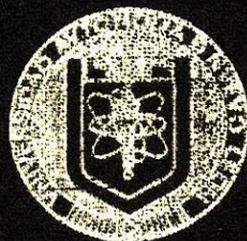


UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
FACULTAD DE AGRONOMIA



EFFECTO DE LA FERTILIZACION SOBRE
LA PRODUCCION Y CALIDAD DE RYE GRASS
(Lolium multiflorum Lam.)
EN LA REGION DE APODACA, N. L.

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO AGRONOMO ZOOTECNISTA

P R E S E N T A

ABELARDO GARZA MIRELES

MARIN, N. L.

OCTUBRE DE 1982

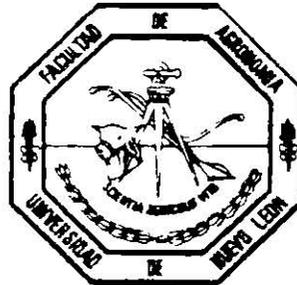
T
SB201
.R3
G3
C.1



1080062439

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE AGRONOMIA



EFFECTO DE LA FERTILIZACION SOBRE LA PRODUCCION
Y CALIDAD DE RYE GRASS (Lolium multiflorum Lam.)
EN LA REGION DE APODACA, N.L.

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO AGRONOMO ZOOTECNISTA

PRESENTA

ABELARDO GARZA MIRELES

MARIN, N. L.

OCTUBRE DE 1982

6359

T
SB 201
-A3
93


Biblioteca Central
Maana Solidaridad
F. Tesis


BU Raúl Rangel Flores
UANL
FONDO
TESIS LICENCIATURA

040.633
FA22
2982
Q+6

LA PRESENTE TESIS SE REALIZO BAJO LA ASESORIA QUE
A CONTINUACION SE INDICA, LA CUAL FUE APROBADA Y
ACEPTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA LA OBTENCION
DEL TITULO DE:

INGENIERO AGRONOMO ZOOTECNISTA

MARIN, N. L. OCTUBRE DE 1982

ASESOR:

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'R. Treviño Treviño', written in a cursive style.

ING. M.C. RAMON TREVIÑO TREVIÑO

A MIS PADRES:

Sr. Abelardo Garza Gutiérrez

y

Sra. Olivia Mireles de Garza

*Que con su esfuerzo y sacrificio
hicieron posible la culminación
de mi carrera.*

A MIS HERMANOS:

María Olivia

María Celina

Nora Alejandra

Lucía

y

Guillermo

A MI ASESOR:

ING. M. C. RAMON TREVINO TREVINO

*Por su valiosa ayuda en la
realización de este trabajo.*

MI AGRADECIMIENTO A LOS INGENIEROS:

*César Rivera
Marco Vinicio Gómez
y
Ricardo Fernández*

Por sus consejos y ayuda.

A MI NOVIA LA

Srita. Irma Lozano Sánchez

*Por su apoyo y cooperación en
la realización de este trabajo.*

*A todas las personas que de
alguna manera colaboraron en
la realización de esta investi
gación.*

INDICE

	PAGINA
1.- INTRODUCCION	1
2.- LITERATURA REVISADA	3
2.1 Origen y distribución	3
2.2 Descripción botánica	4
2.3 Importancia y usos	4
2.4 Suelos	6
2.5 Método y densidad de siembra	8
2.6 Fecha de siembra	10
2.7 Riegos	11
2.8 Prácticas de cultivo y manejo	13
2.9 Fertilización :	14
2.9.1 El Nitrógeno	16
2.9.2 El Fósforo	23
2.9.3 Interacción N - P	28
2.10 Frecuencia de corte	30
2.11 Valor nutritivo	32
2.11.1 Materia seca	33
2.11.2 Proteína cruda	34
2.11.3 Digestibilidad "in vitro"	35
2.11.4 El Contenido de calcio y fósforo	36
2.11.5 Fibra	37
2.11.6 Vitaminas y caroteno	38
3.- MATERIALES Y METODOS	39
3.1 Localización	39
3.2 Clima	39

	PAGINA
3.3 Suelo	40
3.4 Agua de riego	40
3.5 Diseño experimental	41
3.6 Manejo del experimento	43
3.6.1 Preparación del terreno	43
3.6.2 Medición y estacado	43
3.6.3 Siembra	44
3.6.4 Riegos	44
3.6.5 Fertilización	46
3.6.6 Cultivos	46
3.6.7 Cortes	47
3.6.8 Variables medidas	48
4.- RESULTADOS	49
4.1 Materia Verde	49
4.1.1 Materia verde en cada corte	49
4.1.2 Materia verde total	50
4.2 Materia Seca	54
4.2.1 Materia seca en cada corte	55
4.2.2 Materia seca total	55
4.3 Valor nutritivo	61
5.- DISCUSION	64
6.- CONCLUSIONES	72
7.- RESUMEN	74
8.- BIBLIOGRAFIA	76
9.- APENDICE	83

LISTA DE CUADROS Y FIGURAS

	PAGINA
CUADRO 1.- Fechas de siembra de rye grass anual <u>recomendados</u> en algunos estados del norte del país.	11
CUADRO 2.- Recomendaciones en la utilización de rye grass italiano, en sistema de pastoreo rotacional.	31
CUADRO 3.- Distribución de tratamientos según el cuadrado doble.	43
CUADRO 4.- Precipitación pluvial por intervalos.	45
CUADRO 5.- Rendimientos de materia verde expresados en ton/ha obtenidos en los cuatro cortes.	51
CUADRO 6.- Análisis de varianza para materia verde de los cuatro cortes.	53
CUADRO 7.- Comparación de medias de tratamientos en materia verde obtenidos en los cuatro cortes.	53
CUADRO 8.- Rendimientos de materia seca expresados en ton/ha obtenidos en los cuatro cortes.	57
CUADRO 9.- Análisis de varianza para materia seca de los cuatro cortes.	59
CUADRO 10.- Comparación de medias de tratamientos en <u>materia</u> seca obtenidos en los cuatro cortes.	59
CUADRO 11.- Comparación de los datos de análisis bromatológicos obtenidos en el presente trabajo con los de otros autores.	62
CUADRO 12.- Análisis económico para fertilización con <u>nitrógeno</u> y fósforo.	67
FIGURA 1.- Parte principal del ciclo de nitrógeno.	19

FIGURA 2.-	Conversión de nitrato a proteínas en las plantas.	19
FIGURA 3.-	Rendimiento en toneladas/ha de materia verde, total de los cuatro cortes.	52
FIGURA 4.-	Rendimiento en toneladas/ha de materia seca <u>to</u> tal de los cuatro cortes.	58

LISTA DE CUADROS Y FIGURAS DEL APENDICE

CUADRO 1A.-	Rendimientos de materia verde expresados en ton/ha obtenidos en el primer corte.	84
CUADRO 2A.-	Rendimientos de materia verde expresados en ton/ha obtenidos en el segundo corte.	85
CUADRO 3A.-	Rendimientos de materia verde expresados en ton/ha obtenidos en el tercer corte.	86
CUADRO 4A.-	Rendimientos de materia verde expresados en ton/ha obtenidos en el cuarto corte.	87
CUADRO 5A.-	Análisis de varianza para materia verde del <u>pri</u> mer corte.	88
CUADRO 6A.-	Comparación de medias de tratamientos en materia verde obtenidos en el primer corte.	88
CUADRO 7A.-	Análisis de varianza para materia verde del <u>se</u> gundo corte.	89
CUADRO 8A.-	Comparación de medias de tratamientos en materia verde obtenidos en el segundo corte.	89
CUADRO 9A.-	Análisis de varianza para materia verde del <u>ter</u> cer corte.	90

CUADRO 10A.- Comparación de medias de tratamientos en materia verde obtenidos en el tercer corte.	90
CUADRO 11A.- Análisis de varianza par materia verde del cuarto corte.	91
CUADRO 12A.- Comparación de medias de tratamientos en materia verde obtenidos en el cuarto corte.	91
CUADRO 13A.- Ecuaciones de regresión obtenidas para la predicción de rendimiento de materia verde.	92
CUADRO 14A.- Rendimientos de materia seca expresados en ton/ha obtenidos en el primer corte.	93
CUADRO 15A.- Rendimientos de materia seca expresados en ton/ha obtenidos en el segundo corte.	94
CUADRO 16A.- Rendimientos de materia seca expresados en ton/ha obtenidos en el tercer corte.	95
CUADRO 17A.- Rendimientos de materia seca expresados en ton/ha obtenidos en el cuarto corte.	96
CUADRO 18A.- Análisis de varianza para materia seca del primer corte.	97
CUADRO 19A.- Comparación de medias de tratamientos en materia seca obtenidos en el primer corte.	97
CUADRO 20A.- Análisis de varianza para materia seca del segundo corte.	98
CUADRO 21A.- Comparación de medias de tratamientos en materia seca obtenidos en el segundo corte.	98
CUADRO 22A.- Análisis de varianza para materia seca del tercer corte.	99

	PAGINA
CUADRO 23A.- Comparación de medias de tratamientos de materia seca obtenidas en el tercer corte.	99
CUADRO 24A.- Análisis de varianza para materia seca del cuarto corte.	100
CUADRO 25A.- Comparación de medias de tratamientos en materia seca obtenidos en el cuarto corte.	100
CUADRO 26A.- Ecuaciones de regresión obtenidas para la predicción de rendimiento de materia seca.	101
CUADRO 27A.- Comparación materia seca expresado en porcentaje obtenido al someter la muestra a 60°C hasta peso constante (parcialmente seco).	102
CUADRO 28A.- Contenido de proteína expresado en porcentaje (base seca).	103
CUADRO 29A.- Contenido de fibra cruda expresado en porcentaje (base seca).	104
CUADRO 30A.- Contenido de extracto etéreo expresado en porcentaje (base seca).	105
CUADRO 31A.- Contenido de extracto libre de nitrógeno expresado en porcentaje (base seca).	106
CUADRO 32A.- Contenido de cenizas expresado en porcentaje (base seca).	107
CUADRO 33A.- Contenido de calcio expresado en porcentaje (base seca).	108
CUADRO 34A.- Contenido de fósforo expresado en porcentaje (base seca).	109
FIGURA 1A.- Distribución y área de las parcelas de experimento.	110

- FIGURA 2A.- Temperaturas medias mensuales de los meses en los que se desarrolló el experimento. 111
- FIGURA 3A.- Superficie de respuesta para el modelo reducido relacionando materia seca y niveles de nitrógeno y fósforo. 112

1. INTRODUCCION

En las zonas áridas y semi-áridas del norte de México la producción ganadera se enfrenta a una serie de problemas, como: largos períodos de sequía, precipitación baja que cae en un lapso muy corto, forrajes que no satisfacen los requerimientos de los animales a través del año y el sobrepastoreo que es el inicio de la degradación o empobrecimiento de las tierras de pastoreo. Esto ocasiona situaciones tales como: bajos pesos al destete, fuertes cambios de la condición de las vacas durante el año, muerte de animales por falta de alimento, retraso en el empadre de vaquillas (que ocasiona una vida productiva más corta), trayendo como resultado - que las explotaciones ganaderas tengan baja producción y por lo tanto, bajos ingresos.

Recientemente en la parte norte de nuestro país se ha notado una gran inquietud por lograr un conocimiento más efectivo sobre las especies forrajeras introducidas, que presentan un buen potencial para incrementar las producciones de carne por unidad de superficie, en explotaciones intensivas en praderas bajo riego, tanto para verano como para invierno. Se puede considerar que dentro de los planos de tecnificación en el manejo de las especies forrajeras bajo riego, un buen programa de fertilización es fundamental para incrementar el rendimiento.

Las praderas artificiales presentan en la actualidad una pers

pectiva muy importante para la ganadería en lo que se refiere a des canso de los agostaderos, la engorda de vacas de desecho, mantenimiento de vaquillas para el empadre, crecimiento de novillos para exportación, así como empadre para el pie de cría.

El rye grass es un pasto anual que necesita temperaturas bajas para su desarrollo vegetativo, produce forraje de buena calidad en época de invierno, cuando los pastos de la región son prácticamente improductivos, de aquí la importancia de este zacate - para la alimentación del ganado en la época difícil de invierno.

Las praderas irrigadas de rye grass (Lolium multiflorum) producen un mayor aumento de peso por animal con la misma o mayor capacidad de carga que los pastos de zonas tropicales, lo que indica que la calidad del pasto es mejor y la producción forrajera es mayor en la región templada.

Para un futuro próximo, es de esperarse que la alimentación del ganado durante el invierno esté dada por rye grass italiano como forraje de corte en primer término; ensilaje en segundo y - una cantidad menor de concentrados.

El objetivo principal de este trabajo fué determinar la dosis de fertilizante más adecuada para elevar al punto óptimo el rendimiento de materia seca y calidad del forraje producida por el rye grass en praderas bajo riego

2. L I T E R A T U R A R E V I S A D A

2.1 Origen y Distribución

Existen ocho especies del género *Lolium*, de los cuales solamente el rye grass inglés (*Lolium perenne* L.) y el rye grass italiano (*Lolium multiflorum* Lam.), son los de mayor importancia económica - para la producción de forraje en las regiones de climas fríos a través del mundo.

El rye grass italiano es nativo de las regiones del Mediterráneo, sur de Europa, norte de Africa y Asia Menor. La historia indica que se cultivó por primera vez en el norte de Italia. El rye grass italiano no es tan resistente al invierno como otras muchas gramíneas. En los Estados Unidos se producen principalmente, en los estados de la costa del Pacífico al oeste de las montañas de Cascada y Sierra Nevada, y en los estados húmedos del sur. En los últimos años, se ha extendido su uso hacia el norte a lo largo de la costa del Atlántico y a otras localidades donde las temperaturas del invierno son relativamente moderadas o donde persiste una cubierta uniforme de nieve durante los meses de invierno (Hughes, Heath y Metcalfe, 1976).

El rye grass italiano ha sido introducido a las zonas templadas de todo el mundo porque se adapta con facilidad a diferentes condiciones ecológicas, por su rapidez de establecimiento, capacidad de producción y aceptación por el ganado.

2.2 Descripción Botánica

El rye grass italiano es de estación fría de vida corta, anual, amacollado, con tallos erectos de una altura de 2 a 3 pies. Es una de dos especies de plantas del género *Lolium*, comúnmente llamados - rye grass. La otra especie es el rye grass perenne (L. perenne).

El rye grass italiano es generalmente distinguido del rye grass perenne por lo siguiente: el rye grass italiano presenta aristas y éstas usualmente no se encuentran en el rye grass perenne. Los tallos del rye grass perenne son ligeramente aplanados. Las plantas de rye grass italiano son usualmente de un color amarillento-verdoso en la base y comúnmente rojizos en el rye grass perenne (Phillips petroleum Co. s.f.).

Hitchcock (1971) lo describe de la siguiente manera: difiere de Lolium perenne en que posee mayor robustez, mide hasta más de un metro de altura, pálido o amarillento en la base; aurículas - arriba de la vaina; espiguillas con 10 a 20 flósculos, de 1.5 a 2.5 cm de longitud; lemas de 7 a 8 mm de longitud, por lo menos - la superior aristada.

2.3 Importancia y Usos

El rye grass anual o ballico anual (Lolium multiflorum Lam). es un zacate que posee las siguientes características:

- Amacolla con abundantes y suculentas hojas.
- Hábito de crecimiento erecto.

- Alta eficiencia en la utilización de agua y nitrógeno.
- Utilización versátil, ya que se puede pastorear o cortar para verdeo, heno o ensilaje.
- Resistente al pisoteo de los animales.
- Rápida recuperación después del corte o pastoreo.
- En la región tiene un período productivo de 140 a 150 días, cubriendo los meses de diciembre a mayo.

El rye grass anual se puede utilizar para corte o pastoreo, dependiendo del tipo de explotación que se tenga. En el caso de pastoreo directo para producción de carne se pueden utilizar becerros, becerras o toretes. También se recomienda en sistemas de producción de leche; ya sea para la alimentación de vacas en producción, vacas secas, cría de vaquillas para reemplazo, o bien, para cabras en producción, (Maynez, 1979).

Lowry (1974) menciona que el rye grass también se ha usado para la fabricación de pellets para su uso en los corrales de engorda, usando novillos añojos, comparando el método de pastoreo directo con el de suministrar pellets, se encontró que suministrando en forma de pellets el 40, 60 y 80% de la ración de los que estaban pastoreando, se obtenían promedios de aumentos diarios de 994, 1000 y 908 gr por día respectivamente para las tres raciones durante 140 días, comparado con el de 700 gr por día en el de pastoreo. La composición de los pellets del rye grass era de 89% de materia seca, 13.1% de proteína cruda y 36.7% de extracto libre de nitrógeno. La calidad de los canales fue mayor en los animales que consumieron pellets que en los que pastorearon el rye grass.

El uso más común del rye grass es para pastoreo. Las siembras nuevas pueden ser pastoreadas dentro de los dos meses después de haber sembrado. Debido al rápido crecimiento de esta especie, es necesario pastorearla con altas cargas animal. El forraje es mejor utilizado cuando el pastoreo no permite que éste madure y se vuelva menos palatable. Un sistema de pastoreo rotacional permitirá tener al pasto en un estado succulento de crecimiento (Lowry, 1974).

El rye grass italiano produce un forraje apetecible y nutritivo, especialmente cuando crece con tréboles y otras leguminosas forrajeras, en el Sur de los Estados Unidos se puede esperar rendimientos de 5 a 10 toneladas de heno o de 25 toneladas o más de ensilaje, por hectárea.

2.4 Suelos

El suelo no pasa de ser un laboratorio muy complejo, donde las sustancias inorgánicas fertilizantes que contiene, después de absorbidas y asimiladas por la planta, son transformadas en materia orgánica vegetal en forma de hierba, granos o frutos, que una vez ingeridos y asimilados por el animal, son transformados en carne y leche, los más valiosos recursos para la alimentación humana. La composición química del suelo modifica profundamente la composición de la materia orgánica vegetal, y por ende, un suelo de fertilidad mediocre creará asimismo un vegetal de composición orgánica deficiente, y el animal que la consume adolecerá de la misma insuficiencia (Juscáfresa, 1974).

Los forrajes se producen en muchos tipos de suelos. Estos tipos de suelos son el producto de diversos factores formadores de los suelos, como el clima, la roca madre, la actividad biológica, la topografía y el tiempo. El clima tiende a ser el factor determinante. Las especies del género Lolium tienen un amplio margen de adaptación, en lo que a suelos se refiere. Sin embargo, para una producción satisfactoria requieren suelos de fertilidad media a elevada. Crecen relativamente bien en suelos de poca fertilidad, pero para que formen una cubierta vegetal satisfactoria en tales suelos es necesario una siembra densa. Pueden vegetar aceptablemente en suelos húmedos, siempre que el drenaje superficial sea relativamente bueno. No resisten el agua estancada. No son gramíneas de tierras secas y no se adaptan fundamentalmente a condiciones climatológicas extremas de frío, calor o sequía (Hughes, Heath y Metcalfe, 1976).

La preparación del terreno para el rye grass anual puede variar en cada caso particular, pero en forma general se recomiendan las siguientes labores: barbecho, rastreo, tabloneo, construcción de bordos y canales de riego. Es muy aconsejable realizar una nivelación del terreno para un trazo de riego en melgas rectas, con el fin de facilitar el riego y la división de potreros. Igualmente, la nivelación es necesaria cuando se utiliza un terreno por primera vez o cuando se quiere adaptar de un sistema de riego en curvas o melgas rectas.

Un requisito importante en el establecimiento de una pradera de rye grass anual para pastoreo o corte, es la preparación de una

buena cama de siembra. Esta consiste de:

- a) Barbecho; a una profundidad de 30 cm para facilitar la penetración de las raíces en el suelo, aumentar su estabilidad y mejorar su nutrición.
- b) Rastreo y Cruza; con esta práctica se desmenuza la tierra, lo que facilita tener una siembra uniforme a la vez que favorece la germinación de la semilla
- c) Nivelar; lo mejor posible con el objeto de facilitar una buena germinación y distribución del agua de riego (Loza y Lowry, 1977 y Galván, Gutiérrez y González, 1979).

