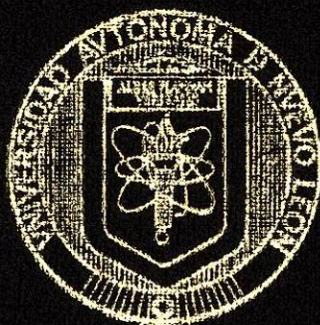


UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE AGRONOMIA



**ESTUDIO DE DIFERENTES NIVELES DE GALLINAZA
EN EL CONTROL DE FORMACION DE COSTRA
EN EL SUELO Y EN EL ESTABLECIMIENTO
DE UN CULTIVO.**

T E S I S

**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO AGRONOMO FITOTECONISTA**

PRESENTA

VICTOR HUGO ALEMAN GUERRERO

MARIN, N. L.,

MAYO DE 1986.

T

S605

A4

C.1

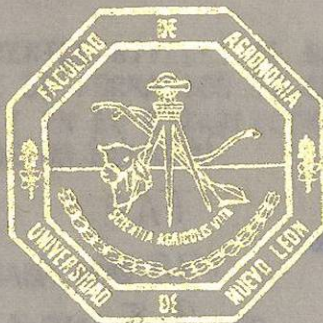


1080060757

3023
4A

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE AGRONOMIA



ESTUDIO DE DIFERENTES NIVELES DE GALLINAZA
EN EL CONTROL DE FORMACION DE COSTRA
EN EL SUELO Y EN EL ESTABLECIMIENTO
DE UN CULTIVO.

Asesor principal

Rigoberto A. Vázquez

Dr. Rigoberto A. Vázquez

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO AGRONOMO FITOTECNISTA

PRESENTA

Asesor estadístico VICTOR HUGO ALEMAN GUERRERO

Nahum Espinoza

Ing. M.C. Nahum Espinoza

MARIN, N. L.,

MAYO DE 1986.

000867

[Handwritten signature]

7
5605
A4



Biblioteca Central
Magna Solidaridad

F. tesis



FONDO
TESIS LICENCIATUR*

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
FACULTAD DE AGRONOMIA

DEPARTAMENTO DE SUELOS

TESIS

ESTUDIO DE DIFERENTES NIVELES DE GALLINAZA
EN EL CONTROL DE FORMACION DE COSTRA
EN EL SUELO Y EN EL ESTABLECIMIENTO
DE UN CULTIVO

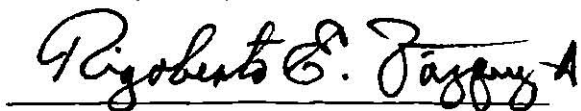
ELABORADA POR
VICTOR HUGO ALEMAN GUERRERO

Aceptada y aprobada como requisito
para obtener el Título de

Ingeniero Agrónomo Fitotecnista

Comisión Revisadora

Asesor principal



Dr. Rigoberto A. Vázquez A.

Asesor auxiliar

Ph. D. Ratikanta Maití

Asesor estadístico



Ing. M.C. Nahum Espinoza M.

DEDICATORIAS

A MIS PADRES: SR. RAYMUNDO ALEMAN DE LA CRUZ
SRA. FRANCISCA GUERRERO DE A.

A MIS HERMANOS: FRANCISCO, GLORIA, MARTHA, RAYMUNDO,
ROSA, LETICIA, CARLOS, MIREYA, SAMUEL
Y LUIS.

A MIS DEMAS FAMILIARES, AMIGOS Y COMPAÑEROS
DE GENERACION.

AGRADECIMIENTOS

AL DR. RIGOBERTO A. VAZQUEZ ALVARADO:

Por la conducción y paciencia manifestada para la realización del presente trabajo.

AL ING. M.C. NAHUM ESPINOZA M.

Por su desinteresada colaboración en la asistencia estadística de este escrito.

CONTENIDO

	Pág.
LISTA DE TABLAS Y FIGURAS	viii
I. INTRODUCCION	1
II. LITERATURA REVISADA	4
2.1. Suelo	4
2.1.1. Estructura del suelo	4
2.1.2. Formación de agregados	5
2.1.3. Estabilidad de la estructura	7
2.2. Encostramiento del suelo	8
2.2.1. Mecanismos de formación	10
2.2.2. Evaluación de la resistencia de la costra	12
2.2.2.1. Módulo de ruptura	12
2.2.3. Efecto del encostramiento en la emer gencia y desarrollo de las plantas...	14
2.3. Materia orgánica del suelo	18
2.3.1. Descomposición de la materia -- orgánica	19
2.3.2. Energía de la materia orgánica del suelo y su transferencia	21
2.3.3. El papel de la materia orgánica en - la productividad y fertilidad del - suelo	22
2.3.3.1. Humus: Fuente de fosfatos - y sulfatos	23
2.3.4. Fijación de nitrógeno	26
2.3.5. Ciclo del nitrógeno	27

	Pág.
2.3.6. Influencia de la materia orgánica en las propiedades del suelo.....	30
2.3.7. Efectos de la materia orgánica en la formación de agregados	32
2.4. Estiércol: Aspectos generales.....	37
2.4.1. Características físicas y químicas - del estiércol	39
2.4.1.1. Fermentación del estiércol ...	41
2.4.1.2. Acción física, química y biológica del estiércol	43
2.4.1.3. Aplicación del estiércol	46
2.4.1.4. Ventajas y desventajas del estiércol	47
2.4.2. Gallinaza: Composición química	48
2.4.2.1. Trabajos experimentales realizados con gallinaza	49
III. MATERIALES Y METODOS	51
3.1. Localidad de prueba	51
3.2. Duración del trabajo de campo y laboratorio ...	51
3.3. Diseño experimental	51
3.4. Establecimiento y procedimiento	53
3.4.1. Siembra	55
3.4.2. Fertilización	56
3.4.3. Riegos	56
3.4.4. Control de plagas	56
3.4.5. Toma de datos y variables evaluadas ...	56
IV. RESULTADOS	66
V. DISCUSION	79

	Pág.
VI. CONCLUSIONES	88
VII. SUGERENCIAS	90
VIII. BIBLIOGRAFIA	92

LISTA DE TABLAS Y FIGURAS

		Pág.
TABLAS		
1	Transformaciones del estiércol durante la --- humificación. (Barrón y Castillo, 1981).....	45
2	Arreglo de los tratamientos que serán objeto de estudio	55
3	Resultado del contenido de materia orgánica - obtenidas en el laboratorio de suelos de la -- Facultad de Agronomía de la U.A.N.L., efectua- dos en el área de prueba	60
4	Variables evaluadas durante el experimento	63
5	Actividades realizadas en orden cronológico - durante la duración del experimento	64
6	Contenido de materia orgánica del suelo y sub-- suelo de cada uno de los tratamientos, observado después de 145 días de la aplicación de gallina- za	68
7	Estadísticas descriptivas más importantes para --- las variables estudiadas	69
8	Resumen de los resultados de la ANUA'S, efectua-- dos para las variables analizadas en este experi- mento	70
9	Resultado de las comparaciones de medias de los tratamientos por el método de Tuckey, a un nivel -	

	de significancia del 5%, para las variables -- X04, X05 y X22, respectivamente	71
10	Resultados de los coeficientes de correlación - de las variables bajo estudio	73
11	Análisis de regresión para las variables X04, - X05 y X22, respectivamente	74
12	Coefficientes de los modelos de regresión múlti-- ple, de las variables X04, X05 y X22, respectiva- mente	75

FIGURA

1	Presentación esquemática del mecanismo de la - - formación de la estructura del suelo (Millar, <u>et al.</u> 1979).....	6
2	Características principales del ciclo del nitró- geno (Buckman, 1970)	28
3	Selección de los tratamientos, según el diseño cuadrado doble	53
4	Croquis de la distribución de parcelas en el -- campo, con sus tratamientos correspondientes ..	54
5	Representación gráfica de los datos climatológi- cos observados durante el experimento Estación - Climatológica Marín, Marín, N.L.	65

6	Penetrómetro modelo CN-970	59
7	Relación del nivel de gallinaza y nitrógeno con respecto a la variable porcentaje de emergencia - (X04)	76
8	Relación de nivel de gallinaza y nitrógeno con respecto a la variable longitud de planta, la. - lectura (X05)	77
9	Relación del nivel de gallinaza y nitrógeno con respecto a la variable rendimiento por hectárea (X22)	78

I. INTRODUCCION

Dentro de la conservación y mantenimiento de los suelos agrícolas el encostramiento o compactación del suelo es uno de los problemas que traen efectos perjudiciales tanto directos como indirectos en el potencial productivo de los suelos así como en la emergencia y desarrollo de los cultivos.

El encostramiento es un fenómeno físico y físico-químico provocado específicamente por la disgregación de las partículas del suelo a causa del impacto de la gota de lluvia sobre la superficie, esto es en forma natural, pero este mismo fenómeno se presenta también después del riego rodado, siendo directamente proporcional el grado de compactación con la lámina de riego usada. El efecto del encostramiento predispone a la superficie del suelo a la erosión, tanto eólica como hídrica, aumentando progresivamente la pérdida del suelo y reduciendo consecuentemente su potencial agrícola. Este problema se agudiza cuando las condiciones tanto edáficas como climáticas se conjugan de tal manera que llegan a crear disturbios ecológicos. Aquí se podría establecer una secuencia de los efectos del encostramiento hacia dos puntos de interés; uno sería el desequilibrio en la relación de pérdida de material orgánico con la incorporación del mismo, provocando o acelerando como ya se

mencionó antes el disturbio ecológico, el otro punto de interés enmarcado en aspectos agrícolas que van desde la preparación de la tierra, siembra, fertilización, riegos, labores culturales, emergencia y desarrollo radicular de las plantas.

Algunos efectos directos del encostramiento en el suelo son, por ejemplo, la reducción en la infiltración, intercambio gaseoso e inhibición de la actividad microbial, entre otros.

Ahora bien, gran cantidad de investigadores han demostrado la importancia de la materia orgánica, tanto en la estabilidad de los agregados como en la aportación de elementos nutritivos para las plantas, así como influencia en el pH, intercambio catiónico y otros beneficios tanto para las propiedades físicas como químicas del suelo.

Tomando esto como pauta, la finalidad de este trabajo consiste en observar y analizar el efecto de la materia orgánica utilizando como fuente el estiércol de gallina o gallinaza en la formación de la costra del suelo y sus efectos en el desarrollo de un cultivo básico, en este caso el frijol.

En base a las perspectivas mencionadas, los objetivos bajo los cuáles se manejará este trabajo son los siguientes:

- 1.- Observar y analizar el efecto de la gallinaza en la consistencia de la costra del suelo.
- 2.- Estudiar la interacción entre el fertilizante químico y la gallinaza.
- 3.- Analizar el efecto de la gallinaza en el establecimiento del cultivo del frijol.

Las hipótesis bajo las cuales se desarrolló este trabajo fueron las siguientes:

- 1.- Existe diferencia significativa en la consistencia de la costra entre los tratamientos.
- 2.- Existe interacción entre los diferentes niveles de nitrógeno y gallinaza.
- 3.- Existe diferencia significativa entre los tratamientos - con respecto a la emergencia de las plantas del frijol - así como a los componentes del rendimiento.

II. LITERATURA REVISADA

2.1.- Suelo.

Básicamente el suelo es el punto de sostenimiento y desarrollo para los micro y macroorganismos, tanto vegetales como animales. El suelo está considerado como el resultado del fenómeno de interperismo y regularmente está constituido por un 45% de materia mineral, 5% de materia orgánica, 25% de agua y 25% de aire. La cantidad de cada uno de estos elementos es importante para la determinación de las características tanto físicas, químicas y biológicas del suelo (9).

2.1.1.- Estructura del suelo.

La estructura, es la manera en que los elementos constituyentes del suelo tienden a unirse entre ellos. Al considerar la estructura del suelo, deben entenderse por partículas, no sólo las que forman los separados mecánicos, como arena, limo y arcilla, sino también, los elementos que se han formado por agregación de fracciones mecánicas más pequeñas, "la partícula" designa toda unidad componente del suelo ya sea primaria (arena, limo o arcilla) o secundaria (agregados). La estructura del suelo implica un arreglo de estas partículas en ciertos modelos o patrones (9, 11 y 20).

La capacidad estructural del suelo se define como su -

capacidad para formar terrones espontáneamente, y de que estos terrones se dividan en pedazos pequeños, granos o agregados sin la intervención del hombre. Aun que hay muchas clases de agregados diferentes reconocidos en la morfología del suelo, el granular es el más importante en la producción de cultivos. Otra propiedad importante de la estructura del suelo desde el punto de vista agrícola, es la capacidad que tienen los granos de retener su forma cuando se humedecen y de permitir el paso del agua a través del suelo. A esta propiedad se le llama estabilidad estructural. Los granos del suelo deben tener suficiente estabilidad para que permitan el paso del agua y la entrada del aire conforme el agua entra o sale (12 y 21).

2.1.2.- Formación de agregados del suelo.

Para producir agregados, debe existir algún mecanismo que agrupe a las partículas, y también alguna forma por medio de la cual éstas serán unidas más o menos firmemente, de tal manera que las formas estructurales puedan persistir. La fracción coloidal, es el constituyente activo, hay tres grupos de material coloidal, importantes como material cementante en la formación de agregados y son: 1) los minerales arcillosos, 2) los óxidos coloidales de hierro y aluminio, y 3) la materia orgánica coloidal (37).

Existen algunas teorías en relación al proceso por el --
cuál se lleva a cabo la agregación, las partículas son cuer-
pos eléctricamente cargados, las moléculas dipolares del - -
agua se adhieren fácil y firmemente a ellas.

Como las moléculas de agua y los núcleos coloidales --
llevan cargas positivas y negativas, las moléculas de agua -
orientadas, pueden conectar partículas coloidales. La liga-
dura puede incluir cationes, debido a que la agregación pare
ce ser afectada por los cationes absorbidos (figura 1).

CADENA DE MOLECULAS DE AGUA

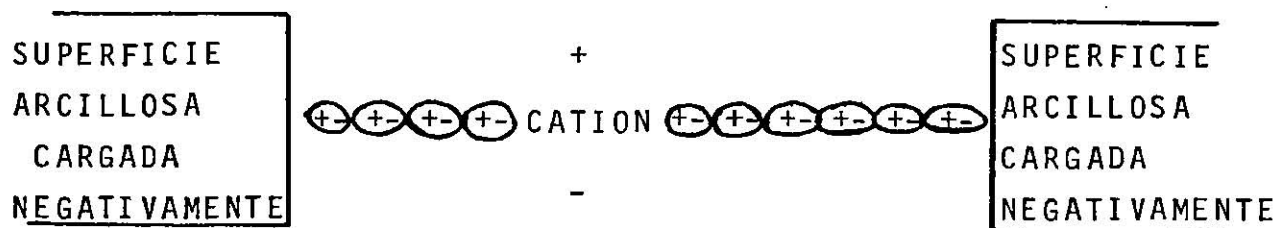


Figura 1. Presentación esquemática del mecanismo en la for-
mación de la estructura. Al evaporarse el agua,
las placas de arcilla se juntan y por medio de --
agentes cementantes, se desarrolla la estructura.

Las moléculas de agua, en la figura 1, son retenidas --
muy firmemente, y como el agua se evapora del suelo, la lon-
gitud de cada ligadura viene a ser más corta y más fuerte, y
así se atrae a las partículas coloidales hasta juntarlas. A
medida que se pierde más agua y el material coloidal se des--
hidrata, éste se pega o sirve como material cementante, for-
mando un agregado. Así se observa que el agua actuando en --

conjunto con los coloidales, constituye la fuerza principal que induce a la granulaci3n del suelo y que el material coloidal es el agente cementante final (9, 11, 21, 29 y 37).

2.1.3.- Estabilidad de la estructura.

La estabilidad de la estructura se refiere a la resistencia que los agregados del suelo oponen a las influencias de destrucci3n del agua y de la manipulaci3n mecánica. El contenido de agua es a menudo, un factor decisivo en la estabilidad de la estructura, y un factor en la determinaci3n del grado en que fuerzas mecánicas causarán un derrumbe de la estructura (9 y 11). El agua puede causar de dos maneras que la agregaci3n se deteriore:

a) Por el efecto hidrante que causa la rotura del agregado a trav3s de los procesos de hinchamiento y explosi3n del aire atrapado. Los agregados secos al aire no son estables cuando hay exceso de agua, sino que se hinchan y luego se desintegran produciendo un arreglo compacto de las partículas.

b) El agua destruye la agregaci3n y la estructura del suelo, a trav3s de la ca3da de la lluvia. El impacto de la ca3da de las gotas de agua en suelos expuestos, ejerce una significativa acci3n dispaersante en los agregados. Las partículas dispersas son arrastradas al interior de los poros, causando que la compactaci3n aumente y disminuya la po-

rosoidad (11 y 21).

En un trabajo sobre la estabilidad del suelo, se encontró que ésta aumentaba de 3 a 5 mm. después del paso de arado. El grado de incremento fue más alto durante el tiempo inicial y disminuyó progresivamente. El incremento para los suelos arenosos fue alrededor de 0.17 y para los suelos de textura fina fue de 0.24, durante 72 hrs. de observación. Para todos los suelos, el incremento fue pequeño después de las 10-12 hrs. (6).

En el municipio de Marín, N.L., la textura que predomina, es de tipo arcilloso que corresponde a los suelos plásticos, llamados pesados, difíciles de trabajar cuando están mojados, por su fuerte poder adhesivo, que al secarse forma un encostramiento por el encogimiento de sus partículas. -- Por otra parte, su estructura está considerada como subgranular, su característica principal es la formación de terrones. Por lo que corresponde al contenido de la materia orgánica, ésta cae dentro de la clasificación de pobre (P) o medianamente pobre (MP). El pH que predomina en esta región es de 7.5, suelos pardos cálcicos (17).

