



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

Facultad de Estudios Superiores

"CUAUTITLAN"

**Determinación del Efecto de Aplicación de Estiercol
de Bovino Semiseco y Fresco Sobre el
Rendimiento de Cebada en
Suelos Erosionados.**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO AGRICOLA
P R E S E N T A

ADAN TOVAR TAMAYO

CUAUTITLAN IZCALLI, EDO. DE MEX.

1985



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

INDICE GENERAL

	Pagina
I.- Introducción -----	1
II.- Objetivos -----	1
III.- Revisión de Literatura -----	1
3.1).- Generalidades de Erosión -----	1
3.1.1).- Definición del concepto de Erosión -----	1
3.1.2).- Tipos de Erosión -----	2
3.1.3).- Agentes de La Erosión -----	2
3.1.4).- Límites permisibles de Erosión -----	3
3.1.5).- Ecuación Universal -----	3
3.1.6).- Métodos utilizados para control de la erosión -----	4
3.1.6.1).- Prácticas mecánicas -----	4
3.1.6.2).- Prácticas vegetativas -----	5
3.1.6.2.1).- Abonos verdes -----	5
3.2).- Materia Orgánica -----	5
3.2.1).- Propiedades generales de la materia orgánica -----	5
3.2.2).- Estiércol -----	8
3.2.2.1).- Historia -----	8
3.2.2.2).- Definición -----	9
3.2.2.3).- Tipos y contenido de nutrientes -----	9
3.2.2.4).- Manejo del estiércol -----	15
3.2.2.4.1).- Manejo del estiércol en forma líquida -----	18
a) Laguna de fermentación -----	18
- Aerobia -----	18
- Anaerobia. -----	18
3.2.2.4.2).- Manejo del estiércol en forma sólida -----	19
a).- Secado al sol y viento -----	19
b).- Sistema R.A.M. (Recycled Aerateo Manure) -----	20
c).- Deshidratación de estiércol por hornos rotatorios -----	20
d).- Método Bio-dinámico -----	20
e).- Método Terex-Cobey -----	21

f).- Método cereco-----	21
3.2.5).- Aplicación de estiércol-----	22
3.3).- Tepetates-----	24
3.3.1).- Definición-----	24
3.3.2).- Origen -----	25
3.3.3).- Tipos encontrados en la Cuenca de México-----	25
3.3.4).- Características de estos tipos-----	26
3.3.4.1).- Aspectos físicos-----	26
3.3.4.2).- Aspectos químicos-----	26
3.3.5).- Incorporación Agrícola-----	28
IV.- Hipotesis-----	30
V .- Materiales y métodos-----	31
5.1).- Localización -----	31
5.2).- Clima -----	31
5.3).- Fisiografía-----	31
5.3.1).- Geología superficial-----	31
5.3.2).- Relieve -----	33
5.3.3).- Hidrología -----	33
5.3.4).- Vegetación -----	33
5.3.5).- Suelos -----	34
5.3.5.1). Descripción general -----	34
5.3.5.1.1).- Relieve -----	34
5.3.5.1.2).- Drenaje superficial del sitio -----	34
5.3.5.1.3).- Material parental -----	34
5.3.5.1.4).- Descripción del perfil -----	34
5.4).- Desarrollo experimental -----	37
5.4.1).- Características del tipo de obra de recupera- ción de suelos donde se estableció el experi- mento.-----	37
5.4.2).- Diseño experimental -----	37
5.4.3).- Marcación del terreno -----	38
5.4.4).- Aplicación del estiércol -----	39
5.4.5).- Cultivo -----	40

	Pagina
5.4.5.1).- Siembra -----	40
5.4.5.2).- Fertilización -----	40
5.4.5.3).- Plagas y enfermedades -----	41
5.4.5.4).- Control de malezas -----	41
5.4.5.5).- Cosecha -----	41
VI.- Presentación de resultados -----	42
6.1).- Descripción del desarrollo experimental -----	42
6.1.1).- Estiércol -----	42
6.1.2).- Incorporación del estiércol -----	42
6.1.3).- Ubicación de las unidades experimentales -----	42
6.1.4).- Cultivo -----	42
6.2).- Datos o valores obtenidos -----	43
6.2.1).- Metereológicos -----	43
6.2.1.1).- Temperatura -----	44
6.2.1.2).- Precipitación -----	44
6.2.1.3).- Vientos -----	44
6.2.2).- Observaciones del suelo. -----	45
6.2.2.1).- Heterogeneidad -----	45
6.2.2.2).- Profundidad -----	45
6.2.2.3).- Registros de humedad -----	47
6.2.2.4).- Registros de infiltración -----	54
6.2.2.5).- Registros de densidad aparente -----	57
6.2.2.6).- Análisis de laboratorio de suelos -----	62
6.2.3).- Cultivo -----	67
6.2.3.1).- Registros de desarrollo vegetativo -----	67
6.1.3.1.1).- Altura -----	67
6.1.3.1.2).- Amacollamiento -----	68
6.2.3.2).- Registro de Producción -----	69
6.1.3.2.1).- Peso seco -----	69
6.2.3.2.2).- Rendimiento -----	70
VII.- Discusión de resultados -----	72
7.1).- Metereológicos -----	72
7.2).- Observaciones de suelo -----	73
7.2.1).- Heterogeneidad -----	73

	Pagina
7.2.2).- Registros de humedad -----	74
7.2.3).- Registros de infiltración -----	75
7.2.4).- Registro de densidad aparente -----	75
7.2.5).- Análisis de laboratorio de suelos -----	76
7.2.5.1).- Reacción ó pH del suelo -----	76
7.2.5.2).- Nitrógeno -----	77
7.2.5.3).- Fósforo -----	78
7.2.5.4).- Potasio -----	78
7.2.5.5).- Calcio y magnesio -----	79
7.2.5.6).- Materia orgánica -----	79
7.3).- Cultivo -----	80
7.3.1).- Desarrollo vegetativo -----	80
7.3.1.1).- Alturas -----	80
7.3.1.2).- Amacollamiento -----	80
7.3.2).- Registros de producción -----	81
7.3.2.1).- Peso seco -----	81
7.3.2.2).- Rendimiento -----	81
VIII- Conclusiones -----	83
IX .- Apéndice -----	84
X .- Bibliografía -----	103

INDICE DE CUADROS Y FIGURAS

Pagina

Cuadro 1.- Composición media en materia nutritiva primaria de los excrementos animales, considerando las fracciones líquidas y sólidas-----	10
Cuadro 2.- Contenido de elementos secundarios y micronutrientes en el estiércol -----	10
Cuadro 3.- Porcentaje de la composición de los estiércoles sólidos y líquidos de diversos animales -----	11
Cuadro 4.- Excremento producido por 1,000 kgr. de peso vivo - en kgr./día.-----	12
Cuadro 5.- Porcentaje de nutrientes -----	13
Cuadro 6.- Influencia de la alimentación en la composición del estiércol de vaca. -----	14
Cuadro 7.- Composición aproximada del estiércol producido por una vaca de 450 kgr. de peso corporal y alimentada con dieta balanceada adecuadamente.-----	14
Cuadro 8.- Clasificación de los tepetates en base a su color	27
Cuadro 9.- Composición mineral de los tepetates, encontrados en la Cuenca de México. -----	28
Cuadro 10.- Características físicas y químicas de los tres horizontes del perfil -----	36
Cuadro 11.- Temperatura, precipitación y dirección del viento en el campo experimental en conservación de suelo y agua "Teotitlán" en el periodo de mayo-diciembre de 1983.-----	44
Cuadro 12.- Ubicación de las unidades experimentales, heterogeneidad y profundidad del sitio donde se ubico el - experimento. -----	46.
Cuadro 13.- Medias por terraza de % de humedad en los diferentes muestreos.-----	48
Cuadro 14.- Infiltración básica de los tratamientos en la terraza I, repetición III.-----	55
Cuadro 15.- Infiltración básica de los tratamientos en la te--	

	Página
rraza II repetición III.-----	56
Cuadro 16.- Infiltración básica de los tratamientos en- la terraza III repetición III -----	56
Cuadro 17.- Registros de densiad aparente por medio del método de campo utilizando plástico, repeti- ción III, terraza I.-----	58
Cuadro 18.- Registros de densidad aparente por medio -- del método de campo utilizando plástico, - repetición III, terraza II.-----	60
Cuadro 19.- Registros de densidad aparente por medio - del método de campo utilizando plástico, re- petición III, terraza III.-----	60
Cuadro 20.- Análisis de varianza para las medias de hu- medad aprovechable-----	60
Cuadro 21.- Análisis de varianza para infiltración-----	60
Cuadro 22.- Análisis de varianza para densidad aparente -----	61
Cuadro 23.- Análisis de varianza para la variable pH---	63
Cuadro 24.- Análisis de varianza para la variable Nitró- geno -----	63
Cuadro 25.- Medias para dosis de Nitrógeno-----	63
Cuadro 26.- Análisis de varianza para la variable Pota- sio -----	64
Cuadro 27.- Medias para dosis en Potasio -----	64
Cuadro 28.- Análisis de varianza para la variable Cal- cio -----	65
Cuadro 29.- Análisis de varianza para la variable Magne- sio -----	65
Cuadro 30.- Análisis de varianza para la variable mate- ria orgánica -----	65
Cuadro 31.- Medias para dosis de materia orgánica -----	66
Cuadro 32.- Análisis de varianza para la variable Fósfo- ro -----	66
Cuadro 33.- Medias para dosis de Fósforo -----	66

	Página
Cuadro 34.- Análisis de varianza para la variable AL ₁ --	67.
Cuadro 35.- Análisis de varianza para la variable AL ₂ --	68
Cuadro 36.- Análisis de varianza para la variable amaco llamiento -----	68
Cuadro 37.- Medias para la variable amacollamiento-----	69
Cuadro 38.- Análisis de varianza para la variable peso seco -----	69
Cuadro 39.- Medias para la variable fuentes -----	70
Cuadro 40.- Análisis de varianza para la variable rendi miento-----	71
Cuadro 41.- Medias para la variable rendimiento -----	71
Figura 1.- Plano de localización -----	32
Figura 2.- Gráfica de humedad del suelo TI-----	49
Figura 3.- Gráfica de humedad del suelo TII-----	50
Figura 4.- Gráfica de humedad del suelo TIII-----	51
Figura 5.- Curva de velocidad de infiltración, testi go terraza I repetición III,-----	84
Figura 6.- Curva de velocidad de infiltración, EA-100 terrazza I repetición III,-----	85
Figura 7.- Curva de velocidad de infiltración, EB-200 Terraza I repetición III-----	86
Figura 8.- Curva de velocidad de infiltración, EA-200 terrazza I repetición III -----	87
Figura 9.- Curva de velocidad de infiltración, EB-400 terrazza I repetición III -----	88
Figura 10.- Curva de velocidad de infiltración, testigo terrazza II repetición III-----	89
Figura 11.- Curva de velocidad de infiltración, EA-100 terrazza II repetición III -----	90
Figura 12.- Curva de velocidad de infiltración, EB-200 terrazza II repetición III -----	91
Figura 13.- Curva de velocidad de infiltración, EA-200 terrazza II repetición III -----	92
Figura 14.- Curva de velocidad de infiltración, EB-400 terrazza II repetición III -----	93
Figura 15.- Curva de velocidad de infiltración, testigo terrazza III repetición III -----	94

Figura 16.- Curva de velocidad de infiltración, EA-100	
terrazza III repetición III -----	95
Figura 17.- Curva de velocidad de infiltración, EB-200	
terrazza III repetición III -----	96
Fogura 18.- Curva de velocidad de infiltración, EA-200	
terrazza III repetición III -----	97
Figura 19.- Curva de velocidad de infiltración, EB-400	
terrazza III repetición III -----	98

I.- INTRODUCCION

En la actualidad, se tienen pocos estudios sobre la adición de estiércol de bovino, no tanto como aportador de nutrientes, sino como rehabilitador de suelos erosionados y de las cantidades óptimas de aplicación. El Colegio de Postgraduados de Chapingo (C.P.), en base a estudios realizados, recomiendan 50 ton/ha., pero a través de la práctica se ha visto, que estas no son suficientes para el fin que se busca.

El Subprograma de Conservación del Suelo y Agua, dependiente de la Dirección de Conservación del Suelo y Agua de la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, recomienda de 80 hasta 120 ton/ha. en calidad semiseco y de 150 a 200 ton/ha para calidad fresco., estas recomendaciones son al simple gusto del técnico, dependiendo de como vea el terreno, pero son datos científicos que respalden tal recomendación. La presente investigación pretende dar algunas respuestas a este problema.

La investigación se realizó en el Campo Experimental en Conservación del Suelo y Agua "Teotitlán", ubicado en el ejido de San Felipe Teotitlán municipio de Nopaltepec, Edo. de México Kilómetro 47 1/2 de la carretera México-Tulancingo.

II.- Objetivos.

- a).- Determinar el efecto de aplicación de estiércol en calidad semiseco y fresco, sobre el rendimiento de cebada.
- b).- Determinar el efecto de aplicación de estiércol en calidad semiseco y fresco, sobre las características físicas y químicas del suelo.

III.- REVISION DE LA LITERATURA

3.1.).- Generalidades de erosión

3.1.1.)- Definición del concepto de erosión

Erosión es el proceso físico que consiste en el desprendimiento y arrastre de los materiales del suelo por los agentes del intemperismo, los principales agentes son el agua y el viento (6)

Es un desgaste del suelo producido por las corrientes, glaciares, vientos y olas (20)

3.1.2.).- Tipos de erosión

Erosión Geológica.- Es la que ocurre como consecuencia de las fuerzas de la naturaleza. Este tipo de erosión actúa sin la intervención del hombre y participa en la formación de los suelos.

Erosión Inducida.- Es la que opera cuando el proceso de la pérdida del suelo es debida al mal manejo del suelo por el hombre. Este proceso es común en México.

3.1.3.).- Agentes de la erosión.

Agua.- Es el agente de la erosión más importante, ya que la acción de las gotas de lluvia al hacer impacto sobre la superficie del suelo y al sobrevenir el escurrimiento superficial, producen grandes pérdidas del suelo. Cuando la erosión es causada por el agua, se denomina "erosión hídrica" (6)

La definición clásica del proceso de erosión hídrica, la considera como "el proceso complejo de separación y transporte de las partículas del suelo pendiente abajo, por la acción del impacto de las gotas de lluvia y la escorrentía" (24)

Viento.- Es un agente climático que según su intensidad, produce también erosión y afecta la formación de los suelos a través del desprendimiento, transporte, deposición y mezclado de suelo.

Cuando la pérdida de suelo es causada por el viento, se denomina "erosión eólica" (6).

3.1.4.)- Límites permisibles de erosión

Los límites permisibles de erosión, dependen de las condiciones del suelo. Es necesario considerar que la velocidad de pérdida del suelo no debe ser mayor que la formación del mismo.

Experimentalmente, se ha encontrado que en condiciones alteradas por efecto de las prácticas de labranza, se pueden formar aproximadamente 0.8 a 1.8 toneladas de suelo/ha./año. Por lo tanto, se pueden permitir pérdidas hasta de 1.8 ton./ha./año en suelos profundos, bien drenados y permeables y de 0.4 ton./ha./año en suelos poco profundos y de permeabilidad reducida (6).

En la mayoría de los países se considera permisible el rango de 0.4 a 1.8 ton./ha./año. En los Estados Unidos se usa éste rango. La Federación Central Africana usa 1.5 ton./ha./año, para un suelo arenoso y 1.8 ton./ha./año para un suelo arcilloso (15).

3.1.5.)- Ecuación Universal.

La erosión del suelo está influenciada por muchas variables. La esencia de la ecuación universal de pérdida de suelo es la de aislar cada variable y reduce el efecto a un número tal que cuando los números son multiplicados juntos la respuesta es la suma del desgaste del suelo. La ecuación es presentada en la forma:

$$A = R \times K \times L \times S \times C \times P$$

DONDE: A = Suelo perdido en toneladas por acre

R = Es el índice de erosividad de la lluvia - un número que indica la erosividad de la lluvia en una escala basada en el EI_{30}^* .

K = Es el factor erodabilidad - un número, el cual refleja la facilidad de un suelo tipo a erosionarse. Las unidades dependen sobre la suma de suelo perdido por unidad de erosividad de R, bajo especificaciones de condiciones tipo.

L = Es el factor longitud - una razón que compara el suelo gastado con aquel de un campo de longitud específica de (22.6 m).

C = Es el factor manejo de cosecha - una proporción que compara la pérdida de suelo con aquel de un campo de pendiente específica. (9 por ciento).

* E = Energía cinética de la gota de lluvia

I_{30} Intensidad máxima en 30 minutos

P = Es el factor prácticas de conservación. Una razón que compara la pérdida de suelo con la de un campo con prácticas de conservación (15)

Factor K (erodabilidad).

Erodabilidad se define como la resistencia del suelo para ser desprendido y transportado (13)

Erodabilidad es la vulnerabilidad o susceptibilidad del suelo a la erosión. Es una función de las características físicas del suelo y el manejo de el suelo (15)

Factores que influyen en la erodabilidad.

Hudson (1972) menciona que son dos grupos de factores: primero las condiciones físicas actuales del suelo, y en segundo lugar el uso y tratamiento de el suelo, divididos en cuatro factores principales:

- 1).- Características físicas del suelo
- 2).- Manejo de la tierra
- 3).- Manejo de cosechas
- 4).- Medidas de control (15)

La erodabilidad varía con la textura del suelo, estabilidad de agregados, fuerza al corte, capacidad de infiltración y contenido orgánico.

Los constituyentes orgánicos químicos de el suelo son importantes, a causa de ellos se influye en la estabilidad de agregados. Suelos con menos de 2 por ciento de materia orgánica son considerados erodibles (13).

El área donde se realizó el presente trabajo de investigación tiene un contenido de materia orgánica del 1 al 2% considerado muy bajo.

3.1.6.) Métodos utilizados para control de la erosión. Son dos - principales mecánicos y vegetativos (6,15,13).

3.1.6.1.) Prácticas Mecánicas.

Entre las principales se tienen:

- Surcado al contorno
- Terrazas

- Terrazas de banco o bancales
- Terrazas de canal amplio o de zingg.
- Terrazas de base angosta o formación sucesiva
- Terrazas de bancos alternos

3.1.5.2).- Prácticas vegetativas

- Rotación de cultivos
- Rotación por fracciones
- Rotación en áreas únicas

- Cultivos en fajas
- Cultivos en fajas de contención o amortiguadora
- Cultivos en fajas por fracciones
- Cultivos en fajas de contraviento

3.1.6.2.1) - Abonos verdes.

Se entiende por abono verde, la práctica de sembrar una determinada planta en el terreno con la finalidad específica de incorporar-la al suelo durante la época de su desarrollo vegetativo (generalmente antes de la floración).

La aplicación repetida de abonos verdes al suelo, se efectúa con la finalidad de agregar materia orgánica, mantener e incrementar la fertilidad de los suelos, aumentar la capacidad de retención de humedad en el suelo y reducir los escurrimientos superficiales y la erosión (6).

Este es otro punto de partida para el presente trabajo de investigación, ya que cumple con la finalidad de agregar materia orgánica al suelo y otras muchas características que son inherentes a ella, que se tratarán más ampliamente en puntos posteriores.

3.2.) Materia orgánica

3.2.1) Propiedades generales de la materia orgánica.

La materia orgánica del suelo proviene de los restos de plantas y animales. Estos incluyen hierbas, árboles, bacterias, hongos, protozoos, lombrices y abonos animales (14,21).

La materia orgánica representa una etapa determinada en un movimiento constante de los elementos carbono, hidrógeno, oxígeno, nitrógeno, fósforo y azufre entre los organismos vivos y el reino mineral. A medida que se forma materia orgánica nueva, una parte de la materia orgánica vieja pasa a mineralizarse.

Muchas de las propiedades deseables de la materia orgánica se deben a su carácter dinámico.

La materia orgánica del suelo puede diferenciarse del humus, porque la materia orgánica del suelo consiste en cualquier sustancia de origen orgánico, vivo o muerto, mientras que el humus es un material bastante estable y amorfo, de color pardo a negro que se forma como resultado de la descomposición de los residuos de las plantas y animales, sin vestigios de la estructura del material del cual se deriva.

La materia orgánica sirve para muchos fines en el suelo: Estos fines pueden resumirse del modo siguiente:

- La materia orgánica gruesa en superficie reduce el impacto de la gota de lluvia que cae y permite que el agua serena se filtre con suavidad en el suelo, reduce el escurrimiento superficial y la erosión; como resultado, hay más agua disponible para el desarrollo de las plantas.

- La presencia de residuos orgánicos fácilmente descomponibles produce la síntesis de sustancias orgánicas complejas que ligan las partículas del suelo en unidades estructurales llamados agregados. Estos ayudan a mantener un estado granular suelto, abierto. De ese modo, el agua está en condiciones de entrar y filtrarse hacia abajo con más facilidad a través del suelo. La condición granular del suelo favorece una buena aereación y permeabilidad.

- Las raíces de las plantas necesitan un suministro constante de oxígeno, a fin de respirar y desarrollarse. Los poros grandes facilitan que el suelo absorba oxígeno de la atmósfera y que expulse dióxido de carbono.

-La materia orgánica incrementa la capacidad de retención de agua. Produce un aumento limitado en la cantidad de agua disponible en los suelos arenosos y de migajón. Además, el suelo que resulta de las agregaciones de materia orgánica, suministra más agua que el suelo pegajoso impermeable.

-La materia orgánica sirve como un depósito de elementos químicos que son esenciales para el desarrollo de las plantas. La mayor parte del nitrógeno del suelo se presenta en combinación orgánica. Solo una pequeña parte, de ordinario del 1 al 3 % se presenta en forma inorgánica en cualquier momento. También una cantidad considerable de fósforo y azufre existen en formas orgánicas. Al descomponerse la materia orgánica proporciona los nutrientes necesarios para las plantas en desarrollo, así como muchas hormonas y antibióticos. Estos son liberados de acuerdo con las necesidades de las plantas. Cuando las condiciones ambientales son favorables para el crecimiento rápido de la planta; las mismas condiciones favorecen una rápida liberación de nutrientes de la materia orgánica (21).

-La materia orgánica ayuda a compensar los suelos contra cambios químicos rápidos en el pH, a causa de la agregación de sal y fertilizantes.

-La materia orgánica al descomponerse produce ácidos orgánicos y bióxido de carbono que ayuda a disolver minerales que liberan nutrientes como el potasio: de esta manera las plantas en desarrollo pueden asimilarlos: - más fácilmente.

-El humus proporciona un almacén para los cationes, potasio, calcio y magnesio, intercambiables. También impide la lixiviación de los fertilizantes amoniacales, porque el humus retiene el amonio en forma intercambiable y aprovechable.

-La materia orgánica sirve como una fuente de energía para el desarrollo de los microorganismos del suelo. Todos los organismos heterotróficos, - por ejemplo, los organismos que fijan el nitrógeno, requieren materia orgánica que se descomponga con facilidad y de la cual puedan obtener el -

carbono. Sin carbono la fijación de nitrógeno por los Azotobacter y Clostridium sería imposible.

-La materia orgánica reciente proporciona alimento para seres como lombrices, hormigas y roedores. Estos animales perforan el suelo y construyen canales extensos a través de él; los cuales sirven, no solo para aflojarlo, sino también para mejorar su desagüe y aereación.

-Las pérdidas de agua por evaporación se reducen mediante capas protectoras orgánicas, ya que impiden la incidencia directa de los rayos solares.

La materia orgánica gruesa, sobre la superficie de los suelos reduce las pérdidas de suelo por la erosión del viento.

-Las capas superficiales de paja y estiércol reducen las temperaturas del suelo en el verano y lo mantienen más templado en invierno.

La materia orgánica fresca tiene una función especial porque facilita la obtención del fósforo del suelo en los suelos ácidos. Al descomponerse, la materia orgánica libera citratos, oxalatos, tartratos y lactatos que se combinan con el hierro y el aluminio y mejora la disponibilidad de fósforo para el desarrollo de la planta.

-Los ácidos orgánicos liberados de la materia orgánica en descomposición ayudan a reducir la alcalinidad de los suelos (21).

3.2.2.).- Estiércol

3.2.2.1.).- Historia

Muchos siglos antes del establecimiento de la ciencia agrícola, los labradores empleaban los estiércoles en la fertilización de sus suelos (se cita en la mitología griega y en el poema épico la Odisea) (23). El valor de ese abono era tan conocido que los agricultores criaban ganado exclusivamente - destinado a la producción de estiércol (9).

Teofrasto (372-:87 a. de c.) clasificó los estiércoles según su riqueza y - concentración de nutrientes en el siguiente orden de valores decrecientes: Humano, porcino, caprino, ovino, vacuno, de buey y de caballo. Recomienda el abundante abonado a suelos poco profundos, pero sugiere que los suelos profundos sean escasamente abonados.

Más tarde Varrón, uno de los primeros escritores romanos que habló de agricultura, desarrolló una lista similar y valora el estiércol de ave por encima de los excrementos humanos. Columela recomendaba la alimentación del ganado con trébol porque decía que esto enriquecía los excrementos (23).

3.2.2.2.).- Definición.

El estiércol es una mezcla de excrementos sólidos y líquidos de animales estabulados, por lo cual también comprende materiales usados para cama, como paja y turba (5,3,16).

3.2.2.2.).- Tipos y contenidos de nutrientes.

El estiércol de animales no contiene un porcentaje tan alto de elementos de nutrición vegetal como los fertilizantes comerciales, pero es mejor que éstos para enriquecer el suelo, mantenerlo en buenas condiciones y aumentar su facultad para absorber y retener la humedad (20).

Tanto en la cantidad como en la calidad química del estiércol influyen el tipo de alimentación, la especie y edad del animal del cual proviene. Los animales jóvenes y los de producción lechera excretan menos N, P, y Ca, que el ingerido, mientras que los adultos devuelven casi toda la cantidad consumida de estos elementos (14).

Black (1975), menciona que el estiércol contiene entre 0.1 y 0.4% de fósforo, parte en forma orgánica y parte en forma inorgánica, y puede ser clasificado como fertilizante fosforado de baja graduación (3).

Según Thompson (1974), una tonelada de estiércol contiene 4.5 kgr. de K_2O (22).

Menciona además que existe una variación considerable en la composición del estiércol de las diferentes clases de ganado. A partir del cuadro 1, puede deducirse que el estiércol de ovinos es el más rico en nitrógeno, mientras que el más rico en fósforo es el de gallinas, así mismo se observa que el estiércol de bovino casi la mitad de nitrógeno y más de la mitad del potasio se encuentran en la fracción líquida, de ahí la conveniencia de su conservación.

CUADRO 1.- Composición media en materia nutritiva primaria - de los excrementos animales, considerando las - - fracciones líquidas y sólidas.

ESPECIE	(%) N	CONTENIDO DE P ₂ O ₅	K ₂ O
Equinos	0.8	0.30	1.3
Bovinos	0.5	0.18	0.8
Ovinos	1.4	0.44	1.9
Cerdos	0.5	0.38	0.8
Gallinas	1.0	0.30	0.04

Tisdale y Nelson (1966), mencionan que un aspecto a menudo olvidado del estiércol, es el contenido de nutrientes secundarios y micronutrientes.

