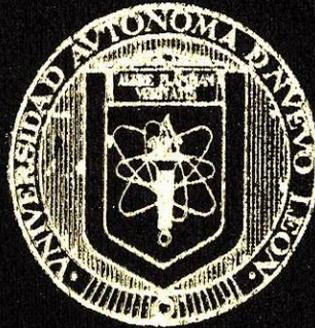


UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
FACULTAD DE AGRONOMIA



EFECTO DE LA RESIDUALIDAD DE LA GALLINAZA EN
LAS PROPIEDADES FISICO-QUIMICAS EN EL CULTIVO
DE FRIJOL (*Phaseolus vulgaris* L.) EN SUELOS
FEOZEM EN MARIN, N. L.

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO AGRONOMO FITOTECNISTA
PRESENTA

JUAN NAVARRETE GALVAN

MARIN, N. L.

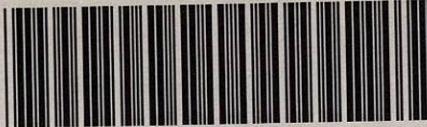
JUNIO DE 1989

T

SB327

N3

C.1



1080062910

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
FACULTAD DE AGRONOMIA



EFFECTO DE LA RESIDUALIDAD DE LA GALLINAZA EN
LAS PROPIEDADES FISICO-QUIMICAS EN EL CULTIVO
DE FRIJOL (*Phaseolus vulgaris* L.) EN SUELOS
FEZEM EN MARIN, N. L.

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO AGRONOMO FITOTECNISTA
PRESENTA

JUAN NAVARRETE GALVAN

MARIN, N. L.

JUNIO DE 1989

09865 m

T
SB327
N3

090.633

FA 17

1989

C.5



Biblioteca Central
Magna

[Handwritten signature]

BURAU R n
F.1

U V
FONDO
TESIS LICENCIATURA

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
FACULTAD DE AGRONOMIA

EFFECTO DE LA RESIDUALIDAD DE LA GALLINAZA EN
LAS PROPIEDADES FISICO-QUIMICAS EN EL CULTI-
VO DE FRIJOL (Phaseolus vulgaris L.) EN SUE-
LOS FEZEM EN MARIN, N.L.

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO AGRONOMO FITOTECNISTA

PRESENTA

JUAN NAVARRETE GALVAN

MARIN, N.L.

JUNIO DE 1989

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
FACULTAD DE AGRONOMIA

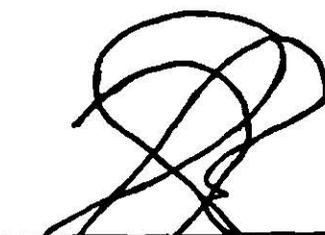
EFFECTO DE LA RESIDUALIDAD DE LA GALLINAZA EN
LAS PROPIEDADES FISICO-QUIMICAS EN EL CULTI-
VO DE FRIJOL (Phaseolus vulgaris L.) EN SUE-
LOS FEZEM EN MARIN, N.L.

Tesis que como requisito parcial para obtener
el titulo de INGENIERO AGRONOMO FITOTECNISTA
presenta JUAN NAVARRETE GALVAN.

COMISION REVISORA



PH.D. RIGOBERTO E. VAZQUEZ A.
Asesor Principal



ING.M.C. FRANCISCO RODRIGUEZ E.
Asesor Auxiliar



ING.M.C. ARMANDO GONZALEZ A.
Asesor Auxiliar

DEDICATORIAS

A DIOS:

Porque me das vida y haces que disfrute de todas las cosas maravillosas. Gracias por haberme ayudado en los momentos diffciles de la vida, espero ser un instru-
mento tuyo para con mis semejantes.

A MIS PADRES:

Sr. Adán Navarrete Sánchez

Sra. Carmen Galván García

Con mucho amor y cariño por al apoyo moral y económico que me brindaron durante mi formación como profesionalista.

A MIS ABUELITOS:

Sr. Ernesto Navarrete Morán (+)

Sra. Lucía Sánchez Hernández

Por el cariño y aprecio que me brindaron.

A MIS HERMANOS:

Ma. Yolanda

Ernesto

José Luis

Alfredo

Ana Lilia

Quienes me dieron su apoyo y confianza, porque han sido un fuerte motivo para culminar mis estudios.

A MIS CUÑADOS(AS):

Sr. Efraín Zamora Muñoz

Sra. Esther Figueroa Rico

A MIS SOBRINOS(AS):

Jonathan

Jassiel Husim

Grecia Ivett

Por su hermosa sonrisa infantil hoy, porque más tarde estaré con ustedes, porque siempre reciban educación.

A TODA MI FAMILIA

en especial para mis tíos:

SR. JOSE MENDOZA M.

SRA. MARINA NAVARRETE S.

Por haberme brindado apoyo en la culminación
del presente trabajo.

A TODOS MIS COMPAÑEROS Y AMIGOS DE ESCUELA:

Por todos esos momentos tristes y alegres
y por el cariño y apoyo que siempre me --
brindaron.

A MI NOVIA:

LORENA ESCAMILLA SALAZAR

Por darme ese cariño y apoyo durante
mi formación como profesionista.

AGRADECIMIENTO

AL Ph.D. RIGOBERTO E. VAZQUEZ ALVARADO.

Por su valiosa guía de la presente investigación y su gran amistad.

AL ING. M.C. FRANCISCO RODRIGUEZ ESQUIVEL Y AL ING. M.C. ARMANDO GONZALEZ ALMAGUER:

Por su ayuda para el desarrollo y revisión del presente estudio.

AL ING. ANTONIO DURON ALONSO:

Por su ayuda brindada en los análisis estadísticos.

A todos los trabajadores del proyecto de Fertilización Estatal por su ayuda en los trabajos de campo.

INDICE

	Pág.
I. INTRODUCCION.....	1
II. REVISION DE LITERATURA.....	3
2.1. Propiedades Físicas y Químicas de los Suelos - Encostrados.....	3
2.1.1. Estructura del suelo.....	3
2.1.2. Textura del suelo.....	4
2.1.3. Color del suelo.....	5
2.1.4. Densidad aparente.....	5
2.1.5. Infiltración.....	6
2.1.6. Permeabilidad.....	7
2.1.7. Capacidad de campo.....	8
2.1.8. Punto de marchitez permanente.....	9
2.2. Propiedades Químicas de los Suelos Encostrados	9
2.2.1. Conductividad eléctrica.....	9
2.2.2. Capacidad de intercambio catiónico.....	11
2.2.3. Reacción del suelo.....	12
2.2.4. Materia orgánica.....	12
2.3. Proceso de Encostramiento.....	13
2.4. Funciones de la M.O. del Suelo.....	15
2.4.1. Composición de la materia orgánica del- suelo.....	18
2.4.2. Descomposición de la materia orgánica - del suelo.....	18
2.4.3. Composición del humus.....	21
2.4.4. Influencia del medio ambiente en la des- composición de la materia orgánica.....	22

	Pág.
2.4.5. Cambios durante la descomposición de - la M.O.....	23
2.5. Preparación de Estiércol e Incorporación al - Suelo como un Aportador de M.O.....	24
2.5.1. Composición del estiércol.....	24
2.5.2. Cuidado y conservación del estiércol..	27
2.6. Efecto de la Aplicación del Estiércol en el - Mejoramiento de las Propiedades Físicas y Quí- micas del Suelo.....	28
2.6.1. Efecto residual del abono de estiércol	28
2.6.2. Efecto de la aplicación de estiércol - en la estructura del suelo.....	31
2.7. Módulo de Ruptura.....	34
2.7.1. Efecto de la aplicación de estiércol - en la densidad aparente del suelo.....	35
2.8. Efecto de la Aplicación de Estiércol sobre la Infiltración y Captación de Humedad del Suelo	37
2.9. Efecto de la Aplicación del Estiércol sobre - la Capacidad de Intercambio Catiónico (C.I.C.) del Suelo.....	39
2.9.1. Efecto de la aplicación de estiércol - en la cantidad y disponibilidad de nu- trientes en el suelo.....	41
2.10. Efecto de la Aplicación de Estiércol en la -- Erosión del Suelo.....	44
III. MATERIALES Y METODOS.....	47

	Pág.
3.1. Localización del Experimento.....	47
3.2. Materiales y Métodos.....	48
3.2.1. Semilla de frijol variedad Delicias-71	48
3.3. Aparato Medidor del Módulo de Ruptura.....	48
3.4. Moldes para la Elaboración de Ladrillos.....	49
3.5. Penetrómetro de Cono, tipo Militar.....	49
3.6. Barrenas de Densidad Aparente y de Caja.....	50
3.7. Otros Materiales.....	50
3.8. Procedimientos Experimentales.....	53
3.8.1. Establecimiento del experimento.....	53
3.8.2. Diseño experimental.....	57
3.9. Procedimiento de Recolección de Datos.....	60
3.9.1. Variables con respecto a la planta....	60
3.9.1.1. Rendimiento de grano por hec- tárea (R.G.H.).....	60
3.9.1.2. Número de plantas por trata- miento (N.P.T.).....	60
3.9.1.3. Alturas medias de las plantas (A.M.P.).....	60
3.9.2. Variables con respecto al suelo.....	60
3.9.2.1. Contenido de materia orgánica (M.O.).....	60
3.9.2.2. Conductividad eléctrica (C.E.)	61
3.9.2.3. Reacción del suelo (pH).....	61
3.9.2.4. Módulo de ruptura (M.R.).....	62
3.9.2.5. Densidad aparente (D.A.).....	65
3.9.2.6. Dureza de la costra (L.P.)...	65

	Pág.
IV. RESULTADOS Y DISCUSION.....	66
V. CONCLUSIONES.....	77
VI. RESUMEN.....	79
VII. SUMMARY.....	81
VIII. BIBLIOGRAFIA.....	83
IX. APENDICE.....	91

INDICE DE TABLAS Y FIGURAS

TABLAS	Contenido	Pág.
<u>Tablas del texto:</u>		
1	Destino de los nutrientes consumidos.....	24
2	Composición porcentual media del estiércol fresco - (sólido más líquido) de algunos animales de granja.	27
3	Trabajos de evaluación de costra y efecto residual- del estiércol de gallina, llevados a cabo a partir- del verano de 1983 en el mismo lote experimental...	53
4	Labores culturales llevadas a cabo en el presente - experimento en orden cronológico.....	54
5	Toma de registro de variables durante el desarrollo del experimento.....	55
6	Niveles de estiércol (E) y nitrógeno (N) correspon- dientes a cada tratamiento.....	56
7	Niveles de estiércol al 13% de humedad aplicadas al verano de 1983, en cada tratamiento.....	56
8	Resumen de los análisis de varianza de las varia- bles estudiadas del experimento de la evaluación -- del efecto residual del estiércol de gallina en el- ciclo sept-dic. 85.....	66

	Pág.
9 Resultado de las pruebas de medias de Tukey para -- las variables con diferencia significativa entre -- tratamientos.....	68
10 Resultado de los análisis de varianza para algunas- variables en los ciclo anteriores.....	70
11 Modelos desarrollados para las variables que fue-- ron significativos del primer ciclo en frijol.....	71
12 Modelos desarrollados para las variables que fueron significativas del segundo ciclo en trigo.....	72
13 Modelos desarrollados para la variable que fue sig- nificativa del quinto ciclo en frijol.....	72
14 Dosis óptima fisiológica del estiércol (E) y nitró- geno (N) para el quinto ciclo en frijol de la varia ble obtenida mediante el método matemático.....	73

Tablas del apéndice:

15 Resumen de los principales parámetros estadísticos- de las variables estudiadas en el presente experi- mento.....	92
16 Datos climatológicos, temperatura diaria en grados-	

	Pág.
centígrados, precipitación pluvial y el promedio - del período vegetativo en el cultivo del frijol...	93
17 Resumen de las correlaciones llevadas a cabo en -- las variables estudiadas.....	94

FIGURAS

Figuras del texto:

1 Esquema de la micela húmica con algunos cationes - adsorbidos. Fuente: Brady, C.N. 1974. Nature and - Properties of Soils.....	40
2 Vistas lateral y anterior del aparato ideado para- hacer las determinaciones del módulo de ruptura...	51
3 Diagrama del penetrómetro utilizado en el presente experimento para hacer las determinaciones de la - dureza de la costra directamente en el campo.....	52
4 Distribución espacial de los tratamientos emplea-- dos de acuerdo al arreglo de un cuadrado doble....	58
5 Croquis del experimento y forma en que fueron alea- torizados los tratamientos en el campo.....	59

	Pág.
6 Ilustración de un ladrillo de tamaño natural con -- las dimensiones consideradas para determinar el mó- dulo de ruptura.....	64
7 Respuesta estimada de la variable densidad aparente 15-30 cm del frijol cuando el estiércol y nitrógeno se presentan a diferentes niveles.....	74
8 Figura del anillo probador (penetrómetro modelo --- CN-970).....	75

ABREVIATURAS DEL TEXTO

- D.A.₁ = Densidad Aparente 0-15 cm
D.A.₂ = Densidad Aparente 15-30 cm
pH₁ = pH 0-15 cm
pH₂ = pH 15-30 cm
M.O.₁ = Materia Orgánica 0-15 cm
M.O.₂ = Materia Orgánica 15-30 cm
R.G.H. = Rendimiento de Grano por Hectárea
A.M.P. = Altura Media de Plantas
C.E.₁ = Conductividad Eléctrica 0-15 cm
C.E.₂ = Conductividad Eléctrica 15-30 cm
M.R.₁ = Módulo de Ruptura 0-15 cm
M.R.₂ = Módulo de Ruptura 15-30 cm
N.P.T. = Número de Plantas por Tratamiento
R.P. = Resistencia del Penetrómetro

I. INTRODUCCION

Existe en México en la actualidad una época de crisis, debido a que se presentan un crecimiento acelerado de la población por lo que la producción agrícola no es satisfactoria para cubrir las demandas de alimentos que se presentan en el país, es muy urgente encontrar las diferentes soluciones que resuelvan los problemas de alimentación que se presentan en el país. Estas soluciones pueden ser de dos tipos: la primera es ampliar las áreas de cultivo, pero esto solo puede hacerse en proporciones muy limitadas; y la segunda es incrementar el rendimiento por unidad de superficie cultivada, lo cual es más factible.

Dado que el suelo es el medio en el cual crecen los cultivos es necesario mejorar sus condiciones físico-químicos para un adecuado desarrollo, así como los nutrientes requeridos por la planta para poder aumentar el rendimiento por unidad de área.

Existe una forma mediante el cual se añade al suelo los nutrientes esenciales para los cultivos y es mediante la fertilización química. Actualmente en nuestro país, el uso de abonos minerales está muy difundida por ser un factor muy importante en la producción de cosechas, pero el abuso de estos, a largo plazo, es causa de daños al suelo. Es necesario por lo tanto buscar otra opción, esta puede ser el uso de abonos orgánicos, los cuales al contrario de los minerales no causan daño

al suelo. Los abonos orgánicos proporcionan al suelo materia orgánica (M.O.) la cual mejora las propiedades físicas y químicas del suelo como por ejemplo: reduce la densidad aparente, mejora la estructura, aumenta la captación y retención de humedad, aumenta la capacidad de intercambio catiónico, regula el pH, favorece la disponibilidad de nutrientes, etc.

Dentro de todos los abonos orgánicos se ha observado que el que aporta los mayores beneficios es la gallinaza, cuando ésta se aplica combinada con fertilizantes químicos. Por otro lado la respuesta de los cultivos al estiércol de gallina depende de su composición química en donde se puede afirmar que esta composición depende del tipo de alimentación, clase y edad de las aves, así como también de la conservación, desecación y alimentación al que se sometió dicho abono. Los objetivos principales del presente estudio son:

- 1.- Evaluar si existe efecto residual de la aplicación de estiércol de gallina realizada en el verano de 1983, observando la evolución de las características físicas y químicas del suelo.
- 2.- Observar y registrar la magnitud y dirección de cambio de las propiedades físicas y químicas del suelo estudiadas, así como el efecto que se produce en el cultivo del frijol.

II. REVISION DE LITERATURA

2.1. Propiedades Físicas y Químicas de los Suelos Encostrados

Propiedades físicas.

2.1.1. Estructura del suelo.

La estructura, es la forma en que las partículas individuales del suelo se disponen para formar patrones definidos, - estos agregados naturales se llaman grumos ó pedr. Hay cuatro formas geométricas básicas de estructura: prismática, blocosa, esferoidal y de placa.

En los suelos con problemas de encostramiento las partículas de arcilla son generalmente predominantes sobre las de arena y limo, y se arreglan preferencialmente en estructura laminar. Cuando estos suelos mojados se someten a presión, la placa de arcilla húmeda actúan como lubricantes y es posible su orientación produciendo suelos lodosos. Al deshidratarse el suelo, los agregados se estabilizan a causa de la floculación - debida a: la concentración mayor de sales, secado irreversible de los materiales orgánicos mucilaginosos a la precipitación - de los carbonatos de calcio (CaCO_3) ó a la deshidratación irreversible de hidróxidos de hierro y aluminio. El apelmazamiento de los agregados del suelo disminuye el tamaño de los macroporos, la permeabilidad y la aireación, haciéndose difícil el laboreo, debido a lo terroso y duro del suelo (33,34).

2.1.2. Textura del suelo.

La textura del suelo se refiere al porcentaje relativo de arena, limo y arcilla en un suelo (2).

Las tablas de textura de un suelo, a partir de análisis mecánico son representadas por un triángulo equilátero. El ángulo izquierdo representa 100 por ciento de arena, el derecho 100 por ciento de limo y el ángulo superior 100 por ciento de arcilla. Comúnmente se usan dos tipos de esos triángulos; uno para la escala del Departamento de Agricultura de Estados Unidos y otro para la escala Internacional (43).

La textura se determina en el campo mediante el sentido del tacto. El suelo se frota entre el dedo pulgar en estado húmedo. La arena se siente rasposa y sus partículas pueden observarse con facilidad. El limo cuando está seco, se siente como si fuera polvo de talco y es ligeramente plástico cuando está húmedo. Los materiales arcillosos se sienten muy plásticos y son pegajosos cuando están húmedos y duros en estado seco (43).

La textura se considera para indicar la clasificación de suelos, así como para determinar el manejo que se debe tener y la productividad que se espera de él (2).