2.2.- Encostramiento del suelo.

En muchos suelos y particularmente en los suelos de zonas áridas, donde se tienen pocas cantidades de materia --

orgánica y que a menudo carece de una cubierta vegetal, tienden a formar una densa costra, bajo la acción impactante y aflojante de las gotas de lluvia, seguidas por días soleados. Dicho encostramiento tiene efectos directos en el crecimiento de la planta y un efecto indirecto en los procesos del suelo. El efecto en las plantas, resulta en la obstrucción mecánica a la emergencia de éstas, y daño a las raíces mediante la formación de torceduras, debido a la baja penetrabilidad de las mismas. El efecto indirecto de la costra en el suelo, incluye una disminución en la tasa de percolación del agua, aumento en el escurrimiento y la inhibición de la actividad microbiana (24 y 34).

2.2.1.- Mecanismos de formación.

Las costras del suelo se forman por la compactación superficial, debida a una fuerza externa. Esta fuerza es primeramente, el choque de las gotas de lluvia y la energía radiante del sol cuando el suelo se seca. Cuando las gotas de lluvia, caen en un suelo seco, se produce de una manera casi instantánea la disgregación de los agregados, seguidos por la dispersión y orientación de las partículas más finas y la oclusión de los poros al penetrar el suelo. En la superficie se forma una zona compacta de mayor densidad global. La costra del suelo así formada, consta de dos partes. Primero hay una capa delgada de 0.1 mm. aproximadamente de espesor, que se forma en la superficie por compactación resultante de la acción de la gota de lluvia. Segundo, las partículas dispersas que surgen del choque, son arrastradas por el agua que se filtra, obturan los poros inmediatamente por debajo de la superficie, y forman una capa de porosidad disminuída, cuya permeabilidad se reduce a 1/200 de la del suelo inferior no afectado; la de la capa superficial es reducida 1/2000. Los agregados de suelos vírgenes con estructura estable, se deshacen pero no se dispersan bajo la acción de las gotas de lluvia. En consecuencia, no existe azolvada, y la permeabilidad de la costra es función de la permeabilidad de la delgada capa superficial. En cambio cuando hay dispersión, la zona subyacente inmediata, está -

compuesta de partículas de arcilla, orientadas con muy pocos poros de aire, los cuales están aislados. Parece, pues, que es la dispersión, más que el deshacimiento de los agregados, la causa del encostramiento del suelo. En la desecación, -- las fuerzas de tensión superficial, causan interacciones -- sobre las partículas y éstas se orientan al producirse la -- contracción. La reordenación de las partículas en la capa -- subyacente inmediata a la superficie, puede producirse por -- deslavamiento y dispersión de los agregados cuando el suelo es mojado hasta la saturación, como ocurre a menudo en el -- riego de superficie. Durante la infiltración del agua tur-- bia se forma una zona compactada, lo cual se transforma en -- dura costra al secarse (9, 11, 20 y 21).

En una investigación se describieron dos tipos de costra;

1) La costra estructural y 2) deposicional.

Utilizando microfotografías tomadas por un microscopio electrónico, se pudieron definir tres etapas de formación de la costra estructural:

1) etapa inicial, en la cuál el suelo exhibe una distribución uniforme de las partículas; 2) etapa intermedia, en la cuál, las partículas gruesas remueven a las finas, constituyendo la capa superficial del suelo; y 3) etapa final, en la cuál las partículas gruesas fueron desplazadas por un la-

vado, formándose una delgada cubierta sellada alrededor de 0.1 mm. de espesor en la superficie del suelo. La costra de deposicional en su perfil superior a los 5 mm estuvo formada - mayormente por la traslocación de partículas finas. (14).

2.2.2.- Evaluación de la resistencia de la costra.

Morton y Buchele, citados en Baver (1973), han ideado un penetrómetro que simula una plántula mecánica, con el que se mide la fuerza necesaria para empujarlo de abajo arriba a través de una capa de 7.6 cm. de suelo compactado a diferentes densidades globales.

Con sondas de diversos tamaños para representar diversos diámetros de la plantita, encontraron que la energía necesaria para la salida aumentaba directamente con este diámetro, con el grado de compactación, con el contenido inicial de humedad del suelo y con la profundidad de sembrado.

2.2.2.1. Módulo de ruptura.

Los suelos de compactación normal fuertemente secados en el campo tienen gran dureza y cohesión. El grado de - - esta cohesión varía con la estructura del suelo, pues la porosidad determina el número de partículas por una unidad de volúmen. La porosidad está relacionada con el número de - - contactos superficiales. •La cohesión de los suelos secos --

se determina midiendo la resistencia a la ruptura de las briquetas (ladrillitos) deseadas. Esto es el módulo de ruptura. El módulo de ruptura también se emplea como índice de encostramiento del suelo, empleo que se basa en dos suposiciones; 1) las propiedades físicas de las briquetas simulan las de las costras naturales; 2) el módulo de ruptura representa la fuerza de las plantitas recién nacidas para romper estas costras. Parece que ningún carácter individual del suelo se correlaciona con los valores obtenidos. La dureza de la costra de un suelo es el resultado de las interacciones en procesos físicos y fisicoquímicos complejos. El módulo de ruptura es mayor para las arcillas montmorilloníticas que para las coaliniticas en igualdad de composición por tamaño de partículas. El impacto de las gotas de lluvia y el consiguiente batido producen valores elevados.

La cohesión de los suelos secos depende de: 1) la cantidad de contactos superficiales por unidad de volumen de la masa de suelo; 2) de la magnitud de la fuerza de atracción de las partículas sólidas. Esto se corrobora por el hecho de que la adición de pequeñas cantidades de agua para formar una capa delgada de moléculas de agua sobre la superficie de las partículas individuales, hace que disminuya la cohesión y produce friabilidad de la masa de suelo (9, 11 y 20).

Richards (1953), citado por Baver, propuso la prueba -

del módulo de ruptura para disimular el encostramiento, el -
cuál ha sido el más utilizado. Otro método, es el propuesto
por Parker y Taylor (165), el cuál consiste en la resisten--
cia a la penetración de una sonda en el suelo. Un tercer mé-
todo es el que utilizaron Morton y colaboradores (1960), en el - -
cuál la resistencia de la costra se hace con referencia a la
plántula naciente (9).

2.2.3.- Efecto del encostramiento de emergencia y desarro-- llo de las plantas.

El suelo como medio de crecimiento de las plantas, - -
proporciona ambiente para la germinación de la semilla, - -
afloración de la plántula y la formación y funcionamiento --
del sistema radicular.

El suelo debe proveer de una adecuada cantidad de nu-
trientes a la planta, necesarios para los procesos metabóli-
cos, pero en muchos casos, la toma de estos nutrientes está
limitada por la falta o exceso de agua y oxígeno, los cuales
a su vez se ven limitados por una estructura desfavorable --
del suelo, lo cual viene a significar un factor importante -
en la producción agrícola, debiendo ser considerada como un
parámetro de la fertilidad del suelo (21).

Cuando las costras son fuertes y de una gran densidad
pueden impedir la aereación bajo condiciones de humedad, si

los poros de la capa encostrada contienen agua suficiente para impedir la difusión del oxígeno en el suelo. La difusión no es restringida significativamente en el caso de costras secas. La falta de aereación puede perjudicar la germinación de las semillas y disminuir la población de plantas en el suelo. En un trabajo en el que se evaluó la germinación de las semillas de frijol bajo condiciones de campo, en un suelo que presentaba una capa fina de arena, se encontró que no hubo disminución en la germinación en donde se obtuvieron valores del módulo de ruptura de $s = 108 \pm 3$ milibars, aún cuando los efectos del encostramiento de la superficie fueron marcadamente evidentes. Sin embargo, cuando el porcentaje de sodio intercambiable se aumentó superficialmente en el suelo se encontró que los valores del módulo de ruptura, se incrementaron a $s = 273 \pm 6$ milibars y ninguna semilla emergió debido al aumento de la fuerza mecánica de la costra por la presencia del sodio intercambiable (9).

En un estudio hecho sobre el efecto de la compactación en el crecimiento y desarrollo del pasto azul de Kentucky, se encontró que la compactación reduce la eficiencia del uso del agua en un 20%, esto durante los cuatro meses de estudio. Durante un período de 9 días en Agosto, la compactación redujo el uso de agua de 3.5 a 11%. Esta respuesta aparente, puede ser debido primeramente a la alteración en las propiedades de retención de humedad y consecuentemen

te reduciendo el crecimiento de la espiga.

La calidad visual, la densidad de población y la cobertura vegetal fueron reducidas por la compactación, mientras que el total de los carbohidratos monoestructurales no fue afectado. La compactación redujo la aereación de los poros, desde 18.1 a 12.5% (38).

La compactación del suelo es uno de los factores con mayor influencia en el crecimiento de las raíces y el rendimiento de las cosechas. La profundidad de las raíces es -- significativamente influenciada por la dureza de la costra y el % de la arcilla, la cuál es función de la dureza crítica (dureza en las cuales es detenida la elongación de las raíces). Estos mismos investigadores encontraron que la dureza crítica tuvo un rango de 60 a 70 bars para textura de cuarzo y de 25 bars para suelos arcillosos. Estos datos -- nos sirven para fijar la influencia de la mecanización en el crecimiento de las raíces, y determinar las bases de la necesidad del uso de labranza profunda o minimizar los efectos adversos de la dureza excesiva del suelo por la compactación (22).

Ahmad y Roblin (1971), observaron que la emergencia de las semillas bajo la costra, era solo posible por la rajadura a que ésta da lugar, además observaron que las semillas -- crecían en forma horizontal bajo la superficie, y emergerían si podían llegar a alguna grieta formada por la - - -

costra (1).

Hammerton (1961), en sus experimentos sobre la influencia del tamaño de los agregados en la emergencia de las semillas de betabel, reportó que el separado fino, dió un menor tiempo para el 50% de emergencia (7.64 días), a comparación de los separados bastos (8.16 días). Esto va también directamente relacionado con la profundidad de siembra, ya que cuando está, es muy profunda (3.8 cms.), la emergencia será muy poca. Aquí se establece una interacción entre el tamaño de los agregados y la profundidad de siembra (27).

Nutall (1982), trabajando con nabo, estimó que su emergencia se verá afectada por la formación de la costra. Sus análisis de regresión múltiple, muestran que el porcentaje de sedimentos (.05- .002 mm.) fué positivo en relación a la dureza de la costra medida por el módulo de ruptura, pero encontró una relación negativa entre la materia orgánica y la dureza de la costra. El autor atribuyó las diferencias en los porcentos de emergencia de dos tamaño de semillas de nabo a la dureza de la costra, ya que para romper ésta, las semillas pequeñas, gastaban la mayor parte de su energía. Así mismo, encontró relativa significancia en sus análisis de regresión para los porcentos de emergencia de semillas de gobernadora y candelilla en relación a la dureza de la costra medida con el penetómetro y módulo de ruptura bajo diferentes profundidades de siembra y régimenes de humedad (38).

Hagin (1952), hizo un experimento con diferentes agregados para ver su influencia en el crecimiento de las plantas, donde reportó lo siguiente: 1) los agregados bastos, proporcionan un mejor medio de desarrollo para las plantas, a comparación de los agregados finos, 2) el volumen de aire en el suelo de los agregados finos, fue menor que el de los agregados bastos, debido al bajo suplemento de O_2 a las raíces y a la baja cantidad de microorganismos presentes en los agregados finos. Concluyendo que cambios estructurales en el suelo, pueden influenciar considerablemente los resultados de los estudios de nutrición (26).

2.3.- La materia orgánica del suelo.

El contenido de materia orgánica (M.O), en el suelo, está alrededor de 3.5%. Su influencia sobre las propiedades del suelo y, por tanto, en el crecimiento de las plantas, es muy importante.

En primer lugar, la M.O. funciona como un granulador de las partículas minerales, siendo responsable en gran parte del desmenuzamiento de los suelos, productivos. También la M.O., es la mayor fuente de suelo en tres importantes elementos minerales: El P, N y S. Por su efecto sobre la condición física del suelo, la M.O. tiende a aumentar la cantidad de agua que el suelo pueda contener, y la proporción de esta agua utilizable por las plantas. La M.O. es la princi--

pal fuente de energía para los microorganismos del suelo. Sin ella, la actividad bioquímica sería prácticamente nula. La M.O. sirve como fuente de energía a las bacterias heterótrofas, las cuales realizan tres importantes transformaciones enzimáticas; hidrificación, oxidación de azufre y fijación de nitrógeno, si todo esto falla, la vida de las plantas superiores y de los animales se reduce grandemente (11).

2.3.1.- Descomposición de la materia orgánica.

La contribución más significativa de la fauna y la flora del suelo, es la descomposición de la M.O. Por este proceso de los residuos las plantas son descompuestas, evitando así una acumulación indeseable. Además, los nutrientes contenidos en las combinaciones orgánicas, son abonados para uso de la planta; el primer ejemplo es el N, al mismo tiempo la estabilidad de los agregados del suelo, es mejorada, no sólo por el lígamo, producto intermedio de degradación, sino por la porción más resistente, el humus. Las plantas aprovechan estos beneficiosos efectos químicos y físicos.

Bajo los anteriores procesos, se produce un grupo de compuestos de especial importancia en la fertilidad del suelo: Estos son los ácidos, tanto orgánicos como inorgánicos. que son conocidos por tener un efecto disolvente, sobre todo

de ciertos minerales. La única acción disolvente del CO_3H^2 sobre la piedra caliza (CO_3Ca), es un ejemplo. Parecida actividad es la de los ácidos inorgánicos NO_3H y SO_4H^2 , que -- resultan ambos de procesos microbianos y tienen efecto sobre la utilización de nutrientes como P, Fe, Mn (8,9,11,16). Es ta degradación depende del contenido de humedad, aereación y temperatura del suelo. Cuando un suelo seco se humedece, se presenta una descomposición inicial rápida después de 5-10 - días, produciéndose un equilibrio entre la producción de bióxido de carbono y los nitratos, seguido de un proceso lento el cual puede durar mucho tiempo, si el suelo está húmedo y bien aereado. Posiblemente durante el secado del suelo se -- rompen los débiles enlaces de algunas de las partículas de h humus y la superficie de las arcillas, como consecuencia -- estas partículas húmicas, llegan a ser más susceptibles a - - ataque de los micro y macroorganismos, posiblemente por que ellos se encuentren dispersos en la solución del suelo (18).

Birch (1958), demostró que cada vez que el suelo es - humedecido después de permanecer seco, una cierta cantidad - de humus se dispersará si el suelo es agitado con agua. Sin embargo, si se agrega carbón activado y se mezcla con el - - suelo, el flujo de descomposición se detiene.

El significado práctico de este efecto es obvio en - - áreas que se encuentran sujetas a sequías severas, tal como

ocurre en zonas con una pronunciada estación seca y húmeda, las primeras lluvias que llegan al final de la estación seca, causan aumentos en el flujo de nitratos, y si el caudal de agua es grande, los nitratos producidos inicialmente se perderán por lixiviación, o posiblemente sean desnitrificados pero en ambos casos ocurrirá la pérdida de nitratos en la fracción arable. Subsecuentemente, si la temperatura es alta y al mismo tiempo el suelo conserva humedad, la velocidad de producción de nitratos será baja. El beneficio de la degradación del humus del suelo, cuando existe suficiente humedad en el mismo, no solamente para la germinación, sino para que también se establezca un adecuado sistema radicular (11).

2.3.2.- La energía de la materia orgánica del suelo y su transferencia.

La M.O. contiene una considerable energía potencial, de la cual, una gran proporción es fácilmente transferible a otras formas latentes o es liberada en forma de calor. La aplicación de diez toneladas de estiércol conteniendo unos 2,300 kgs. de materia seca, pueden añadir de 9 a 11 millones de kilocalorías de energía latente, Un suelo que contenga un 4% de M.O. lleva de 330 a 400 millones de kilocalorías de energía potencial por Ha. de suelo cultivable. Sólo una parte de esta energía es utilizada por los organismos del

suelo, lo demás se pierde en forma de residuos o se disipa - en forma de calor. Algunos trabajos realizados en Inglaterra, calcularon 2.25 millones de kilocalorías por Ha. era la pérdida anual de un suelo de producción baja, no abonados, mientras que en un suelo más productivo, recibiendo liberales -- aportaciones de estiércol, eran unos 33 millones de kilocalorías las abonadas al exterior. Siendo sorprendente la magnitud de esta pérdida. Los productos simples y más comunes que resultan de la actividad de los microorganismos del suelo pueden ser ordenados como siguen:

C- CO^2 , $\text{CO}^3=$ CO^3H^- , CH^4 , carbón elemental

N- NH^4+ , NO^2- , NO^3- , nitrógeno gaseoso

S- S, SH^2 , SO^3 , $\text{SO}^4=$, S^2C

P- PO^4H^2- , PO^4H^-

Otros H^2O , O^2 , H^2 , H^+ , OH^+ , K^+ , Ca^{++} , Mg^{++} , etc...

2.3.3.- El papel de la materia orgánica en la productividad y fertilidad del suelo.

La M.O. alimenta una alta población de organismos, los cuales obtienen su energía a partir de la degradación de los compuestos orgánicos. Si en el suelo se presenta una buena aereación, los compuestos finales de la degradación son: -- bióxido de carbono, agua y compuestos simples de N, P y S. Los microorganismos en el suelo llevan a cabo una excreción

continua de diversos compuestos orgánicos, estas sustancias ejercen un efecto apreciable sobre el crecimiento de la - - raíz y la planta en general. Además cuando los muchos or--ganismos mueren, adicionan al suelo productos derivados de - su autólisis, y ésto influye en las características que hacen superior a un humus. La M.O. es un almacén de nutrien--tes sobre todo de N, P y S como muchas plantas pueden apro--vechar estos elementos cuando la M.O. los libera, tienen que desarrollar una micorriza, en la cual los hongos pueden libe--rar los componentes de la M.O. y pasar a través de las raf--ces, cuando estos pasan a la forma de compuestos orgánicos - solubles. La M.O. además de liberar nitratos, puede produ--cir dióxido de carbono, fosfatos y sulfatos. Una considera--ble cantidad de dióxido de carbono se libera cuando el hu----mus y otros materiales orgánicos son oxidados en el suelo, y se liberan a la atmósfera (9, 11 y 18).

