	240	30	60	120	240
SUELO I	54	29	16	9	58	27	12	7	65	27	16	7
SUELO II	112	50	36	18	116	61	36	26	119	83	45	22

La eficiencia primaveral varía según los suelos. En el Suelo I los valores son menores que en otoño dada la menor producción de materia seca. Esta situación se invierte en el Suelo II donde el crecimiento primaveral es más importante que el correspondiente al otoño, y por lo tanto la eficiencia será también mayor, a pesar de que en el otoño la dosis de los tratamientos fraccionados no se hallaban completas arrojando valores muy altos de eficiencia en esos casos, por lo que se comparan sólo las dosis únicas.

2. Análisis de la absorción de nitrógeno

Los resultados de los análisis foliares en porcentaje y en kilos de nitrógeno son los siguientes para ambos suelos:

Cuadro 24 - Absorción promedio de nitrógeno primaveral en kg y en porcentaje para el SUELO I.

TRATA- MIENTOS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Kg N aplicados	30	60	120	240	30	60	120	240	30	60	120	240
N absorbi- do (%)	1.23	1.33	1.33	1.35	1.27	1.29	1.29	1.58	1.24	1.19	1.23	1.39
N absorbi- do (kg)	20	23	25	29	22	21	19	26	24	19	24	25

(Datos originales, cuadro 10 del Apéndice)

Cuadro 25 - Absorción promedio de N primaveral en Kg y en porcentaje para el SUELO II.

TRATA- MIENTOS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Kg N aplicados	30	60	120	240	30	60	120	240	30	60	120	240
N absorbi- do (%)	1.15	1.20	1.15	1.09	1.46	1.15	1.02	1.21	1.11	1.14	1.10	1.45
N absorbi- do (kg)	39	36	50	49	51	42	44	75	40	57	60	76

(Datos originales, cuadro 18 del Apéndice)

Si bien la absorción de nitrógeno en kg/ha en esta estación es importante, ello se debe a que acompaña el crecimiento en materia seca; sin embargo, existe una menor concentración del nutriente con respecto a las demás estaciones del año. Aquí se invierte la situación del invierno, principalmente en el caso de dosis únicas, debido a un efecto de las mismas en la mejor implantación y persistencia de la avena.

En base a estos datos fueron realizados los respectivos análisis de varianza, no arrojando significación para el Suelo I.

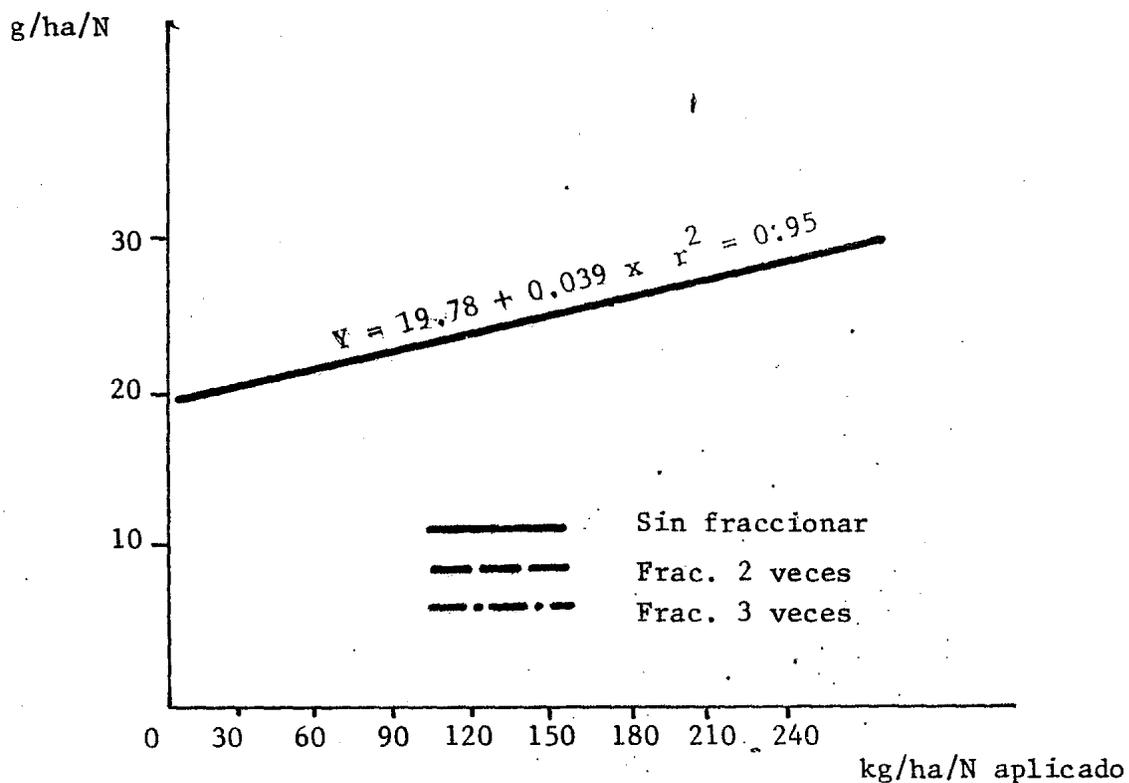
Cuadro 26 - ANAVA nitrógeno para el SUELO I (Primavera).

FUENTE DE VARIACIÓN	S.C.	G.L.	F.TR
Tratamientos	92.1666	11	
Bloques	286.0833	2	1.6231
Error	352.5	22	
TOTAL	730.75	35	

$$C.V. = 0.1734$$

Las razones por las que no se halla respuesta en absorción de nitrógeno en el Suelo I, son las mismas que se señalaron para este suelo en materia seca, viéndose además acentuado por un cambio fisiológico de la pastura a medida que pasa de estado vegetativo a reproductivo, disminuyendo su capacidad de respuesta al nutriente.

En el análisis de regresión se constata una tendencia lineal sólo en el caso de dosis única, no pudiéndose ajustar ningún modelo para los restantes tratamientos, como se observa en la gráfica 10.



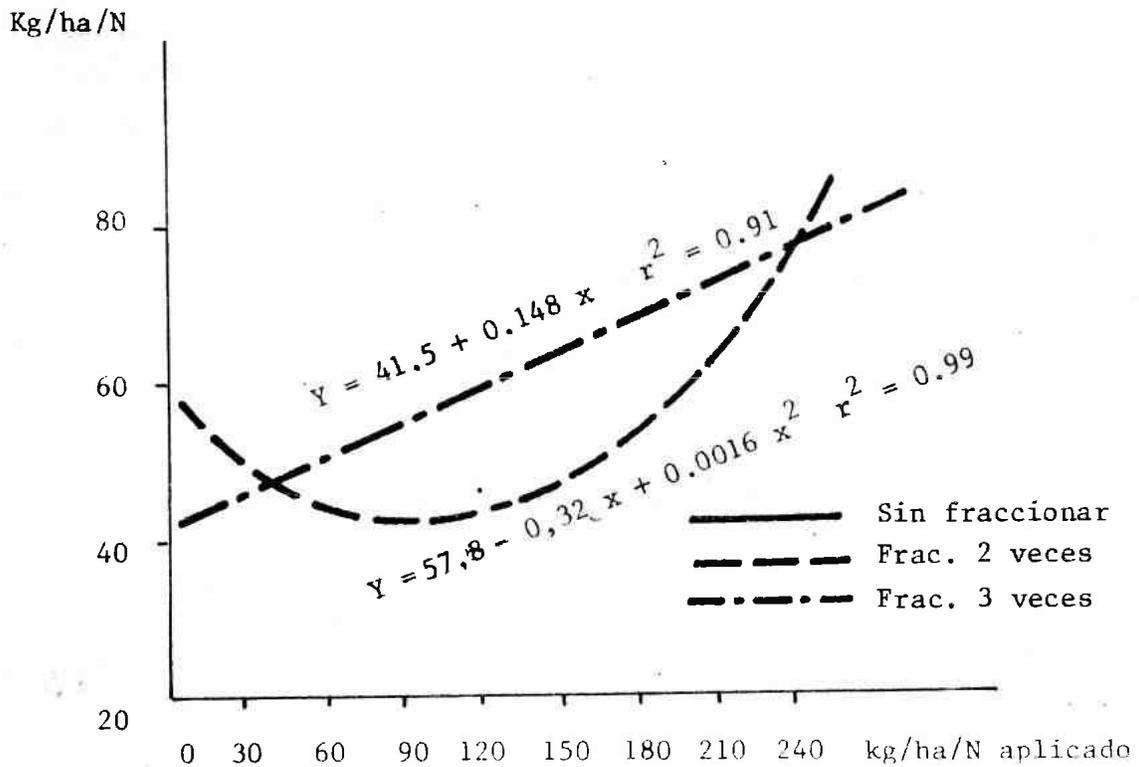
Gráfica 10 - Absorción de N primaveral - SUELO I - Cuarto corte.