Con todo y ésto, el contenido variará ampliamente, dependiendo del alimento, de la estabulación y de los animales. La distribución del contenido ha sido reportada en gramos por toneladas como aparece en el cuadro 2 (Benne et al, - 1961).

Cuadro 2.- Contenido de elementos secundarios y micronutrientes en el estiércol (Benne et-al 1961) - (23).

ELEMENTO	(grs/ton)
Boro	9.06 - 54.36
Cobre	4.53 - 13.59
Hierro	36.24 - 411.29
Molibdeno	0.45 - 4.98
Zinc	13.59 - 81.54
Azufre	453.8 - 2808.6
Magnesio	724.8 - 2627.4
Calcio	1087.2 - 33522

Como se ha mencionado la composición química de los estiércoles

es muy variable, en forma detallada los principales factores que influyen son:

- Especie animal
- Edad de los animales
- Alimentación
- Régimen
- Naturaleza de los materiales usados como camas
- Variación con la especie animal

i).- Los estiércoles de los equinos y ovinos contienen menos agua que los de bovino y porcinos. Fermentan con pronunciado aumento de temperatura y son de difícil conservación por lo que se denomina "estiércoles calientes"

ii).- Los estiércoles de bovino y porcino son acuosos y de mas difícil fermentación. Conservan mejor sus nutrientes. Son denominados "estiércoles - fríos".

iii).- En el cuadro 3 se muestra la composición media de los estiércoles sólidos y líquidos de diversos animales (16).

Cuadro 3.- Porcentaje de la composición de los estiércoles sólidos y líquidos de diversos animales.

COMPONENTES (%)	EQUINOS		BOVINOS		OVINOS		PORCINOS	
	SOL.	LIQ.	SOL.	LIQ.	SOL.	LIQ.	SOL.	LIQ.
Agua	75.0	90.0	83.2	93.0	65.5	87.0	81	97
M.O	21.0	7.0	14.0	3.2	31.4	8.0	12	21
Cenizas	3.2	3.0	2.0	3.0	3.1	4.5	4	1.2
Nitrógeno	0.44	1.5	0.3	0.6	0.6	1.9	0.6	0.4
Fósforo	0.35	0.9		0.3	0.3		0.3	0.1
Potasio	0.15	1.6	1.3	0.15	0.15	2.3	0.3	0.8
Calcio	0.14	0.45	0.1					

iii).- La cantidad de estiércol producido por los animales diariamente varía con la edad, alimentación, etc. El cuadro 4 indica las cantidades diarias de excremento sólido y líquido producidos por diferentes animales por cada 1,000 kgr. de peso vivo(16).

Cuadro 4.- Excremento producido por 1,000 kgr. de peso vivo en kgr/día.

ANIMAL	SOLIDO	LIQUIDO	TOTAL
Vaca	25	10	35
Caballo	20	5	25
Porcinos	24	17	41
Ovinos	11	6	17
Aves			12

Variación con el régimen.- Animales que se encuentran en régimen de engorda, estabulados o semi-estabulados, producen estiércoles más ricos en nutrientes que aquellos en régimen de trabajo, ya que estos animales gastan su energía para suplementar la producción de fuerza.

-Variación con la naturaleza de las camas.- Los materiales utilizados en las camas de los animales en general están constituidos por hojas, paja, residuos de cosechas, aserrín de madera, tierra vegetal, etc.

i).- La propiedad absorbente de esos materiales, así como la facilidad con que se descompone influye en la riqueza de los estiércoles producidos.

ii).- Cuanto mayor sea el poder absorbente del material de la cama, - tanto mayor será su valor fertilizante. . Cuanto más fácil sea su descomposición más rico será el estiércol obtenido, porque se gasta menos energía en ese proceso.

-Variación con la edad de los animales.- El animal en sus diferentes edades no produce excremento de composición constante (16).

i).- Cuando joven la capacidad digestiva del animal es mayor que cuando adulto o viejo.

ii).- El animal nuevo, absorbe de los alimentos mayor cantidad de nutrientes, principalmente P, utilizando en la formación de su esqueleto y N para la formación de sus músculos.

iii).- La composición media de NPK del estiércol de bovinos en crecimiento y en fase adulta es la siguiente:

Cuadro 5.- Porcentaje de nutrientes.

	N	P	K
Animal joven	0.41	0.13	0.54
Animal viejo	0.98	0.44	0.65

-Variación con la alimentación.- Cuanto más abundante y rica es la ración consumida por los animales mayor será el valor fertilizante del estiércol producido.

i).- Las leguminosas y tortas de oleaginosas, originan un estiércol más rico en N y P que las gramíneas.

ii).- Las plantas tuberosas como la papa y mandioca suministran estiércoles más ricos en K.

iii).- En el cuadro 6 se presentan los datos de un experimento con vacas lecheras de 550 kgr., con producción de 6 lts. de leche diarios y sometidos a dos regímenes alimenticios, un grupo recibió 70 kg. de remolacha y otro 12 kgr. de heno y 12 lts. de agua.

Cuadro 6.- Influencia de la alimentación en la composición del estiércol de vaca.

RACION	ESTIERCOL				AGUA	CANTIDAD
		N	P	K		
70 Kgr. remolacha	sólido	0.33	0.24	0.14	83.c	19
	líquido	0.12	0.01	0.59	97.4	40
12 Kgr. Heno	Sólido	0.34	0.16	0.23	79.7	22.0
12 lts. agua	líquido	1.54		1.69	92.6	6.3 (16)

En el cuadro 7 se presenta la composición aproximada del tipo de estiércol que se va a manejar en este trabajo que es de vaca para producción de leche, estabulada.

Cuadro 7.- Composición aproximada del estiércol producido por una vaca de 450 kg. de peso corporal y alimentada con dieta balanceada adecuadamente (11).

Sales minerales	%	Kg.
Nitrógeno	0.59 %	0.22 Kg.
Fósforo	0.19 %	0.07 Kg.
	2.50%	0.94 Kg
Potasio	0.53 %	0.20 Kg.
Otros	1.20 %	0.45 Kg.
Materia orgánica	13.57%	5.09 Kg
Humedad	83.93%	31.47 Kg.
TOTAL:	<u>100.00%</u>	<u>37.50 Kg</u>

La relación heces-orina es de 70%-30% respectivamente y su densidad promedio es de 945 Kg. por metro cúbico (11).

Dale y Day (1967) y Ridker (1972), determinaron que se producían - 1.13 a 1.18 kg de estiércol por cada 0.45 kg de leche.

La distribución de la materia seca, nitrógeno, fósforo, potasio y calcio en las heces y orina según Siter y Schollenberger (1939) es como sigue:

Calcio	98.9% en heces	1.1% en orina
Potasio	29.8% en heces	70.2% en orina
Fósforo	97.3% en heces	2.6% en orina
Nitrógeno	47.6% en heces	54.4% en orina
Materia seca	87.5% en heces	12.5% en orina (18)

3.2.2.4).- Manejo del estiércol.

Mucho se ha escrito y hablado acerca del gran valor del estiércol y de la importancia de su conservación, pero hasta ahora en muchos países del mundo se desperdicia este inestimable recurso por descuido o manejo inadecuado (5).

Las pérdidas de nutrientes del estiércol son serias. Por ejemplo, si el estiércol fermentado se deja secar en la superficie del suelo después de ser esparcido y antes de ser incorporado, un 25% del nitrógeno puede perderse por volatilización, en un día, y un 50% en cuatro días. Para un empleo más eficaz del estiércol, éste debería ser barbechado el mismo día de ser esparcido (23).

Así, la riqueza del estiércol varía según el tratamiento a que se le somete durante su almacenamiento hasta el momento de utilizarlo. Lo más aconsejable es mantenerlo en silos especiales, en condiciones anaeróbicas y con buen contenido de humedad. El estiércol que se saca de estos depósitos se lleva al campo y se incorpora al suelo inmediatamente. Si por cualquier circunstancia es preciso mantenerlo al aire libre, se aconseja hacer pilas altas para disminuir la superficie expuesta a la lluvia, y si fuera posible, cubrirlas con tierra, paja, etc.

Se considera que la mitad del N y del P, así como también el 99% del K de estos productos son hidrosolubles, y que la relación C/N puede ser aproximadamente de 22.0 ó sea similar a la de una mezcla de pajas de gramíneas y leguminosas.

Para reducir al mínimo las pérdidas de amoníaco en los establos, al estiércol se agrega yeso o superfosfato de calcio. Este último contribuye a equilibrar los niveles de P con los de N y K, y se agrega a razón de 500 grs. - por animal vacuno y por día, aunque esa cantidad puede aumentarse si se desea que actúe como abono fosfatado, cuando la alimentación de los animales se hace de forrajes ricos en agua, un vacuno adulto puede producir de 60 a 70 kg. de estiércol diarios, de los cuales 40 ó 50 kgr. corresponden a líquidos que, para ser absorbidos, necesitan alrededor de unos 20 kgr. de pajas enteras de cereales. Si las pajas se cortan o desmenuzan su capacidad de absorber líquidos aumenta enormemente. Otros de los materiales que se utilizan para camas distintas especies animales son las cañas de maíz picadas, el serrín de madera y la turba (3,11).

Por lo tanto desde el establo, el estiércol pasa por reacciones químicas diversas que son influenciadas por la abundancia de deyecciones, temperatura, cantidad y calidad de los materiales que forman las camas, así:

-En la masa del estiércol ocurre una fermentación aeróbica, generando temperaturas que alcanzan de 70 a 80 °C, de donde resulta la formación de CO_2 y NH_3 , sustancias volátiles.

-En las capas inferiores donde falta oxígeno se produce una fermentación anaeróbica a la temperatura de 25 a 35 °C con una escasa formación de NH_3 .

Esta es la fermentación útil del estiércol porque no hay grandes pérdidas de N. Dos circunstancias permiten obtener esa condición:

- 1º.- Regularizar la fermentación para reducir al mínimo la pérdida de N gaseoso
- 2º.- Emplear sustancias que absorban ese gas, reteniéndolo en la masa del estiércol.

-La compresión de la masa y el riego son los procesos utilizados en la obtención de esas condiciones.

i).- El estiércol recogido de los corrales y establos debe depositarse de inmediato en el estercolero (es el local donde va a sufrir transformaciones hasta alcanzar el punto en que debe ser incorporado al suelo) for-

mando un montón, comprimiéndolo y siempre regándolo con el propio líquido del pozo.

En esta forma, la fermentación se procesa con regularidad.

ii).- La compresión de la masa debe ser regular, para no acelerar ni hacer lento el proceso de la fermentación. El riego facilita y establece la regularidad en la fermentación, pero la masa no debe quedar demasiado compacta.

iii).- La falta de riego provoca el secamiento del estiércol, produciendo pérdidas de nitrógeno por volatilización, además de facilitar la proliferación de hongos que también consumen N gaseoso (11).

-El riego del estiércol presenta las ventajas siguientes:

i).- Proporciona condiciones para la combinación de CO_2 con el NH_3 formando $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$, que se disuelve en el propio líquido, siendo uniformemente distribuido en toda la masa.

ii).- Facilita la compresión, tan necesaria en un buen proceso de fermentación del estiércol.

iii).- La temperatura de la capa superior del montón se conserva constante controlando la fermentación aeróbica.

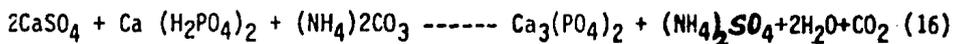
-Cuando el estercolero no posee pozo anexo puede usarse agua de riego. El montón del estiércol no debe ser mayor de 2 m.

-Los líquidos del estercolero recolectados en el pozo, fermentan con rapidez desprendiendo N gaseoso a la atmósfera. Para reducir las pérdidas de ese gas debe ponerse una tapa de madera en el pozo.

-Algunos autores aconsejan también el empleo de sustancias que impidan la volatilización del N, como las mezclas de H_2SO_4 y HCl en proporciones iguales (volumen).

Un litro de la mezcla se diluye a 10 lt. con agua, teniendo la precaución de agregar el agua a los ácidos. Se tiempo en tiempo derramar esa mezcla en el pozo, pero si se usa bomba para sacar el líquido no es recomendable, ya que la mezcla ataca los metales.

-De igual manera se recomienda agregar yeso o superfosfato de calcio simple al estiércol en fermentación en cantidades de 50 kg/ton. de material de donde resulta la reacción.



En forma más explícita y detallada, hay dos grupos en que tradicionalmente se incurre para el tratamiento del estiércol:

-Manejo del estiércol en forma líquida con humedad de 85-97% sin contener paja u otros materiales comunmente utilizados como cama para el ganado.

-Manejo del estiércol en forma sólida con humedad de 70 a 80% y en las mismas condiciones que las mencionadas, en el inciso anterior.

El estiércol con cama puede tener un contenido alto en humedad(90%) aún - así puede ser manejado como estiércol sólido (11)

3.2.2.4.1).- Manejo del estiércol en forma líquida.

a).- Lagunas de fermentación.

-Aerobia

-Anaerobia

Tratamiento aerobio.- Este contiene dos fases que ocurren simultáneamente. La primera es una oxidación biológica que tiene como producto final CO_2 y H_2O con liberación de energía. La segunda fase utiliza la energía proveniente de la oxidación para la síntesis de células microbianas nuevas.

Microorganismos + materia orgánica + O_2 ----- $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{NH}_2$ + Nuevos microorganismos.

Tratamiento anaerobio.- La descomposición biológica que se realiza en una laguna anaerobia, licúa aún más el estiércol aunque no siempre tienen el éxito deseado, ya que muchas veces emiten olores desagradables, se saturan de cieno y no llegan a degradar completamente el estiércol, lo que contribuye a contaminar las aguas corrientes o mantos acuíferos (11).

3.2.2.4.2) a.- Manejo del estiércol con forma sólida.

El manejar el estiércol en forma sólida significa que éste se transportará sin la adición de líquidos, diferente del área de producción al área de almacenamiento donde permanecerá hasta ser tratado para su posterior utilización (11).

a).- Secado al sol y viento.

Este método es adecuado para explotaciones lecheras intensivas y cuya situación geográfica permita una época seca de 5 a 7 meses.

El proceso en si es muy sencillo;

El estiércol a deshidratar deberá ser extendido en capas cuyo grosor sea de 5 a 8 cm., con el auxilio de un tractor provisto de una cuchilla. Una vez -lograda esta capa uniforme se procederá a pasar una rastra cultivadora sobre dicha capa a fin de voltear el estiércol exponiendo la capa húmeda al sol.

Repetiendo este proceso una vez al día. En días extremadamente calurosos se procurará repetir el proceso cuando menos una vez más con el fin de acelerar la deshidratación.

Al secarse la capa, ésta se compacta con el auxilio de un rodillo aplanador remolcado por un tractor. Una vez que el estiércol deshidratado está compactado se procedera a aplicar otra capa y repetir el proceso. Cuando la capa seca alcance 1 mt. de altura, se deberá formar una pequeña pendiente para -evitar encharcamientos que propicien la filtración del agua y rehidrate el material seco; un factor muy importante para impedir la filtración de líquido y que auxilia la función que desempeña la pendiente, es el asegurar que toda la superficie ocupada por el estiércol sea transitada por los vehículos que realizan el descargado, dispersión y voleto de estiércol húmedo, lográndose así que las capas se compacten aún más de tal forma que no sea posible introducir la punta de los dedos y que con una precipitación de 45 mm, sólo se filtre el agua a una profundidad máxima de 20 cm.

Es necesario construir, en la parte baja de la pendiente del montículo de -estiércol seco, un canal para coleccionar el escurrimiento que se formará cuando llueva. El estiércol seco permanecerá en el montículo seis meses antes de su mercadeo o utilización en campos agrícolas.

Dichos sistemas requieren de aproximadamente, 39 m² por vaca, por día tomando en cuenta que el estiércol se expone en capas de 7.5 cm. reutilizando el espacio cada 7 días: así mismo, se considerará un 30% más de superficie para circulación y drenaje (11)

b).- Sistema R.A.M. (Recycled Aerated Manure).

Consiste en inyectar aire a través del estiércol provocando la evaporación del agua presente. En este sistema el estiércol se saca del corral dos veces por semana y se amontona sobre una superficie que tiene una red de tuberías perforadas por donde se inyectará el aire producido por uno o varios compresores, según el volumen a tratar, permaneciendo el estiércol en proceso 14 días durante los cuales no se debe añadir estiércol fresco, ya que interrumpe el proceso; por tanto, deberá existir otra área igual para acumular el estiércol y posteriormente tratarlo. El material tratado se puede utilizar como cama o como fertilizante en el campo (18).

c).- Deshidratación de estiércol por hornos rotatorios.

Este sistema no ha sido utilizado ampliamente para deshidratar estiércol de bovinos, sino que se ha empleado para deshidratar gallinaza, alfalfa, maíz, trigo y muchos alimentos y materiales.

Para llevar a cabo este método es necesario homogenizar el estiércol añadiendo agua, luego a la cámara propia del horno que está dividido en 3 secciones por las cuales pasa el estiércol junto con el aire caliente generado por el quemador del horno (11).

d).- Método Biodinámico.

Este es un método en el cual se forma una composta de estiércol que por medio de la acción bacteriana y la acción de ciertos catalizadores empleados en la composta dan como producto final humus orgánico.

El sistema Bio-dinámico tiene tres fases, la primera es la fase de rompimiento y en la cual se realiza el primer cambio de la materia prima, es decir, -

ocurre la disociación de proteínas, celulosa, almidones, azúcares, etc. La segunda es la reconstrucción donde los microorganismos transforman la materia prima, dejándola y utilizándola como fuente de energía para su propio desarrollo; la tercera es donde la materia orgánica gradualmente descompuesta se perderá como bióxido de carbono, además nitrógeno vía amoníaco y nitrato es decir; los aminoácidos han sido disociados hasta su forma química más simple y entonces ocurre una mineralización en la composta - originándose así el humus orgánico (11).

e).- Método Terex Cobey

El estiércol que llega al área de tratamiento en los camiones de volteo es descargado formando hileras de 2.70 m. de ancho por 1.20 m. de alto, dejando las hileras delimitadas para reconocer el estiércol de cada día y en esta forma poder controlar el proceso. Este proceso consiste en voltear en forma periódica el estiércol a fin de conservar un equilibrio en la relación humedad temperatura y sólidos volátiles, que permita la obtención de un producto final con las siguientes características: un húmus orgánico inodoro, no atractivo a roedores, moscas y otros insectos, con un contenido de humedad de 30-35% (este porcentaje de humedad está condicionado a las características ambientales y duración del proceso), con un PH alcalino de 9.1 a 9.4 con una reducción de 33% de sólidos volátiles iniciales y temperatura final de 40 °C (11).

f).- Método Cereco.

Este método desarrollado por el Dr. Wilson Brady Anthony, de la Universidad de Auburn, Alabama da lugar a una utilización completa del estiércol bovino.

El estiércol recolectado se deposita junto con el agua de uso en una fosa de fermentación, donde permanece cuatro días, dando lugar a un desarrollo bacteriano que incrementa su valor protéico, de ahí es pasado a través de un filtro rotatorio que separa la fibra del líquido.

La fibra puede ser tratada de dos formas.

-Se ensila con un 70% de M.H.* y se incorpora a raciones para ganado hasta en un 40% del total de la ración.

*M.H. = Materia Húmeda

-Se seca hasta contener un 10 ó 12% de humedad y se convierte en pelets para su utilización en raciones para ganado.

La parte líquida sufre un proceso de clarificación, donde por centrifugación propia del proceso se obtienen dos porciones, una mineral y otra líquida.

La porción mineral se utiliza como fertilizante y la fase líquida restante que lleva consigo proteínas disueltas, es conducida a una evaporador de simple efecto con vacío a fin de emplear bajas temperaturas en el proceso e impedir la desnaturalización de las proteínas, obteniéndose un derivado protéico con 50% de humedad aproximadamente, éste se conduce a unos secadores de rodillos, dando un producto final con 20 a 25% de proteína y 9 a 12% de humedad. El agua que se desprende en forma de vapor se condensa y se vuelve a utilizar para lavado, riego o en el inicio de otro proceso (11).

3.2.2.5).- Aplicación de estiércol.

En México se aplica de 200 a 300 toneladas por Ha. de estiércol húmedo con 85% de H₂O. La aplicación es técnicamente deficiente en lo que toca al manejo del estiércol en el campo, ya que en la mayoría de los casos, no se incorpora al terreno o se incorpora a terrenos secos y no puede ser aprovechado por la planta, ya que para que ésto suceda se requiere de la descomposición microbiológica que ocurre dentro de una masa de suelo húmedo y bien aireado (10).

En la aplicación de estiércol, la cantidad a emplear por hectárea es variable. Algunos factores que entran en juego para determinar esa cantidad son: cultivo a desarrollar, tipos de suelo y contenido de M.O. en el suelo.

En general el abonamiento con estiércol según la cantidad empleado puede clasificarse en:

- Estiercoladura fuerte 60 ton./ha.
- Estiercoladura media 40 ton./ha
- Estiercoladura baja 20 ton./ha.(15)

En la práctica, el estiércol puede ponerse en montones esparcidos 7 mts. uno del otro. La cantidad de cada montón se calcula como sigue:

La cantidad por aplicar es de 40 ton./ha. El área ocupada por cada montón es de $7 \times 7 = 49 \text{ M}^2$. De este modo $10,000 \text{ M}^2 \div 49 = 204$ montones. De allí que $40 \text{ ton} \div 204 = 191 \text{ kg./montón}$.

Una vez esparcido el estiércol en la superficie del suelo debe incorporarse de inmediato para reducir al mínimo las pérdidas.

El estiércol bien descompuesto debe aplicarse un mes antes de la siembra del cultivo siguiente:

Cuando el espaciamento del cultivo es grande se puede aplicar en los surcos, mezclando el estiércol con la tierra. En cultivos perenes el estiércol debe distribuirse alrededor de las plantas en fajas para después incorporar lo. Otro método es incorporarlo en hoyos de 15 a 20 cm. de profundidad, abarcando un 1/4 de la planta de manera que después de 4 aplicaciones, todo el árbol haya recibido la estercoladura.

Diez toneladas de estiércol*por hectárea, suministran al suelo las siguientes cantidades de nutrientes: 60 kg. de P_2O_5 ; 70 kg. de K_2O ; 60 kg. de CaO; 15 kg de MgO , (15).

Quastel y Webley (1947), citados por Rodríguez Peña, M.A., reportan que las adiciones de estiércol de corral y caballos mejoran en gran parte la relación agua-aire, así como estabilidad de los agregados mayores de 2 mm (18).

Rodríguez Peña, M.A. (1967), en una investigación que realizó sobre los efectos de las adiciones de estiércol vacuno sobre algunas propiedades físicas del suelo en la cuenca del Valle de México, llegó a las siguientes conclusiones:

i).- Las aplicaciones periódicas de dosis altas de estiércol vacuno en las zonas lecheras de la cuenca, ha hecho que se incremente el contenido de materia orgánica del suelo.

* Estiércol de bovino

ii).- Para las zonas agropecuarias que se estudiaron, todo parece indicar que es mejor aplicar dosis altas espaciadas y no dosis pequeñas frecuentes, para igualdad de circunstancias y en el tipo de rotación de cultivos (alfalfa-maíz avena-maíz.- raíz alfalfa) usual de la cuenca, sin embargo, es necesario hacer mayor investigación en este sentido.

iii).- Únicamente por la naturaleza física y química de la materia orgánica, ésta influyó al nivel de 95% de probabilidad en la humedad aprovechable de los suelos de textura franca, migajón arenoso y migajón arcilloso, pero a medida que la textura se va haciendo más pesada, la influencia disminuye, las causas de éstos efectos para los distintos suelos son:

Suelos Francos.- Su humedad aprovechable aumenta porque la materia orgánica incrementa la capacidad de campo.

Suelos de textura migajón arenoso.- No existe aumento en el porcentaje de marchitamiento permanente (a los niveles de significancia señalados 0.5 y 0.1), pero si existe un aumento lineal para la capacidad de campo.

Suelos de textura migajón arcilloso.- Sucede lo mismo que en el caso de los suelos francos, sólo que las curvas cambian de forma.

En el caso de los suelos de textura migajón arcillo-limoso y migajón arcillo arenoso, la materia orgánica incrementa tanto la capacidad de campo como el porcentaje de marchitamiento permanente, la diferencia entre ambos no resulta significativa al nivel de probabilidad elegido (0.5%) (18).

3.3.)- Tepetates

3.3.1).- Definición.

Existen controversias para definir con propiedad al tepetate y hasta la fecha son muchas las denominaciones que se le han dado, pero no se ha llegado a definir con precisión lo que es el tepetate.

A través del examen mineralógico y morfológico se llega a la conclusión de que el tepetate es un DURIPAN. Según el suplemento de la 7a. aproximación (1952) "el duripan es un horizonte subsuperficial cementado por sílice, generalmente formas opalinas o microcristalinas, al grado de que sus -

fragmentos no desmoronan en agua o ácido. Varían en grado de cementación y a menudo contiene elementos accesorios, principalmente óxidos de hierro y carbonato de calcio" (25).

3.3.2).- Origen

Salazar (1965), citado por Valdez M., A. (1970), señala el posible origen como el resultado de fenómenos denudatorios que dan lugar a materiales sueltos los cuales son consolidados por la presión, penetración e infiltración de materiales cementantes a través de los intersticios.

Indudablemente que este concepto tiene validez en parte, pero hace falta - complementarlo con más detalle sobre los procesos involucrados en la formación del tepetate. En primer lugar cabe señalar como factor principal el - hecho de que el tepetate es producto del arrastre aluvial de un fanglomerado, por la deglaciación en distintas etapas en el período comprendido entre fines del terciario y parte del cuaternario (25).

Durante toda esta época (fines del terciario y comienzos del cuaternario), la cuenca de México es sucesivamente convulsionada por un activo volcanismo que va dejando depósitos diversos, especialmente abundantes clásticos, los cuales van a formar parte de los suelos, siendo entremezclados en los - arrastres aluviales dando lugar a la formación de un suelo o matriz muy heterogénea en que se mezclan arcillas de suelos ya formados o en formación, carbonatos, cuarzo y feldspatos provenientes de rocas sedimentarias en distintos grados de meteorización. Las arcillas y los óxidos de hierro así como los carbonatos y principalmente el silicio soluble proveniente de las cenizas volcánicas, van consolidando y cementando horizontes dando lugar a la formación del tepetate (25).

3.3.3).- Tipos encontrados en la cuenca de México

Se encuentran tres tipos principales:

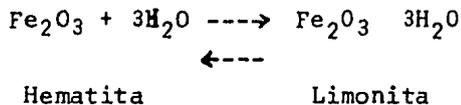
- Tepetate Blanco
- Tepetate Amarillo
- Tepetate Rojo

3.3.4).- Características de estos tipos.

3.3.4.1.).- Aspectos físicos.