2.3.3.1. Humus: Fuente de fosfatos y sulfatos.

El humus puede ser definido como la fracción estable - mantenida en el suelo y como el producto final de los proce--sos de descomposición. Una gran cantidad y diversidad de --animales, microorganismos y residuos vegetales, son envuel--tos en este proceso químico, el cual es extremadamente com--plejo (48).

Una gran proporción del P del suelo, es apartado en --

combinaciones orgánicas por el ataque de microorganismos -- los compuestos orgánicos del P se mineraliza, y así se cambian en combinaciones inorgánicas, dependiendo del grado del pH del suelo. Si el pH aumenta, por ejemplo, de 5.5 a 7.5, el fósforo asimilable, pasa de PO^4H^2 a PO^4H = siendo éstas -- dos formas asimilables por las plantas. Mientras las pequeñas cantidades de P existentes en combinaciones complejas -- minerales en los suelos son muy poco asimilables, las fuentes orgánicas resultan importantes (11).

La fijación de sulfatos es aproximadamente similar a -- la mineralización de N. Aquí aparece también una complicada cadena de actividades enzimáticas que culminan con un producto simple, el sulfato. Esta es la única forma importante en la cual el azufre puede entrar a la planta en cantidades apreciables. Otros cambios inorgánicos probados biológicamente, que pueden ser favorables para las plantas, son -- los relativos a los elementos minerales como el Fe y el Mn. En los suelos bien drenados, estos elementos son oxidados -- por organismos autótrofos en sus estados de mayor valencia, en cuyas formas sus solubilidades son muy bajas a valores -- intermedios de pH. Esto conserva una gran proporción de Fe y Mn aún bajo condiciones favorables ácidas en formas insolubles y no tóxicas. Si tal oxidación se presenta, el desarrollo de las plantas puede decrecer por las cantidades tóxicas de estos elementos en solución (11).

En muchos suelos, el humus es el principal reservorio de fosfatos y sulfatos. En el estudio de la relación entre la degradación del N, P, y S orgánicos se presentan los siguientes datos. De un 50 a 60% del N proteínico presente en el suelo puede ser hidrolizado hasta aminoácidos y que la misma proporción de P, está presente en forma de fosfato de inositoles. Del total de S en el suelo, un 20% se encuentra en polímeros de los aminoácidos cistina y metionina, el resto lo contribuyen los sulfatos orgánicos. El material húmico presenta una carga eléctrica negativa, contribuyendo con esto a la capacidad de intercambio de cationes en el suelo. Esta carga negativa se debe en parte a la disociación de H^+ , de los ácidos carboxílicos y probablemente en parte a la disociación de hidróxidos fenólicos, principalmente aquellos que se encuentran en la posición orto en el anillo bencénico. La capacidad de intercambio catiónico del humus es más alta que la de las arcillas, ya que aquellas llegan a ser del orden de 200-300 miliequivalente por 100 gms. de materia seca. Esto es importante en suelos con bajos contenidos de arcillas, donde el material húmico puede ayudar a proveer de cationes disponibles a la planta.

Sin embargo los coloides húmicos juegan también un importante papel en el control de la disponibilidad de: Cu, Mg, Fe, Al y Zn, ya que el material húmico presenta una gran tendencia a la formación de enlaces iónicos muy estables, los -

cuales constituyen una "quelatación". Este tipo de estructura compleja tiende a secuestrar dichos micronutrientes y dificultar con esto su liberación, propiciando una deficiencia en los mismos (17).

2.3.4.- Fijación del nitrógeno.

Las bacterias libres fijadoras del suelo, adquieren su energía de la M.O. del suelo, fijan N libre y lo incorporan a su propio tejido. Cuando mueren, sus restos devuelven amonificado y nitrificado, por lo menos una buena parte de este N atmosférico utilizable por los vegetales. Aunque los organismos fijadores de N son específicos para transferir N, son sin embargo, heterótrofos; al revés de los nitrificantes y oxidantes del azufre, dado que su energía y carbono les llega exclusivamente, según parece, de la M.O. de varias formas.

Es evidente que los organismos del suelo deben tomar energía y nutrientes si han de ejercer sus funciones con eficiencia. Para obtenerlos, descomponen la M.O., ayudan a la producción del humus y dejan, a su vez, compuestos que son útiles para las plantas (9, 11, 20):

Giddens (1982), llevó a cabo un trabajo durante seis años para observar la posible fijación de N^2 en la costra de suelo cubierto por Festuca sp., encontrando que el N^2 au-

mentó desde 0.03 a 0.25% a 15 cms. de profundidad bajo la -- costra, durante los seis años de cobertura el N^2 tuvo un incremento de 0.27 a 0.38%, esto equivale a 54 kg./Ha./año de N^2 . La fijación de N^2 para la costra del suelo fue menor en pH de 5 que en pH de 6 o 7 (23).

2.3.5.- Ciclo del nitrógeno.

Durante todo el año el nitrógeno de muchas formas entra y sale del suelo, algunas de estas formas son controladas más o menos por el hombre y otras no, la continuidad de estas transformaciones es debida a los procesos físicos y biológicos que constituyen el ciclo del nitrógeno (figura 2). Aunque las plantas toman del suelo grandes cantidades de este elemento, no se agota porque regresa en condiciones naturales a su lugar de origen; los restos vegetales y animales así como otros compuestos orgánicos al incorporarse al suelo son atacados por diversos microorganismos; sufriendo los procesos antes mencionados.

Para que el ciclo del nitrógeno sea efectivo forzosamente tiene que pasar por tres caminos importantes que son: amonificación, nitrificación, y en cierta forma un proceso de pérdida de este macronutriente, es la desnitrificación.

a) Amonificación.- Los materiales nitrogenados orgánicos incorporados al suelo, son desintegrados en compuestos --

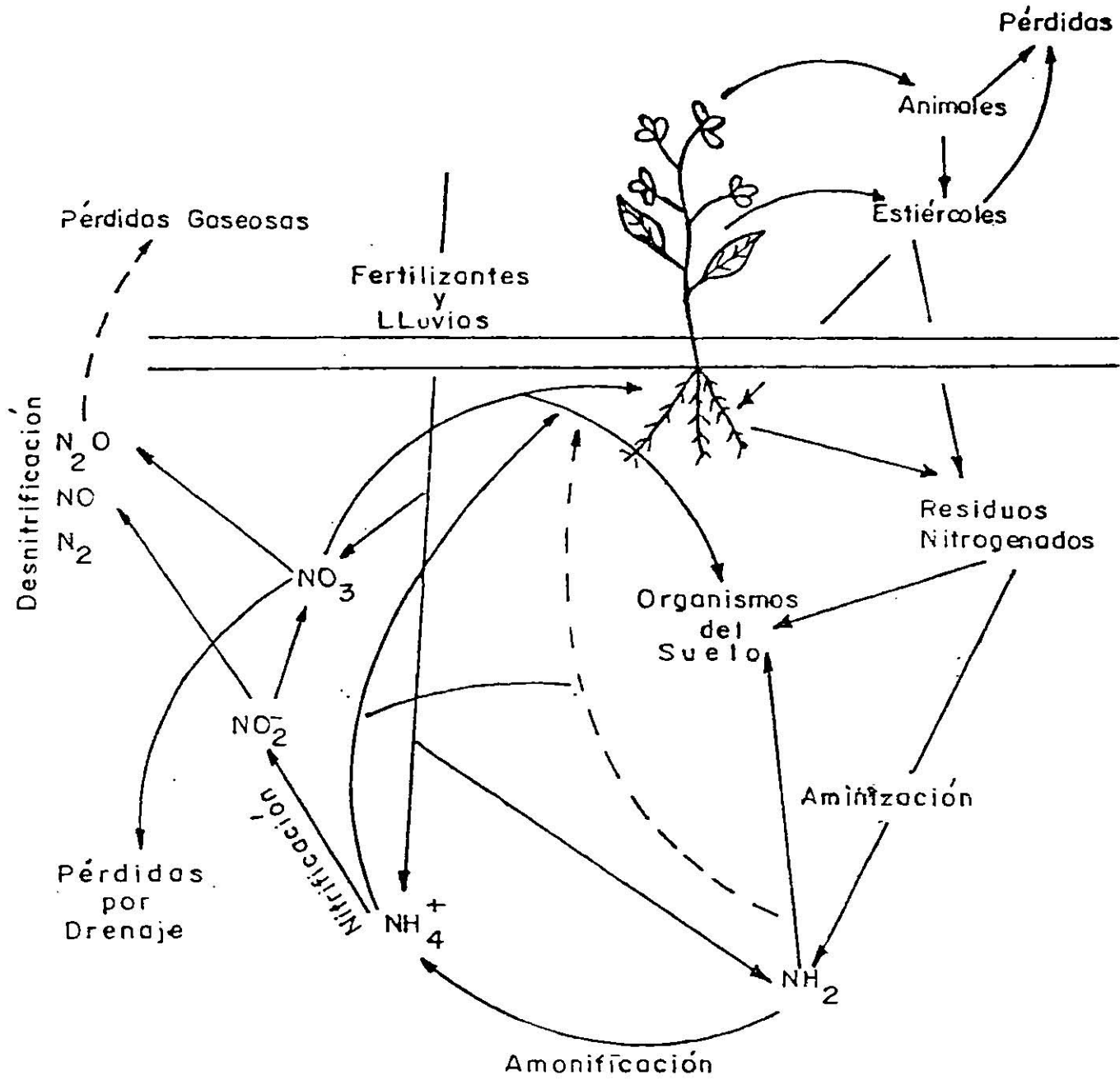


Figura 2.- Características principales del ciclo del nitrógeno.
Fuente Buckman 1966

más simples, liberándose del nitrógeno bajo la forma de amoníaco. A este procedimiento se le denomina "amonificación" producida por microorganismos como: hongos filamentosos y -- actinomicetos. La cantidad de nitrógenos transformados por putrefacción en amoníaco se halla influenciada por:

- 1.- La cantidad de carbohidratos disponibles
- 2.- La composición química del material nitrogenado
- 3.- Cantidad de microorganismos y
- 4.- Acidez, aereación y humedad del suelo.

b) Nitrificación.- El amoníaco ya formado por la descomposición de proteínas y otros compuestos nitrogenados, -- son atacados por bacterias nitrificadoras, transformándolo -- en nitrato. O sea, que estos microorganismos se basan en -- gran parte en su capacidad para producir el nitrato; que es la principal fuente de nitrógeno asimilado por las plantas -- superiores. No sólo se produce en el suelo, sino también en ambientes marinos, en montones de estiércol y durante el pro -- cesamiento de aguas negras, donde el producto final es la -- restitución del nitrógeno orgánico.

Las bacterias que intervienen en la oxidación de nitra -- to y nitrito son las del género Nitrobacter, ya que las del género Nitrosomonas y Nitrosoccus; no oxidan los nitratos -- que producen.

c) Desnitrificación. Esto se refiere a que hay muchos organismos capaces de reducir los nitritos, nitratos y el amoniaco; ocurriendo en los tejidos de los vegetales superiores. En el suelo la reducción hasta llegar al nitrógeno molecular, este procedimiento se debe a la ausencia de oxígeno (O_2) atmosférico y es mucho más efectivo cuando en el suelo hay una provisión abundante de carbohidratos, normalmente no se produce en suelos bien cultivados (3, 40 y 44).

2.3.6.- Influencia de la materia orgánica en las propiedades del suelo.

- 1.- Efecto sobre el color del suelo; marrón o negro
- 2.- Influencia sobre las propiedades físicas:
 - a) granulación aumentada
 - b) plasticidad y cohesión reducidas
 - c) capacidad de retención de agua, aumentada
- 3.- Alta capacidad de absorción de cationes
 - a) 2 a 3 veces superior a la de los minerales coloidales
 - b) cantidades de 30-90% del poder absorbente de los suelos minerales
- 4.- Abastecimiento y asimilación de nutrientes
 - a) fácil reemplazamiento de cationes presentes
 - b) N, P, y S mantenidos en formas orgánicas
 - c) extracción de elementos de minerales por los humus ácidos.

Respecto a la M.O. de los suelos, Buckman (1978), establece dos conclusiones: Primera, la capacidad inherente de los suelos para producir cultivos está relacionada, grande y directamente con los contenidos de M.O. y N. Segundo, es difícil mantener un buen nivel de estos dos constituyentes en la mayoría de los suelos de cultivo. Así mismo establece como una fuente de reservar orgánicas al estiércol, que aplicándolo en tazas normales de 22-33 TN/HA durante la rotación de cada cinco años, se incorporan de 1100-1700 Kgs. de materia seca/Ha/año en el suelo. Además el N que contiene el estiércol influye en la M.O. del suelo en dos formas:

- 1.- Como nutriente tiende a aumentar el rendimiento de las cosechas y residuos orgánicos del suelo
- 2.- El N ejerce una especie de control sobre la cantidad de carbono orgánico del suelo, manteniendo más la M.O. en el suelo.

El suelo arenoso lleva por lo general menos M.O. y N que otro de textura fina. Esto es debido probablemente a la menor humedad contenida y a la más rápida oxidación que existe en los suelos ligeros.

Los suelos pobremente drenados a causa de sus altas cifras de humedad y pobre aereación son casi siempre mucho más ricos en M.O. y N que sus equivalentes mejor drenados -- (9).

La M.O. tiene gran influencia sobre las propiedades físicas del suelo tales como: estructura, penetración y retención del agua y la composición.

Durante el proceso de descomposición de la M.O. se supone que sustancias como los compuestos urónicos, junto con las gomas y resinas, son los agentes que unen las partículas del suelo por formar agregados. La M.O. junto con la arcilla, tiene muchas propiedades coloidales, valiosas para el suelo. La M.O. tiene alta capacidad de intercambio y participa en las reacciones de intercambio de aniones y cationes, es un regulador coloidal que aglutina los suelos arcillosos macizos, para que ellos formen también agregados convenientes. Mejora por lo general las características de retención de agua, y al mismo tiempo, producen condiciones tales que mejoran tanto la infiltración como el drenaje.

Las condiciones de aereación de los suelos ricos en M.O. son, con frecuencia, mejores que los suelos pobres. Los suelos ricos en humus no se vuelven compactos tan fácilmente con la labranza y otras labores, sino que tienden a permanecer sueltos y porosos (21).

2.3.7.- Efectos de la materia orgánica en la formación de agregados.

El efecto agregante de la M.O. se hace mayor a medida -

que decrece el contenido de arcilla, además de que promueve la agregación, ayuda a estabilizar la estructura del suelo.

La M.O. interacciona con algunos metales, formando Ca-humus, que produce mayor agregación, por ejemplo, el Fe^{+++} - en los suelos de podzol.

No toda la M.O. estabiliza el suelo. Algunos compuestos simples como los azúcares, son ineficaces hasta que entran a formar parte del tejido microbiano. Las grasas, ceras, ligninas, proteínas, encinas y algunos otros compuestos orgánicos tienen un efecto estabilizador directo.

Emerson, citado por Gavande (1959), distingue cuatro tipos de enlaces en los que interviene la M.O.:

- a) $Si O^2$ -M.O. - $Si O^2$
- b) $Si O$ -M.O. - Arcilla - $Si O^2$
- c) $Si O^2$ -M.O.- Arcilla - M.O. - Arcilla
- d) Arcilla - M.O. - Arcilla - M.O. - Arcilla

La M.O. cruda no ayuda a que se formen agregados estables. Para que sea efectiva su acción requiere que los microorganismos del suelo intervengan de manera directa o indirecta.

Durante los períodos de intensa actividad microbiana, la célula y los microorganismos por sí mismos pueden mantener unido, en forma mecánica las partículas del suelo.

En forma indirecta ayudan a la agregación, a través de los compuestos producidos durante la descomposición de M.O. La acción microbiana en ambos procesos puede ser muy efímera, ya que tanto las sustancias aglutinantes como los micelios envolventes pueden ser atacados a su vez por acción microbiana subsecuente. Debido a esto si se requiere mantener un alto nivel de agregación, se requerirá de adiciones periódicas de residuos orgánicos (11, 20 y 21).

La M.O. sirve como agente granulador de los suelos. Baver (1935), observó una correlación de 0.559 (con 0.21 como valor significativo), entre el % de agregados mayor de 0.5 mm y el contenido de carbonos de gran número de suelos diferentes. La correlación para los agregados de .01 mm. fue de 0.687, lo cual indica que la M.O. conduce a la formación de agregados estables. Existe una correlación muy alta entre la M.O. y la agregación de los suelos que contienen menos del 25% de arcilla. Para contenidos mayores de 35% la correlación es significativa. El grado en que las partículas más finas están agregadas guarda notable correlación con el porcentaje de carbono orgánico del suelo.

La arcilla y los coloides orgánicos causan la mayor parte de la agregación del suelo. Esto sugiere la interacción del material coloidal mineral y el orgánico para formar complejos arcillosos orgánicos. Se ha demostrado que desde 51.6 hasta 97.8% del carbono total del suelo se hallaba

en forma de estos complejos.

En suelos desérticos, la cantidad de agregados está -- correlacionada con la cantidad de M.O.