En general hay enriquecimiento de las partículas menores de 100 m en detrimento de las fracciones más gruesas. Lemus y Lutz citados por Figueroa (20) en un estudio de costras formadas sobre suelos de muy diversa textura, demostraron que esto ocurría a pesar de las diferencias existentes en las composi-

ciones granulométricas de los mismos.

2.1.3. Color del suelo.

El color del suelo, es la característica del mismo más obvia y fácil de observar. Se determina comúnmente usando la carta de colores de Munsell. Las variaciones en el color del suelo se deben principalmente, al contenido de materia orgánica, la cual da coloraciones gris ó café oscuras y el contenido de sílice, cal y otras sales, que producen colores claros en el suelo (21,43).

Los suelos con problemas de encostramiento, predominan las coloraciones claras en muchas regiones, debido a la pobreza en materia orgánica, a pesar que estos suelos pueden ser ricos en arcilla, la cual produce también coloraciones oscuras, estas a veces no se presentan, debido a la naturaleza calcárea del material parental y a la acumulación de CaCO_3 y otras sales, que se observan en estos suelos debido al clima seco y mal drenaje (17,34,43).

2.1.4. Densidad aparente.

La densidad aparente del suelo es el peso por unidad de volumen del mismo secado en estufa. Comúnmente se expresa en gramos/centímetro cúbico pero puede también expresarse en otras unidades como libra por pie cúbico.

La textura y el contenido de materia orgánica tienen gran influencia en los valores de densidad aparente; en general, los valores decrecen a medida que la textura se hace más fina-

(mayor espacio poroso) y el contenido de M.O. es mayor. En -- suelos encostrados a pesar de la abundancia de arcilla, son -- muy pobres en M.O. por lo que la agregación no es adecuada y -- el suelo se compacta, con lo que los valores de densidad apa-- rente son altos (34,43).

Cuando está expresada en gramos/cm³, la densidad aparente de los suelos superficiales de textura fina comúnmente se en-- cuentra entre los límites 1.0 al 1.3. Los suelos superficia-- les de textura gruesa están entre los límites de 1.3 a 1.8 --- (20).

2.1.5. Infiltración.

La infiltración es la penetración de agua en el suelo. -- Los factores que controlan la magnitud del movimiento del agua en la infiltración son:

- 1.- Porcentaje de arena, limo y arcilla del suelo. Las arenas gruesas favorecen el incremento de la infiltración.
- 2.- Estructura. Suelos con grandes agregados estables al agua tienen proporciones de infiltración más altas.
- 3.- Cantidad de M.O. del suelo. Altas proporciones de materia orgánica sin descomponer, propician que una mayor cantidad de agua entre al suelo.
- 4.- Profundidad del suelo. Las capas impermeables influyen en la infiltración. Los suelos delgados almacenan menos agua que los suelos profundos.

5.- Cantidad de agua del suelo. En general, los suelos mojados tienen menor infiltración que los suelos secos.

6.- Temperatura del suelo. Los suelos calientes tienen mayor infiltración de agua que los suelos fríos (34).

La infiltración es influida principalmente por las condiciones de la superficie. Una superficie compacta permite menos infiltración. El impacto de lluvia reduce la infiltración al sellar los poros, en especial en suelos dispersables con facilidad. Las superficies del suelo con capa vegetativa tienen más velocidad de infiltración que los suelos desnudos.

2.1.6. Permeabilidad.

Son las características que determinan la rapidez con que el aire y el agua se mueven a través del suelo.

El agua es movilizadada en el suelo como líquido a través de los macroporos. Esto significa que entre más grandes y numerosos sean los poros mayor será la permeabilidad (34,43).

La concentración y composición de las sales disueltas en el agua de riego también influyen sobre la permeabilidad del suelo. Si el agua es rica en contenido de sodio, producirá una dispersión rápida del suelo y así reducirá la permeabilidad. En el caso de que la concentración total de sal sea lo bastante elevada para impedir la dispersión, es posible que la permeabilidad permanezca invariable (43).

Al igual que la infiltración, también la permeabilidad puede controlarse muy bien mediante prácticas de administra---

ción adecuada. El cultivo continuo reduce la permeabilidad, a diferencia del desarrollo de hierbas de raíces profundas, legumbres y árboles que la aumentan.

En los suelos encostrados la permeabilidad disminuye debido a que la capa endurecida de suelo (costra), impide la entrada libre del agua al suelo, provocando que penetre menos cantidad de agua y disminuyendo la permeabilidad (33,34).

Las clases propuestas para medir la permeabilidad son:

- Muy lenta: menos de 0.15 cm/h (de lámina de H₂O).
- Lenta: 0.15-0.5 cm/h.
- Moderada: 0.5-15 cm/h
- Rápida: 15-25 cm/h.
- Muy rápida: más de 25 cm/h (31,34,43).

2.1.7. Capacidad de campo.

La capacidad de campo es la máxima cantidad de agua que puede retener un suelo en contra de las fuerzas de gravedad -- (2).

La capacidad de campo depende de la textura, estructura, proporción de espacios vacíos, contenido de M.O. y temperatura, siendo menor en verano que en invierno, ya que la tensión superficial disminuye con la temperatura.

Los valores de C.C. varían en los suelos bajo riego, siendo el 7% en arenosos hasta 40% en arcillosos (2,31).

2.1.8. Punto de marchitez permanente.

El punto de marchitez permanente de un suelo es la cantidad de humedad que se encuentra en el mismo; cuando la planta presenta síntomas de marchitamiento permanente por primera vez, es decir cuando sus tejidos se marchitan y ya no vuelven a su turgidez normal si no se les riega (2).

Cuando la tensión de humedad del suelo a través de la zona radicular es baja ó cercana a la capacidad de campo, las raíces absorberán más rápidamente de la parte superior del suelo, donde el oxígeno es más abundante y cerca de la planta debido a la menor resistencia que se encontrará en mover el agua a través de las grandes raíces al tallo.

En el caso de suelos encostrados, las capas superficiales del suelo, llegan demasiado rápido al punto de marchitamiento, por lo que la planta realizará mayores esfuerzos. Cuando las capas superficiales del suelo son rehumedecidas por la lluvia ó por el agua de riego, la absorción de agua se hace sin mayores esfuerzos al regresar a las capas superficiales del suelo, cerca de la base de la planta (31).

2.2. Propiedades Químicas de los Suelos de Encostramiento

2.2.1. Conductividad eléctrica.

La conductividad eléctrica es el recíproco de la resistencia específica. La resistencia específica es la resistencia medida en ohmios al paso de una corriente eléctrica de un conductor metálico ó electrolito de 1 cm de largo y con un área -

seccional de 1 cm cuadrado (2).

La acumulación de sales solubles en el suelo en grandes cantidades se debe principalmente a la influencia de las filtraciones, drenajes, y a las aguas de imigración seguidas de evaporación y evapotranspiración (2).

Los suelos pueden clasificarse según su salinidad y pH de la manera siguiente:

Suelos salinos: La conductividad eléctrica es superior a 4 mmhos /cm a 25°C. La cantidad de sodio intercambiable es de menos del 15% y el pH inferior a 8.5. Estos suelos tienen una costra superficial de sales blancas, que son en su mayor parte cloruros, sulfatos y carbonatos de calcio, magnesio y sodio.

Suelos alcalinos: Más del 15% de Na intercambiable, conductividad eléctrica abajo de 4 mmhos/cm a 25°C. Se trata de suelos de color negro debido al efecto de contenido elevado de Na, que origina una dispersión de la M.O. y una pérdida de la estructura deseable, el espacio poroso se reduce y se dificulta el movimiento de aire y agua en el suelo.

Suelos salino-alcalinos: Su conductividad eléctrica es mayor de 4 mmhos/cm a 25°C, el Na intercambiable es mayor de 15% y el pH es variable, generalmente arriba de 8.5. En las regiones áridas con suelos encostrados donde hay poca lluvia y elevadas temperaturas, existe una tendencia a la acumulación de sales solubles cerca de la superficie. Durante la época lluviosa, estas sales pueden moverse a las capas inferiores del suelo, pero después de la estación de lluvias, la evaporación-

intensa promovida por las altas temperaturas, lleva de nuevo a las sales a la superficie. Las sales solubles de Ca y Mg no provocan deterioración de la estructura del suelo como lo hacen las de Na (2,43).

2.2.2. Capacidad de intercambio catiónico.

Se denomina capacidad de intercambio catiónico, a la absorción de un catión por un núcleo ó micela coloidal y la liberación subsecuente de uno ó más iones retenidos por el núcleo (2).

Los suelos con problemas de encostramiento en teoría tendrían una C.I.C. alto por su condición arcillosa. Sin embargo el tipo de arcilla predominante es la montmorillonita expansiva, la cual reduce significativamente la C.I.C. Probablemente la explicación de esto sea que los iones se movilizan al interior entre los cristales de arcilla cuando ésta se encuentra húmeda (expandida); al deshidratarse y venir la contracción de los iones, quedan atrapados e inaprovechables para las plantas. La escasez de materia orgánica, la cuál actúa como regulador de la humedad, contribuye a que la contracción de arcilla sea más abrupta. También ocurre un proceso de intercambio aniónico, aunque en menor escala que el intercambio catiónico. El H_2PO_4 , SO_4^- , el NO_3 pueden intercambiarse mediante este proceso que ocurre principalmente en suelos con pH inferiores a 7 (33, 43).

2.2.3. Reacciones del suelo.

La reacción del suelo, es la característica de mayor importancia, que determina muchas propiedades físicas y químicas del suelo (2).

La reacción del suelo influye como un medio para el desarrollo de las plantas y de microorganismos deseables; dependiendo que el suelo sea ácido, neutro ó alcalino.

El pH depende de varios factores como la cantidad de lluvia, el drenaje del suelo, la naturaleza del material madre, calidad del agua de riego y período de tiempo que ha estado bajo cultivo el terreno, principalmente (34).

En los suelos con problemas de encostramiento, como los de la región se tienen valores pH elevados, debido a la pobreza de materia orgánica ya que estos suelos son ricos en carbonato de calcio (suelos calcáreos). Además, el acumulamiento de sales en las capas superiores hacen que estos valores de pH aumenten, ya que los régimenes de lluvia son malos en la región, por lo que las sales no drenan. El pH en estos suelos origina una reducción en la solubilidad y disponibilidad para las plantas de fierro, cobre, manganeso y zinc (16,43).

2.2.4. Materia orgánica.

La M.O. del suelo es el resultado de la acumulación de residuos de plantas y animales parcialmente descompuestos y parcialmente sintetizados. Este componente, es el tema principal en el presente estudio, tanto por su enorme importancia en el suelo, como por el hecho de que se empleó estiércol de gallina -

como fuente de M.O. en este experimento, por eso será tratado con mayor detenimiento.

2.3. Proceso de Encostramiento

Las costras en las superficies de los suelos son comunes; particularmente en zonas áridas y semiáridas en donde se tienen pocas cantidades de M.O. en el suelo y la cubierta vegetal es escasa. En estas condiciones, los suelos tienden a formar capas superficiales compactas bajo la acción impactante y aflojante de las gotas de lluvia, seguido de días soleados que resecan la superficie del suelo formándose la costra. El espesor de ésta puede variar de 1 mm a 5 cm ó aún más y son más compactas, duras y quebradizas cuando están secas, que el suelo que está debajo de ellas (19,22).

En los suelos calcáreos, como los de la región donde se realizó el presente estudio, la fuerza de los agregados y terrones puede deberse además a consecuencia de puentes ligaduras de CaCO_3 (25).

El encostramiento tiene efecto directo en la emergencia de las plántulas, la cual se dificulta debido a la obstrucción mecánica de la costra y origina daños y malformaciones en las raíces y el incipiente talluelo que intenta emerger. El efecto indirecto de la costra en el suelo incluye la disminución de la infiltración y percolación del agua y un aumento en el escurrimiento superficial; además, la costra interfiere con el intercambio de O_2 y CO_2 entre el suelo y la atmósfera, por lo

que también la actividad microbiana resulta afectada (19,28).

Evans, D.D. y Bool, S.W. (1968) mencionan que los efectos más importantes de las costras del suelo en las tierras cultivadas son las influencias que tienen en la emergencia de plántulas y en la penetración del agua. El efecto sobre la emergencia es más importante sobre todo en los cultivos de semillas pequeñas y cuando el tiempo de emergencia es crítico por causas de orden climático ó comercial. En algunos casos, el replante se hace necesario. Además, la costra hace el cultivo de plántulas más difícil por el posible daño que sufren. El agua aplicada a un suelo encostrado (de riego ó lluvia) penetrará muy lentamente, haciendo el riego difícil).

Chen, et. al. (1980), distinguen dos tipos de costras por sus mecanismos de formación:

a) Aquellas formadas como resultado del impacto de las gotas de lluvia, llamadas costras estructurales.

b) Aquellas formadas por la traslocación de finas partículas de suelo y su deposición a cierta distancia de su localización original, conocidas como costras deposicionales (15).

Chaudri, K.G.; Brown, K.W. y Holder, C.B. mencionan que muchos acres de tierras cultivadas son replantadas cada año como resultado de las pérdidas de la emergencia resultantes de las costras inducidas por la lluvia. Las pérdidas son no solo económicas sino también de tiempo, ya que debido al replante el ciclo se alarga y se pierde rendimiento a consecuencia de la menor estación de crecimiento.

Las costras son formadas como resultado de la compactación del suelo, debido al impacto de la gota de lluvia y la energía radiante del sol cuando el suelo seco se seca. Al caer las gotas de lluvia a un suelo seco, se produce una disgregación de los grumos, seguida por una dispersión y orientación de las partículas más finas y la obstrucción de los poros, al llevarse a cabo la penetración de estas partículas al suelo. Así se forma una capa compactada de mayor densidad global (19,33).

Las condiciones de sequedad y la fuerza de tensión superficial, causan una interacción y reorientación de las partículas dispersas, dando lugar a una contracción del suelo. En fotografías tomadas por Evans y Buol de un suelo arcilloso (36% de arcilla), se muestra que el arreglo de las partículas está orientado paralelamente al suelo, también se observa la ausencia de grandes poros. Es de esperarse que en este suelo haya una baja conductividad hidráulica y la dureza de la costra sea alta (19).

2.4. Funciones de la M.O. del suelo

1.- La M.O. que se encuentra en la superficie del suelo, reduce el impacto de la gota de lluvia que cae y permite que el agua penetre al suelo en forma serena, reduciéndose el escurrimiento superficial y la erosión hídrica y aumentando la cantidad de agua que se infiltra en el suelo (18,34,43).

2.- La descomposición de la M.O. produce sustancias aglu-

tinantes microbianas, que favorecen la agregación del suelo y ayudan a estabilizar la estructura del mismo, manteniendolo en estado granular suelto, que favorece la buena aireación y permeabilidad y reduce indirectamente la densidad aparente (7,11,34,43).

3.- La agregación que promueve la M.O. facilita la respiración de las raíces de las plantas, las cuales al pudrirse dejan conductos que facilitan el movimiento del agua en el suelo, favoreciendo su adecuado almacenamiento (34,43).

4.- Un suelo con alto contenido de M.O. tiene mayor capacidad de agua aprovechable para el desarrollo de las plantas, que el mismo tipo de suelo con menor M.O. (11,34,43).

5.- La M.O. es un depósito de elementos químicos esenciales para el desarrollo de las plantas, contiene la mayor parte del N del suelo y cantidades considerables de P y S. Al descomponerse la M.O. proporciona los nutrientes necesarios para las plantas en desarrollo, así como hormonas y vitaminas (7, 11,34,43).

6.- La M.O. aumenta la aprovechabilidad de algunos nutrientes contenidos en los minerales del suelo, ya que al descomponerse produce CO_2 y ácidos orgánicos que al reaccionar con aquellos liberan nutrientes en forma aprovechable por las plantas (7,11,34,43).

7.- La M.O. amortigua los cambios rápidos en el pH cuando se aplican fertilizantes al suelo (7,34,43).

8.- La capacidad de adsorción de cationes del humus es dos o tres veces mayor que la de los coloides minerales, por lo que el humus proporciona un almacén de cationes intercambiables disponibles. Además, también implica la lixiviación de los fertilizantes amoniacales, por que el humus retiene el amonio en forma intercambiable (7,11,34,41,52).

9.- La M.O. sirve como fuente de energía para el desarrollo de los microorganismos del suelo. Todos los heterotrofos por ejemplo, los fijadores de N, requieren de M.O. de la que obtienen C. Sin este elemento la fijación de N y otros procesos microbiológicos serían imposibles (11,34,43).

10.- La M.O. reciente, proporciona alimento para los organismos como la lombriz de tierra, hormigas, etc., los cuales perforan en el suelo canales y galerías. Esto, además de aflojar el suelo, mejora su aireación y permeabilidad (34,43).

11.- La M.O. reduce las pérdidas de suelo debidas a la erosión eólica (34,43).

13.- Las capas superficiales de M.O. tienen un efecto termoregulador en el suelo, ya que lo conserva fresco durante el verano y templado en el invierno, esto permite que en la agricultura las fechas de siembra puedan adelantarse, ya que al final del invierno, la M.O. proveerá de temperaturas más cálidas en el suelo.

14.- En suelos ácidos, la M.O. facilita la obtención de fósforo del suelo ya que al descomponerse libera oxalatos, citratos, tetratos y lactatos que se combinan con el Fe y Al con mayor rapidez que el fósforo. El resultado es un número menor-

de fosfatos de fierro y aluminio insolubles y más fósforo aprovechable para las plantas.

15.- En la descomposición de la M.O. por los microorganismos del suelo se liberan ácidos orgánicos que podrían contribuir a disminuir el pH en suelos alcalinos y volver aprovechables a los micronutrientes para los vegetales (18,34,38).

2.4.1. Composición de la materia orgánica del suelo.

La M.O. del suelo proviene de grandes cantidades de restos vegetales y desechos que se descomponene sobre la superficie, así como de porciones subterráneas y tejidos vegetales - aéreos incorporados mecánicamente al suelo, que se transforman en alimento para la microflora. Así mismo, los tejidos animales y de microorganismos y los productos de excreción también son sujetos al ataque (3).

La M.O. consiste en dos grupos principales:

a) Tejidos originales y sus equivalentes parcialmente -- descompuestos (compuestos no húmicos) y el b) el humus (19).-- Las sustancias húmicas son los constituyentes principales de la biomasa (carbohidratos, lípidos, ligninas, proteínas, etc.) Las sustancias húmicas son principalmente polímeros alifático-fenólicos, de alto peso molecular, amorfos y de naturaleza acidica debido a la presencia de grupos carboxilo (10).