Respecto al color de los tepetates en el cuadro 8, se muestran los valores medios obtenidos, así como sus rangos de variación resultantes de la comparación de las características mostradas por el material de cada tipo de tepetate. Es así como se observa que el tepetate blanco es diferente del tepetate amarillo y rojo, tanto en color en seco como en húmedo, así también los tepetates amarillos y rojos son diferentes en cuanto a color húmedo, no así en su coloración en seco, por lo que se dice que el tepetate rojo tiende al amarillo (17).

La aseveración anterior se basa en un fenómeno observable directamente en el campo y es que se realiza al practicar la roturación del tepetate rojo quedando expuesto en mayor grado al medio ambiente donde toma el color amarillo, por lo que la explicación química es la siguiente. Al encontrarse un mineral férrico en este caso la Hematita (óxido de fierro) de coloración rojiza y además posee la propiedad de hidratación por lo que genera un nuevo compuesto llamado limonita (óxido de fierro hidratado) cuya coloración es amarillenta, lo cual puede explicar el cambio de color del tepetate rojo al amarillo. Aunque el cambio también puede ser inverso ya que es una reacción química reversible.



Como resultado del análisis granulométrico, los tres tipos de material presentan una proporción de arena muy semejante - - (65.6% rojo, 64.08% amarillo y 59.02% blanco), se puede afirmar que no hay diferencia desde el punto de vista granulométrico. (17).

Cuadro 8.- Clasificación de los tepetates en base a su color.

TEPETATE	COLOR EN SECO	COLOR EN HUMEDO
Blanco	2.5 y 7/2 gris blanco	2.5 y 4.5/2 pardo grisá
	2.5 y 8.2 blanco	2.5 y 6.5/4 pardo amari
Amarillo	10 y R 5/6 pardo amari	7.5 y R 4/4 Pardo oscuro
	10 y R 7/5 amarillento	10 y R 4/4 Pardo amari
Rojo	7.5 y R 5/6 pardo fuerte	5 y R 3.5/4 pardo rojizo
	10 y R 7/6 amarillento	5 y R 4/4 pardo rojizo

3.3.4.2.)- Aspectos Químicos.

En el cuadro 9 se observa que todos los grupos o tipos de minerales citados están presentes en las tres clases de tepetate. El tepetate rojo se diferencia del amarillo y blanco por carecer del mineral llamado albita cuya composición es predominantemente sódica y presentar un mineral potásico como es la microlina. El intemperismo de estos elementos en forma iónica pueden ser determinantes en la fertilidad de un suelo. Por lo que respecta a los minerales del grupo de los óxidos de silicio como es el cuarzo se puede decir que constituye el esqueleto del material pétreo no por su alto contenido sino ^{por} su estabilidad estructural, es decir, resistencia al intemperismo, siendo esta la causa por la cual el tepetate amarillo presenta granos de mineral de gran tamaño observable a simple vista en el campo lo cual se justifica por contener una variedad (+) del cuarzo llamada cristobalita.

El mineral del grupo de los anfíboles llamado hornblenda se encuentra presente en los tres tipos de tepetate aunque no es posible cuantificar su presencia en cada uno de ellos, lo que permitirá diferenciar el grado de fertilidad de cada muestra.

Al analizar los minerales pertenecientes al grupo de las arcillas encontramos diferencias en contenido (variedades) entre el tepetate blanco y los tepetates.

amarillos y rojo ya que la presencia de metahalloysita en estos dos tipos de tepetate se justifica por un mayor contenido de humedad en las muestras lo que facilita el abastecimiento nutrimental para las plantas (17).

Cuadro 9.- Composición mineral de los tepetates, encontrados en la cuenca de México.

GRUPO DE MINERALES	TEPETATE ROJO	TEPETATE AMARILLO	TEPETATE BLANCO
FELDESPATOS	ANDESITA OLIGOCLASA MICROCLINA	ALBITA ANDESITA OLIGOCLASA LABRADORITA	ALBITA ANDESITA OLIGOCLASA LABRADORITA
OXIDOS DE SILICIO	CUARZO	CUARZO CRIS TOBALITA	CUARZO
ANFIBOL	HORNBLENDA	HORNBLENDA	HORNBLENDA
ARCILLAS DEL TIPO 1:1	HALLOYSITA METHALLOYSITA	HALLOYSITA METHALLOYSITA	HALLOYSITA

3.3.5).- Incorporación Agrícola.

García Espinosa, A. (1961), en un estudio que realizó sobre los suelos tepetatosos y las posibilidades de su recuperación agrícola menciona: El problema principal que presentan los tepetates en su recuperación, es la disgregación, la cual sólo es posible mediante el uso de maquinaria pesada. Otra medida más general es el uso de la dinamita y pico, que no obstante reporta costos elevados es factible de amortización de los mismos con el producto de los suelos una vez recuperados, teniendo en consideración que la incorporación a la producción requiere un plazo mínimo de tres años (7).

Las pruebas experimentales de disgregación química no dan una solución económica al problema por lo que la única forma de disgregar este material, es por los medios físicos antes mencionados.

Los resultados obtenidos en el análisis químico y en las pruebas de fertilidad hechas en invernadero, concluye que la pobreza de los tepetates es relativa, ya que las cantidades de elementos nutrientes a excepción del nitrógeno se encuentran en cantidades que van de medianas a ricas. El factor limitante en la fertilidad es el bajo contenido de materia orgánica, ya que las aplicaciones de este elemento incrementaron considerablemente la producción. Por el contrario con la falta de nitrógeno, no obstante la presencia de los demás nutrientes el desarrollo vegetativo fué deficiente e igual al testigo (7).

El tratamiento de fertilizante que dió mejor resultado fué aquel que no se fertilizó potasio, de donde formuló la hipótesis de que el exceso de éste elemento causó el abatimiento de la producción.

Como conclusión final y más importante, anota que estos suelos pueden recuperarse e incorporarse a la agricultura, para lo cual como antes se indicó es indispensable la adición de materia orgánica en su restauración, ya que además del mejoramiento que produce en estos suelos, acelera en grado máximo su restablecimiento (7).

IV.- HIPOTESIS

- Ho1).- No haya diferencia significativa en la producción entre el testigo y la aplicación del estiércol en las dos calidades.
- Ho2).- No existe diferencia significativa en la humedad aprovechable entre el testigo y las dos calidades de estiércol que se aplicarán.
- Ho3).- No haya diferencia significativa en los parámetros que se consideran en el análisis de suelos, entre el testigo y las dos calidades de estiércol que se aplicarán.
- Ho4).- No existe diferencia significativa en la velocidad de infiltración del suelo entre el testigo y las dos calidades de estiércol que se aplicarán.
- Ho5).- No existe diferencia significativa en la producción entre la calidad del estiércol semiseco y fresco.

Se probarán las hipótesis en los niveles de significancia al ** 0.01 (altamente significativo), *0.01 \leq 0.05 (significativo), 0.05 a \leq 0.1 (ligeramente significativo)

V.- MATERIALES Y METODOS.

5.1).- Localización del Campo Experimental

El Campo Experimental está ubicado en el Ejido San Felipe Teotitlán, Municipio de Nopaltepec, México. Con respecto a vías de comunicación se encuentra en el kilómetro 46½ - de la carretera México - Tulancingo (plano 1).

Geográficamente se encuentra entre las siguientes - coordenadas 19°49' latitud Norte y 98°43' longitud Oeste con respecto al meridiano de Greenwich, y a una altitud de 2420 M.S.N.M.

5.2).- Clima

Es un BSk(W)(i'), según sistema de clasificación de Köppen, modificado por E. García.

Es un clima semiseco, templado con lluvias erráticas y escasas que inician en Abril y terminan por lo general en Septiembre u octubre, la precipitación media anual es de 570 mm., con un porcentaje de lluvia invernal menor del 5% del - total anual, la temperatura media anual 16°C(12).

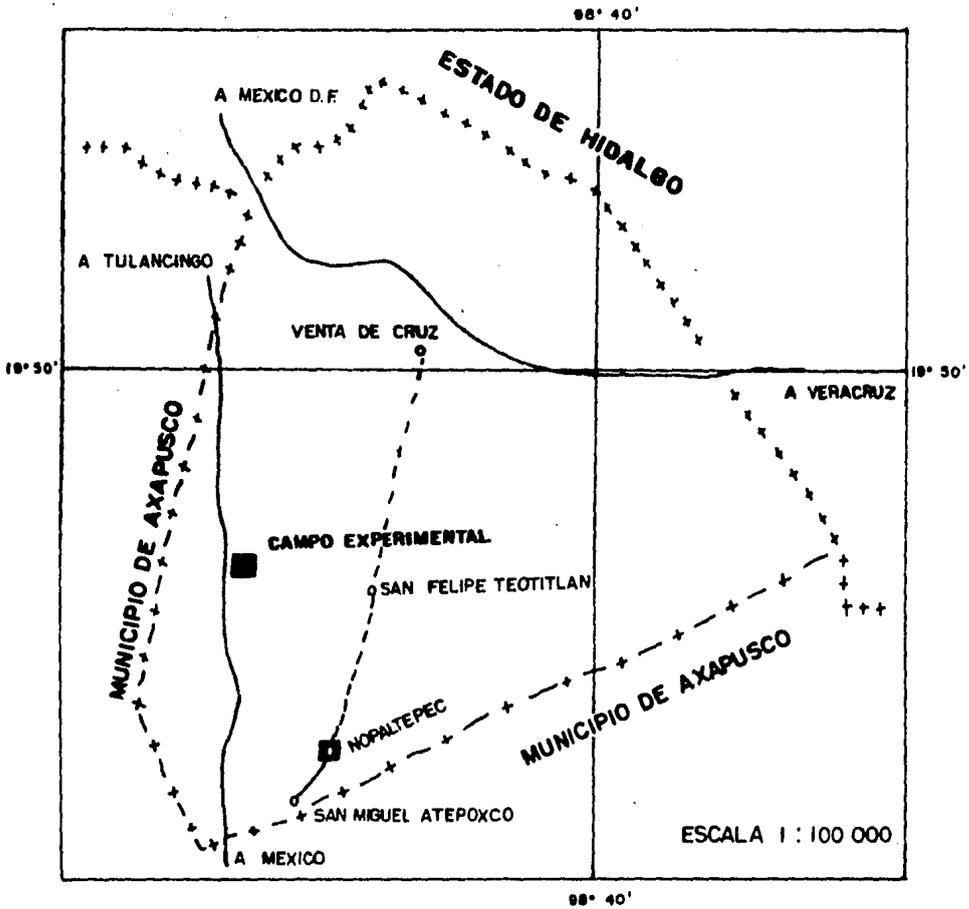
5.3).- Fisiografía.

5.3.1.).- Geología Superficial

En la parte Septentrional del Estado de México aparecen los volcanes del Pleistoceno y abundantes materiales extrusivos de diversa naturaleza, debido a ésto el material -- geológico predominante en el área donde se estableció el Campo Experimental, son rocas igneas extrusivas del cuaternario, rocas volcánicas no diferenciadas, riolita, andesita, brecha

FIG. I

PLANO DE LOCALIZACION



SIMBOLOGIA

- + + + + LIMITE ESTATAL
- - - - LIMITE MUNICIPAL
- CARRETERA PAVIMENTADA
- - - - TERRACERIA
- CABECERA MUNICIPAL
- POBLADO
- CAMPO EXPERIMENTAL

volcánica y toba (12).

5.3.2).- Relieve.

En la parte Septentrional del Estado de México y específicamente en la zona donde se encuentra el campo experimental, puede distinguirse dos formas geográficas muy claras. - Una extensa que adopta la forma de una llanura que antaño -- fuera ocupada probablemente por lagos y una región de cerros. Los terrenos se encuentran distribuidos entre una parte formada por lomeríos con una inclinación este - oeste y por -- otra parte formada por pequeños cerros. El área específica está ubicada en la falda de un cerro, ubicado al oeste del pueblo de San Felipe Teotitlán. Podemos encontrar pendientes que van desde el 5% hasta el 10%

5.3.3).- Hidrología.

El municipio carece totalmente de recursos acuíferos, no hay río de cauce constante y únicamente podría mencionarse el río llamado Bravo , que corre por la barranca que sirve de límite con el Municipio de Axapusco.

No existen manantiales de ninguna especie y el agua potable de que disponen los pueblos se obtienen de pozos profundos que en algunos casos, van más allá de los 200 metros de profundidad.

En cuanto a presas, existe una pequeña llamada presa del "Charco", que únicamente almacena agua para ganado y que de ninguna manera puede considerarse como presa de riego - (12).

5.3.4).- Vegetación.

Por las especiales condiciones del terreno, y del clima, la vegetación local es escasa. Entre las especies más comunes se cuenta: Agrupaciones de Pirú (Schinus molle); matorral xerofítico con espinas laterales, el cual está constituido en parte por mezquites arbustivos (Prosopis juliflora), y en parte por especies arbustivas de (Acacia tortuosa) Huizache, Mimosa (Mimosa acanthocarra), Uña de Gato (Mimosa buincifera); Matorral Cracicaule: (Nopalera), entre las principales de Opuntia sobresalen: Nopal Cardón (Opuntia streptacantha) y agrupaciones de Abrojo o Cardenche (Opuntia imbricata) (12).

5.3.5.) Suelos

5.3.5.1.)- Descripción general

Para conocer el suelo se describió un perfil, en la zona donde se estableció el campo.

5.3.5.1.1.)- Relieve.- El área corresponde a una zona donde existe lomeríos y planicies. El sitio donde se realizó el perfil tiene 10% de pendiente. La forma de la pendiente es - aproximadamente cóncava.

5.3.5.1.2.)- Drenaje superficial del sitio.- En base a lo observado en la área que abarca el Campo Experimental, es un sitio donador.

5.3.5.1.3.)- Material Parental.- El tipo de material madre que se presenta es toba volcánica. Corresponde en cuanto a -- edad al cuaternario, la forma de origen es igneo.

5.3.5.1.4.)- Descripción del perfil

A1.- De 0-11 cms. de profundidad; transición a

la siguiente capa, media y horizontal; café amarillento oscuro en seco (10 YR 4/4), café grisáceo muy oscuro en húmedo (10YR 3/2); migajón arenoso, pedregosidad nula; estructura granular debilmente desarrollada; pocos poros, de diametro micro y muy finos, d\sc continuos, caóticos, dentro y fuera de los agregados, tubulares y vesiculares; permeabilidad rápida; raíces comunes delgadas y finas; excesivamente drenado; fuerte reacción al H_2O_2 , nula reacción al HCl al 10% (12).

A3.- De 11 a 22 Cms. de profundidad; transición media y horizontal; café oscuro en seco (10YR 4/2), negro en húmedo (10 YR 2.5/1); franco; pedregosidad nula; estructura granular moderadamente desarrollada; poros frecuentes, finos y muy finos, descontinuos, caóticos, tubulares y vesiculares; moderada permeabilidad; raíces comunes, finas y delgadas; bien drenado; fuerte reacción al H_2O_2 ; nula reacción al HCl al 10%.

B3.- De 22 a 40 Cms. de profundidad; transición marcada y horizontal; café grisáceo muy obscuro en seco (10 YR 3/2), gris muy oscuro en húmedo (10 YR 3/1); limoso; estructura columnar angular, moderadamente desarrollada; pocos poros, muy finos descontinuos, dentro y fuera de los agregados y vesicularres; permeabilidad lenta; raíces comunes, finas y delgadas; moderada reacción al H_2O_2 y nula reacción al HCl al 10%.

C.- 40 cms. + Toba (12).

Estos suelos de tepetate se clasifican de acuerdo con la septima aproximación dentro del orden de los Mollisoles, suborden Ustols, y dentro de un grupo tentativo de los Dunistols (25).

En el cuadro 10 se pueden observar las características Físicas y Químicas de cada uno de los horizontes.

Cuadro 10.- Características Físicas y Químicas de los tres horizontes del perfil.

Análisis Mecánico %	1(0-11 cms)	2(11-22 cms)	3(22-40cms)
Arena	60.57	49.85	28.93
Limo	21.35	24.93	18.13
Arcilla	18.08	25.22	52.94
Clasificación Textural	Mig. Arenoso	Mig. Arcillo Arenoso	Arcilla
pH	7.2	7.2	7.1
Materia Orgánica %	0.9	1.5	1.3
Nitrógeno total %	0.5	0.08	0.07
Fósforo	TR.	TR.	TR.
Conductibilidad Elec. MMOHOS/Cm ²	0.096	0.183	0.765
Calcio (ppm)	13.0	14.0	37.1
Magnesio (ppm)	11.6	15.2	28.6
Potasio "	13.0	14.0	32.0
Sodio "	44.0	220.0	405.0
Carbonato "	15.0	15.0	15.0
Bicarbonato"	15.3	15.3	0.0
Cloruros "	71.0	115.4	177.4
Sulfatos "	0.15	0.64	1.43
Densidad aparente gr/cm ³	1.39	1.32	1.22
Capacidad de campo %	13.59	17.14	35.76
Punto March. Perm. %	6.67	9.71	18.46
Hum. Aprovechable %	6.92	7.43	17.30
Dens. Real gr/cm ³	2.56	2.49	2.70
Porcentaje de saturación	28.8	29.5	62.00

TR = Trazas (12).

5.4).- Desarrollo Experimental

5.4.1.)- Características del tipo de obra de recuperación de suelos donde se estableció el experimento.

Es una terraza de base ancha, aunque no se ajusta a los criterios de esta y últimamente se ha dado en llamarlo terraza de recuperación de suelos. Teniendo ésta una Sección 3.00 a 3.40 mts., de base y una altura de 1.20 a 1.40 mts., el espaciamiento es de 35 a 45 mts.

La obra de recuperación de Suelos ya terminada, consiste en: Desmonte, construcción del bordo, subsoleo y rastreo con rastra pesada de 42 discos.

Después de realizar estos trabajos, los cuales se efectúan en toda el área de influencia del campo experimental, se estableció el experimento.

5.4.2).- Diseño experimental

El experimento se estableció, en tres terrazas de recuperación de suelos.

Considerando la mayor variación en el sentido de la pendiente, el diseño experimental que se utilizó fue bloques al azar.

El factor a estudiar es estiércol en dos calidades:

Estiércol semiseco (EA)

Estiércol Fresco (EB)

Estos son 5 niveles cada uno a saber

EA: 0, 50, 100, 150, y 200 Ton/Ha.

EB: 0, 100, 200, 300 y 400 Ton/Ha.

De lo anterior se desprende:

EA- a1, a2 a5

EB- b1, b2 b5 10 tratamientos

Planteándose con ello un factorial 2x5.

Los espacios de exploración se tomaron de los antecedentes de aplicación que se tienen de estiércol en la región, considerando que el estiércol fresco contiene 50% más de humedad que el semiseco.

El cultivo fue cebada maltera (Hordeum sp). Según la literatura se reporta que el mejor tamaño de parcela para experimentación en este cultivo y en general en cereales es de 9 a 15 m², para el experimento se usará una parcela de 12.25 m², para más fácil manejo de ésta (19).

Tomando como base la superficie de 1000 m² por terraza, se planteó realizar en ésta 5 repeticiones para disminuir el error debido a la heterogeneidad del suelo a lo largo de la terraza. La forma de la parcela fue cuadrada con dimensiones de 3.5 mt.

Las repeticiones se aplicaron a lo largo de la terraza en sub-bloques, dentro de éstos los tratamientos tanto en EA y EB, fueron asignados al azar, para mayor confiabilidad en la evaluación de las posibles diferencias entre EA y EB.

A continuación se presenta el croquis de distribución de las parcelas, cuadro 12.

5.4.3.)- Marcación del terreno..

Como el experimento se realizó en terrazas de recuperación de suelos, donde se está probando diferentes espaciamientos (cabeza-pie 10 mts; dos veces cabeza-pie 20 mts.; -- cuatro veces cabeza-pie 40 mts. y 6 veces cabeza-pie 60 --- mts.). En cada terraza, menos en la primera, la que no dió la superficie requerida, se centro el experimento, tomando como área experimental 10 metros de ancho por 100 metros de largo, dando una superficie de 1000 m².

El marcado se realizó con estacas de Pirú (Schinus -- mole), obtenidas en el lugar, aprovechando este recurso -- que es muy abundante en la región.

5.4.4.)- Aplicación del Estiércol.

El período de aplicación fue del 21 al 27 de abril -- (no contando sábado y domingo), trayendo en los días hábiles 1 viaje, 2 camiones de estiércol fresco y uno de semiseco.

La distribución se realizó con botes de plástico de -- 20 litros, estos se llenaban de estiércol, se pesaban en una romana (Dinamómetro) y luego se distribuían en las unidades experimentales. Se tenía el cuidado de que los trabajadores al distribuirlo limpiarán bien el bote. Esto se realizó --- principalmente en el caso del fresco, en el semiseco no hubo -- mucho problema

Se esparció en la unidad experimental con rastrillo, -- procurando que quedará bien distribuido.

Se aplicó primero el semiseco y después el fresco, -- cuando se llevaba la mitad del fresco aplicado se procedía a la distribución, para cuando se terminará de aplicar también se terminara de distribuir y luego se realizara la incorporación. Esta se realizó con tractor a una profundidad de 20 a

30 Cms.

Hubo problemas principalmente con el estiércol fresco, especialmente con las dosis altas, 300 y 400 Tn/Ha., entre los principales tenemos:

- Se pegaba a las ruedas del tractor, dejándolo en otra parcela o incluso sacándolo fuera de las unidades experimentales.

- El tractor patinaba y dejaba cruídos (que variaban de 25 a 30 Cms), debido a la pendiente del terreno y al estiércol fresco.

Al final de la aplicación se tomó una muestra de estiércol fresco y otra de semiseco y se mandaron analizar -- (el cuadro se presenta en el apéndice).

5.4.5).- Cultivo.

5.4.5.1).- Siembra.

Se utilizó cebada maltera, la variedad cerro prieto. La densidad que se utilizó fue 120 Kg/Ha., y el método de siembra al voleo.

5.4.5.2).- Fertilización.

Se empleó la dosis 70-40-00, utilizando como fuente de nitrógeno sulfato de amonio al 20.5% (N) y como fuente de fósforo superfosfato de calcio simple 20.0% (P₂O₅). Aplicando toda la mezcla al momento de la siembra. Cabe aclarar que se cubrió toda la terraza con el mismo cultivo, densidad y dosis de fertilización.

5.4.5.3.)- Plagas y enfermedades.

La incidencia de plagas en el cultivo no afectó su desarrollo en ninguna de las etapas fisiológicas, ni en la producción del mismo. No sucedió así en el caso de las enfermedades, presentándose la Roya de la Hoja (Puccinia sp.), - en el momento del espigamiento afectando severamente la producción, la reducción fue más notable donde se aplicó es---tiércol que donde no se aplicó.

5.4.5.4.)- Control de Malezas.

El control de estas se realizó en forma manual, realizando un solo deshierbe en el amacollamiento del cultivo.

5.4.5.5.)- Cosecha.

Se cosecho del 27 de Octubre al 7 de Noviembre, sacando 4 muestras de cada unidad experimental de un metro -- cuadrado, el cultivo se cortó al raz del suelo, este material se peso en el campo, se etiquetó y se guardo en bolsas de plástico. Posteriormente se llevó a trillar y se peso - el grano, ajustándolo al 14% de humedad.

VI.- PRESENTACION DE RESULTADOS.

6.1).- Descripción del Desarrollo Experimental

6.1.1.)- Estiércol

Los problemas que se tuvieron fueron: En primer lugar, en el caso del fresco no se pudo comprobar, que se estuviera surtiendo del mismo módulo todos los viajes; segundo: Aunque se traiga un viaje diario (2 camiones de fresco y uno de semisecho), no era posible distribuirlo todo el mismo día, terminándose al segundo día.

Para solucionar estos problemas se tomaron las siguientes decisiones: En el primer caso, se tomó una muestra compuesta de todos los viajes (tanto fresco como de semisecho) que llegaron y se mandaron analizar. En el segundo como el estiércol estaba amontonado se le quitaba la capa exterior ya deshidratada, y se tomaba el estiércol del centro del montón.

6.1.2).- Incorporación del Estiércol.

En materiales y métodos, ya se mencionaron las dificultades que se tuvieron en la incorporación.

6.1.3).- Ubicación de las unidades experimentales.

Durante el ciclo del cultivo varias veces desaparecieron las estacas, pero se pudieron ubicar otra vez en cada una de las unidades experimentales.

6.1.4.)- Cultivo

En este, el primer problema que se tuvo, es que la den -

sidad que recomienda el INIA. (120 Kg./Ha. al voleo), es demasiado, teniendo problemas de alta competencia entre plantas y acame. Los campesinos de la región utilizan a lo sumo 90 Kg/ha. Para el próximo ciclo experimental se piensa usar 80 Kg/ha.

Otro problema fue la enfermedad que se presentó, la Roya de la Hoja (Puccinia sp), que abatió completamente el rendimiento donde se aplicó estiércol.

6.2).- Datos o valores obtenidos.

6.2.1).- Meteorológicos.

En el cuadro 11, se presentan los valores medios mensuales de temperatura, precipitación y dirección predominante de los vientos durante el mes. Estos son a partir de mayo de 1983, ya que en ese mes se instaló la estación meteorológica.

Cuadro 11.- Temperatura, precipitación y dirección del viento en el Campo Experimental en conservación de Suelo y Agua "Teotitlán" En el periodo de Mayo-Diciembre de 1983.

Cuadro NO. 11

	TEMPERATURA MEDIA MENSUAL oC	PRECIPITACION MEDIA MENSUAL MM	VIENTOS (Dirección predominante Durante el mes)
Mayo	25.8	1.6	Calma
Junio	26.6	1.3	S -E
Julio	22.8	2.9	S -E
Agosto	22.2	3.0	S -E
Septiembre	22.2	3.1	S -E
Octubre	22.3	0.36	N -E
Noviembre	20.8	1.50	N
Diciembre	18.8	0.0	S -W

Fuente: Estación Metereológica del Campo Experimental en C. de S. y A.
"Teotitlán"

6.2.1.1.)- Temperatura.

En el cuadro 11, se aprecia que los meses con mayor temperatura son Mayo, y Junio, manteniéndose casi constante de Julio a Octubre, empezando a descender a partir de Noviembre.

6.2.1.2.)- Precipitación

En el cuadro 11, se observa, que desde Mayo se empieza a registrar lluvia, teniendo que los meses con mayor precipitación son Julio, Agosto y Septiembre y los meses con menor pp. son Octubre y Diciembre.

6.2.1.3.)- Vientos.

En el cuadro 11, se ve que predominan los vientos del S-E en los meses de Junio a Septiembre, cambiando a partir de Octubre a N-E.

6.2.2.)- Observaciones de Suelo. "

6.2.2.1.)- Heterogeneidad

La terraza I, es la que presenta mayor heterogeneidad, principalmente en la línea superior de unidades experimentales, teniendo suelo revuelto con tepetate en la primera, segunda y tercera repetición. En la cuarta repetición encontramos en la línea de arriba, cuatro unidades experimentales con suelo revuelto con tepetate y una con tepetate. En la quinta repetición se observan dos unidades experimentales con tepetate y en las otras tres de la línea superior tienen suelo, cuadro 12. La línea inferior de unidades experimentales de la terraza I en todas se aprecia suelo, cuadro 12.