2.5 Método y Densidad de Siembra

Un aspecto de gran importancia que afecta los rendimientos y en cierto grado la calidad del forraje producido es la densidad de siembra (Lizárraga et al, 1976).

La densidad de siembra depende del uso que se le quiera dar - al rye grass. Entre menos preparado el terreno más cantidad de se milla será necesario usar para obtener los resultados deseados.

La siembra se puede realizar al voleo o a chorillo, ya sea so bre tierra húmeda o en terreno seco, utilizando una sembradora de granos pequeños (sembradora triguera). En suelos problema por tex tura arcillosa, que dificultan la germinación, se recomienda utili

zar el método de siembra en seco para mantener, con el riego posterior a la siembra, una humedad superficial adecuada que facilite la emergencia de las plántulas.

En lo referente a profundidad, sobre tierra húmeda se recomienda sembrar a una profundidad de 4 a 6 cm. En siembra a chorrillo - la máquina sembradora, con sus ajustes correspondientes, puede depositar la semilla a esta profundidad; al voleo la incorporación se logra con un paso de rastra. Para siembra en seco, la semilla se tapa de 1 a 2 cm ya sea con una rastra de ramas, un rodillo desterrador (cultipacker) u otro implemento que pueda cubrir la semilla a la profundidad deseada (Aguayo, Garza y Lizárraga, 1975).

Con diferentes dosis de nitrógeno y densidades de siembra Lizárraga et al (1976) encontraron que al comparar los rendimientos de zacate con los niveles de fertilización de 0, 20, 40 y 60 kg de N/ha después de cada corte, utilizando el promedio de las tres densidades de siembra (20, 40 y 60 kg/ha), observaron que la producción de materia seca, materia seca digestible y proteína cruda se incrementaron al aumentar los niveles de nitrógeno aplicados, encontrando que la mejor densidad de siembra fué la de 40 kg/ha.

La densidad de siembra puede variar de acuerdo con las condiciones particulares de cada terreno y región. En términos generales se pueden utilizar de 25 a 45 kg de semilla por hectárea para siembra al voleo y de 20 a 40 kg en siembra a chorrillo.

2.6 Fecha de Siembra

El rye grass puede sembrarse en otoño o al principio de la primavera. En las regiones donde los inviernos son rigurosos, se siembra en primavera. En donde los inviernos sean moderados, es aconsejable sembrar al principio del otoño. Las siembras realizadas al final del otoño, suelen dar buen resultado, pero la producción de pasto durante el invierno no es baja y hay riesgo de que se pierdan algunas plantas si se presenta alguna helada fuerte, especialmente si se hiela el suelo. La siembra de primavera, debe hacerse lo más temprano posible y dá mejores resultados en las regiones donde el verano es frío y con lluvias frecuentes (Lowry, 1974).

El período de siembra está determinado principalmente por las condiciones climatológicas. El factor más importante que debe tomarse en cuenta es la temperatura ambiente, iniciándose cuando empiecen a presentarse temperaturas máximas de 23°C y mínimas de 18°C, es decir, cuando terminan las temperaturas altas de verano y empieza el otoño. Si se va a utilizar la pradera en pastoreo rotacional, la siembra deberá escalonarse utilizando intervalos de 7 a 10 días. Por medio de este procedimiento se evita que crezca y madure todo el forraje al mismo tiempo, que se reduzca el valor nutritivo y que disminuya la eficiencia en la utilización de los lotes pastoreados al final de la primera rotación (Aguayo, Garza y Lizárraga, 1975).

En el cuadro 1. se presentan las fechas de siembra de rye grass anual en algunos estados del norte del país.

CUADRO 1. Fechas de siembra de rye grass anual recomendadas en algunos estados del norte del país.

<u>LOCALIDAD</u>	<u>EPOCA DE SIEMBRA</u>	
Carbó, Sonora	15 Sept. 31 Oct.	(Aguayo, Garza y Lizárraga, 1975)
Cd. Delicias, Chihuahua	15 Sept. 15 Oct.	(Maynez, 1979)
La Laguna Torreón, Coahuila	15 Sept. 31 Oct.	(CIAN, 1978)
Zaragoza, Coahuila	15 Sept. 15 Oct.	(Loza y Lowry, 1977)
Cd. Anáhuac, Nuevo León	15 Sept. 15 Oct.	(Galván, Gutiérrez, González, 1979)
Pabellón, Aguascalientes	15 Sept. 30 Nov.	(CIANOC - CAEPAB, 1980)

2.7 Riegos

El buen establecimiento y rápida recuperación de las praderas de rye grass, dependen de la eficiencia de los riegos, de ahí que es indispensable realizar una buena nivelación del terreno.

Debido a que el rye grass requiere de riegos ligeros, se recomienda que la pendiente del terreno sea de aproximadamente 10 cm - en 100 metros. El largo y ancho de las melgas dependen de las condiciones físicas del suelo; más cortas en suelos arenosos que en suelos pesados o arcillosos. Las melgas pueden tener un ancho de 8 a 10 metros y de 150 a 180 metros de largo (C.I.A.N., 1978).

En la mayoría de los suelos se aplica una lámina de 35 a 40 cm de la siembra al primer pastoreo, distribuida en un riego de presiem

bra y dos o más de auxilio si la siembra se efectúa en suelo húmedo. Si se realiza en terreno seco, dar un riego pesado para germinación y dos o más de auxilio. Después del primer pastoreo los riegos se aplicarán con la frecuencia que previamente se ha determinado en el programa o calendario de riegos, esta frecuencia puede variar de 7 a 15 días dependiendo de las características del suelo, temperatura, precipitación pluvial y la disponibilidad de agua para riego.

Thomas y Rodríguez (1977) indican que la aplicación de agua al rye grass italiano junto con las aplicaciones de nitrógeno son los dos factores que más influyen sobre su rendimiento, encontraron que con dos riegos entre cada corte (por mes) se lograron producir 27 - kg de materia seca por kg de nitrógeno aplicado, contra los 19 kg - de materia seca por kg de nitrógeno aplicado cuando sólo se efectuó un riego. Esto demuestra que el nitrógeno se aprovechó más eficientemente cuando se realizaron riegos frecuentes.

Herrera, citado por Gámez (1981), estudiando el efecto de diferentes aplicaciones de fósforo junto con diferentes tensiones de humedad señaló que se dificultaba la toma de fósforo por parte del rye grass italiano, con la consecuente reducción en la producción de materia seca. Con varios cortes de rye grass italiano, D'Aoust, citado por Whitehead (1970), encontró que el nitrógeno y el suplemento de agua interactuaron afectando la producción de rizomas. En condiciones de baja humedad durante la parte seca de la estación, el número de rizomas por unidad de área fué substancialmente mayor con una aplicación de 224 lb de N/acre por año que con 112 lb de N,

pero el número con 448 lb fué similar que con 224 lb.

2.8 Prácticas de Cultivo y Manejo

El programa de manejo de la pradera en pastoreo es el punto - más crítico y determinante para maximizar el rendimiento de carne por hectárea. La planeación de un calendario de riego y fertilización acoplado al sistema de pastoreo, es el factor principal para la utilización más eficiente de la pradera.

El pastoreo rotacional proporciona las mayores ventajas en un programa para producción de carne en praderas irrigadas. Dicho - sistema permite explotar al máximo las praderas garantizando una - utilización más intensiva de las mismas.

Este tipo de pastoreo consiste en cambiar los animales de un - potrero en pastoreo a otro a medida que avanza el período de pasto- reo. Cuando se está terminando el pasto de un potrero se rotan los animales a un nuevo potrero que estaba en recuperación y aquél que se acaba de pastorear se fertiliza y riega permitiéndose el descanso necesario para su próxima utilización (Aguayo, Garza y Lizárraga, 1975).

Las praderas de rye grass, manejadas bajo condiciones adecuadas de riego y fertilización, producen niveles más o menos altos de proteína, lo que ofrece la posibilidad de utilizarlos en combinación - con esquilmos agrícolas (Aguayo, 1981).

Lizárraga et al (1979), comparando la producción de forraje - de rye grass italiano y cebada forrajera solos y asociados, conclu yeron que al utilizar 25 y 50 kg de semilla/ha de rye grass y ceba da respectivamente se obtuvieron los más altos rendimientos de ma- teria seca y alcanzaron un ciclo productivo de 200 días de pasto- reo invernal.

2.9 Fertilización

La fertilidad del suelo afecta el contenido de elementos mine rales y al desarrollo de los tejidos de las plantas y por tanto, - al vigor de los animales que consumen los forrajes. En general, - los forrajes producidos en condiciones adecuadas de fertilización del suelo contienen una cantidad de los elementos principales (fós foro, potasio, calcio y magnesio) para satisfacer las necesidades del ganado (Hughes, Heath y Metcalfe, 1976).

Los fertilizantes tienen un uso limitado en los forrajes, - - Dinauer (1980), enumera lo siguiente:

- 1) Los forrajes son considerados como cosechas de bajo valor así que no es costeable fertilizar.
- 2) La baja producción debido a poca fertilidad no es - siempre obvia, particularmente bajo pastoreo.
- 3) Es difícil para el ganadero medir la respuesta del fertilizante en términos de dólares ganados por - unidad de área.

- 4) El nivel utilizado por muchos ganaderos no demuestra el uso máximo del pastizal en forraje extra - producido mediante fertilización.

Las praderas irrigadas requieren de un nivel óptimo de fertilidad del suelo para una producción máxima de forraje. El plan práctico para elaborar un programa de fertilización es seguir las recomendaciones que se hacen después del análisis de suelo, tomando en cuenta que las cantidades que se deben de aplicar de un fertilizante están condicionadas a los siguientes factores: tipo de suelo, nivel de fertilidad, cultivo anterior y disponibilidad de agua (Treviño, 1978).

Los suelos del norte de México presentan por lo general deficiencias de nitrógeno y fósforo, que limitan considerablemente la producción de forraje y por ende, la producción de carne. La disponibilidad de estos nutrientes son factores vitales en la producción y vigor de las plantas, por lo que en la fertilización de pastizales nativos o en resiembras artificiales puede ser motivo de grandes incrementos en la productividad de un predio (Jabalera y González, 1977).

Gulmon (1978), por otra parte hizo un estudio sobre los niveles de proteína, clorofila y germinación a diferentes temperaturas en Avena fatua, Lolium multiflorum y Bromus mollis. En el cual el rye grass resultó tener mayor porcentaje de germinación y poseer mayor eficiencia de absorción de nutrientes.

Dada la importancia que tiene el nitrógeno (N), el fósforo (P) y la interacción de estos (N-P) en la producción forrajera se mencionan a continuación por separado:

2.9.1 *El Nitrógeno*

El nitrógeno es la base de la nutrición de las plantas y uno de los componentes más importantes de la materia orgánica. Sin nitrógeno, la planta no puede elaborar los materiales de reserva que han de alimentar los órganos de crecimiento y desarrollo. El nitrógeno es el elemento fertilizante que más influye en el desarrollo de las plantas, pero debe ir siempre acompañado de fósforo y potasio de forma equilibrada para obtener el máximo rendimiento.

No cabe duda que el nitrógeno aplicado en fórmulas equilibradas en las especies gramíneas de pasto, además de fomentar el desarrollo de las plantas, aumenta el contenido nitrogenado del forraje, mejora el valor biológico de la proteína bruta de la hierba y con ello sus principios nutritivos (Juscafresa, 1974).

El nitrógeno es un elemento extremadamente vital, tanto para la calidad como para el rendimiento. Es un constituyente primordial de las proteínas, y la clorofila de las plantas verdes. Por lo tanto, es esencial para la fotosíntesis, el crecimiento y la reproducción, y las plantas forrajeras productivas lo consumen en cantidad (Hughes, Heath y Metcalfe, 1976).

El nitrógeno afecta directamente la producción de forraje y -

también varios aspectos en la morfología y fisiología de los zacates. Factores como la producción de rizomas, área de la hoja y crecimiento radicular son modificados con la adición de nitrógeno (Whitehead, 1970).

Varias comparaciones han sido hechas de la productividad de diferentes especies de pastos y su respuesta al nitrógeno. Las más cultivadas especies: Lolium, Festuca, Dactylis y Phleum son en general más productivas y sensibles en respuesta al nitrógeno que las especies silvestres tal como Poa trivialis o Agrostis tenuis; de las especies cultivadas, el rye grass italiano (Lolium multiflorum) y el cocksfoot Dactylis glomerata son los más sensibles al nitrógeno (Holmes, 1968).

En lo que se refiere a el nitrógeno en el suelo las formas en que se halla el nitrógeno en éstos son:

a) Formas más complejas y menos activas.

Combinaciones orgánicas: proteínas, aminoácidos y formas similares; en forma coloidal y sujeta a desintegraciones.

b) Algunas formas más sencillas y asimilables y sus equivalentes iónicos.

Sales amónicas.....	NH_4^+
Nitritos.....	NO_2^-
Nitratos.....	NO_3^-

(Buckman y Brady, 1970).

En vista de que la mayor parte del nitrógeno del suelo se halla en la materia orgánica, la descomposición de ésta ocurre si el nitrógeno aparece en formas sencillas. Esta descomposición es un proceso bioquímico muy complejo y va acompañada de la formación de gran cantidad de anhídrido carbónico. Finalmente, el nitrógeno aparece como compuesto amónico y si las condiciones son favorables se oxida pasando a la forma de nitrito y luego a la de nitrato. Los dos últimos cambios son llamados nitrificación y son producidos por la obra de dos grupos bacterianos específicos. Debido a que la mayor parte del nitrógeno utilizado por las plantas superiores es absorbido en formas amónicas y nitratos, la importancia de estos procesos es obvia.

En todos los suelos existen al cabo del año considerables entradas y salidas de nitrógeno, acompañadas de muchas transformaciones complejas. Algunos de estos cambios pueden controlarse más o menos por el hombre, mientras otros están más allá de su control. Esta sucesión de reacciones bioquímicas continuadas, constituyen lo que se conoce con el nombre de ciclo del nitrógeno (Figura 1).

Los nitratos son absorbidos por la planta y en el interior de las células sufren una reducción; finalmente, el nitrógeno pasa a formar parte de la proteína protoplásmica, y cuando la planta muere, regresa al suelo, con lo cual el ciclo se cierra (Rojas, 1978).

Un perfil del principal camino bioquímico por el cual el nitrato es convertido en proteína en las plantas es dado en la Figura 2.

Los síntomas característicos de la deficiencia de nitrógeno - en la planta en general son: desmedrada y clorótica, regiones afectadas amarillas; en las hojas: pequeñas, viejas amarillas y secas; en el tallo: delgados y leñosos (Rojas, 1978).

Existen muchos estudios sobre la respuesta que tiene el rye - grass italiano a la aplicación de fertilizantes nitrogenados, ya - que es un factor que influye grandemente en el rendimiento del mismo.

Hunt, citado por Gámez (1981), encontró que la mayor producción obtenida de materia seca del rye grass italiano, para un período de crecimiento de 24 semanas se logró con una aplicación de 633 lb de nitrógeno por acre y esta producción fué de 16,400 lb de materia seca/acre.

Wilman (1965), realizó un experimento de campo para encontrar la mejor dosis de nitrógeno en el zacate rye grass italiano, la - cual fué de 75 lb/acre arrojando una producción de 4,400 lb de materia seca/acre.

En un trabajo realizado por Lizárraga et al (1976), para determinar el nivel de fertilización más adecuado con base en rendimiento y calidad del forraje de rye grass italiano cuya fórmula de pre- siembra fué 80-100-00 (N-P-K) y los niveles probados 0, 20, 40 y 60 kg de N/ha después de cada corte, concluyeron que el nivel de 60 kg de N/ha después de cada corte fué estadísticamente superior a los - demás tratamientos obteniendo una producción de 12.4, 9.0 y 2.2 --

ton/ha de materia seca (MS), materia seca digestible (MSD) y proteína cruda (PC), respectivamente. Con este nivel se logró un incremento en el rendimiento de MS de 10.0, 18.4 y 49.0% al compararlo con los tratamientos de 40, 20 y 0 kg de N/ha y además estabilizó notablemente la producción de MS/corte. Indicando que por cada kg de N aplicado se incrementa la producción en 35.16 kg de MS.

Nielsen y Cunningham (1964), probando el efecto de diferentes niveles y fuentes de nitrógeno en invernadero registraron que: más nitrógeno fue tomado cuando se aplicaron 200 ppm de nitrato ($\text{NO}_3\text{-N}$) y la absorción decreció con más nitrógeno. Con amonio ($\text{NH}_4\text{-N}$), se aumentó la absorción con un incremento en el suministro mayor de 300 ppm y entonces permaneció constante. Cuando se suministró con 300 ppm o menos, las plantas tomaron más nitrógeno cuando recibían NO_3 que cuando recibieron NH_4 , pero arriba de 300 ppm esto fué lo contrario.

Clarkson y Warner (1979) experimentando la relación entre la temperatura radicular y el transporte de iones de nitrato y amonio por rye grass italiano y perenne señalaron que hubo un marcado incremento en la sensibilidad a la temperatura en el transporte de NO_3 abajo de 14°C , sin considerar la temperatura a la cual las plantas se desarrollaron previamente. Un marcado incremento en la sensibilidad a la temperatura fué vista también en el transporte de NH_4 , pero esta ocurrió a una temperatura menor de 10°C . Por lo que concluyeron que el incremento en la absorción de NH_4 relativo a NO_3 a bajas temperaturas parece estar relacionado principalmente a

la diferencia en las temperaturas de transición, por lo que es posible que el NO_3 y el NH_4 sean absorbidos a través de regiones separadas de las diferentes membranas celulares en composición lípida y temperaturas en la fase de transición.

En estudios en el cual el rye grass italiano fué cultivado en soluciones nutritivas, Hylton et al (1964), reportó que el nivel crítico para máximo crecimiento fué 0.10% de NO_3 en la hoja más joven y completamente abierta con una lígula, un valor un poco más bajo reportó Van Burg, citado por Whitehead (1970). Por otra parte la fertilización nitrogenada puede traer problemas de baja calidad del forraje ya que se presenta un desbalance de proteína-energía, además de producir toxicidad en el ganado.

Según Phipps, citado por Treviño (1980), observó que la concentración de 0.76% de nitratos en la materia seca, no producen efectos en la salud de los animales.

Williams (1970), presenta una tabla de respuestas del animal al contenido de nitrato (NO_3) en la dieta, indicando que contenidos menores de 0.3% no afectan al animal; de 0.36 a 0.6% empieza a verse leve disminución en la producción de leche y síntomas típicos de deficiencia de vitamina "A"; de 0.6 a 0.9% se empiezan a presentar problemas de reproducción, los becerros pueden nacer muertos o morir inmediatamente después de nacer, el aborto puede ocurrir entre el 3º y 5º mes de preñez; más de 0.9% muerte súbita de algunas cabezas de ganado.

Rubio, Martínez y Valencia (1976) en cuatro sitios de la Comarca Lagunera fertilizaron el rye grass hasta 460 kg de N/ha y señalaron que la concentración de nitrato en el forraje se incrementó al aumentar la dosis de nitrógeno aplicada, no encontrándose en ninguna de los muestreos una concentración lo suficientemente alta para ser considerada tóxica.

2.9.2 EL Fósforo

El fósforo, después del nitrógeno, es uno de los elementos más importantes para fomentar vigor, crecimiento y desarrollo de las plantas.

Las cantidades de fósforo que pueden encontrarse en las fuentes naturales del suelo tienen una importancia muy relativa para la nutrición de las plantas, siendo únicamente las que se presentan en forma asimilable las verdaderamente importantes. Por consiguiente, las aportaciones de fósforo como fertilizantes se hacen necesarias en todos los cultivos.

El fósforo, combinado con el calcio, aumenta el contenido de triptófano en las especies gramíneas forrajeras por controlar la síntesis de la materia viva, influyendo de manera notable en los mecanismos biológicos e impulsando la actividad de las enzimas que regulan el funcionamiento de la célula viva del animal que consume el producto (Juscafresa, 1974).