La M.O. coloidal es más efectiva que la arcilla para -- la formación de agregados estables con la arena. La adición de humus coloidal a la arena de cuarzo produjo la agregación de 71 y 94%, de la arena en sistemas saturados de Ca e H⁺. -- La agregación fue de 28.5 y 33.5% en los sistemas respecti-- vos cuando se añade arcilla coloidal. La mezcla de 8% de -- humus coloidal a la arcilla coloidal aumenta la agregación de la arena en 25% sobre la producida con la sola arcilla.

La deshidratación fue esencial para la formación de -- agregados. Gran número de investigadores han atribuido el -- papel principal de la estabilización de los agregados a la -- acción cementante de los polisacáridos. La teoría de los -- polisacáridos se basa en varias observaciones científicas:

- 1.- Cuando se añaden polisacáridos al suelo, aumenta el nú-- mero y la estabilidad de los agregados.
- 2.- Existen en el suelo muchos organismos que producen poli-- sacáricos, durante el proceso de metabolización de las -- fuentes de energía.
- 3.- Los polisacáridos pueden ser extraídos de los suelos.
Se ha calculado que 5-20% de la M.O. del suelo consiste

en polisacáridos de plantas o microbios.

- 4.- Existe una correlación estadística entre la agregación y el contenido de polisacáridos del suelo.
- 5.- Cuando los polisacáridos son eliminados del suelo por tratamientos químicos, disminuye la agregación (9).

Nutall (1982), en la discusión de su trabajo, menciona que, la distribución, el tamaño de las partículas y el contenido de la M.O., tienen influencia en la fuerza de la costra. Esto basado en las altas correlaciones que encontró de estas variables en relación a la dureza de la costra. Y establece lo siguiente; la aplicación de abonos y la rotación de cultivos incluyendo pastas y leguminosas pueden mejorar las propiedades físicas de la mayoría de los suelos (38).

Drake (1982), mediante análisis de regresión múltiple encontró que el 50% de la variación en el C.I.C., era explicada por la variación de los contenidos de arcilla y materia orgánica. Esto es importante ya que en un suelo con un apropiado contenido de M.O., será más eficiente al llevar a cabo cambios físicos y químicos en las soluciones del suelo (15).

Una cubierta de bagazo podría absorber la energía de la lluvia reduciendo la desintegración de los agregados de la tierra. Y cubriendo la tierra con encap (producto de

petróleo líquido) se lograba una capa protectora alrededor de los agregados, aumentando la estabilidad y permeabilidad de la tierra. Esto comparándolo con los otros tratamientos en los cuáles se inducía a un encostramiento para observar su efecto en la disgregación (1).

Hartage (1974), en la conclusión de su trabajo sobre la contribución de la M.O. a la estabilidad de la estructura del suelo, menciona lo siguiente: de los resultados obtenidos se puede concluir que el aumento en el volumen del poro es característico del material del suelo. Este fenómeno es reproducible en el laboratorio y puede explicarse por el hecho de que desarrolla una fuerza compartida adicional. Esta fuerza adicional es, en gran medida, causada por la M.O. que es depositada dentro del horizonte aún si el contenido es demasiado pequeño para formar agregados verdaderos. La M.O. causa este efecto al impartir fuerza adicional a la columna superficial del agua.

Por consiguiente el aumento de la fuerza compartida entrará en acción, solo si hay agua presente (28).

2.4.- Estiércol: Aspectos Generales:

La gallinaza está considerada dentro de los estiércoles calientes. Estos tienen una evolución más rápida que otros estiércoles debido a que están más concentrados, se calientan y maduran más fácilmente y tienen una acción rápida

más o menos prolongada. Este tipo de estiércoles está más indicado para suelos pesados, calientan el suelo y activan, de esta forma, la vegetación, gracias a una mineralización - más rápida.

La proliferación microbiana es rápida y los principales nutrientes se acumulan durante la maduración.

Las bacterias participan en la transformación del P - de los suelos y en la amonificación que aumenta durante 30-35 días, mientras las bacterias nitrificadas y desnitrificantes se multiplican a partir de la segunda fase de maduración. Después de 45-60 días, la maduración finaliza.

La maduración de el estiércol consiste en transforma-- ciones microbinas y bioquímicas del estiércol fresco hasta el estado de estiércol hecho o maduro. La maduración general-- mente lenta, es una mineralización de los productos orgáni-- cos, con producción de materia más sencilla directa asimila-- bles por las plantas (10).

En huertos y en suelos arenosos sirve para el mante-- nimiento de M.O. y N, mejora la estructura y textura de los - suelos y aumenta la humedad.

El estiércol al ser incorporado al suelo, reduce la - erosión, aumenta su permeabilidad, disminuye las pérdidas -- y el aumento de densidad de la cubierta vegetal.

En la academia China de Ciencias de la Agricultura se ha demostrado que cada kg. de estiércol se da un incremento de 10 a 11 kg. de arroz (55).

2.4.1.- Características físicas y químicas del estiércol.

El estiércol absorbe los cationes, mejora la estructura física de los suelos ligeros y muelle los suelos pesados. Mejora el régimen de humedad del suelo y su poder calorífico. En suelos arenosos aumenta en un 40% la capacidad de retención de humedad. Los suelos pesados se hacen más permeables y se mejora el drenaje (54).

En relación con el pH, el estiércol basifica el suelo debido al aporte de NH_3 , pero después los acidifica por sus ácidos húmicos (10).

La mayoría de los micronutrientes son metales pesados característicos que pueden formar con ligados procedentes de la M.O. del suelo o los residuos biológicos de éste. Esto es importante, porque algunos factores que influyen en la disponibilidad de los micronutrientes son los siguientes: pH del suelo, M.O.; textura, actividad microbiológica, condiciones de óxido-reducción y condiciones de variaciones estacionales en temperatura y humedad (42).

Uno de los elementos más importantes en la nutrición -

de las plantas es el Zn, cuya disponibilidad se ve afectada - por el contenido de M.O. ya que ésta forma complejos con los metales por mecanismos de intercambio iónico, superficie de la absorción y reacciones de quelatación y peptización; estos - compuestos son muy estables y son principalmente las fracciones húmicas y fúlvicas de ésta M.O. que intervienen en la - formación de dichos compuestos. Suelos muy ricos en M.O. -- afectan el contenido del Zn del suelo provocando su carencia Sin embargo, en los suelos tubosos, a pesar de la elevada -- capacidad de fijación de la M.O. los micronutrientes están - ligados al parecer con menos energía que en los suelos minerales.

Villarreal (1979), menciona en los resultados de su -- trabajo, que cualquier incremento de la M.O., utilizando estiércol vacuno o gallinaza y en presencia de fertilizantes - químicos, causan incremento en el rendimiento de el grano en frijol.

En un experimento se demostró que la recuperación aparente de sulfato de amonio por la planta de arroz resultó notablemente afectada por la aplicación de estiércol. Además -- mostraron que la proporción de nitrógeno residual fue considerablemente más alta que la del fertilizante químico, indicando con esto la importancia del abono orgánico en el mantenimiento de la capacidad de abastecimiento del nitrógeno del

suelo. Y dentro de sus conclusiones mencionan que, el patrón de mineralización de nitrógeno del estiércol también está -- gobernado por el régimen de temperatura como el de M.O., mos trando por medio de su experimento, que el porcentaje de mineralización de nitrógeno aumentó considerablemente en el -- más cálido (55)..

Baus (1980), menciona que el uso de la gallinaza para incorporar P^{205} se considera más eficiente debido a que ésta no incrementa la energía con que son absorbidos los fosfatos de Fe, el cual puede ser aprovechable mediante la generación de condiciones de reducción a nivel de rizósfera por parte - de la planta y los microorganismos (8).

Rico (1981), en sus análisis bromatológicos, reporta que la gallinaza presenta más alta concentración de N total que el estiércol bovino y caprino 5,076 kg. de gallinaza -- parcialmente descompuesta equivalen a 100 kg de N/ha (43).

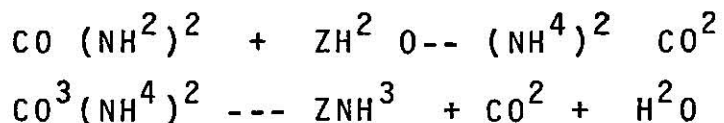
2.4.1.1.- Fermentación del estiércol.

El excremento fresco consta de materiales vegetales -- parcialmente descompuestos. Todo está más o menos íntimamen te mezclado con la paja, y la masa total viene humedecida -- con la orina, que lleva considerables cantidades de compues tos solubles de N, K y otros nutrientes. Además, toda la -- masa está llena de bacterias y otros organismos. De aquí que

se desprenden dos procesos:

A) Fermentación aeróbica. Los primeros cambios microbianos son de naturaleza aeróbica. Estas transformaciones son casi siempre rápidas y van acompañadas de bastante calor.

Los compuestos nitrogenados sencillos son los primeros en quedar influenciados, mientras que los constituyentes más complicados son poco afectados. El anhídrido carbónico se desprende en grandes cantidades. La urea de la orina queda influenciada por actividades aeróbicas y rápidamente se hidroliza. El carbonato amónico que resulta, es inestable y pronto produce amoníaco.



Si las condiciones son favorables para la nitrificación, pueden aparecer los nitratos en abundancia. Debido a que tales compuestos nitrogenados son muy solubles y sujetos a una absorción, aunque pequeña, pueden ocurrir pérdidas por lavado. En consecuencia, en los estadios iniciales y mejor aireados de descomposición del estiércol puede ser agotado en su nitrógeno en dos formas: amoniacal y nitrato.

B) Descomposición anaeróbica. En un estiércol, el oxígeno gaseoso se usa gradualmente a medida que se expulsa

el anhídrido carbónico. La descomposición pasa ahora de aeróbica a anaeróbica, va siendo más lenta y la temperatura tiende a bajar. Nuevos organismos pueden entrar ahora en funcionamiento, a pesar de que los que fueron activos en condiciones aeróbicas probablemente continúan siendo efectivos.

Los productos van cambiando en grado elevado. El anhídrido carbónico, desde luego, aún se expulsa en grandes cantidades, pero en lugar de amoníaco, la materia nitrogenada se convierte en productos corrientes de putrefacción (11).

Mangler y Tate III (1982), examinando el origen y la actividad de los peróxidos en el estiércol, encontraron que la conexión con glucosa más amonio, extracto de fermento o caña de azúcar incrementa los niveles de peroxidasa de 2-3 veces (35).

2.4.1.2.- Acción física, química y biológica del estiércol.

Acción química. La descomposición de la M.O. libera una provisión importante de ácido carbónico al cual se debe atribuir la doble virtud de ayudar a la nutrición por las raíces y de favorecer la fotosíntesis.

Acción física. El estiércol corrige las propiedades físicas del suelo y crea condiciones más propicias para el desarrollo de los cultivos. Mejor aereación, más mullido,

mayor capacidad de retención y una aportación muy importante de nutrientes. Las tierras extremas, las que sufren una excesiva compactación (arcilla), o una de demasiada permeabilidad (arena), son las que se benefician por la acción física del estiércol.

Acción biológica. El estiércol introduce un considerable número de bacterias, de las que se puede esperar que reanimen, en medio excesivamente desprovisto de gérmenes vivos, los procesos de descomposición y de mineralización -- tan útiles en la nutrición de los cultivos. Mucho más grande es el alcance del aumento indirecto del número de las bacterias causado por la aplicación del estiércol.

El estiércol alimenta y favorece las especies microbianas del suelo mismo. De ello puede esperarse una favorable influencia sobre las condiciones generales de nutrición y desarrollo de los cultivos (52).

TABLA 1.- Transformaciones del estiércol durante la humificación.

	Compuestos	Acción microbiana	Productos principales
Sustancias Hidrocarburadas	Azúcares		Ac. varios
	Reductores	Aerobia	Vapor de agua CO^2
	Celulosa	Anaerobia y Aerobia	Sustancias húmi- cas CO^2 metano
	Grasas	Aerobia	Glicerina ac, gra- sos volátiles HC grasos no voláti- les
	Acidos grasos no volátiles	Aerobia	NH^3 sales solu- bles ac. oxiolei- co.
Sustancias Nitrogenadas	Urea	Aerobia	$(NH^4)^2 CO^3$
	$(NH^4)^2 CO^3$	"	$NH^3-H^2O-CO^2$
	Ac. hipúrico	"	NH^3
	Ac. úrico	"	$CO (NH^2)^2$
	Compuestos de amonio	"	$-NO^2$
	Nitritos	"	$-NO^3$
	Nitratos	Anaerobia	Nitrógeno libre N
Fósforo orgánico	Enzimas	Fósforo inorgánico	
Formas inorgánicas inso- luble de fósforo	Bacterias	forma inorgánica -- soluble de fósforo	
Potasio, calcio y Magnesio	Descomposi- ción de M.O.	K, Ca y Mg aprov.	

2.4.1.3.- Aplicación del estiércol.

En suelos arenosos o terrenos ondulados, no se recomienda aplicar estiércol antes de la labranza, porque habrá pérdidas de erosión y lavado.

Cuando se lleva el estiércol al campo debe enterrarse inmediatamente. Investigaciones sistemáticas han demostrado que el retrado de uno o dos días produce cambios de consideración en el valor del estiércol. En varios países se recomienda que la aplicación sea a través de surcos o hileras -- y así es más eficiente y efectivo que cuando se arroja sobre el campo sin orden. Si se aplicara el voleo, a manera de -- cobertura, deberá hacerse en un día fresco y nublado antes -- de la lluvia (11).

La distribución del estiércol en general al momento -- del arado es la más aconsejable. Extendiendo éste uniformemente iniciando seguidamente la labor del arado (7).

El estiércol debe aplicarse cada 3 o 4 años, esto debido a sus efectos residuales. Solamente en condiciones -- excepcionales como cuando se dispone de este producto en can -- tidades suficientes y se levanten buenas cosechas, se recomienda la aplicación anual.

Se ha encontrado buena respuesta a la aplicación de -- estiércol, en los siguientes cultivos: trigo, maíz, coles, -- tabaco, algodón y papa entre otros.

Cuando el suelo es ácido y la cal no puede ser aplicada, es prácticamente necesario aplicar abono (9).

2.4.1.4.- Ventajas y desventajas del estiércol.

Ventajas. La sustancia orgánica se transforma en humus, y produce formas asimilables de nutrientes y tiene una acción favorable sobre las propiedades físicas del suelo, al que hace más blando e higroscópico

El estiércol proporciona M.O., que mejora el cultivo de la tierra, aumenta la capacidad de retención de humedad, disminuye la erosión hídrica y eólica, mejora la aereación y tiene un efecto beneficioso sobre los microorganismos del suelo.

La gallinaza puede ser utilizada como alimento para el ganado bovino.

Desventajas. No satisface por completo los requerimientos nutricionales, aunque se aplique en grandes cantidades.

Se pueden propagar insectos. Puede difundir enfermedades y parásitos. Puede contaminar el agua y el aire. Se pueden diseminar semillas de maleza (43 y 52).

2.4.2.- Gallinaza: Composición química

Selke (1968), respecto a la gallinaza señala, en cuanto a su contenido, 1.2-1.4% de N total; 1.1 a 2.6% de P^{205} ; 0.8-2.3% de K^{20} y 2.4 a 6.8% de Ca. En cuanto a micronutrientes, este autor señala, 43.8 y 217.8 ppm de Mn; 16.4 y 82.1 ppm de Zn; en estiércol fresco y desecado (45).

Tisdale y Nelson (1970), indican que la gallinaza contiene, expresados en Kg/Tn, de 14.13 a 15.31 de N, 3.62 a 5.61 de P y 31.7 a 5.79 de K (51).

Mestanza (1973), indica las variaciones en el contenido de macro y micronutrientes en la gallinaza para dos zonas diferentes. N de 2.3 a 3.2%. P de 0.14 a 0.27%, K de 1.0 a 1.5%, Mg de 2.42 a 3.2%, en cuanto a los micronutrientes -- señala, 261.4 a 540.2 ppm de Fe, 322.8 a 415.1 ppm de Mn y 270.2 a 550.2 de Zn.

El estiércol es evidentemente pobre de P^{205} , por lo -- que es recomendable cubrir esta deficiencia cuando se usa. Esta deficiencia se recomienda cubrir con superfosfatos, ya que éstos ayudan a la absorción de gas amoníaco, rico en N, -- y que de otro modo escaparía durante el proceso de fermentación (3 y 36).

En cifras medias, el estiércol contiene 0.5% de N. --

0.25% de ácido fosfórico y un 0.5% de potasa en peso (7).

2.4.2.1.- Trabajos experimentales realizados con gallinaza.

Caballero (1978), trabajando en diferentes localidades y con diferentes niveles de gallinaza (0,3 y 6 TN/Ha) y químicos, encontró que la mejor respuesta la obtuvo con la dosis de 6 TN/Ha la fórmula con 120-40-0, con un rendimiento de 5,892 kg/Ha de maíz (18).

Villarreal (1979), encontró que la gallinaza aplicada en dosis de 20 Tn/ha, combinada con N,P, Zn, Mn o Fe, llegó a controlar síntomas de rayado o blanqueado de hojas favoreciendo incrementos en los rendimientos de follaje y raíz. Así mismo establece lo siguiente: la adición de gallinaza elevó los rendimientos de grano, siendo este incremento mayor en ausencia de fertilizantes químicos y micronutrientes, intermedia en presencia de éstas y mínima en presencia de 60-60-0 (54).

Baus (1980), utilizando diferentes niveles de gallinaza (0,5 y 20 Tn/Ha) más superfosfato triple de calcio, reportó un aumento en el contenido de Ca en solución y que este elemento está íntimamente relacionado con el rendimiento. Además el contenido de N de la solución de suelo tuvo una tendencia a aumentar en los tratamientos que contienen gallinaza (8).

Millar (1979) establece que el estiércol beneficia - - más en el ciclo que se aplica, que en los siguientes, por lo que se recomienda aplicaciones más frecuentes y ligeras - - (37).