En la terraza II, se observa una unidad experimental con suelo revuelto con tepetate el EA-200 de la repetición III, todas las demás repeticiones tienen suelo.

En la terraza III, se aprecia una unidad experimental con tepetate, el EA-0 de la repetición I, en todas las demás se observa suelo, cuadro 12.

6.2.2.2.)- Profundidad.

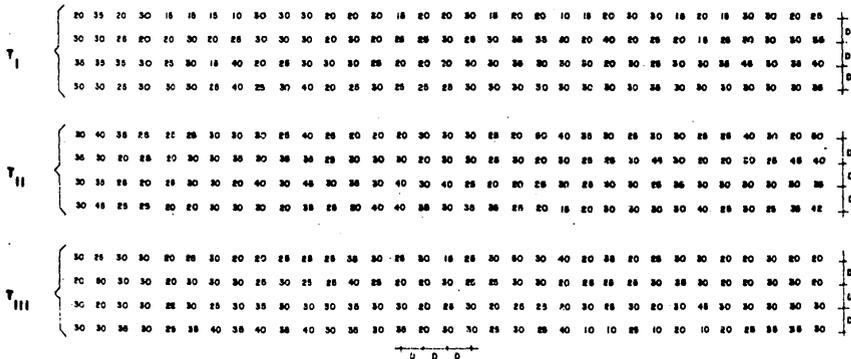
Con respecto a este punto, no se observa con claridad hacia donde aumenta la profundidad y en que sentido disminuye, esto se debe a que después de formada la terraza se subsoleó en forma perpendicular a la pendiente, a una profundidad variable de 30 a 60 cm., con una distancia entre ripper de un metro, posteriormente se realizó un rastreo pesado, con rastra de 42 discos.

La cuadrícula de profundidad se tomó de 3m X 3m., comenzando en la línea inferior de unidades experimentales en - -

DISEÑO EXPERIMENTAL : BLOQUES AL AZAR.

	TERRAZA I					REPETICION I					TERRAZA II					REPETICION II					TERRAZA III					REPETICION III					TERRAZA IV					REPETICION IV					TERRAZA V					REPETICION V				
	EA-150	EA-350	EA-400	EA-200	EA-0	EA-100	EA-30	EA-100	EA-200	EA-300	EA-400	EA-100	EA-0	EA-0	EA-300	EA-200	EA-150	EA-100	EA-50	EA-200	EA-100	EA-0	EA-0	EA-300	EA-200	EA-150	EA-100	EA-50	EA-200	EA-100	EA-0	EA-0	EA-300	EA-200	EA-150	EA-100	EA-50													
BLOQUE I	[Grid of experimental units with various shading patterns]																																																	
BLOQUE II	[Grid of experimental units with various shading patterns]																																																	
BLOQUE III	[Grid of experimental units with various shading patterns]																																																	

E S C. 1 : 2 0 0



N O M E N C L A T U R A

EA_ ESTIERCOL SEMBRADO EN TOR/HA.

EB_ ESTIERCOL FINCO EN TOR/HA.

D_ DISTANCIAS ENTRE PUNTOS DE PROFUNDIDAD DEL SUELO 3.00 M.

PARCELAS: SUELO REVUELTO CON TEPETATE.

PARCELAS: TEPETATE UNICAMENTE.

PARCELAS: SUELO UNICAMENTE.

CUADRO No. 12. - UBICACION DE LAS UNIDADES EXPERIMENTALES, HETEROGENEIDAD Y PROFUNDIDAD DEL SITIO DONDE SE UNICO EL EXPERIMENTO.

las tres terrazas, considerando la primera línea de la cuadrícula, sobre el límite derecho de la unidad experimental.

Así se obtiene cuando menos un punto de profundidad por cada unidad experimental, tanto en la línea inferior como la superior. Por lo tanto si consideramos los dos valores centrales de los cuatro que se tomaron, son estos los que caen dentro de unidades experimentales, en general se observa que la profundidad varía en el sentido de la pendiente en las tres terrazas, a lo largo de la terraza es mucho muy variable (cuadro 12).

6.2.2.3).- Registros de humedad.

El registro se llevó de la siguiente manera: Primero se seleccionaron tres repeticiones por terraza, que fueron la repetición I, III, y V, de éstas se seleccionaron un valor nulo, medio y alto de aplicación de estiércol en las dos calidades; fresco y semiseco.

Así quedaron: Testigo, E_B-200, E_B-400, EA-100 y EA-200.

El muestreo se tomó en el centro de la unidad experimental, a una profundidad de 20 a 30 cm., realizándolo cada 15 días a partir de la siembra hasta la cosecha. La determinación de humedad del suelo se hizo por el método gravimétrico. El total de muestreos fue de 8, considerando dentro de éstos un extra, debido a que se tuvo un período de sequía de 18 días, estando el cultivo en embuche y floración.

Después de tener todos los datos registrados desde la siembra hasta la cosecha, se sacaron las medias de porcentaje de humedad por terraza (cuadro, 13).

Cuadro 13.- Medias por Terraza de % de humedad en los diferentes muestreos.

TRATAMIENTOS	1° Mues treo \bar{x}	2° Mues treo \bar{x}	3° Mues treo \bar{x}	4° Mues treo \bar{x}	5° Mues treo \bar{x}	6° Mues treo \bar{x}	7° Mues treo \bar{x}	8° Mues treo \bar{x}
Testigo TI	4.3	6.4	9.1	3.9	2.7	4.5	11.8	2.6
EA-100 TI	4.1	8.7	8.9	4.4	3.8	7.9	12.5	3.5
EA-200 TI	3.7	7.6	11.4	5.2	4.0	8.1	13.7	4.0
EB-200 TI	4.6	9.7	11.0	4.5	3.5	7.3	12.3	4.7
EB-400 TI	4.7	12.8	13.1	6.8	5.0	10.2	13.6	5.0
Testigo TII	3.2	8.1	8.4	3.0	2.2	8.1	9.6	2.5
EA-100 TII	3.5	9.3	8.6	4.5	3.1	8.9	11.0	3.2
EA-200 TII	2.7	15.0	12.5	6.2	5.0	10.2	13.7	3.5
EB-200 TII	4.4	9.5	9.7	4.0	2.9	8.9	10.3	3.2
EB-400 TII	3.3	8.8	9.5	3.7	3.2	8.6	10.9	3.0
Testigo TIII	5.6	8.1	8.8	4.2	1.7	6.8	8.5	2.0
EA-100 TIII	4.2	9.1	9.5	5.3	3.5	9.2	12.5	3.5
EA-200 TIII	3.4	8.6	9.6	5.1	3.1	9.3	11.9	5.2
EB-200 TIII	9.2	10.3	11.1	6.0	4.0	8.4	12.3	3.0
EB-400 TIII	4.1	8.5	10.9	8.5	7.6	8.8	12.6	4.6

Con los datos del cuadro 13, se realizaron las gráficas por terraza; figura 2,3 y 4.

La figura 2, corresponde a la terraza I, en esta podemos observar lo siguientes:

- Precipitación.- Casi toda la tenemos concentrada en tres períodos el primero del 12 al 18 de Julio con un total de 64.0 mm, el segundo del 4 al 17 de Agosto con un total de 86.8 mm, y el tercero y último lo tenemos del 5 al 13 de Septiembre con un total de 97.5 mm.

Hay también dos períodos de sequía, el primero del 19 de

Fig. 2 GRÁFICA DE HUMEDAD DEL SUELO TERRAZA I

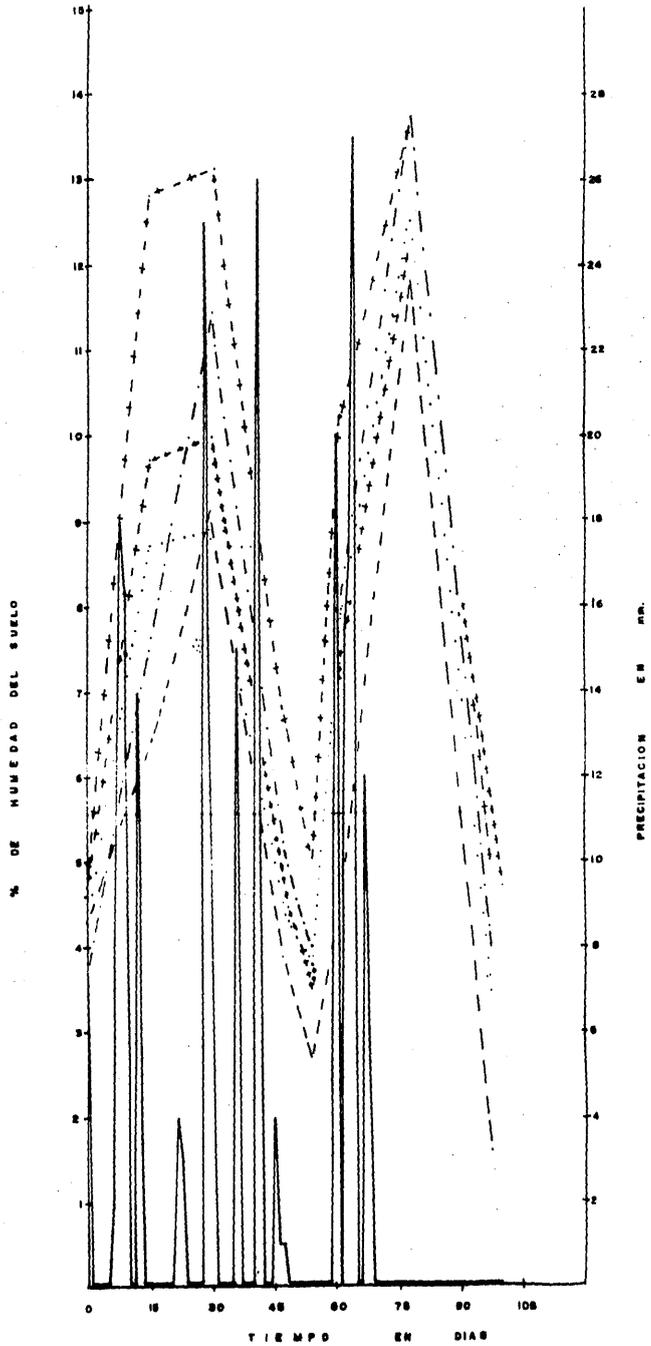


Fig. 2 GRAFICA DE HUMEDAD DEL SUELO TERRAZA I

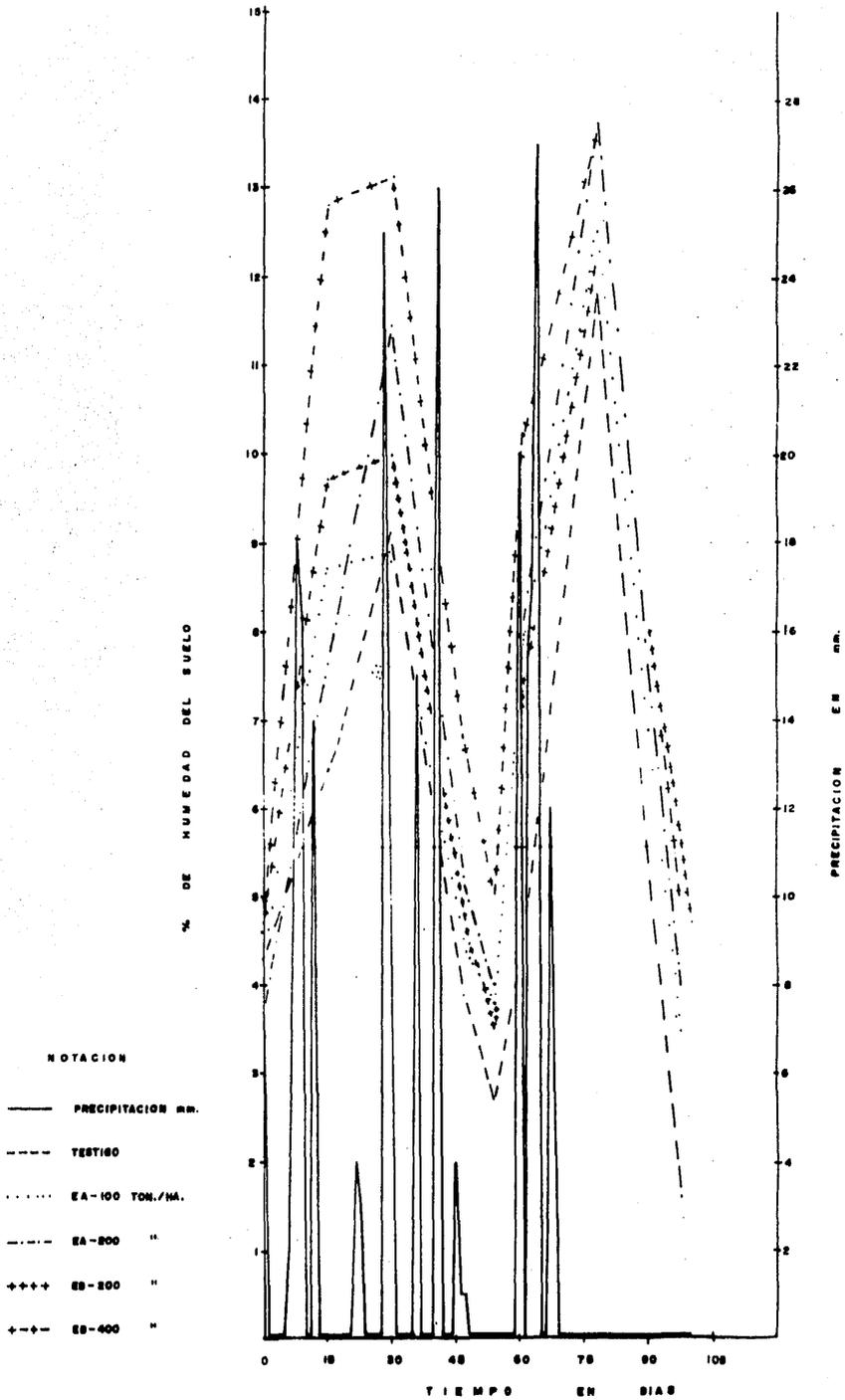


Fig. 3 GRAFICA DE HUMEDAD DEL SUELO TERRAZA II

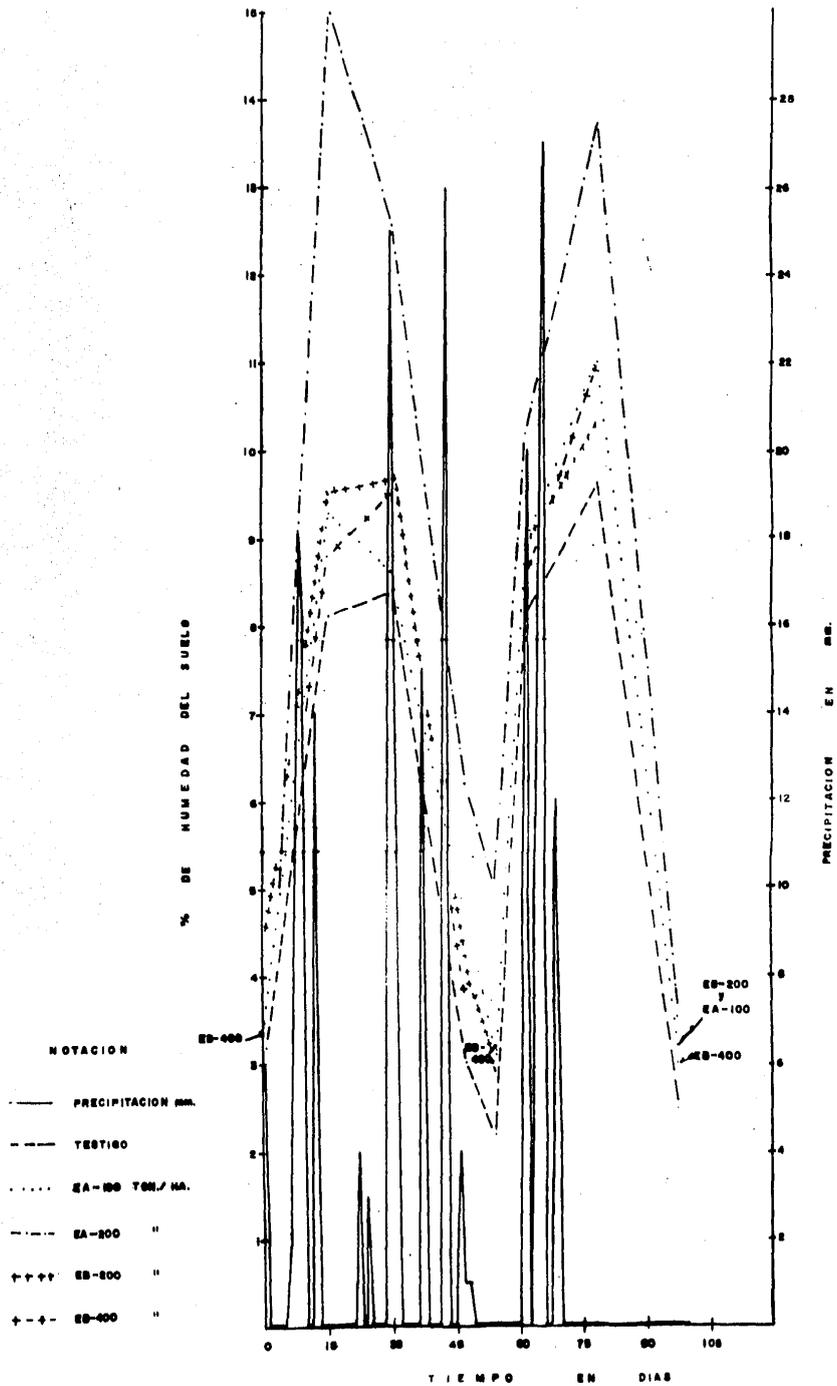
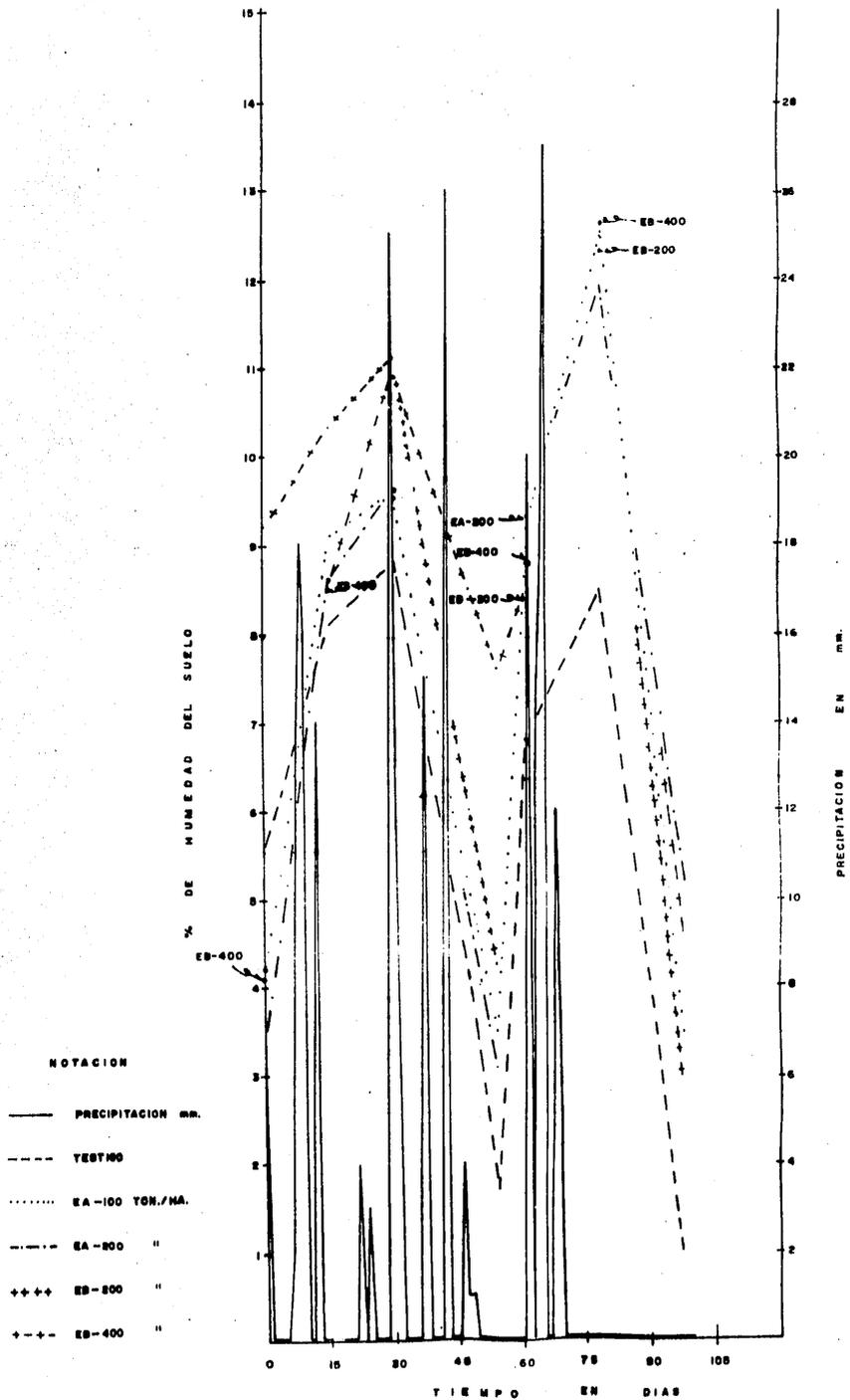


Fig. 4 GRAFICA DE HUMEDAD DEL SUELO TERRAZA IX



Julio al 3 de Agosto y el segundo del 17 de Agosto al 4 de - Septiembre, este fue el más largo con un total de 18 días. - Se presentó cuando el cultivo se encontraba en las etapas de embuche y floración. El total de lluvia registrado fue de 267 267.3 mm., a partir de la siembra del cultivo a la cosecha.

En la figura 1, se aprecia que en los períodos donde se concentra la precipitación, se observan valores altos del porcentaje de humedad del suelo y valores bajos de porcentaje de humedad en los lapsos de sequía.

En el comportamiento del porcentaje de humedad, entre los diferentes tratamientos, se observa que en el primer - muestreo el testigo está por arriba del EA-100 y el EA-200, en el segundo muestreo se encuentra por abajo de todos los - tratamientos, en el tercero el EA-100 se encuentra ligeramente abajo del testigo, en los demás muestreos se encuentra - por abajo de todos los tratamientos de estiércol.

En general se observa que a mayor dosis de estiércol corresponden mayores porcentajes de humedad en todos los -- muestreos realizados en las dos calidades de estiércol.

También podemos apreciar que tienen mayores porcentajes de humedad en todos los muestreos, el EB-400 con respecto a EA-200 y el EB-200 con respecto al EA-100. El tratamiento - que presenta mayores porcentajes en todos los muestreos realizados es el EB-400 (figura 1.)

En la figura 2, que corresponde a la segunda terraza, - el comportamiento de la precipitación es igual, a la terraza I, por lo cual se omitirá.

Con respecto al comportamiento del porcentaje de humedad del suelo en los diferentes tratamientos tenemos: En el primer muestreo, el testigo se encuentra por arriba del EA-200, a partir del segundo muestreo siempre se comporta por abajo de todos los tratamientos hasta el último muestreo.

El comportamiento que se observó en la primera terraza, que a mayores dosis de estiércol, corresponden mayores porcentajes de humedad del suelo, no ocurre en el caso del estiércol fresco, el semiseco se comporta similar al de la terraza I. Esto en todos los muestreos.

Comparando en porcentajes de humedad en los distintos muestreos el EA-100 y el EB-200, tenemos que en el primero, segundo y tercero el EB-200 se comporta por arriba del EA-100 con respecto al EB-200 y en el sexto y octavo tuvieron los mismos valores.

En el EA-200 en esta terraza, en todos los muestreos de humedad, sus porcentajes se comportaron por arriba del EB-400 y arriba de todos los demás tratamientos, siendo este tratamiento el que presentó valores más altos de porcentaje de humedad del suelo en todos los muestreos realizados.

Algo diferente en esta terraza es que el EB-400, siempre se comportó por abajo del EB-200, con respecto a los porcentajes de humedad del suelo en todos los muestreos, con excepción del quinto.

La figura 3, corresponde a la terraza tres, las observaciones con respecto a la precipitación son similares a la terraza I, por tal motivo no se describen.

En el comportamiento de los tratamientos tenemos: El testigo se comporta por arriba del EA-100, EA-200 y EB-400,

en el porcentaje de humedad del suelo en el primer muestreo, a partir del segundo hasta el octavo siempre se comporta -- por abajo de todos los tratamientos.

Lo observado en la terraza I, que a mayores dosis de estiércol, corresponden mayores porcentajes de humedad del suelo, es válido con respecto al estiércol fresco, más no al semiseco.

Comparando el EA-100 y EB-200, tenemos que en los primeros 5 muestreos el EB-200 se comporta por arriba del EA-100 en su porcentaje de humedad. En los tres restantes el EA-100 tiene mayores porcentajes de humedad que el EB-200.

El EB-400 se comporta por arriba del EA-200, en su porcentaje de humedad, en el primero, tercero, cuarto y séptimo muestreo, en los otros restantes el EA-200 se comporta por arriba del EB-400.

El EA-100 se comporta por arriba del EA-200 en el primero, segundo, cuarto, quinto y séptimo muestreo en el porcentaje de humedad del suelo, en los restantes muestreos el EA-200 se comporta por arriba del EA-100.

6.2.2.4.)- Registro de Infiltración

Para la realización de ésta se utilizó el método de doble cilindro, para los cálculos se uso la ecuación de KOSTIAKOV-LEWIS:

$$I = Kt^n$$

En esta prueba, se seleccionó también un valor nulo, medio, alto en la aplicación de estiércol en las dos calidades, únicamente que sólo se tomaron en las terceras repeticiones de cada una de las terrazas. Así los tratamientos --

en los cuales se les determinó la infiltración fueron: Testigo, EA-100, EA-200, EB-200 y EB-400.

Las infiltraciones básicas de los tratamientos en cada una de las terrazas se presentan en los cuadros 14, 15 y 16. Los datos y gráficas con que se calcularon las infiltraciones básicas se encuentran en el apéndice.

CUADRO 14.- Infiltración básica de los tratamientos en la terraza I, repetición III.

TRATAMIENTO	INFILTRACION BASICA	
Testigo	1.69	cm/hora
EA-100	3.50	cm/hora
EA-200	3.75	cm/hora
EB-200	2.50	cm/hora
EB-400	4.00	cm/hora

En el cuadro 14, se puede apreciar que el tratamiento que tiene la infiltración básica más baja es el testigo. También que a mayores dosis de estiércol en las dos calidades corresponden mayores infiltraciones básicas. El tratamiento que presenta mayor infiltración básica es el EB-400 con 4.00 cm/hora

Así mismo, se observa, que la diferencia en la infiltración básica, entre los semisecos y frescos, es más marcada en estos últimos que en los primeros.