El fósforo desempeña un papel importante, tanto en el desarrollo de las plantas como en el de los animales. En las plantas es necesario para la fotosíntesis, las transferencias de energía dentro de la planta, y la síntesis y descomposición de hidratos de carbono. Constituye una parte importante del núcleo de las células vegetales y se encuentran también en el citoplasma. Es el elemento clave para el crecimiento y la división de las células y tiende a concentrarse en los tejidos jóvenes, en crecimiento activo. Como éstos tejidos suelen ser los más apetecibles y nutritivos, rara vez se puede producir un forraje de alta calidad sin una aportación adecuada de fósforo (Hughes, Heath y Metcalfe, 1976).

Los iones fosfato están involucrados en la mayor parte de las reacciones químicas en los suelos y en numerosas reacciones metabólicas en las plantas. Consecuentemente, el fósforo influye o es influenciado, por la habilidad de utilización de muchos otros elementos, ambos esenciales y no-esenciales (Dinauer, 1980).

Las funciones favorables del fósforo sobre las plantas son:

- 1) División celular y crecimiento, así como formación de albúminas.
- 2) Floración y fructificación, así como la formación de semillas.
- 3) Maduración de las cosechas, atemperando así los efectos de aplicaciones excesivas de nitrógeno.
- 4) Desarrollo de las raíces, particularmente de las raicillas laterales y fibrosas.

- 5) Robustecimiento de la paja en los cultivos de cereales, ayudando así a prevenir el acame.
- 6) Sobre la calidad de la cosecha, sobre todo de forrajes y hortalizas.
- 7) Resistencia a ciertas enfermedades.
(Buckman y Brady, 1970).

La disponibilidad de fósforo es especialmente crítica en las cosechas recién sembradas. Una cantidad adecuada de este elemento fácilmente utilizable, dentro del alcance de las raíces jóvenes, - es especial para el buen desarrollo del sistema radicular, y para el establecimiento de las plántulas (Hughes, Heath y Metcalfe, 1976).

Las formas en que se halla el fósforo en los suelos son:

- a) Formas más complejas y menos activas.

Apatito, en forma primaria. Fosfatos secundarios de Ca, Fe y Al

Orgánico: fitina, ácido nucléico y otras combinaciones.

- b) Algunas de las formas más sencillas y asimilables y - sus equivalentes iónicos.

Fosfatos de Ca, K, Mg etc. PO_4H^-

Formas orgánicas solubles $PO_2H_2^-$

Cuando el fósforo del suelo se halla en combinaciones orgánicas, la putrefacción favorece su simplificación. El fósforo mineral, no obstante, presenta un problema mucho más difícil. Los -

diversos fosfatos nativos o primarios del suelo están presentes en pequeñas cantidades y son normalmente algo insolubles en el agua. Aún cuando las raicillas de las plantas, ayudadas por el CO_2 y -- otros exudados de la raíz están en íntimo contacto con los fosfatos minerales, la disolución es lenta (Buckman y Brady, 1970).

Por cada nueve kilos de fósforo consumido en el forraje por el animal que lo pastorea, éste le quitará a la pradera como 2.270 kg. El animal en pastoreo se llevará solamente 681 gr de potasio de la pradera por cada 45.5 kg de éste consumido por el forraje; los -- 44.819 kg restantes son dejados en la pradera en forma de excremento. En términos generales y totales del contenido de P y K en una planta, solamente el 9% del P y el 0.7% de K son removidos por el animal en pastoreo en praderas altamente productivas. El resto es reciclado, ya sea por el animal o por la descomposición del forraje no utilizado y raíces en el suelo. Es de suma importancia y beneficio para los productores el aprender a sacar ventaja del papel -- que juegan estos nutrientes en el proceso de reciclado dentro de una pradera artificial (Lowry, 1974).

Los síntomas característicos de la deficiencia de fósforo en la planta en general son: crecimiento lento, a veces enano, sin clorosis ni necrosis; en las hojas: a veces verdes muy oscuro y con áreas rojizas; en el tallo: delgados rojizos en el ápice (Rojas, 1978).

Los pastos presentan diferencias marcadas en la respuesta a -- suplementación de fósforo. Jones et al, citados por Dinauer, (1980),

cultivando rye grass italiano, hardinggrass, tall fescue, orchard - grass y tall oatgrass con 0, 100, 200, 300 y 400 kg de P/ha. Demostrando que el tall fescue y el rye grass fueron los mejores productores sin fósforo, pero el tall fescue y el rye grass también mostraron las mejores respuestas a la fertilización fosforada. Wedin, también citado por Dinauer, reportó que las concentraciones de fósforo en pastos de estación fría son alrededor de 0.14 a 0.50%. En muchas situaciones concentraciones abajo de 0.20% indica una deficiencia en la planta en crecimiento mientras que de 0.30 a 0.35% es usualmente necesario para un rendimiento óptimo.

Investigaciones realizadas en praderas mencionadas por Rubio, Martínez y Valencia, (1976) indican que en suelos bien abastecidos de fósforo, el aplicar nitrógeno solo produce tan buenos rendimientos como cuando se aplica nitrógeno más fósforo. Por otra parte, en suelos con una severa deficiencia de fósforo el aplicar únicamente nitrógeno no incrementa en forma costeable los rendimientos a menos que además se aplique fósforo.

Rothamsted, citado por Whitehead, (1970), reportó una respuesta al fósforo obtenido sólo a los más altos niveles de N (100 lb N/acre por corte) y K (56 lb K/acre por corte).

Wilman (1975), señala, que el fósforo influyó lentamente en la producción de materia seca y que este aumento fué grande después de tres o cuatro semanas y que este aumento disminuyó alrededor de la décima semana.

Villanueva (1979) evaluando una pradera de rye grass italiano con diferentes niveles de fertilización de nitrógeno y fósforo concluyó que la fertilización fosforada afectó la producción de materia seca siendo las mejores dosis 40 y 80 kg de P/ha e iguales estadísticamente.

2.9.3 Interacción N - P

Las interacciones entre el fósforo y elementos en el suelo son las manifestaciones de reacciones químicas específicas, pocas de las cuales han sido cuantitativamente definidas. Cualitativamente, sin embargo, estas reacciones han encontrado expresiones útiles en términos de disponibilidad de nutrientes y la eficiencia de fertilizantes fosforados.

Una de las más obvias interacciones entre N y P en los suelos es la coprecipitación de amonio y fosfato cuando estos dos iones son aplicados en fertilizantes compuestos o mezclados. Es difícil generalizar los efectos de estas interacciones en la nutrición vegetal porque los componentes varían desde muy disponible hasta muy poco disponible como fuente de nitrógeno y fósforo para las plantas.

Algunas interacciones aparentes entre N y P en los suelos son probablemente el resultado de otras reacciones, no relacionadas con las reacciones de N y P. Por ejemplo, hay una clara evidencia de que la nitrificación causa un incremento en la solubilidad de los compuestos del fósforo en suelos alcalinos y es responsable de la disponibilidad del P cuando es usado NH_4 como fertilizante (Dinauer, 1980).

Muchos suelos presentan una deficiencia invernal de fósforo. Para estos sitios, aplicaciones de N - P en invierno favorecen un buen desarrollo del pasto en invierno y primavera en tanto que el nitrógeno solo, durante el invierno produce poco y en primavera, después que empieza a ascender la temperatura, rinde satisfactoriamente (Rubio, Martínez y Valencia, 1976).

El incremento en la absorción de fósforo por las plantas es una consecuencia común al fertilizar con nitrógeno. En una revisión del efecto del N en la absorción de P por las plantas, Grunes, citado por Dinauer, (1980), resumió en varias explicaciones este fenómeno: incremento en el crecimiento aéreo, incremento en el crecimiento radicular, alteración del metabolismo y un incremento en la solubilidad del P.

El efecto del nitrógeno en la absorción de fósforo puede ser mejor explicado por la estimulación fisiológica que ocurre dentro de la planta como una consecuencia de un gran suplemento de nitrógeno.

Treviño (1980), probando el efecto de la fertilización nitrogenada y fosfórica en el rendimiento de rye grass italiano, en donde las dosis de nitrógeno fueron: 0, 100, 200, 300 y 400 kg de N/ha y para el fósforo: 0, 40 y 80 kg de P/ha, al analizar la producción total de materia seca notó que hubo una diferencia altamente significativa para tratamientos dosis de nitrógeno y fósforo y para la interacción. Hubo una diferencia entre todas las dosis de nitrógeno siendo la inferior la de 0 kg/ha y la superior por dife-

rencia de 4.300 ton/ha la dosis de 400 kg/ha. Por lo que respecta a la dosis de fósforo las dosis de 0 y 40 kg/ha fueron iguales estadísticamente, siendo superior la de 80 kg/ha a diferencia cuando se analizó la producción total de materia verde en la cual hubo una diferencia altamente significativa para tratamientos, dosis de nitrógeno y dosis de fósforo en la cual no existió interacción y la dosis de fósforo superior fué la de 40 kg de P/ha.

A pesar de la abundancia de datos sosteniendo las interacciones de N y P dentro de las plantas, los caminos metabólicos actualmente involucrados permanecen esencialmente no identificados (Dinauer, 1980).

2.10 Frecuencia de Corte

Aunque el nitrógeno del suelo puede influir en la producción de forraje, por lo menos a una dosis de fertilización abajo de 90 lb de N/acre/año, su efecto sobre la respuesta a fertilizar con nitrógeno parece ser relativamente pequeña en comparación con factores tales como el clima y la frecuencia de defoliación.

El nivel de nitrógeno suplementado en el cual hay una respuesta en términos de producción anual es mayor cuando la defoliación es relativamente frecuente. Una defoliación mas frecuente es deseable a veces para mejorar la digestibilidad del forraje. Aunque es probable que existan diferencias entre especies en la óptima frecuencia y altura de defoliación (Whitehead, 1970).

El rye grass italiano está listo para el primer pastoreo, cuando la planta alcanza una altura de 30 a 35 cm. Esto sucede entre los 65 a 75 días después de la siembra, dependiendo de las temperaturas que se registran en la zona. En cambio si se va a utilizar como forraje de corte para henificar o ensilar, se obtendrán mejores rendimientos cuando la planta alcance aproximadamente 40 cm de altura, lo cual ocurre aproximadamente a los 80 días después de la siembra. Posteriormente el intervalo entre pastoreos será de 28 a 30 días, siendo más largo éste cuando se utiliza como forraje de corte. Se recomienda corte o pastoreo a una altura de 8 a 10 cm del suelo.

El cuadro 2 muestra las recomendaciones en la utilización de rye grass italiano, en sistema de pastoreo rotacional bajo irrigación.

CUADRO 2. Recomendaciones en la utilización de rye grass italiano, en sistema de pastoreo rotacional.

C O N C E P T O	
Días de la fecha de siembra al primer pastoreo.	65 a 75
Número de potreros	5 a 6
Altura del forraje al iniciar el pastoreo (cm.)	30 a 35
Días en cada potrero	6 a 7
Altura para hacer el cambio de pastoreo (cm.)	6 a 10
Días de recuperación por potrero	28 a 30

(Aguayo, Garza y Lizárraga, 1975)

2.11 Valor Nutritivo

El rendimiento por animal (kg de carne, leche, etc.) es una función del nivel de consumo y del valor nutritivo de los forrajes y es dentro de este contexto que el valor nutritivo tiene relevancia.

El valor nutritivo del forraje se refiere usualmente a su composición química, su digestibilidad y a la naturaleza de los productos resultantes de la digestión.

La determinación de la calidad de los forrajes, esquilmos, pajas y en sí de los alimentos, es de gran importancia para el ganadero que desee conocer la forma en que alimenta su ganado y ver si con ellos cumple con los requisitos para máxima producción, además para el investigador es de suma utilidad debido a que le ayuda en la toma de decisiones con respecto a un forraje determinado (Quiroga, 1980).

La composición botánica de la vegetación herbácea y la composición mineral del forraje que se produce, es afectada por la disponibilidad de elementos nutritivos principalmente y por las prácticas de fertilización. Sin embargo, las condiciones climatológicas del medio pueden tener tanta influencia sobre la composición en ciertas condiciones, como el efecto del tratamiento del suelo (Hughes, Heath y Metcalfe, 1976).

La composición química del rye grass italiano reportado por -

Lowry (1974) es:

Ceniza	11.7%
Fibra Cruda	25.7%
Extracto Etéreo	4.5%
Proteína	18.5
Calcio	0.69
Fósforo	0.29%
Potasio	3.26%
Cobre	9.3 Mg/kg
Manganeso	26.0 Mg/kg

A continuación se mencionan los efectos de la fertilización - sobre el contenido de el rye grass italiano.

2.11.1 Materia Seca

La materia seca (MS) se ve afectada por la fertilización, -- Binnie, Harrington y Murdoch (1974), encontraron que al aumentar - la dosis de nitrógeno se aumentaba en forma significativa la pro-- ducción de materia seca, ellos trabajaron con las siguientes dosis: 168, 280, 392 kg de N/ha y obtuvieron 10157, 13132 y 15263 kg/ha, respectivamente.

Wilman (1965 y 1975), encontró resultados similares y dice que conforme se aumenta el nivel de nitrógeno se aumenta la producción de materia seca, pero se disminuye la eficiencia de utilización del nitrógeno. Así mismo, Lizárraga (1976) reporta resultados similares

y que un aumento en la cantidad de nitrógeno aplicado a la pradera trae como consecuencia un aumento en la producción de materia seca.

Por otra parte, incrementando el nivel de fertilizante nitrogenado tiende a decrecer el contenido de materia seca en el forraje, ésto se le atribuye a una mayor acumulación de agua superficial. Lazenby y Rogers, citados por Whitehead (1970), encontraron que - aplicando fertilizante nitrogenado al rye grass en un rango de 0 - 800 lb/acre/año disminuyó el promedio de materia seca contenida de 23 a 17%.

2.11.2 *Proteína Cruda*

La fertilización fosforada y nitrogenada afecta en forma significativa el contenido (%) de proteína cruda de la planta (Villanueva, 1979).

Lizárraga et al (1976), encontraron que al incrementar el nivel de nitrógeno aplicado se incrementaba el contenido de proteína cruda, obteniendo 14.08, 17.15, 16.16 y 18.75% de proteína cruda - (promedio de cuatro cortes) con 80, 160, 240 y 320 kg de N/ha.

Resultados similares han sido corroborados por Binnie, Harrington y Murdoch (1974), y Wilman (1965 y 1975).

Lizárraga et al (1975), mencionados antes observaron una variación estacional en el contenido de proteína cruda (PC) de rye grass

fertilizado con diferentes dosis de nitrógeno. Notaron que a medida que transcurre el ciclo productivo del cultivo, se presenta una disminución en el contenido de PC del forraje. Se lo atribuyen a un aumento en la temperatura ambiental el cual acelera la madurez de la planta la que afecta considerablemente el valor nutritivo, sin embargo, la dosis de 320 kg de N/ha mantuvo en buen nivel proteínico que varía de 18 a 25% durante el ciclo de vida de el rye grass italiano. Rubio, Martínez y Valencia (1976), realizando una serie de experimentos similares al anterior concluyeron: aún cuando la calidad del forraje varía entre cortes ésta es muy buena, pues el contenido de materia orgánica es siempre superior al 84%, la proteína cruda varía de 14% en el extremo inferior al 27% en el superior.

2.11.3 Digestibilidad "in vitro"

Wilman (1970), aplicando 28, 84 y 140 kg de N/ha en rye grass italiano, reporta que el nivel de nitrógeno tuvo un bajo efecto en la digestibilidad "in vitro" pero que ésta si se ve fuertemente afectada por la edad de la planta, ya que el promedio al nivel de 28 kg de N/ha fué 71.2%, a 84 kg de N/ha 70.5% y a 140 kg de N/ha 71.7%.

Rodríguez (1978), de igual manera reporta que la fertilización nitrogenada no afectó a la digestibilidad de la materia seca "in vitro" y observó que ésta disminuía al aumentar la edad de la planta.

Villanueva (1979), experimentando con diferentes niveles de fósforo y nitrógeno en rye grass italiano, no encontró diferencia para los niveles de fósforo ni para los de nitrógeno en la digestibilidad de materia seca "in vitro", en donde los promedios obtenidos fueron: 86.69, 84.24 y 82.16% para el primero, el segundo y el tercer corte, respectivamente.

2.11.4 El Contenido de Calcio y Fósforo

Los efectos reportados de la aplicación nitrógeno sobre el porcentaje de fósforo en el contenido del forraje han sido variables. Los tratamientos con nitrógeno bajaron el contenido de fósforo en el forraje en suelos ricos en fósforo (Whitehead, 1970).

Parks y Fisher (1958) estudiando la influencia del nitrógeno y la temperatura del suelo en el desarrollo y composición química de rye grass, observaron que comparando el contenido de fósforo en el forraje a diferentes temperaturas, el porcentaje de fósforo a 20°C fué mayor que a 30°C y el porcentaje de fósforo a 30°C fué mayor que a 40°C. La diferencia en ambos casos fue significativa al 0.01%. Esto fué, sin embargo, evidente que el contenido de fósforo en la planta y la producción estuvieron relacionados directamente.

Nielsen y Cunningham (1964), sometieron el rye grass a diferentes temperaturas, fuente y nivel de nitrógeno y observaron que el porcentaje de fósforo decreció cuando la temperatura del suelo fué elevado, contrario a lo que era de esperarse y las diferencias en el

porcentaje de fósforo entre 11°C y 28°C fueron mayores donde fué - usado amonio ($\text{NH}_4 - \text{N}$). La absorción de fósforo estuvo principalmente influenciada por la producción y fué mayor a 19.5°C excepto cuando no fué aplicado nitrógeno. Aumentando el nitrato ($\text{NO}_3 - \text{N}$) decreció el porcentaje de fósforo en el pasto pero incrementando - el amonio ($\text{NH}_4 - \text{N}$) no hubo este cambio. La concentración y la ab - sorción del fósforo fueron mayores cuando se utilizó el $\text{NH}_4 - \text{N}$. - Aunque el porcentaje de calcio en el forraje aumento grandemente - al incrementar la temperatura y la dosis de nitrógeno, no hubo di - ferencia significativa en el porcentaje del calcio a ninguna de las tres temperaturas observadas. Esto tal vez debido a una interac - ción significativa entre temperatura y dosis de nitrógeno.

2.11.5 Fibra

La fibra contenida en el forraje es poco influenciada por el fertilizante nitrogenado. Sus componentes materiales celulosa y lignina son también poco afectadas (Whitehead, 1970).

Wilman (1975), encontró que el nivel de nitrógeno aplicado no afectaba el contenido de fibra, pero esta sí se ve afectada por la edad de la planta.

Evaluando una pradera de rye grass con diferentes niveles de fertilización Villanueva (1979) no encontró diferencia para los ni - veles de fósforo ni para los de nitrógeno en el contenido de fibra detergente ácido, pero indicó que aumentó con la edad de la planta.

2.11.6 *Vitaminas y Caroteno*

La aplicación de fertilizante nitrogenado ha mostrado un incremento en el contenido de caroteno en el forraje arriba de un 40%. - Doring, citado por Whitehead (1970), reportó que incrementando la - dosis del nitrógeno considerablemente aumentó la concentración de - vitamina "A" (probablemente como caroteno) y vitamina "B" en rye - grass. Las concentraciones de vitamina "C", "D" y "E" mostraron - algún incremento con niveles moderados de nitrógeno, pero bajaron - con altos niveles.

3. MATERIALES Y METODOS

3.1 Localización

El presente experimento se llevó a cabo durante el ciclo de invierno 1981-1982, en el Rancho "Los Fernández" propiedad del Sr. Roberto Fernández e hijos, ubicado en Huinalá, Apodaca, Nuevo León. El análisis de las muestras se realizó en el Laboratorio de Bromatología de la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León.

Huinalá, Apodaca, Nuevo León se encuentra a una altura de 410 metros sobre el nivel del mar, siendo sus coordenadas geográficas 25°44' latitud norte y 100°13' longitud oeste.

3.2 Clima

El clima utilizando la clasificación Köppen para la localidad es: BSo/1hw" (e'), que se refiere a una transición entre cálido - semiseco y semicálido semiseco, con lluvias en verano, muy extremo so, con una oscilación anual de las temperaturas medias mensuales mayor a 14°C.