Cuadro 27 - ANAVA con descomposición factorial - SUELO II
Nitrógeno (Primavera).

FUENTE DE VARIACION	G.L.	S.C.	Fo
Bloques	2	187	
Tratamientos	11	5878	5.4 *
N	3	2977	10,1 **
F	2	1454	2.4 **
N x F	6	1446	
Error	22	2160	
TOTAL	35	8226	

En el caso del Suelo II, se aprecia una respuesta - muy significativa que en el análisis por descomposición factorial responde tanto a dosis como a fraccionamiento, no habiendo interacción entre ambos.

Esto se corrobora en el análisis por regresión, donde se pudo ajustar sólo ecuaciones para los tratamientos correspondientes a fraccionamiento en una y dos veces, lo que se aprecia en la gráfica 11.



Gráfica 11 - Absorción de N primaveral - SUELO II - Tercer corte

Con respecto a la dosis, los datos del Suelo II - acompañan la tendencia hallada en materia seca, pero en este caso también se halla respuesta a la forma de aplicación, lo que puede deberse a una más rápida respuesta en absorción de nitrógeno que en producción de materia seca.

Como ya se señaló en el caso del otoño, Brockman (1966) halló para dosis de hasta 120 kg, una mayor respuesta en nitrógeno que en materia seca, en períodos de hasta 60 días de crecimiento, intervalo de tiempo que coincide con el de esta estación en el presente ensayo.

El autor adjudica esta diferencia a la falta de tiempo suficiente como para hallar una expresión de materia seca acorde a las dosis.

Se ajustaron ecuaciones de regresión correspondientes a los tratamientos bajo fraccionamiento, de las que se desprende cierta superioridad de las dosis bajas diferidas en dos momentos de aplicación frente a las diferidas en tres del mismo nivel. Esta tendencia se muestra para dosis menores a 60 kg, mientras que para dosis mayores dentro del rango estudiado el fraccionamiento en tres veces logra valores superiores en absorción de nitrógeno.

En los ensayos del año 1981, se constatan tendencias similares respecto a la producción de materia seca y a la producción en kg de nitrógeno removido; sin embargo, en ambos trabajos del dicho año se señala que la respuesta en kg de nitrógeno absorbido, es consecuencia directa de la producción de materia seca y no de una absorción diferencial con respecto a los tratamientos que se veía en el porcentaje de nitrógeno.

En el presente trabajo el análisis de varianza correspondiente a los porcentaje de nitrógeno (cuadro 19 en el Apéndice) para el Suelo II, presenta un coeficiente "f" significativo al 5 por ciento, lo que indicaría la incidencia de los tratamientos en la absorción de nitrógeno.

Cuadro 28 - Eficiencia de la absorción de nitrógeno

RATA- IENTOS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
g/N icados	30	60	120	240	30	60	120	240	30	60	120	240
UELO I	0.66	0.38	0.20	0.12	0.73	0.35	0.15	0.10	0.8	0.31	0.20	0.10
ELO II	1.3	0.6	0.41	0.20	1.7	0.7	0.36	0.31	1.33	0.95	0.50	0.31

La eficiencia del fertilizante en absorción de nitrógeno sigue en esta estación la tendencia general observada, disminuyendo con el aumento de la dosis. Sólo en el caso de dosis bajas (30 kg/ha/N) y en el suelo erosionado (Suelo II) se logra alcanzar el 100 por ciento de recuperación del fertilizante, siendo en todos los otros casos notoriamente menor debido a características propias del estado fisiológico de la pastura en esta estación.

3. Resumen de la Producción Primavera

Los resultados obtenidos en ambos ensayos para esta estación son diferentes, debiéndose fundamentalmente a dos causas: diferente tipo de suelo y diferente manejo de la pastura.

El Suelo I es un suelo rico en materia orgánica, por lo cual en esta etapa la capacidad de mineralización ha-

ce innecesaria la aplicación de nitrógeno tardía; mientras que en el Suelo II el grado de erosión ha bajado los tenores de materia orgánica actuando también contra los mecanismos de mineralización, siendo susceptible a reflejar una aplicación tardía de fertilizante.

En cuanto al manejo de la pastura, en el Ensayo I se hicieron 4 cortes, lo que llevó a cierto desfasaje con las fechas de refertilizaciones de los tratamientos fraccionados, por lo que entre la última refertilización y el corte primaveral media un aprovechamiento correspondiente al invierno.

En el Suelo II se realizaron sólo 3 cortes, uno correspondiente a cada estación para el ciclo del cultivo, acompañando así a las fechas previstas para aplicación de los tratamientos fraccionados, por lo cual recién en esta estación todos los tratamientos se hallan completos y pueden ser evaluados. Dadas las fechas de evaluación y corte, se halla un efecto significativo frente a las dosis en materia seca, y tanto a dosis como a fraccionamiento en absorción de nitrógeno.

De lo anteriormente expuesto, se deduce, en primera instancia, que si se piensa hacer un aprovechamiento intensivo de la pastura, el mayor número de cortes lleva a un desfasaje con las refertilizaciones si estas se realizan a fecha fija como en el presente trabajo; esto lleva a que la evaluación que se hace a través de cortes en los tratamientos no sea enteramente satisfactoria.

En segunda instancia, en este momento del año la capacidad de mineralización del suelo a partir de su materia orgánica, juega un rol fundamental. Esto se ve cla-

ramente en la comparación de los resultados obtenidos en porcentaje de nitrógeno foliar, ya que el ensayo que ~~mue~~tra respuesta significativa a la última refertilización (Suelo II), presenta similares valores promedio de concentración del nutriente al Suelo I que no recibió aporte de fertilizante en esta estación.

E. PRODUCCION TOTAL

1. Análisis de la producción de materia seca

Los resultados obtenidos en los ensayos realizados - muestran variaciones en producción de materia seca en ambos suelos.

En el Suelo I no se constatan grandes diferencias entre tratamientos, oscilando los valores de producción entre 5.000 y 6.800 kg/ha/MS. En cambio en el Suelo II, las variaciones halladas son mucho mayores (de 6.000 a 10.500 kg/ha/MS) debido a su estado de degradación, lo que determina una mayor respuesta.

Cuadro 29 - Producción total promedio de materia seca

TRATA- MIENTOS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Kg/N aplicados	30	60	120	240	15-15	30-30	60-60	120-120	10-10-10	20-20-20	40-40-40	80-80-80
SUELO I	5125	5013	6022	6872	5242	5631	6292	6440	5571	5407	6087	6239
SUELO II	6603	6517	8389	9479	6719	7395	8270	10572	6965	8805	9576	9906

(Datos originales cuadros I y II del Apéndice)

Los análisis de varianza correspondientes dan diferencias significativas para los dos casos, pero presentan variaciones en significación cuando se realiza el análisis por descomposición factorial de los experimentos.

Cuadro 30 - ANAVA con descomposición factorial - SUELO I -
Materia seca.

FUENTE DE VARIACION	G.L.	S.C.	F
Bloques	2	4799056,222	
Tratamientos	11	11414118,97	4,10927 **
Nitrógeno	3	9811501,193	12,95178 **
Fraccionamiento	2	75746,889	0,14998
Interacción	6	1526870,889	1,00798
Error	22	5555298,445	
TOTAL	35	21768473,64	

En este suelo se hallaron diferencias muy significativas entre las dosis pero no se detectó significación frente a las diferentes épocas de aplicación. Esto presumiblemente se deba al alto tenor de materia orgánica y la textura de dicho suelo, resultados que coinciden con los hallados por Vera (1966) en La Estanzuela.

Cabe señalar que este suelo presenta respuesta tanto a dosis como a fraccionamiento sólo en el invierno, debido al desfase existente entre las aplicaciones de fertilizante y las fechas de corte, que impiden evaluar el efecto de los tratamientos en las otras estaciones.

Por lo tanto, el efecto del fraccionamiento principalmente se diluye cuando se considera todo el ciclo de la pastura persistiendo sólo el efecto de las dosis, dada la gran capacidad de mineralización de la materia orgánica, principalmente en otoño y primavera.