CUADRO 15.- Infiltración básica de los tratamientos en la terraza II repetición III.

TRATAMIENTO	INFILTRACION BASICA
Testigo	3.38 cm/hora
EA-100	6.30 cm/hora
EA-200	9.30 cm/hora
EB-200	4.65 cm/hora
EB-400	10.20 cm/hora

El cuadro 15, tiene las mismas características que se observaron en el cuadro 14, por tal motivo no se describen.

Comparando la infiltración básica del EA-100, con respecto a la del EB-200, se observa que tanto en el cuadro 14 como en el 15, es mayor la infiltración básica en el EA-100.

CUADRO 16.- Infiltración básica de los tratamientos en la terraza III repetición III.

TRATAMIENTO	INFILTRACION BASICA.
Testigo	2.88 cm/hora
EA-100	7.00 cm/hora
EA-200	13.20 cm/hora
EB-200	5.75 cm/hora
EB-400	7.00 cm/hora

IDEM a las observaciones hechas en el cuadro 14 y -

15, sólo que en este, el tratamiento que presenta mayor infiltración básica en el EA-200 con 13.20 cm/hora. Otra que - la diferencia en infiltración básica, ahora es más marcada - en los semisecos que en los fescos.

6.2.2.5).- Registro de densidad aparente

Para la determinación se empleó el método de campo - utilizando plástico. Se perfora el terreno con una barrena - y se hace una oquedad con dimensiones determinadas (20X20X - 15 cms. aproximadamente), y la porción del suelo así obtenida se somete a secado y se pesa.

El volumen se calcula mediante la colocación de una pieza de plástico (poliétileno o goma flexible) en el agujero, y la cantidad de agua requerida para llenarlo, midiéndola mediante el uso de una probeta graduada. La bolsa con el suelo se pesa en el campo y se obtiene el peso del suelo húmedo (Psh), de ella se toma una muestra representativa para determinar el contenido de humedad mediante su secado en la estufa a 110°C hasta peso constante; con el contenido de humedad se determina el peso del suelo seco y como el volumen de suelo es conocido, se determina la densidad aparente utilizando la siguiente fórmula:

$$DA = \frac{100 \text{ Psh}}{Vt (100+Ps)}$$

Donde: *DA= Densidad aparente

Psh= Peso de suelo húmedo, gr.

Vt= Volumen total de agua, cm³

Ps= Porcentaje de humedad, % (1)

La D.A.* se determinó en los tratamientos: Testigo EA-100, - EA-200, EB-200 y EB-400, correspondiendo a un valor nulo, me dio y alto en las dos calidades de estiércol. Estos fueron toma

dos en las terceras repeticiones de cada una de las terrazas.

En los cuadros 17, 18 y 19, se presentan los valores obtenidos de densidad aparente en cada uno de los tratamientos, por repetición y terraza.

CUADRO 17.- Registros de densidad aparente por medio del método de campo utilizando plástico, repetición III, Terraza I.

TRATAMIENTO	VOLUMEN TOTAL CM ³	PESO DEL SUELO TOTAL gr.	PORCENTAJE DE HUMEDAD Ps %	DENSIDAD APARENTE gr/CM ³
Testigo	750	1180.47	27.59	1.239
EA-100	1450	1828.27	29.16	0.976
EA-200	860	1108.77	40.98	0.914
EB-200	800	1189.87	34.42	1.106
EB-400	11.90	1670.87	32.81	1.057

En el cuadro anterior se aprecia que el tratamiento que tiene mayor valor de densidad aparente es el testigo, está por arriba de todos los tratamientos, tanto en la calidad de estiércol semiseco como fresco. También que a mayor dosis de aplicación de estiércol, desciende el valor de la densidad aparente. Así mismo, los tratamientos con estiércol semiseco presentan valores más bajos de densidad aparente con respecto a los tratamientos de estiércol frescos.

El tratamiento que presenta el menor valor de densidad aparente es el EA-200.

Cuadro 18.- Registro de densidad aparente por medio del método de campo utilizando plástico, repetición III, terraza II.

Tratamiento	Volumen total cms ³	Peso del suelo total gr.	Porcentaje Ps%	Densidad apa- rente gr/cm ³
Testigo	880	1391.67	19.36	1.324
EA-100	960	1514.87	24.35	1.268
EA-200	770	1145.37	32.83	1.119
EB-200	800	1191.07	16.76	1.275
EB-400	870	1334.67	24.19	1.235

En el cuadro 18, se observa que el tratamiento con mayor densidad aparente es el testigo, el comportamiento que a mayores dosis de estiércol en las dos calidades, existen menores valores de densidad aparente. apreciada en el cuadro 17 se cumple para los dos tipos de estiércol. El tratamiento que -- presenta menor valor de densidad aparente es el EA-200.

Comparando el tratamiento EA-100, con respecto al EB---200, se observa el mismo comportamiento del cuadro 17, el -- primero reporta menor valor de densidad aparente. Al compa-- rar el EA-200 con respecto al EB-400, se observa que el pri-- mero reporta menor valor de densidad aparente, teniendo un comportamiento diferente al de la terraza I.

Cuadro 19.- Registro de densidad aparente por medio del método de campo utilizando plástico, repetición -- III, terraza III.

Tratamiento	Volumen total cm ³	Peso del Suelo Total Gr.	Porcentaje Ps. %	Densidad Apa- rente gr/cm ³
Testigo	790	1256.87	15.82	1.373
EA-1--	800	1201.57	22.90	1.222
EA-200	860	1271.67	22.59	1.206
EB-200	700	1153.97	21.02	1.362
EB-400	850	1201.57	21.46	1.163

En el cuadro anterior se aprecia, que el testigo es el que presenta el menor valor de densidad aparente, comparándolo con los demás tratamientos. También que las menores dosis en las dos calidades presentan menores valores de densidad aparente. El tratamiento que presenta menor valor de densidad aparente es el EB-200. Comparando el EA-200 con respecto al EB-400, se observa que el primero presenta menor valor de densidad aparente.

A continuación se presentan los datos de análisis de varianza para, humedad del suelo, infiltración y densidad aparente.

Cuadro 20.- Análisis de varianza para las medias de humedad aprovechable.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Ft.
Bloques	2	48.765	24.165	0.515	2.920
Testigo X com.	1	531.769	531.769	11.333	6.314†
Fuentes	1	1.613	1.613	0.034	6.314
Dosis	1	22.963	22.963	0.489	6.314
F * D	1	0.217	0.271	0.006	6.314
Error	8	375.359	46.920		
Total	14	1535.409			

* * ≤ 0.01 * 0.0101 a 0.05 $\uparrow > 0.05$ $a \leq 0.1$

En el cuadro anterior se observa ligera significancia al comparar el testigo con las combinaciones, lo que quiere decir que tenemos diferencia entre el testigo y la aplicación de estiércol.

Cuadro 21.- Análisis de varianza para infiltración.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc.	Ft.
Bloques	2	49.2862	24.6431	6.9431	4.314 *
Testigo X Comb.	1	33.6751	33.6751	9.4878	6.314 †
Fuentes	1	6.6752	6.6752	1.8807	6.314
Dosis	1	26.2549	26.2549	7.3972	6.314 †
F. * D.	1	0.1105	0.1105	0.0311	6.314
Error	8	28.3944	3.5493		
Total	14	144.3964			

** ≤ 0.01 ; * 0.0101 a 0.05 $\uparrow > 0.05$ $a \leq 0.1$

En el cuadro anterior se observa para bloques, esto quiere decir que existe diferencia entre cada uno de los bloques, cumpliendo con su objetivo el diseño experimental planteado.

También se aprecia ligera significancia para el testigo al compararlo con las combinaciones y para las dosis, lo siguiente afirma en primer lugar que existe diferencia entre el testigo y la aplicación de estiércol y lo segundo que tenemos diferencia entre dosis.

Cuadro 22.- Análisis de varianza para densidad aparente.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Ft.
Testigo X Comb.	1	0.075	0.75	6.696	6.314 †
Fuentes	1	0.0202	0.0202	1.804	6.314
Dosis	1	0.0225	0.0225	2.009	6.314
Error	11	0.1344	0.0112		
Total	14	0.2521			

** ≤ 0.01 ; * 0.0101 a 0.05 $y \uparrow > 0.05$ a ≤ 0.1

En el cuadro anterior se aprecia ligera significancia entre el testigo y las combinaciones, lo que quiere decir que existe diferencia entre el testigo y la aplicación de estiércol.

6.2.2.6).- Análisis de suelos en laboratorios de suelos.

Para el análisis de suelos se muestreo al inicio, - - antes de que se aplicara el estiércol. Se realizó de la siguiente forma: ya marcado el terreno se tomó una muestra compuesta de las repeticiones I, III y V de las tres terrazas. Los parámetros que se analizaron fueron: textura, pH, materia orgánica, nitrógeno, fósforo, potasio, calcio y magnesio.

Al cosecharse el cultivo se tomó otro muestreo de suelos, considerando como en el caso de los muestreos de humedad -- del suelo, un valor nulo, medio y alto de aplicación de estiércol en las dos calidades, siendo las siguientes dosis: EA-100, EA-200, EB-200 y EB-400.

Se consideraron los mismos parámetros que para el muestreo inicial. Los resultados se presentan en el apéndice. A continuación se presentan los resultados del análisis de varianza - para cada uno de los parámetros excepto la textura, además de las medias de los parámetros que reportaron significancia.

En el pH, no se observa significancia, lo que quiere decir que no hay diferencia entre las dos fuentes de estiércol consideradas, que son estiércol fresco y seco en el cambio de pH en el suelo. Lo mismo sucede con respecto a dosis, no hay diferencia entre las que se consideraron. Tampoco existe diferencia entre la interacción de fuentes con dosis. Todos estos valores considerados a los niveles de significancia, 0.01, 0.05 y 0.01.

Cuadro 23.- Análisis de varianza para la variable pH.

F.V.	G.L.	S.C.	PR	F
Tratamientos	5	0.64129930		
Fuentes	1	0.38236328	0.2062	
Dosis	2	0.01853184	0.9610	
F * D	2	0.24040418	0.6000	
Error	48	11.17504329		
Total	53	11.81634259		

En el Nitrógeno no observamos diferencia entre las dos fuentes de estiércol y tampoco se aprecia diferencia entre la interacción de fuentes con dosis. Presentándose diferencia altamente significativa con respecto a la dosis.

Cuadro 24.- Análisis de la varianza para la variable Nitrógeno.

F.V.	G.L.	S.C.	PR	F
Tratamientos	5	0.02745676		
Fuente	1	0.00025814	0.6706	
Dosis	2	0.02495038	0.0005 **	
F * D	2	0.00224825	0.4563	
Error	48	0.06765689		
Total	53	0.09511365		

** ≤ 0.01 ; * 0.0101 a 0.05 $\uparrow > 0.05$ a ≤ 0.1

En el cuadro de medias de dosis, se observa el menor valor en el testigo, siguiéndole la mayor dosis y dando el valor más alto la dosis media, a continuación se presentan los datos.

Cuadro 25.- Medias para dosis de Nitrógeno

Testigo	EA-100= Ec-200	EA-200=EB-400
N%	0.097	0.124

El potasio se comporta en forma idéntica al Nitrógeno, - presenta diferencia altamente significativa con respecto a dósis, no así para fuentes y la interacción entre fuentes y dósis ésto se aprecia en los datos siguientes:

Cuadro 26.- Análisis de varianza para la variable K (potasio).

F.V.	G.l.	S.C.	PR	f
Tratamientos	5	5972887.46287656		
Fuente	1	11966.43963759	0.7544	
Dósis	2	5906589.59274667	0.0001	**
F * D	2	54331.43049230	0.7995	
Error	48	5800614.62436044		
Total	53	11773502.08723701		

** ≤ 0.01 ; * 0.0101 a 0.05 y $\uparrow > 0.05$ a ≤ 0.1 .

En el cuadro de medias de dósis para potasio, se observa que el valor mayor corresponde a la dosis más alta, siguiendo la dósis media y por último el testigo, a continuación se presentan los datos.

Cuadro 27.- Medias para dósis en Potasio

	Testigo	EA-100=EA-200	EA-200=EB-400
Kppm.	246.89	763-81	1045.51

Para el Calcio y el Magnesio no se observa diferencia - significativa para fuente, dósis y la interacción entre fuente y dósis, a continuación se presentan los datos del análisis de varianza.

Cuadro 23.- Análisis de varianza para la variable Calcio

F.V.	G.L.	S.C.	PR	F
Tratamientos	5	198789561.957341		
Fuente	1	14472711.446773	0.5327	
Dosis	2	171148535.634554	0.1077	
F * D	2	13168314.876013	0.8361	
Error	48	1759012340.404343		
Total	53	1957801902-361684		

Cuadro 29.- Análisis de varianza para la variable Magnesio

F.V.	G.L.	S.C.	PR	F
Tratamientos	5	2589452.630630		
Fuente	1	312615.682528	0.60	
Dosis	2	2033139.577498	1.94	
F * D	2	243697.370603	0.23	
Error	48	25135295.035096		
Total	53	27724747.665726		

La materia orgánica, no presenta diferencia significativa para fuente y la interacción entre fuente y dosis de estiércol, sucediendo lo contrario para dosis, mostrando alta significancia entre las distintas dosis. A continuación se presentan los resultados del análisis de varianza y el cuadro de medias.

Cuadro 30.- Análisis de varianza para la variable materia Orgánica.

F.V.	G.L.	S.C.	PR	F
Tratamientos	5	5.45800929		
Fuente	1	0.20003280	0.4347	
Dosis	2	4.85302186	0.0015 **	
F * D	2	0.40495463	0.5378	
Error	48	15.14153788		
Total	53	20.59954717		

** ≤ 0.01 ; * 0.0101 a 0.05 \nmid > 0.05 a ≤ 0.1

En el cuadro de medias de dosis para materia orgánica, - se aprecia que el valor mayor corresponde a la dosis media, - siguiendo la más alta y por último el testigo, a continuación se presentan los datos.

Cuadro 31.- Medias para dosis de Materia Orgánica

	Testigo	EA-100=EB-200	EA-200=EB-400
M.0%	1.58	2.20	1.95

En el fósforo tenemos el mismo comportamiento que en la materia orgánica, presentando alta significancia para el caso de dosis, no para fuentes y la interacción entre fuente y dosis. A continuación se presentan los datos del análisis de varianza.

Cuadro 32.- Análisis de varianza para la variable fósforo

F.V.	G.L.	S.C.	PR	F
Tratamientos	5	19887.264956		
Fuente	1	28.695164	0.8932	
Dosis	2	19473.529747	0.0041 **	
F * D	2	375.040044	0.8880	
Error	47	74002.453122		
Total	52	93879.718079		

** ≤ 0.01 ; *0.0101 a 0.05 y $\uparrow > 0.05$ a ≤ 0.1

En el cuadro de medias de dosis para fósforo se observa, que el mayor valor corresponde a la mayor dosis de estiércol, siguiendo la dosis media y por último el testigo, a continuación se presentan los datos.

Cuadro 33.- Medias para dosis de Fósforo

	Testigo	EA-100=EB-200	EA-200=EB-400
P. ppm	8.60	47.66	52.02

6.2.3.) .- Cultivo

6.2.3.1.) .- Registro de desarrollo vegetativo

6.2.3.1.1.) .- Altura

En el ciclo del cultivo se tomaron dos alturas una a los 55 días después de la siembra y la otra al momento de la cosecha. El método fue el siguiente; se tomaron 5 medidas por cada unidad experimental, una central y cuatro cerca de las orillas de la unidad experimental, obteniendo una media por cada tratamiento en las cinco repeticiones en cada una de las terrazas. A continuación se presenta el análisis de varianza para estas dos alturas.

Para las dos alturas de la planta a los 55 días después de la siembra momento de la cosecha, no se observa diferencia significativa para ninguno de los cuatro casos considerados - (Repeticiones, fuente, dosis y la interacción de fuente con - dosis). A continuación se presentan los datos del análisis de varianza para las dos alturas.

Cuadro 34.- Análisis de varianza para la variable AL1

F.V.	G.L.	S.C.	PR	F
Tratamientos	9	614.066666		
Repeticiones	4	185.666666	0.3364	
Fuentes	1	102.506666	0.1135	
Dosis	4	248.066666	0.1955	
FU * DO	4	77.826666	0.7493	
Error	136	5495.266666		
Total		6109.333333		

** ≤ 0.01 ; * 0.0101 a 0.05 $y \dagger > 0.05$ a ≤ 0.1

Cuadro 35.- Análisis de varianza para la variable AL2

F.V.	G.L.	S.C.	PR	F.
Tratamientos	9	394.953333		
Repeticiones	4	268.226666	0.1101	
Fuentes	1	4.166666	0.7301	
Dósis	4	35.026666	0.9086	
FU * DO	4	87.533333	0.6437	
Error	136	4742.706666		
Total	149	5137.660000		

** ≤ 0.01 ; * 0.0101 a 0.05 y $\uparrow > 0.05$ a ≤ 0.1

6.2.3.1.2.)- Amacollamiento

El amacollamiento o número de tallos, se registro al momento de la cosecha, tomando cinco plantas por cada unidad experimental, sacando una media por cada tratamiento en las 5 repeticiones y en las tres terrazas. El resultado del análisis de varianza se presenta a continuación.

Cuadro 36.- Análisis de varianza para la variable Amacollamiento.

F.V.	G.L.	S.C.	P.R.	F.
Tratamientos	9	62.120000		
Repeticiones	4	21.426666	0.1316	
Fuentes	1	0.666666	0.6364	
Dósis	4	32.493333	0.0314 *	
FU * DO	4	7.533333	0.6388	
Error	136	403.773333		
Total	149	465.893333		

** ≤ 0.01 ; * 0.0101 a 0.05 y $\uparrow > 0.05$ a ≤ 0.1

En estos datos observamos diferencia significativa para dósis, no existiendo diferencia significativa para repeticiones, fuentes y la interacción de fuentes con dósis.

Cuadro 37.- Medias para la variable Amacollamiento

	Testigo	EA-50=EB-100	EA-100=EB-200	EA-150=EB-300	EA-200=EB-400
No.	4	5	5	6	6
Tallos					

En el cuadro de medias se aprecia, que el valor mayor en número de tallos corresponde a las mayores dosis de aplicación de estiércol y teniendo el menor valor en el testigo. En estos datos de medias tenemos que presentan el mismo número de tallos en EA-50 =EB-100 con respecto EA-100=EB-200 y presenta el mismo número de tallos en EA-150 =EB-300 con respecto a EA-200=EB-400.

6.2.3.2.)- Registro de Producción

6.2.3.2.1.)- Peso seco

Para obtener el peso seco se tomaron cuatro muestras de un metro cuadrado por cada unidad experimental, en todas las repeticiones y en las tres terrazas. Estas muestras se pesaron en una balanza de cinco kilogramos, posteriormente se saco una media por cada unidad experimental. A continuación se presentan los resultados del análisis de varianza y el cuadro de medias.

Cuadro 38.- Análisis de varianza para la variable peso seco

F.V.	G.L.	S.C.	P.R.	F
Tratamientos	9	1645720.046666		
Repeticiones	4	764993.373333	0.0728 †	
Fuentes	1	274006.140000	0.0784 †	
Dosis	4	362600.173333	0.3889	
FU * DO	4	244120.359999	0.5930	
Error	136	11852474.493333		
Total	149	13498194.540000		

* * ≤ 0.01 ; * 0.0101 a 0.05 y † > 0.05 a ≤ 0.1

En el peso seco se aprecia diferencia ligeramente significativa para repeticiones y fuentes, no observándose significancia para dosis y la interacción de fuentes con dosis.

Cuadro 39.- Medias para la variable fuentes

	Semiseco	Fresco
Gramos	830.84	906.98

En el cuadro de medias para fuentes se observa que el valor mayor corresponde al estiércol fresco, reportando menor valor el semiseco.

6.2.3.1.2).- Rendimiento

Iguál que para peso seco, se obtuvieron cuatro valores por cada unidad experimental en todas las repeticiones y en las tres terrazas, estos pesos del grano se realizaron en una balanza granataria, después se sacó una media por cada unidad experimental. Para el peso constante al 14% de humedad del grano se tomó una muestra por unidad experimental de 50 gr. de grano y se seco en bolsas de papel en la estufa a 75°C. durante 36 hrs. Con estos pesos constantes al 14% de humedad del grano se ajustaron el peso total medio de cada unidad experimental. A continuación se presentan los resultados del análisis de varianza y el cuadro de medias.

Cuadro 40.- Análisis de varianza para la variable rendimiento.

F.V.	G.L.	S.C.	P.R.	F
Tratamientos	9	284039.518531		
Repeticiones	4	120523.902555	0.0262	*
Fuentes	1	13265.622769	0.2644	
Dosis	4	142630.230509	0.0114	*
FU * DO	4	7619.762697	0.9482	
Error	135	1425882.789254		
Total	148	1709922.307785		

* * ≤ 0.01 ; * 0.0101 a 0.05 y $\dagger > 0.05$ a ≤ 0.1

En el análisis de varianza para la variable rendimiento se observa, diferencia significativa para el caso de repeticiones y dosis, no existiendo significancia para fuentes y la interacción de fuentes con dosis.

Cuadro 41.- Medias para la variable rendimiento

	Testi-EA-50=EB-100	EA-100EB-200	EA-150EB-300	EA-200EB-400	
Gra- mos	282.66	202.36	203.65	214.21	245.74

En el cuadro de medias para rendimiento, se aprecia el mayor valor para el testigo, siguiéndole la más alta dosis de aplicación de estiércol y obteniendo el menor valor la dosis más baja (EA-50=EB-100).

VII.- DISCUSION DE RESULTADOS.

7.1.- Metereológicos

Como se menciona en la literatura y en datos metereológicos, en esta zona la precipitación es de 500 mm. media anual, esta es insuficiente para los cultivos de mayor importancia en la zona como son: Maíz, frijol, trigo y cebada. Se consideran suficientes 600 mm. bien distribuidos durante el ciclo de cultivo. Además de que es escasa, la precipitación se encuentra mal distribuida presentándose en pocos eventos y con altas intensidades, ésto se puede comprobar en las figuras 1, 2 y 3, hechas a partir del cuadro 11, en estas se aprecia que la tenemos concentrada en tres períodos, el primero de 7 días y una precipitación de 86.8 mm, el segundo con 14 días y una precipitación de 86.8 mm, el tercero y el último con 9 días y una precipitación de 97.5 mm.

Teniendo en el período en que el cultivo estuvo establecido un total de 30 días con lluvia, dando una precipitación de 248.3 mm; así mismo se tienen dos lapsos de sequía el primero con 16 días y el segundo con 18 días, dando un total de 34 días sin lluvia, aunque el 13 de septiembre fue el último día que llovío, en el período que va de esta fecha al 10 de octubre en que el cultivo llegó a su madurez, no se observó en él efecto de sequía. Así en general el total de días con lluvia fue de 36 (observables en las figuras 1, 2, 3) y sin lluvia de 64 días, como se aprecia los días sin lluvia durante el ciclo del cultivo sobrepasan con 28 días a las fechas en que se presentó lluvia.

Todo lo anterior viene a comprobar de que la precipitación se encuentra concentrada, mal distribuida, en pocos eventos y con altas intensidades.

La sequía que más afectó al cultivo fue la de 18 --- días (del 18 de agosto al 4 de septiembre), ya que el cultivo se encontraba en un período crítico (espigamiento y floración), después se presentó la lluvia, el cultivo se empezaba a recuperar, pero incidió sobre ésta la Roya de la Hoja --- (Puccinia sp), de la cual su efecto más grave se observó donde se aplicó estiércol, abatiendo completamente el rendimiento. Esto es explicable ya que los hongos se ven favorecidos para su rápido desarrollo por el alto contenido de nitrógeno en la planta (8), manifestándose por *el* color y succulencia de la planta.

El abatimiento del rendimiento fue en que muchos tallos ya no alcanzaron a espigar, otros aunque espigaron su producción de grano no fue buena.

7.2).- Observaciones de Suelo.

7.2.1.- Heterogeneidad

Las condiciones para el establecimiento del cultivo (cama de siembra), en general fueron buenas, con excepción de algunas unidades experimentales en las cuales existía mucho tepetate, ocasionando problemas al momento de la germinación (cuadro 12).

En el caso del estiércol, se incorporó 2 meses 9 días antes de la siembra, la literatura reporta que como mínimo se debe dejar un mes para evitar la competencia entre los microorganismos que descomponen el estiércol y el desarrollo del cultivo (5,10,16). También se menciona que para que exista esta descomposición es necesario que el suelo tenga humedad, buena aereación y que existan altas temperaturas, esto se cumple, en el cuadro 11 se observa que los meses con mayor temperatura son mayo y junio, el primero con 25.8°C.

y el segundo con 25.6°C, con respecto a la precipitación en mayo llovió 49.6 mm y en junio 39 mm.

Algunos investigadores Norteamericanos (Bobby y A. Stewart), mencionan que al aplicar 70 toneladas de estiércol por hectárea se tienen problemas en la germinación en cereales (4). Aunque en el presente experimento se aplicaron 200 ton. de estiércol en calidad semiseco y 400 ton. en calidad fresco, se observó en estas dosis que sólo la retardo de tres a cuatro días en comparación con los demás tratamientos, siendo el porcentaje de germinación entre 95-100%.

7.2.2).- Registros de humedad

Con respecto a los porcentajes de humedad, como se esperaba al aplicar materia orgánica al suelo, éste tendrá mayor retención de humedad al compararlo con el testigo (cuadro 13), ésto se aprecia en general en los diferentes muestreos y en las tres terrazas. Aunque no es muy claro que a mayores dosis de estiércol en las dos calidades, correspondan mayores porcentajes de humedad, en la mayoría de los muestreos y en las tres terrazas se observa una tendencia que entre más materia orgánica tenga el suelo tiene mayor capacidad de retener agua (cuadro 13). Lo anterior corrobora lo que la literatura menciona al respecto (8, 18, 21).

López Fregoso, M.J. (1982), menciona que la cantidad de agua retenida por el suelo a determinados valores de tensión, dependen principalmente de los porcentajes de arcilla y arena en éste, así también que el contenido de materia orgánica total no tiene influencia directa en la capacidad de retención de humedad del suelo, dentro de los límites del rango en que se trabaja (3, 3, 5, 10 y 15 atmósferas). Se reconoce al Humus como la fracción activa de la materia orgánica del suelo, por lo tanto sugiere que podría esperarse --

una mayor correlación si en lugar de trabajar con materia orgánica total se trabajará con la fracción activa de ésta. -- (26).

7.2.3.)- Registros de Infiltración.