Baynes (1970) , especifica que, en suelos arenosos, el estiércol actúa durante el primer año, mientras que en suelos francos o pesados el efecto del estiércol permanece del segundo al cuarto año (10).

Hofman (1980), trabajando con abono verde y abono de granja encontró el siguiente resultado, el tratamiento consistente en abono verde + abono de granja (30 Tn/Ha/año), -- muestra una evolución exponencial con respecto a la cantidad total de humus por hectárea, aumentando éste de 78 a 88 toneladas en un período de 9.5 años. Dentro de sus conclusiones menciona que el abono de granja posee un alto coeficiente -- de humificación; este estiércol no puede ser reemplazado ni aún con la incorporación total de los residuos de cosecha, -- la cuál tiene un bajo coeficiente de humificación (30).

III. MATERIALES Y METODOS

3.1.- Localidad.

El presente trabajo se llevó a cabo en el campo agrícola experimental de la Facultad de Agronomía de la U.A.N.L., ubicado en el Municipio de Marín, N.L., el cuál se encuentra a una altitud de 367.3 m.s.n.m. y con coordenadas geográficas de 25°53' latitud norte y 100°03' longitud oeste. El clima según la clasificación de Kooper modificada por García (1973), es considerado como $BS_1 (h_1) h (e)$, es decir, un clima seco o árido con un cociente P/T (pp anual en mm/temperatura media anual en grados centígrados) mayor de 22.9, lo que indica que es de los climas menos secos del grupo BS; presenta una temperatura promedio anual sobre los 22°C y la temperatura del mes más frío bajo los 18°C, tiene una oscilación anual de las temperatura promedio mensuales mayores de los 14°C, con un porcentaje de lluvia invernal mayor del 18% de la anual; presenta una precipitación anual de 680 mm.

3.2.- Duración del trabajo de campo y laboratorio.

El trabajo se inició con la aplicación de gallinaza el 6 de Agosto de 1983 y finalizó con la evaluación de las lecturas del penetrómetro seis meses después de la siembra; Febrero de 1984, (tabla 3).

3.3.- Diseño Experimental.

Para este trabajo se utilizó un arreglo de tratamientos (cuadrado doble) que está basado en un arreglo factorial 5×5 del que resultarían 25 combinaciones, pero en éste se eliminan sistemáticamente 12 combinaciones y las 13 restantes tienen un cubrimiento uniforme del 100% del espacio de exploración de los factores estudiados (53). Este factorial incompleto fue ajustado para una superficie de respuesta de tipo polinomial cuadrática de dos variables o factores (nitrógeno y gallinaza). Las 13 combinaciones se obtienen como se muestra en la figura 3. Se utilizó un diseño de bloques al azar con 3 repeticiones, cuyo croquis puede observarse en la figura 4.

El modelo bajo el cual se estimaron las variables consiste en la siguiente expresión:

$$\hat{Y}_i = B_0 + B_1R + B_2G + B_3n^2 + B_4G^2 + B_5NG + E_i$$

$$i = 1, 2, 3, \dots, 13$$

donde:

Y = es la variable estimada

B_0 = Término constante

B_1 = Efecto lineal de la gallinaza

B_2 = Efecto lineal del nitrógeno

B_3 = Efecto cuadrático de la gallinaza

B_4 = Efecto cuadrático del nitrógeno

B_5 = Efecto de la interacción de la gallinaza y el nitrógeno

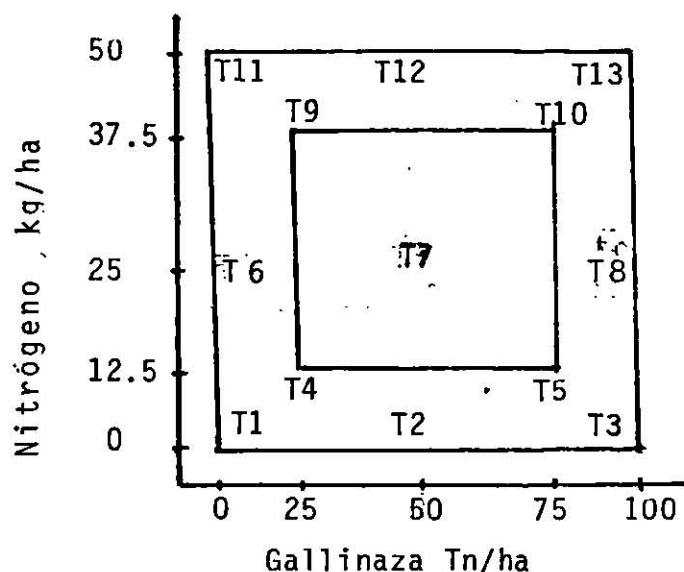
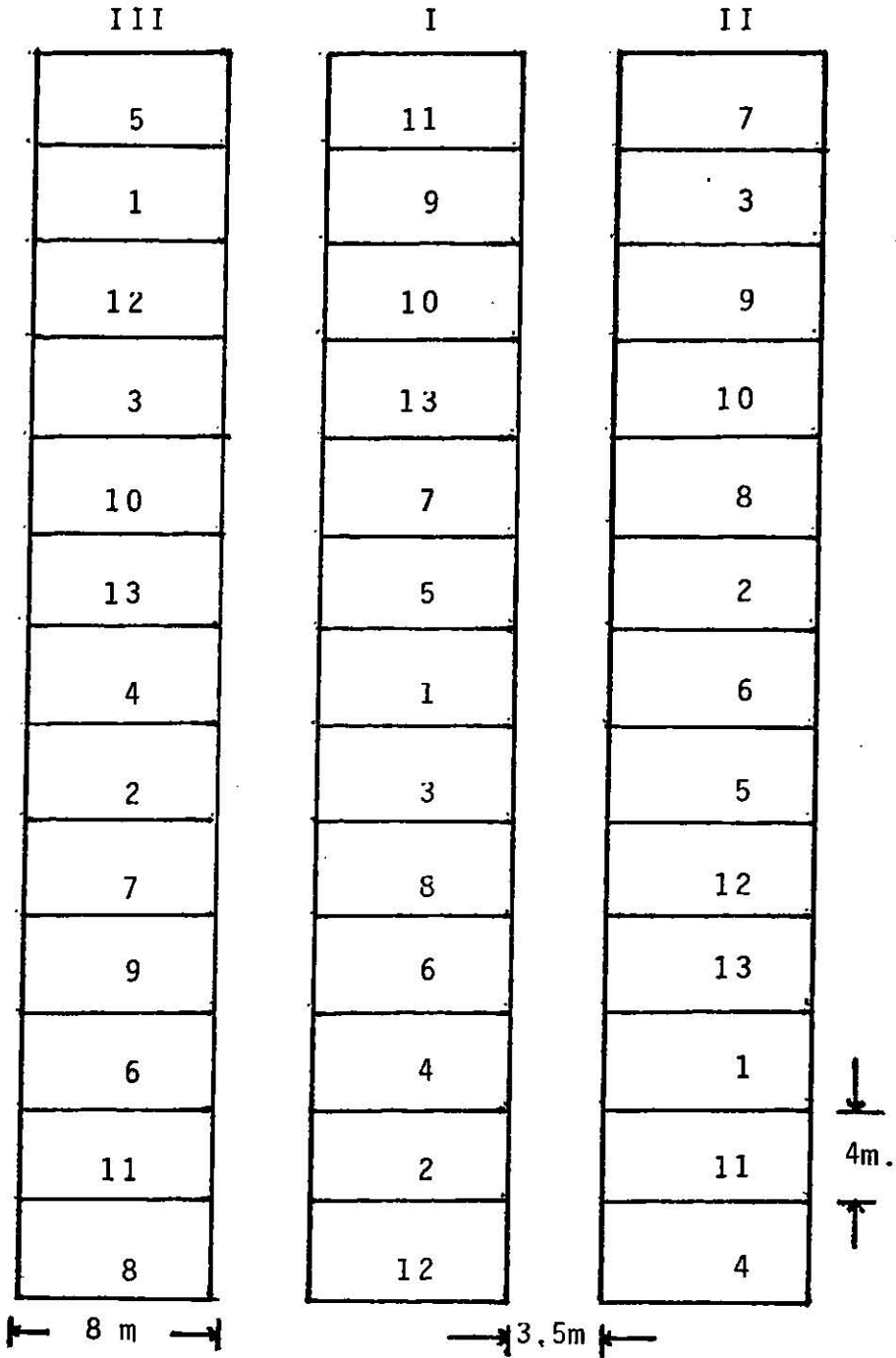


Figura 3.- Selección de los tratamientos según el factorial incompleto (cuadrado doble).

De acuerdo a las 13 combinaciones obtenidas mediante el cuadrado doble, el arreglo de los tratamientos quedó como se muestra en la tabla 2.

3.4.- Establecimiento y procedimiento.

Teniendo debidamente delimitada cada unidad experimental se procedió a la aplicación de gallinaza en las cantidades adecuadas de acuerdo a las transformaciones de hectárea a unidad experimental (tabla 2). Cada unidad experimental estaba formada por 8 m de largo y 4 m de ancho, lo que nos da un total de 32 metros cuadrados por unidad experimental, distribuyéndose los tratamientos aleatoriamente en 3 repeticiones. Entre cada repetición había una separación de 3.5 m. La distribución de la gallinaza se realizó con rastrillos e



Area Total 1,822 m²

Figura 4.- Croquis de la distribución de parcelas en el campo, con sus tratamientos correspondientes.

inmediatamente después se incorporó al suelo con un paso de rastra, después se trazaron surcos con una separación de 80 cm. Dentro de la parcela se trazaron 4 surcos al centro, dejando a cada extremo 40 cm. que servirían de separación entre las unidades experimentales.

Tabla 2. Arreglo de los tratamientos que serán objeto de estudio.

Trat.	Gallinaza		Nitrógeno		fósforo kg/ha
	Tn/ha	Kg/32m ²	Kg/ha	Kg/32m ²	
1	0	0	0	0	50
2	0	0	25	.08	50
3	0	0	50	.16	50
4	25	80	12.5	.04	50
5	25	80	37.5	.12	50
6	50	160	0	0	50
7	50	160	25	.08	50
8	50	160	50	.16	50
9	75	240	12.5	.04	50
10	75	240	37.5	.12	50
11	100	320	0	0	50
12	100	320	25	.08	50
13	100	320	50	.16	50

3.4.1.- Siembra.

La siembra de frijol fue a mano y a chorrillo efectuándose quince días después de la incorporación de la gallinaza, tirando 160 semillas por surco (170,000 plantas/ha.), a una profundidad de 5 cm en la parte inferior del surco. La

semilla de frijol que se utilizó fue la Delicias 71, selección 4, la cual presentó un 85% de germinación en las pruebas efectuadas. La razón por la que se escogió el cultivo de frijol, es que ésta es una planta dicotiledonea y epigea, esto quiere decir que la semilla al germinar presenta dos cotiledones los cuales tratarán de emerger a la superficie, lo que ocasionará una mayor fuerza de resistencia a la emergencia y por consecuencia un suelo encostrado dificultará más la emergencia en este tipo de semillas. Representando esto un buen parámetro de medición para la costra, la siembra se efectuó en seco.

3.4.2.- Fertilización.

La fertilización se realizó al momento de la siembra depositando toda la dosis correspondiente de nitrógeno y fósforo en una sola aplicación, a una distancia de 5 cm de la semilla y cubriéndola inmediatamente con tierra. Las fuentes químicas que se usaron fueron sulfato de amonio (20.5%N) y superfosfato de calcio triple (46%P). El N y el P se aplicaron de acuerdo al tratamiento correspondiente (tabla 2).

3.4.3.- Riego.-

El primer riego se dió inmediatamente después de la siembra, siendo éste pesado (10 cm. aprox.), para estimular la formación de una costra gruesa. El segundo y último riego

se dió 20 días después de la siembra.

3.4.4.- Control de plagas.

Desde la emergencia hasta la floración se presentaron ataques de Diabrotica sp. Aunque el por ciento de infestación no era alto, se controló con aplicaciones de Diazinon - 25%, en dosis de 1 lt/ha.

3.4.5.- Toma de datos y variables evaluados.

Para la toma de datos se determinó la parcela útil, la cual estaba formada por los dos surcos del centro de cada parcela o unidad experimental, estos surcos tenían una longitud de 6 m, debido a que se excluyó un metro de cada extremo del surco, lo que nos dá un área de 9.6 m^2 de parcela útil por unidad experimental.

Las variables consideradas para cumplir los objetivos de este trabajo en la etapa de evaluación fueron:

a) Porcentaje de emergencia. (Xo4). Se contó el número de plantas emergidas por parcela durante los 12 días después de la siembra, se consideraba planta emergida aquélla que presentara el par de cotiledones totalmente fuera de la superficie y en buen estado. El resultado del porcentaje de emergencia es el cociente de la relación semilla tirada-semilla emergida.

b) Longitud de planta (Xo5 y Xo6, 1a. y 2a. lectura respectivamente). Se llevó a cabo midiendo desde el cuello de la planta hasta el ápice. La lectura en cm. se hizo a 10 plantas de la parcela útil en competencia completa. Las lecturas se realizaron a los 30 y 45 días después de la siembra.

c) Peso seco (Xo7 y Xo8, 1a. y 2a. lectura respectivamente). Se tomaron 5 plantas al azar de la parcela útil, obteniéndose dos muestras, la 1a. a los 73 días después de la siembra y la 2a. al momento de la cosecha 87 días después de la siembra. La lectura se tomó en gr.

d) Dureza de la costra en base a la lectura del penetrometro (Xo9). Estas se llevaron a cabo utilizando un penetrometro manual tipo CN - 970 (figura 6), este instrumento está integrado por: una perilla - T, una varilla de penetración de 18 pulgadas, una varilla graduada a cada 6 pulgadas de 3 pies de extensión, un anillo probador de 300 Lb/pl^2 de capacidad, un disco indicador y una punta de cono movable, ésta tiene un área de 3.826 pl^2 . Esta variable se tomó después de la cosecha. La lectura se obtuvo insertando el aparato en el centro de cada una de las parcelas colocándolo verticalmente y ejerciendo una fuerza constante y uniforme hacia abajo, al mismo tiempo se observa la carátula en la parte superior del aparato, el cual nos registra la fuerza que

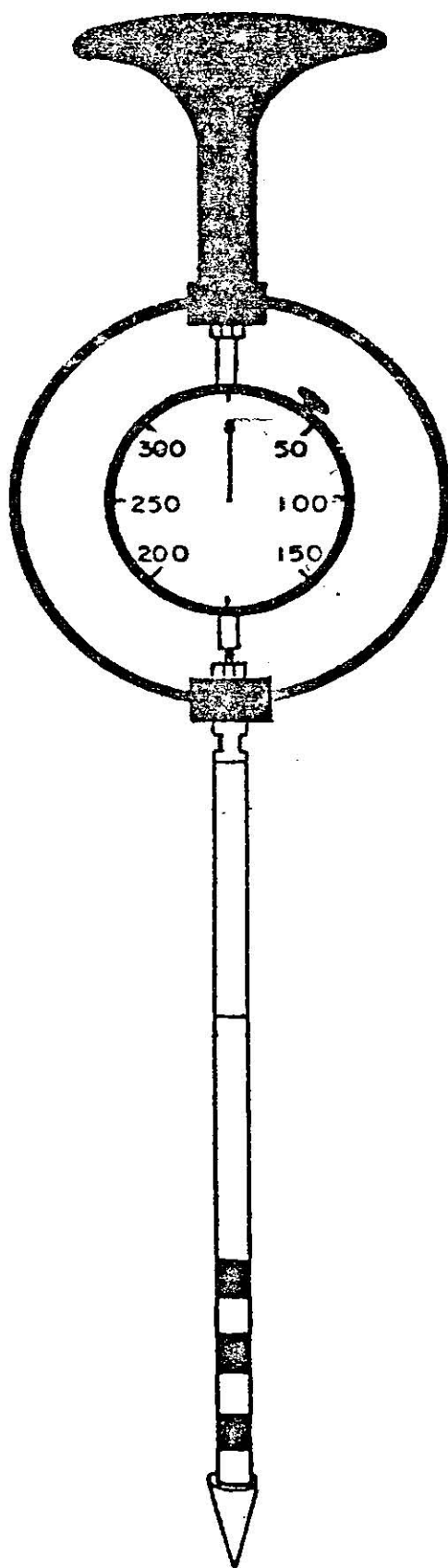


Figura 6.- Penetrómetro modelo CN-970, modo para determinar la dureza de costras del suelo.

se está ejerciendo para penetrar o romper el suelo. La lectura se registró en Lb/pg^2 .

e) Contenido de materia orgánica (X10 y X11, suelo y subsuelo, 0-30 y 30-60, respectivamente). Antes de iniciarse este estudio se realizó un muestreo del área para determinar el contenido de materia orgánica obteniéndose los resultados que se presentan en la tabla 3. Después de la cosecha y a 130 días después de la siembra se volvió a efectuar muestreos de suelo y subsuelo a cada unidad experimental obteniéndose los resultados que se presentan en la tabla 4. Esto con el fin de observar una posible diferencia entre tratamientos. Haciendo la transformación correspondiente se obtuvo la variable toneladas de materia orgánica por hectárea (X23), para cada tratamiento.

Tabla 3.- Resultados del contenido de materia orgánica, obtenidos en el laboratorio de suelos de la Facultad de Agronomía de la U.A.N.L., para la evaluación de la gallinaza en el encostramiento. Marín, N.L., Verano 1983.