3.3 Suelo

Las características del suelo en donde se llevó a cabo el experimento, de acuerdo a las muestras 8725 y 8726 analizadas en el Laboratorio de Suelos de la Facultad de Agronomía de la U.A.N.L. - fué para la profundidad de 0 a 30 cm: color café grisáceo obscuro en estado seco y café grisáceo muy oscuro en húmedo , con un pH de 8.3 el cual se considera moderadamente alcalino, la textura a la cual se ajusta es arcillosa, siendo mediana en el contenido de materia orgánica, considerada pobre en nitrógeno total, bajo en fósforo aprovechable, medianamente pobre en potasio aprovechable y no salino.

Para la profundidad de 30 a 60 cm fue: café muy pálido y café para estado seco y húmedo respectivamente, con un pH de 8.3 considerado como moderadamente alcalino, textura arcillosa, siendo extremadamente pobre en nitrógeno total, bajo en fósforo aprovechable y medianamente pobre en potasio aprovechable, en lo que respecta a sales salubres totales resultó no salino.

3.4 Agua de riego

Se efectuó el análisis de el agua de riego para determinar su calidad en el Laboratorio de Suelos de la Facultad de Agronomía de la U.A.N.L., siendo la muestra No. 473, quedando clasificado como C_3S_1 , lo que significa que es: altamente salina y baja en sodio. - Para este tipo de agua se recomienda lo siguiente: (C_3) no puede -

usarse en suelos cuyo drenaje sea deficiente. Aún con drenaje adecuado se pueden necesitar prácticas especiales de control de la salinidad, debiendo, por lo tanto, seleccionar únicamente aquellas especies vegetales muy tolerantes a sales. En lo referente al sodio (S_1), puede usarse para el riego en la mayoría de los suelos con poca probabilidad de alcanzar niveles peligrosos de sodio intercambiable (Richards, 1973).

3.5 Diseño Experimental

Se utilizó el diseño bloques al azar con cuatro repeticiones y el cuadrado doble como arreglo de tratamientos, utilizándose también la metodología para el ajuste de una superficie de respuesta (Escobar, 1975), modelo polinomial cuadrático con dos variables que incluyen nitrógeno y fósforo.

El modelo o respuesta estimada, consiste de la siguiente expresión:

$$Y = b_1 + b_2 N + b_3 P + b_4 N^2 + b_5 P^2 + b_6 N P$$

en donde: Y es el rendimiento estimado, b_1 , b_2 , b_3 , b_4 , b_5 , b_6 son coeficientes, estimados mediante el método de mínimos cuadrados, representando:

b_1 ... Término constante (rendimiento al nivel codificado 0-0 de nitrógeno y fósforo).

b_2 ... Efecto lineal del nitrógeno.

b_3 ... Efecto lineal del fósforo.

b_4 ... Efecto cuadrático del nitrógeno.

b_5 ... Efecto cuadrático del fósforo.

b_6 ... Efecto de la interacción lineal entre N y P.

Los niveles de significancia utilizados para las ecuaciones de regresión son: 0.01, 0.05 y 0.10.

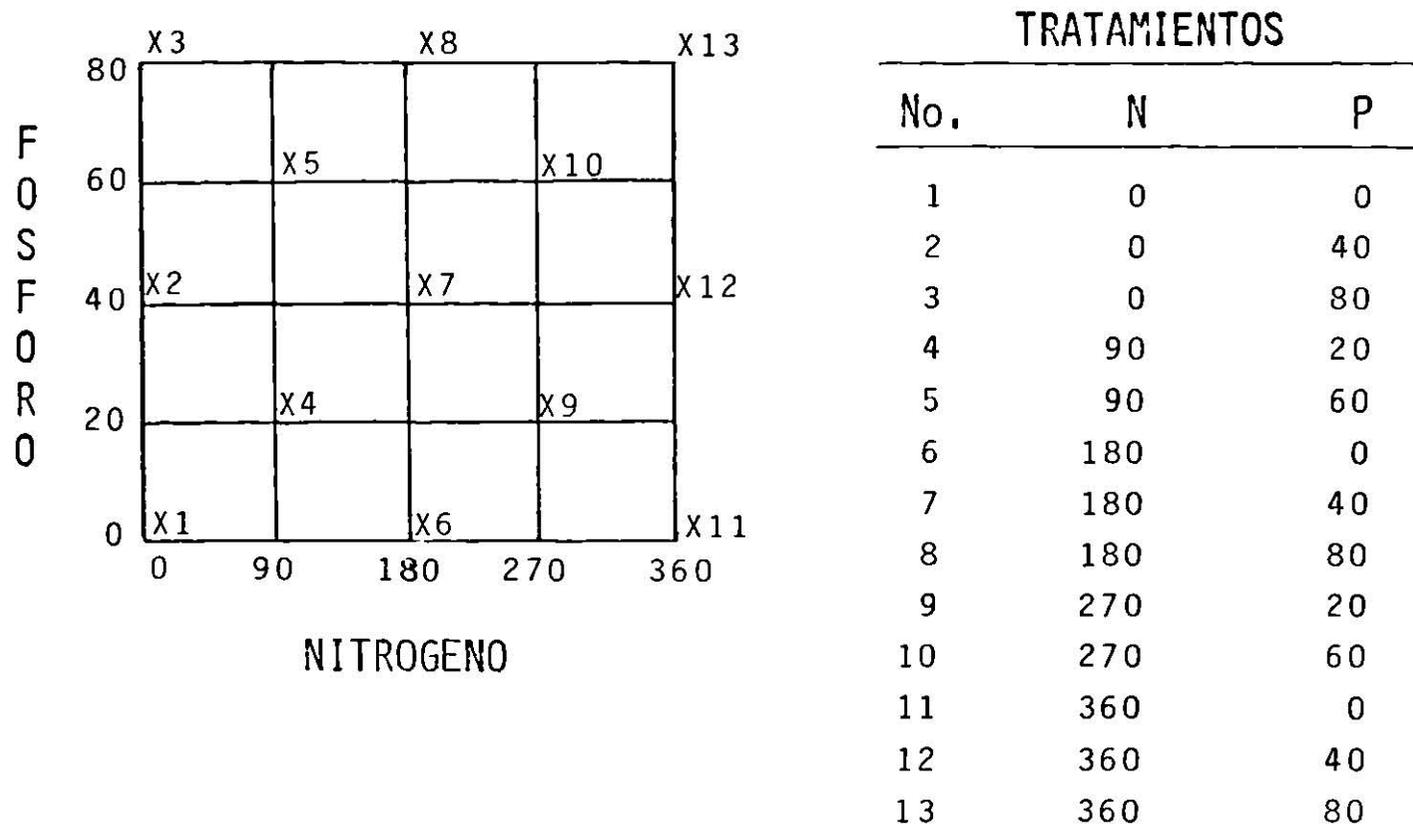
El modelo permite estimar la respuesta no sólo para los niveles de nitrógeno y fósforo usados en el experimento, sino también para cualquier combinación de ellos dentro del rango considerado - para cada nutriente.

Los rangos utilizados son: de 0 a 360 kilogramos/ha y de 0 a 80 kilogramos/ha de nitrógeno y fósforo respectivamente.

El cuadrado doble es un diseño de tratamientos que forma parte de los llamados factoriales parciales, básicamente es un factorial 5 X 5 del cual se eliminan sistemáticamente 12 de las combinaciones originales. Las 13 combinaciones restantes tienen un recubrimiento uniforme de la región de exploración, incluye el tratamiento testigo y permite la estimación de la interacción N X P en el modelo. - El cuadro 3 muestra la distribución de los tratamientos o combinaciones utilizadas según el cuadrado doble.

Los datos fueron analizados por computadora en el Centro de - Cálculo de la U.A.N.L.

CUADRO 3. Distribución de tratamientos según el cuadrado doble.



3.6 Manejo del experimento

3.6.1 Preparación del Terreno

Una vez establecida el área a utilizar, se realizaron las siguientes labores: barbecho, rastreo y cruzado para moler bien los terrones y preparar una buena cama de siembra.

3.6.2 Medición y estacado

Se midieron y se delimitaron las parcelas por medio de estacado, se trazaron los bordos y las regaderas.

Las dimensiones de las parcelas que se utilizaron fué de 3 m de ancho por 6 m de largo, siendo el área total de la parcela de 18 m².

El tamaño de la parcela útil se tomó eliminando un metro de cada cabecera y un metro de cada lado, quedando así una superficie de 4 m² por parcela, el croquis de las parcelas se muestra en la Figura 1A del apéndice.

3.6.3 Siembra

La siembra se realizó el día 28 de Octubre de 1981, al voleo y en seco, se tapó la semilla simulando la rastra de ramas con rastrillos, se utilizó una densidad de siembra de 40 kilogramos/ha.

La variedad utilizada fué la Annual procedente del estado de Oregon, U.S.A.

3.6.4 Riegos

Se dieron en total 9 riegos, 5 riegos de la siembra al primer corte, posteriormente se regó después de dar el corte y solamente hubo necesidad de regar entre el primer y segundo corte, esto debido a la seca que se presentó, la precipitación pluvial fué de --- 33.7 mm en los 164 días que se tuvo el pasto.

Las fechas de los 9 riegos son las siguientes;

- 1.- 28 de Octubre de 1981 (Siembra)
- 2.- 11 de Noviembre de 1981
- 3.- 26 de Noviembre de 1981
- 4.- 11 de Diciembre de 1981
- 5.- 27 de Diciembre de 1981
- 6.- 11 de Enero de 1982
- 7.- 25 de Enero de 1982
- 8.- 11 de Febrero de 1982
- 9.- 12 de Marzo de 1982

Las temperaturas medias mensuales de los meses en que se desarrolló el experimento se encuentran en la figura 2A.

El cuadro 4 muestra la precipitación pluvial por intervalos de este experimento.

CUADRO 4. Precipitación pluvial por intervalos.

INTERVALO	PRECIPITACION (mm)
Siembra al 1 ^{er} Corte	0.6
1 ^{er} Corte al 2 ^{ndo} Corte	0.2
2 ^{ndo} Corte al 3 ^{er} Corte	13.6
3 ^{er} Corte al 4 ^{to} Corte	19.3
T O T A L	33.7

Los datos de precipitación y temperatura fueron proporcionados por el Campo Agrícola Experimental del Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey en Apodaca, N.L.

3.6.5 Fertilización

Antes de dar el riego de siembra, se procedió a efectuar la primera fertilización, se aplicó el 30% del nitrógeno y el 100% del fósforo; el resto del nitrógeno (70%) se fraccionó para aplicarse después de cada corte (23%), solamente la primera fertilización se realizó en seco, las siguientes se llevaron a cabo inmediatamente después del riego, esto con el objeto de una mejor distribución del fertilizante en la parcela.

La fuente de nitrógeno utilizado fué urea (46 - 00 - 00) y la de fósforo superfosfato triple (00 - 46 - 00).

3.6.6 Cultivos

Se hizo sólo un deshierbe en la segunda quincena de Noviembre, posteriormente al establecerse la pradera y descender la temperatura ambiental ya no hubo problemas con malas hierbas.

Se cercó el terreno para evitar daños por animales, también se colocó una malla para gallinero de unos 60 cm de altura para evitar la entrada de conejos, los cuales se les puede considerar como pla-

ga en el establecimiento de la pradera en la zona.

En lo que respecta a enfermedades no hubo problemas.

3.6.7 Cortes

Se le dieron cuatro cortes en total, el primer corte se efectuó a los 73 días a partir de la fecha de siembra y los cortes posteriores cada 29 o 30 días acoplándonos al día de riego del rancho donde se llevó a cabo el experimento.

Al darle el corte el pasto tenía uno 30 cm de altura, se cortaba a 10 cm de altura con hoz, posteriormente se pesaba lo obtenido en parcela útil y se obtenía una muestra para determinar el contenido de materia seca, las cabeceras se cortaron con guadaña.

El calendario de cortes es el siguiente:

Siembra	28 de Octubre de 1981
1 ^{er} Corte	9 y 10 de Enero de 1982
2 ^{ndo} Corte	8 y 9 de Febrero de 1982
3 ^{er} Corte	9 y 10 de Marzo de 1982
4 ^{to} Corte	8 y 9 de Abril de 1982

Las muestras tomadas en el campo se secaron en estufa a 60°C hasta peso constante para determinar el contenido de materia seca y posteriormente se molieron para su análisis bromatológico.

3.6.8 Variables medidas

Se analizaron los rendimientos de materia verde y materia seca para cada uno de los cortes y para el rendimiento total, los datos fueron transformados a toneladas/ha.

En lo que se refiere a la composición química del pasto, las muestras para hacer las determinaciones se obtuvieron al mezclar las cuatro repeticiones de cada uno de los tratamientos de las muestras utilizadas para determinar el contenido de materia seca en cada uno de los cortes. Los componentes del pasto no se analizaron estadísticamente.

Se determinó el contenido de proteína (Kjeldahl), fibra cruda extracto etéreo (Goldfish), extracto libre de nitrógeno, cenizas, calcio, fósforo (Fiske y Subbarow) y digestibilidad "in vitro" de materia seca (Tilley y Terry). Todas las determinaciones se expresaron en porcentaje.

4. RESULTADOS

4.1 Materia verde

Se obtuvieron los rendimientos de materia verde en toneladas/ha para cada unidad experimental en los cuatro cortes, los datos fueron analizados para cada uno de éstos y para el rendimiento total, poniéndose mayor énfasis en este último el cual fué considerado de mayor importancia.

4.1.1 *Materia verde en cada corte*

En los Cuadros 1A al 4A en el apéndice se muestran los datos de el rendimiento de materia verde en cada uno de los cortes expresado en toneladas/ha, los que nos dan una idea, de la cantidad de forraje disponible en un momento dado. Los análisis de varianza para cada uno de los cortes estan en los Cuadros 5A, 7A, 9A y 11A en los cuales se observa que hubo una diferencia altamente significativa para tratamientos en todos los casos, se realizó la prueba de Tukey (0.05) para comparar las medias de tratamientos las cuales se encuentran en los cuadros 6A, 8A, 10A y 12A, se observa que los tratamientos 13, 8 y 10 correspondientes a las dosis $N_{360} P_{80}$, $N_{180} P_{80}$ y $N_{270} P_{60}$ se encuentran en el primer nivel en los cuatro cortes.

Las ecuaciones de regresión obtenidas para la predicción de -

rendimiento de materia verde en cada uno de los cortes se encuentra en el Cuadro 13A en el apéndice las cuales se publican para una posible utilización en investigaciones posteriores.

4.1.2 *Materia verde total*

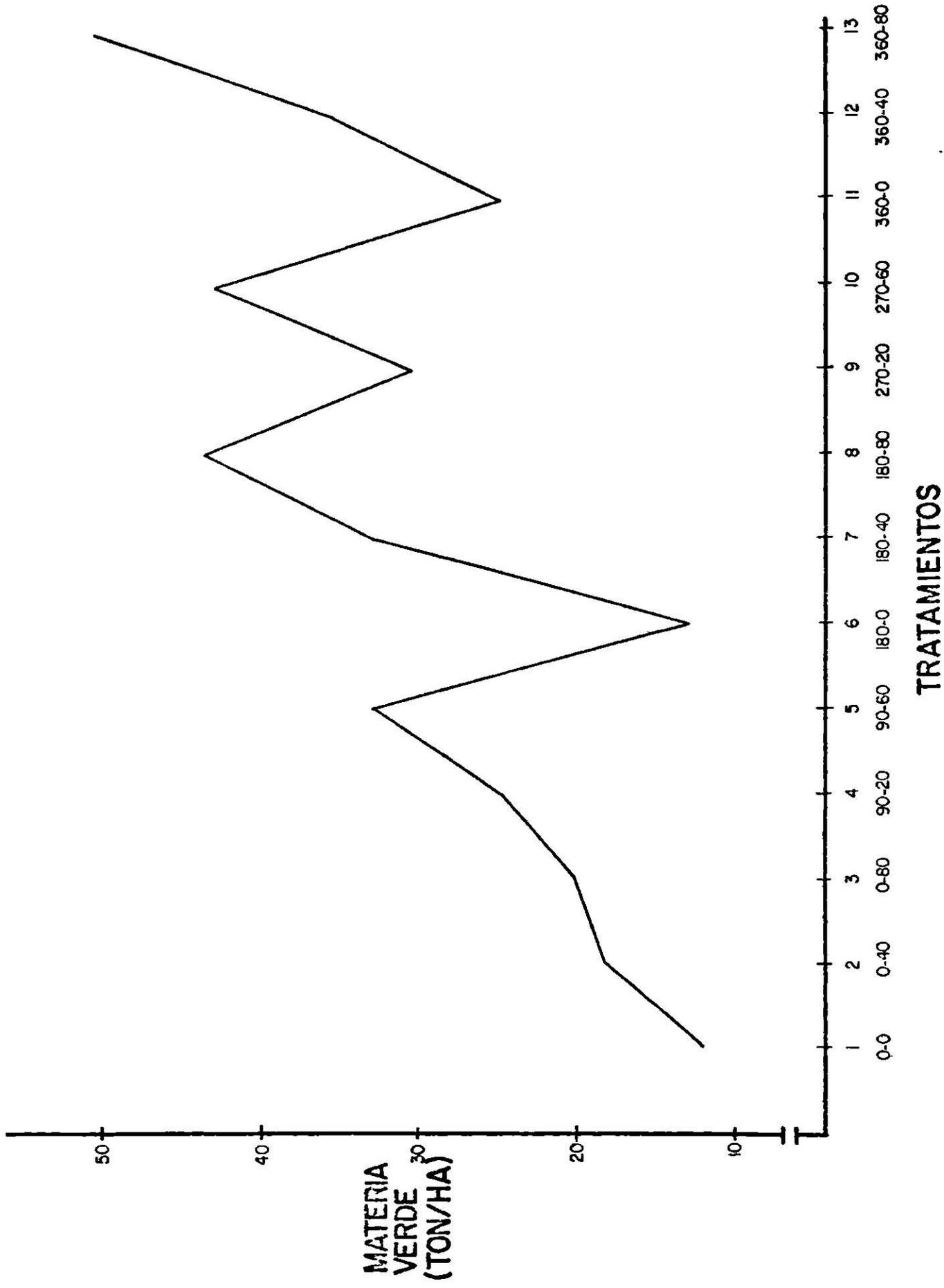
El rendimiento total de materia verde expresado en toneladas/ha se encuentra en el Cuadro 5; la Figura 3 muestra el rendimiento de materia verde en cada uno de los tratamientos en donde se nota que la producción se ve muy afectada por la cantidad de fósforo aplicada, ya que en los tratamientos que sólo contienen nitrógeno se ve una caída notable. En el Cuadro 6 podemos observar el análisis de varianza para el rendimiento total de materia verde donde se encontró una diferencia altamente significativa para tratamientos.

En el Cuadro 7, se encuentra la comparación de medias de trata mientos en donde los mejores en cuanto a rendimiento son el 13, 8, 10, 12, 5 y 7. Correspondientes a las dosis $N_{360} P_{80}$, $N_{180} P_{80}$, $N_{270} P_{60}$, $N_{360} P_{40}$, $N_{90} P_{60}$ y $N_{180} P_{40}$ respectivamente, los cuales son iguales estadísticamente y en el nivel inferior se encuentran los tratamientos 9, 4, 11, 3, 2, 6 y 1 cuyas dosis son $N_{270} P_{20}$, $N_{90} P_{20}$, $N_{360} P_0$, $N_0 P_{80}$, $N_0 P_{40}$, $N_{180} P_0$ y $N_0 P_0$ respectivamente. Se observa que los tratamientos superiores son aquellos que contienen nitrógeno, aunque sea en un nivel bajo pero con alto contenido de fósforo, o sea de 40 kg de fósforo en adelante y en el nivel inferior quedaron los tratamientos que son altos en fósforo pero bajos en nitrógeno y viceversa.

CUADRO 5 Rendimientos de materia verde expresados en ton/ha obtenidos en los cuatro cortes.