Al discutir los datos obtenidos de las infiltraciones básicas se observa en los cuadros 14,15 y 16 que el testigo siempre está por abajo de los tratamientos con estiércol, en la terraza I de 0.61 cm/hora a 2.11 cm/hora, en la terraza II de 2.15 hasta 7.7. cm/hora y en la terraza III de 2.87 hasta 10.32 cm/hora. También a mayores dosis corresponden de valores más altos de infiltración básica,

Esto es explicable ya que al agregar materia orgánica al suelo, a través de su descomposición produce la síntesis de sustancias orgánicas complejas que ligan las partículas del suelo en unidades estructurales llamados agregados, éstos ayudan a mantener un estado granular suelto, abierto -- (8,21). De ese modo, el agua está en condiciones de entrar y filtrarse hacia abajo con más facilidad a través del suelo (8).

Otro factor que influye son los microorganismos que descomponen la materia orgánica (21,22,23). Los resultados obtenidos se comprueban con lo que se reporta en la literatura al respecto de que al agregar materia orgánica al suelo se mejoran las condiciones físicas de éste.

7.2.4.)- Registros de Densidad Aparente

Al analizar los datos obtenidos de las densidades aparentes, se observa en los cuadros 17,18 y 19, que los menores valores de densidad aparente corresponden a las aplicaciones de estiércol, también valores más bajos de densidad -

aparente corresponden a dosis más altas de aplicación de estiércol.

Es interesante conocer la densidad aparente pues comparada con la densidad real, permite deducir la proporción de los vacíos o porosidad (representa la proporción del volumen del suelo en su lugar que no está ocupado por la fase sólida, es el conjunto de los vacíos del suelo) (8). La porosidad depende de la textura, de la estructura y de la actividad biológica del suelo (1,8, 21). En base a esto se explica que al incorporar materia orgánica al suelo disminuya la densidad aparente por ejemplo (en la terraza I, testigo reporta 1.234 gr/cm^3 a 0.914 para el EA-200 ton/ha. de estiércol semiseco, disminuyendo 0.32 gr/cm^3), ya que la actividad biológica del suelo es un factor que tiende a desarrollar la porosidad del suelo (8). Los datos obtenidos vienen a comprobar lo que se reporta en la literatura al respecto.

7.2.5).- Análisis de laboratorio de suelos.

7.2.5.1.)- Reacción o pH del suelo

En este caso no se observa diferencia significativa para fuente, dosis y la interacción de fuente con dosis, esto se debe a que es el primer año de observación después de la aplicación del estiércol. Lo que se espera es que exista una disminución del pH debido a la descomposición del estiércol, principalmente en las dosis altas ya que estos ejercen una acción muy marcada en la variación del pH del suelo, conduciéndola progresivamente a una acidificación (8), debido a que los ácidos orgánicos liberados de la materia orgánica en descomposición ayudan a reducir el pH del suelo, además el fenómeno de nitrificación tiene gran importancia ya que produce ácido nítrico y ácido carbónico, cuya intensi-

dad puede ser bastante fuerte en período de la actividad de los microorganismos (8,17).

Un factor que influyó en que no disminuyera el pH es el alto contenido de calcio en el suelo (ver resultados del análisis de suelos ^{en} el apéndice), ya que este elemento contribuye a neutralizar los ácidos formados durante la humificación (8).

7.2.5.2.)- Nitrógeno

Con respecto a este elemento, se observa diferencia altamente significativa para dosis, no así para fuentes y la interacción de fuentes con dosis, al analizar las medias observamos que el valor más alto corresponde a la dosis media o sea 200 ton/ha. en fresco y 100 ton/ha. en semiseco.

Para el primer caso de alta significancia para el caso de dosis, esto es explicable, ya que al agregar materia orgánica al suelo se aumenta el contenido de nitrógeno en és te, especialmente si el material utilizado es rico en nitrógeno, de allí que exista tal diferencia.

Para el segundo caso en las tablas de medias, lo que se esperaría es que la mayor dosis de aplicación de estiércol debió reportar mayor contenido de nitrógeno, no sucedió así. Esto es explicable ya que la materia orgánica debe sufrir un proceso de descomposición para darnos en últimos términos el amonio, nitritos y nitratos, siendo óptimo para el caso de la dosis media. Esto no quiere decir que la dosis alta no sea recomendable ya que es el primer año de observación habría que analizar que pasa en los subsecuentes años ya que el proceso de mineralización no es total sino gradual. Esto es importante ya que en todos los suelos las reservas nitrogenadas se encuentran en estado orgánico, siendo utilizado por las plantas conforme se da el proceso de mi- --

neralización de la materia orgánica (5,8,16,17).

7.2.5.3).- Fósforo.

Este elemento, al igual que el nitrógeno, es altamente significativo con respecto a dosis, no así para fuentes y la interacción de fuentes con dosis. Esto es explicable ya que al aplicar materia orgánica al suelo incrementamos el contenido de fósforo en el suelo, más si el compuesto es rico en este elemento. Aunque el estiércol de bovino contiene 0.18% de P_2O_5 , al incorporarlo en esta clase de suelos resulta eficiente, como se sabe una cantidad considerable del fósforo - en el suelo existe en forma orgánica, proporcionándosele a - al planta conforme la materia orgánica va sufriendo el proceso de descomposición (8,17).

En el caso de medias, como era de esperarse, el mayor valor corresponde a la mayor dosis, esto quiere decir que a mayor dosis tendremos más fósforo en el suelo, el cual será aprovechado por la planta conforme se vaya dando el proceso de mineralización.

7.2.5.4.). Potasio

Su comportamiento es similar al nitrógeno y al fósforo, presentando un valor altamente significativo para dosis. Esto se explica ya que el estiércol contiene 4.5 Kgs. de K_2O por tonelada (2), aportando al suelo en el caso de la dosis) media 450 kgrs./Ha. de K_2O y en la alta 900 Kgrs./Ha. de K_2O aproximadamente, de lo anterior que presente un valor altamente significativo.

En el caso de cuadro de medias el valor más alto corresponde a la dosis más alta de aplicación de estiércol, -- aportando mayor potasio la dosis citada.

Este potasio que se encuentra en forma orgánica es - fácilmente asimilable por la planta después de un proceso de descomposición que es relativamente sencillo (8).

Aunque en la literatura se reporta que los tepetates son ricos en feldespatos (17), los que contienen potasio, - que a través de los procesos de alteración los liberan, (8) se esperaría en un momento dado que no existiera diferencia entre el testigo y la aplicación de estiércol ya que en el - lugar donde se estableció el experimento es rico en tepetate el cual aflora a la superficie (cuadro 12).

7.2.5.5.)- Calcio y Magnesio

En el caso de estos elementos no presentan signifi-- cancia para ninguno de los tres casos, fuentes, dosis y la - interacción de fuentes con dosis, esto se explica debido a - que los suelos donde se estableció el experimento son ricos en estos elementos (ver resultado de análisis de laboratorio de suelos en el apéndice), no existiendo diferencia entre el testigo y la aplicación de estiércol.

7.2.5.6.)- Materia Orgánica

En el caso de la materia orgánica no se observa sig- nificancia para fuentes, ni para la interacción de fuentes - con dosis mostrando un valor altamente significativo para el caso de dosis.

Esto se explica ya que al agregar materia orgánica - al suelo en este caso estiércol, se incrementa el contenido de ésta en el suelo y con esto se mejoran las condiciones fí sicas, químicas y biológicas de éste (16,17,21 y 25).

En el cuadro de medias, como se esperaba el testigo

es el que tiene el valor más bajo, comportándose de una manera similar la dosis media y la dosis alta.

7.3.)- Cultivo

7.3.1). Desarrollo Vegetativo

7.3.1.1).- Alturas.

En estas dos alturas que fueron tomadas a los 55 --- días después de la siembra y al momento de la cosecha, no se observa diferencia significativa en fuentes, dosis y la interacción de fuentes con dosis. Esto es debido a que el cultivo se fertilizó, aunque existió un aumento en alturas debido a la aplicación del estiércol, no presentó diferencia al realizar el análisis estadístico entre el testigo y la aplicación de estiércol. siendo más acentuada al momento de la cosecha la similitud en altura debido a que el cultivo se enfermó y fue más acentuada la enfermedad conforme la dosis -- será más alta en las dos calidades de estiércol.

7.3.2.)- Amacollamiento

Para esta variable del desarrollo vegetativo, no se aprecia diferencia significativa para fuentes ni para la interacción de fuentes con dosis, observándose significancia para dosis. Lo anterior quiere decir que al aplicar estiércol al suelo vamos a tener un mayor amacollamiento (para el caso del cultivo establecido), si lo comparamos con el testigo. Cabe aclarar que el cultivo se fertilizó con la dosis recomendada para esta región (70-40-00) por el INIA, si no se fertilizará la diferencia sería más marcada entre el testigo y la aplicación del estiércol.

Para el cuadro de medias tenemos que el mayor número

de tallos corresponde a las dosis más altas (5 tallos) y el menor número corresponde al testigo (4 tallos), las dosis - medias presentan un valor medio de 5 tallos. De aquí que el análisis estadístico reporta significancia para dosis. Lo anterior muestra las condiciones benéficas que aporta la materia orgánica al ser aplicada al suelo, tanto física, químicas y biológicas (8, 12 y 23), y el primero en reflejar - estos cambios en el suelo es el cultivo.

7.3.2.) Registros de Producción

7.3.2.1.) Peso seco

Para esta variable de producción se observa diferencia ligeramente significativa para repeticiones y fuentes - no presentando significancia para dosis y la interacción de fuentes con dosis. En el primer caso nos dice que existe diferencias entre una repetición y otra, cumpliendo con su objetivo el diseño experimental establecido (Bloques al Azar), de que las repeticiones son heterogéneas entre ellas, pero en si mismas son homogéneas.

Para el segundo caso de diferencia entre fuentes, - al observar el cuadro de medias tenemos que el valor mayor corresponde a la fuente de estiércol fresco (906.98 grs.) y 830.84 grs. estiércol semiseco). De todas las variables consideradas tanto del cultivo como del suelo, es en la primera que nos reporta ligera significancia con respecto a fuentes, sería aventurado decir que es mejor la fuente de estiércol fresco, ya que lo normal sería que en la mayoría de las variables consideradas nos reportara este comportamiento, además un factor que pudo influir es la enfermedad que ataco al cultivo.

7.3.2.2).- Rendimiento

En el rendimiento, se aprecia diferencia significativa para repeticiones y dosis, no así para fuentes y la interacción de fuentes con dosis. Para el primer caso (repeticiones) se aplicaría el mismo razonamiento hecho para peso seco.

En el segundo caso (dosis), al analizar el cuadro de medias, tenemos que el testigo es el que reporta el mayor rendimiento 282,66 grs, siguiéndole con 245.74 grs. las dosis más altas y presentando el menor valor 202.36 grs. las dosis baja de aplicación de estiércol. Esto es explicable ya que el cultivo fue atacado por la Roya de la Hoja ----- (Puccinia s.p.), durante el espigamiento. Observándose mayor ataque conforme la dosis de aplicación de estiércol era más alta, esto se debe a que los hongos se ven favorecidos por el alto contenido de nitrógeno en la planta (8). De aquí que reporte mayor rendimiento el testigo.

VIII.- CONCLUSIONES

a).- Existe diferencia entre el testigo y la aplicación de estiércol, reportando mayor rendimiento el testigo, bajo las condiciones en que se desarrollo el experimento.

b).- Tenemos diferencia entre el testigo y la aplicación de estiércol, reportando mayor humedad aprovechable la aplicación de estiércol.

c).- Al aplicar estiércol se modifican significativamente el contenido de Nitrógeno, Fósforo, Potasio y Materia Orgánica.

d).- Encontramos diferencia entre el testigo y la aplicación de estiércol, reportando mayor infiltración la aplicación de estiércol.

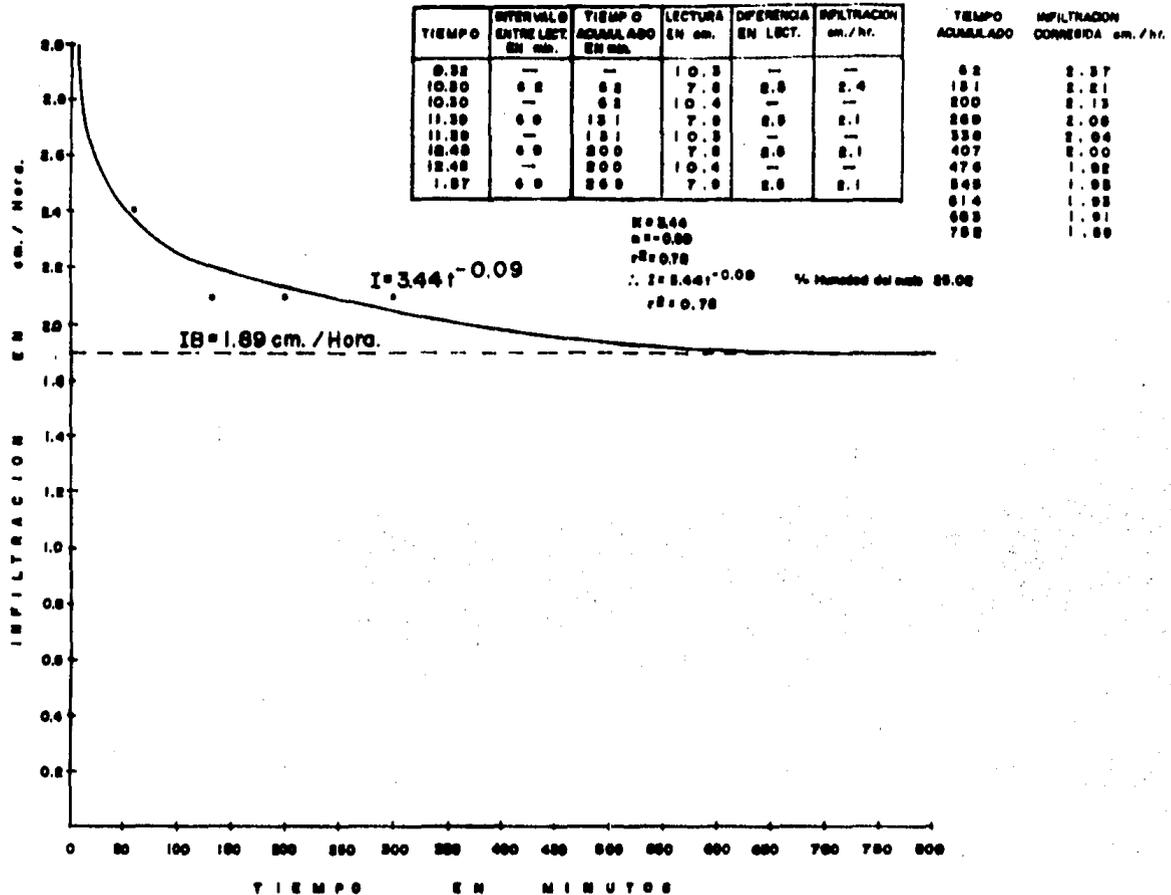
e).- El peso seco total de la planta fue ligeramente afectado para la calidad del estiércol aplicado, inclinándose favorablemente al estiércol fresco. No existe diferencia detectable entre un estiércol y otro con respecto a rendimiento.

f).- Existe diferencia en la densidad aparente entre el testigo y la aplicación de estiércol, reportando menor densidad aparente la aplicación de estiércol.

g).- Obtuvimos diferencia en el número de tallos entre la aplicación de estiércol y el testigo, reportando mayor número de tallos la aplicación de estiércol.

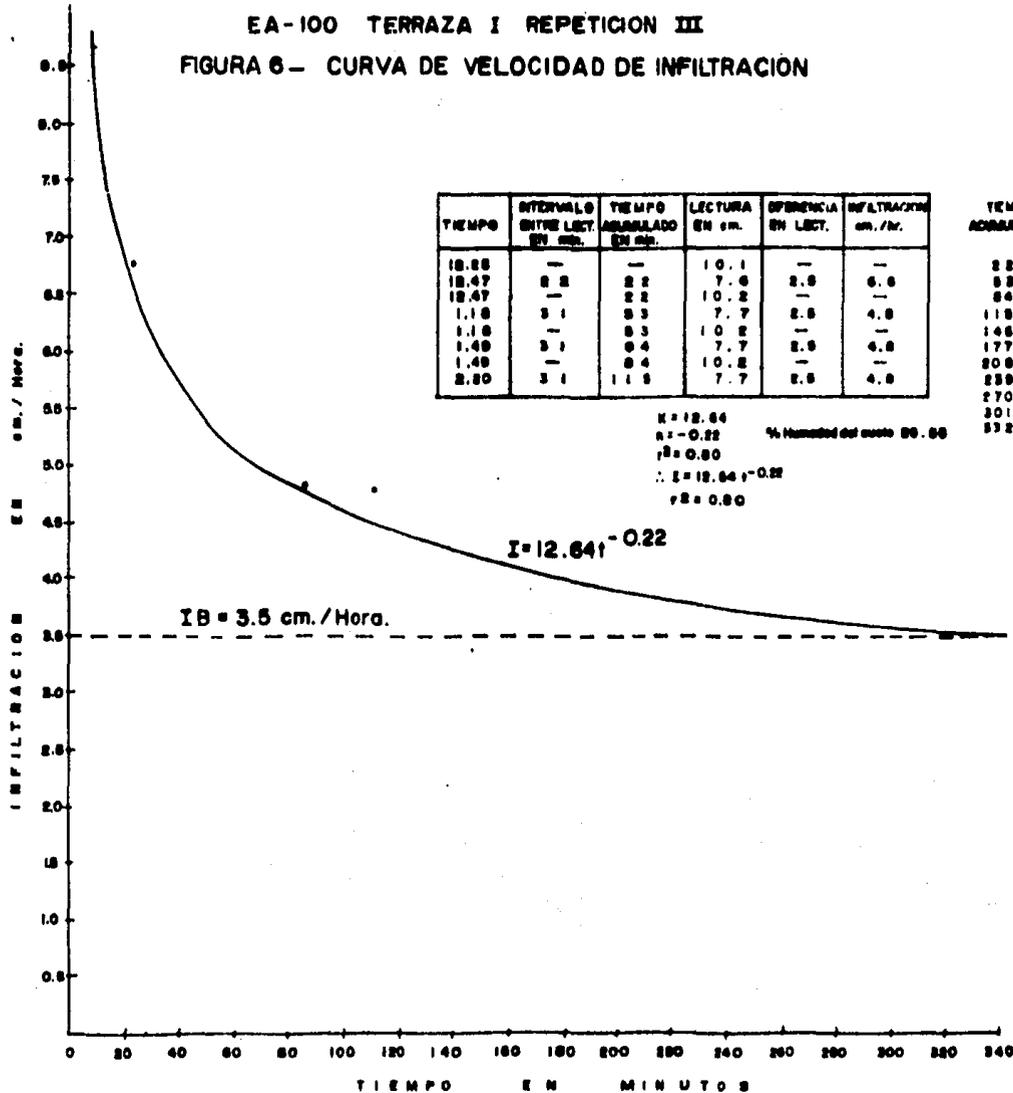
TESTIGO TERRAZA I REPETICION III

FIGURA 5.- CURVA DE VELOCIDAD DE INFILTRACION



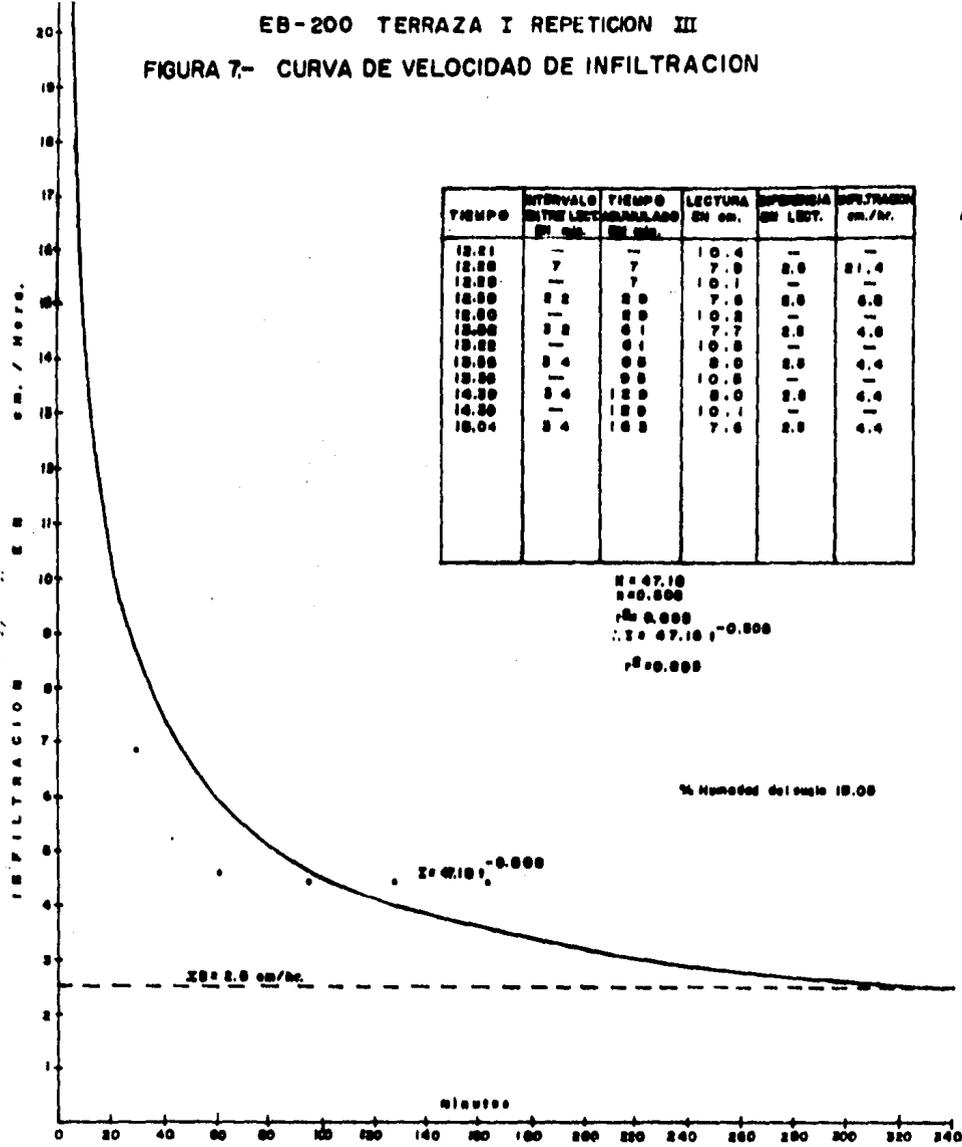
EA-100 TERRAZA I REPETICION III

FIGURA 6- CURVA DE VELOCIDAD DE INFILTRACION



EB-200 TERRAZA I REPETICION II

FIGURA 7.- CURVA DE VELOCIDAD DE INFILTRACION



EA-200 TERRAZA I REPETICION III
 FIGURA 8 - CURVA DE VELOCIDAD DE INFILTRACION

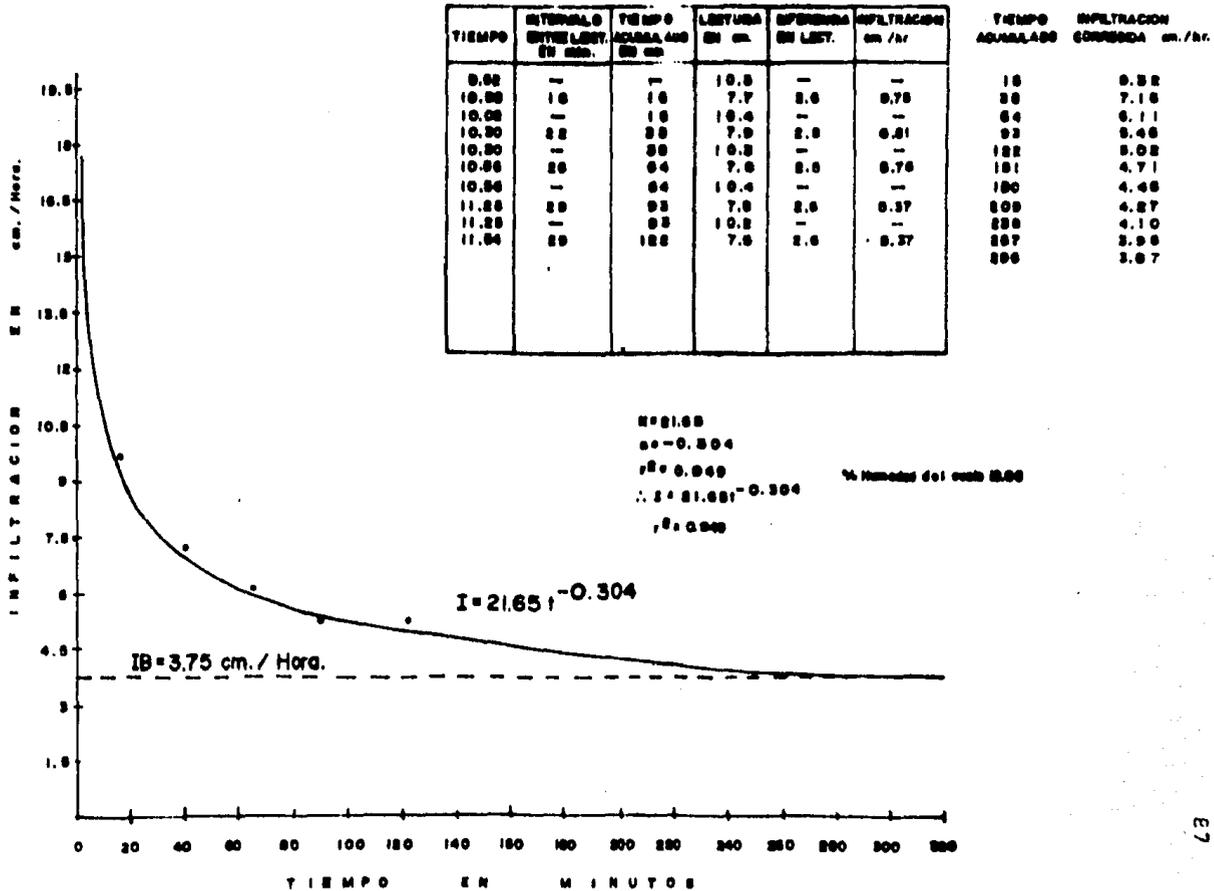


FIGURA 9- CURVA DE VELOCIDAD DE INFILTRACION

EB - 400 TERRAZA I REPETICION III

TIEMPO	DIFFERENC. EN LECT.	TIEMPO ACUMULADO	LECTURA EN CM	DIFFERENCIA EN LECT.	INFILTRACION CM / H	TIEMPO ACUMULADO	INFILTRACION COMPLETA CM. / H
10.25	—	—	10.0	—	—	25	10.00
10.50	25	25	8.5	5	12	75	7.42
10.50	—	25	10.2	—	—	125	6.16
11.30	40	73	5.2	5	5.00	175	5.42
11.30	—	73	10.2	—	—	225	5.00
11.20	50	120	5.5	4.7	5.54	275	4.50
11.20	—	120	10.3	—	—	325	4.60
1.10	60	175	5.6	4.7	5.60	375	4.51
1.10	—	175	10.5	—	—	425	4.27
2.00	50	225	5.0	4.7	5.54	475	4.19
						525	4.07