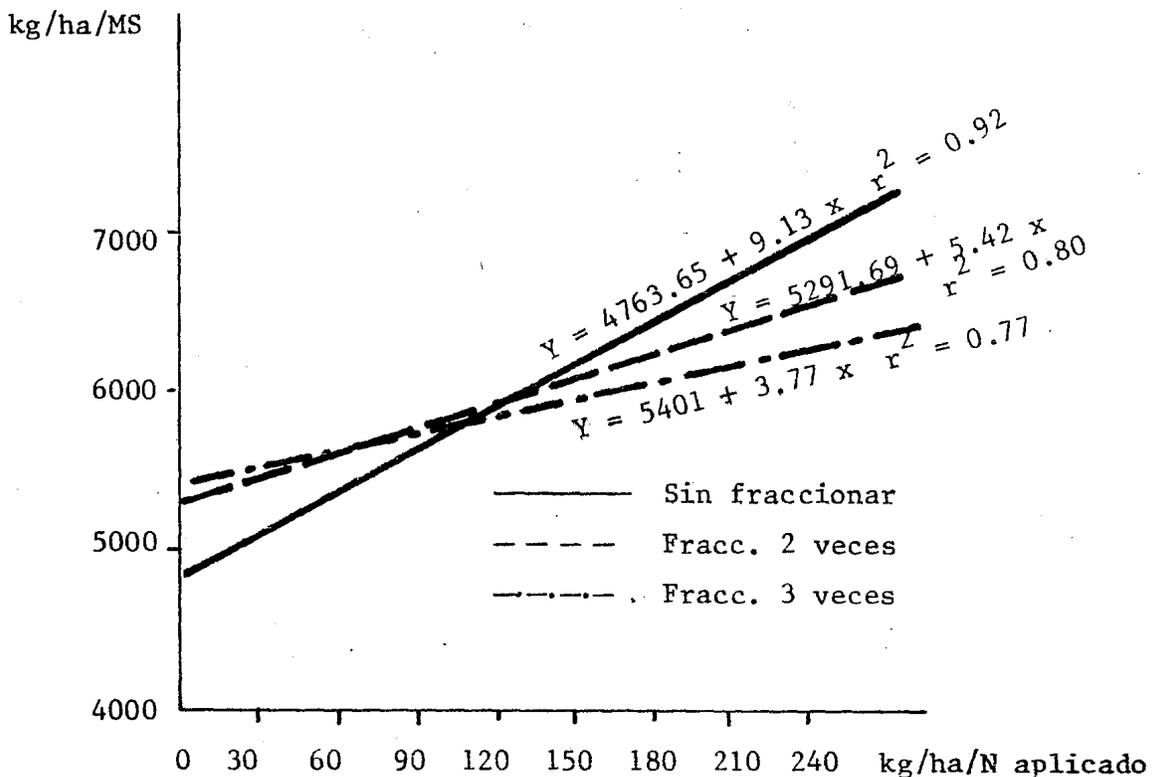
Cuadro 31 - Análisis de varianza con descomposición factorial - SUELO II - 1982.

FUENTE DE VARIACION	G.L.	S.C.	F
Bloques	2	5644183,166	
Tratamientos	11	66560664,67	9,16 **
Nitrógeno	3	53379999,77	26,94 **
Fraccionamiento	2	6853417,167	5,188 **
Interacción	6	6327247,723	1,59
Error	22	14530826,17	
TOTAL	35	86735674	

Este análisis corresponde al suelo erosionado dando por lo tanto diferencias significativas, tanto para dosis como para los distintos fraccionamientos, no habiendo interacción entre ambos. Se suma a esto el bajo número de cortes realizados que ayudó a la evaluación del efecto de los fraccionamientos por resultar las refertilizaciones y los aprovechamientos en una sucesión adecuada.

Dado los datos se intentó ajustar un modelo lineal y

ro cuadrático de regresión, con el fin de predecir la respuesta al nitrógeno según los distintos fraccionamientos. Se logró un ajuste lineal en la mayoría de los casos, esto se verifica para las tres formas de aplicación en el Suelo I, lo que significa que la respuesta en materia seca es creciente a tasa constante para todas las dosis ensayadas., cuya gráfica se presenta a continuación:



Gráfica 12 - Producción total de materia seca -
SUELO I -

En el Suelo I las aplicaciones únicas y en segundo lugar el fraccionamiento en dos veces, parecerían ser los más adecuados por presentar mayores valores de coeficiente angular.

Cuadro 32 - Eficiencia del N aplicado según dosis y su fraccionamiento (kg MS/kg N agregado) SUELO I

DOSIS/FRAC- CIONAMIENTO	30	60	120	240
1 vez	171	83	50	29
2 veces	175	94	52	27
3 veces	186	90	51	26

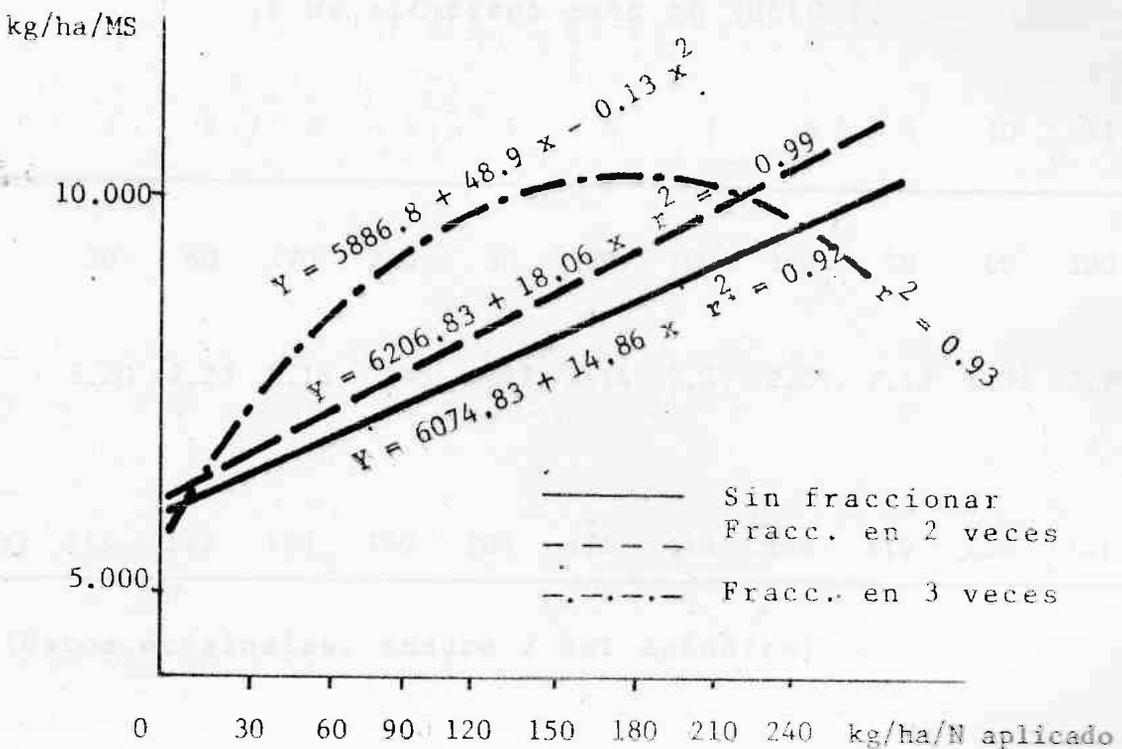
Cuadro 33 - Eficiencia de N aplicado según dosis y su fraccionamiento (Kg MS/kg N agregado) SUELO II.

DOSIS/FRAC- CIONAMIENTO	30	60	120	240
1 vez	220	108	70	39
2 veces	224	123	69	44
3 veces	232	147	80	41

Para ambos ensayos se visualiza la misma tendencia a disminuir la eficiencia con el aumento de las dosis de fertilizante para todas las formas de aplicación.

Iguals resultados obtuvieron González y Verdera (1983) en el Suelo II del año 1981, no concordando con lo hallado por Priore y Uranga (1983) en el mismo año.

En el Suelo II se logró un ajuste lineal para las dos primeras formas de aplicación y un ajuste cuadrático para el fraccionamiento en tres veces.



Gráfica 13 - Producción total de materia seca - SUELO II -

El fraccionamiento en tres veces logra los mejores resultados, dadas las características propias de este suelo salvo a dosis muy elevadas (mayores a 180 kg) ya que su

comportamiento es cuadrático.

2. Análisis de la absorción de nitrógeno

Los datos de absorción de nitrógeno se presentan en kilos y en porcentaje en los cuadros que siguen a continuación:

Cuadro 34 - Absorción total promedio en kg y en porcentaje de nitrógeno para el SUELO I.

TRATA- MIENTOS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Kg N aplicados	30	60	120	240	30	60	120	240	30	60	120	240
N absor- bido (%)	2.20	2.23	2.15	2.03	2.07	2.14	2.3	2.29	2.13	2.33	2.30	2.50
N absor- bido (kg)	113	112	130	140	109	121	146	148	119	126	141	160

(Datos originales, cuadro 2 del Apéndice)

Cuadro 35 - Absorción total promedio de nitrógeno en kg y en porcentaje para el SUELO II.

TRATA- MIENTOS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Kg N aplicados	30	60	120	240	30	60	120	240	30	60	120	240
N absor- bido (%)	1.8	1.9	1.7	2.16	1.9	1.96	2.01	2.18	1.79	1.76	1.82	2.26
N absorbi- do (kg)	124	128	150	205	128	145	167	231	125	155	175	224

(Datos originales, cuadro 12 del Apéndice)

El rango de valores concuerda con los hallados en los ensayos del año anterior.