2.4.2. Descomposición de la materia orgánica del suelo.

La descomposición de la M.O. tiene dos funciones para la

microflora: abastecerla de la energía suficiente para el crecimiento y suministrar el carbono necesario para la formación de nuevos materiales celulares.

Las células de la mayoría de los microorganismos contienen por lo general 50% de carbono aproximadamente. El proceso por el cual el sustrato se convierte en carbono protoplásmico, se conoce como asimilación. Bajo condiciones aeróbicas, del 20 al 40% del carbono del sustrato es asimilado, el resto se libera en forma de CO_2 ó se acumula como producto de desecho.

Suponiendo la incorporación al suelo de un residuo que tiene una amplia proporción de C:N, la microflora encargada de la descomposición se desarrollará dependiendo del suministro de nitrógeno disponible y de otros nutrientes inorgánicos y todo el nitrógeno inmediatamente aprovechable será asimilado y unido en compuestos orgánicos. Suponiendo que la comunidad aerobia contiene el 50% de carbono y el 5% de nitrógeno y que asimila un tercio del carbono del sustrato, entonces una unidad de nitrógeno disponible incorporado al material celular permitirá la asimilación de 10 unidades de carbono celular pero estará acompañado por la volatilización de 20 unidades de carbono como CO_2 . Aquí, ningún nitrógeno se pierde pues la demanda excede el suministro, pero se libera CO_2 y disminuye la proporción C:N conforme la población en la comunidad inicial muere y es descompuesta, el nitrógeno liberado será asimilado por poblaciones posteriores. La proporción C:N es más estrecha hasta que la proporción C:N alcance el equilibrio, alrededor de 10:1. En este punto el nitrógeno orgánico que se mine-

raliza ya no es necesario para el crecimiento microbiano y permanece en su forma orgánica. De aquí en adelante, la mineralización del nitrógeno y el carbono será paralela y la proporción C:N del humus en este punto alcanzó el valor determinado ampliamente por la química de la célula microbiana.

Los materiales naturales ricos en lignina son utilizados con menor rapidez por los microorganismos que los productos pobres en lignina. Es común encontrar que las tasas de descomposición de los restos vegetales son proporcionales a su contenido de lignina y la cantidad de esta en los restos vegetales puede ser de gran importancia para predecir la velocidad de descomposición más que la proporción C:N. Los tejidos jóvenes succulentos se metabolizan más rápidamente que los tejidos de plantas maduras. Conforme la planta envejece, su composición química cambia; el contenido de nitrógeno, proteínas y sustancias solubles en agua, desciende y aumenta la proporción de celulosa, lignina y hemicelulosa. Probablemente gran parte de la resistencia adquirida con la edad, es consecuencia de la abundancia de la lignina, aunque también pueden operar otros factores (3).

En general, los microorganismos atacan inicialmente los compuestos más fácilmente degradables y aumentan su número así como la cantidad de nuevos compuestos que sintetizan.

Tan pronto como el alimento fácilmente degradable se consume, el número de microorganismos disminuye y los microbios remanentes atacan a los compuestos resistentes. Con el tiempo todos estos compuestos se vuelven indistinguibles del humus original que tenía el suelo (11).

2.4.3. Composición del humus.

Se denomina humus, a la fracción activa de la M.O. del suelo. Para los suelos agrícolas se define como la porción bien descompuesta y estabilizada de la M.O. (10). Este es un complejo y una mezcla más bien resistente de sustancias café y cafés oscuras, amorfas y coloidales, modificadas de tejidos originales ó sintetizadas por varios organismos del suelo (11).

El humus está compuesto de tres principales grupos de compuestos orgánicos: lignina modificada, la cual resiste muy bien a la descomposición microbiana; proteínas, las cuales están protegidas por la lignina y arcilla y los poliurónidos, que son sintetizados por organismos del suelo. En base a esto, podemos afirmar que el humus es un producto que resulta de la descomposición y síntesis de compuestos orgánicos.

El humus es prácticamente insoluble en agua. Su contenido de nitrógeno varía de 3 a 6% el de carbono por lo general de 55 a 58%; el humus tiene una alta de intercambio catiónico. El intercambio está asociado con algunos grupos químicamente activos.

El humus absorbe grandes cantidades de agua y presenta las propiedades de expansión y contracción. No presenta propiedades de adhesión y cohesión tan marcadas como la de los coloides minerales y es menos estable debido a que está sujeta a descomposición microbiana, se ha demostrado que el humus del suelo es un factor importante en la agregación (formación estructural) (31).

El humus ayuda a mejorar las condiciones estructurales en suelos de textura fina, debido a su baja adhesión y plasticidad (33,43).

2.4.4. Influencia del medio ambiente en la descomposición de la materia orgánica.

La aireación y la humedad del suelo son factores que se relacionan, en general la buena aireación estimula la mineralización del C, pero también es necesario un cierto contenido de humedad, si éste es muy alto, la oxigenación del suelo será inadecuada y si por el otro lado, el agua es escasa aunque haya buena aireación, tampoco habrá una rápida descomposición de la M.O. Se ha observado que la mineralización del C es mayor a valores del 60 al 80% de la capacidad de retención de agua en el suelo.

El N es un elemento principal para el crecimiento microbiano en general, las sustancias ricas en proteínas son más rápidamente metabolizadas que los sustratos pobres en ellas porque su relación C:N es estrecha.

La temperatura es otro factor de gran influencia, la mineralización del C, es menor a temperaturas bajas y se incrementa con la temperatura hasta llegar a un nivel óptimo de 30-40° C.

El pH también determina el tipo de microorganismos involucrados en el ciclo del C en cualquier hábitat. Se ha observado que la descomposición de la M.O. se lleva a cabo con mayor rapidez en suelos con pH neutro.

El grado de desintegración del sustrato también afecta la velocidad de descomposición, descomponiéndose más rápido los materiales formados de partículas pequeñas (3).

Cierto número de investigadores han reportado que la tasa de descomposición de los materiales vegetales depende del contenido de nitrógeno de los tejidos, siendo metabolizados más rápidamente sustratos ricos en proteínas. Ya que las plantas de cultivo generalmente contienen casi la misma cantidad de carbono (casi el 40% de peso seco) su contenido de nitrógeno puede ser comparado usando la proporción C:N. Así un bajo contenido de nitrógeno ó una amplia relación C:N se asocia con una lenta degradación.

La madurez va acompañada por la lignificación. Los materiales naturales ricos en lignina son utilizados con menos rapidez por los microorganismos que los productos pobres en lignina. Los tejidos jóvenes suculentos se metabolizan más rápidamente que los tejidos de plantas maduras (3).

2.4.5. Cambios durante la descomposición de la M.O.

Al momento de incorporar M.O. al suelo, el contenido de O_2 decrece y aumenta el CO_2 de la atmósfera del suelo, además el potencial de óxido-reducción es cambiado a una condición más reducida de la gran actividad microbiana que es promovida por la adición de materiales orgánicos al suelo. En los tejidos suculentos, el grueso de la M.O. perdida durante la descomposición se deriva de los constituyentes celulósicos, hemicelulósicos y solubles en agua. Por el contrario-

la mayor parte del peso perdido en materiales leñosos es el resultado de la desaparición de la celulosa. El metabolismo de los componentes fácilmente degradables va acompañado de un cambio cualitativo en la fracción restante, ésta experimentará -- cambios debido a las células microbianas formadas recientemente. Por el contrario, el contenido de hidróxido de los resi-- duos restantes descienden, mientras que el contenido de carbo-- xilo y la capacidad de intercambio de cationes se elevan con-- forme progresa la putrefacción.

2.5. Preparación de Estiércol e Incorporación al suelo como un Aportador de M.O.

2.5.1. Composición del estiércol.

El estiércol está constituido por dos componentes; el sólido, en el cual están contenidos la mayoría de los nutrien-- tes, y el líquido el cual contiene elementos nutritivos que -- pueden ser aprovechados por las plantas inmediatamente. El -- excremento sólido, contiene en promedio la mitad del nitrógeno ó más casi la tercera parte del potasio y aproximadamente todo el fósforo que es excretado por el animal (ver Tabla 1) [5,43].

Tabla 1. Destino de los nutrientes consumidos

	N(%)	P(%)	K(%)
Aprovechado por el animal	25	20	15
Eliminado en la parte sólida	25	78	15
Eliminado en la orina	50	2	70

Existen numerosos trabajos que reportan el contenido de nutrientes del estiércol en porciento (25,26,27,28,6, 29) sin embargo, los datos son muy variables ya que el contenido de nutrientes dependerán de: la clase y edad del animal, su tipo de alimentación, salud del animal, trabajo que se efectue o cantidad de leche producida (37). Tirado (47) proporciona los resultados de análisis químicos de estiércoles de distintas especies de ganado, provenientes de muestras de diferentes partes de la República Mexicana. Los datos se muestran en la Tabla 3.

El N presente en la orina se encuentra principalmente como urea, y ácido úrico e hipúrico, compuestos los cuales no son volátiles a temperatura ordinaria, pero los estiércoles contienen organismos capaces de disolver rápidamente estos compuestos con la formación de amoníaco, el cual al combinarse con agua y dióxido de carbono forman el carbonato de amonio, el cual es inestable, tiende a descomponerse y liberar amoníaco, sobre todo en presencia de altas temperaturas $(\text{NH}_4)_2 \text{CO}_3 \text{ --- } 2\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$. Este compuesto puede llegar a perder todo su amoniaco al secarse. Podemos observar que la inestabilidad del nitrógeno presente en la orina será motivo de gran precaución en el manejo de estiércoles.

La orina constituye el 20 al 40% del peso total del estiércol de cualquier animal (en caballos es el 20% mientras que en cerdos es el 40%), y como contiene 2/3 del potasio y poco menos de la mitad del nitrógeno, resulta obvio que la orina es más concentrada y por ende, de mayor valor que la porción

sólida. El fósforo aunque se presenta en pobres cantidades, se encuentra en su mayor parte en la porción sólida. El potasio sin embargo, se encuentra en mayor cantidad en la parte líquida que en la sólida.

Es importante señalar que el agua es uno de los constituyentes más variables del estiércol.

El estiércol de cabra y el de gallina, tomando como base una tonelada contiene cantidades mucho mayores de elementos nutritivos que cualquier otro tipo de estiércol, aunque estos dos tipos de estiércol, contienen mucho menor cantidad de agua, es por esto que los estiércoles de cabra y gallina se calientan con mayor rapidez que los de vaca al ser almacenados, prefiriéndose en la preparación de camas calientes (44).

La gallinaza es comparativamente rica en fósforo y si se dispone de ella en cantidades suficientes, constituye una adición valiosa para el suelo, porque nos ayudará a compensar la falta de fósforo de los otros estiércoles (34,44).

Se puede realizar una comparación en cuanto a valor nutricional de los diferentes estiércoles, al observar la Tabla 2.

Las cantidades de elementos nutritivos del estiércol no están completamente disponibles para las plantas, cuando menos, durante los primeros meses después de la aplicación del estiércol, sin embargo, conforme pasa el tiempo, estos nutrientes son liberados paulatinamente para ser aprovechados por las plantas (14).

Tabla 2. Composición porcentual media del estiércol fresco --- (sólido+líquido) de algunos animales de granja.

Clase de animal	Humedad	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	SO ₃
Vaca	80	0.55	0.23	0.60	0.80	0.20	0.10
Caballo	60	0.70	0.25	0.75	0.60	0.40	0.20
Cerdo	85	0.50	0.35	0.40	*	*	*
Cabra	70	0.45	0.30	0.90	0.60	*	*
Oveja	65	1.45	0.50	0.13	1.75	0.70	0.50
Gallina	10	1.50	1.00	0.40	1.20	0.30	0.60

Nota: Los datos donde aparece *, no se dan a conocer por ser poco confiables. Fuente: Teuscher (44).

2.5.2. Cuidado y conservación del estiércol.

El manejo y la aplicación del estiércol involucra una serie de cuidados para la conservación del nitrógeno, el cual -- tiende a escapar, particularmente el de la orina, donde este - elemento es particularmente inestable. Lo más aconsejable se ría llevar el estiércol lo más rápido posible al campo después de haber sido colectado, ya que de ésta manera, será mucho mayor su concentración de nitrógeno, aunque obviamente es imposi ble enterrar el producto diariamente a medida que se recoge.

En el almacenamiento del estiércol se deben tomar todas - las precauciones prácticas para que las pérdidas sean mínimas, y deben de tomarse en cuenta los costos que éste ocasiona. El manejo del estiércol además de aumentar su costo, disminuye su valor al exponerlo al aire, incrementándose así las pérdidas -

por descomposición [5,29,44,45].

Otro método que puede usarse, consiste en depositar el estiércol en zanjias. El proceso comienza con la colocación de una cama de paja ó basura de granja debajo de cada animal cada noche, para la absorción de la orina. Cada mañana, deben mezclarse bién esta cama y los excrementos y llevarse al foso del abono. Una vez lleno el depósito, se cubre usando una capa de tierra, a los tres meses el abono estará listo para su uso (43).

Martínez et.al. (29), dice que debido al efecto del sol, la lluvia y el viento que causan un efecto empobrecedor en el estiércol, existe la necesidad de construir estiercoleros para evitar que los estiércoles se conviertan en montones de paja ó rastrojo, formados principalmente por celulosa, con poco valor fertilizante, pudiendo utilizarse en éste caso, como un simple mejorador de suelo, cuyos resultados son poco efectivos.

2.6. Efecto de la Aplicación del Estiércol en el Mejoramiento de las Propiedades Físicas y Químicas del Suelo

2.6.1. Efecto residual del abono de estiércol.

Las reservas nutritivas contenidas en el estiércol no son inmediatamente accesibles. El abono no realiza todo su efecto el mismo año de su aplicación, sino que actúa aún mucho después de ella.

Baeyens (1970) citado por Villarreal, menciona que es necesario distinguir dos efectos del estiércol en el suelo, uno relativamente inmediato y otro remanente. En los suelos areno

sos, el estiércol actúa durante el primer año especialmente, - mientras que en suelos francos ó pesados, el efecto del estiér- col subsiste incluso hasta el cuarto año (51).

El transcurso del tiempo el cuál pueden observarse los re- sultados ó efectos de una aplicación de materia orgánica, so- bre el crecimiento de un cultivo es muy notable. Según datos- citados por diversos investigadores de Rothamsted, Inglaterra, se encontró que los efectos de aplicación de 32 ton/ha de es- tiércol durante 8 años fueron observables cuarenta años des- - pués del último tratamiento. Estos son desde luego, casos muy extremos, ya que las cantidades aprovechables de estiércol que se obtuvieron fueron observables sólo de 3 a 4 años de la últi- ma aplicación (11,40).

Millar (1964), menciona que el estiércol tiene un efecto- residual considerable pero, el cultivo para el cual se aplica- resulta el más beneficiado. En consecuencia, en algunas rota- ciones son aconsejables aplicaciones frecuentes, aunque más li- geras (31).

El efecto residual del estiércol se debe en gran parte, a su lenta descomposición, lo que lo hace más duradero en el te- rreno, en contraste con los abonos verdes, los cuáles son de - rápida descomposición y aprovechamiento para los cultivos (45, 49).

Villarreal (1978), menciona que existen dos clases de es- tiércol: el estiércol frío (bovino y cerdo) y el estiércol ca- liente (proveniente del caballo, ovejas y aves de corral). El

autor afirma que los estiércoles calientes evolucionan más deprisa porque son más concentrados, se calientan y maduran más fácilmente y contienen muchas sustancias hidrocarbonadas fácilmente fermentables, su mineralización es más rápida y su acción es más ó menos prolongada. En cambio, los estiércoles fríos, tienen una acción más lenta, pero más duradera, debido a su contenido de sustancias de difícil descomposición (51).

Experimentos llevados a cabo en Iowa, E.U.A. han demostrado que aplicaciones de estiércol al cultivo de maíz, han producido un efecto residual hasta por 4 años (11).

Herron y Erhart en 1965, hicieron un estudio en un suelo limoso calcáreo, encontrando que cada tonelada inglesa de abono de gallina (ó c/453,6 kg) que se aplicaba al suelo, producía un incremento en el rendimiento de sorgo de grano, equivalente al que producían 11 libras de N químico por acre (59.9 kg N/ha). Se observó que el valor residual decreció la mitad cada año, hasta llegar al cuarto año después de la aplicación del estiércol, cuando cada tonelada inglesa de abono dejó un residuo equivalente a dos libras de N por acre (10.9 kg de N/ha) (26).

Acosta (1) en un experimento sobre efecto residual de abonos orgánicos encontró que para producción de materia seca, la gallinaza resultó ser la más eficiente, siguiéndole el estiércol y luego el compost, tanto para maíz, trigo y sorgo. Además encontró que para los 3 cultivos y los tres abonos, dosis de 40 ton/ha producían la mejor respuesta.

Por otra parte, Lund y Basil (1980), condujeron un experimento durante 4 años, en donde aplicaron abonos de gallina en dosis que iban de 0 a 270 ton/ha. Encontraron que, en el transcurso de los cuatro años, la cantidad tomada de N por los cultivos de mijo perla y centeno utilizados en la rotación, aumentó significativamente, así como también se incrementó la movilidad del P, K y Mg en el suelo (27).

Cheng citado por Arreola (6), indica que el efecto residual de los estiércoles es más importante que su efecto en comparación con los fertilizantes químicos. Esto queda de manifiesto en las observaciones que se lleven a cabo tanto del cultivo como del suelo.

Las aplicaciones de estiércol, por lo general nos muestran una influencia muy favorable sobre el rendimiento de los cultivos durante varios años. Estos efectos observables durante más tiempo que los efectos producidos por los fertilizantes (45,49).

Esta sugerencia se puede cambiar bajo casos excepcionales, como por ejemplo, cuando se dispone de estiércol en cantidades suficientes y se van a levantar cosechas especiales; en estos casos se recomienda la aplicación anual (44).

2.6.2. Efecto de la aplicación de estiércol en la estructura del suelo.

La estructura del suelo, es la forma en que las partículas individuales del mismo se arreglan ó disponen, para formar

patrones definidos ó agregados (43). Para producir estos agregados deberá existir un mecanismo que agrupe las partículas y las mantenga más ó menos firmes y persistentes, la fracción coloidal del suelo es la encargada de llevar a cabo esta tarea. Existen tres grupos de material coloidal importantes como material cementante, a) los minerales arcillosos, b) los óxidos coloidales de fierro y aluminio y c) la M.O. coloidal, incluyendo las gomas bacterianas.