Trata- miento	kg/ha		R E P E T I C I O N E S				\bar{X}
	N	P	I	II	III	IV	
1	0	0	14.000	17.937	9.911	5.895	11.935
2	0	40	22.625	22.062	15.062	12.700	18.112
3	0	80	21.749	20.937	18.061	19.687	20.108
4	90	20	28.312	17.312	23.124	31.499	25.061
5	90	60	36.000	35.187	27.275	33.562	33.006
6	180	0	10.812	20.000	11.848	8.925	12.896
7	180	40	36.812	31.062	46.625	16.812	32.827
8	180	80	38.187	48.937	40.874	47.062	43.765
9	270	20	34.624	31.750	18.387	36.312	30.268
10	270	60	38.500	50.999	39.812	41.812	42.780
11	360	0	39.562	18.687	30.562	10.212	24.755
12	360	40	32.499	57.624	24.750	26.624	35.374
13	360	80	51.437	53.625	49.312	47.562	50.484

FIGURA 1. Rendimiento en toneladas/ha de materia verde, total de los cuatro cortes.



CUADRO 6. Análisis de varianza para materia verde de los cuatro cortes.

FUENTE DE VARIACION	GL	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	F. CAL.
Tratamientos	12	6890.349	574.196	10.030**
Bloques	3	388.789	129.596	2.264n.s.
Error	36	2060.918	57.248	
Total	51	9340.054	183.138	

** Altamente significativo.
n.s. No significativo.

CUADRO 7 Comparación de medias de tratamientos en materia verde obtenidos en los cuatro cortes.

360-80	180-80	270-60	360-40	90-60	180-40	270-20	90-20	360-0	0-80	0-40	180-0	0-0
T ₁₃	T ₈	T ₁₀	T ₁₂	T ₅	T ₇	T ₉	T ₄	T ₁₁	T ₃	T ₂	T ₆	T ₁
50.48	43.77	42.78	35.37	33.01	32.83	30.27	25.06	24.76	20.11	18.11	12.70	11.94



Los tratamientos 13, 8 y 10 obtuvieron los mayores rendimientos, siendo 50.48, 43.77 y 42.72 toneladas/ha y $N_{360} P_{80}$, $N_{180} P_{80}$ y $N_{270} P_{60}$, sus rendimientos y dosis respectivamente, los cuales concuerdan a los reportados por Treviño (1980) quién obtuvo 40.70, 38.81 y 37.51 toneladas/ha de materia verde con $N_{400} P_{80}$, $N_{400} P_{40}$ y $N_{300} P_{80}$ respectivamente.

La ecuación de regresión obtenida para la predicción del rendimiento de materia verde total es la siguiente:

$$Y = b_1 + b_4 N^2 + b_6 N P$$

donde:

$$Y = (17.433) + (-0.146 \times 10^{-3}) N^2 + (0.115 \times 10^{-3}) N P$$

La ecuación demuestra que sólo el efecto cuadrático del nitrógeno y la interacción del nitrógeno y el fósforo fueron significativos considerando los niveles 0.10, 0.05 y 0.01 de probabilidad, es decir, que se encontró un punto máximo para el nitrógeno dentro de los niveles utilizados, y el fósforo sólo actúa en combinación con el nitrógeno.

4.2 Materia seca

Es de gran importancia conocer el porcentaje de materia seca y con ello la producción de materia seca, ya que con ésta se pueden hacer estimaciones como la capacidad de carga de la pradera.

4.2.1 *Materia seca en cada corte*

Los rendimientos de materia seca en cada uno de los cortes expresados en toneladas/ha se encuentran en los Cuadros 14A, 15A, 16A y 17A del apéndice, estos datos son de utilidad ya que nos muestran la cantidad de forraje seco que podemos disponer en un momento determinado y así tomar decisiones; como si es necesario suplementar para elevar la capacidad de carga, si existen excedentes para henoificarlo o ensilarlo.

Los análisis de varianza para cada uno de los cortes se pueden observar en los Cuadros 18A, 20A, 22A y 24A, en todos los casos existe una diferencia altamente significativa para el efecto de tratamientos, al comparar las medias de tratamientos por medio de la prueba de Tukey (0.05), los cuales se encuentran en los Cuadros 19A, 21A, 23A y 25A, se observa que los tratamientos 13, 8, 10 y 12 correspondientes a las dosis $N_{360} P_{80}$, $N_{180} P_{80}$, $N_{270} P_{60}$ y $N_{360} P_{40}$ estuvieron siempre en el nivel superior en los cuatro cortes.

Las ecuaciones de regresión obtenidas para la predicción de rendimiento de materia seca para cada uno de los cortes se encuentra en el Cuadro 26A en el apéndice los cuales se publican para una posible utilización en investigaciones posteriores.

4.2.2 *Materia seca total*

En el Cuadro 8 se encuentran los datos de rendimiento de mate-

ria seca total (suma de los cuatro cortes), la Figura 4 nos muestra en forma gráfica el efecto del fertilizante en la producción de materia seca en donde se observa al igual que la de materia verde que al incrementar el nivel de fósforo la curva es ascendente en los tratamientos sin este elemento, la curva sufre una caída.

El análisis de varianza para el rendimiento total de materia verde se puede observar en el Cuadro 9 en el cual existe una diferencia altamente significativa para el efecto de tratamientos.

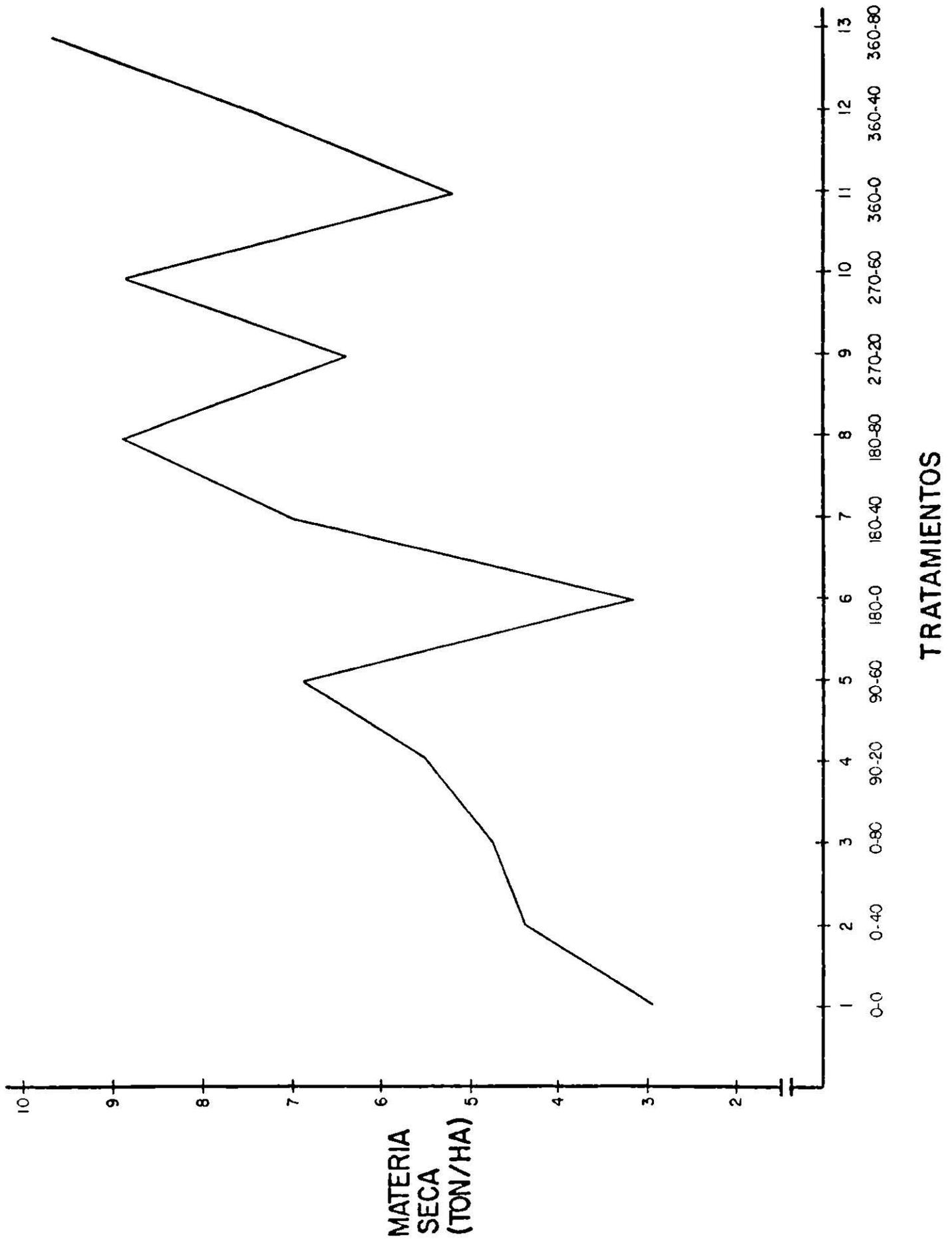
En el Cuadro 10, se encuentra la comparación de medias de tratamientos en donde los mejores en cuanto a rendimiento de materia seca son: 13, 8, 10, 12, 7, 5 y 9. Correspondientes a las dosis $N_{360} P_{80}$, $N_{180} P_{80}$, $N_{270} P_{60}$, $N_{360} P_{40}$, $N_{180} P_{40}$, $N_{90} P_{60}$ y $N_{270} P_{20}$ respectivamente, los cuales son iguales estadísticamente y en el nivel inferior quedaron el resto de los tratamientos, o sea: el 4, 11, 3, 2, 6 y 1 y sus dosis son $N_{90} P_{20}$, $N_{360} P_0$, $N_0 P_{80}$, $N_0 P_{40}$, $N_{180} P_0$ y $N_0 P_0$ respectivamente. Al revisar los tratamientos superiores de materia verde y de materia seca se observa que son los mismos tratamientos, con excepción del tratamiento 9 el cual también está presente en el nivel superior de la comparación de medias de materia seca. Con respecto a los tratamientos que quedaron en el nivel inferior se puede ver que son los que les falta alguno o los dos elementos estudiados, con excepción al tratamiento 4 el cual contiene 90 y 20 kilogramos/ha de nitrógeno y fósforo respectivamente.

Los tratamientos 13, 8 y 10 obtuvieron los mayores rendimien-

CUADRO 8. Rendimientos de materia seca expresados en ton/ha obtenidos en los cuatro cortes.

Trata- miento	kg/ha		R E P E T I C I O N E S				\bar{X}
	N	P	I	II	III	IV	
1	0	0	3.438	3.886	2.685	1.767	2.944
2	0	40	5.127	5.100	5.596	3.679	4.375
3	0	80	4.797	4.977	4.431	4.728	4.733
4	90	20	5.788	4.166	5.073	6.862	5.472
5	90	60	6.889	7.102	6.208	7.239	6.859
6	180	0	2.791	4.782	2.759	2.237	3.142
7	180	40	8.158	6.476	9.139	4.036	6.952
8	180	80	7.415	10.296	8.140	9.680	8.883
9	270	20	6.700	7.010	4.037	7.889	6.409
10	270	60	8.387	10.124	8.269	8.604	8.846
11	360	0	7.356	4.227	6.410	2.752	5.186
12	360	40	6.723	10.456	5.985	6.248	7.353
13	360	80	10.051	9.709	9.117	9.807	9.671

FIGURA 4. Rendimiento en toneladas/ha de materia seca total de los cuatro cortes.



CUADRO 9. Análisis de varianza para materia seca de los cuatro cortes.

FUENTE DE VARIACION	GL	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	F. CAL.
Tratamientos	12	222.425	18.535	10.814**
Bloques	3	8.991	2.997	1.747n.s.
Error	36	61.707	1.714	
Total	51	243.124	5.748	

** Altamente significativo.
n.s. No significativo.

CUADRO 10. Comparación de medias de tratamientos en materia seca obtenidos en los cuatro cortes.

360-80	180-80	270-60	360-40	180-40	90-60	270-20	90-20	360-0	0-80	0-40	180-0	0-0
T ₁₃	T ₈	T ₁₀	T ₁₂	T ₇	T ₅	T ₉	T ₄	T ₁₁	T ₃	T ₂	T ₆	T ₁
9.67	8.88	8.84	7.35	6.95	6.86	6.41	5.47	5.19	4.73	4.37	3.14	2.94

tos, siendo 9.67, 8.88 y 8.84 toneladas/ha de materia seca y sus dosis $N_{360} P_{80}$, $N_{180} P_{80}$ y $N_{270} P_{60}$ respectivamente, los cuales concuerdan a los reportados con Villanueva (1979) y Treviño (1980) quienes realizaron trabajos similares a este, el primero obtuvo 9.60, 9.27 y 9.03 toneladas/ha de materia seca al utilizar 120, 90 y 60 kg de nitrógeno/ha/corte respectivamente, efectuó tres cortes y aplicó 80 kg de fósforo/ha en todos los casos. Treviño reporta 7.75, 7.58 y 7.24 toneladas/ha de materia seca al utilizar $N_{300} P_{80}$, $N_{400} P_0$ y $N_{400} P_{80}$ respectivamente.

La ecuación de regresión obtenida para la predicción del rendimiento de materia seca total es la siguiente:

$$Y = b_1 + b_2 N + b_3 P + b_4 N^2 + b_6 N P$$

donde:

$$Y = (2.823) + (0.159 \times 10^{-1}) N + (0.323 \times 10^{-1}) P + (-0.294 \times 10^{-4}) N^2 + (0.966 \times 10^{-4}) N P$$

La ecuación demuestra que para el nitrógeno existe un efecto cuadrático y también lineal, el fósforo tiene efecto sólo en forma lineal y que el efecto de la interacción de los dos elementos también es significativo, es decir que el nitrógeno actúa de las dos formas y que al incrementar el fósforo puede incrementarse la producción de materia seca, esto al menos hasta los niveles estudiados en este experimento. La Figura 3A muestra la posible superficie de respuesta para materia seca utilizando la ecuación descrita anteriormente.

4.3 Valor nutritivo

Como se mencionó en el capítulo anterior, en cada uno de los cortes fueron tomadas muestras de cada unidad experimental para determinar el porcentaje de materia seca, para lo cual se mantuvieron a 60°C hasta peso constante, ya obtenido el porcentaje de materia seca se mezclaban las cuatro repeticiones de cada uno de los tratamientos para posteriormente molerlos y así determinar: proteína, fibra cruda, extracto etéreo, cenizas, calcio, fósforo y digestibilidad "in vitro" de materia seca, por lo que se obtuvieron 52 datos para cada uno de los casos, con excepción de la digestibilidad "in vitro" la cual se estudió por cortes y no por tratamientos ya que en la literatura revisada Wilman (1970), Rodríguez (1978) y Villanueva (1979) coinciden en que la digestibilidad "in vitro" de materia seca de rye grass no se ve muy afectada por la fertilización pero sí por la edad de la planta. Se analizaron el segundo, tercero y cuarto corte solamente, debido a que algunas de las muestras del primer corte se extraviaron.

Solamente el contenido de materia seca se reporta "parcialmente seco", o sea, como se mencionó antes, secado a 60°C a peso constante, los demás están expresados en base seca o libres de humedad, esto se obtiene sometiendo una muestra a 105°C durante 5 horas. Los análisis son efectuados con muestras "parcialmente secas" y después los valores se ajustaron a base seca.

Los datos obtenidos expresados en porcentaje se encuentran en los Cuadros 27A, 28A, 29A, 30A, 31A, 32A, 33A y 34A del apéndice -

para materia seca, proteína, fibra cruda, extracto etéreo, extracto libre de nitrógeno, cenizas, calcio y fósforo, respectivamente. Los resultados de digestibilidad de materia seca "in vitro" son - para el segundo corte, 76.87%; para el tercer corte, 70.17 y para el cuarto corte 65.45%.

En el Cuadro 11 muestra el promedio de los cuatro cortes y los diferentes niveles de fertilización comparado con los datos reportados por Lowry (1974) y por Lizárraga et al (1976), los datos de los últimos también son el promedio de cuatro cortes con diferentes niveles de fertilización.

CUADRO 11 Comparación de los datos de análisis bromatológicos obtenidos en el presente trabajo con los de otros autores.

	A	B	C
PROTEINA	19.76	16.53	18.50
FIBRA CRUDA	19.86	19.71	25.70
EXTRACTO ETEREO	4.26	3.09	4.50
EXTRACTO LIBRE DE N	43.25	46.78	39.60
CENIZA	12.84	13.87	11.70
MATERIA SECA DIGESTIBLE	70.83*	72.19	-
CALCIO	1.11	-	0.69
FOSFORO	0.13	-	0.29

A Datos obtenidos en este trabajo.

B Datos reportados por Lizárraga et al (1976).

C Datos reportados por Lowry (1974).

* Promedio del segundo, tercer y cuarto corte.

En general los datos obtenidos son similares, el calcio resultó ser alto y el fósforo bajo, como era de esperarse debido a las propiedades del suelo, los cuales son determinados por el clima (temperatura, precipitación, etc.) y a la influencia del agua de riego que tiene un alto contenido de calcio. Posteriormente se discutirán los datos en una forma más amplia.

5. DISCUSION

Al comparar los rendimientos obtenidos en cada uno de los cortes, se observa un aumento en el último corte, tanto en materia verde como en materia seca. El último corte representa el 35.76% y 41.00% del rendimiento total para materia verde y materia seca respectivamente. El aumento se debió fundamentalmente a la producción de tallos florales que se presentó, aunque también se notó un ligero aumento en la producción de hojas y en la altura del pasto. Los tallos florales no estuvieron presentes en los tres primeros cortes. El aumento en el rendimiento en el último corte fue más marcado para los tratamientos con rendimientos bajos, al comparar el testigo (N_0P_0) con el tratamiento 13 ($N_{360}P_{80}$), el último corte representa el 45.76% y 34.02% con respecto al rendimiento total de materia seca de los tratamientos mencionados, en los tratamientos con rendimientos bajos la mayor parte del forraje cosechado fueron tallos florales. En este corte la calidad del forraje se vió afectada también.

Analizando las ecuaciones de regresión, la interacción N - P fue siempre altamente significativa para todos los casos, esto debido probablemente a que el suelo donde se desarrolló el experimento resultó ser deficiente para ambos elementos y a la gran demanda de éstos por el pasto, esto se puede constatar observando las comparaciones de medias en donde los tratamientos que carecen de uno o ambos elementos fueron siempre iguales estadísticamente

en el último nivel. Se observaron los síntomas característicos de las deficiencias de nitrógeno y fósforo, en las parcelas donde se tuvieron los tratamientos con uno o ambos elementos ausentes,

Como se había mencionado antes, el rye grass es muy sensible a la fertilización, por lo que era de esperarse una respuesta a la aplicación de fertilizantes, en todos los casos se obtuvo una diferencia altamente significativa para tratamientos. El tratamiento más sobresaliente, tanto en rendimiento de materia verde como de materia seca es el 13 ($N_{360} P_{80}$), el tratamiento con el rendimiento más bajo es el testigo o tratamiento 1 ($N_0 P_0$). Al comparar ambos tratamientos se tiene una diferencia de 38.54 toneladas/ha para materia verde y 6.73 toneladas/ha para materia seca.

El mayor interés del presente del estudio gira alrededor de la materia seca, por ello en la discusión se resalta tanto su importancia, y puede ser utilizada esta información para estimar la capacidad de carga.

Como se mencionó en el capítulo anterior los mejores tratamientos en cuanto a rendimiento de materia seca son: 13, 8, 10, 12, 7, 5 y 9; correspondientes a las dosis $N_{360} P_{80}$, $N_{180} P_{80}$, $N_{270} P_{60}$, $N_{360} P_{40}$, $N_{180} P_{40}$, $N_{90} P_{60}$ y $N_{270} P_{20}$ respectivamente. Se puede observar que existe una gran diferencia entre las dosis, ésta probablemente debido a el alto coeficiente de variación (21.04%) y a la respuesta a la interacción N - P.

Se efectuó un análisis económico (Cuadro 12) tomando como variables el rendimiento total de materia seca, el costo del fertilizante, la ganancia en producción de los tratamientos con respecto al testigo (T_1); también se consideró el costo de la tonelada adicional, de fertilizante aplicado y el valor del kilogramo de materia seca producido, los kilogramos de materia seca producidos por día de pastoreo, capacidad de carga por día, ganancia de carne por hectárea y ganancia económica.