Cuadro 36 - Análisis de varianza con descomposición factorial - N total - SUELO I.

FUENTE DE VARIACION	G.L.	S.C.	F
Bloques	2	1942,055	
Tratamientos	11	8907,638	3.129
Nitrógeno	3	7478,222	9.632 **
Fraccionamiento	2	991,722	1.916
N x F	6	437.611	0.281
Error	22	5693,277	
TOTAL	35	16542,972	

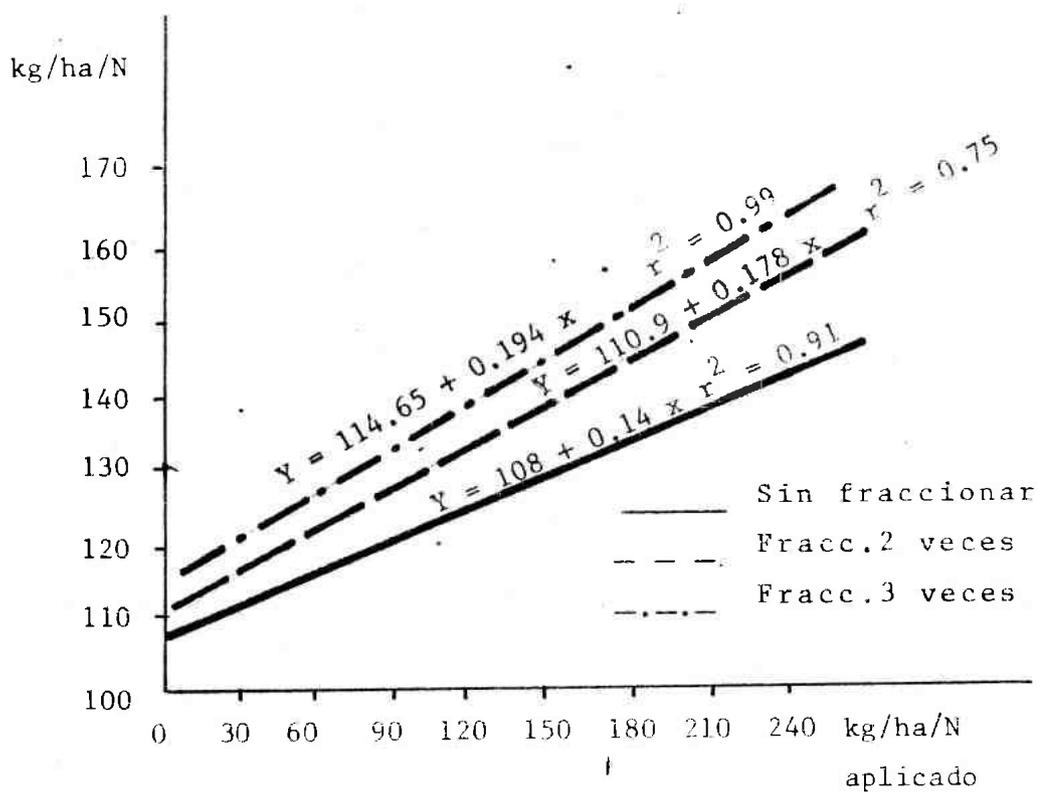
Realizados los análisis de varianza con descomposición factorial en el Suelo I, se constata una respuesta significativa para las dosis. En el Suelo I el efecto del fraccionamiento se observa sólo en el invierno, dadas las características de esta estación, perdiéndose en el resto de las estaciones y en el total. Esto se debe a cualidades propias del suelo y al manejo recibido.

Cuadro 37 - Análisis de varianza con descomposición factorial - N total - SUELO II.

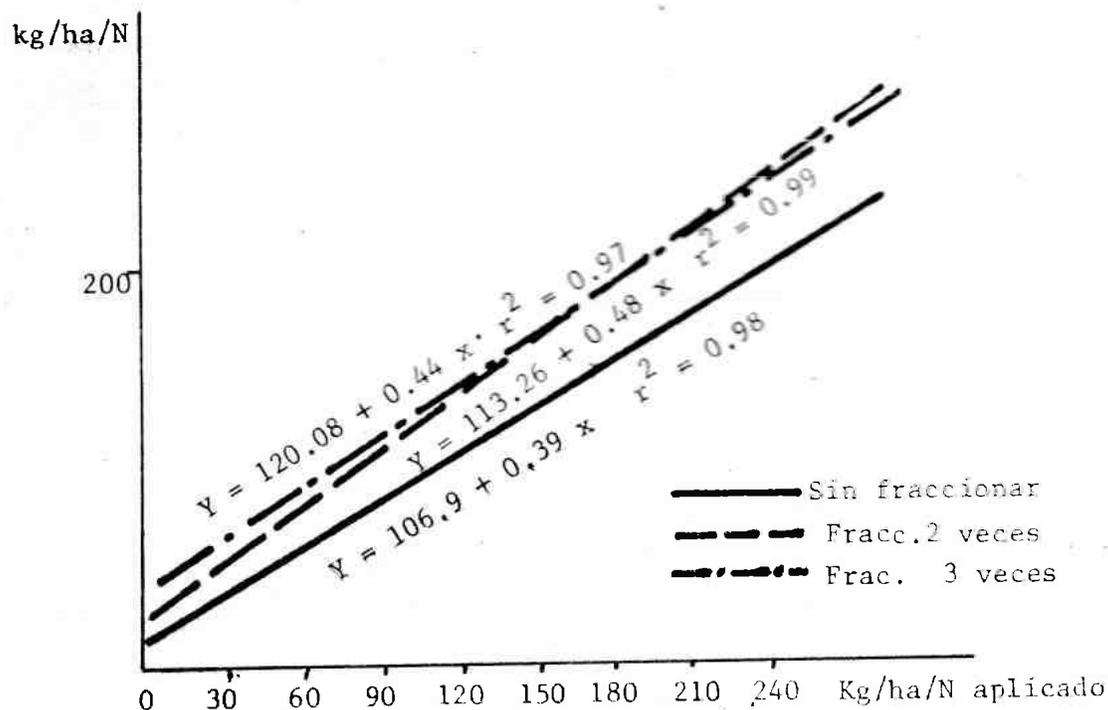
FUENTE DE VARIACION	G.L.	S.C.	F
Bloques	2	3389,388	
Tratamientos	11	48753,638	9,215 **
Nitrógeno	3	45661,194	31,647 **
Fraccionamiento	2	2259,722	2,34
N x F	6	823,72	0,288
Error	22	105,611	
TOTAL	35	62723,638	

El análisis para el Suelo II arroja significación para dosis pero no para fraccionamiento. La explicación a lo dicho es la misma que se señaló para materia seca y para el ensayo anterior. La respuesta en N y en materia seca siguen evoluciones que tienen diferente velocidad de expresión, como se aprecia en la gráfica 1 de la revisión bibliográfica (Brockman, 1966). Por lo tanto, cuando se logra la máxima absorción de nitrógeno, la materia

seca aún no ha alcanzado su máxima expresión, y cuando - esta última se logra, el contenido de N necesariamente baja. En este ensayo las fechas de corte favorecieron la evaluación de la respuesta en materia seca.



Gráfica 14- Absorción total de N - SUELO I.



Gráfica 15 - Absorción total de N - SUELO II.

En ambos ensayos se ajustaron modelos de regresión lineal para todas las formas de aplicación (Gráficas 14 y 15). Los coeficientes angulares registrados son bajos en los dos ensayos, siendo los del Suelo I inferiores a los del Suelo II. La baja magnitud del coeficiente se debe a que la variación que pueden presentar los valores de absorción de N foliar es mucho menor que la amplitud del rango de dosis ensayadas.

Por otro lado, el hecho de que el Suelo I presente valores inferiores a los del Suelo II, es debido a un menor impacto de las dosis aplicadas dado su mayor cantidad de materia orgánica y capacidad de mineralización respecto al Suelo II.

Cuadro 38 - Eficiencia en absorción total de N/kg N agregada.

TRATA- MIENTOS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Kg N agregado	30	60	120	240	30	60	120	240	30	60	120	240
SUELO I	3.76	1.86	1.08	0.58	3.63	2.0	1.21	0.61	3.96	2.1	1.17	0.66
SUELO II	4.13	2.13	1.25	0.85	4.26	2.41	1.39	0.96	4.16	2.58	1.45	0.93

De los valores hallados de eficiencia en absorción de nitrógeno en la producción total, se deduce que el aporte de nutriente por parte del suelo resulta importante para dosis menores a 120 kg/ha, con 120 kg/ha se logra aproximadamente el 100 por ciento de utilización de la dosis, y con aplicaciones superiores la eficiencia de recuperación del fertilizante baja marcadamente, sobre todo en el Suelo I, donde se llega aproximadamente a recuperar el 60 por ciento de la dosis.