La M.O. es probablemente el mayor agente en la producción de granulación, ya que no solo une, sino que también aclara y reparte, haciendo posible la porosidad característica de los agregados individuales del suelo. Las raíces de las plantas son también promotoras de la granulación, tanto por la degradación de la M.O. distribuida, como por la acción erosiva de sus ramificaciones.

La floculación es el primer paso en la agregación del suelo. La cementación ó estabilización de los flóculos los convierte en agregados (34). Las partículas coloidales son cuerpos eléctricamente cargados, las moléculas dipolares de agua se adhieren fácil y firmemente a ellas.

A medida que se pierda agua y el mineral coloidal se deshidrata este se pega y sirve como material cementante formando un agregado. Así, el agua actuando en conjunto con los coloides constituye la fuerza principal que induce la agregación del suelo y el material coloidal es el agente cementante final (31).

Robinson citado por Elizondo (18) indica que la M.O. asociada con la arcilla y posiblemente adsorbida a ésta, forma la fracción más efectiva en la estabilización de los agregados -- del suelo. Esta M.O. afecta las propiedades de las arcillas, - proporcionándoles mayor estabilidad que cuando actúan solas, - ya que les reduce su capacidad de hinchamiento, eliminan las - fuerzas del aire atrapado y les resta poder de hinchamiento.

Anderson citado por Elizondo (18), reporta un incremento en la producción de maíz al aumentar la estabilidad de los a-- gregados, y que la producción declina cuando este nivel es superior al 50%. Este investigador considera que la disminución en la producción a bajos niveles de agregados estables al agua, se debe a la pobre aereación radicular y en altos niveles de - agregación. Se presenta una excesiva respiración, consumiéndose se el sustrato que de otra manera se hubiese utilizado en las- funciones de desarrollo y producción.

Mazurak et. al. citado por Nieto (33) encontraron que la aplicación de estiércol a razón de 390 ton/ha. aumentaba la es tabilidad de los agregados de un suelo migajón arcillo arenoso. Estos autores afirman que dicha estabilidad está asociada con la conversión a largo plazo de la M.O. a humus, ya que el efec to benéfico se observó aún cuatro años después de aplicado el- abono al suelo. Estos mismos autores, en otro estudio expli-- can que en un suelo abonado, los agregados fueron separados -- con más facilidad por el impacto de las gotas de lluvia que en los testigos, sin embargo la dureza de la costra fué menor y -

la estabilidad de los agregados separados, mucho mayor en suelo donde se aplicó estiércol, por lo que los agregados no son fácilmente arrastrados y la superficie del suelo permanece abierta a la entrada de agua.

Quirk y Pannabokke en 1962, citados por Meredith, encontraron que la humectabilidad en suelos arados fué mayor que en suelos virgenes, esto fué atribuido a la naturaleza inestable de los suelos arados. Aylmore y Quirk (1959) citados por el mismo autor, han sugerido que el agua añadida al suelo es atrapada entre la red abierta de los dominios de la arcilla ó grupos de cristales orientados, los cuales han sido previamente unidos directa ó indirectamente por los materiales orgánicos del suelo [32].

Por otra parte, la M.O. interactúa con algunos metales como el Ca, para formar complejos e interacciones muy positivas en la formación de agregados del suelo. El Ca promueve la agregación, al contrario que el Na, el cual rompe la estructura en los suelos donde abunda como catión adsorbido por los coloides del suelo [22].

2.7. 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 unidad de volumen y la porosidad está relacionada con el número de contactos superficia

les. La cohesión de los suelos secos se determina midiendo la resistencia a la ruptura de un pequeño ladrillo de secado, fabricado con una muestra de suelo, la cual se denomina resistencia a la rotura ó módulo de ruptura. En general, la determinación consiste en secar al aire una muestra de suelo, colocarla luego en un molde rectangular, se remoja bien y se somete luego a secado a más ó menos 50°C de temperatura. El ladrillo resultante, se rompe aplicando presión justo en su parte media. Para un ladrillo rectangular, el módulo de ruptura S (dinas/cm²) se calcula con la siguiente ecuación:

$$S = 3 FL/2bd^2$$

donde F (dinas) es la fuerza de ruptura, L es la distancia en centímetros entre las barras que sostienen al ladrillo, b es el ancho y d el espesor del ladrillo en centímetros. El resultado también puede expresarse en bares (1 bar=10⁶ dinas/cm²).

El módulo de ruptura se emplea como un índice del encos--tramiento del suelo en base a las dos siguientes suposiciones: a) las propiedades físicas del ladrillo simulan las costras naturales y b) el módulo de ruptura representa la fuerza de las plantitas recién nacidas para romper la costra (Richards, 1953; Lemus y Lutz, 1957 citados por Baver) (9,22).

2.7.1. Efecto de la aplicación de estiércol en la densidad aparente del suelo.

La densidad aparente se encuentra directamente relaciona-da con la estructura del suelo. Los suelos que presentan bue-

na agregación (suelos no compactados), y altos contenidos de M.O. tendrán valores más favorables para los suelos agrícolas.

Unger y Stewart (1974), encontraron que al aplicar estiércol de gallina a razón de 268 ton/ha a un suelo arcilloso del estado de Texas, la densidad aparente del mismo bajó de 1.37 g/cm³ en el testigo a 1.12 g/cm³, al utilizar estiércol de gallina como abono orgánico (50).

La compactación de un suelo fuerza al material sólido dentro de los poros del suelo, esta reduce el espacio poroso y aumenta la densidad aparente. Las labores de cultivo y la adición de M.O. aumentan la agregación y por lo tanto, disminuyen la densidad aparente, además, la M.O. pesa mucho menos que un volumen igual de sólidos minerales y por lo tanto, un suelo con alto contenido de M.O. será menos denso (34).

En tanto, Tiarks, et. al. (1974) registraron a su vez una disminución de la densidad aparente de un suelo migajón de gallina como abono orgánico (46).

La granulación tiende a una forma mullida, condición porosa que reduce de unos valores bajos de densidad aparente. Por consiguiente, la densidad aparente de un suelo superficial bien granulado, de marga limosa será seguramente más baja que la de marga arenosa. Incluso en suelos de igual textura, en la superficie se observan grandes diferencias de densidad aparente cuando se compararon niveles de horizontes semejantes. Además, hay tendencias diferentes para la densidad aparente a medida que se penetra en el perfil, como consecuencia del bajo

contenido de M.O., menor agregación y penetración de raíces y una mayor compactación causada por el peso de las capas superficiales (11).

2.8. Efecto de la Aplicación de Estiércol sobre la Infiltración y Captación de Humedad del Suelo

El valor de los estiércoles como abonos orgánicos, estriba en su valioso efecto sobre la estructura física del suelo. A medida que se va descomponiendo el material orgánico aplicado, se producen sustancias como el humus, que además de conferirle el grado de fertilidad natural, favorece una mayor retención de humedad, indispensable para que los elementos nutritivos se pongan en solución y sean más fácilmente tomados por -- las raíces de las plantas.

Bower, citado por Richards, encontró que la aplicación de 123.5 ton/ha de estiércol a un suelo sódico, aumentó la agregación del suelo, esto fué acompañado por un aumento en la infiltración de casi el triple, así como una significativa reducción de la densidad aparente (38).

La M.O. retiene una cantidad de agua equivalente a varias veces su propio peso, la capacidad de retención es de $(1.28 \times 2) = 25.6$ mm de agua para 100 cm de profundidad.

Mathers, et. al. (1977) realizaron un estudio para observar el efecto de la aplicación de estiércol en la calidad de -- agua de escorrentía y la infiltración. Encontraron que el -- avance del agua en los surcos de las parcelas abonadas era más

bajo y la toma de agua más alta, que en las parcelas donde no se aplicó abono. Esto se reflejó en un aumento del rendimiento del sorgo de grano en los tratamientos abonados, a pesar de que se fertilizó todo el experimento, los investigadores explican que esto es porque existe una mayor retención de humedad aprovechable en el suelo tratado con estiércol.

La M.O. tiene una gran influencia en la capacidad de retención de agua de un suelo, que por sí presenta valores deficientes. En muchos casos, el establecimiento de cultivos representa una pérdida de M.O. del 1%. Sin embargo, la influencia de ésta pérdida es mucho más elevado de lo que podría preverse, ya que al mismo tiempo ha disminuido la velocidad de infiltración del agua.

Gilbertson (1979), Van Doren y Allmaras (1978), citados por Campos, aseguran que la aplicación de estiércol y rastrojo reducen la evaporación directa del agua y aumentan la infiltración, la capacidad de retención de humedad y la fertilidad del suelo. Campos (1983), corroboró estas afirmaciones en un estudio realizado en Chapingo, México, él aplicó cantidades de 0.5 y 10 ton/ha de estiércol y 0 y 5 ton/ha de rastrojo en un suelo migajón arenoso. Los resultados de su estudio, indicaron que el estiércol produjo un aumento de la humedad retenida a capacidad de campo de 16 a 20% de contenido de humedad (12).

2.9. Efecto de la Aplicación de Estiércol sobre la Capacidad de Intercambio Catiónico (C.I.C.) del Suelo

El humus es altamente coloidal, pero a diferencia de su contraparte mineral en el suelo (la arcilla), es amorfo y no cristalino, su área superficial y su capacidad adsortiva son mucho mayores que los de cualquier arcilla. Así la C.I.C. de las arcillas de silicato varía de 8 a 150 meq por 100 g de suelo, mientras que la C.I.C. del humus bien desarrollado se encuentra entre valores de 150 a 300 meq por 100 g de suelo (ambos rangos a una temperatura de 25°C) (11).

En el proceso de C.I.C. toman parte dos componentes principales: las partículas coloidales del suelo o sea la M.O., los hidróxilos y minerales arcillosos que funcionan como combinadores y los cationes disueltos en la solución del suelo que funcionan como componentes cambiables (11).

La C.I.C. de la M.O. (o humus), es relativamente alta, y se halla comprendida entre los 150 a 250 miliequivalentes/100g y se explica por la gran cantidad de grupos periféricos funcionales que contienen (34).

Blasco, afirma que en suelos de trópico, la C.I.C. dependiente de la M.O., puede llegar a significar el 80% de la C.I.C. total del suelo (10).

Baver (1930), encontró que la capacidad adsortiva de cationes del suelo se incrementó de 30 a 60% más, en los suelos donde aplicó M.O. que en los que no fueron abonados (8).

El humus del suelo, como un complejo coloidal está organizado de la misma forma que la arcilla, la lignina, poliurónidos y otros constituyentes modificados funcionan como un complejo de micelas. En condiciones ordinarias, estas se encuentran cargadas negativamente, pero en lugar de estar constituidas principalmente de sílice, oxígeno, aluminio y fierro como los cristales de silicato, las micelas húmicas están compuestas en su mayoría de carbono, hidrógeno y oxígeno con menores cantidades de nitrógeno, azufre, fósforo y otros elementos.

Las cargas negativas provienen de los grupos carboxilo (R-COOH) hidróxilo (-OH) fenólico ($\text{C}_6\text{H}_4\text{O}^-$) e imídicos ($\text{R}-\text{C} \begin{array}{l} \text{=O} \\ \diagdown \text{N} \\ \diagup \end{array} \text{R}'$)

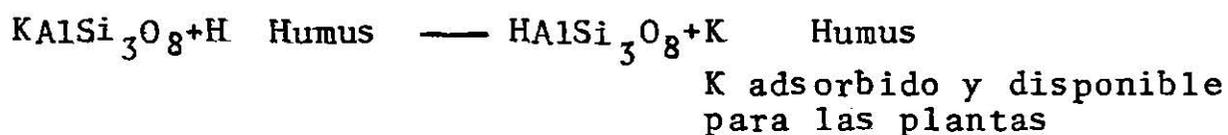
expuestos a partir de los cuales, al menos una parte del H puede ser reemplazado por el intercambio catiónico (11,34).

Las micelas húmicas como las partículas de arcilla, cargan una gran cantidad de cationes adsorbidos (Ca^{++} , H^+ , Mg^{++} , K^+ , Na^+ , etc.) como se muestra en la Figura 1.

Unidad central de	$-\text{O}^-$	Ca^{++}
humus coloidal,	COO^-	H^+
principalmente formado de C e H	COO^-	K^+
	O^-	Mg^+ , etc.
	cargas	iones
	negativas	adsorbidos

Figura 1. Esquema de la micela húmica, con algunos cationes adsorbidos. Fuente: Brady, N.C. 1974, Nature and Properties of Soils.

Cuando el coloide húmico está saturado con H^+ se incrementa la disponibilidad de ciertos nutrientes bases, como el Ca, K, Mg. Tal parece que el H-humus (como en el caso del H de la arcilla), actúa como un ácido ordinario y puede reaccionar con los minerales del suelo, de tal forma que extrae sus bases. El humus ácido tiene una capacidad inusual de intervenir como un transferente, puesto que el ácido orgánico es comparativamente fuerte. Una vez que el intercambio se lleva a cabo, las bases así afectadas son sostenidas en una condición adsorbida débilmente y son aprovechables por las plantas superiores, como se ve a continuación:



Lund citado por Nieto (32), encontró que las aplicaciones de estiércol, incrementaron significativamente la C.I.C. de los suelos que estudió. Estos resultados nos muestran la marcada influencia que ejerce la M.O. sobre la C.I.C. de los suelos.

2.9.1. Efecto de la aplicación de estiércol en la cantidad y disponibilidad de nutrientes en el suelo.

La gran cantidad de CO_2 que se produce durante la descomposición de la M.O. es de gran importancia para la liberación de ciertos nutrientes, del fósforo inorgánico especialmente. El CO_2 disuelto en agua da origen a la formación de ácido carbónico. Como consecuencia ocurre una disminución del pH del

suelo. Este efecto puede ser de gran importancia en los suelos neutros ó alcalinos. Bajo estas condiciones, la disminución temporal del pH aumentará la proporción de otros elementos liberados como el boro, zinc, manganeso y fierro, así como el fósforo.

Deficiencias de zinc han sido observadas algunas veces en suelos ricos en M.O. resultando especialmente del tratamiento con estiércol. En otros casos, la esterilización de suelos deficientes en zinc, ha conducido a una corrección de la deficiencia. Fué observado el mismo efecto al esterilizar al suelo con vapor, éter ó formalina. Estos estudios sobre el efecto de esterilización fueron llevados a cabo en 1930 y generalmente, no han sido proseguidos. Si estos efectos son reales ellos seguirían que los organismos vivientes por sí mismos pueden estar involucrados en la inmovilización del zinc.

Los efectos de la M.O. sobre la disponibilidad del zinc, no pueden separarse de los efectos del fósforo y quizá de otros constituyentes de la M.O. La opinión más generalizada, es que la M.O. "perse" probablemente no es significativa en la inmovilización de zinc (48).

Por otra parte, ha sido comprobado que en los suelos ricos en M.O. y de pH neutro, los cultivos particularmente las legumbres y cereales pequeños, exhiben varios grados de deficiencia de manganeso.

Las aportaciones de estiércol, frecuentemente dan como resultado, que aparezcan síntomas de deficiencia a valores bajos

de pH, más que en los suelos con un bajo contenido de humus. - Esto ha conducido a la creencia que los estiércoles formarán - complejos insolubles con el manganeso divalente convirtiéndolo así, en no disponible para las plantas.

Con frecuencia se observa en el campo, que la deficiencia en manganeso es más severa, cuando los suelos están encharcados. A medida que los suelos se van secando y la estación va aumentando en temperatura, desaparecen los síntomas. Esto podría estar relacionado a cambios en el pH del suelo realizados por una actividad microbiológica aumentada. Se ha encontrado que el pH de estos suelos es mayor en invierno, frecuentemente más de 7. Sin embargo, durante el verano el valor del pH de los mismos suelos puede ser menor de 6.5, probablemente como resultado de una actividad microbiológica aumentada (48).

Bastidas y Lavin (1975), mencionan que los efectos de la M.O. del suelo, están directamente relacionados con la acción de diversas sustancias orgánicas sobre el contenido mineral. - Estos autores citan a Ravich y Shcherbo quienes en 1928 detectaron la disolución de calcita (CaSO_3) magnesita (MgCO_3) y siderita (FeCO_3), en presencia de productos metabólicos de ácido láctico y butírico bacterianos. La acción de estos fenómenos es muy importante, porque son los responsables de poner a disposición un gran número de elementos químicos para la alimentación de las plantas (7).

Guzmán et. al. (1980), encontraron que en suelos francos, la fermentación de estiércol de gallina en condiciones aeróbi-

cas, favorece mejor que la de condiciones anaeróbicas, la solu bilización de la roca fosfórica (24). De esta forma, se puede notar que una de las maneras en que el estiércol y en general la M.O. influyen sobre el contenido de nutrientes aprovecha--- bles por las plantas en el suelo, es mediante la solubilizac--- ción de sus minerales por los ácidos orgánicos que se forman a partir de la descomposición de la M.O.

Algunos experimentos realizados en nuestro país, como algunos llevados a cabo en la Comarca Lagunera, han revelado que la aplicación de 20 ton de estiércol de corral, puede aportar al suelo 300 kg de N de los cuales el 75% se mineraliza el pri mer año proporciona además, 220 kg de fosfatos, que paulatina--- mente se van haciendo disponibles para las plantas (4).

Tirado (1979), menciona que la eficiencia del uso de abo--- nos químicos aumenta significativamente aunque se apliquen abo--- nos orgánicos en bajas dosificaciones. En su estudio, demos--- tró que con sólo aplicar de 2 a 5 toneladas de estiércol por hectárea, se pueden tener buenas respuestas a la aplicación de--- fertilizantes químicos (47).

2.10. Efecto de la Aplicación de Estiércol en la Erosión del Suelo

Es lógico llegar a suponer que la M.O. como agente agre--- gante del suelo, es un importante componente que reduce la ero--- sión hídrica y eólica del suelo, tan comunes en regiones ári--- das y semiáridas. Mathers, et. al. por ejemplo, reportan que---

la aplicación de abonos orgánicos impide la pérdida de nutrientes por erosión hídrica ya que en su experimento, el agua de escorrentía en los suelos abonados no contenía cantidades apreciables de NO_3 , Cl ni P (30).