Al comparar los datos hasta la columna 6 de los tratamientos que se mencionaron fueron estadísticamente superiores e iguales, se observa que los tratamientos 5 y 8 fueron los que obtuvieron un menor valor de la tonelada adicional y el costo del kg de materia seca producido más bajos. Considerando hasta la Columna 6 diríamos que en cuanto a producción de pasto éstos tratamientos fueron los mas efectivos.

Pero como existen tratamientos que son mas productores pero el costo del kg de forraje en éstos fué más alto se procedió a la transformación de la materia seca en kilogramos de carne por unidad de superficie, para ver si este excedente en la producción vegetal se compensaba con el de la producción animal.

El costo de la urea fué \$6.85 kg (\$14.90 kg de N) y el de el superfosfato \$7.55 kg (16.40 kg de P).

Para determinar la capacidad de carga se tomó como base novillos con un peso de 220 kg, considerando como consumo diario 7 kg

CUADRO 14. Análisis económico para fertilización con nitrógeno y fósforo

TRATAMIENTO N - P	RENDIMIENTO (TON/HA)	COSTO DEL FERTILIZANTE (A)	GANANCIA A CONTINUA RESPECTO AL TESTIGO (TON/HA)	VALOR DE LA TONELADA ADICIONAL	VALOR DE KG DE M. S. PRODUCIDO	KG DE MS/HA/ DÍAS DE PASTOREO (B)	CAPACIDAD DE CARGA/ DÍA (C)	GANANCIA KG EN EL CICLO DE PASTOREO (D)	GANANCIA ECONÓMICA (E)
1 0 - 0	2.94	0	0	0	0	32.30	4.61	335.60	23,492.00
2 0 - 40	4.37	656.00	1.43	458.74	0.15	48.02	6.86	499.40	34,958.00
3 0 - 80	4.73	1312.00	1.79	732.96	0.28	51.97	7.42	540.176	37,811.90
4 90 - 20	5.47	1669.00	2.53	659.68	0.31	60.10	8.58	624.62	43,723.40
5 90 - 60	6.86	2325.00	3.92	593.11	0.34	75.38	10.76	783.32	54,832.40
6 180 - 0	3.14	2682.00	0.20	13410.00	0.85	34.50	4.92	358.17	25,071.90
7 180 - 40	6.95	3338.00	4.01	832.41	0.48	76.37	10.91	794.24	55,596.80
8 180 - 80	8.88	3994.00	5.94	672.39	0.45	97.58	13.94	1014.83	71,038.10
9 270 - 20	6.41	4351.00	3.47	1253.89	0.68	70.43	10.06	732.36	51,265.20
10 270 - 60	8.84	5007.00	5.90	848.64	0.57	97.14	13.87	1009.73	70,681.10
11 360 - 0	5.19	5364.00	2.25	2384.00	1.03	57.03	8.14	592.59	41,481.30
12 360 - 40	7.35	6020.00	4.41	1365.07	0.82	80.76	11.53	839.38	58,756.60
13 360 - 80	9.67	6676.00	6.73	991.97	0.69	106.26	15.18	1105.10	77,357.00

A \$14.90 kg de N y \$16.40 Kg de P.

B 91 días de pastoreo.

C Para novillos de 220 kg.

D Ganancia diaria promedio 800 gr.

E \$70.00 kg de ganado en pie.

de materia seca, este consumo representa el 3.18% del peso vivo - del animal, es decir, se consideró una pérdida del 0.18%, para evi-
tar alguna sobrestimación.

En la obtención de los kilogramos de carne ganados en el ci-
clo de pastoreo (91 días), se tomó como base los estudios hechos -
por Aguayo, et al (1976), quienes observaron el efecto de la carga
animal y consumo de paja de trigo sobre la producción de carne con
rye grass, obtuvieron al utilizar el pasto sin suplemento una ga-
nancia diaria promedio de 891 gramos. Para los calculos utiliza-
mos 800 gramos de ganancia diaria promedio, considerándola como una
cantidad conservadora.

Para la ganancia monetaria se consideró \$70.00, que era el -
precio del ganado en pie en la región cuando se realizó el trabajo.

Al analizar el cuadro 12 completo, si se compara el tratamien-
to 13 (N₃₆₀ P₈₀) con el 5 (N₉₀ P₆₀) y el 8 (N₁₈₀ P₈₀) en cuanto a
kilogramos de carne de ganados por hectárea, se nota una diferencia
de 32.17 kg (\$22,524.6) y 90.27 kg (\$6,318.7) en la ganancia de -
carne por hectárea al compararlos con el tratamiento 13. El costo
extra para fertilizar el tratamiento 13 fué \$4,351.0 y \$2,682.0 -
para los tratamientos 5 y 8 respectivamente.

Por otra parte, el contenido de materia seca en el pasto tien-
de a decrecer en los tratamientos con mayores rendimientos, Whitehead
(1970), menciona que el mismo efecto se presenta incrementando el
nivel de fertilizante nitrogenado y se lo atribuye a una mayor acu

mulación de agua superficial, probablemente porque se basó en investigaciones en donde la producción tuvo un efecto lineal para el nitrógeno y no un efecto de interacción como en el presente caso. El contenido de materia seca es más alto en el último corte, esto debido a la producción de tallos florales, los cuales contienen menos humedad que el resto de la planta. El tratamiento menos afectado resultó ser el 13 ($N_{360} P_{80}$).

El contenido de proteína no depende de la producción de materia seca, sino de la cantidad de fertilizante nitrogenado aplicado, esto se puede constatar al comparar el tratamiento 6, ($N_{180} P_0$) - que obtuvo solamente 0.2 toneladas más de materia seca/ha que el testigo ($N_0 P_0$), pero una diferencia del 5.07% de proteína. Se observa también una variación estacional en el contenido de proteína en el forraje, similar a la encontrada por Lizárraga et al - (1975). Se le atribuye a un aumento en la temperatura ambiental el cual acelera la madurez de la planta la que afecta el valor nutritivo. A pesar de esto los tratamientos con la dosis más alta de nitrógeno (360 kg/ha) mantuvieron un nivel alto de proteína. El tratamiento 13 ($N_{360} P_{80}$) fue el mayor productor de proteína por unidad de superficie, produjo 1.95 toneladas/ha.

La fibra cruda fue muy semejante para los diferentes niveles de fertilización pero al analizar por cortes también presenta una variación estacional, el promedio de el último corte fue 26.08% y para los primeros tres cortes 16.95%, 18.58% y 17.83%. El promedio de fibra cruda de el experimento fue 19.86%, contenido bajo en comparación con otros forrajes.

La importancia nutritiva del extracto etéreo es que proporciona el ácido graso esencial, el linolénico, sin embargo, el animal precisa unos pocos gramos de éste para cubrir sus necesidades, además de ser una fuente no específica de energía. Los datos obtenidos de extracto etéreo fueron variados tanto entre tratamientos, como entre cortes. El rye grass es relativamente alto en extracto etéreo en comparación con otros forrajes.

El extracto libre de nitrógeno se vió afectado por la fertilización y por la producción de materia seca, los tratamientos con más fertilizante y los más productivos fueron los que tuvieron el contenido más bajo de extracto libre de nitrógeno. Esto debido - posiblemente a un efecto inverso al contenido de nitrógeno (proteína) en el forraje. El promedio entre cortes es muy similar, el último corte fué ligeramente más alto.

El contenido de cenizas fué similar en los diferentes niveles de fertilización, el contenido de cenizas promedio por cortes fué muy parecido en los primeros tres cortes y en el último corte fué más bajo, esta variación debido probablemente al estado de madurez del pasto en el último corte.

El contenido de calcio fue elevado, comparado con lo reportado por Lowry (1974), esto se le atribuye al suelo y al agua de riego. Tanto el suelo como el agua de riego son altos en contenido de calcio en la zona. Se observa un ligero efecto de la fertilización fosforada sobre el contenido de calcio en el forraje, a

niveles altos de fósforo disminuye el contenido de calcio.

El porcentaje de fósforo resultó ser bajo en comparación con el reportado por Lowry (1974), él reporto 0.29% y el promedio del experimento es 0.13%. El contenido bajo de fósforo en el forraje puede ser debido a la deficiencia que existe de este elemento en el suelo donde se efectuó el experimento y a la demanda excesiva del cultivo por el nutriente. En términos generales no se aprecia una diferencia muy marcada en el contenido de fósforo.

La digestibilidad "in vitro" de materia seca se vió afectada por la edad de la planta, ésto es corroborado por Wilman (1970), Rodríguez (1978) y Villanueva (1979) quienes mencionan que la fertilización tiene un bajo efecto en la digestibilidad, pero si se ve fuertemente afectada por la edad de la planta. La producción de materia seca digestible para el tratamiento 13 ($N_{360}P_{80}$) fué: -- 1.76, 1.47 y 2.15 toneladas/ha, para el segundo, tercero y cuarto corte respectivamente.

6. CONCLUSIONES

- 1.- La fertilización con nitrógeno y fósforo tuvo un efecto altamente significativo en la producción de materia verde y materia seca.
- 2.- La interacción del nitrógeno y el fósforo fué altamente significativa para la producción de materia verde y materia seca del pasto.
- 3 - Para la producción de materia seca, el nitrógeno tuvo un efecto cuadrático y lineal y el fósforo tuvo un efecto lineal solamente.
- 4 - La producción de materia verde y materia seca fué inestable, existió un incremento en el último corte.
- 5.- La calidad del pasto sufrió una variación estacional, la calidad fué menor en el último corte. El contenido de proteína y fibra cruda fueron los más afectados. A pesar de la variación en la calidad, se le considera buena comparada con otros forrajes.
- 6.- El mejor tratamiento resultó ser el 13 ($N_{360}P_{80}$), fué el mayor productor de materia verde y materia seca, estimando la ganancia de carne por unidad de superficie resultó ser el

más productor de proteína por unidad de superficie y el más estable en la producción entre cortes.

Se recomienda seguir experimentando con este forraje, fertilizando con cantidades más altas de fósforo y utilizando esquilmos agrícolas de la región como suplemento para elevar la capacidad de carga de la pradera.

7. RESUMEN

El presente trabajo se realizó en el rancho "Los Fernández" ubicado en Huinálá, Apodaca, Nuevo León, en el ciclo invierno 1981-1982, con objeto de determinar el nivel de fertilización más adecuado con base en rendimiento y calidad del forraje de rye grass italiano (Lolium multiflorum Lam.). Se utilizó el diseño bloques de azar con cuatro repeticiones y el cuadrado doble como arreglo de tratamientos, utilizándose también la metodología para el ajuste de una superficie de respuesta, modelo polinomial cuadrático con dos variables que incluyen nitrógeno y fósforo. Los niveles utilizados de nitrógeno son: 0, 90, 180, 270, 360 kg/ha y para fósforo: 0, 20, 40, 60, 80 kg/ha. El cuadrado doble básicamente es un factorial 5 X 5 del cual se eliminan sistemáticamente 12 de las combinaciones originales, las 13 combinaciones restantes se llevan al campo. La densidad de siembra utilizada fue 40 kg de semilla/ha. Al momento de la siembra se aplicó el 30% de la dosis de nitrógeno y el 100% de la de fósforo, el resto del nitrógeno se aplicó después de cada corte. El primer corte se efectuó 73 días después de la siembra y en total se realizaron 4 cortes con intervalos de 29 a 30 días cada uno. Los factores principales, rendimiento de materia verde y materia seca, se analizaron en cada uno de los cortes y en la suma de éstos, fueron significativos ($P \leq 0.01$) en todos los casos. Se construyeron las ecuaciones de regresión para la predicción del rendimiento en cada uno de los casos, la interacción N-P fué altamente significativa siempre.

El tratamiento con la dosis $N_{360}P_{80}$ que fue más alta del experimento resultó ser la que obtuvo más altos rendimientos de materia verde y materia seca total, este tratamiento no fue el más eficiente en cuanto a costo de fertilizante, pero al estimar la producción de carne/ha resultó ser el mejor, fue más estable en el rendimiento entre cortes y calidad, también mayor productor de proteína con 1.95 ton/ha.

8.- B I B L I O G R A F I A

- 1 - Aguayo Aguilar, A., Garza Treviño, R. y Lizárraga Cervantes, G. 1975. Ballico Italiano (Rye grass) establecimiento y manejo de la pradera. Centro de Investigaciones Pecuarias del Estado de Sonora, INIP - SARH. Hoja informativa CIPES 001.
- 2.- Aguayo, A., et al 1976 Efecto de la carga animal y del consumo de paja de trigo sobre la producción de carne en praderas de ballico italiano. Técnica Pecuaria en México. - 31:7-11.
- 3.- Aguayo Aguilar, A. 1981. Producción de carne en praderas -- irrigadas bajo pastoreo intensivo. Cebú. (7)4:10-21.
- 4 - Binnie, R. C., Harrington, F. J. and Murdoch, J. C. 1974. - The effect of cutting weight and nitrogen level on the yield in vitro digestibility and chemical composition of Italian Ryegrass sward. Jour. Br. Grass. Soc. 29:57-62
- 5.- Buckman, H. O. y Brady, R C. 1970. Naturaleza y propiedades de los suelos Barcelona, Montaner y Simon. p. 27-31, - 426-428 y 450-451

- 6.- CIAN - INIA - SARH. 1978. Ballico anual, Forraje de calidad para el invierno. Campo Agrícola Experimental La Laguna. Matamoros, Coah. Circular CIAN No. 70.
- 7.- CIANOC - CAEPAB, Grupo Interdisciplinario de Forrajes. 1980. Gufa para la siembra de ballico en Aguascalientes. Campo Agrícola Experimental Pabellón, INIA - SARH. Desplegable CAEPAB No. 6.
- 8.- Clarkson, D. T. and Warner, A. J. 1979. Relationship between root temperature and the transport of ammonium and nitrate ions by Italian and Perennial Ryegrass (*Lolium multiflorum* and *Lolium perenne*). *Plant Physiology*, 64(4):557-561.
- 9 - Dinauer, C. R. 1980. The Role of phosphorus in Agriculture. U.S.A. Published by: ASA, CSSA, SSSA. p. 655-657 and - 805-817.
- 10.- Escobar, J. A. 1975. Metodología para el estudio de una superficie de respuesta en base del diseño cuadrado doble. Curso de diseños experimentales. Universidad Autónoma de Chapingo. México.
- 11.- Galván, N. Gutiérrez, A. y González, J. L. 1979. Rye grass forraje verde para invierno. Campo Agrícola Experimental Ciudad Anáhuac, INIA - SARH. Desplegable No. 9.

- 12.- Gómez González, R. 1981. Determinación de la óptima frecuencia de riego en base a tensión-contenido de humedad del suelo para el zacate Ballico Italiano (Lolium multiflorum Lam.) en Apodaca, N. L. Tesis Ing. Agr. ITESM. Monterrey N. L.
- 13.- Gulmon, S. C. 1978. The relationship between species diversity and fluctuating climate in California annual grassland. *Herbage Abstract*. 49(2):80.
- 14.- Hitchcock, A. S. 1971. Manual of the grasses of the United States. Revised by Agnes Chase. 1:274-275.
- 15.- Holmes, W. 1968. The use of nitrogen in the management of pasture for cattle. *Herbage Abstract*. 38(4):265-277.
- 16.- Hughes, H. D., Heath, M. E. y Metcalfe, D. S. 1976. Forrajes. 2^a ed. México, C.E.C.S.A. p. 427-438.
- 17.- Hylton, L. O., et al. 1964. Critical nitrate levels for -- growth of Italian Ryegrass. *Crop. Science*. 4:16-19.
- 18.- Jabalera, J. y González, M. H. 1977. Fertilización de pastizales. *Pastizales* (8)4:12.
- 19.- Juscafresa, B. 1974. Forrajes, fertilizantes y su valor nutritivo. Barcelona, Aedos. p. 19-30.

- 20.- Lizárraga, G., et al. 1976. Efecto de la densidad de siembra y niveles de nitrógeno sobre el rendimiento y calidad de forraje de ballico italiano (Lolium multiflorum, Lam.). Técnica Pecuaria en México. 31:12-16.
- 21.- Lizárraga, G., et al. 1979. Comparación en la producción de forraje de ballico italiano (Lolium multiflorum Lam.) y Cebada forrajera (Hordeum vulgare L.) solos y asociados. Técnica Pecuaria en México. 35:17-23.
- 22.- Lowry Pérez, W. 1974. Determinación de la carga animal óptima en praderas artificiales de ballico italiano bajo pastoreo rotacional en el municipio de Zaragoza, Coah. Tesis Ing. Agr. ITESM. Monterrey, N. L.
- 23.- Loza Torrez, H. J. y Lowry Pérez, W 1977. Establecimiento, manejo y producción de carne en praderas irrigadas de Ballico italiano para la región norte de Coahuila. Centro de Investigaciones Agrícolas del Noreste, INIA - SARH. - Circular CIANE No. 66.
- 24.- Maynez del Real, J. F. 1979. Recomendaciones para la siembra y el manejo del Ballico anual. Campo Agrícola Experimental de Ciudad Delicias, INIA - SARH. Desplegable sin número.
- 25.- Nielsen, N. F. and Cunningham, R. K. 1964. The effects of -

soil temperature and level of nitrogen on growth and chemical composition of Italian Ryegrass. Proc. Soil Sci. - Soc. Am. 28:213-218.

- 26.- Parks, W. L. and Fisher, W. B. 1958. Influence of soil temperature and nitrogen on ryegrass growth and chemical composition. Proc. Soil. Sci. Soc. Am. 22:257-257.
- 27.- Phillips Petroleum Company. s. f. Introduced grasses and legumes, Section No. 5, of a series Pasture and range plants. p. 19.
- 28.- Quiroga Vita, E. 1980. Determinación de la calidad del forraje. Su significado. Seminarios técnicos, Comarca Lagunera. CIAN - INIA - SARH. (5)17:1-7.
- 29.- Richards, L. A. et al. 1973. Diagnóstico y rehabilitación - de suelos salinos y sódicos. Departamento de Agricultura E. U. A. 6^aed. México, Limusa. p. 75-88.
- 30.- Rodríguez Elizondo, C. G. 1978. Efecto de la fertilización nitrogenada y número de cortes en la digestibilidad del Ballico Italiano (Lolium multiflorum Lam.). Tesis Ing. Agr. ITESM. Monterrey, N. L.
- 31.- Rojas Garcidueñas, M. 1978. Fisiología vegetal aplicada. - México, Mc. Graw Hill. p. 97, 105-107.

- 32.- Rubio, D., Martínez, R. A. y Valencia, C. M. 1976. Determinación de la dosis óptima-económica de fertilización en praderas de invierno en Ballico anual (Lolium multiflorum Lam.) en la Comarca Lagunera. Informe Anual de Investigación Agrícola, CIANE - INIA - SARH p. 66-92.
- 33.- Thomas, N. y Rodríguez, R. 1977 Producción de forraje en Lolium multiflorum en experimentos diseñados para investigar la relación entre los efectos de corte, aportación de agua y fertilizante nitrogenado. CIANE - INIA - SARH. - Investigación no publicada.
- 34 - Treviño Galindo, J G. 1980. Efecto de la fertilización nitrogenada y fosfórica en el rendimiento de materia verde, materia seca, y el porcentaje de proteína en el zacate Ballico italiano (Lolium multiflorum Lam.) Tesis Ing. Agr. ITESM, Monterrey, N.L.
- 35.- Treviño Treviño, R. 1978. Producción de carne en praderas irrigadas con pasto Ballico italiano (Lolium multiflorum) y zacates del género Cynodon. Tesis Ing. Agr. Facultad de Agronomía, U. A. N. L. Monterrey, N. L.
- 36.- Villanueva Sánchez, L. G. 1979. Evaluación de una pradera de Ballico italiano (Lolium multiflorum Lam.) con diferentes niveles de fertilización de fósforo y nitrógeno. Tesis Ing. Agr. ITESM, Monterrey, N.L.