Profundidad en cm.	Contenido de M.O.	Clasif. Agronómica
0-30	1.51 %	MP
30-60	1.10 %	P

f) Longitud de vaina (X12). Para la evaluación de esta variable se tomaron 10 vainas del tercio medio de 10 plantas cosechadas en la parcela útil de cada unidad experimental. El promedio de las lecturas se tomó en cm.

g) Número de vainas normales por planta (X13). Se contó el número de vainas normales de 10 plantas cosechadas en la parcela útil. Se consideró vaina normal aquella que no presentara deformaciones morfológicas.

h) Número de granos normales por vaina (X14). A cada una de las plantas cosechadas en la parcela útil se le muestrearon 10 vainas normales, obteniéndose así un promedio de granos normales por vaina.

j) Número de vainas vanas por planta (X16). A 10 plantas cosechadas en la parcela útil se le contó el número de vainas para obtener un promedio por planta.

k) Densidad de 100 semillas (X19). De cada muestra --- del total de plantas cosechadas en la parcela útil se tomaron 100 semillas, las cuales se pesaron (X17). Después se obtuvo el volumen de esas 100 semillas (X18), y finalmente-- dividiendo el peso sobre el volumen se obtuvo la densidad de 100 semillas.

l) Rendimiento por planta (X20). Se obtuvo pesando el grano de cada una de las plantas cosechadas en la parcela -- útil sacando un promedio en gr. por planta. Haciendo la conversión adecuada se obtuvo el rendimiento por hectárea, en - función del rendimiento por planta (X21).

m) Rendimiento por hectárea (X22). Se obtuvo pesando - el total de granos de las plantas cosechadas en la parcela - útil. Haciendo la conversión adecuada se obtuvo el rendimiento por hectárea.

Tabla 4.- Variables evaluadas durante el experimento.

Codificación	Variable
X04	Porcentaje de emergencia
X05	Longitud de planta 1a. lectura
X06	Longitud de planta 2a. lectura
X07	Peso seco 1a. lectura
X08	Peso seco 2a. lectura
X09	Lectura del penetrómetro
X10	Contenido de materia orgánica en suelo, 0-30 cm
X11	Contenido de materia orgánica en subsuelo, 30-60 cm.
X12	Longitud de vaina
X13	Número de vainas normales por planta
X14	Número de granos normales por vaina
X15	Número de granos abortivos por vaina
X16	Número de vainas vanas por planta
X17	Peso de 100 semillas
X18	Volúmen de 100 semillas
X19	Densidad de 100 semillas
X20	Rendimiento por planta en gr.
X21	Rendimiento por hectárea en función del rendimiento por planta
X22	Rendimiento por hectárea

Tabla 5. Actividades realizadas en orden cronológico durante la duración del experimento.

Fecha	Actividad
6 Agosto 1983	- Distribución e incorporación de la gallinaza con rastra mecánica
19 Agosto 1983	- Siembra del frijol, a mano y a chorrillo - Aplicación total de las dosis de nitrógeno y fósforo - 1er. riego lámina aprox. 10 cm.
31 Agosto 1983	- Toma final de lecturas para porciento - de emergencia
2 Septiembre 1983	- Aporque y cultivada a mano con azadón
8 Septiembre 1983	- 2o. y último riego, lamina 10 cm. aprox.
25 Septiembre 1983	- 1a. lectura de altura de planta - Aplicación de Diazinón 25%, 1 lt/ha. <u>contra Diabrotica</u>
25 Octubre 1983	- Cultivada a mano con azadón - 2a. lectura de altura de planta
29 Octubre 1983	- 1er. muestra para peso seco - Aplicación de Diazinón 25%, 1 lt/ha.
13 Noviembre 1983	- Cosecha a mano de las parcelas útiles de las tres repeticiones
12 Enero 1984	- Toma de muestras de suelo y subsuelo para evaluación de materia orgánica
6 Febrero 1984	- Evaluación de la dureza del suelo utilizando el penetrómetro manual.

Simbología: Temperatura máxima ———
 Temperatura mínima - - - - -
 Precipitación mensual total -o-o-o-o-o-

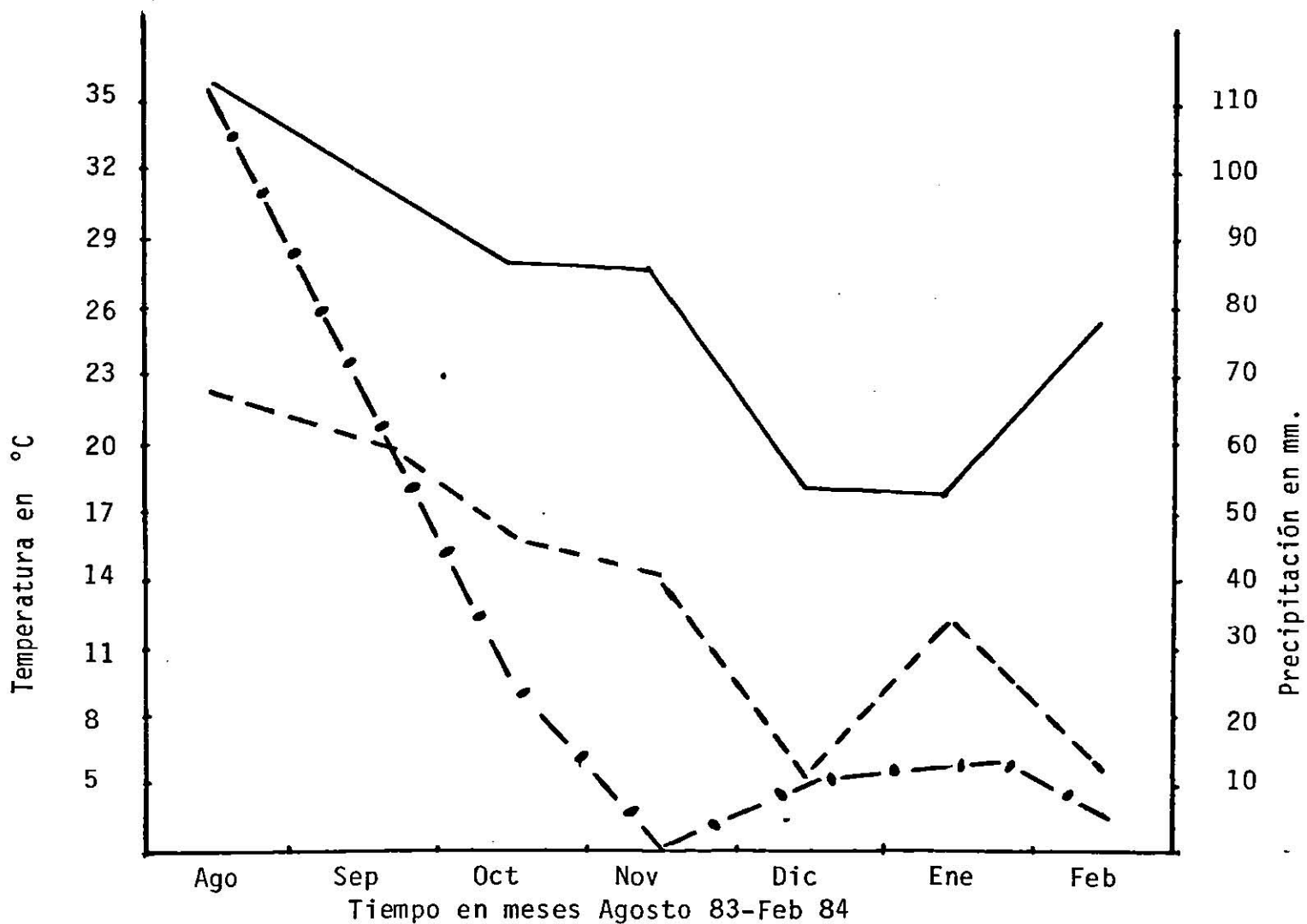


Figura 5. - Representación gráfica de los datos climatológicos observados durante el experimento. Estación Climatológica Marín, Marín, N.L.

IV. RESULTADOS

En este capítulo se presentan los resultados obtenidos - en base al análisis estadístico de las variables bajo estu- - dio.

En la tabla 6, observamos los resultados del contenido de materia orgánica aplicada al suelo y subsuelo de cada tra- - tamiento, datos tomados, 130 días después de la siembra y 145 días después de la aplicación del estiércol. La clasifica- - ción de la tabla indica: (P) Pobre, (EP) Extremadamente Po- - bre, (MP) Medianamente Pobre.

En la tabla 7, se muestra un resumen de las estadísticas descriptivas más importantes para las variables estudiadas.

En la tabla 8, aparecen en forma compacta los resultados de los análisis de varianza para cada una de las variables. - En esta tabla podemos observar que las variables, X04 (por- - ciento de emergencia), X05 (longitud de planta la. lectura), X22 (rendimiento por hectárea), presentan diferencia altamen- - te significativa entre tratamientos, por lo que el paso si- - guiente consiste en efectuar una comparación de medias de tra- - tamiento para estas variables, utilizando el método de Tuckey, utilizando un nivel de significancia del 95%, dichas compara- - ciones se presentan en la tabla 9.

En la tabla 10, se muestra el resultado de los coeficientes de correlación entre las variables, esto para tener una idea del grado de relación que guarda cada una de las variables con respecto a todas las demás.

Por medio del análisis de regresión, Stepwise, se encontraron los coeficientes del modelo (Tabla 11), que son los indicadores de los efectos lineal y cuadrático del nitrógeno y la gallinaza (tabla 12).

Con el fin de hacer más descriptiva la observación del comportamiento de los tratamientos, se presenta la distribución de las variables X04, X05 y X22 con respecto a los diferentes niveles de gallinaza y nitrógeno en las figuras 7, 8 y 9 respectivamente.

Tabla 6.- Resultados del contenido de materia orgánica del suelo y subsuelo (0-30 y 30-60 cm. de profundidad), a los 145 días después de la aplicación de la gallinaza.

Trat.	N k1/ha	G Tn/ha	% M.O.	
			0-30	30-60
1	0	0	1.08(P)	0.80(P)
2	25	0	0.50(EP)	0.32(EP)
3	50	0	0.73(P)	0.73(P)
4	12.5	25	0.73(P)	0.39(EP)
5	37.5	25	1.17(MP)	0.32(EP)
6	0	50	0.92(P)	0.53(EP)
7	25	50	1.38(MP)	0.60(EP)
8	50	50	1.38(MP)	0.60(EP)
9	12.5	75	0.99(P)	0.69(P)
10	37.5	75	1.17(MP)	0.41(EP)
11	0	100	1.33(MP)	1.16(P)
12	25	100	1.10(MP)	0.97(P)
13	50	100	1.31(MP)	0.50(EP)

Tabla 7.- Estadísticas descriptivas más importantes para las variables estudiadas.

Variable	Media	Rango	Mínimo	Máximo	Desv. Est.	Coef.de Var.
X04	44.38	35	26	61	8.53	19.23
X05	18.01	15.9	11.7	27.6	3.58	19.87
X06	46.74	24.4	37.0	61.4	5.40	11.54
X07	34.27	34.3	21.7	54.0	7.52	21.94
X08	12.74	12.9	7.4	20.3	3.83	30.10
X09	151.67	235.0	65.0	300.0	61.99	40.87
X10	1.02	1.8	0.34	2.17	0.39	38.23
X11	0.61	1.6	0.14	1.79	0.37	60.80
X12	9.53	2.2	8.41	10.6	0.45	4.75
X13	22.29	21.5	11.5	33.0	4.58	20.55
X14	4.84	1.7	4.1	5.8	0.38	7.81
X15	1.24	2.0	0.17	2.17	0.43	34.67
X16	0.45	1.6	0.01	1.6	0.27	60.37
X17	14.67	7.0	13.0	20.0	1.08	7.39
X18	15.95	2.0	15.0	17.0	0.65	4.05
X19	0.92	0.52	0.81	1.33	0.01	9.11
X20	22.8	19.8	14.0	33.8	4.86	21.34
X21	3420.0	2900.0	2100.0	5070.0	723.77	21.31
X22	1107.95	1061.9	526.6	1588.5	260.93	23.55
X23	0.44	0.35	0.26	0.61	0.01	19.23

Tabla 8.- Resumen de los resultados de los ANUA'S, efectuados para las variables analizadas en este experimento.

Variable	C.M. Trat.	C.M. Error	\bar{Y} General	% C.V.	Sig.
X04	118.05	14.50	44.38	8.58	**
X05	30.10	3.83	18.02	10.86	**
X06	33.04	23.53	46.74	10.38	N.S.
X07	32.99	59.43	34.27	22.49	N.S.
X08	13.80	15.22	12.74	30.62	N.S.
X09	3291.66	2157.05	152.67	30.63	N.S.
X10	0.22	0.12	1.02	34.10	N.S.
X11	0.19	0.12	0.61	56.55	N.S.
X12	0.24	0.17	9.53	4.30	N.S.
X13	28.19	13.18	22.29	16.28	N.S.
X14	0.10	0.18	4.84	8.67	N.S.
X15	0.12	0.22	1.24	37.57	N.S.
X16	0.65	0.86	0.45	206.08	N.S.
X17	1.67	1.00	14.67	6.82	N.S.
X18	0.44	0.44	15.95	4.17	N.S.
X19	0.01	0.01	0.92	10.31	N.S.
X20	20.88	18.92	22.8	19.08	N.S.
X21	469775.0	425628.85	3420.0	19.08	N.S.
X22	104603.68	30031.56	1107.95	15.64	**
X23	325.09	184.40	39.64	34.26	N.S.

Tabla 9.- Resultados de las comparaciones de medias de los tratamientos -- por el método de Tuckey, a un nivel de significancia del 5%, -- para las variables X04, X05 y X22, respectivamente.

X04.- Porcentaje de emergencia.

Trat.	G Tn/ha	N kg/ha	Media	.05
1	0	0	54.33	a
4	25	12.5	51.67	a
2	0	25	51.00	a
3	0	50	51.00	a
5	25	37.5	46.00	a b
6	50	0	46.00	a b
7	50	25	45.67	b c
11	100	0	41.00	b c
8	50	50	40.33	b c
9	75	12.5	39.67	b c
10	75	37.5	37.67	b c
12	100	25	37.00	c
13	100	50	35.67	c

X05.- Longitud de planta 1a. lectura

Trat.	G Tn/ha	N kg/ha	Media	.05
1	0	0	23.67	a
3	0	50	20.63	a b
7	50	25	20.53	a b
5	25	37.5	20.30	a b
4	25	12.5	19.90	a b c
10	75	37.5	19.33	a b c
2	0	25	18.93	a b c
6	50	0	17.80	b c
8	50	50	16.13	b c
9	75	12.5	15.33	b c
12	100	25	14.97	b c
11	100	0	13.33	c
13	100	50	13.33	c

Tabla 9.- Continuación.

X22.- Rendimiento por ha. en Kgs.

Trat.	G Tn/ha	N Kg/ha	Media	.05
1	0	0	1402	a
4	25	12.5	1298	a b
2	0	25	1296	a b
6	50	0	1254	a b
5	25	37.5	1238	a b
3	0	50	1164	a b
7	0	25	1132	a b
10	75	37.5	1049	a b
11	100	0	1000	a b
12	100	25	948	a b
8	50	50	923	a b
9	75	12.5	906	a b
13	100	50	787	b

Tabla 11. Análisis de regresión para las variables X04, X05, X22 y X23, respectivamente.

X04.- Porcentaje de emergencia

Variable	Sig.	%C.V.	% R ²	1 (G)	2 (N)	3 (G ²)	4 (N ²)	E (GN)
G	**	14.7	43.2	51.93223	-.15095			
N	**	14.2	48.3	54.52747	-.15092	-.10381	.00049	
G2	**	14.3	48.7	55.09635	-.20025	-.10381	.00049	
GN	**	14.5	48.8	54.84144	-.19516	-.09361		-.00020

X05.- Longitud de planta, 1a. lectura

G ²	**	13.8	53.1	20.60252		-.0006726		
N2	**	13.8	54.0	20.93457		-.0006713	-.0003508	
GN	**	13.8	55.5	21.18881		-.00028878	-.00082092	.00051976
G	**	13.7	57.6	22.12978	-.053582	-.00035450	-.0010842	.00077653
N	**	13.9	57.7	21.99735	-.05392	.015768	-.00034203	.0007404

X22.- Rendimiento por hectárea.

G	**	19.5	33.3	1310.4324	-4.04957			
N2	**	18.3	42.8	1390.1415	-4.04957			-.08209
GN	**	18.5	42.8	1399.2891	-4.30848			-.09241
N	**	18.8	43.0	1415.5742	-4.41063	-1.72831		-.06441

Tabla 12.- Coeficientes de los modelos de regresión múltiple, de las variables X04, X05 y X22, respectivamente.