La M.O. no descompuesta que se acumula en la superficie del terreno cultivado, actúa como protección contra el impacto directo de las gotas de lluvia. Al quedar el suelo lleno de agua, ésta M.O. impide la fácil traslación de las aguas.

La M.O. posee una alta capacidad de retención de agua, absorbiendo 2 a 3 veces su propio peso de agua, sin embargo, esta característica es sólo una pequeña parte de la gran influencia del humus. La disminución en la cantidad de aguas desbordadas y en la erosión, se debe al aumento de la capacidad de infiltración y a la mayor estabilidad de los agregados (23,42).

La aplicación de pequeñas cantidades de estiércol con cierta frecuencia, da mayores resultados en cuanto a rendimiento de cosechas y defensa contra la erosión, que la aplicación de grandes cantidades y a intervalos mayores. El uso de 20 ton/ha cada 4 años, por ejemplo, es más eficaz, desde el punto de vista fertilización y conservación, que el empleo de 40 toneladas/ha cada 8 años.

La aplicación de estiércol en otoño, a terrenos de cierta pendiente, principalmente en suelos pesados puede determinar alguna pérdida de elementos nutritivos del estiércol, sin embargo, éstas pérdidas quedan sobrecompensadas por la protección que proporciona el estiércol contra la erosión del suelo en estas laderas inclinadas.

Ya sea para efecto de fertilización, como para conservación del suelo, se recomienda distribuir el estiércol de un modo uniforme. Para tal efecto, se deberá usar una máquina distribuidora, ya que si se distribuye a mano, la uniformidad será mucho menor (23,42).

III. MATERIALES Y METODOS

3.1. Localización del Experimento

El presente estudio se llevó a cabo en el Campo Experimental de la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León (F.A.U.A.N.L.) ubicada en el Municipio de Marín, N. L. Las coordenadas geográficas del campo experimental son 25° 53' latitud norte y 100°3' longitud oeste, con una altura sobre el nivel del mar de 367.3 metros.

El clima en la región según la clasificación de Koppen, modificada por Enriqueta García es el siguiente:

$$BS_1 (h')hx'(e')$$

donde los términos significan:

BS_1 : Clima seco ó árido, precipitación anual promedio de 573mm distribuidos principalmente en verano, siendo éste, el menos seco de los climas BS.

$(h')h$: Temperatura promedio anual sobre 22°C y bajo 18°C la temperatura promedio del mes más frío.

x' : El régimen de lluvias se presenta como intermedias entreverano e invierno, con un porcentaje de lluvia invernal mayor al 18%.

(e') : Muy extremoso, oscilación anual de temperaturas medias mensuales mayor de 14°C.

El tipo de suelo, donde se realizó el presente experimento es de tipo Feozem calcáricos, con textura de tipo arcillosa

3.2. Materiales y Métodos

3.2.1. Semilla de frijol variedad Delicias 71.

Las características más importantes de esta variedad, según el Centro de Investigaciones Agropecuarias de la F.A.U.A.-N.L. son:

Caracteres	Descripción
Días a primera flor	45 a 65
Días a última flor	71 a 83
Días a madurez fisiológica	90 a 108
Días a madurez comercial	100 a 120
Tamaño de grano	Intermedio
Color del grano	Pinto crema con café
Forma del grano	Cilíndrica
Rendimiento de grano	657 a 1500 kg/ha

3.3. Aparato Medidor del Módulo de Ruptura

Este aparato, consiste en una plataforma de madera, sobre la cual va acoplado un marco del mismo material y una balanza granataria. El marco, tiene un tornillo que va roscado libremente a una tuerca incrustada en el travesaño, la cual permite tener movimiento vertical ajustable. El tornillo trae soldada una navaja cortapluma, de tal manera que al girar el tornillo hacia la derecha ó hacia la izquierda, podremos regular la posición de la navaja según convenga. La función de la navaja es la de cortar los pequeños bloquitos, provenientes de las diferentes muestras del suelo y que simulan la costra en el --

Campo.

La balanza granataria fué colocada de tal forma que el -- centro del plato de ésta, quedará justo debajo de la navaja -- cortante. Al centro del plato de la banaza, se le acopló la -- pequeña base que sostiene a los bloquecitos y en ella van in-- crustados en forma paralela dos placas metálicas, cuya función es la de sostener al bloquecito. De ésta forma, al agregarle -- peso a la balanza, el plato de ésta, se eleva junto con el blo -- quecito el cual con un determinado peso, sería quebrado en su -- parte media al ser presionado en contra de la navaja cortante-- (Ver Figura 2).

3.4. Moldes para la Elaboración de Ladrillos

Estos moldes fueron fabricados con tiras de madera de 1 - cm² de espesor, los cuales se acoplaron de tal manera que for -- man una reja cuya capacidad es de 98 pequeños moldes cuyas me -- didas son 3.5 cm x 7 cm x 1 cm de ancho, de largo y de alto -- respectivamente. Bajo esta reja se encuentra una malla mosqui -- tera cuya función es la de servir de piso permeable, a través -- del cual el agua humedece las muestras colocadas en los moldes para formar los pequeños bloquecitos.

3.5. Penetrómetro de Cóno tipo Militar

Este instrumento es usado para medir la dureza de la cos -- tra en el campo y consta de una perilla de apoyo tipo "T", una varilla de penetración, la cual termina en un cono cuya fun --

ción es romper la costra, un anillo indicador, cuya deflexión depende de la dureza de la costra y por último, la carátula indicadora, que registra la deflexión sufrida por el anillo indicador (Ver Figura 3).

3.6. Barrenas de Densidad Aparente y de Caja

Se utilizan dos tipos de barrenas en el experimento, una para la determinación de densidad aparente, llamada también --barrena "Huland", la cual consta de una serie de tubos con rosca que sirven de soporte y apoyo, un martinete, mediante el cual se empuja y se conduce a la penetración y un cilindro de volúmen conocido, el cual recoge la muestra uniforme; la otra barrena utilizada para obtener muestras para la determinación de módulo de ruptura, M.O., pH, y C.E., es una barrena larga con un cilindro en su parte inferior el cual recoge la muestra al aplicar una fuerza con un movimiento giratorio por tener el cilindro en su parte inferior dos prolongaciones que sirven -- como cuchillas, las cuales están encontradas y con su filo, socavan el suelo y lo incorporan al cilindro.

3.7. Otros Materiales

En este se incluyen los demás implementos y materiales usados en el experimento como son: tractor, rastra, balanza granataria, vernier, cinta métrica, azadones, talaches, palas, estacas de madera, mecates, bolsas de polietileno y frascos de vidrio.

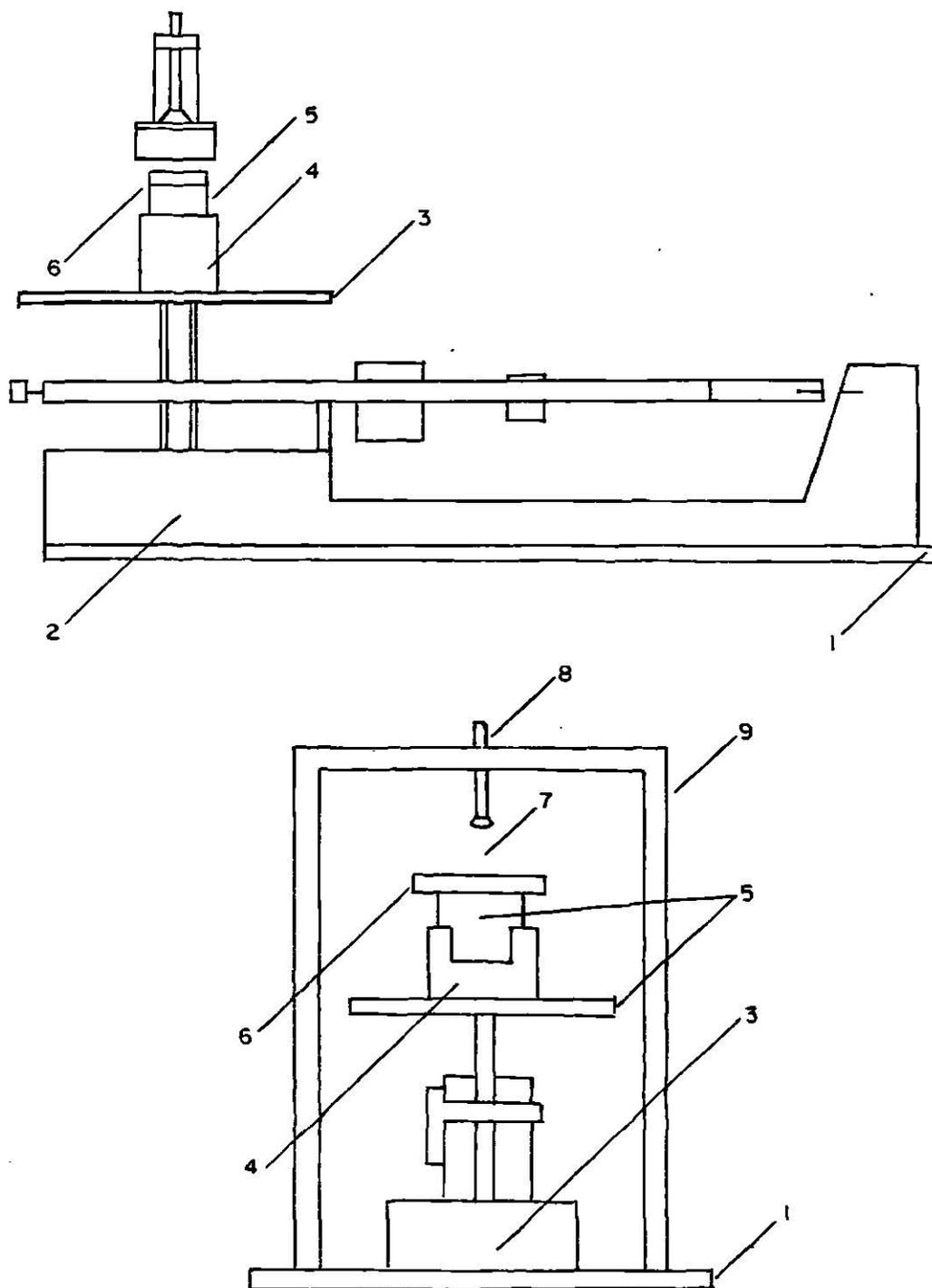


Figura 2. Vistas lateral y anterior del aparato ideado para hacer las determinaciones del módulo de ruptura, donde 1. base de madera, 2. balanza granataria, 3. plato de la balanza, 4. soporte de madera, 5. navajas que sostienen al ladrillo, 6. ladrillo, 7. navaja cortadora, 8. tornillo ajustable y 9. travesaño. Escala de 1:4 cm.

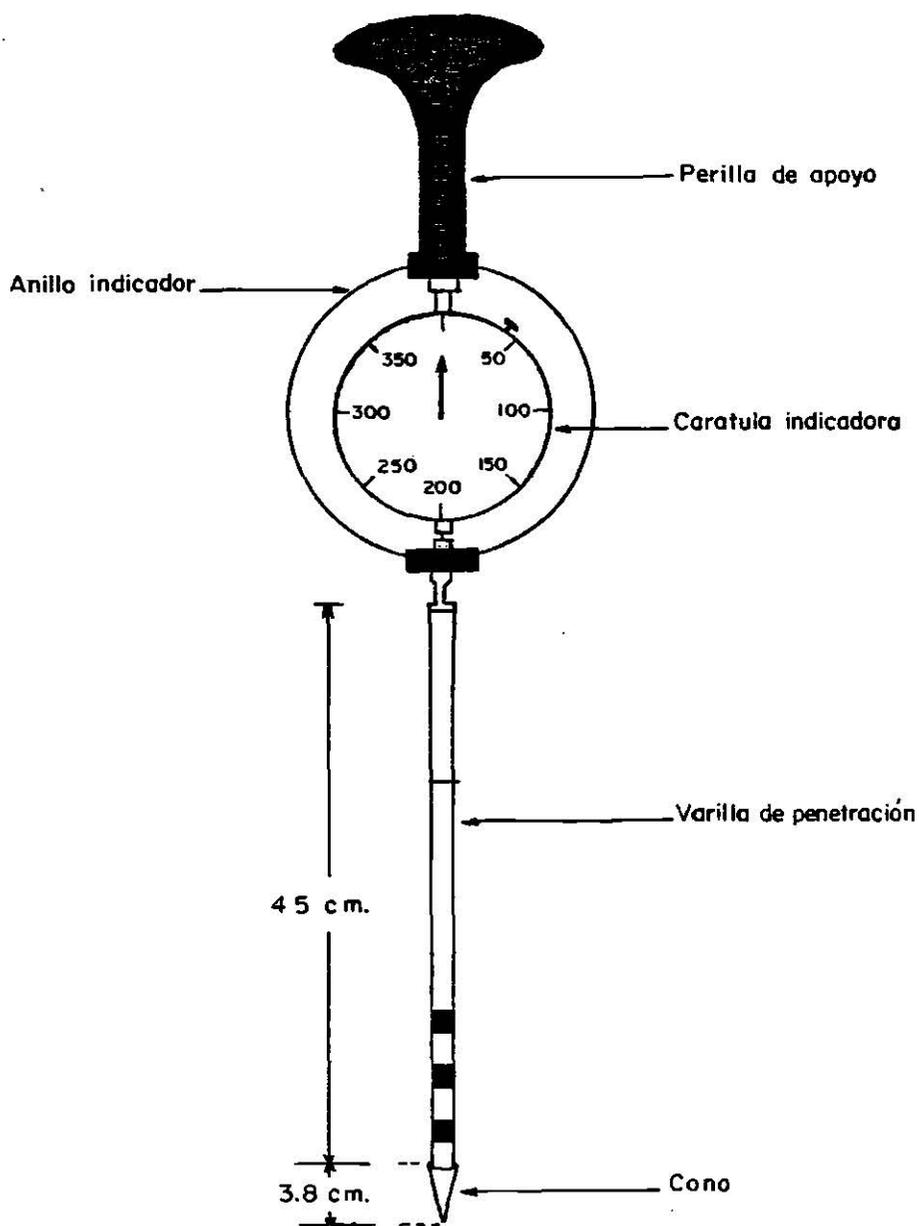


Figura 3. Diagrama del penetrómetro utilizado en el presente experimento para hacer las determinaciones de la dureza de la costra directamente en el campo.

3.8. Procedimientos Experimentales

3.8.1. Establecimiento del experimento.

El presente trabajo forma parte de una serie de experimentos cuya finalidad es estudiar el efecto residual del estiércol de gallina, sobre algunas propiedades físicas y químicas del suelo. El primer experimento se inició el 6 de Agosto de 1983, fecha en la que se delimitó el lote experimental, que constó de tres bloques, cada uno de los cuales era una repetición, esta contenía trece unidades experimentales, en donde se aleatorizaron los trece tratamientos (Ver Tabla 5 y 6), la preparación del terreno consistió de un barbecho y después el estiércol se aplicó al suelo con un 13% de humedad, mediante otro paso de rastra. El fertilizante químico utilizado como fuente de nitrógeno fué el sulfato de amonio, el cual fué aplicado al momento de la siembra. En los siguientes ciclos, no se realizó ninguna otra aplicación de estiércol, ni fertilizante químico, sino que solo se observó como evolucionó el contenido de M.O. del suelo, y como fueron afectadas las componentes morfológicas del rendimiento en cada tratamiento. En la Tabla 3 presentamos el orden cronológico en que se desarrollaron estos trabajos.

Tabla 3. Trabajos de evaluación de costra y efecto residual del estiércol de gallina, llevados a cabo a partir del verano de 1983 en el mismo lote experimental.

Ciclo	Cultivo	Fecha de siembra
1	Frijol	6 - 8 - 1983
2	Trigo	10 - 12 - 1983
3	Frijol	18 - 9 - 1984
4	Trigo	19 - 12 - 1984
5	Frijol	12 - 9 - 1985

El presente experimento constituye el quinto ciclo de cultivo, en el cual se sembró frijol en hileras con una densidad de siembra de 42.5 kg/ha., las labores realizadas antes de la siembra fueron las siguientes: se dió un paso de rastra sin -- derribar los bordos que dividian los tratamientos y se procedió a sacar todos los residuos de malezas que quedaron en el terreno para evitar que interfirieran en el contenido de M.O. del suelo. El segundo paso de rastra se dió en sentido contrario al primero con la finalidad de mantener a los tratamientos en su posición original y para desmenuzar bien los terrones -- que quedaban en el terreno.

Después se estacó el lote experimental, siguiendo los puntos de referencia existentes para delimitar los tratamientos y se trazaron los bordos y regaderas, utilizando para ello tractor con hordeadora de discos.

En la Tabla 4 se describen las labores llevadas a cabo en el presente experimento desde la siembra hasta la cosecha, con el fin de facilitar la comprensión e interpretar más eficientemente la metodología desarrollada en el presente experimento.

Tabla 4. Labores culturales llevadas a cabo en el presente experimento en orden cronológica.

Fecha	Días transcurridos	Labor realizada
13 - 9 - 85	-	Siembra
06 -10 - 85	23	Deshierbe
10 -10 - 85	4	Aplicación de malathión contra plagas
01 -12 - 85	52	Cosecha

En la Tabla 5 se mencionan las variables que fueron tomadas en el presente experimento mencionando la frecuencia, la fecha en que se realizó cada muestra de la variable y por último el método utilizado.

Tabla 5. Toma de registro de variables durante el desarrollo del experimento.

Variable	Frecuencia	Fecha	Método utilizado
Altura de planta	1	3-X-85	Base del tallo al ápice de crecimiento.
Conteo de densidad de población	1	10-X-85	Conteo de plantas dentro de la parcela útil.
Resistencia al penetrómetro	1	27-XI-85	Penetrómetro manual.
M.O. a 0-15 y 15-30 cm	1	29-XI-85	Walkley-Black
Módulo de ruptura de 0-15 y 15-30 cm	1	29-XI-85	Bloques de suelo
pH a los 0-15 y 15-30 cm	1	29-XI-85	Potenciómetro
C.E. a 0-15 y 15-30 cm	1	29-XI-85	Puente de Wheasthorne
D.A. de 0-15 y 15-30 cm	1	29-XI-85	Extractor de núcleos ó cilindros del suelo.
Rendimiento en kg/ha	1	01-XII-85	Manual

C.E., es conductividad eléctrica y M.R. es módulo de ruptura.