- 37 - Whitehead, D. C. 1970. The role of nitrogen in grassland - productivity; a review of information from temperate regions. Farnham Royal Bucks England, Commonwealth Agricultural Bureaux. p 4-7, 42-45, 58-95, 104-123 y 130-147.
- 38.- Williams, R. 1970. Avoid nitrate poisoning. Agricultural - Extension Service. University of Arkansas and USDA. leaflet 438. Rev. Sep. 1970.
- 39.- Wilman, D. 1965. The effect of nitrogenous fertilizer on the rate of growth of Italian rye grass. Jour. Br. Grass. - Soc. 20:248-254.
- 40.- Wilman, D. 1970. The effect of nitrogenous fertilizer on the rate of growth of Italian Ryegrass. 2 Growth up to 10 - weeks: Drymatter yield and digestibility. Jour. Br. - Grass. Soc. (25)2:154-161.
- 41.- Wilman, D. 1975. Nitrogen and Italian Ryegrass. Jour. Br. Grass. Soc. 30:141-147

9. A P E N D I C E

CUADRO 1A. Rendimientos de materia verde expresados en ton/ha obtenidos en el primer corte.

Trata- miento	kg/ha		R E P E T I C I O N E S				\bar{X}
	N	P	I	II	III	IV	
1	0	0	2.125	5.000	0.787	1.145	2.264
2	0	40	6.500	7.875	2.625	1.575	4.643
3	0	80	4.500	5.625	3.875	6.875	5.218
4	90	20	6.000	4.750	2.750	8.250	5.437
5	90	60	7.500	4.750	5.775	9.750	6.943
6	180	0	1.375	3.125	1.264	1.300	1.766
7	180	40	7.250	6.125	7.000	4.375	6.187
8	180	80	5.000	12.500	7.250	3.750	7.125
9	270	20	2.750	8.000	3.700	2.687	4.284
10	270	60	8.750	13.750	8.125	7.625	9.562
11	360	80	3.250	4.250	4.500	1.025	3.256
12	360	80	4.500	7.750	6.375	5.750	6.093
13	360	80	11.000	12.375	7.000	12.750	10.781

CUADRO 2A. Rendimientos de materia verde expresados en ton/ha obtenidos en el segundo corte.

Trata- miento	kg/ha		R E P E T I C I O N E S					\bar{X}
	N	P	I	II	III	IV		
1	0	0	3.875	3.500	2.250	0.875	2.625	
2	0	40	5.250	5.937	3.875	2.375	4.359	
3	0	80	5.625	5.125	5.437	3.562	4.937	
4	90	20	6.125	3.625	5.187	6.437	5.343	
5	90	60	9.250	7.687	6.625	7.937	7.874	
6	180	0	1.875	2.875	2.666	1.625	2.260	
7	180	40	7.125	6.625	8.625	3.687	6.515	
8	180	80	8.500	11.875	12.312	10.250	10.734	
9	270	20	8.687	6.875	4.375	7.000	6.734	
10	270	60	9.500	12.072	11.875	9.312	10.687	
11	360	0	8.625	3.875	6.375	1.187	5.015	
12	360	40	6.437	13.187	8.125	6.187	8.484	
13	360	80	12.687	13.250	14.187	10.687	12.702	

CUADRO 3A. Rendimientos de materia verde expresados en ton/ha obtenidos en el tercer corte.

Trata- miento	Kg/ha		R E P E T I C I O N E S				\bar{x}
	N	P	I	II	III	IV	
1	0	0	2.875	2.062	2.562	1.000	2.124
2	0	40	2.750	2.875	3.125	2.125	2.718
3	0	80	2.812	2.937	2.562	2.750	2.765
4	90	20	3.750	3.625	6.875	6.125	5.093
5	90	60	4.625	6.875	5.750	7.250	6.125
6	180	0	1.625	3.250	2.915	3.000	2.697
7	180	40	6.750	5.000	13.500	4.500	7.437
8	180	80	6.750	9.000	9.500	15.375	10.156
9	270	20	7.000	5.000	4.562	11.125	6.921
10	270	60	5.875	11.000	10.125	11.125	9.531
11	360	0	9.625	4.312	7.187	3.000	6.031
12	360	40	8.437	19.062	5.250	6.625	9.843
13	360	80	11.750	12.375	12.250	10.375	11.687

CUADRO 4A. Rendimientos de materia verde expresados en ton/ha obtenidos en el cuarto corte.

Trata- miento	kg/ha		R E P E T I C I O N E S				\bar{X}
	N	P	I	II	III	IV	
1	0	0	5.125	7.375	4.312	2.875	4.920
2	0	40	8.125	5.375	5.437	6.625	6.390
3	0	80	8.812	7.250	6.187	6.500	7.187
4	90	20	12.437	5.312	8.312	10.687	9.187
5	90	60	14.625	15.875	9.125	8.625	12.062
6	180	0	5.937	10.750	5.003	3.000	6.172
7	180	40	15.687	13.312	17.500	4.250	12.687
8	180	80	17.937	15.562	11.812	17.687	15.749
9	270	20	16.187	11.875	5.750	15.500	12.328
10	270	60	14.375	14.187	9.687	13.750	13.000
11	360	0	18.062	6.250	12.500	5.000	10.453
12	360	40	13.125	17.625	5.000	8.062	10.953
13	360	80	16.000	15.625	15.875	13.750	15.312

CUADRO 5A. Análisis de varianza para materia verde del primer corte.

FUENTE DE VARIACION	GL	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	F. CAL.
Tratamientos	12	325.437	27.120	6.577**
Bloques	3	54.566	18.189	4.411**
Error	36	148.451	4.124	
Total	51	528.454	10.362	

** Altamente significativo.

CUADRO 6A. Comparación de medias de tratamientos en materia verde obtenidos en el primer corte.

360-80	T ₁₃	270-60	T ₁₀	180-80	T ₈	90-60	T ₅	180-40	T ₇	360-40	T ₁₂	90-20	T ₄	0-80	T ₃	0-40	T ₂	270-20	T ₉	360-0	T ₁₁	0-0	T ₁	180-0	T ₆
10.78	9.56	7.13	6.94	6.19	6.09	5.44	5.22	4.64	4.28	3.26	2.26	1.77													

CUADRO 7A. Análisis de varianza para materia verde del segundo corte.

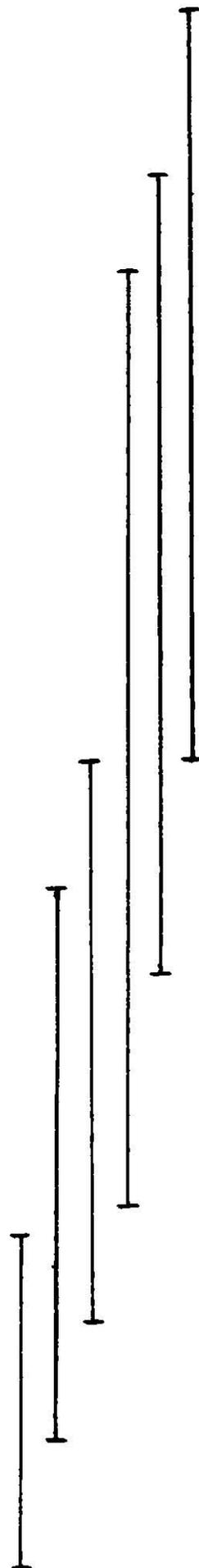
FUENTE DE VARIACION	GL	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	F. CAL.
Tratamientos	12	489.117	40,760	14.523**
Bloques	3	31.005	10.335	3.682*
Error	36	101.038	2.807	
Total	51	621.760	12.180	

** Altamente significativo.

* Significativo.

CUADRO 8A. Comparación de medias de tratamientos en materia verde obtenidos en el segundo corte.

	T ₁₃	T ₈	T ₁₀	T ₁₂	T ₅	T ₉	T ₇	T ₄	T ₁₁	T ₃	T ₂	T ₁	T ₆
	360-80	180-80	270-60	360-40	90-60	270-20	180-40	90-20	360-0	0-80	0-40	0-0	180-0
	12.70	10.73	10.69	8.48	7.87	6.73	6.52	5.34	5.02	4.94	4.36	2.62	2.26



CUADRO 9A. Análisis de varianza para materia verde del tercer corte.

FUENTE DE VARIACION	GL	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	F. CAL.
Tratamientos	12	502.981	41.915	5.133**
Bloques	3	7.777	2.592	0.317n.s.
Error	36	293.958	8.166	
Total	51	804.716	15.779	

** Altamente significativo.
n.s. No significativo.

CUADRO 10A. Comparación de medias de tratamientos en materia verde obtenidos en el tercer corte.

360-80	180-80	360-40	270-60	180-40	270-20	90-60	360-0	90-20	0-80	0-40	180-0	0-0
T ₁₃	T ₈	T ₁₂	T ₁₀	T ₇	T ₉	T ₅	T ₁₁	T ₄	T ₃	T ₂	T ₆	T ₁
11.69	10.16	9.84	9.53	7.44	6.92	6.13	6.03	5.09	2.77	2.72	2.70	2.12

CUADRO 11A. Análisis de varianza para materia verde del cuarto corte.

FUENTE DE VARIACION	GL	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	F. CAL.
Tratamientos	12	588.681	49.057	4.407**
Bloques	3	138.545	46.182	4.149*
Error	36	400.907	11.131	
Total	51	1127.933	22.116	

** Altamente significativo.
n.s. No significativo.

CUADRO 12A. Comparación de medias de tratameintos en materia verde obtenidos en el cuarto corte.

180-80	360-80	270-60	180-40	270-20	90-60	360-40	360-0	90-20	0-80	0-40	180-0	0-0
T ₈	T ₁₃	T ₁₀	T ₇	T ₉	T ₅	T ₁₂	T ₁₁	T ₄	T ₃	T ₂	T ₆	T ₁
15.75	15.31	13.00	12.69	12.33	12.06	10.95	10.45	9.19	7.19	6.39	6.17	4.92

CUADRO 13A. Ecuaciones de regresión obtenidas para la predicción de rendimiento de materia verde.

$$1^{\text{er}} \text{ Corte} \quad Y = b_1 + b_3 P + b_6 \quad N P$$

donde:

$$Y = (2.911) + (0.370 \times 10^{-1}) P + (0.175 \times 10^{-3}) \quad N P$$

$$2^{\text{ndo}} \text{ Corte} \quad Y = b_1 + b_2 N + b_3 P + b_6 \quad N P$$

donde:

$$Y = (2.696) + (0.551 \times 10^{-2}) N + (0.438 \times 10^{-1}) P + (0.187 \times 10^{-3}) \quad N P$$

$$3^{\text{er}} \text{ Corte} \quad Y = b_1 + b_2 N + b_6 \quad N P$$

donde:

$$Y = (3.170) + (0.754 \times 10^{-2}) N + (0.259 \times 10^{-3}) \quad N P$$

$$4^{\text{to}} \text{ Corte} \quad Y = b_1 + b_6 \quad N P$$

donde:

$$Y = (7.125) + (0.193 \times 10^{-3}) \quad N P$$

CUADRO 14A. Rendimientos de materia seca expresados en ton/ha obtenidos en el primer corte.

Trata- miento	kg/ha		R E P E T I C I O N E S				\bar{X}
	N	P	I	II	III	IV	
1	0	0	0.404	0.959	0.191	0.309	0.466
2	0	40	1.260	1.540	0.605	0.324	0.932
3	0	80	0.871	1.050	0.917	1.230	1.017
4	90	20	1.074	0.945	0.640	1.551	1.053
5	90	60	1.314	0.835	1.254	1.857	1.315
6	180	0	0.327	0.703	0.278	0.293	0.400
7	180	40	1.409	1.049	1.333	0.989	1.195
8	180	80	1.036	2.212	1.329	0.759	1.334
9	270	20	0.534	1.523	0.833	0.513	0.851
10	270	60	1.561	2.366	1.609	1.385	1.730
11	360	0	0.623	0.863	0.998	0.250	0.683
12	360	40	0.954	1.427	1.243	1.133	1.190
13	360	80	2.101	2.179	1.350	2.377	2.002

CUADRO 15A. Rendimientos de materia seca expresados en ton/ha obtenidos en el segundo corte.

Trata- miento	kg/ha		R E P E T I C I O N E S				\bar{X}
	N	P	I	II	III	IV	
1	0	0	0.888	0.778	0.598	0.260	0.631
2	0	40	1.119	1.334	0.852	0.560	0.966
3	0	80	1.173	1.034	1.184	0.792	1.046
4	90	20	1.348	0.748	0.999	1.313	1.102
5	90	60	1.591	1.374	1.336	1.583	1.471
6	180	0	0.503	0.692	0.665	0.450	0.577
7	180	40	1.405	1.321	1.740	0.862	1.332
8	180	80	1.558	2.097	2.371	1.974	2.000
9	270	20	1.653	1.308	0.952	1.524	1.359
10	270	60	1.764	2.295	2.259	1.707	2.006
11	360	0	1.523	0.852	1.286	0.340	1.000
12	360	40	1.254	2.237	1.807	1.404	1.675
13	360	80	2.297	2.218	2.536	2.082	2.283

CUADRO 16A. Rendimientos de materia seca expresados en ton/ha obtenidos en el tercer corte.

Trata- miento	kg/ha		R E P E T I C I O N E S				\bar{X}
	N	P	I	II	III	IV	
1	0	0	0.664	0.423	0.640	0.254	0.495
2	0	40	0.623	0.624	0.642	0.590	0.620
3	0	80	0.610	0.665	0.598	0.603	0.619
4	90	20	0.771	0.889	1.413	1.130	1.050
5	90	60	0.864	1.252	1.168	1.405	1.172
6	180	0	0.409	0.675	0.631	0.728	0.610
7	180	40	1.387	0.992	2.332	0.956	1.417
8	180	80	1.324	1.702	1.730	2.729	1.871
9	270	20	1.357	1.074	0.958	1.871	1.315
10	270	60	1.139	2.209	1.821	1.949	1.779
11	360	0	1.731	0.977	1.259	0.728	1.174
12	360	40	1.714	3.072	1.214	1.362	1.840
13	360	80	2.387	2.051	1.917	2.035	2.097

CUADRO 17A. Rendimientos de materia seca expresados en ton/ha
obtenidos en el cuarto corte.

Trata- miento	kg/ha		.R E P E T I C I O N E S				\bar{y}
	N	P	I	II	III	IV	
1	0	0	1.480	1.725	1.255	0.942	1.350
2	0	40	2.123	1.602	1.496	2.202	1.856
3	0	80	2.142	2.227	1.731	2.101	2.050
4	90	20	2.595	1.583	2.020	2.867	2.266
5	90	60	3.119	3.640	2.448	2.393	2.900
6	180	0	1.551	2.711	1.184	0.763	1.552
7	180	40	3.956	3.113	3.732	1.227	3.007
8	180	80	3.495	4.283	2.708	4.218	3.676
9	270	20	3.154	3.104	1.292	3.980	2.882
10	270	60	3.922	3.253	2.578	3.562	3.329
11	360	0	3.478	1.533	2.866	1.433	2.327
12	360	40	2.799	3.718	1.720	2.347	2.646
13	360	80	3.265	3.260	3.313	3.311	3.287

CUADRO 18A. Análisis de varianza para materia seca del primer corte,

FUENTE DE VARIACION	GL	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	F. CAL.
Tratamientos	12	9.963	0.830	6.236**
Bloques	3	1.280	0.427	3.205*
Error	36	4.793	0.133	
Total	51	16.036	0.314	

** Altamente significativo.

* Significativo.

CUADRO 19A. Comparación de medias de tratamientos en materia seca obtenidas en el primer corte.

360-80	T ₁₃	2.00	270-20	T ₁₀	1.73	180-80	T ₈	1.33	90-60	T ₅	1.31	160-40	T ₇	1.20	360-40	T ₁₂	1.19	90-20	T ₄	1.05	0-80	T ₃	1.02	0-40	T ₂	0.93	270-20	T ₉	0.85	360-0	T ₁₁	0.68	0-0	T ₁	0.47	180-0	T ₆	0.40
--------	-----------------	------	--------	-----------------	------	--------	----------------	------	-------	----------------	------	--------	----------------	------	--------	-----------------	------	-------	----------------	------	------	----------------	------	------	----------------	------	--------	----------------	------	-------	-----------------	------	-----	----------------	------	-------	----------------	------



CUADRO 20A. Análisis de varianza para materia seca del segundo corte.

FUENTE DE VARIACION	GL	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	F. CAL.
Tratamientos	12	13.527	1.127	13.019**
Bloques	3	0.703	0.234	2.706n.s.
Error	36	3.117	0.087	
Total	51	17.347	0.340	

** Altamente significativo.
n.s. No significativo.

CUADRO 21A. Comparación de medias de tratamientos en materia seca obtenidas en el segundo corte.

	T ₁₃	T ₁₀	T ₈	T ₁₂	T ₅	T ₉	T ₇	T ₄	T ₃	T ₁₁	T ₂	T ₁	T ₆
360-80	2.28	2.01	2.00	1.68	1.47	1.36	1.33	1.10	1.05	1.00	0.97	0.63	0.58
270-60													
180-80													
360-40													
90-60													
270-20													
180-40													
90-20													
0-80													
360-0													
0-40													
0-0													
180-0													



CUADRO 22A. Análisis de varianza para materia seca del tercer corte.

FUENTE DE VARIACION	GL	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	F. CAL.
Tratamientos	12	14.351	1.196	6.409**
Bloques	3	0.124	0.041	0.221n.s.
Error	36	6.718	0.187	
Total	51	21.193	0.416	

** Altamente significativo.
n.s. No significativo.

CUADRO 23A. Comparación de medias de tratamientos en materia seca obtenidas en el tercer corte.

360-80	180-80	360-40	270-60	180-40	270-20	360-0	90-60	90-20	0-80	0-40	180-0	0-0
T ₁₃	T ₈	T ₁₂	T ₁₀	T ₇	T ₉	T ₁₁	T ₅	T ₄	T ₃	T ₂	T ₆	T ₁
2.10	1.87	1.84	1.78	1.42	1.31	1.17	1.17	1.05	0.62	0.62	0.61	0.50

CUADRO 24A. Análisis de varianza para materia seca del cuarto corte.

FUENTE DE VARIACION	GL	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	F. CAL.
Tratamientos	12	24.660	2.055	4.233**
Bloques	3	3,736	1.245	2.559n.s.
Error	36	17,518	0.487	
Total	51	45.914	0.900	

** Altamente significativo.
n.s. No significativo.

CUADRO 25A. Comparación de medias de tratamientos en materia seca obtenidas en el cuarto corte.

180-80	T ₈	3.68	3.33	3.29	3.01	2.90	2.88	2.65	2.33	2.27	2.05	1.86	1.55	1.35
	T ₁₀													
	T ₁₃													
	T ₇													
	T ₅													
	T ₉													
	T ₁₂													
	T ₁₁													
	T ₄													
	T ₃													
	T ₂													
	T ₆													
	T ₁													

CUADRO 26A. Ecuaciones de regresión obtenidas para la predicción de rendimiento de materia seca.

$$1^{\text{er}} \text{ Corte} \quad Y = b_1 + b_3 + b_6 \quad N \quad P$$

donde:

$$Y = (0.608) + (0.651 \times 10^{-2}) P + (0.307 \times 10^{-4}) N \quad P$$

$$2^{\text{do}} \text{ Corte} \quad Y = b_1 + b_2 N + b_3 P + b_6 \quad N \quad P$$

donde:

$$Y = (0.657) + (0.926 \times 10^{-3}) N + (0.744 \times 10^{-2}) P + (0.306 \times 10^{-4}) N \quad P$$

$$3^{\text{er}} \text{ Corte} \quad Y = b_1 + b_2 N + b_6 \quad N \quad P$$

donde:

$$Y = (0.690) + (0.130 \times 10^{-2}) N + (0.430 \times 10^{-4}) N \quad P$$

$$4^{\text{to}} \text{ Corte} \quad Y = b_1 + b_3 N^2 + b_6 \quad N \quad P$$

donde:

$$Y = (1.769) + (-0.183 \times 10^{-4}) N^2 + (0.560 \times 10^{-4}) N \quad P$$

CUADRO 27A. Contenido de materia seca expresado en porcentaje obtenido al someter la muestra a 60°C hasta peso constante (parcialmente seco).