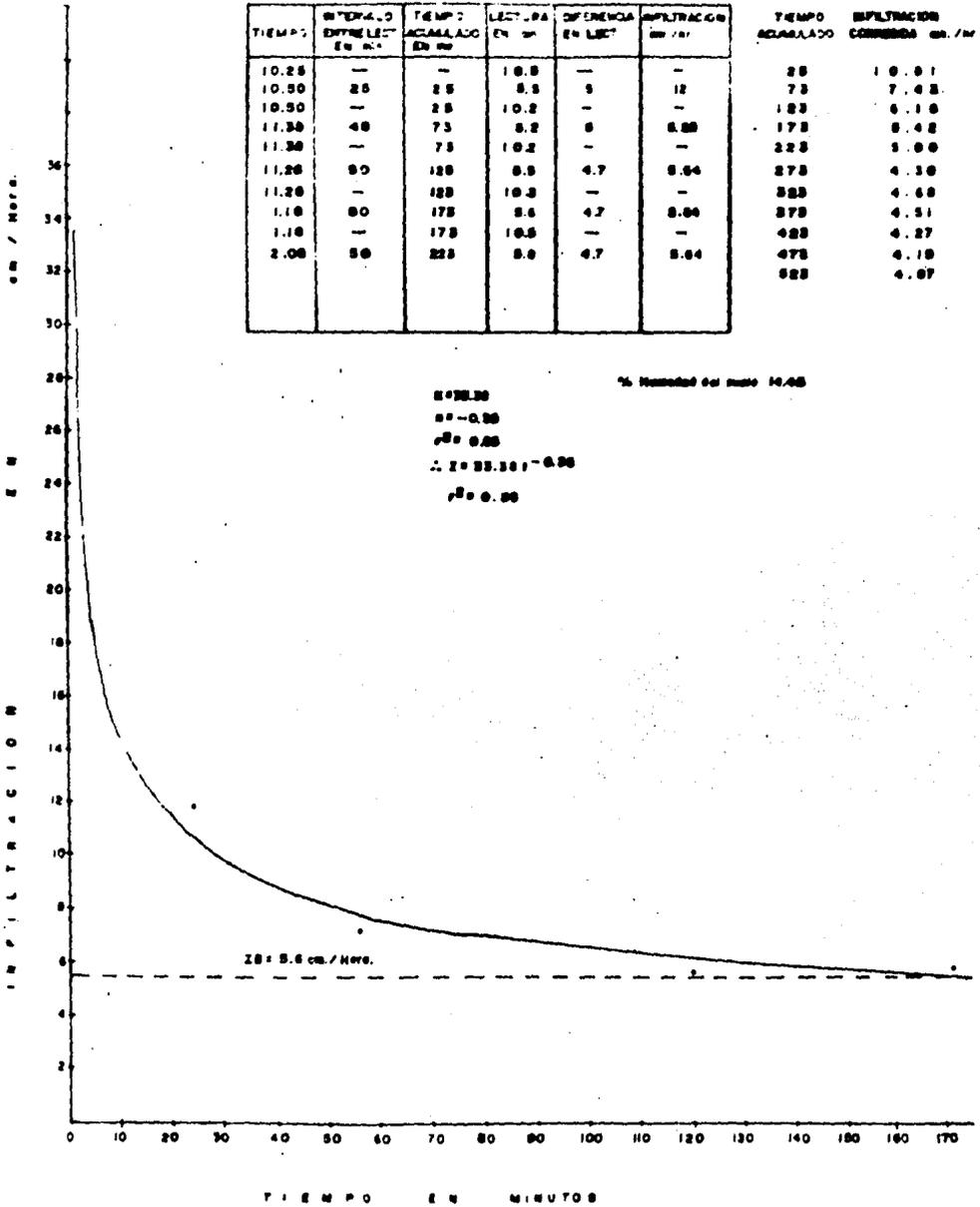


FIGURA 10- CURVA DE VELOCIDAD DE INFILTRACION

TESTIGO TERRAZA II REPETICION III

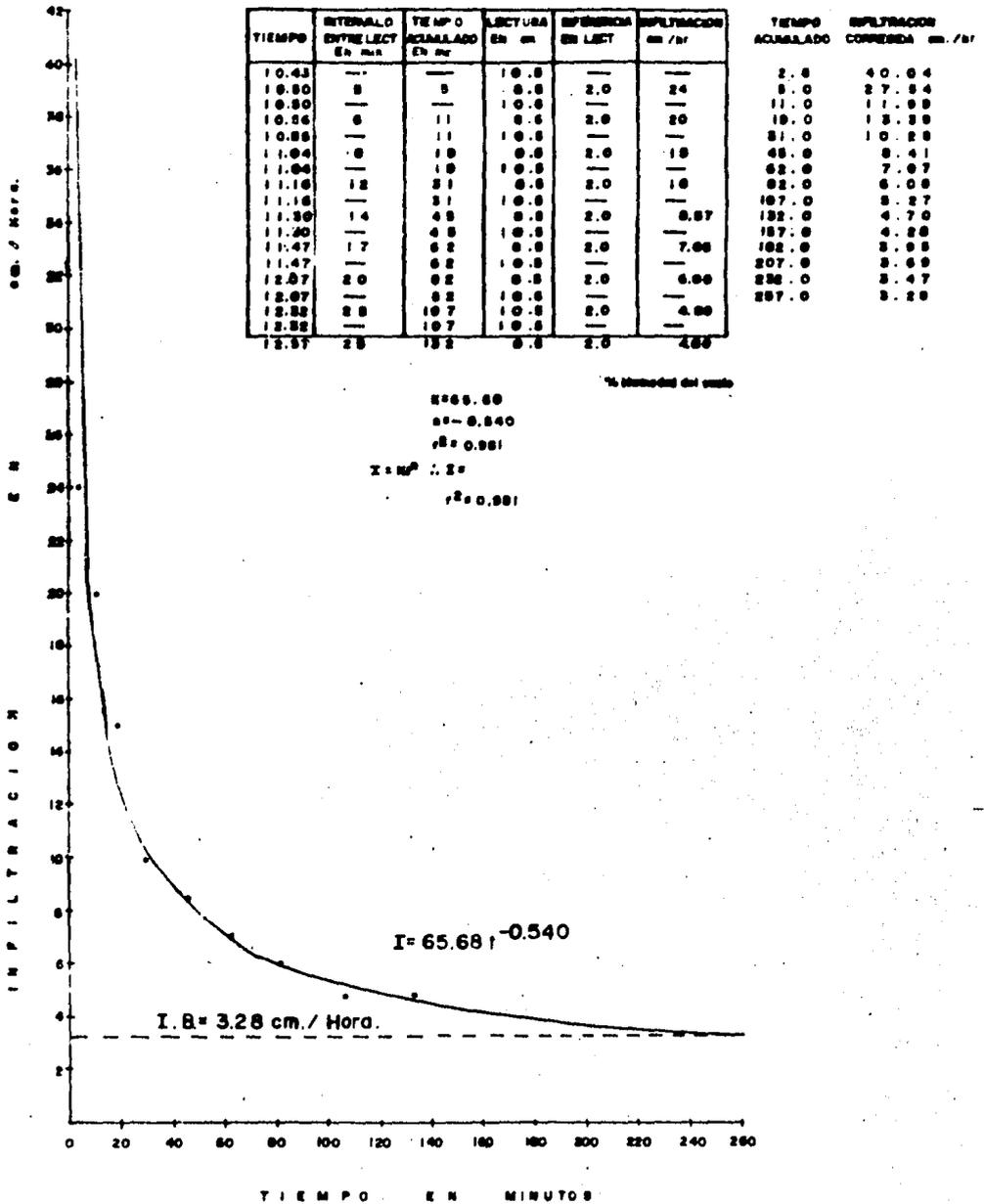
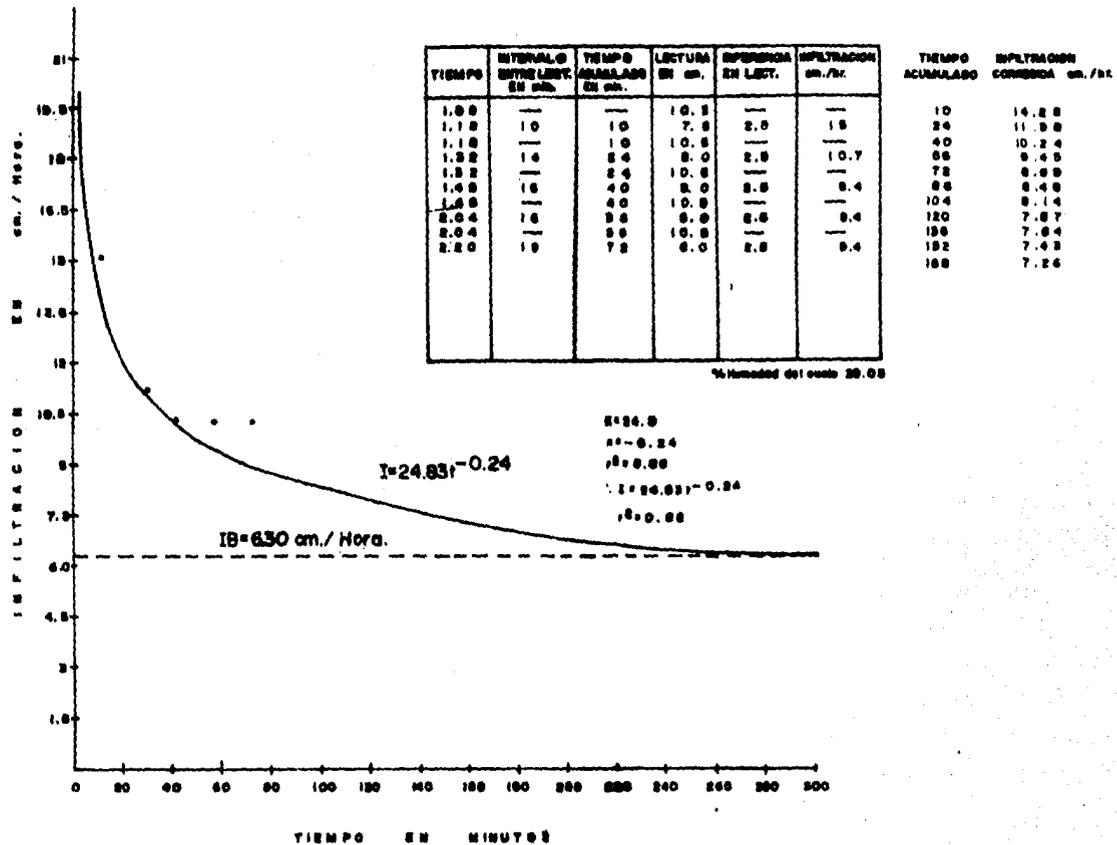


FIGURA II— CURVA DE VELOCIDAD DE INFILTRACION
EA - 100 TERRAZA II RECEPCION III



EB-200 TERRAZA II REPETICION III

FIGURA 12- CURVA DE VELOCIDAD DE INFILTRACION

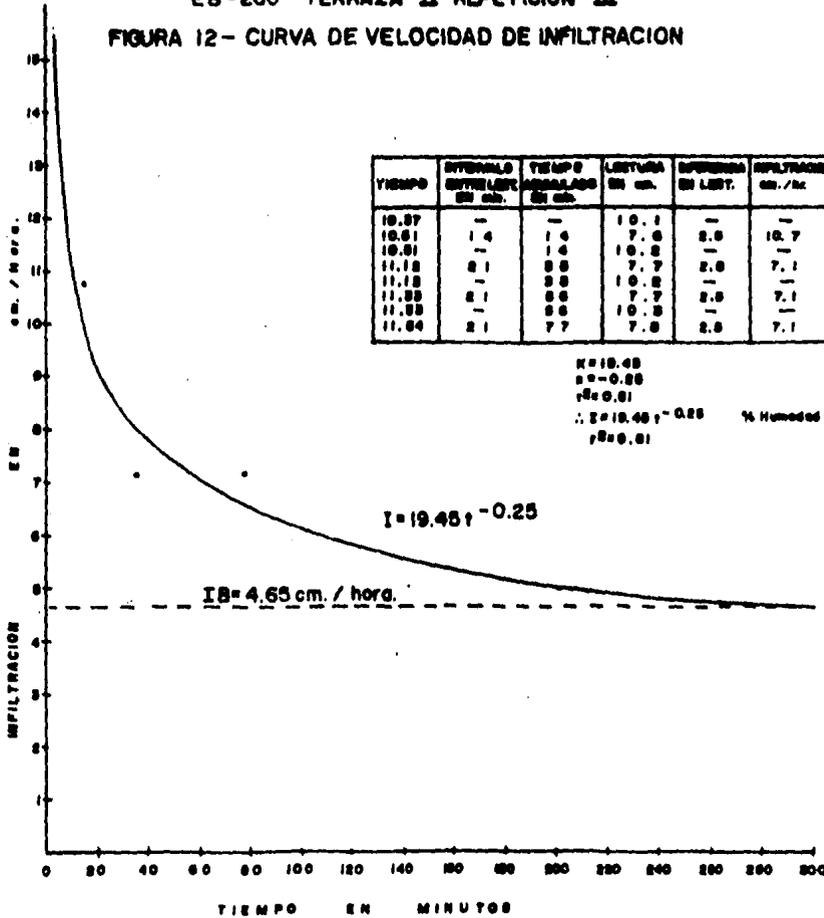


FIGURA-13 CURVA DE VELOCIDAD DE INFILTRACION

EA -200 TERRAZA II REPETICION III

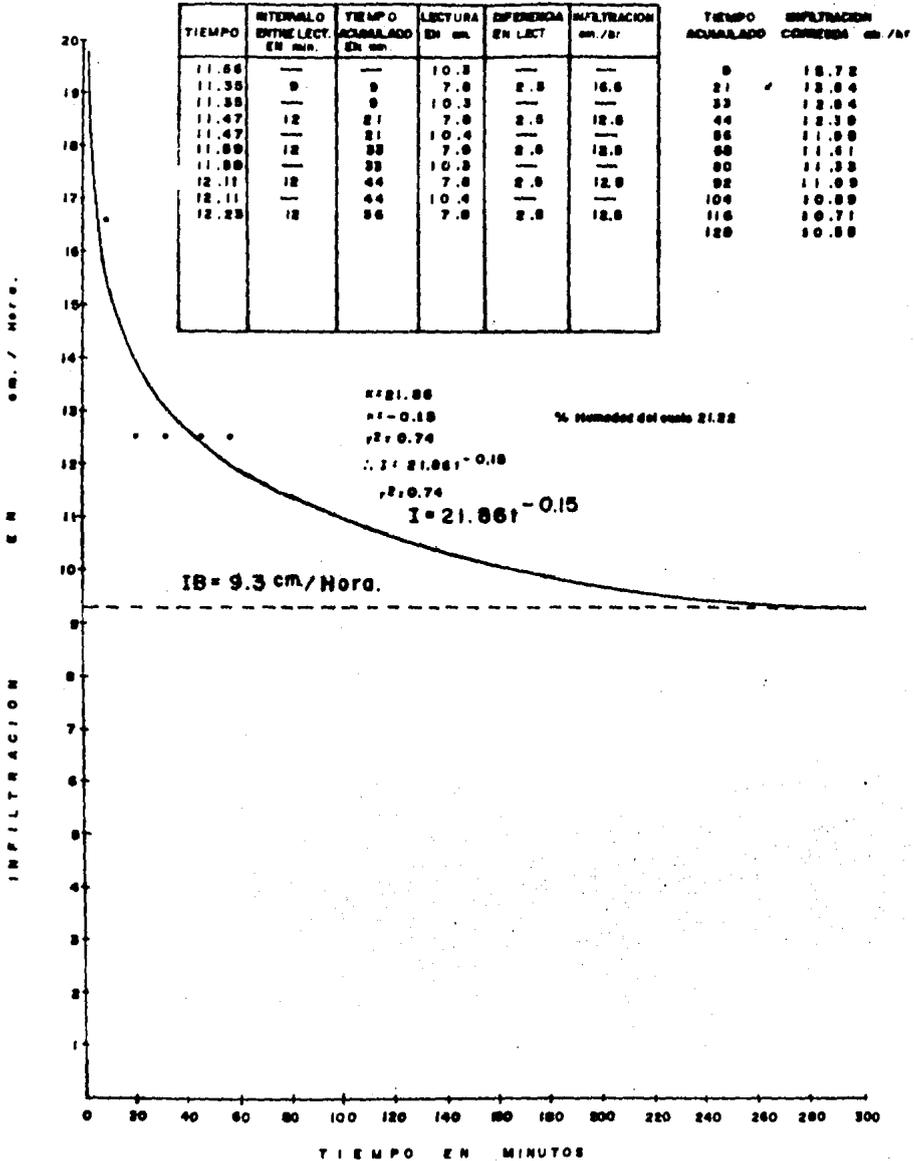
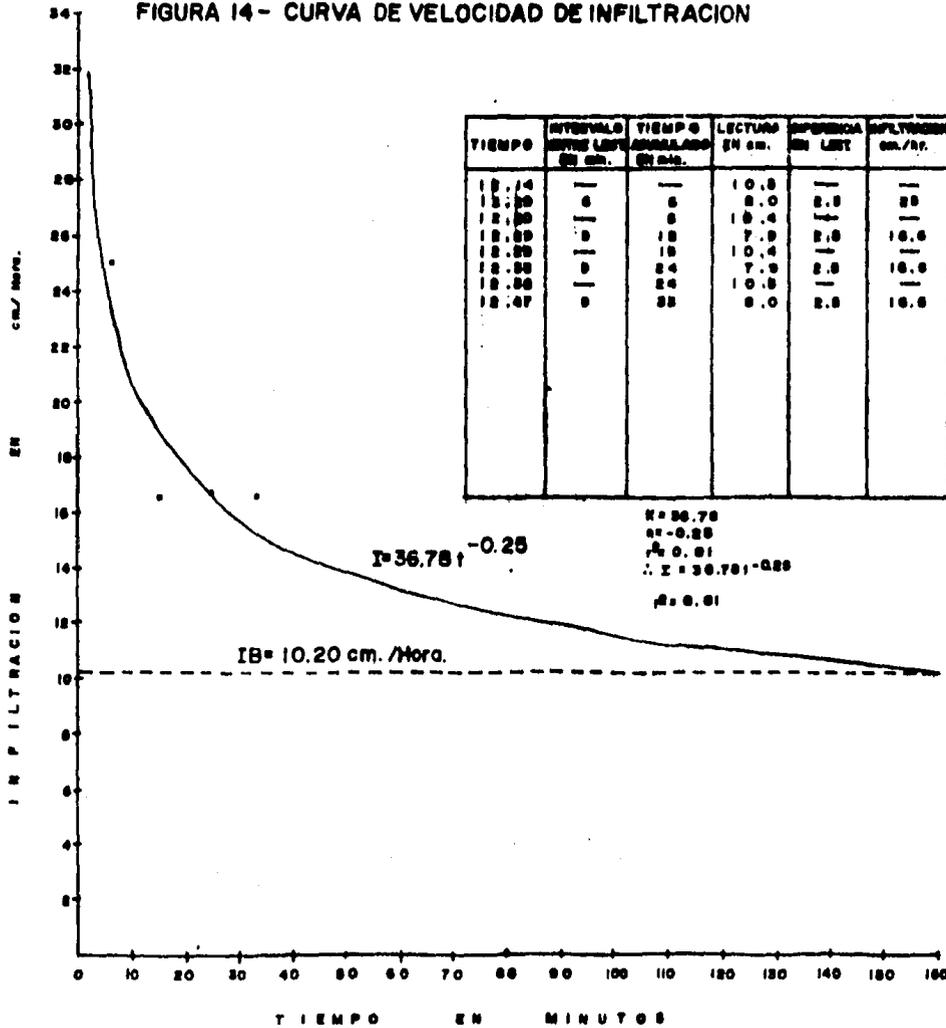


FIGURA 14- CURVA DE VELOCIDAD DE INFILTRACION



TIEMPO	INTERVALO ENTRE LECT. EN CM.	TIEMPO ARRILLADO EN CM.	LECTURA EN CM.	IMPENSIÓN EN LIT	INFILTRACION EN CM./hr.
12.14	—	—	10.8	—	—
12.20	6	6	8.0	2.8	28
12.25	5	5	10.4	—	—
12.29	4	19	7.9	2.8	10.6
12.33	—	19	10.4	—	—
12.38	5	24	7.9	2.8	10.6
12.43	—	24	10.8	—	—
12.47	4	28	8.0	2.8	10.6

TIEMPO ARRILLADO	INFILTRACION CORREGIDA cm./hr.
6	28.80
15	18.88
24	10.88
33	13.84
42	14.48
51	13.76
60	13.81
69	13.76
78	12.87
87	12.84
96	11.78

% Humedad del suelo 23.87

$N = 36.78$
 $a = -0.25$
 $R^2 = 0.91$
 $\therefore Y = 36.78 t^{-0.25}$
 $\mu = 0.91$