Cabe señalar que fué necesario aplicar malathión debido a que se presentaron plagas como gusanos peludos, gusano minador.

Por otra parte, se tuvo muchos problemas con malezas, las

cuales fueron controladas manualmente.

Tabla 6. Niveles de estiércol (E) y nitrógeno (N), correspondientes a cada tratamiento.

Tratamiento	E(ton/ha)	N(kg/ha)
1	0	0
2	0	25
3	0	50
4	25	12.5
5	25	37.5
6	50	0
7	50	25
8	50	50
9	75	12.5
10	75	37.5
11	100	0
12	100	25
13	100	50

Tabla 7. Niveles de estiércol al 13% de humedad aplicadas al verano de 1983, en cada tratamiento.

Niveles de estiércol (ton/ha)	Kilogramos de estiércol por parcela de 32 m ²
0	0
25	80
50	160
75	240
100	320

3.8.2. Diseño experimental.

En el presente experimento se utilizó un diseño bloques al azar, que constó de tres repeticiones, cada una de las cuales contenían 13 tratamientos con lo que se generaron 39 unidades experimentales. El arreglo de éstos fué de acuerdo a un cuadro doble (Ver Figura 4 y 5). Esto se hizo con la finalidad de probar algunas interacciones estiércol-fertilizante que resultaban de interés. El diseño fué basado en un arreglo factorial 5x5 del cual se eliminaron 12 de las 25 combinaciones en forma sistemática, las restantes 13 combinaciones tienen un cubrimiento uniforme del espacio de factores (Ver Tabla 6 y Figura 4).

Las hipótesis estadísticas que se plantean son las siguientes:

H_0 : No existe diferencia estadística significativa de la(s) variable(s) estudiadas, entre los tratamientos.

H_1 : Existe diferencia estadística significativa de la(s) variable(s) estudiadas, entre los tratamientos.

El modelo es el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \epsilon_{ij}$$

donde:

Y_{ij} = Es la variable bajo estudio.

μ = Es la media verdadera general.

τ_i = Es el efecto verdadero del i-ésimo-tratamiento.

β_j = Es el efecto verdadero del j-ésimo bloque.

ϵ_{ij} = Es el error aleatorio asociado a la j-ésima unidad experimental, surgen por el efecto conjunto de todos los factores no controlados por el diseño y que causan heterogeneidad.

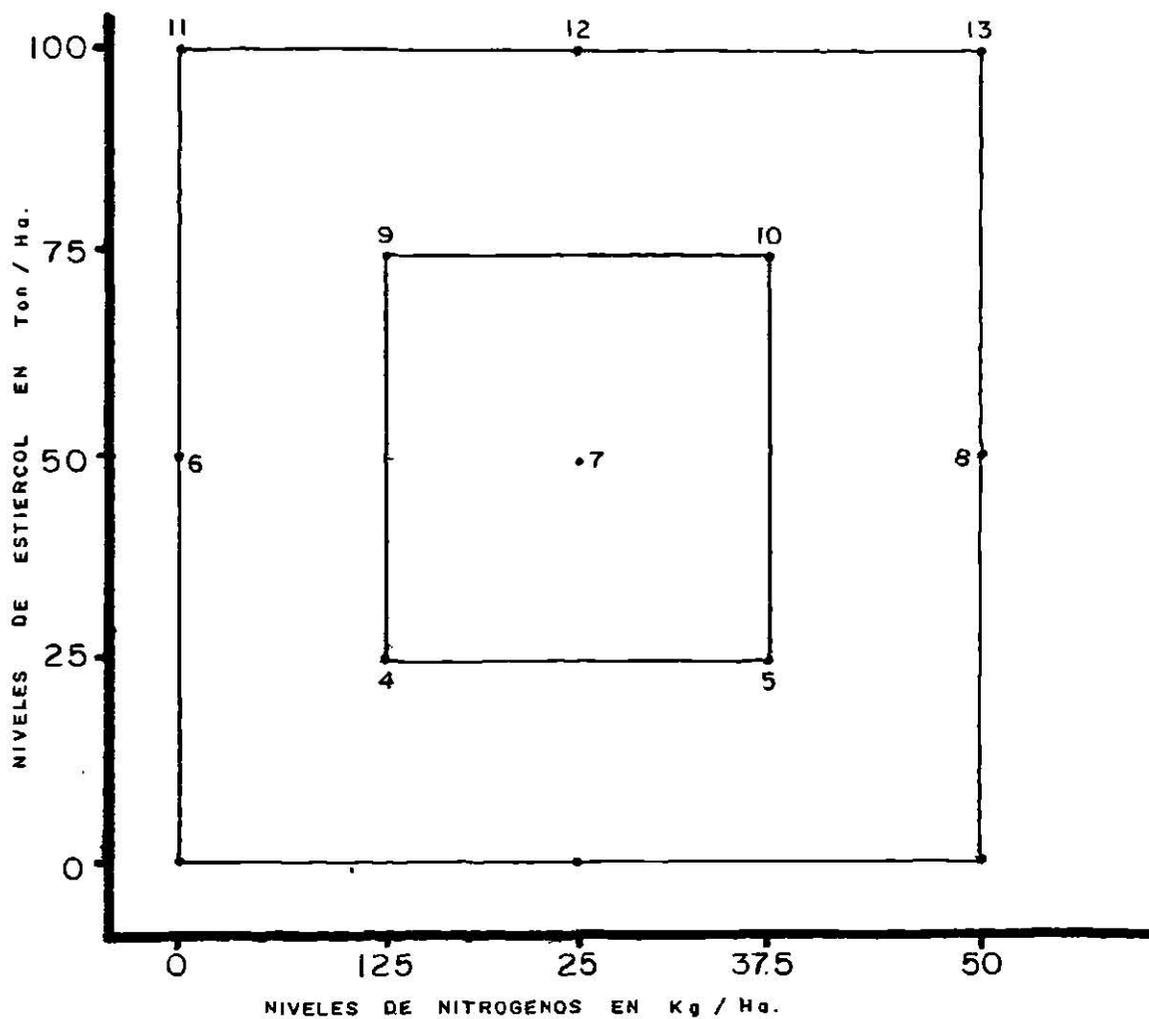


Figura 4. Distribución espacial de los tratamientos empleados de acuerdo al arreglo de un cuadrado doble.

3.9. Procedimiento de Recolección de Datos

3.9.1. Variables con respecto a la planta.

3.9.1.1. Rendimiento de grano por hectárea (R.G.H.).

Se obtuvo del peso del grano obtenido en la parcela útil. El peso obtenido de cada parcela experimental de 8 m^2 , fué luego transformado a toneladas por hectárea.

3.9.1.2. Número de plantas por tratamiento.

Se obtuvo realizando un conteo dentro de cada tratamiento para saber la cantidad de plantas que existían en cada tratamiento.

3.9.1.3. Alturas medias de las plantas.

Se obtuvo la altura de diez plantas para poder observar la máxima altura sacando una media de las lecturas tomadas de la planta. La altura fué considerada desde la base del tallo hasta donde empiezan las ramificaciones de la planta.

3.9.2. Variables con respecto al suelo.

3.9.2.1. Contenido de materia orgánica (M.O.).

Se obtuvo casi al finalizar el ciclo, obteniéndose a profundidades de 0-15 cm (M.O.₁) y 15-30 cm (M.O.₂) en el centro de la parcela útil. Esto se realizó utilizando la barrena de caja. Posteriormente se procedió a secar las muestras obtenidas y tamizarlas para llevarlas al laboratorio para su análisis. El método del laboratorio usado para la determinación del contenido de M.O. fué el de Walkley y Black. Para reali-

zar los análisis de varianza, los datos fueron transformados de la siguiente manera:

$\text{Sen}^{-1} \sqrt{P}$ donde Sen^{-1} es la función seno inverso y P es el contenido de M.O. expresado como proporción.

3.9.2.2. Conductividad eléctrica (C.E.).

Se obtuvo de la muestra de suelo extraído para la determinación de M.O. con la barrena caja. Se obtuvo la C.E. para dos profundidades 0-15 y 15-30 cm. Después de haber puesto a secar el suelo y tamizarlo se procedió a llevarlo al laboratorio de suelos para determinarles su C.E. a cada una de las muestras. El método empleado fué mediante el puente de Wheatstone, y su valor es expresado en milimohos por centímetro (mmho/cm).

3.9.2.3. Reacción del suelo (pH).

La reacción del suelo es otra variable obtenida de la muestra de suelo extraída para la determinación de M.O. Se obtuvo en el laboratorio de suelos después de haber secado y tamizado el suelo previamente. El pH se determinó para dos profundidades 0-15 cm y 15-30 cm de cada una de las parcelas experimentales, el método usado es el pH que indica el logaritmo de la recíproca de la concentración de iones de hidrógeno en gramos por litro.

3.9.2.4. Módulo de ruptura (M.R.).

El módulo de ruptura, como se mencionó con anterioridad, es un concepto relacionado con la fuerza de ruptura de bloquecitos que representan la costra del suelo y se usa para evaluar la cohesión del suelo seco, el método utilizado es el de bloques de suelo.

Esta determinación se realizó a dos profundidades 0-15 cm (MR_1) y 15-30 cm (MR_2). Cada muestra previamente seca y tamizada proveniente de cada una de las parcelas experimentales -- fué utilizada para llenar cinco moldes con el fin de obtener cinco bloquecitos ó repeticiones de cada parcela experimental. Cada reja (que contenía 98 pequeños moldes de 3.5 cm x 7 cm x 1 cm), se colocó sobre una plataforma plana de lámina, se procedió después a llenar un poco más arriba del tope. Inmediatamente después se humedecieron las muestras por capilaridad, esto se logró, dándole una pequeña inclinación a la plataforma sobre la cual descansaba la reja, aplicando el agua suavemente. Una vez bien humedecidas las muestras, se trasladaron al cuarto de secado, en donde se secaban a una temperatura de 50-55°C hasta peso constante. Generalmente el tiempo que tomaba éste último paso fué de aproximadamente 48 horas. Una vez que estuvieron bien secos los bloquecitos se sacaron del cuarto de secado y se procedió a colocarlos en el aparato ideado para determinar el módulo de ruptura. El peso del soporte de madera y del ladrillo era destarado de tal forma que la báscula granataria estuviera balanceada en cero, luego se procedió a ajustar la navaja cortante, a que solo rozara la mitad del bloque-

cito. Después de esto se procedió a añadirle peso a la báscula y registrar el peso que fué necesario para romper cada bloquecito, sin olvidar que para cada parcela experimental, el peso de ruptura se da en promedio de cinco ladrillos. Los datos fueron luego sustituidos en la siguiente fórmula:

$$S = 3 FL/2bd^2$$

donde F es la fuerza de ruptura en el centro del ladrillo (engramo-peso); L, es la distancia entre los soportes que contienen al ladrillo (5.08 cm) b, es la anchura del ladrillo (3.5 cm) y d, el espesor del mismo (1 cm) (Ver Figura 6): Si F se expresa en dinas (gramo-peso x 980 cm/seg²) y L, b, y d en centímetros, el módulo de ruptura (S) estará expresado en dinas.cm⁻². Sin embargo, el módulo de ruptura también puede ser expresado en bares ó milibares (1 bar=1000 milibares=10⁶ dinas.cm⁻²). En este experimento, para facilitar el manejo de los datos (en los análisis estadísticos) se transformaron estos a bares. A continuación presentamos un ejemplo, de como se transforman los datos obtenidos para facilitar su comprensión.

Ejemplo: Fuerza \bar{x} = 900 gr.

$$S = \frac{3(900 \text{ gr}) (5 \text{ u } 8 \text{ cm})}{2(3.5 \text{ cm})(1 \text{ cm})^2}$$

$$S = 1959.4 \text{ gr/cm}^2$$

$$S = 1959.4 \text{ gr/cm}^2 (980 \text{ cm/seg}^2)$$

$$S = 1920240 \text{ dinas/cm}^2$$

$$S = 1.920 \text{ bares}$$

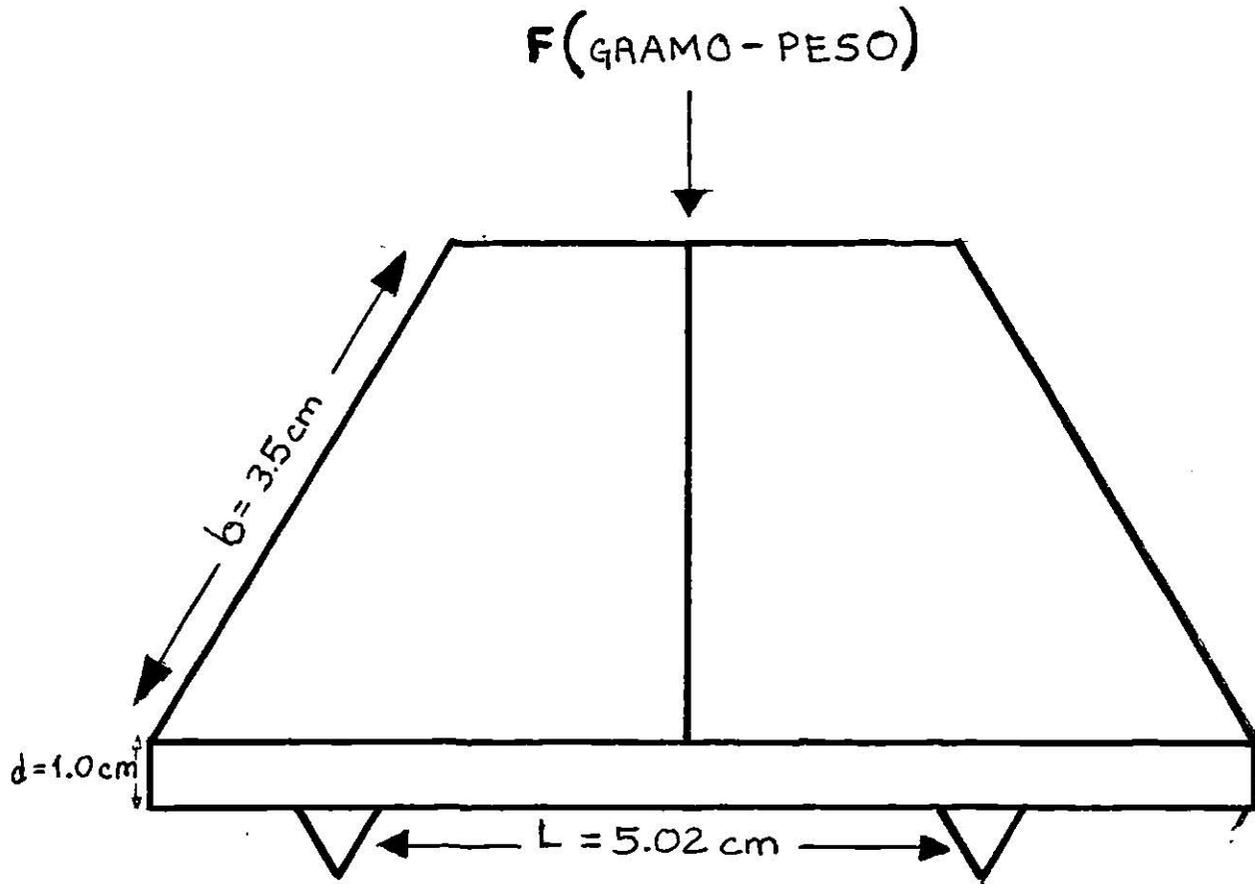


Figura 6. Ilustración de un ladrillo de tamaño natural con las dimensiones consideradas para determinar el módulo de ruptura.

3.9.2.5. Densidad aparente (D.A.I.).

Se tomaron muestras de suelo de la parcela útil a dos profundidades 0-15 cm (DA_1) y 15-30 cm (DA_2), utilizando el método de la barrena, la cual recoge la muestra del suelo en un cilindro de volumen conocido. Cada muestra se colocó inmediatamente en un frasco de vidrio y se llevaron a la estufa, donde se secaron hasta peso constante a una temperatura de 50°C. Para obtener el peso de cada muestra en gramos se destaró el peso del frasco que las contenía, el valor resultante fué luego dividido entre el volumen del cilindro muestreador (155.6576 cm^3) para obtener la densidad aparente en gramos por centímetro cúbico (gr/cm^3). El método utilizado es el extractor de núcleos ó cilindros de suelo.

3.9.2.6. Dureza de la costra (R.P.).

Esta determinación se hizo con el fin de evaluar la dureza de la costra directamente en el campo. Para esto se utilizó un penetrómetro de cono, como el mostrado en la Figura 3. Los valores obtenidos son expresados en kilogramos por centímetro cuadrado (kg/cm^2) y se obtuvieron del promedio de cinco lecturas tomadas en cada parcela experimental y utilizando la gráfica del anillo probador, los datos son transformados a libras por pulgada cuadrada (Lbs/plg^2), después a gramos por centímetro cuadrado (grs/cm^2), posteriormente a dinas por centímetro cuadrado (dinas/cm^2) y finalmente a bares.

IV. RESULTADOS Y DISCUSION

La presentación de los resultados obtenidos para las variables bajo estudio se presentan en la Tabla 8, donde se pueden apreciar los análisis de varianza para todas las variables.

Tabla 8. Resumen de los análisis de varianza de las variables estudiadas del experimento de la evaluación del efecto residual del estiércol de gallina en el ciclo ---- Sept.-Dic. 85.

Variable	CMTratm	CMError	\bar{x} Gral.	Fcal.	.05	.01	Sig.	%C.V.
DA ₁	0.018	0.011	1.30	1.598	2.18	3.03	N.S.	8.0677
DA ₂	0.011	0.004	1.31	2.996	"	"	*	4.8279
pH ₁	0.002	0.002	7.55	1.069	"	"	N.S.	0.5923
pH ₂	0.002	0.004	7.58	0.584	"	"	N.S.	0.8343
MO ₁	0.138	0.177	1.83	0.782	"	"	N.S.	22.9898
MO ₂	0.134	0.124	1.54	1.081	"	"	N.S.	22.8659
R.G.H.	8609.615	3339.520	442.75	0.258	"	"	N.S.	13.0521
A.M.P.	4.184	6.430	27.57	0.651	"	"	N.S.	9.1974
CE ₁	0.083	0.180	0.96	0.462	"	"	N.S.	44.1941
CE ₂	0.071	0.120	0.80	0.590	"	"	N.S.	43.3012
MR ₁	0.410	0.839	2.27	0.488	"	"	N.S.	40.3510
MR ₂	0.467	1.047	2.86	0.446	"	"	N.S.	35.7772
N.P.T.	468.842	438.778	102.92	1.069	"	"	N.S.	20.3527
R.P.	0.063	0.043	2.70	1.475	"	"	N.S.	7.6801

En la Tabla 8 se identifica como C.M.Trat; al cuadrado me dio de los tratamientos; C.M.Error, al cuadrado medio del e--- rror; Fcal. al valor de F calculada; \bar{x} Gral. a la media general de cada variable, Sig., a la significancia de los valores obtene ridos; %C.V. al coeficiente de variación en por ciento; N.S. a la diferencia no significativo (P 0.05); * diferencia signifi-

cativa entre tratamientos; (p 0.05) ** Diferencia altamente significativa entre tratamientos (P 0.01).