De las distintas estaciones, el otoño muestra los mayores valores de recuperación del fertilizante, observándose una tendencia similar a la expresada en la producción total, mientras que tanto en invierno como en primavera, se registran valores notoriamente menores debido a características que les son propias a dichas estaciones.

V. CONCLUSIONES

SUELO I

El elevado contenido inicial de nitratos determinó que el agregado de fertilizante no obtuviera respuesta - en la producción otoñal en el amplio rango de dosis ensayadas, tanto en términos de materia seca como en absorción de nitrógeno.

En invierno se observó una respuesta clara tanto a dosis como a fraccionamiento, registrándose valores elevados de producción de materia seca para las mayores dosis.

Los altos valores hallados se deben probablemente a cierta sobreestimación causada por la fecha del corte -- (10/IX) destinado a evaluar el crecimiento invernal, lo cual no contradice la tendencia verificada.

El sistema de aplicación en dos veces obtuvo los mejores resultados, ya que la refertilización coincidió con el inicio de esta estación, por lo que la pastura tuvo disponibilidad de nutriente en el momento más crítico de su ciclo. Igual tendencia se verificó en la absorción de nitrógeno pese a las limitantes climáticas, llegándose a observar para las dosis altas valores que podrían considerarse como "nitrógeno de lujo".

En la estación primaveral las condiciones climáticas favorecen la reactivación de los mecanismos de mineralización, por lo cual en este suelo no se halló respuesta al agregado de fertilizante en producción de materia se-

ca, ni tampoco en absorción de nitrógeno.

En la producción total, el efecto de las dosis es notorio, mientras que el efecto del fraccionamiento se diluye al tomar en cuenta todo el ciclo de la pastura. El análisis por regresión indica cierta superioridad de las dosis únicas frente al fraccionamiento en dos veces y de éste frente al fraccionamiento en tres veces. La respuesta en absorción de nitrógeno se redujo a las dosis.

Debido al alto contenido de materia orgánica de este suelo, las aplicaciones de fertilizante fraccionadas sólo hallaron respuesta durante el invierno, mientras que en las restantes estaciones se tradujo en una absorción excesiva del nutriente.

SUELO II

La producción otoñal tanto de materia seca como en términos de nitrógeno absorbido mostró una tendencia lineal acompañando el aumento de la dosis.

La producción invernal de materia seca exhibió un efecto claro de las dosis y en menor magnitud del fraccionamiento, observándose una tendencia similar para la absorción de nitrógeno. La baja respuesta al fraccionamiento se debió en parte al corto período existente entre la última refertilización y el corte.

En este suelo la capacidad de mineralización de la materia orgánica se halla muy disminuída, por lo cual una aplicación tardía de fertilizante halló respuesta a las

dosis en la producción primaveral de materia seca, y tanto a dosis como al sistema de aplicación en nitrógeno absorbido, dado que esta última se manifiesta más rápidamente.

El fraccionamiento en tres veces mostró los mejores resultados en la producción total de materia seca, salvo a dosis muy elevadas donde a causa de su comportamiento cuadrático, es superado por el sistema de aplicación en dos veces. La absorción de nitrógeno mostró un efecto de las dosis únicamente. Esto se debió probablemente a que las fechas de corte de este ensayo favorecieron la máxima expresión en producción de materia seca, en deterioro de una correcta evaluación del efecto del fraccionamiento en nitrógeno absorbido debido a las distintas velocidades de respuesta que presentan ambas variables.

De lo expuesto se constata el efecto significativo de la aplicación de nitrógeno para superar la crisis invernal de forraje, tanto en términos de producción de materia seca como en calidad de la pastura.

La determinación de las dosis así como de las formas de aplicación dependerá fundamentalmente del tipo de suelo, del manejo que se piense realizar y de la relación de precios insumo-producto imperante en cada momento, ya que la respuesta que se obtiene varía según los parámetros descriptos, estando estas consideraciones también asociadas al efecto año.

V I . RESUMEN

El presente trabajo consta de dos ensayos ubicados - sobre un Vertisol rúptico, chacra nueva con 5,8 por ciento de materia orgánica, y un Brunosol eutrico, chacra - vieja con 3,4 por ciento de materia orgánica.

En ambos suelos fue sembrada una mezcla avena-raigrás siendo los tratamientos cuatro dosis de fertilizante nitrogenado (30- 60- 120 y 240 kg/ha/N), en tres sistemas de aplicación: aplicación única a la siembra, dosis diferida en dos y dosis diferida en tres aplicaciones.

La evaluación de los diferentes tratamientos se midió en kilos por hectárea de materia seca y absorción de N en kg/ha, chequeándose el contenido de nitratos en el suelo a lo largo de todo el ciclo.

SUELO I

El agregado de fertilizante no modificó la producción otoñal de materia seca (2479 kg/ha promedio) para todas las dosis ensayadas, debido al alto contenido inicial de nitratos (49,2 ppm). Por esta misma razón tampoco se halla respuesta en nitrógeno absorbido.

- Durante el invierno el efecto de los tratamientos en producción de materia seca es notorio constatándose respuesta tanto a dosis como a fraccionamiento, logrando las dosis altas anular el pico de baja in-

vernal (2377 kg/ha/MS promedio para 240 kg/ha/N -
agregado). Esta misma tendencia se verifica en la
absorción de nitrógeno.

- En la primavera no se halló respuesta al agregado de fertilizante en producción de materia seca (1762 kg/ha/MS promedio) ni en absorción de nitrógeno (23 kg/ha/N promedio).
- En la producción total (5828 kg/ha/MS promedio) persiste un efecto de la dosis perdiéndose el efecto del fraccionamiento al considerar todo el ciclo, constataándose una tendencia superior de las dosis únicas - (b = 9.13) y del fraccionamiento en dos veces (b=5,4). La absorción de nitrógeno (130 kg/ha/N promedio) muestra respuesta al fertilizante sólo para las dosis.

SUELO II

- La producción de materia seca otoñal (2440 kg/ha/MS promedio) acompaña al aumento de las dosis en forma lineal. La misma tendencia se constata en términos de absorción de nitrógeno (76 kg/ha/N promedio), observándose para dosis altas valores muy elevados (99 kg/ha/N promedio para 240 kg/ha de fertilizante agregado).
- En el invierno, el análisis por regresión de la producción de materia seca (1500 kg/ha promedio) muestra un efecto notorio de las dosis y un menor efecto del fraccionamiento. Se observa igual tendencia para la absorción de nitrógeno.

- En primavera se halla respuesta a las dosis en producción de materia seca (4396 kg/ha/MS promedio) y tanto a dosis como al sistema de aplicación en términos de absorción de nitrógeno (52 kg/ha/N promedio).

- En la producción total de materia seca (8266 kg/ha/MS promedio), el fraccionamiento en tres veces logró los mejores resultados, salvo dosis muy elevadas donde el comportamiento es cuadrático disminuyendo por encima de los 180 kg de fertilizante.
En absorción de nitrógeno (163 kg/ha promedio) existió un efecto de la dosis pero no del sistema de aplicación.

Quadro 1 - Abastecimento de água em domicílios particulares (em litros por dia e por pessoa)

Estado	População	1970	1975	1980
1	20	100	100	100
2	40	100	100	100
3	100	100	100	100
4	200	100	100	100
5	300	100	100	100
6	400	100	100	100
7	500	100	100	100
8	600	100	100	100
9	700	100	100	100
10	800	100	100	100
11	900	100	100	100
12	1000	100	100	100

VII . APENDICE

Quadro 2 - Abastecimento de água em domicílios particulares (em litros por dia e por pessoa)

Estado	População	1970	1975	1980
1	20	100	100	100
2	40	100	100	100
3	100	100	100	100
4	200	100	100	100
5	300	100	100	100
6	400	100	100	100
7	500	100	100	100
8	600	100	100	100
9	700	100	100	100
10	800	100	100	100
11	900	100	100	100
12	1000	100	100	100

Cuadro 1 - Producción total de materia seca (kg/ha) del SUELO I
(Valores observados por parcela)

TRATA- MIENTOS	Kg/N/ha aplicados	B I	B II	B III
1	30	4129	5924	5323
2	60	4391	5468	5180
3	120	5609	6523	5934
4	240	5975	7867	6775
5	30	4562	6388	4775
6	60	5186	5374	6333
7	120	6369	6975	5532
8	240	6319	6638	6364
9	30	5265	5854	5596
10	60	4961	5401	5863
11	120	6280	5968	6013
12	240	6024	6961	5733

Cuadro 2 - Absorción total de nitrógeno (kg/ha) del SUELO I
(Valores observados por parcela)