Coeficientes	X04	X05	X22
B0	55.09635	21.99735	1415.0
B1	-0.20025G	-0.5392G	-4.41063G
B2	-0.10381N	0.015768N	-1.72831N
B3	0.00049G ²	-0.00034G ²	
B4		-0.00134N ²	-9.96441N ²
B5		0.00074GN	0.01444GN

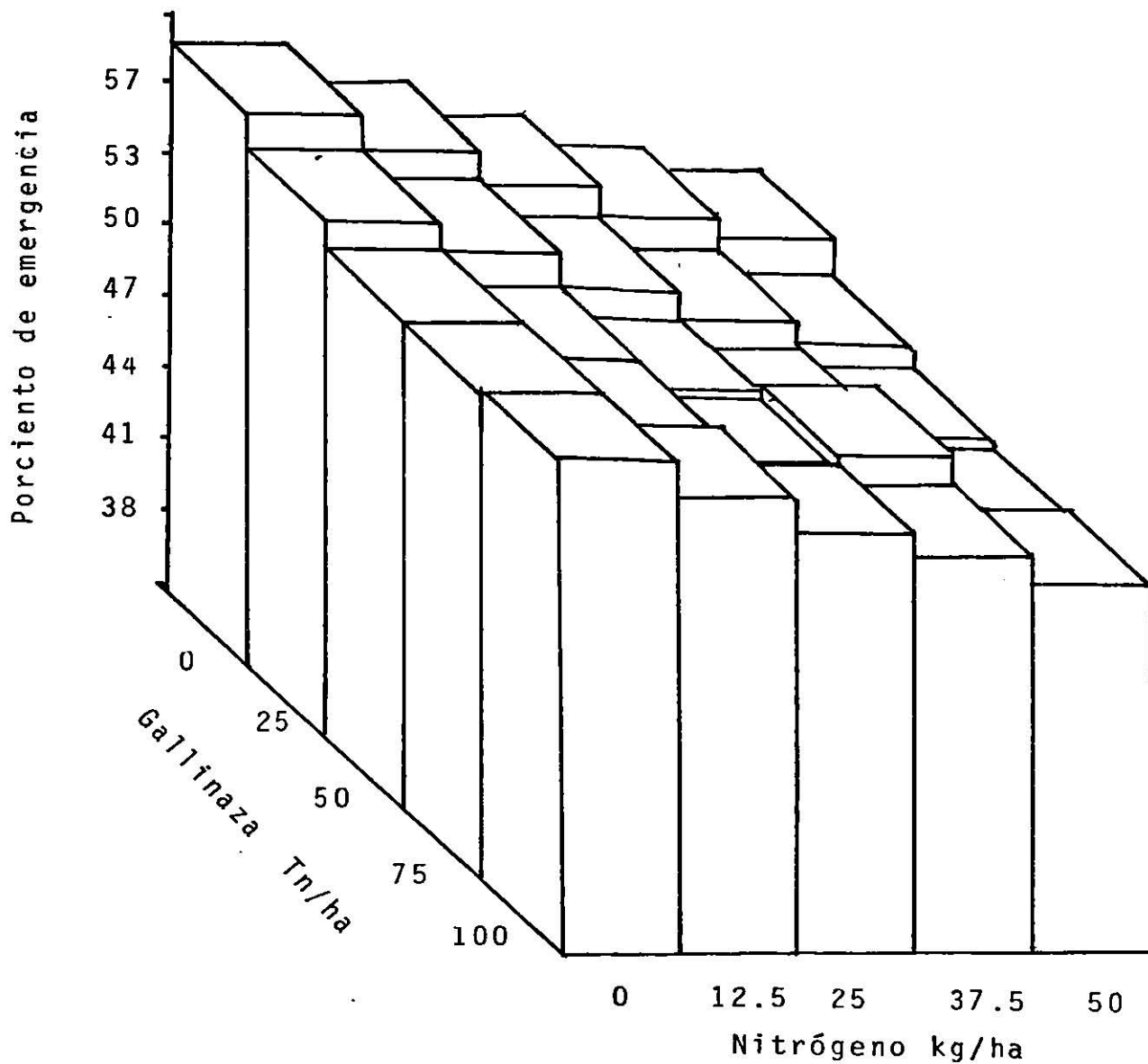


Figura 7.- Relación del nivel de gallinaza y el nitrógeno con respecto a la variable, porcentaje de emergencia (X04).

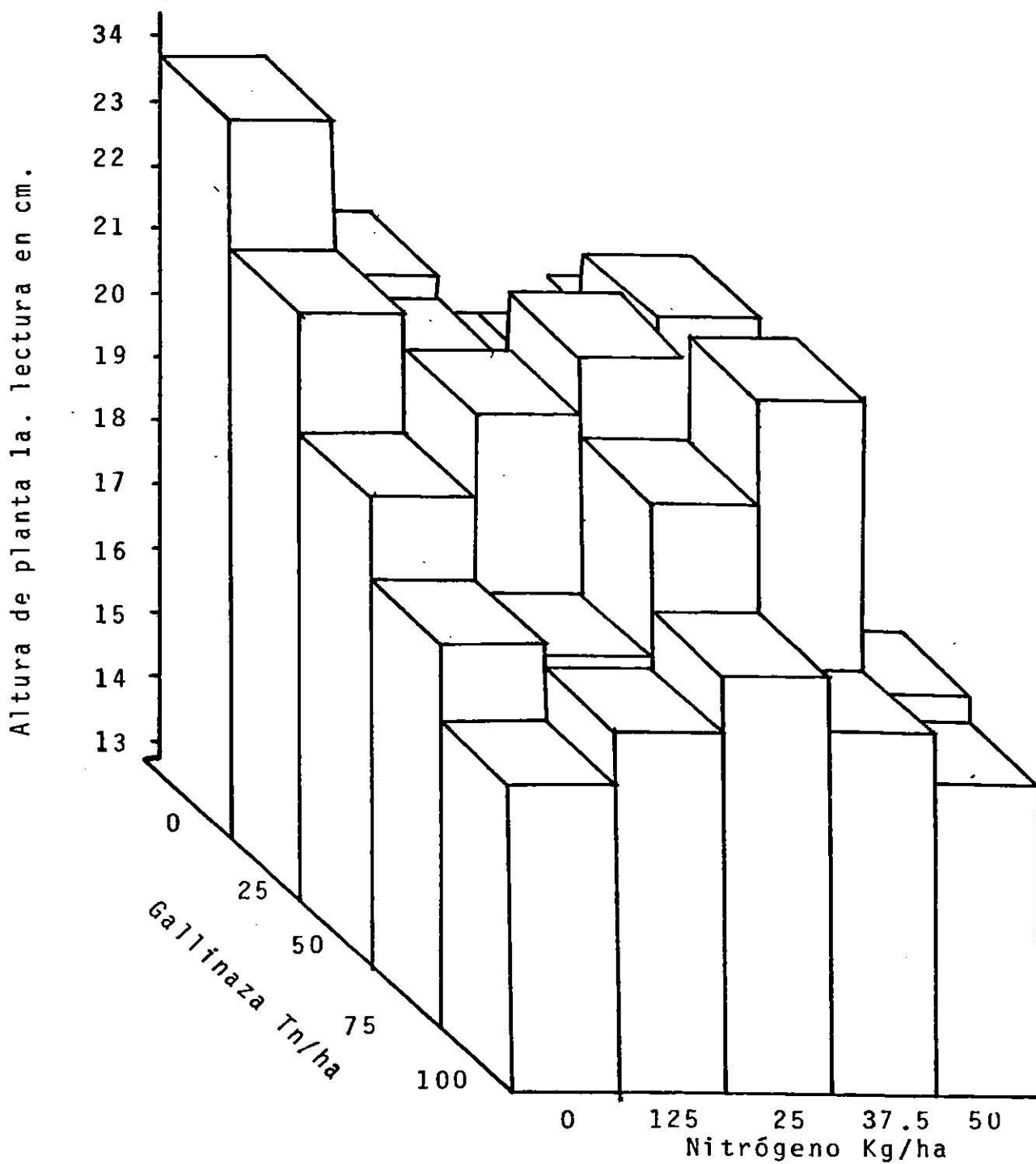


Figura 8.- Relación del nivel de gallinaza y el nitrógeno con respecto a la variable altura de planta, 1a. lectura (X05).

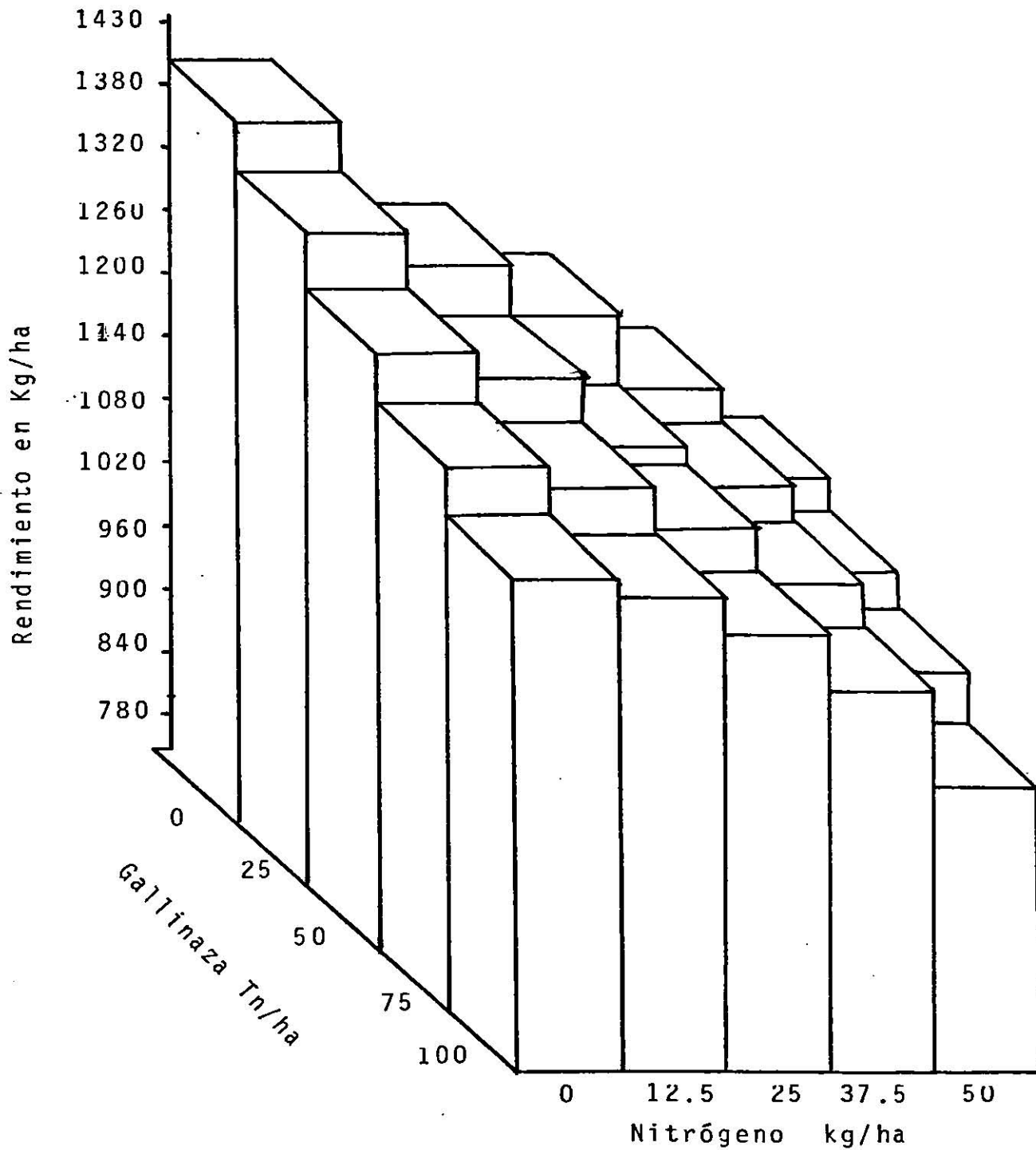


Figura 9.- Relación del nivel de gallinaza y el nitrógeno con respecto a la variable rendimiento por ha, (X22).

V. DISCUSION

Como se puede observar en la tabla 8, sólo tres del total de variables analizadas, resultaron con diferencia altamente significativa, correspondiendo éstas a las variables - X04 (porcentaje de plantas emergidas por parcela), X05 (altura de planta, 1a. lectura) y X22 (rendimiento por hectárea).

Por lo que corresponde a la variable X04, el tratamiento que presentó el valor mayor fue el número 1, seguido por los tratamientos 4,3,2,5,6,7,11,8,9,10,12 y 13 respectivamente, (tabla 9), como se puede observar en esta tabla los valores mayores corresponden a los niveles más bajos de gallinaza, alternando con los niveles más bajos de nitrógeno; ahora bien, cabe recordar que la aplicación e incorporación del estiércol se hizo 15 días antes de la siembra y de acuerdo a lo que citan varios autores, el estiércol necesita un período largo de tiempo para que sus efectos tanto directos como indirectos se manifiesten en las propiedades del suelo, además la gallinaza está considerada como estiércol caliente, conjugando estas dos características, se puede explicar el comportamiento de los tratamientos, ya que la materia orgánica, incorporada por medio de gallinaza surtirá efecto después de sufrir un proceso de mineralización por medio del cual ésta transforma sus elementos minerales y orgánicos a formas aprovechables para las plantas.

El efecto del calor de la gallinaza al incorporarse al suelo, pudo haber afectado los procesos naturales de la germinación de las semillas, sobre todo por la razón de que se dió un riego después de la siembra, y en presencia de humedad la materia orgánica presente en la gallinaza empezaría a reaccionar, activando la microflora y microfauna y como se sabe la reacción de oxidación de materia orgánica se envuelta en la liberación de energía, la que en forma de calor pudo haber afectado como ya se mencionó antes la germinación de las semillas de frijol. Pero cabe mencionar que este efecto de la temperatura es sólo temporal mientras dura la humedad, pues al disminuir ésta el proceso de mineralización se ve casi minimizado. Esto es lo que pudo haber ocurrido en este caso, ya que los suelos típicos de la región dadas sus características pierden su humedad con rapidez (28 y 44).

Analizando la tabla 10, en la cual se obtuvieron los coeficientes de correlación podemos observar que la variable, % plantas emergidas por parcela (X04), presenta resultados hasta cierto punto lógicos. El valor positivo altamente significativo que se encontró para las variables altura de planta (X05) y rendimiento por hectárea (X22), se puede considerar normal ya que, a mayor número de plantas por unidad de superficie, mayor será el rendimiento que se obtenga, claro que esto sólo hasta cierto punto.

Recurriendo a la tabla 11, por medio de la cual se puede precisar, cuál o cuales son los tratamientos más adecuados, notamos que para el porcentaje de plantas emergidas (X04), el efecto lineal de la gallinaza nos explica un 43.2% (R^2) de la variación debida a los tratamientos, y este porcentaje se ve minimamente aumentado por el efecto de la interacción GN, 48.8% (R^2), lo cuál nos muestra que el incluir las demás variables no contribuyen a explicar la variación debida a los tratamientos, esto podría parecer un tanto antagónico a las posibles respuestas esperadas, pero caba recordar que esto puede haberse visto afectado por el poco tiempo que hubo entre la aplicación de la gallinaza y la siembra, este corto espacio de tiempo es importante ya que aún no se manifiestan los probables cambios que produciría la incorporación de gallinaza, el hecho de que la interacción GN, contribuya a aumentar muy poco la variación debida a los tratamientos, podría deberse a que los niveles usados no son los más adecuados para crear una interacción por medio de la cuál se le proporcione a la materia orgánica el suficiente suministro de nitrógeno para llevar a cabo su descomposición, sin tener que tomar este elemento del suelo y así crear un cierto tipo de competencia, retardando como ya se mencionó antes el efecto benéfico de la gallinaza como fuente de materia orgánica, así como todas las demás características que se le atribuyen.

Todos los datos anteriormente discutidos se pueden ilustrar en forma más objetiva, observando la figura 7, la cual es una representación gráfica del comportamiento de los tratamientos con respecto a la variable X04. En esta figura se nota la tendencia completamente lineal de los tratamientos, describiendo éstos una recta cuyos puntos o valores más altos se encuentran en los niveles más bajos, tanto de gallinaza como de nitrógeno.

Según la literatura, los fertilizantes tanto orgánicos como inorgánicos distribuyen sus respuestas en línea parabólica, pero en este caso no sucedió así, la probable explicación, como ya se mencionó con anterioridad podría deberse a que los niveles escogidos tanto de gallinaza como de nitrógeno no son los adecuados para establecer una interacción positiva para las expectativas esperadas a corto plazo, además del poco tiempo que se le dió a la gallinaza para su incorporación al suelo y tal vez a errores tanto en las técnicas de medición como en las técnicas de aplicación, considerando que la gallinaza es un abono caliente y esta característica influyó directamente y en forma negativa en la emergencia y consecuentemente en las demás variables que mostraron significancia estadística.

En cuanto a la variable X05 (altura de planta, 1a. lectura), el mejor tratamiento fue el No. 1 (0 Tn/ha de G y 0 kg/ha " " aunque estadísticamente resulta igual a los tra-

tamientos 3,7,5,4,10 y 2 (tabla 9). También en esta ocasión observamos que los niveles más altos de gallinaza (tratamientos 11, 12 y 13) están ubicados en los tres últimos sitios; algo interesante es observar que estos tratamientos no presentan diferencia significativa con respecto al tratamiento No. 2, esto podría hacernos suponer que en cierta forma el nitrógeno inorgánico no tuvo tanta influencia directa en esta variable, debido tal vez a los bajos niveles usados (12.5, 25 y 37.5 Kg/ha), y los tratamientos en los cuales se incluyó el nivel más alto de nitrógeno (50 kg/ha) se ven influenciados por los niveles altos de gallinaza. (tratamientos 3,8 y 13), aquí notamos una distribución ciertamente irregular entre los tratamientos (figura 8), a excepción de los niveles 75 y 100 Tn/ha de gallinaza con respecto a los niveles de nitrógeno, podemos observar que siguen una tendencia cuadrática, así tenemos que a un mismo nivel de gallinaza (100 Tn/ha) el valor de la variable describe una curva con respecto a los diferentes niveles de nitrógeno presentando su punto más bajo en el nivel de 100 Tn/ha de gallinaza con 50 kg/ha de nitrógeno, su punto más alto se ubica en los niveles de 100 Tn/ha y 25 Kg/ha de gallinaza y nitrógeno respectivamente. Por el contrario si fijamos los niveles de nitrógeno con respecto a los de gallinaza éstos describen una tendencia lineal, que va de mayor a menor partiendo de los niveles más bajos de gallinaza (figura 8).

Por lo que respecta a las correlaciones de esta variable (X05), con respecto a las demás, encontramos una positiva y alta significancia con la variable relacionada al rendimiento (X22), siendo esto normal, ya que si una planta tiene más desarrollo vegetativo hasta cierta etapa de su crecimiento, dispondrá de mayor área para producción de sus frutos (tabla 10).