Los resultados obtenidos en el quinto ciclo después de haberse aplicado el estiércol de gallina nos muestra que el efecto de éste declinó conforme fué pasando el tiempo, comparado -- con los ciclos anteriores.

En este quinto ciclo se realizó con la finalidad de confirmar los resultados obtenidos en los trabajos anteriores. Ya -- que en el primer ciclo hubo alta significancia en el rendimiento de grano por hectárea, en el tercer ciclo hubo significancia en el módulo de ruptura y por lo tanto se comprobaron los resultados anteriores.

En virtud de que no se observaron diferencias significativas en las variables estudiadas con excepción de la variable -- (DA₂) siendo esta significativa, se procedió a hacerse una comparación de medias de la variable (DA₂) en la cual el tratamiento dos (DA₂) fué la más alta con una media de 1.45 y los tratamientos 12 y 3 fueron los más bajos con una media de 1.26 y --- 1.23, la densidad aparente aumentan con la profundidad, debido a que se tienen niveles más bajos de materia orgánica, tienen menor agregación y mayor compactación, ya que la compactación fuerza al material sólido dentro de los poros del suelo. Es to reduce el espacio poroso total y aumenta la densidad aparente, en cambio las labores de cultivo aumentan el espacio poroso y disminuye la densidad aparente (Ver Tabla 9).

Tabla 9. Resultado de las pruebas de medias de Tukey para las variables con diferencia significativa entre tratamientos.

Tratamiento	Medias	= .05
2	1.45	
7	1.39	
4	1.38	
10	1.32	
6	1.31	
9	1.31	
11	1.31	
1	1.29	
8	1.28	
13	1.28	
5	1.27	
12	1.26	
3	1.23	

RME = 0.1891

La literatura revisada, parece confirmar, el hecho de que para producir un cambio significativo en la densidad aparente del suelo, son necesarias dosis altas de estiércol, así por ejemplo Tiarks, et. al. (1974) encontraron que la densidad aparente del suelo migajón arcillo-arenoso que estudiaron, bajó de 1.05 a 0.90 gr/cm³ sólo después de tres años de aplicación de estiércol de gallina a razón de 90, 180 y 360 ton/ha por año (46).

En virtud de que no se observaron diferencias significativas en las variables estudiadas, excepto DA₂, se realizó un análisis de correlación, encontrándose lo que a continuación se expone.

La variable de altura media de plantas de 0-15 cm de profundidad, correlacionó en forma altamente significativa con la variable rendimiento de grano por hectárea con un $+0.5343$, esto nos indica que a mayor altura de las plantas hay mayor follaje y por lo tanto mayor rendimiento de grano por hectárea. También la variable materia orgánica de 0-15 cm correlacionó en forma significativa con la variable conductividad eléctrica de 0-15 cm con un $+0.4095$, tal vez un valor tan alto de materia orgánica este asociado con una mayor capacidad de retención de agua en el suelo y esto a su vez se combine con una mayor concentración de sales en solución y por lo tanto un valor mayor de conductividad eléctrica de la solución del suelo. La variable resistencia al penetrómetro tuvo una correlación altamente significativa con la variable altura de plantas con $+0.4475$ lo que nos indica que a mayor grosor de la costra hay mayor altura de plantas. La variable resistencia al penetrómetro tuvo una correlación altamente significativa con la variable número de plantas con un coeficiente de correlación de -0.4075 lo que quiere decir que a menor grosor del suelo existe mayor número de plantas, esto significa que la dureza de la costra tuvo efecto sobre la emergencia de las plantas.

Resultados obtenidos de las evaluaciones de la aplicación del estiércol de gallina a través de los diferentes ciclos.

Tabla 10. Resultado de los análisis de varianza para algunas variables en los ciclo anteriores.

Ciclos	Año	Cultivo	Variables		
			RGH	D.A.	M.R.
1	83	Frijol	**	N.S.	N.S.
2	83	Trigo	N.S.	N.S.	N.S.
3	84	Frijol	N.S.	N.S.	*
4	84	Trigo	N.S.	N.S.	N.S.
5	85	Frijol	N.S.	*	N.S.

Podemos observar en la Tabla 10 que en los cinco ciclos tomamos en cuenta las variables rendimiento de grano por hectárea, densidad aparente y módulo de ruptura, por lo tanto después de incorporada la materia orgánica se tuvo diferencia altamente significativa en rendimiento de grano por hectárea en el primer ciclo de evaluación, durante el tercer ciclo se obtuvo una diferencia significativa en cuanto a la variable módulo de ruptura y en el quinto ciclo hubo diferencia significativa en la variable densidad aparente. Para el segundo y cuarto ciclo no hubo diferencia significativa para las variables rendimiento de grano por hectárea, densidad aparente y módulo de ruptura por lo que podemos concluir que el efecto residual del estiércol de gallina presenta significancia cada año, debido a que tal vez los microorganismos del suelo actúan lentamente en la descomposición de la materia orgánica.

Tabla 11. Modelos desarrollados para las variables que fueron significativas del primer ciclo en frijol.

	Porcentaje de emergencia	Altura de planta	Rendimiento por hectárea
B_0	55.09635	21.99735	1415.0
B_1	-0.20025 G	-0.5392 G	-4.4163 G
B_2	-0.10381 N	0.015768 N	-1.72831 N
B_3	0.00049 G^2	-0.00034 G^2	
B_4		-0.00134 N^2	-9.96441 N^2
B_5		0.00074 GN	0.01444 GN

Se muestra un ejemplo para describir el procedimiento -- que se siguió en la obtención de las dosis óptimas mediante el método matemático (Ver Tabla 14).

Dosis óptima fisiológica y dosis óptima económica de las variables peso de paja, número de tallos por planta y densidad aparente.

Para la obtención de la DOF se derivó la ecuación de predicción para densidad aparente con respecto al estiércol y al nitrógeno y se obtuvieron dos ecuaciones:

$$Y_i = B_0 + B_1 E + B_2 N + B_3 E^2 + B_4 N^2 + B_5 EN$$

$$\frac{dE}{y} = B_1 + 2B_3 E + B_5 N$$

$\frac{dN}{y} = B_2 + 2B_4 N + B_5 E$ sustituyendo los valores B_1, B_2, B_3, B_4, B_5 tenemos lo siguiente:

$$-0.00031+2(-0.000003) G+(0.000009) N=0$$

$$0.004185+(0.000009) G+2(-0.000112)N=0$$

$$-8.1 \times 10^{-11} G = 1.8 \times 10^{-9}$$

$$-1.3 \times 10^9 G = -2.5 \times 10^2$$

Resolviendo este conjunto de ecuaciones simultáneas con dos incógnitas obtuvimos la cantidad óptima fisiológica de estiércol y nitrógeno, la cual fué:

$$E = 18.38 \text{ ton/ha}$$

$$N = 27.66 \text{ kg/ha}$$

Tabla 12. Modelos desarrollados para las variables que fueron significativas del segundo ciclo en trigo.

		2º Ciclo	
Peso de paja		Número de tallos por planta	
B ₀	406.80682		2.4196078
B ₁	6.4890605 G		.026560224 G
B ₂	2.9253691 N		.466428 N
B ₃	-.0457369916 G ²		-.000296666 G ²
B ₄	.0196812998 N ²		-.001 N ²
B ₅	-.0288925498 GN		.00030902 GN

Tabla 13. Modelos desarrollados para la variable que fué significativa del quinto ciclo en frijol.

		5º Ciclo	
Densidad aparente			
B ₀	1.33371		
B ₁	-3.1 x 10 ⁻⁴ G		
B ₂	4.2 x 10 ⁻³ N		
B ₃	-3.2 x 10 ⁻⁶ G ²		
B ₄	-1.1 x 10 ⁻⁴ N ²		
B ₅	9.3 x 10 ⁻⁶ GN		

Nota: Los ciclos tercero y cuarto de la gallinaza no se realizaron debido a que no presentaron datos para realizar los modelos.

Tabla 14. Dosis óptima fisiológica del estiércol (E) y nitrógeno (N) para el quinto ciclo en frijol de la variable obtenida mediante el método matemático.

Densidad aparente	
E	18.38 ton/ha
N	27.66 kg/ha

En la Tabla 14 nos muestra la DOF de la variable D.A. que fué significativa para el 5º ciclo de evaluación tomando en cuenta la DOF tenemos que se requiere de 18.38 ton/ha de estiércol y 27.66 kg/ha de nitrógeno para que haya respuesta significativa.

La respuesta estimada a la fertilización para el frijol se presenta en la Figura 7 donde puede observarse que en general, los tratamientos con dosis de 100 ton/ha combinadas con 0 kg/ha de densidad aparente del suelo. Así tenemos que al aplicar 0 y 25 ton/ha de estiércol con 37.5 kg/ha de nitrógeno nos da como resultado una interacción alta en la densidad aparente del suelo sabiendo que la óptima es de 1.2-1.3.

En cuanto a la dureza de la costra se puede observar que esta en promedio se ha ido modificando con el tiempo, en el primer ciclo se obtuvieron 152.7 (lectura no calibrada a bares) en el penetrómetro, lo cual equivale a 3.14 atmósferas de tensión para romper la costra por parte de las plántulas que emergen, sin embargo en el segundo ciclo la lectura de penetrómetro fué de 131.97, lo cual equivale a 2.58 atmósferas dando una evidencia clara de reducción en la dureza de la costra. En

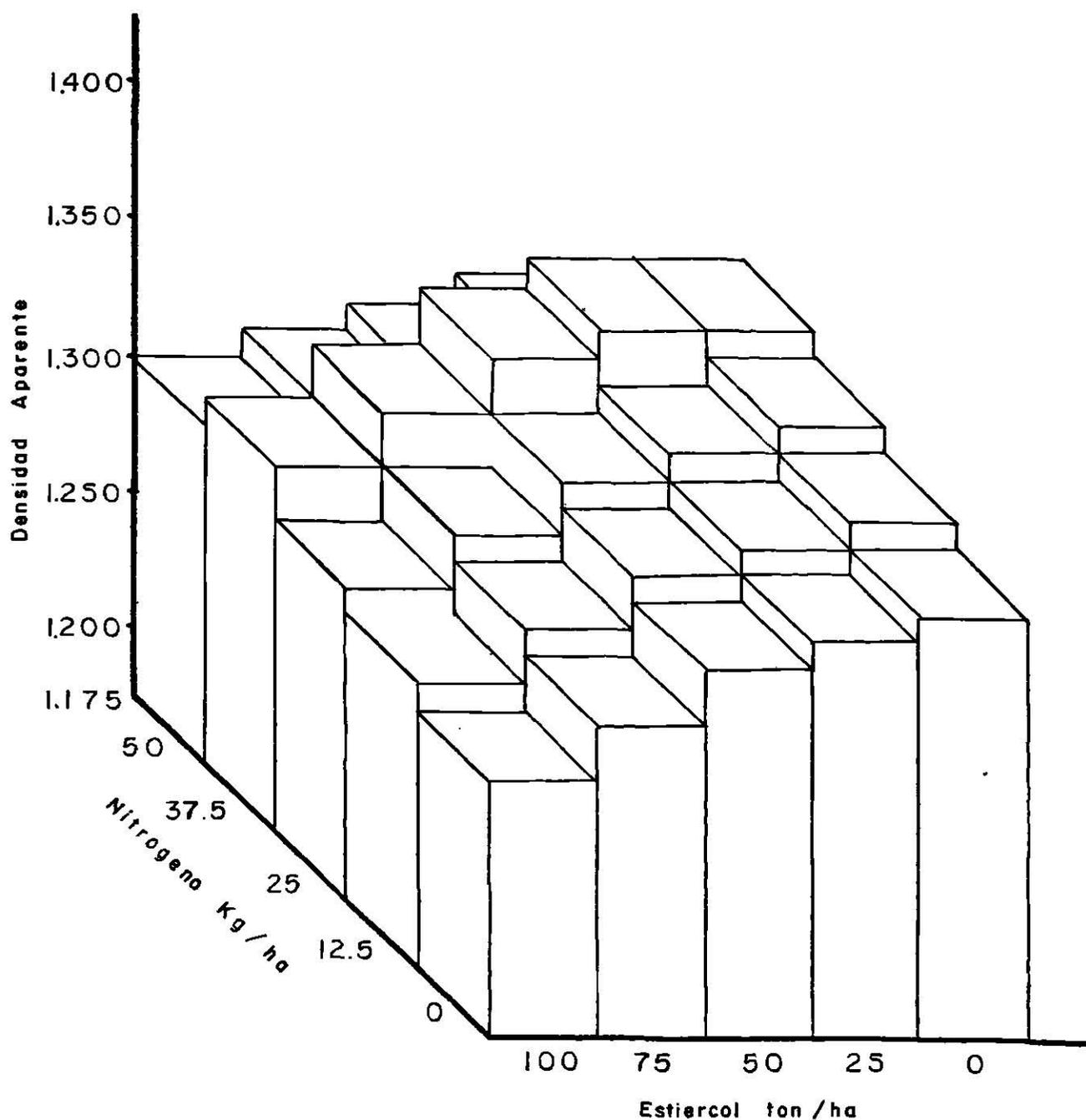


Figura 7. Respuesta estimada de la variable densidad aparente - 15-30 cm del frijol cuando el estiércol y nitrógeno - se presentan a diferentes niveles.

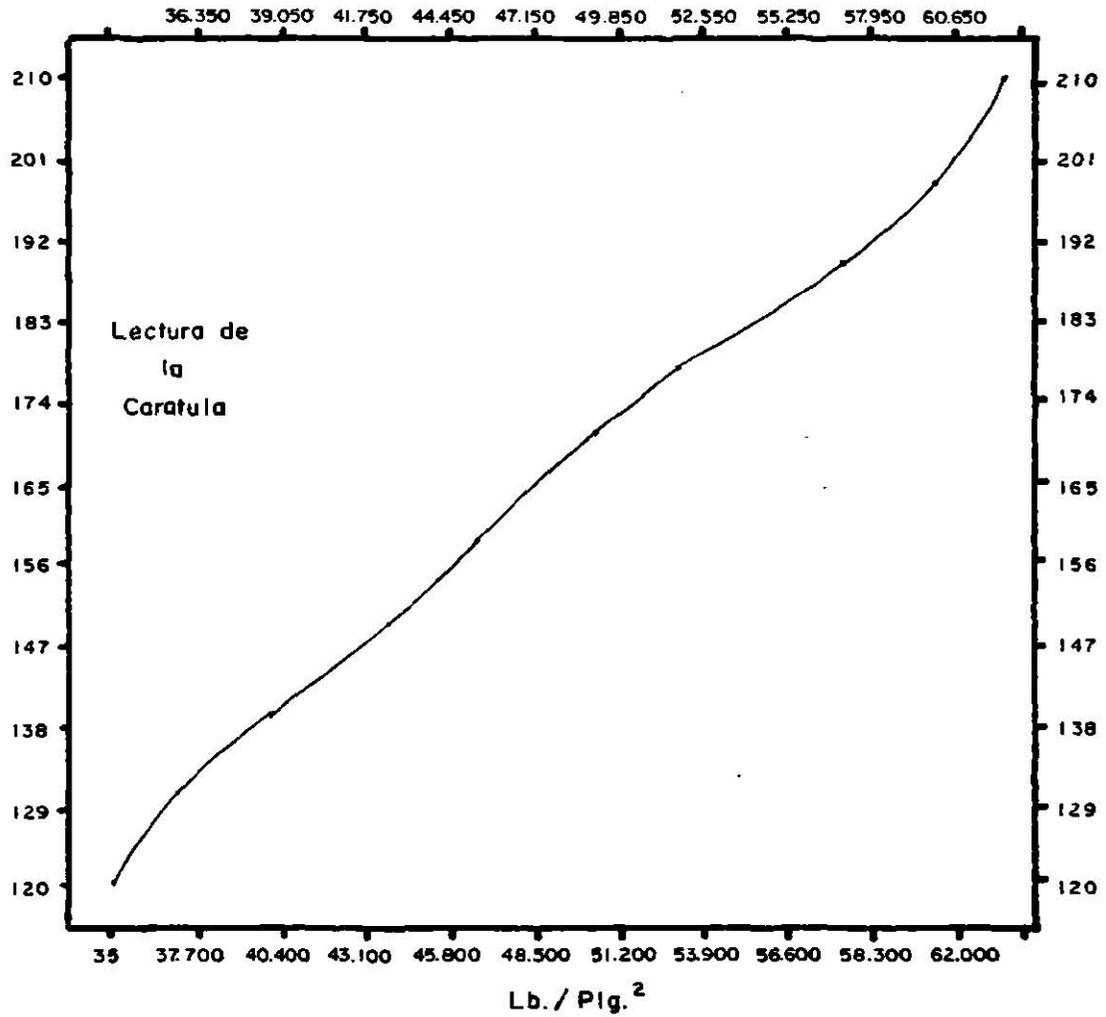


Figura 8. Figura del anillo probador (penetrómetro modelo CN-970).

cuanto a los ciclos tercero y cuarto no se pudo reportar información por no tenerse a la mano, sin embargo en el quinto ciclo la lectura fué de 2.70 atmósferas siendo esta una evidencia clara de que se comenzaba a perder el efecto residual del material utilizado como materia orgánica (Ver Figura 8 relación entre lectura de penetrómetro y Lbs/plg²; 1 atmósfera = 14.70 Lbs/plg²).