FIGURA 15- CURVA DE VELOCIDAD DE INFILTRACION

TESTIGO TERRAZA II REPETICION II

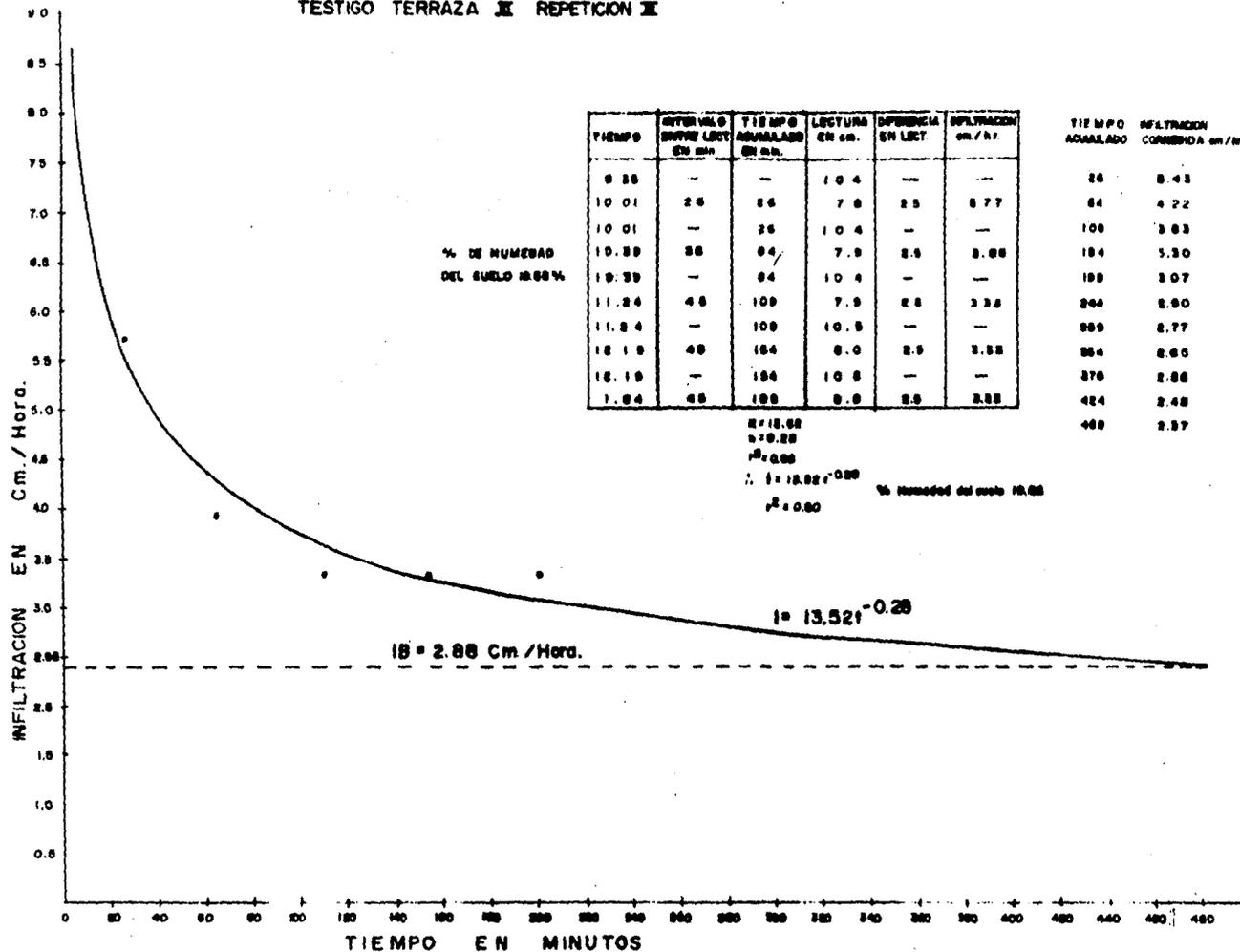


FIGURA 16 - CURVA DE VELOCIDAD DE INFILTRACION

EA-100 TERRAZA III REPETICION III

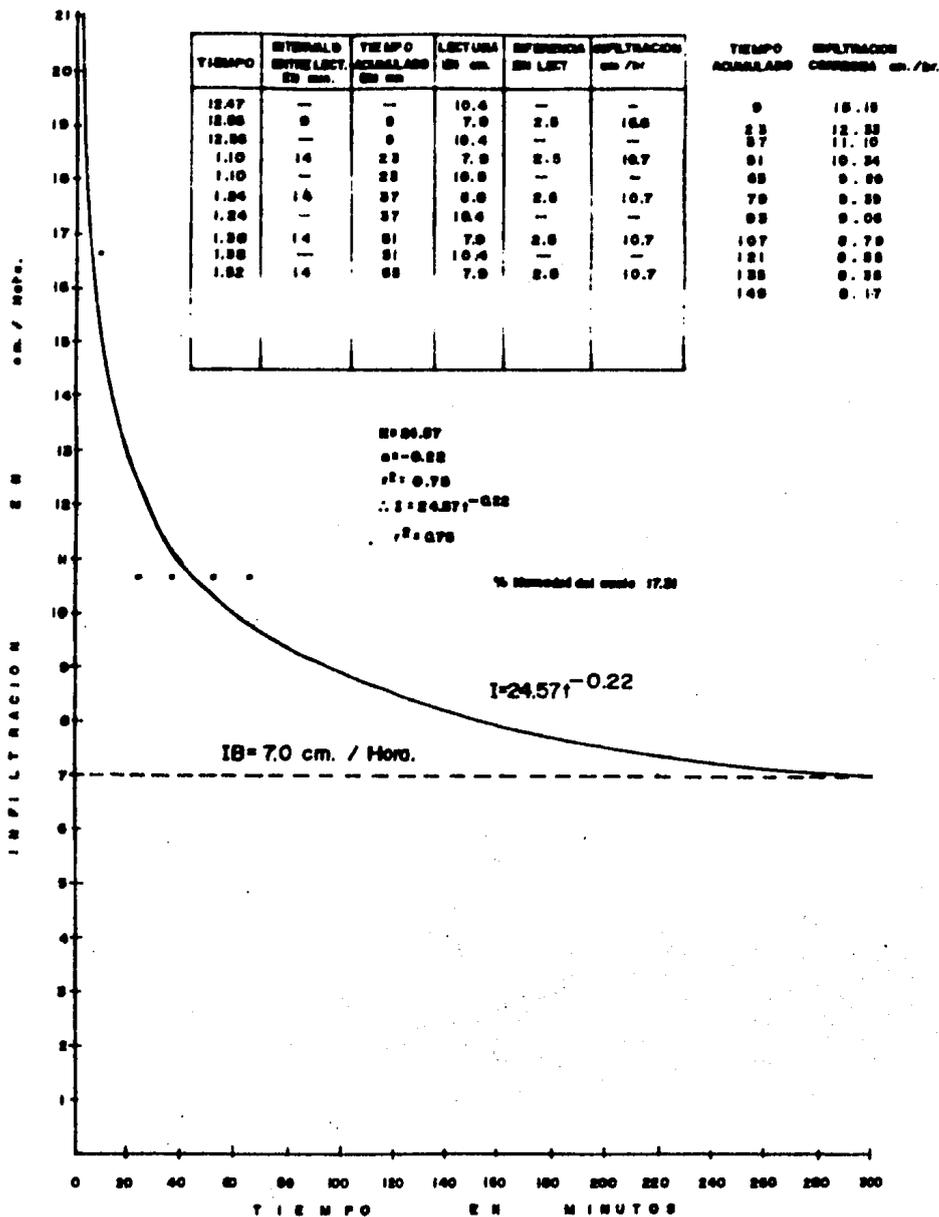


FIGURA 17.- CURVA DE VELOCIDAD DE INFILTRACION
 EB-200 TERRAZA III REPETICION III

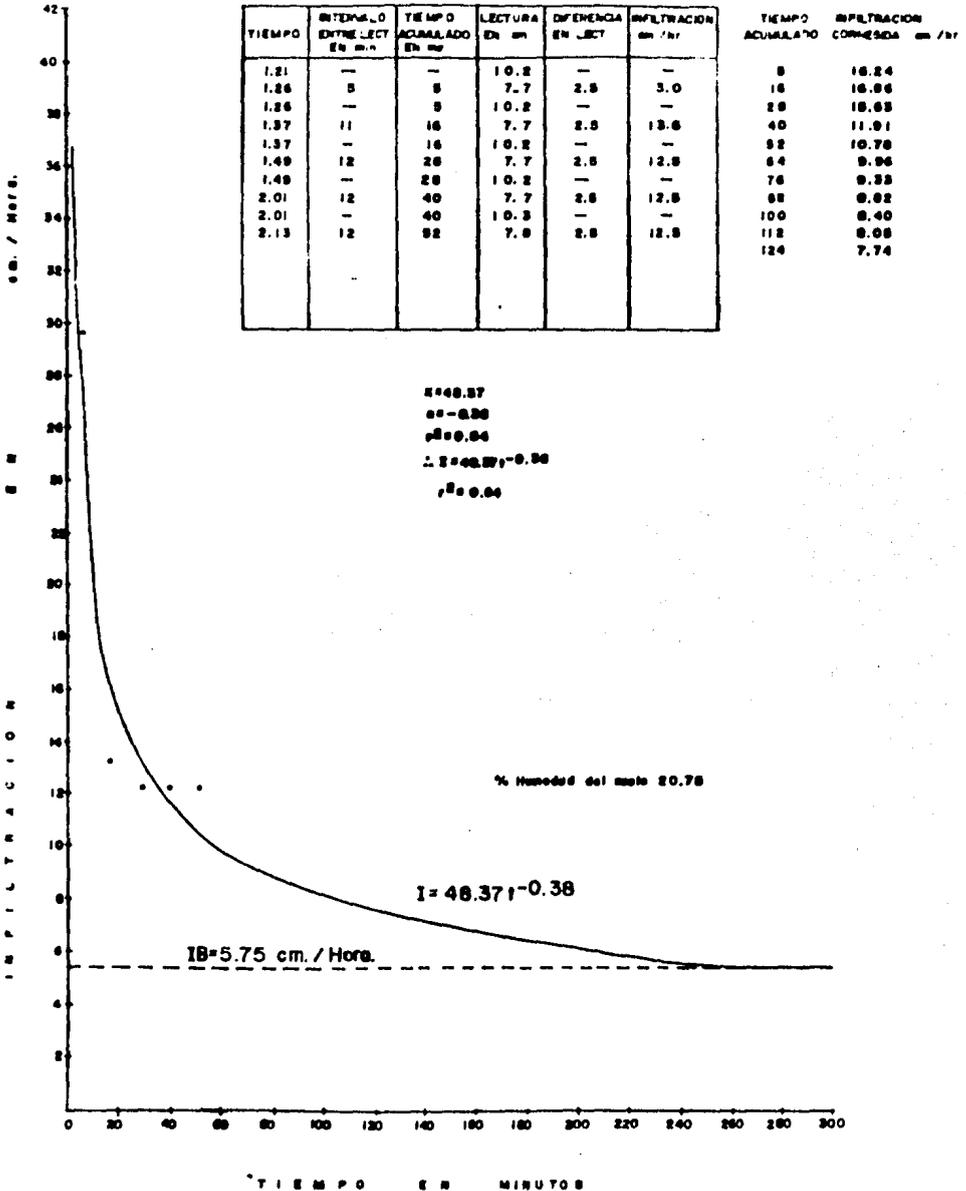
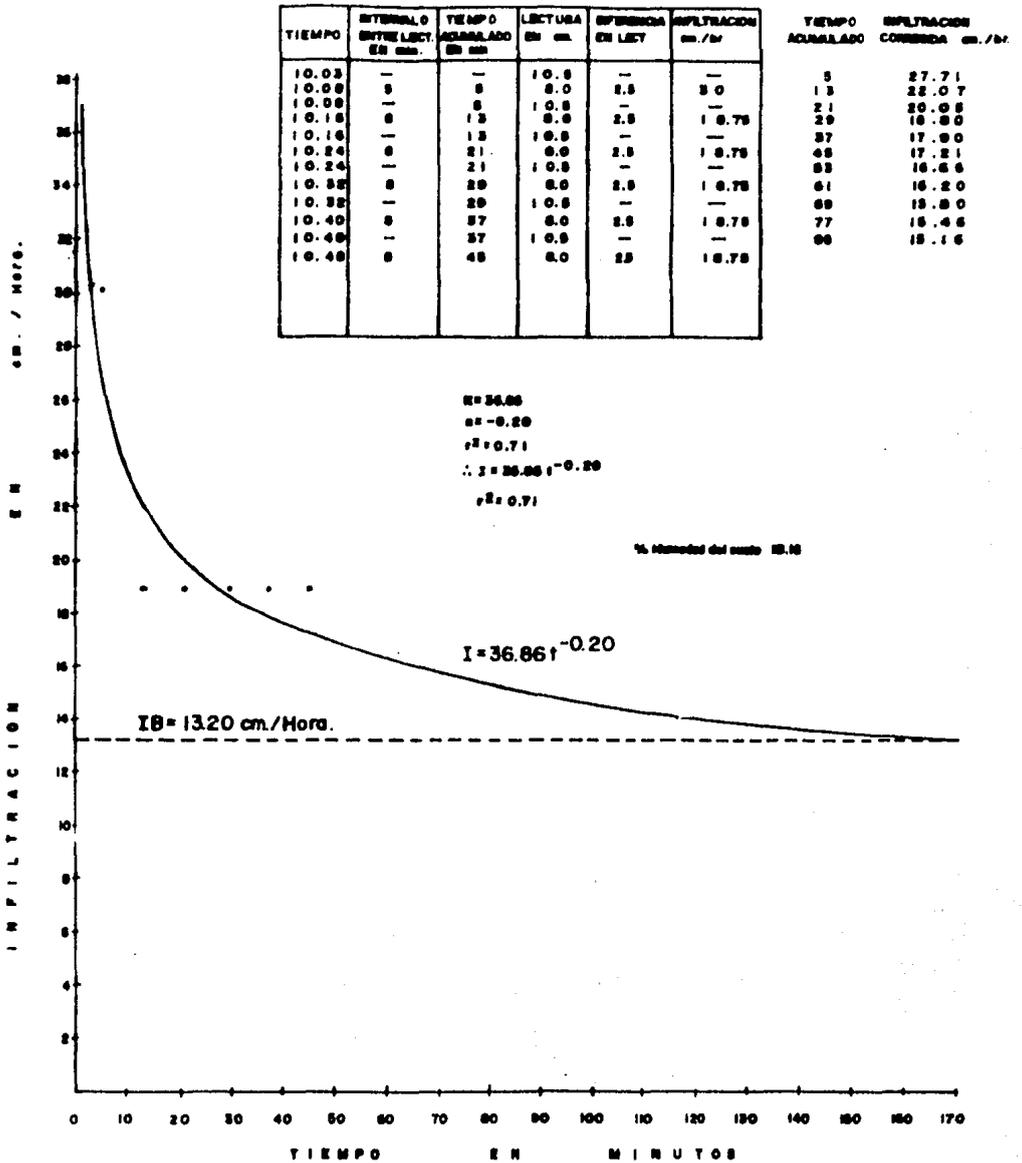
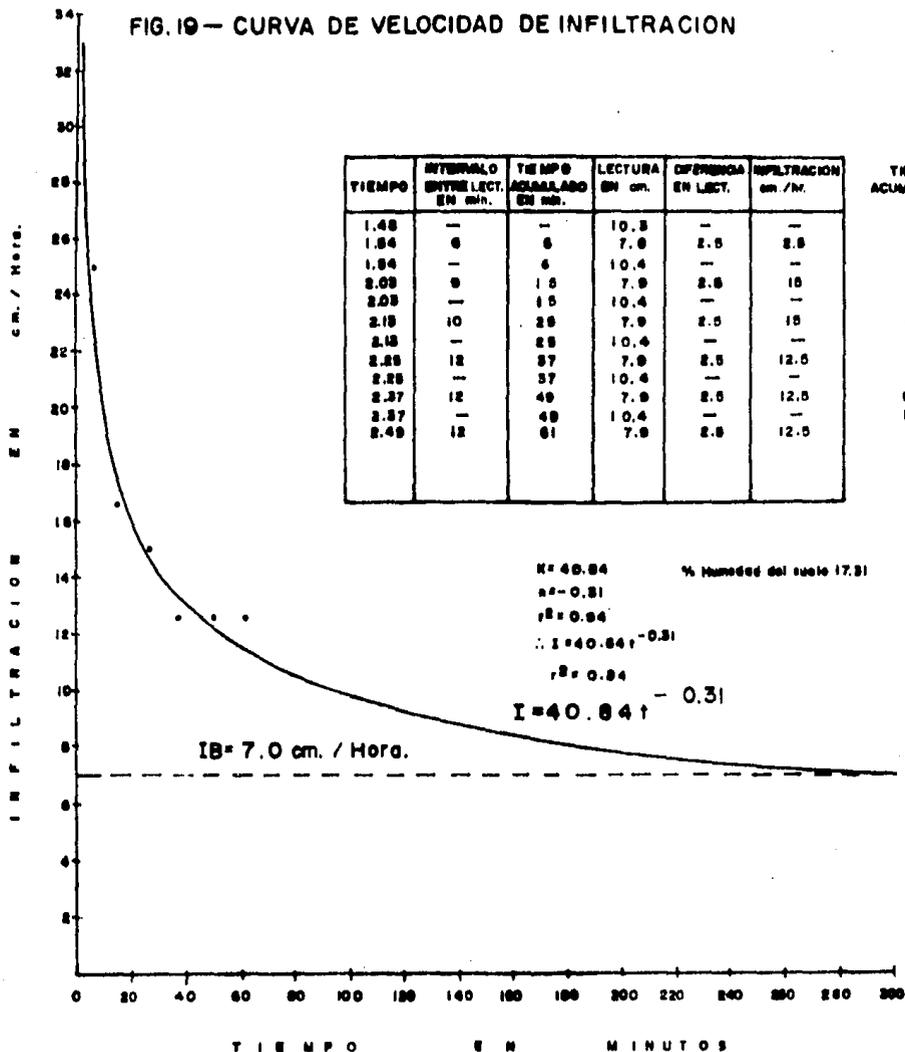


FIGURA 18-- CURVA DE VELOCIDAD DE INFILTRACION
EA-200 TERRAZA III REPETICION III



EB-400 TERRAZA III REPETICION III

FIG. 10— CURVA DE VELOCIDAD DE INFILTRACION



Análisis de Suelos antes y después del cultivo.

NOTACION	CLASIFICACION TEXTUAL	ARENA %	LIMO %	ARCI LLA %	PH	M:O %
Terraza I Rep. I	Franco Arenoso	57.44	27.64	14.92	7.80	1.52
Terraza I Rep. III	" "	57.44	27.64	14.92	7.90	2.13
Terraza I Rep. V	" "	59.44	27.64	12.92	7.85	1.20
Terraza II Rep. I	" "	61.44	25.64	12.92	7.75	1.34
Terraza II Rep. III	" "	61.44	23.64	14.92	7.75	1.52
Terraza II Rep. V	Franco Arenoso	63.24	24.20	12.56	7.45	1.72
Terraza III Rep. I	" "	67.24	22.20	10.56	7.50	1.20
Terraza III Rep. III	" "	67.24	20.20	12.56	7.00	1.03
* Terraza III Rep. V	" "	61.24	24.20	14.56	7.10	1.99
** Testigo, Terr. I-Rep. I	Franco Arenoso	51.08	35.28	13.64	7.80	1.79
EA-100, Terr Rep. I	" "	63.40	32.36	4.24	7.70	3.32
EA-200, Terr I-R. I	" "	57.24	30.00	12.24	7.75	1.86
EB-200 Trr I R. I	" "	67.40	30.36	2.24	7.85	2.16
EB-400, Trr I R. I	" "	55.24	32.36	12.40	7.55	1.86
Test. Trr. I R. III	Franco Arenoso	51.08	37.28	11.64	7.95	1.79
EA-100, Trr I R III	" "	69.40	26.36	4.24	7.30	1.56
EA-200, Trr. I R. III	" "	61.24	32.36	6.40	7.85	2.66
EB-200, Trr. I R, III	" "	59.24	30.00	10.76	8.20	2.78
EB-400, Trr. I R. III	" "	63.24	30.72	6.04	7.65	3.25
Test. Trr. I Rep. V	Franco Arenoso	53.08	29.28	17.64	7.35	1.39
EA-100, Trr. I R. V	" "	63.40	28.36	8.24	7.20	1.47
EA-200, Terr I R. V	" "	63.24	28.00	8.76	8.00	1.46
EB-200, Trr I. R. V	" "	63.24	30.00	6.76	8.30	2.13
EB-400, T. I Rep. V	Franco Arenoso	61.24	30.36	8.40	7.50	1.34
Test, T II Rep. I	" "	53.08	31.28	15.64	7.75	1.34
EA-100, T II-Rep. I	" "	65.40	28.36	6.24	7.65	2.66
EA-200, T II-Rep. I	" "	66.88	26.36	6.76	7.65	2.14
EB-200, T II-Rep. I	" "	56.88	31.08	12.04	7.20	1.99
EB-400, T II-Rep. I	" "	60.88	28.72	10.40	7.25	1.92
Testigo, T II Rep. III	Franco Arenoso	65.08	22.00	12.92	7.50	1.20

NOTACION	CLASIFICACION TEXTUAL	ARENA %	LIMO %	ARCI LLA %	PH	M.O %
EA-100, TERR. II Rep. III	Franco Arenoso	67.40	26.36	6.24	7.60	1.86
EA-200, TERR. II Rep. III	" "	56.88	26.36	16.76	7.50	1.92
EB-200, TERR. II Rep. III	" "	66.88	24.36	8.76	7.40	1.52
EB-400, TERR. II Rep. III	" "	68.88	24.72	6.40	7.35	1.27
	arcillo					
Testigo, TRR. II. Rep. V	Franco Arenoso	49.08	26.00	24.92	6.50	3.45
EA-100, TERR. II Rep. V	Franco Arenoso	71.40	26.36	2.24	7.20	1.27
EA-200, TERR. II Rep. V	" "	52.88	34.36	12.76	7.90	1.82
EB-200, TERR. II Rep. V	Franco	50.88	32.36	16.76	6.90	4.04
EB-400, TERR. II Rep. V	Franco Arenoso	66.88	24.72	8.40	7.55	2.19
Testigo, Terr. III. Rep. I	Franco Arcillo arenoso	47.08	22.00	30.92	6.50	1.20
EA-100, TERR. III. Rep. I	Franco Arenoso	61.40	32.36	6.24	7.90	2.98
EA-200, TERR. III. Rep. I	" "	62.88	30.72	6.40	7.90	2.33
EB-200, TERR. III Rep. I	" "	56.88	31.08	12.04	7.20	1.99
EB-400, TERR. III Rep. I	" "	68.88	22.72	8.40	7.90	1.79
Testigo, TERR. III Rep. III	Franco Arcillo Arenoso	57.08	22.00	20.92	6.25	1.13
EA-100, TERR. III. Rep. III	Franco Arenoso	65.40	24.36	10.24	5.30	1.59
EA-200, TERR. III Rep. III	" "	64.88	26.72	8.40	6.70	1.86
EB-200, TERR. III Rep. III	" "	64.88	27.08	8.04	7.15	1.27
EB-400, TERR. III Rep. III	" "	68.88	26.72	4.40	7.35	1.46
Testigo, Terr. III. Rep. V	" "	57.08	28.00	14.92	6.90	1.66
EA-100, TERR. III-Rep. V	" "	53.40	30.36	16.24	7.30	1.90
EA-200, TERR. III Rep. V	" "	57.24	26.72	16.04	6.05	2.33
EB-200, TERR. III. Rep. V	" "	56.88	37.08	6.04	7.55	3.05
EB-400, TERR. III. Rep. V	Franco	49.08	35.28	15.64	7.20	1.72

* Antes del Cultivo

** Después del Cultivo.

ANALISIS DE SUELOS ANTES Y DESPUES DEL CULTIVO.

NOTACION	N %	P ppm	K ppm	Ca ppm	Mg. ppm
Terraza I, Repetición I	0.098	3.32	247.80	3967.92	2380.75
Terraza I, Repetición III	0.147	2.58	260.10	4967.12	1884.76
Terraza I, Repetición V	0.071	3.99	154.62	2678.35	1983.96
Terraza II, Repetición I	0.094	2.13	128.25	1983.96	1785.56
Terraza II, Repetición III	0.097	2.58	101.88	2479.95	2281.55
Terraza II, Repetición V	0.093	3.62	180.99	2182.36	2083-15
Terraza III, Repetición I	0.067	2.95	75.51	2281.55	1190.38
Terraza III, Repetición III	0.067	1.98	75.51	1686.37	1487.97
* Terraza III, Repetición V	0.110	5.84	154.62	1983.96	1289.57
** Testigo, Terraza I Rep. I	0.122	6.67	247.80	3273.53	1190.38
EA-100, Terraza I Rep. I	0.218	101.62	1479.39	29660.20	4761.51
EA-200, Terraza I Rep. I	0.120	40.84	797.51	3670.33	1388.77
EB-200, Terraza I Rep. I	0.143	41.22	981.10	8729.42	1983.96
EB-400, Terraza I Rep. I	0.121	28.68	665.14	2876.74	1479.95
Testigo, Terraza I Rep. III	0.116	2.15	221.71	3670.33	1587.16
EA-100, Terraza I Rep. III	0.098	88.08	1086.00	2380.75	2083.16
EA-200, Terraza I Rep. III	0.165	47.78	1421.58	5654.29	2380.75
EB-200, Terraza I Rep. III	0.165	20.91	587.90	7192.26	2083.16
EB-400, Terraza I Rep. III	0.201	14.30	1838.92	6745.46	2083.16
Testigo, Terraza I Rep. V	0.077	4.78	247.80	2182.36	1388.77
EA-100, Terraza I Rep. V	0.096	12.06	377.90	2083.16	1983.96
EA-200, Terraza I Rep. V	0.100	15.45	561.48	2876.74	1487.97
EB-200, Terraza I Rep. V	0.079	14.96	691.23	37496.84	4463.91
EB-400, Terraza I Rep. V	0.079	14.96	691.23	2086.16	991.98
Testigo, Terraza II Rep. I	0.090	2.71	169.55	2083.16	1785.56
EA-100, Terraza II Rep. I	0.170	45.95	1269.58	2678.35	2083.56
EA-200, Terraza II Rep. I	0.136	158.23	1531.85	1983.96	1091.18
EB-200, Terraza II Rep. I	0.130	19.27	509.03	2479.95	1884.76
EB-400, Terraza II Rep. I	0.113	84.92	847.73	2777.54	1289.58
Testigo, Terraza II Rep. III	0.078	2.99	169.55	1487.97	991.98
EA-100, Terraza II Rep. III	0.124	19.18	377.90	2579.15	2182.35

NOTACION	N %	P ppm	K ppm	Cc ppm	Mg. ppm.
EA-200,Terraza II,Rep. III	0.119	33.53	928.64	2876.74	1487.97
Ee-200,Terraza II,Rep. III	0.098	36.51	456.57	2281.55	991.98
EB-400,Terraza II,Rep. III	0.079	53.33	1212.91	2083.16	991.98
Testigo,Terr. II,Rep. V	0.169	3.67	456.47	2182.36	1587.16
EA-100,Terraza II-Rep. V	0.085	28.38	404.12	1487.97	1289.57
EA-200,Terraza II Rep. V	0.122	30.88	613.93	2579.15	1388.77
EB-200,Terraza II Rep. V	0.285	48.90	1086.00	3075.14	2579.15
EB-400,Terraza II Rep. V	0.142	30.86	978.15	2579.15	2380.75
Testigo,Terr. III Rep. I	0.082	2.56	91.24	2182.32	1587.16
EA-100,Terraza III Rep. I	0.200	58.70	1269.58	3174.34	1686.36
EA-200,Terraza III-Rep. I	0.155	61.54	1369.41	3571.13	1884.76
EB-200,Terraza III Rep. I	0.130	19.27	509.03	2479.95	1884.76
EB-400,Terraza III Rep. I	0.118	43.13	1134.65	2474.95	2380.75
Testigo, Terr. III Rep. III	0.079	4.07	247.80	1686.37	996.98
EA-100,Terraza III Rep. III	0.102	35.09	404.12	1587.17	1091.18
EA-200,Terraza III, Rep. III	0.118	30.54	1212.91	1884.76	1487.97
EB-200,Terraza III Rep. III	0.083	215.58	273.88	1587.17	1487.97
EB-400,Terraza III Rep. III	0.088	101.67	1317.24	1785.56	1091.18
Testigo,Terr. III Rep.V	0.106	96.92	1212.91	2083.16	1785.56
EA-100,Terraza III Rep. V	0.124	40.53	666.38	2975.94	1587.17
EA-200,Terraza III Rep. V	0.153	31.84	743.39	1686.37	1487.97
EB-200,Terraza III Rep. V	0.198	20.60	1238.99	2876.74	1983.96
EB-400,Terraza III Rep. V	0.111	113.91	952.07	2380.75	1587.17

* Antes del Cultivo

** Después del Cultivo.

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

- 1.- Aguilera Contreras, M.; Martínez Elizondo R. 1980. Relaciones Agua-Suelo-Planta-Atmósfera. 2a. Edición. UACH. Chapingo, México
- 2.- Barreira A., E. 1978. Fundamentos de Edafología para la Agricultura. Hemisferio Sur, Argentina.
- 3.- Black C., A. 1975. Relaciones Suelo-Planta. Tomo II.- Hemisferio Sur, Argentina.
- 4.- Bobb y A., Stewart. 1982. Efecto de la aplicación de estiércol sobre las características del suelo. Primer Ciclo Internacional de Conferencias sobre utilización de Estiercoles en la Agricultura. Torreón, Coahuila.
- 5.- Cabido Hinojosa, V.M. 1979. Fertilizantes y Fertilización. Centro Nacional de Productividad de México. A.C.
- 6.- Colegio de Posgraduados. 1982. Manual de Conservación del suelo y agua. Segunda Edición. Colegio de Posgraduados. Chapingo, México.
- 7.- García E., A. 1961. Estudio de los Suelos Tepetatosos y las posibilidades de su Recuperación Agrícola. Tesis, Chapingo, México.
- 8.- Gaucher, G. 1971. El Suelo y sus Características Agronómicas. Omega, España.
- 9.- Gobierno del Edo. de México. 1974. Monografía del Municipio de Nopaltepec.
- 10- Guanomex. 1976. Estudio y Aplicación del Estiércol. -- Guanomex. México.
- 11- Hernández Zuñiga, E. 1981. Apuntes de Estiércol. Pro-

- grama de Decentralización de Establos Lecheros (PRODEL). México.
- 12- Islas Sosa, J.F. 1983. Estudio para el Establecimiento de un Campo Experimental en Conservación de Suelo y Agua. Inedito. Dirección de Conservación de Suelo y Agua. México .
 - 13- López Fregoso, M.J. 1982. Aproximación a la curva de Retención de humedad del Suelo a partir del contenido de Arena, Limo, Arcilla y Materia Orgánica. Tésis. UACH. Chapingo, México.
 - 14- Morgam, R.P.C. 1979. Soil Erosión. Longman. London and New York.
 - 15- National Plant Food Institute. 1974. Manual de Fertilizantes. Limusa. México.
 - 16- Norman Hudson. 1971. Soil Conservation. International Standard Boor. Great Britaim.
 - 17- Ortíz Villanueva, B. 1977. Fertilidad de Suelos. Chapingo, México.
 - 18- Pacheco L., C. 1979. Cartografía y Caracterización Mineralógica de los Tepetates del Oriente de la Cuencua de México. Tésis. Chapingo, México.
 - 19- Rodríguez Peña, M.A. 1967. Efectos de las adiciones de estiércol vacuno sobre algunas propiedades físicas del suelo en la Cuenca del Valle de México. Tesis Chapingo, México.
 - 20- Santizo Rincón, A. 1974. La Parcela Experimental y su Relación con la Heterogenidad del Suelo. Tesis. ENACP.

Chapingo, México.

- 21- Servicio de Conservación de Suelos. Depto., de Agricultura en los E.U.A. 1973. Manual de Conservación de Suelos. Limusa, México.
- 22- Tamhane R., V. ET-AL. 1978. Suelos su Química y Fertilidad en Zonas Tropicales. Diana. México
- 23- Thompson, L.M. 1974. El Suelo y su Fertilidad. Tercera Edición. Limusa, México.
- 24- Tisdale L., S., Nelson L., W. 1966. Fertilidad de los Suelos y Fertilizantes. Uteha. México.
- 25- Trueba Carranza, A. 1981. Evaluación de la Eficiencia de Cuatro Prácticas Mecánicas para reducir las pérdidas de Suelo y Nutrientes por Erosión hídrica en Terrenos Agrícolas de Temporal. Tesis, Chapingo, México.
- 26- Valdéz M., A. 1970. Características Morfológicas y Mineralógicas de los Suelos de Tepetate de la Cuencua de México. Tesis, M.C. Rama de Suelos C.P. Chapingo, México.