En la tabla 11, para esta variable (X05) podemos observar que el efecto lineal de la gallinaza es el que contribuye un poco más a explicar la diferencia entre tratamientos, aunque dado el aumento que presenta (4.5%), se puede considerar mínimo.

Por lo que corresponde a la variable X22 (rendimiento - por hectárea), nuevamente notamos que el valor más alto lo presenta el tratamiento 1 que contiene los niveles cero tanto de gallinaza como de nitrógeno, sin embargo podemos observar que este tratamiento resulta estadísticamente igual a todos los demás excepto al tratamiento 13 que contiene los niveles más altos tanto de gallinaza como de nitrógeno 100 Tn/ha y 50 kg/ha respectivamente (tabla 9). Ahora bien, dadas las características y las condiciones que se presentaron al analizar y discutir los resultados de la variable X04 (porcentaje de emergencia), los resultados que nos presenta esta variable, son sólo la consecuencia del efecto debido a la dife-

rencia en el número de plantas por parcela ya que es natural que la unidad de superficie cuyo porcentaje de emergencia es mayor a otras, nos produzca más altos rendimientos, esto es desde el punto de vista práctico, más cabría hacer un análisis del por qué se presentan estos resultados; lo cual nos llevaría nuevamente a las conjeturas discutidas al analizar los resultados de la variable X04 (porcentaje de emergencia).

Revisando la tabla 11 de análisis de regresión, podemos ver que la R^2 se ve aumentada en un 9% debido a la acción del efecto cuadrático del nitrógeno y en menor proporción por el nitrógeno lineal. Pero la diferencia debida al N^2 puede considerarse mínima si observamos la figura 9 la cual nos muestra una tendencia completamente lineal de los tratamientos, por lo que una vez más notamos que el modelo usado no se ajusta a los datos obtenidos en el análisis de estas variables.

Ahora bien, hasta aquí se ha hecho un análisis de las que podríamos llamar variables con respecto al cultivo del frijol como son el porcentaje de emergencia (X04), y rendimiento (X22), en los cuales encontramos que los resultados no corresponden a las expectativas planteadas al inicio de este trabajo, lo cual se atribuye a las circunstancias descritas al analizar la variable X04, ya que como se sabe la materia orgánica tiene que sufrir una serie de transformaciones, tan-

to para liberar nitrógeno a la forma de amonio (NH^+4), como NO^-3 , para que estos puedan ser asimilables a las plantas. Esto se notó en cierta forma en los tratamientos, ya que los que respondieron mejor fueron los que tenían el nitrógeno en forma inorgánica y sin combinar con la gallinaza, ya que así el nitrógeno casi en su totalidad quedaría a disponibilidad de las plantas, no así en los tratamientos que incluyen gallinaza, ya que esta tomaría el nitrógeno disponible por medio de la microfauna existente para empezar el proceso de desdoblamiento, provocando con esto una competencia por el macronutriente, lo cual se acentúa en los tratamientos que incluyen las dosis más elevadas de gallinaza (figura 7, 8 y 9). Habría que hacer un estudio minucioso de los niveles altos de gallinaza (75 y 100 Tn/ha), dado que tal cantidad de aplicación directa al suelo resultó ser perjudicial al tratar de establecer un cultivo casi inmediatamente después de su aplicación y como ya se mencionó antes, esto pudo deberse a que la gallinaza se considera un abono caliente, y precisamente esa liberación de calor afectó directamente los objetivos del trabajo.

Por lo que respecta a las variables en las que se trató de analizar el efecto de la gallinaza en las propiedades del suelo, como son el contenido de materia orgánica y las lecturas del penetrómetro, podemos decir que estas no presentaron

diferencias estadísticas (tabla 8), debido probablemente a que el tiempo que duró la evaluación no fue suficiente para que se notara algún cambio físico producido por la incorporación de materia orgánica, por lo que resulta determinante la secuencia de estos trabajos bajo el título de residualidad, en los cuales y a medida que transcurre el tiempo, los efectos tendrán que manifestarse y proceder a un análisis claro y específico de los cambios producidos por la incorporación de abono orgánico a el suelo.

VI. CONCLUSIONES

- 1.- Las variables que respondieron en forma estadística a los diferentes tratamientos utilizados fueron: porcentaje de emergencia, altura de planta (1a. lectura) y rendimiento por hectárea.
- 2.- En forma general los mejores tratamientos fueron los -- que incluían los niveles más bajos tanto de gallinaza como de nitrógeno. Específicamente el mejor tratamiento fue el -- que sirvió de testigo, esto es el que no incluía ninguna can tidad de gallinaza y nitrógeno. Lo cuál se debe en cierta -- forma al corto tiempo que hubo entre la incorporación de la gallinaza y la siembra del frijol, además a las altas dosis de gallinaza aplicadas.
- 3.- La interacción que se dió entre los factores estudiados (GR) fue inversamente proporcional, esto quiere decir que al aumentar la cantidad de alguno de estos factores, el valor -- de las variables se reducía, observándose de esta manera una tendencia lineal (figuras 7, 8 y 9).
- 4.- Los tratamientos no respondieron a las expectativas de este trabajo debido al corto tiempo de evaluación y así como a las consecuencias caloríficas de la gallinaza sobre las --

semillas de frijol y a los altos niveles de gallinaza los - -
cuales requieren de un período mucho más prolongado para ma-
nifestar sus efectos positivos tanto en las características
del suelo como en las de cualquier cultivo. Esto se puede -
observar en la tabla 6, aquí se nota que ningún tratamiento
muestra aún cantidades que se puedan considerar ricas en con-
tenido de M.O.

5.- Es indispensable y determinante la secuencia de este --
trabajo para observar y analizar la residualidad de la ga--
llinaza como fuente de materia orgánica y elementos minerales
en forma aprovechable para las plantas, así como su influen--
cia en la estabilidad de los agregados del suelo.

VII. SUGERENCIAS

- 1.- En trabajos posteriores incluir variables que relacionen más los posibles cambios físicos y químicos del suelo -- debido al abonamiento orgánico.
- 2.- Dado que el nitrógeno inorgánico no es residual, se sugiere hacer aplicaciones secuenciales sobre los tratamientos ya establecidos para poder obtener una interpretación clara de la interacción entre la gallinaza y el nitrógeno inorgánico.
- 3.- Es indispensable afinar las técnicas de medición con respecto a la dureza del suelo y hacer análisis más exhaustivos sobre las propiedades químicas del suelo.
- 4.- Es necesaria la continuidad de este trabajo bajo el título de residualidad, esto con el fin de obtener datos específicos sobre el tiempo que cierta cantidad de gallinaza puede estar actuando tanto directa como indirectamente en las propiedades físicas y químicas del suelo, así como en el establecimiento de algún cultivo.
- 5.- En este tipo de trabajos es necesario ampliar más el área de las unidades experimentales para evitar una posible -

alteración de los tratamientos al llevar a cabo las prácticas de cultivo.

VIII. BIBLIOGRAFIA

1. Ahmad, N. and R. J. Roblin, 1971. Crusting of river esta te soil Trinidad, and its efect on gaseous diffu- sion, percolation, and seedling emergence. Jour- nal of Soil Schiencs, Vol. 22 No. 1, Pag. 23-30.
2. Allison, L.E., et al 1973. Diagnóstico y Rehabilitación de los Suelos Salinos y Spodicos. Limusa. Sexta Edición. México. Pág. 24 y 25.
- 3.- Anónimo. 1972. Manual de Fertilizantes. Ediciones. Ga-- ceta Agrícola. Guadalajara, Jal, Pág. 52-53.
- 4.- Artola, S.V., 1969. Algunas características del estiér- col bobino y de gallina durante 5 semanas de incu- bación bajo 3 diferentes condiciones de humedad. Tesis de Licenciatura, I.T.E.S.M. Pág. 3-17.
- 5.- Amemiya, M. 1965. The influence of aggregate size on -- soil moisture content-capillary conductivity rela- tions. Soil Science Soc. AM. Proc. Pag. 29:744-748
6. Arya, L.M., and G.R. Blake, 1972. Stabilization of newly formed soil aggregates. Agron. J. 64:177-180.
7. Barrón, J.L. y Castillo, C.R. 1981. Evaluación de la a-- plicación de estiérco^l y fertilizantes en el rendi- miento de frijol en condiciones de riego. Boletín Informativo. Universidad Autónoma de San Luis Poto- sí. Escuela de Agronomía.

8. Baus, O.J. 1980, Efecto de la fertilización orgánica e inorgánica sobre la dinámica del fósforo en un suelo del ANDO. Tesis de M.C. Rama de Suelos. Colegio de Postgraduados. Chapingo, México. Pág.135-139.
9. Bayer. L.D. 1973. Física de suelos. UTHEA. Primera edición. México. Pág. 91-91, 136-138 y 165.
10. Baynes, J. 1970. Nutrición de las plantas de cultivo. -- Fisiología Aplicada a las Plantas Agrícolas. Trad. Mateo Box. Editorial Iemos, Madrid, España. Pág. 270,340,361-481.
11. Buckman y Brady. 1966. Naturaleza y propiedad de los suelos. Montaner y Simons, S.A. Primera edición. Barcelona, España. Pág. 139-144, 154.
12. Caballero. M.R. 1978. Influencia de la dosis, fuente y oportunidad de aplicación de gallinaza y su interacción con los fertilizantes químicos sobre el rendimiento de maíz (Zea mays) en la zona III del Plan Puebla. Tesis Profesional. Facultad de Agronomía, U.A.N.L., Marín, N.L. Pág. 73-103, 117-120.
13. Chavero, S.J.R. 1980. Disponibilidad, usos, calidad y costos de la gallinaza como mejorador del suelo en el municipio de Marín, N.L. Examen Práctico. Facultad de Agronomía, U.A.N.L., Pág. 16 y 17.
14. Chen, Y., et al. 1980. Scanning electron microscope observations on soil crust and their formation. Soil Science, Vol. 136, No. 1. U.S.A. Pág. 49-55.

15. Drake, H.E., and Motto, L.H. 1982. An analysis of the -- effect of clay and organic matter content on the -- cation exchange capacity on New Jersey soils. Soil Science, Vol. 133, No. 5, U.S.A. Pág. 281-287.
16. Fernández, L.E. 1965. La materia orgánica como factor -- básico en la conservación de los suelos. Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo. Memorias del -- Segundo Congreso. Tomo 11. Colegio de Post Gradua-- dados, E.N.A., México. Pág. 164-166.
17. García, G, A.D. 1979. Descripción de un perfil del suelo y sus características físicas -- químicas en el área de irrigación del Campo Experimental de Marín, N.L., Tesis Profesional, F.A.U.N.L. pág. 3,14,15,26.
18. García, B.G. 1976. El empleo de radiotrazadores ZN en el estudio de los compuestos orgánicos del Zn en la -- gallinaza y sus tranformaciones al ser incorporado a un suelo arenoso. (Vitrand EPT). Tesis M.C. Cole-- gio de Postgraduados. Chapingo, México. Pág. 140-165.
19. García, E. 1973. Modificaciones al sistema de clasifica-- ción climático de Koppen. Segunda edición. Insti-- tuto de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México.
20. Gaucher, G. 1971. El suelo y sus características agronómi-- cas. Tratado de Pedología Agrícola. Ediciones Ome-- ga. Pág. 535.

21. Garande, S.A. 1972. Física de suelos; Principios y Aplicaciones. Limusa. Primera Edición. México. Pág. -- 33-34: 77-105.
22. Gerard, C.J. et al. 1982. Physical factors influencing soil strength and root growth. Agronomy Journal. Vol. 74, Pág. 875-879.
23. Giddens, J.E. 1982. Nitrogen fixation in soil crust of tall Fescuesods. Soil Science. Vol. 133, No. 5 U.S.A. Pág. 295-297.
24. González, N.J., 1984. Efecto del encostramiento de los suelos en la germinación y emergencia de las plántulas. Seminario.(opción 11-A), Facultad de Agronomía, U.A.N.L. pág. 66-70.
25. Gros, A. 1976. Abonos. Guía Práctica de la Fertilización. Ediciones Mundi-Prensa. Sexta edición, Madrid. -- Pág. 116:143-144.
26. Hagin, J. 1952. Influence of soil agregation on plant - - growth, Herbrew University, Rehevot, Israel. Pág. 471-477.
27. Hammerton, J.L. 1961. Studies of the effects of soil - - agregate size on the emergence and growth of beet (Beta vulgaris) Journal Agricultural Science, Vol. 56 Pág. 213-218.
28. Hartge, N.H. 1974. Organic matter contribution to stability of soil structure. Tecnical University Hannover, Pág. 103-110.

29. Herning, S., et al, 1972. El perfil cultural. El Estado Físico del Suelo y sus Consecuencias Agronómicas. Ediciones Mundi-Prensa. Primera edición. Madrid. Pág. 294.
30. Hofman, G. and Ruymbeize, V.M. 1980. Evolution of soil humus content and calculation of global humification coefficients on different organic matter -- treatments during a 12-year experiments with belgran silts soil. Soil Science, Vol.129, No. 2 U.S.A. Pág. 92-94.
31. Hoyle, B.J., et al. 1972. Aggresizing-to eliminate objectionable soil coods. Calif. Agric. 26 (11) -- Pág. 3-5.
32. Ibarra, G.F. 1970. Efecto de agregación de las partículas del suelo por algunos mejoradores químicos, dextro no, materia orgánica y Aspergillus niger. Tesis -- profesional Facultad de Agronomía, U.A.N.L.
33. López, S.E.H. 1980. Prueba de seis niveles de gallinaza en trigo (vecora F-70) bajo riego en la región de Marín, N.L. Tesis profesional, Facultad de Agronomía, U.A.N.L.
34. Maiti, R.K., 1984. Establecimiento de cultivos en el -- trópico semiárido del noreste de México; Una Síntesis Práctica. Facultad de Agronomía, U.A.N.L., México. Pág. 47-50:61.

35. Mangler, J.E. and Tate, R.L. 1982. Source and role - - of peroxidase in soil organic matter oxidation in pahoee muck. Soil Science, Vol. 134, No. 4. U.S.A. Pág. 226-231.
36. Mestanza, S.A. 1973. Variaciones nutrimentales en el - - maíz H-30 y en un suelo de pueble por efecto de las aplicaciones de gallinaza, mangesio, maganeso y -- zinc bajo condiciones de invernadero. Tesis, M.C. Rama de Suelos, Colegio de Postgraduados. Chapingo, México. Pág. 55-98.
37. Millar, C.E., et al 1979. Fundamentos de la ciencia de la ciencia del suelo. Ed. Continental. México. Pág. 53-61.
38. Nuttal, W.F., 1982. The effect of seeding depth, soil - - moisture regime, and crust strength on emergence of rape cultivars. Agronomy Journal, Vol. 74. Pág. 1018-1022.
39. O'neil, K.J. and Carrow, R.N. 1982. Kentucky blue grass - growth and water use unde different soil compaction and irrigation regimes. Agronomy Journal, Vol. 74. Pág. 933-936.
40. Ortega, T.E. 1978. Química de Suelos. U.A.CH. Chapingo, -- México. Pág. 43-43.
41. Ortiz, V.B. 1975. Edafología. Escuela Nacional de Agricul- tura. U.A.CH. México, Pág. 25,26,96-100.

42. Primo, Y.E. y Carrasco, D.J. 1973. Química Agrícola. Suelos y Fertilizantes. Editorial, Alhambra, Madrid, - España. Pág. 215-233.
43. Rico, M.J.M. 1981. Estiércoles como aportadores de Ni--trógeno al suelo. Opción V, Facultad de Agronomía. U.A.N.L. Pág. 40-45.
44. Rodríguez, S.F. 1982. Fertilizantes. Nutrición Vegetal. A.G.T.S.A. Primera Edición, México, Pág. 29:33-40.
45. Selke, W. 1968. Los abonos. Trad. de la cuarta edición - alemana por Gunther-León. Editorial, Academia, León, España. Pág. 33-25.
46. Secretaría de Educación Pública. 1982. Suelos y Fertilizantes. Manual para la Educación Agropecuaria. Editorial Trillas. Primera Edición. México, Pág. 23-26.
47. Stalling, J.H. 1962. El suelo su uso y mejoramiento. Continental. Primera Edición. México. Pág. 73-78.
48. Stevenson, F.J. 1982. Humus Chemistry Genesis, Composition reactions Ed. Jhon Wiley and Sons. Inc. New York. U.S.A. Pág. 129-131.
49. Teuscher, H y Adler, R. 1976. El suelo y su fertilidad. - Compañía Editora Continental, S.A. México. Pág. - - 319-340.
50. Tompson, L.M. 1966. El suelo y su fertilidad. Editorial - Reverté, S.A. Tercera Edición. Barcelona y México.- Pág. 284.

51. Tisdale, S.L. 1982. Fertilidad de los suelos y fertilizantes, U.T.E.H.A. Primera Edición, México. Pág. - 635-636.
52. Través, S.G. 1962. Abonos. Enciclopedia Práctica del Agricultor. Vol. 11. Editorial Sintesis. Barcelona. Pág. 169-170.
53. Turrent, F.A. y R.J. Laoird, 1980. La matriz experimental plan Puebla, para ensayos sobre prácticas de -- producción de cultivos. Rama de Suelos, Colegio de Postgrado, Chapingo, Méx.
54. Villarroel, A.J.M. 1979. Respuesta del maíz y frijol a la aplicación de gallinaza, estiércol vacuno, zinc, manganeso y hierro en suelos de ciudad Serdán, Puebla - bajo condiciones de campo e invernadero. Tesis de -- M.C. Colegio de Postgraduados, Chapingo, México. - pág. 179-188:208-212.
55. Zhu, Z.L., et al 1983. On the improvement of the efficiency on nitrogen of chemical fertilizer and organic -- manures in rice production. Soil Science, Vol. 135, No. 1. U.S.A. Pág. 35-39.

000257