V. CONCLUSIONES

- 1.- En las características físicas y químicas en general se -- perdió el efecto residual del estiércol, sin embargo en la variable densidad aparente se mostraron diferencias significativas después de cinco ciclos.
- 2.- La residualidad del abono en el 1º ciclo se manifestó en el efecto significativo que presentaron las variables porcentaje de emergencia, longitud de planta y rendimiento por hectárea.
- 3.- La residualidad del abono en el 2º ciclo, se manifestó en el efecto significativo que presentaron las variables peso de paja y número de tallos por planta en el cultivo de trigo.
- 4.- La residualidad del abono en el 5º ciclo después de incorporado el estiércol al suelo, se manifestó en el efecto -- significativo que presentó la variable densidad aparente -- sin embargo, las demás variables del suelo y la planta, no mostraron efectos significativos.
- 5.- En el 5º ciclo se observó que la variable altura media de las plantas se encuentra altamente correlacionada con la variable rendimiento de grano con un coeficiente de correlación de +0.5343, esto quiere decir que a mayor altura de las plantas hay mayor follaje y por lo tanto mayor rendimiento de grano por hectárea.

- 6.- En cuanto a las variables con respecto al suelo se encontró que la materia orgánica de 0-15 cm se correlacionó positivamente con la variable conductividad eléctrica de 0-15 cm con un coeficiente de correlación de +0.4095, tal vez un valor tan alto de materia orgánica este asociado con una mayor retención de agua en el suelo y esto a su vez se combine con una mayor concentración de sales en solución y por lo tanto un valor mayor de conductividad eléctrica de la solución del suelo. Así mismo tenemos que la variable resistencia al penetrómetro (R.P.) estuvo altamente correlacionada con la variable altura de plantas con un coeficiente de correlación de +0.4475 lo que nos indica que a mayor grosor de la costra hay mayor altura de plantas. La variable resistencia al penetrómetro tuvo una correlación altamente significativa con la variable número de plantas de -0.4075, lo que significa que a mayor grosor de costra existe menor número de plantas.
- 7.- En general los mejores tratamientos que mostraron mejor comportamiento sobre las variables estudiadas fue el tratamiento 11 que corresponde a 100 ton/ha de estiércol y sin nitrógeno, es decir, el nivel más alto de estiércol estuvo asociado con el nivel más bajo en la variable densidad aparente.

VI. RESUMEN

El presente experimento se realizó en un suelo calcáreo—arcilloso, en el Campo Experimental de la Facultad de Agronomía de la U.A.N.L. ubicado en Marín, N.L. Este experimento es el quinto ciclo de evaluación de una serie de experimentos que se empezaron en el verano de 1983. Los objetivos de este estudio son: a) Determinar si existe efecto residual de la aplicación de estiércol de gallina realizada en el verano de 1983 observándose la evolución de las características físicas y químicas del suelo; b) Observar y registrar el efecto que producían estos cambios en el cultivo de frijol; c) Determinar que dosis tienen mejor efecto residual en el suelo, que se reflejen en una mayor producción del cultivo.

La siembra del frijol fué realizada el 12 de Septiembre de 1985, llevándose a cabo la cosecha el 2 de Diciembre del mismo año. Las variables estudiadas fueron: materia orgánica, módulo de ruptura, densidad aparente, conductividad eléctrica, y pH, para estas variables se determinaron dos muestras, 0-15-cm (suelo) y 15-30 cm (subsuelo). También se determinó dureza de la costra medida directamente en el campo con el penetrómetro, rendimiento de grano por hectárea, altura de planta, número de plantas.

El análisis de varianza resultó significativo, para la variable densidad aparente de 15-30 cm (subsuelo). Por lo que se hizo un análisis de los ciclos anteriores para concluir hasta cuanto tiempo después de la incorporación del estiércol existe

efecto residual, observamos que el efecto residual del estiércol de gallina perdura hasta el quinto ciclo después de su incorporación manifestandose en el efecto significativo que presentó la variable densidad aparente. En el tercer y cuatro ciclo no presentaron datos para poder concluir, en el segundo ciclo se observaron significancia las variables peso de paja y número de tallos por planta y en el primer ciclo las variables significativas que se encontraron fueron el porcentaje de emergencia, altura de planta y rendimiento por hectárea.

El mejor tratamiento que registró los efectos más notables fué el 11 cuyas dosis es de 100 ton/ha de estiércol con 0-kg/ha de nitrógeno.

VII. SUMMARY

The present experiment was carried out on calcareous-clay-soil, at the experimental station of the "Facultad de Agronomía" of the U.A.N.L., located at Marín, N.L. This experiment is the fifth cycle of evaluation from experiments started at summer of 1983. The objectives of this experiment were: a) Determine if there is residual effect of the poultry manure, applied in the summer 1983; b) Observe and measure the changes on the crop due to the manure; c) Measure the manure levels with better residual effects on the soil and in the crop production.

The sowing date was on september the 12 of 1985 and the harvest in december the 2 of the same year. The studied variables were: dry matter, modulus of rupture, bulk density, electric conductivity and pH, at 0-15 cm and 15-30 cm. Also hardness of the soil crust was measured in the field with a penetrometer, the yield of grain per hectare, plant height and number of plants per plot.

Bulk density (15-30 cm) analysis of variance was significant at a provability of $\alpha 0.05$. This variable was measured in the other cycles too, in order to see up to when there exists, residual effects of the poultry manure. It was observed the residual effect up to the five cycle after the incorporation of the manure. The residuality of the poultry manure was the responsible of the statistical differences in bulk density. In the third and fourth cycle there was no data available. The second

cycle had significant differences in the following variables: -- straw weight, number of stem per plant.

In the first cycle the significant variables were: % of -- emergency, plant height and grain yield per hectare.

According with this experiment the treatment 11 had the -- most residual effects with the following levels 100 ton/ha of - poultry manure with zero kg/ha of nitrogen.

VIII. BIBLIOGRAFIA

1. Acosta, S.,R. 1975. Efecto residual de la aplicación de -- abonos orgánicos e inorgánicos sobre la producción de cosechas. VIII Congreso de la Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo. México I: 347-361.
2. Aguirre C.,J.E. 1979. Manual de prácticas de campo y laboratorio para análisis de suelos. F.A.U.A.N.L. p. 11,-23,35,39,42,46,52,53,57,62,68.
3. Alexander, M. 1980. Introducción a la Microbiología del -- Suelo. Trad. del Inglés por J.J. Peña. AGT Editores, S. A. México. p. 24,124-144, 149-161,244-261,279-306.
4. Anónimo, 1984. Estiércol: su aprovechamiento rinde ingresos en la granja. Agricultura de las Américas 33(9) p. 14-17.
5. Anónimo, 1982. Estiércol: importante fuente de nutrientes en el suelo. Agrosíntesis 13(7) p. 86-92.
6. Arreola, S.R. 1984. Efecto residual de mezclas de abonos - orgánicos con fertilizantes químicos en el suelo calci mórfo. Tesis profesional U.A.CH. México. p. 12-24.
7. Bastidas, V. y S. Lavin, 1975. Modificación nitrogenada de

la fracción húmica de compost de basuras urbanas con fines de fertilidad. VIII Congreso Nacional de la Ciencia del Suelo. p. 41,92.

8. Baver, L.D. 1930. Effect of organic matter upon several -- physical properties of soils. Am. Soc. Agr. 22:704-707.
9. Baver, L.D., W.H. Gardner y W.R. Gardner, 1973. Física de -- suelos. Trad. del inglés por J.M. Rodríguez y R. U.T.E. H.A. México, D.F. p. 91,92,165-170.
10. Blasco, L.M. 1981. Materia orgánica y nitrógeno de los sue -- los. Instituto Interamericano de Cooperación para la -- Agricultura Tropical. S.A.R.H. Cárdenas Tabasco, Méxi -- co. p. 2-6,10,19-23,30,39,40.
11. Brady, N.C. 1974.. Nature and properties of soils. Mc Mi --- llan Publishing Co. Inc. N.Y., U.S.A. p. 13-15, 94,95, 123-130,140-150.
12. Campos de J.S., M. Anaya, G.,M. Martínez M. 1973. Efecto -- de la captación de lluvia, estiércol y rastrojo sobre -- la humedad del suelo y producción de la asociación --- maíz-frijol. Agrociencia 52:45-62.
13. Chaudri, K.J., K.W. Brown y C.B. Holder, 1976. Reduction -- of crust impedance to simulated seedling emergence by -- the adition of manure. Soil Science. 122:216-221.

14. Chavero S., J.A. 1980. Disponibilidad, usos, calidad y costos de la gallinaza como mejorador del suelo en el municipio de Marín, N.L. Tesis F.A.U.A.N.L. p. 1-8.
15. Chen Y. J. Tarchitzky, J. Brouwer, J. Morin, A. Banin, 1980. Scanning electron microscope observations on soil crusts and their formation. Soil Science 130:49, 53-55.
16. Dudal, R., D.L. Brando, 1967. Suelos arcillosos oscuros de las regiones tropicales y subtropicales. F.A.P. Italia p. 91.
17. Earl S., R. 1970. Manual de conservación de suelos. Trad. - del inglés por A. Elackaller V. Centro Regional de Ayuda Técnica. México, D.F. p. 23,28,87.
18. Elizondo S., A.C., D. Rubio M., R.A. Fromm Z, 1974. Evaluación de residuos estabilizados (compost) obtenidos del basurero de Monterrey, N.L. desde el punto de vista de su utilización agrícola. VII Congreso Nacional de la Ciencia del Suelo. México 2: 211,212.
19. Evans, D.D. y S.W. Bool, 1968. Micromorphological study of soil crusts. So. Sci. Am. p. 32:19-22.
20. Figueroa, L.R., J.R. García, 1982. El encostramiento super

ficial de los suelos. Universidad Nacional de Tucumán.
Facultad de Agronomía y Zootecnia. Argentina. p. 7-22.

21. Gaucher, G. 1971. Tratado de pedología agrícola. El suelo y sus características agronómicas. Ed. Omega, S.A. España. p. 196-204.
22. González, N.J. 1984. Efecto del encostramiento de los suelos en la germinación y emergencia de las plántulas. Seminario de Tesis. F.A.U.A.N.L. p. 11-52.
23. Gustafson, A.C. 1975. Conservación de los suelos. Trad. del inglés por S.C. de la Loma. C.E.C.S.A. México. p. 108,109.
24. Guzmán E., C., R. Nuñez E. y A. Martínez G. 1980. Solubilización de dos rocas fosfóricas nacionales mediante el mezclado con S, fertilizante nitrogenado y abono de bovino bajo fermentación aeróbica y aneróbica. Agrociencia 41:145-149.
25. Hadas, A. y D. Wolf, 1984. Soil aggregates and soil dependence on size, cultivation and stress load rates. So. Sci. Am. I. 48:1157-1164.
26. Herron, G.M. y A.B. Erhart, 1965. Value of manure on an irrigated calcareous soil. So. Sci. Am. p. 29:278-281.

27. Lund, Z.F. y B.D. Doss. 1980. Residual effects of daily -- cattle manure on plant growth and soil properties. --- Agronomy Journal 72:123.
28. Maití, R.K., González, R. y C.O. Alanís, L. 1984. El establecimiento de los cultivos en el trópico semiárido -- del noreste de México. Tesis F.A.U.A.N.L. p. 47,61.
29. Martínez, H., N.O. Posadas B., J.L. Gamboa, H. 1974. Diseño y construcción de estiercoleros. VII Congreso Nacional de la Ciencia del Suelo. México I: 404.
30. Mathers, A.C., B.A. Stewart, J.D. Thomas, 1977. Manure --- effects on water intake and runoff quality from irrigated grain sorghum plots. So. Sci. Am. J. 41:782-784.
31. Millar, C.E., L.M. Turk y H.D. Foth, 1980. Fundamentos de la ciencia del suelo. Trad. del inglés por Ramón Fernández Gzz. C.E.C.S.A. México, D.F. p. 225-242.
32. Meredith, H.L. y H. Kohnke, 1965. The significance of the rate of organic matter decomposition on the aggregation of soil. So. Sci. Am. p. 29:54.
33. Nieto G., J.A. 1986. Efecto residual del abonado con estiércol de ganado vacuno en algunas propiedades físicas y químicas del suelo y su influencia en el cultivo

del frijol (Phaseolus vulgaris) bajo riego en el municipio de Marín, N.L. (Tesis profesional) F.A.U.A.N.L. México. p. 10,13,14,74.

34. Ortiz, V.B., C.A. Ortiz, S. 1980. Edafología. Universidad Autónoma de Chapingo, México. p. 71,98,108,110,111, -- 147-149.
35. Parra, S., J.M. 1985. Efecto de la residualidad de la gallinaza en el cultivo del trigo (Triticum vulgaris L.) en suelos de Marín, N.L. Tesis profesional. F.A.U.A.N.L.- México. p. 55,56.
36. Ramírez, G., R., M.A. Sánchez, M.N., Aguilera, H. 1980. --- Agregación de las partículas de suelos por adición de mejoradores obtenidos del pulque de la fermentación microbiana. XIII Congreso Nacional de la Ciencia del Suelo. México. 1:265.
37. Rico M., J.M. 1981. Estiércoles como aportadores de N al suelo. Tesis. F.A.U.A.N.L. p. 2-4, 10-12, 16,19.
38. Richards, L.A. 1980. Diagnóstico y rehabilitación de suelos salinos y sódicos. Trad.del inglés por N. Sánchez-D. Limusa. México, D.F. p. 35.
39. Romo S., L.O., G. García B. y J. Nava, D. 1980. La respues

ta en el empleo de cinco materiales orgánicos y "S" -- en el cultivo de la zanahoria (Daucus carota). XIII -- Congreso Nacional de la Ciencia del Suelo. México. p. 1:265.

40. Russell, E., E.W., Russel, 1961. Las condiciones del suelo y el crecimiento de las plantas. Trad. del inglés -- por G. Gziz. G. Editorial Aguilar. España. p. 337-339.
41. S.E.P. 1983. Manual para la educación agropecuaria sobre frijol y chícharo. Trillas. México, D.F. p. 11,21,22.
42. Suárez de Castro, F. 1965. Conservación de suelos. Salvat, Editores. España. p. 94.
43. Tamhane, R.V., D.P. Motiramani y P. Bali, 1978. Suelos, su química y fertilidad en suelos tropicales. Ed. Diana. México. p. 168-187, 268-285.
44. Teuscher, H., R. Adler. 1965. El suelo y su fertilidad. Ed. C.E.C.S.A. México. p. 303-310, 320-326, 328-335.
45. Thompson, L.M. 1965. El suelo y su fertilidad. Trad. del inglés por R. Clara C. Reverté. México, D.F. p. 88-92, 284,285.
46. Tiarks, A.E., A.P. Mazurak, L. Chesnin, 1974. Physical and

chemical properties of soil associated with heavy --- applications of manure from cattle feedlots. So. Sci.-Am. p. 38:826-830.

47. Tirado T., J.L. 1979. Uso de mezclas de abonos orgánicos y minerales en bajas dosificaciones en la asociación maíz-frijol de temporal. Colegio de Postgraduados S.A. R.H. Chapingo, México. p. 19,22.
48. Tisdale, S.L., W.L. Nelson. 1982. Fertilidad de los suelos y fertilizantes. UTEHA. México. p. 146-160.
49. Través, S.G. 1962. Abonos. Ed. Síntes. España. p. 121-123, 169-180.
50. Unger, P.W. y B.A. Stewart. 1974. Feedlot waste effects on soil conditions and water evaporation. So.Sci. Am. p. 38:954, 955.
51. Villarreal A., J.M. 1979. Respuesta del maíz y frijol a la aplicación de gallinaza, estiércol vacuno, zinc, manganeso y hierro en suelos de Cd. Serdán, Puebla, bajo condiciones de campo y de invernadero. Tesis de Maestría. Colegio de Postgraduados Chapingo, México. p. 2-12, 176-184.
52. Wagenet, R.J. y R.W. Miller. 1985. El "N" del suelo. Agricultura de las Américas 34(2). p. 16-18.

VIII. APENDICE

Tabla 15. Resumen de los principales parámetros estadísticos de las variables estudiadas en el presente experimento.

Variable	Valor mínimo	Valor máximo	Rango	Desviación		C.V.
				estandar	Media	
DA ₁	1.113	1.912	0.799	0.114	1.302	8.7557
DA ₂	1.151	1.593	0.442	0.077	1.314	5.8599
pH ₁	7.460	7.650	0.190	0.043	7.554	.5692
pH ₂	7.420	7.740	0.320	0.059	7.582	.7781
MO ₁	1.035	2.553	1.518	0.406	1.835	22.1253
MO ₂	1.035	2.346	1.311	0.356	1.543	23.0719
R.G.H.	69.010	178.160	109.150	23.069	123.740	18.643123
A.M.P.	23.660	34.660	11.000	2.915	27.570	10.5730
CE ₁	0.450	2.200	1.750	0.381	0.959	39.7288
CE ₂	0.300	2.100	1.800	0.338	0.799	42.3028
MR ₁	1.194	4.220	3.026	0.829	2.270	36.5198
MR ₂	1.405	4.929	3.523	0.910	2.856	31.8627
N.P.T.	41.000	146.000	105.000	28.920	102.923	28.0986
L.P.	2.242	3.328	1.086	0.310	2.705	11.4602

Nota: El C.V. se obtuvo dividiendo la desviación estandar entre la media multiplicando su resultado por 100.

Tabla 16. Datos climatológicos, temperatura en grados, centígrados y precipitación pluvial en milímetros registrados en 1985 durante el ciclo del cultivo.

Meses Días	Sept. T°C	Precip.	Oct. T°C	Precip.	Nov. T°C	Precip.
1	36		23.5	1.0	33.5	.2
2	36.5		25.5		20	
3	37		30.5		24.5	
4	36.5		25		26.5	
5	38.5		27		25	
6	39		28		31.5	
7	38		30		29	
8	38		32		29	
9	35.5		34		30.5	
10	36		31.5		31.5	
11	36		33.5		30.5	
12	35.5		33		30.5	
13	35	75.5	34		32	
14	29	20.9	34		29	
15	24	.3	25	12.8	27	
16	24.5		26	.7	18	
17	37		28.5		24	
18	36		30		29	
19	33.5		30	73.2	29.5	
20	33	17.2	23		13	4.8
21	32		23.5	25.9	14	
22	33.5		26.5		16.3	.3
23	35.5		27		23	
24	33	2.3	31		25.5	
25	37		30.5		26.5	
26	30		29		28.5	
27	32		28		26.5	
28	35.5		29		24.5	
29	38		31.5		24	
30	21	2.7	28		29.5	
31			26			