TRATA- MIENTOS	Kg/N/ha aplicados	B I	B II	B III
1	30	73	141	124
2	60	101	120	115
3	120	141	130	120
4	240	132	157	132
5	30	100	125	102
6	60	108	115	141
7	120	146	176	115
8	240	154	153	137
9	30	108	123	127
10	60	125	126	128
11	120	146	140	138
12	240	157	184	139

Cuadro 3 - Producción de materia seca (kg/ha) en el primer corte del SUELO I (Valores observados por parcela)

TRATA- MIENTOS	Kg/N/ha aplicados	B I	B II	B III
1	30	1074	1784	2237 1698
2	60	1811	1812	1812 1812
3	120	1644	2028	1411 1698
4	240	2086	1955	1307 1782
5	15	1654	1421	1774
6	30	1377	1558	1401
7	60	1831	2132	1584
8	120	1653	1341	1697
9	10	1261	1931	1906
10	20	1475	1609	1743
11	40	2229	1597	1500
12	80	1852	1856	1424

Cuadro 4 - Absorción de nitrógeno (kg/ha) en el primer corte del SUELO I (Valores observados por parcela)

TRATA- MIENTOS	Kg/N/ha aplicados	B I	B II	B III
1	30	27	59	70
2	60	60	55	53
3	120	58	51	35
4	240	61	57	38
5	15	49	39	49
6	30	44	50	47
7	60	56	73	47
8	120	56	37	58
9	10	35	57	63
10	20	50	56	49
11	40	69	57	49
12	80	59	60	44

Cuadro 5 - Producción de M.S. (kg/ha) en el segundo corte del SUELO I (Valores observados por parcela).

TRATAM.	Kg/N/ha aplicados	B I	B II	B III
1	30	678	1132	923
2	60	608	892	750
3	120	1033	924	1432
4	240	425	446	489
5	15	762	697	972
6	30	720	464	1147
7	60	994	682	513
8	120	496	534	462
9	20	817	771	1090
10	40	953	865	1041
11	80	797	500	1008
12	160	659	884	932

Cuadro 6 - Absorción de N (kg/ha) en el segundo corte del SUELO I (Valores observados por parcela)

TRATAM.	Kg/N/ha aplicados	B I	B II	B III
1	30	15	27	24
2	60	14	24	20
3	120	30	25	38
4	240	14	11	14
5	15	20	17	23
6	30	17	12	31
7	60	27	17	11
8	120	13	15	11
9	20	21	23	27
10	40	29	27	30
11	80	21	15	29
12	160	22	30	32

*Cuadro 7 - Producción de M.S. (kg/ha) en el tercer corte del SUELO I
(Valores observados por parcela)*

TRATAM.	kg/N/ha aplicados	B I	B II	B III
1	30	623	1474	574
2	60	591	854	722
3	120	1437	1305	1215
4	240	1335	3293	2846
5	30	692	1908	651
6	60	1620	1789	1945
7	120	1961	2392	2395
8	240	2880	2869	2458
9	30	1379	986	767
10	60	932	1455	1290
11	120	1440	1711	1630
12	240	1906	2495	1317

*Cuadro 8 - Absorción de N (kg/ha) en el tercer corte del SUELO I
(Valores observados por parcela)*

TRATAM.	kg/H/ha aplicados	B I	B II	B III
1	30	11	34	11
2	60	10	15	16
3	120	33	24	22
4	240	28	60	52
5	30	13	36	14
6	60	29	34	38
7	120	39	64	46
8	240	61	72	43
9	30	27	18	15
10	60	17	25	28
11	120	34	41	37
12	240	51	69	38

Cuadro 9 - Producción de M.S. (kg/ha) en el cuarto corte del SUELO I
(Valores observados por parcela)

TRATAM.	kg/N/ha aplicados	B I	B II	B III
1	30	1753	1534	1589
2	60	1381	1910	1896
3	120	1495	2266	1876
4	240	2129	2173	2133
5	30	1454	2362	1380
6	60	1469	1563	1840
7	120	1583	1769	1040
8	240	1290	1894	1747
9	30	1379	986	767
10	60	932	1455	1290
11	120	1440	1711	1630
12	240	1906	2495	1317

Cuadro 10 - Absorción de N (kg/ha) en el cuarto corte del SUELO I
(Valores observados por parcela)

TRATAM.	kg/N/ha aplicados	B I	B II	B III
1	30	20	21	19
2	60	17	26	26
3	120	20	30	25
4	240	29	29	28
5	30	18	33	16
6	60	18	19	25
7	120	24	22	11
8	240	24	29	25
9	30	25	25	22
10	60	19	18	21
11	120	22	27	23
12	240	25	25	25

Cuadro 11 - Producción total de M.S. (kg/ha) del SUELO II
(Valores observados por parcela)

TRATAM.	kg/N/ha aplicados	B I	B II	B III
1	30	5563	7666	6580
2	60	6326	6711	6517
3	120	6543	9061	9563
4	240	9332	9282	9825
5	30	6529	6725	6905
6	60	7253	8235	6699
7	120	6882	9159	8770
8	240	10349	11118	10250
9	30	7334	7729	5832
10	60	8846	8766	8805
11	120	8927	11482	8341
12	240	10119	9557	10043

Cuadro 12 - Absorción total de N (kg/ha) del SUELO II
(Valores observados por parcela)

TRATAM.	kg/N/ha aplicados	B I	B II	B III
1	30	106	152	114
2	60	124	129	132
3	120	125	124	202
4	240	186	198	233
5	30	125	121	137
6	60	128	179	128
7	120	134	202	164
8	240	213	252	227
9	30	124	133	119
10	60	147	169	150
11	120	173	201	151
12	240	213	211	249

Cuadro 13 - Producción de M.S. (kg/ha) en el primer corte del SUELO II
(Valores observados por parcela)

TRATAM.	kg/N/ha aplicados	B I	B II	B III
1	30	2230	2217	2225 2224.
2	60	2269	2344	2306 2306.
3	120	2639	2639	2789 2639
4	240	3022	2925	2662 2870
5	15	2343	2151	2226
6	30	2456	2354	2405
7	60	2367	3170	1835
8	120	2546	2166	2762
9	10	2430	2662	1900
10	20	2331	2570	2450
11	40	2391	2693	2090
12	80	2604	2418	2255

Cuadro 14 - Absorción de N (kg/ha) en el primer corte del SUELO II
(Valores observados por parcela)

TRATAM.	kg/N/ha aplicados	B I	B II	B III
1	30	65	75	64
2	60	68	67	74
3	120	82	82	105
4	240	92	93	111
5	15	60	58	55
6	30	65	79	68
7	60	72	100	64
8	120	82	88	100
9	10	61	69	69
10	20	63	79	65
11	40	70	85	70
12	80	77	80	82

Cuadro 15 - Producción de M.S. (kg/ha) en el segundo corte del SUELO II
(Valores observados por parcela)

TRATAM.	kg/N/ha aplicados	B I	B II	B III
1	30	927	1502	601
2	60	999	1448	1223
3	120	546	2019	1562
4	240	1787	2465	2211
5	30	862	928	1207
6	60	1040	1869	1117
7	120	1469	1746	1330
8	240	1360	2816	1594
9	20	1105	1158	855
10	40	1077	1705	1391
11	80	1961	2006	1365
12	160	2374	2108	2276

Cuadro 16 - Absorción de N (kg/ha) en el segundo corte del SUELO II
(Valores observados por parcela)

TRATAM.	kg/N/ha aplicados	B I	B II	B III
1	30	16	27	9,5
2	60	19	26	23
3	120	10	47	35
4	240	42	63	70
5	30	15	20	20
6	60	22	51	23
7	120	32	53	46
8	240	45	93	59
9	20	18	23	15
10	40	21	35	30
11	80	37	43	29
12	160	71	59	75

Cuadro 17 - Producción de M.S. (kg/ha) en el tercer corte del SUELO II
(Valores observados por parcela)

TRATAM.	kg/N/ha aplicados	B I	B II	B III
1	30	2406	3947	3754
2	60	3058	2919	2988
3	120	3358	4403	5212
4	240	4523	3892	4952
5	30	3324	3646	3472
6	60	3757	4012	3177
7	120	3046	4243	5605
8	240	6443	6136	5894
9	30	3799	3909	3077
10	60	5438	4491	4964
11	120	4575	6783	4866
12	240	5141	5031	5512

Cuadro 18 - Absorción de N (kg/ha) en el tercer corte del SUELO II
(Valores observados por parcela)

TRATAM.	kg/N/ha aplicados	B I	B II	B III
1	30	25	50	41
2	60	37	38	35
3	120	33	55	62
4	240	52	42	52
5	30	50	43	62
6	60	41	49	37
7	120	30	49	54
8	240	86	71	68
9	30	45	41	35
10	60	63	55	55
11	120	56	73	52
12	240	65	72	92

Cuadro 19 - ANAVA - Porcentaje de nitrógeno absorbido del tercer corte del SUELO 11.