Tratamiento	kg/ha		C O R T E S				\bar{X}_T
	N	P	1	2	3	4	
1	0	0	22.37	25.39	23.53	28.54	24.95
2	0	40	20.65	22.35	23.18	29.18	23.84
3	0	80	19.90	21.26	22.42	28.83	23.10
4	90	20	19.98	20.58	21.02	25.45	21.75
5	90	60	18.97	18.80	19.15	24.71	20.40
6	180	0	22.72	25.90	22.99	25.12	24.18
7	180	40	19.56	20.81	19.73	24.70	21.20
8	180	80	19.25	18.63	18.62	23.44	19.98
9	270	20	20.02	20.40	19.68	23.44	20.88
10	270	60	18.26	18.74	18.74	25.68	20.35
11	360	0	21.53	22.12	20.61	23.84	22.02
12	360	40	19.71	20.35	20.03	26.48	21.64
13	360	80	18.66	18.05	18.04	21.55	19.07
		\bar{X}_C	20.12	21.02	20.59	25.45	

Porcentaje promedio del experimento = 21.79

CUADRO 28A. Contenido de proteína expresado en porcentaje (base - seca).

Trata- miento	kg/ha		C O R T E S				\bar{X}_T
	N	P	1	2	3	4	
1	0	0	19.53	15.59	15.37	10.84	15.33
2	0	40	18.00	14.96	15.00	9.92	14.47
3	0	80	19.42	16.96	14.37	8.94	14.92
4	90	20	21.00	23.03	20.37	14.90	19.82
5	90	60	19.92	21.52	19.68	12.91	18.50
6	180	0	22.62	22.55	21.43	15.01	20.40
7	180	40	21.55	22.31	22.37	14.85	20.27
8	180	80	23.66	24.32	23.06	15.69	21.68
9	270	20	22.88	23.85	23.68	15.98	21.59
10	270	60	24.56	25.65	23.12	15.85	22.29
11	360	0	22.67	25.22	25.06	18.23	22.79
12	360	40	24.18	24.89	24.18	18.04	22.82
13	360	80	21.62	25.76	23.25	17.53	22.04
		\bar{X}_C	21.66	22.04	20.84	14.51	

Porcentaje promedio del experimento = 19.76

CUADRO 29A. Contenido de fibra cruda expresado en porcentaje (base seca).

Trata- miento	kg/ha		C O R T E S				\bar{X}_T
	N	P	1	2	3	4	
1	0	0	14.73	18.24	15.93	27.70	19.15
2	0	40	17.27	18.85	17.76	25.00	19.72
3	0	80	16.64	19.75	17.06	26.16	19.90
4	90	20	16.19	19.09	15.92	24.40	18.90
5	90	60	16.53	19.41	18.76	27.18	20.47
6	180	0	13.97	19.82	16.05	25.86	18.92
7	180	40	17.43	18.35	18.49	25.58	19.96
8	180	80	19.19	19.45	18.61	26.75	21.00
9	270	20	16.50	18.92	18.12	25.97	19.87
10	270	60	19.65	17.59	18.96	25.34	20.38
11	360	0	13.91	16.24	18.18	24.62	18.23
12	360	40	18.65	17.72	17.44	27.00	20.20
13	360	80	19.74	18.15	20.60	27.53	21.50
\bar{X}_C			16.95	18.58	17.83	26.08	

Porcentaje promedio del experimento = 19.86

CUADRO 30A. Contenido de extracto etéreo expresado en porcentaje
(base seca)

Tratamiento	kg/ha		C O R T E S				\bar{X}_T
	N	P	1	2	3	4	
1	0	0	3.85	3.99	4.05	2.87	3.69
2	0	40	4.08	3.63	4.47	3.33	3.87
3	0	80	4.25	3.78	4.60	2.73	3.84
4	90	20	4.26	4.49	5.07	3.47	4.32
5	90	60	4.62	3.91	5.74	3.28	4.38
6	180	0	3.89	3.29	4.94	3.12	3.81
7	180	40	4.93	3.78	5.78	3.71	4.55
8	180	80	5.10	4.44	5.89	3.53	4.74
9	270	20	5.14	3.57	5.61	3.25	4.39
10	270	60	5.53	1.93	5.84	3.63	4.23
11	360	0	4.47	3.78	4.76	3.54	4.13
12	360	40	5.46	4.28	5.17	4.20	4.77
13	360	80	5.16	4.58	5.54	3.55	4.70
\bar{X}_C			4.67	3.80	5.18	3.40	

Porcentaje promedio del experimento = 4.26

CUADRO 31A. Contenido de extracto libre de nitrógeno expresado en porcentaje (base seca).

Trata- miento	kg/ha		C O R T E S				\bar{X}_T
	N	P	1	2	3	4	
1	0	0	48.64	49.53	53.05	49.99	50.30
2	0	40	46.71	48.32	50.01	50.75	48.94
3	0	80	45.61	44.62	51.45	51.05	48.18
4	90	20	45.37	39.78	45.97	46.27	44.34
5	90	60	44.84	41.78	42.43	46.30	43.83
6	180	0	47.03	41.08	45.14	45.31	44.64
7	180	40	42.52	42.67	39.25	45.13	42.36
8	180	80	37.46	37.11	38.28	42.05	38.72
9	270	20	38.13	40.86	39.41	44.89	40.82
10	270	60	37.11	42.40	37.79	43.16	40.11
11	360	0	45.66	42.95	38.92	41.64	42.29
12	360	40	37.82	41.13	40.46	39.23	39.66
13	360	80	38.60	38.32	35.71	39.86	38.12
		\bar{X}_C	42.73	42.34	42.91	45.04	

Porcentaje promedio del experimento = 43.25

CUADRO 32A. Contenido de cenizas expresado en porcentaje (base seca).

Trata- miento	kg/ha		C O R T E S				\bar{X}_T
	N	P	1	2	3	4	
1	0	0	13.25	12.65	11.60	8.60	11.52
2	0	40	13.94	14.24	12.76	11.10	13.01
3	0	80	14.08	14.89	12.52	11.12	13.15
4	90	20	13.18	13.61	12.67	10.96	12.60
5	90	60	14.09	13.38	13.39	10.33	12.79
6	180	0	12.49	13.26	12.44	10.70	12.22
7	180	40	13.57	12.99	14.11	10.73	12.85
8	180	80	14.59	14.68	14.16	11.98	13.85
9	270	20	17.35	12.80	13.18	9.91	13.31
10	270	60	13.15	12.43	14.29	12.02	12.97
11	360	0	13.29	11.81	13.08	11.97	12.53
12	360	40	13.89	11.98	12.75	11.53	12.53
13	360	80	14.88	13.19	14.88	11.53	13.62
\bar{X}_C			13.98	13.22	13.21	10.96	

Porcentaje promedio del experimento = 12.84

CUADRO 33A. Contenido de calcio expresado en porcentaje (base seca).

Trata- miento	kg/ha		C O R T E S				\bar{X}_T
	N	P	1	2	3	4	
1	0	0	1.23	1.45	1.18	0.97	1.20
2	0	40	1.20	1.20	1.23	0.98	1.15
3	0	80	1.01	1.08	1.07	0.82	0.99
4	90	20	1.09	1.04	1.13	1.11	1.09
5	90	60	1.01	1.03	1.09	1.05	1.04
6	180	0	1.19	1.29	1.32	1.06	1.21
7	180	40	0.96	1.00	1.22	1.08	1.06
8	180	80	0.94	0.97	1.14	1.18	1.05
9	270	20	1.17	1.20	1.19	0.93	1.12
10	270	60	0.94	1.02	1.31	1.19	1.11
11	360	0	1.08	1.33	1.40	1.25	1.26
12	360	40	1.02	1.13	1.22	1.14	1.12
13	360	80	0.95	1.04	1.18	0.97	1.03

\bar{X}_C 1.06 1.13 1.20 1.05

Porcentaje promedio del experimento = 1.11

CUADRO 34A. Contenido de fósforo expresado en porcentaje (base seca).

Trata- miento	kg/ha		C O R T E S				\bar{X}_T
	N	P	1	2	3	4	
1	0	0	0.15	0.10	0.12	0.12	0.12
2	0	40	0.17	0.16	0.18	0.14	0.16
3	0	80	0.20	0.13	0.16	0.15	0.16
4	90	20	0.24	0.15	0.11	0.12	0.15
5	90	60	0.18	0.15	0.15	0.14	0.15
6	180	0	0.09	0.06	0.12	0.11	0.09
7	180	40	0.13	0.10	0.10	0.12	0.11
8	180	80	0.24	0.13	0.15	0.13	0.16
9	270	20	0.15	0.07	0.08	0.09	0.09
10	270	60	0.15	0.08	0.12	0.12	0.11
11	360	0	0.10	0.07	0.13	0.12	0.10
12	360	40	0.12	0.11	0.13	0.13	0.12
13	360	80	0.15	0.13	0.17	0.12	0.14
\bar{X}_C			0.16	0.11	0.13	0.12	

Porcentaje promedio del experimento = 0.13

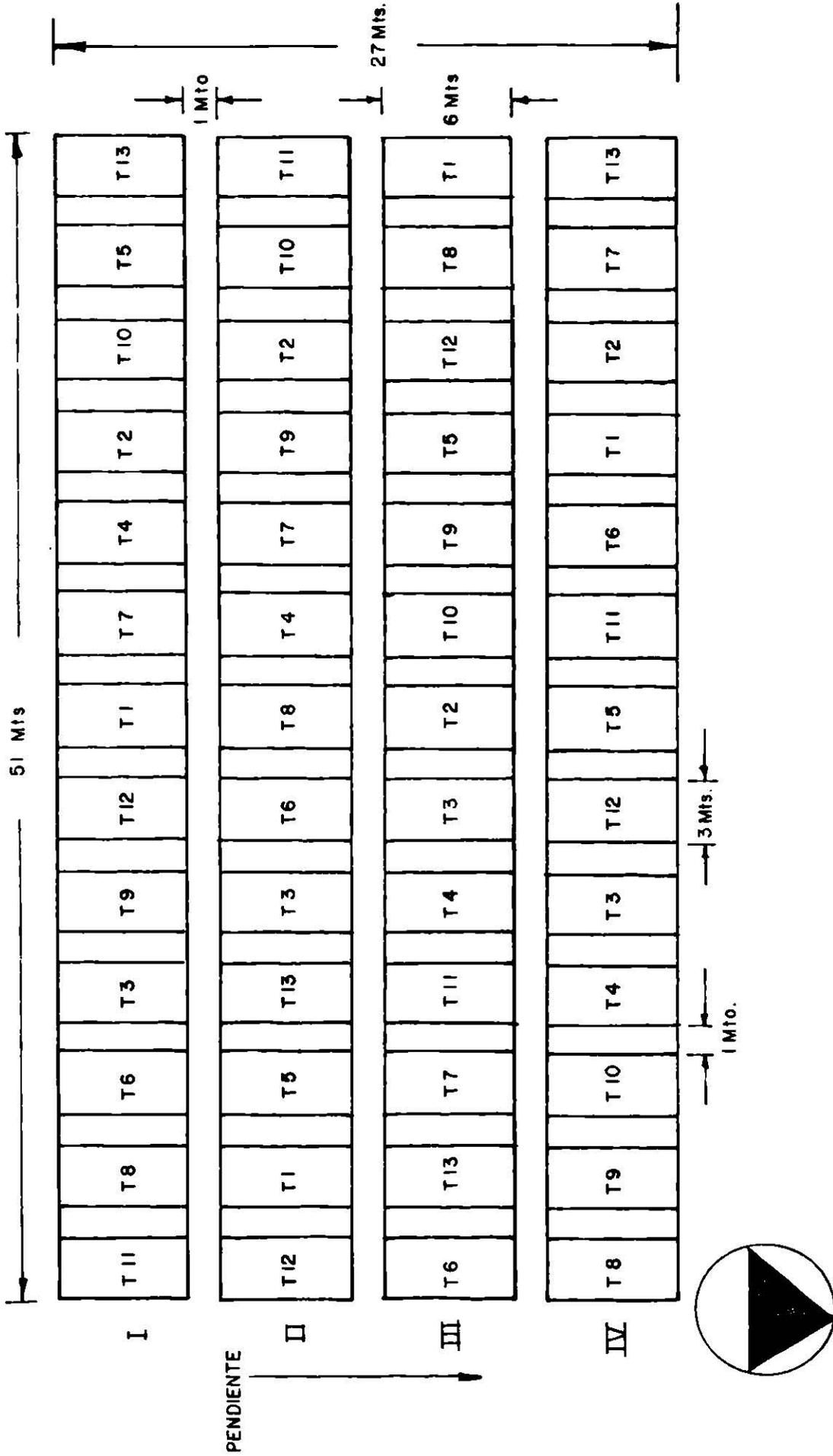
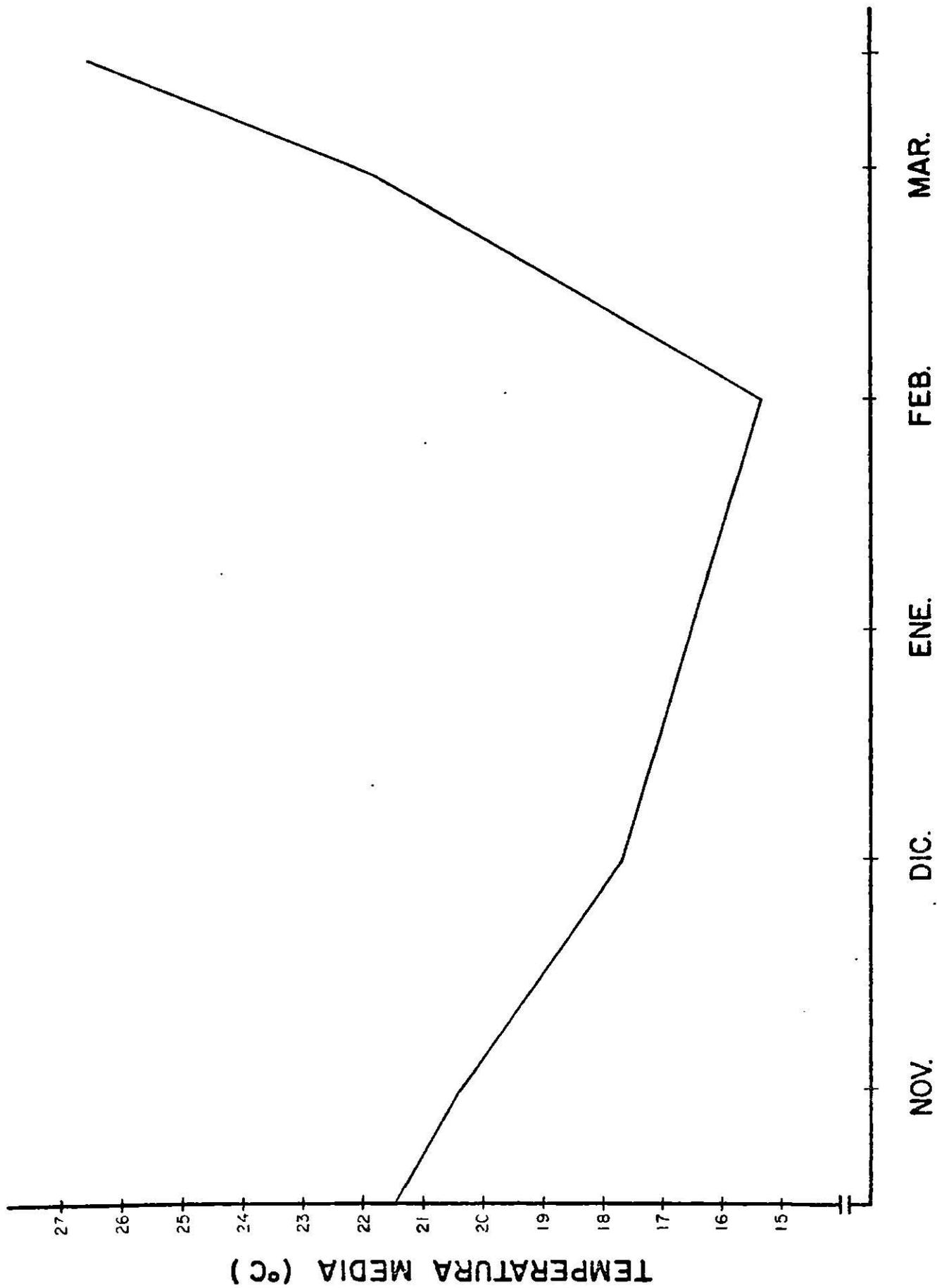


FIGURA 1A. Distribución y área de las parcelas del experimento.

FIGURA 2A. Temperaturas medias mensuales de los meses en los que se desarrolló el experimento.



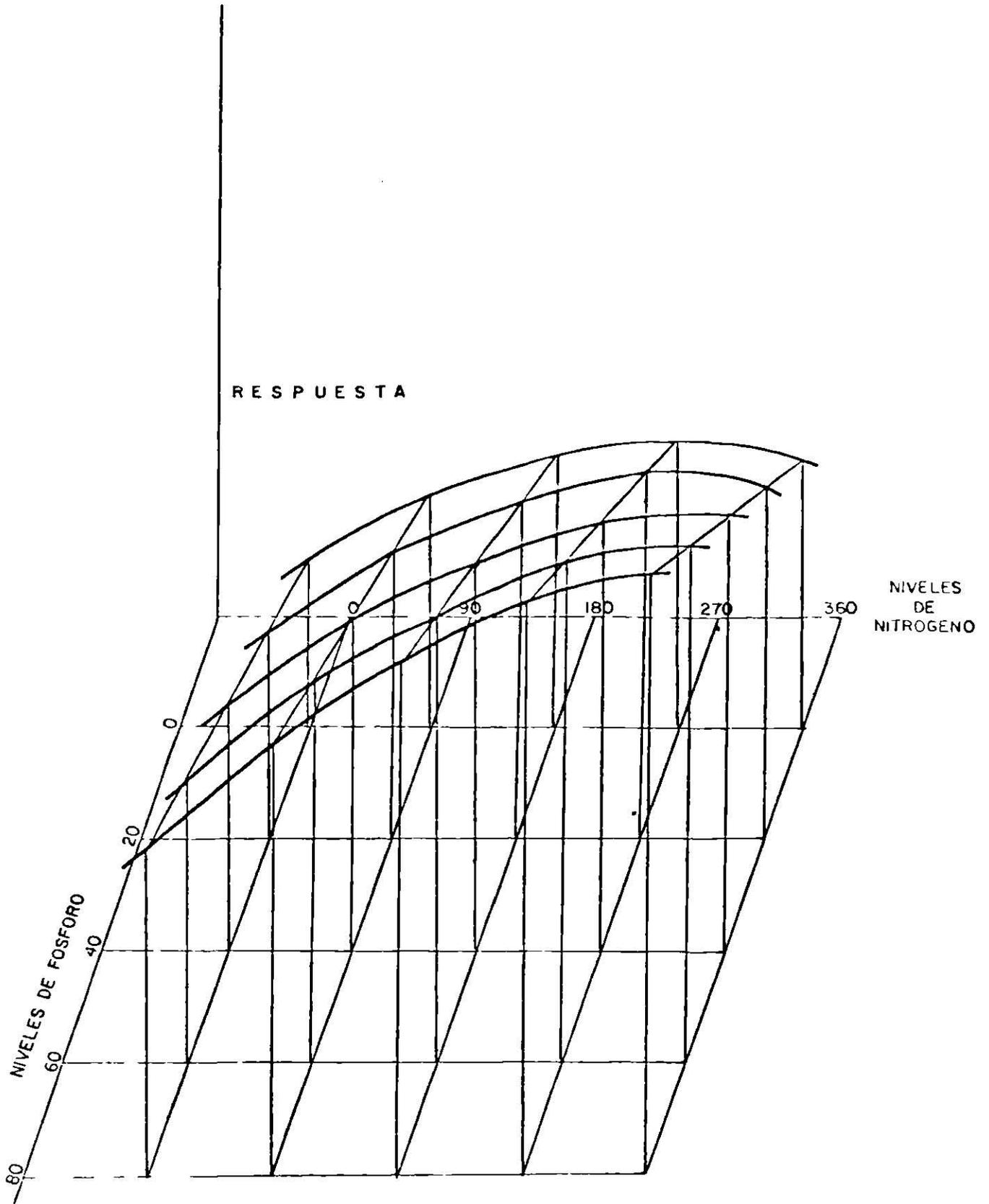


FIGURA 3A. Superficie de respuesta para el modelo reducido relacionando materia seca y niveles de nitrógeno y fósforo.