FUENTE DE VARIACION	S.C.	G.L.	F
Bloques	.0109	2	
Tratamientos	.3586	11	2.71449 *
Error	.2642	22	
TOTAL	.6337	35	

Cuadro 20 - Contenido de nitratos en el SUELO I^a - Muestreo 29/V

TRATAMIENTO	HORIZONTE	p. p. m.
2	A	6
	B	5.27
4	A	15.33
	B	22.5
10	A	4.5
	B	2.43
12	A	18.5
	B	6.17

Cuadro 21 - Contenido de nitratos - SUELO 11

MUESTREO 29/V/82		MUESTREO 3/VIII/82		MUESTREO 8/X/82	
TRAT.	HORIZONTE	p.p.m.	TRATAM.	HORIZONTE	p.p.m.
2	A	9,33	2	A	1,6
	B	5,17		B	0,95
4	A	22,5	4	A	1,68
	B	17,33		B	0,9
10	A	1,28	10	A	1,27
	B	1,87		B	0,98
12	A	1,47	12	A	1,18
	B	1,72		B	1

Cuadro 22 - Lluvias registradas en 1982 - Estación Dr. A. Backhaus - Montevideo

ENERO		FEBRERO		MARZO		ABRIL		MAYO		JUNIO		JULIO		AGOSTO		SEPTIEMBRE		OCTUBRE	
Día	mm	Día	mm	Día	mm	Día	mm	Día	mm	Día	mm	Día	mm	Día	mm	Día	mm	Día	mm
8	0.8	2	7.6	9	0.2	3	9.1	2	0.9	1	0.4	5	11.5	1	0.3	3	40.0	3	0.1
9	0.9	8	10.0	14	6.5	4	0.2	9	50.1	2	25.3	6	2.8	5	8.5	10	13.2	4	1.6
16	1.0	9	10.3	16	2.9	5	0.5	12	23.6	3	3.8	7	0.9	13	11.0	11	1.2	11	11.7
21	6.2	10	0.1	25	26.5	13	2.6	13	0.4	4	0.1	12	2.3	17	0.2	12	11.5	12	9.5
28	34.3	11	3.4	26	31.4	14	2.3	16	40.0	5	0.1	15	1.3	24	2.0	15	9.1	16	4.5
		13	6.4	27	0.1	15	0.5	17	3.1	6	1.6	16	5.9	25	0.1	16	60.7	17	31.7
		20	62.2			19	8.0			7	63.8	17	0.7	27	1.1	18	10.8	22	1.1
		21	1.2			20	0.5			8	0.3	19	1.0	28	44.0	19	0.8	30	0.1
		22	0.1			21	0.2			9	20.1	20	35.5	29	0.2	24	0.5	31	15.6
		27	0.3			27	0.2			10	2.5	21	0.8						
										11	0.5	22	2.6						
										13	3.5	26	15.5						
										17	8.0	27	18.4						
										18	36.0								
										19	0.3								
										21	1.1								
										22	8.3								
										25	1.6								
										27	10.4								
TOTALES		43.2	101.6	67.6	22.1	118.8	191.3	99.2	80.9	147.8	75.9								

Cuadro 23 - Lluvias registradas en San Antonio - 1962 -

ENERO		FEBRERO		MARZO		ABRIL		MAYO		JUNIO		JULIO		AGOSTO		SEPTIEMBRE		OCTUBRE		NOVIEMBRE	
día	mm	día	mm	días	mm	día	mm	día	mm	día	mm	día	mm	día	mm	día	mm	día	mm	día	mm
9	7	2	7	14	1	3	35	8	7	2	14	5	15	5	22	3	14	11	2	1	22
16	2	8	3	25	5	5	2	9	52	3	10	12	5	13	6	4	20	12	20	7	9
21	2	9	6	26	31	19	15	12	32	6	3	15	30	24	36	10	13	17	15		
28	6	11	5					13	15	7	45	16	60	25	23	13	16				
		13	7					16	50	9	26	19	3	28	40	16	15				
		20	23					17	5	17	9	20	63			17	42				
		21	2							18	32	22	8								
		22	7							21	5	26	13								
										27	3	27	11								
TOTALES	17		60		37		52		152		147		127		117		120		43		31

Cuadro 24 - Temperaturas registradas en San Antonio (Canelones) durante 1982.

MESES	MEDIA	MAXIMA	MINIMA
Enero	21.9	36.3	10.4
Febrero	21.4	34.4	11.8
Marzo	21.6	34.2	9.8
Abril	19	27.8	6.7
Mayo	15.3	26.6	4.6
Junio	11.5	20.4	2.2
Julio	10.4	22.6	1.8
Agosto	11.5	26.4	0.8
Setiembre	14.5	27.4	2.2
Octubre	15.4	27	5.6
Noviembre	16.7	32.4	6

Cuadro 25 - Temperaturas registradas en Montevideo - Año 1982.

MESES	MEDIA	MAXIMA	MINIMA
Enero	22.6	33.3	12
Febrero	21.9	34.4	11.4
Marzo	21.8	34.1	9.6
Abril	19.3	27.6	7.5
Mayo	15.6	27.3	4.8
Junio	11.5	20.5	2.2
Julio	10.6	25.1	2.4
Agosto	11.7	25.1	3.6
Setiembre	14.6	28	3.3
Octubre	16	27.6	7.3
Noviembre	17.2	31.5	5.7

VIII. BIBLIOGRAFIA

1. AKLAMOVA, N.M. Effect of mineral fertilizer on the composition of nitrogenous compounds and carbohydrates in meadow grasses. In International Grassland Congress, 10th., Helsinki, Finland, 1966. Papers. Helsinki, 1966. v.1 pp.168-172.
2. ALLEGRI, M., FORMOSO, F. y AROCENA, M. Verdeos de invierno en suelos arenosos. Uruguay. Centro de Investigaciones Agrícolas Alberto Boerger. Estación Experimental del Norte. Boletín de Divulgación no. 32. 1977. 15 p.
3. ALLISON, F.E., KEFAUVER, M. and ROLLER, E.M. Evaluation of incoming and outgoing processes that affect soil nitrogen. In Bartholomew, W.V. and CLARK, F.E., eds. Soil nitrogen. Madison, Wis., A.S.A., 1965. pp.573-606.
4. BAETHGEN, W.E. y CARDELINO, G.P. Movimiento de nitratos bajo diferentes coberturas vegetales. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay, Facultad de Agronomía, 1979. 93 p.
5. BAVER, L.D. The effect of organic matter on soil structure In Study Week on Organic Matter and Soil Fertility, Roma, 1968. Organic matter and soil fertility. New York, Wiley, 1968. pp.805-850.
6. BLACK, C.A. Soil-plant relationship. New York, Wiley, 1964. 332 p.

7. BOER, TH.A.de Nitrogen effect on the herbage production of grasslands on different sites. In International Grassland Congress, 10th., Helsinki, Finland, 1966. Papers. Helsinki, 1966. v.1 pp.109-114.
8. BRAMAO, D.L. and RIQUIER, J. Characteristics of the organic matter in the major soils of the world and its importance to soil fertility. In Study Week on Organic Matter and Soil Fertility, Roma, 1968. Organic matter and soil fertility. New York, Wiley, 1968, pp.45-53
9. BROADBENT, F.E. Turnover of nitrogen in soil organic matter. In Study Week on Organic Matter and Soil Fertility, Roma, 1968. Organic matter and soil fertility. New York, Wiley, 1968. pp.61-84.
10. 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.
11. CAPBELL, C.A. et al. Affect of rainfall and subsequent drying on N and P changes in a dryland fallow loam. Soil Science Society of America. Proceedings 37(6): 909-915. 1973.
12. CARAMBULA, M. Producción y manejo de pasturas sembradas. Montevideo, Hemisferio Sur, 1977. pp.201-242.
13. 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 Con-

gress, 8th., Reading, England, 1960. Proceedings.
Oxford, 1960. pp.146-150.

14. COLMAN, R.L. Factors affecting the response to nitrogen of temperature and tropical grasses; thesis summarie. Journal of the Australian Institute of Agricultural Science 38:225-226. 1972.
15. COWLING, D.W. The response of grass swards to nitrogenous fertilizer. In International Grassland Congress, 8th., Reading, England, 1960. Proceedings. Oxford, 1960. pp.114-119.
16. CHIARA, G. Verdeos de invierno. Revista de la Asociación de Ingenieros Agrónomos del Uruguay (2da. época) no.2: 25-28. 1975.
17. DHAR, N.R. The value of organic matter, phosphates and sunlight in nitrogen fixation and fertility improvement in world soils. In. Study Week on Organic Matter and Soil Fertility, Roma, 1968. Organic matter and soil fertility. New York, Wiley, 1968. pp.243-360.
18. FAGGI, D.H. y KACHELE, T. Utilización de pasturas anuales de invierno en vacas lecheras en La Estanzuela. Uruguay. Centro de Investigaciones Agrícolas Alberto Boerger. Estación Experimental La Estanzuela. Pasturas III La Estanzuela, 1973. pp.1-11. . .
19. _____ . Utilización de cultivos anuales con vacas lecheras. Uruguay. Centro de Investigaciones Agrícolas Alberto Boerger. Estación Experimental La Estanzuela. Pasturas IV. La Estanzuela, 1978. pp.205-210.

20. FERRARI, J.M. Efecto de la carga animal en pasturas de raigrás sobre el crecimiento post-destete de cordeiros. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay, Facultad de Agronomía, 1974. 98 p.
21. FITZSIMMONS, R.W. Developments in the oat growing industry. Agricultural Gazette of New South Wales 89(1):35-37. 1978.
22. GARDIOL, E.M. y SISTO, S. Evaluación de las pasturas de avena, raigrás y la mezcla con y sin nitrógeno para producción de leche. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay, Facultad de Agronomía, 1976. 80 p.
23. GARTNER, J.A. The effects of different rates fertilizer nitrogen on the growth, nitrogen uptake and botanical composition of tropical grass swards. In International Grassland Congress, 10th., Helsinki, Finland, 1966 Papers. Helsinki, 1966, v.1 pp.133-137.
24. GIERGOFF, M. Valor nutritivo del raigrás La Estanzuela 284. Tesis Mg. Sc. La Estanzuela, Uruguay, IICA/CIAAB, 1966. 81 p.
25. GONZALEZ, R. y VERDERA, R. Efecto del manejo de la fertilización nitrogenada en la producción estacional y total de la mezcla avena-raigrás en suelos arenosos. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay, Facultad de Agronomía, 1983, 112 p.

26. GRANEROS, I.E., COLOMBRES, F.G. y JUAREZ, V.P. Cereales de invierno como pastoreo. Argentina, Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Estación Experimental Agrícola de Tucumán. Circular no. 196. 1974 pp.1-8.
27. HARGROVE, W.L. and KISSEL, D.E. Ammonia volatilization from surface applications of Urea in the field and laboratory. Soil Science Society of America Proceedings 43(2):359-363. 1979.
28. H'EIN, I.H., PANIGATTI, J.L. y PIROLO, T.V. Nitrógeno del agua de lluvia en Rafaela. Argentina. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Estación Experimental Regional Agropecuaria Rafaela. Publicación Técnica no. 17. 1981. 17 p.
29. HERNANDO FERNANDEZ, V. The action of humic acid of different sources on the development of plants and their effect on increasing concentration of the nutrient solution. In Study Week on Organic Matter and Soil Fertility, Roma, 1968. Organic matter and soil fertility. New York, Wiley, 1968. pp.805-850.
30. HOOGERKAMP, M. and MINDER HOUD, J.W. Herbage production of permanent grassland, resown grassland and leys; with special reference to the "years of depression". In International Grassland Congress, 10th., Helsinki, Finland, 1966. Papers. Helsinki, 1966. v.1 pp.192-197.

31. HUNT, I.V. The effect of age of sward on the yield and response of grass species to fertilizer nitrogen. In International Grassland Congress, 10th., Helsinki, Finland, 1966. Papers. Helsinki, 1966. v.1 pp.159-164.
32. _____ . FRAME, J. and HARKESS, R.D. The development of response of fertilizer nitrogen in the first regrowth of perennial ryegrass. Grass and Forage Science 36(1):1-7. 1981.
33. JOSIFOVICH, J. y MADDALONI, J. Avena pura o en mezcla en la producción de carne. Argentina. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Estación Experimental Regional Agropecuaria Pergamino. Informe Técnico no. 131. 1974. 7 p.
34. 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.
35. KEENEY, D.R., FILLERY, I.R. and MARX, G.P. Effect of temperature of the gaseous nitrogen products of denitrification in a silt loam soil. Soil Science Society of America Journal 43(6):1124-1128. 1979.
36. KHRISTEVA, L.A. About the nature of physiologically active substances of the soil humus and of organic fertilizers and their agricultural importance. In Study Week on Organic Matter and Soil Fertility, Roma, 1968. Organic matter and soil fertility. New York, Wiley, 1968. pp.701-721.

37. KONONOVA, M.M. Humus of the main soil types and soil fertility. In Study Week on Organic Matter and Soil Fertility, Roma, 1968. Organic matter and soil fertility. New York, Wiley, 1968. pp.361-379.
38. KRETSCHMER JUNIOR, A.E. Nitrate accumulation in everglades forages. *Agronomy Journal* 50(6):314-316. 1958.
39. LOWER, J. Output of pastures under a clover nitrogen regime in Northern Ireland. In International Grassland Congress, 10th., Helsinki, Finland, 1966. Papers. Helsinki, 1966. v.1 pp.97-101.
40. 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.
41. PEREZ, J. y DIAZ, R. Fertilización de trigo. Uruguay. Centro de Investigaciones Agrícolas Alberto Boerger. Estación Experimental La Estanzuela. Cultivos de Invierno. La Estanzuela, 1981. pp.1-12
42. PEREZ SANABRIA, J.E. Efecto de la aplicación de nitrógeno en siembra y macollaje en el cultivo de trigo. *Investigaciones Agronómicas (Uruguay)* 2(1):20-27. 1981.
43. PRIORE, E.B. y URANGA, P.F. Efecto del manejo de la fertilización nitrogenada en la producción estacional y total de la mezcla avena, raigrás en suelos muy diferenciados. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay, Facultad de Agronomía, 1983. 218 p.

44. **RAMAGE, C.H. et al.** Yield and chemical composition of grasses fertilized heavily with nitrogen. *Agronomy Journal* 50(2):59-62. 1958.
45. **REGAL, V.** The effectiveness of unbalanced nitrogen applications on different types of meadows. In *International Grassland Congress, 10th., Helsinki, Finland, 1966. Papers. Helsinki, 1966. v.1 pp.155-159.*
46. **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.*
47. **RHYKERD, C.L. et al.** The influence of nitrogen fertilization and drying method on yields and chemical composition of *Dactylis glomerata*, *Bromus inermis* and *Phleum pratense*. In *International Grassland Congress, 10th., Helsinki, Finland, 1966. Papers. Helsinki, 1966. v.1 pp.124-128.*
48. **ROSELLO, B. e HIDALGO, J.J.** Influencia de la fertilización nitrogenada sobre la producción anual de *Lolium multiflorum*, var. *westerwoldicum*. *Anales del INIA. Serie Producción Vegetal (España) no. 10:11_21.* 1979.
49. **SMITH, C.I. and CHALK, P.M.** Fixation and loss of nitrogen during transformation of nitrite in soils. *Soil Science Society of America Journal* 44(2):288-291. 1980.
50. **SPARKS, D.L. et al.** Relationship of ammonium nitrogen distribution to mineralogy in a Hapludalf soil. *Soil Science Society of America Journal* 43(4):786-789. 1979.

51. SWABY, R.J. Stability of soil organic matter and its significance in practical agriculture. In Study Week on Organic Matter and Soil Fertility, Roma, 1968. Organic matter and soil fertility. New York, Wiley, 1968. pp.583-613.
52. TERZAGHI, A. y SGANGA, J.C. Características físicas de los principales suelos agrícolas Canelones/Montevideo; su interpretación agronómica. Parte I. Susceptibilidad a la erosión. Uruguay. Ministerio de Agricultura y Pesca. Dirección de Suelos. Boletín Técnico no. 8. 1981. 44 p.
53. TISDALE, S.L. y NELSON, W.L. Fertilidad de los suelos y fertilizantes. Barcelona, Montaner y Simon, 1970. 760 p.
54. URUGUAY. MINISTERIO DE AGRICULTURA Y PESCA. DIRECCION DE INVESTIGACIONES ECONOMICAS AGROPECUARIAS. Censo general agropecuario 1980. Montevideo, 1983. 242 p.
55. VAN BURG, P.F.J. Nitrogen fertilization and the seasonal production of grassland herbage. In International Grassland Congress, 8th., Reading, England, 1960. Proceedings. Oxford, 1960. pp.142-146.
56. _____. 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.

57. VERA, R. Estudios en *Lolium multiflorum*. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay, Facultad de Agronomía, 1966. 94 p.
58. VIOLA, C.A. y FERNANDEZ, S. Consumo y ganancia de peso de vaquillonas Holando alimentadas con heno de avena, alfalfa y lotus. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay, Facultad de Agronomía, 1980. 77 p.
59. 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.
60. WOLDENDORP, J.W. Losses of soil nitrogen. Stikstof 12: 32-46. 1968.