

9  
28'



# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

Escuela Nacional de Estudios Profesionales  
ZARAGOZA



USO DE PLASTICO COMO AGENTE CATALIZADOR EN EL  
PROCESO DE INTEMPERIZACION DEL TEPETATE PARA  
SU RECUPERACION COMO SUELO AGRICOLA Y SU  
INFLUENCIA EN EL RENDIMIENTO DE LA CEBADA  
(Hordeum vulgare L.)

## T E S I S

Que para obtener el título de:

B I O L O G A

P r e s e n t a :

MARIA EUGENIA GASPAR GARCIA



México, D. F. 1987



## **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.

# I N D I C E

	pag
RESUMEN . . . . .	1
I. INTRODUCCION . . . . .	2
II. MARCO DE REFERENCIA . . . . .	
2.1. Erosión. . . . .	
2.1.1. Definición . . . . .	4
2.1.2. Factores que ocasionan la erosión . . . . .	5
2.1.3. Grados de erosión . . . . .	5
2.1.4. Territorio erosionado . . . . .	6
2.2. Tepetates. . . . .	
2.2.1. Definición . . . . .	8
2.2.2. Origen de los tepetates . . . . .	9
2.2.3. Tipos de tepetates . . . . .	9
2.2.4. Composición química y mineralógica de los tepetates . . . . .	10
2.2.5. Areas tepetatosas . . . . .	11
2.2.6. Antecedentes del trabajo. . . . .	12
2.3. Intemperismo. . . . .	
2.3.1. Definición . . . . .	13
2.3.2. Tipos de intemperismo . . . . .	13
2.4. Abonos. . . . .	
2.4.1. Definición . . . . .	14
2.4.2. Tipos de abonos . . . . .	16
2.4.3. Importancia y ventajas del abonado orgánico . . . . .	18
2.5. Plásticos en la Agricultura . . . . .	
2.5.1. Definición . . . . .	20
2.5.2. Tipos de plásticos . . . . .	20
2.5.3. Importancia y ventajas de el uso de plásticos en la agricultura . . . . .	20
2.6. Cultivo de la cebada ( <u>Hordeum vulgare</u> L.) . . . . .	23

III. OBJETIVOS. . . . .	25
IV. HIPOTESIS. . . . .	25
V. MATERIALES Y METODOS.	
5.1. Descripción de la Zona de Estudio.	
5.1.1. Localización geográfica . . . . .	26
5.1.2. Clima . . . . .	26
5.1.3. Suelo . . . . .	26
5.1.4. Vegetación . . . . .	28
5.2. Colecta del Material Edáfico. . . . .	28
5.3. Diseño de Tratamientos. . . . .	29
5.4. Diseño Experimental . . . . .	30
5.5. Trabajo de Invernadero	
5.5.1. Preparación de las macetas . . . . .	30
5.5.2. Siembra . . . . .	31
5.5.3. Riegos . . . . .	32
5.5.4. Colecta de datos en el invernadero . . . . .	32
5.6. Trabajo de Laboratorio. . . . .	32
5.7. Análisis Estadístico de Resultados. . . . .	32
VI. ANALISIS Y DISCUSION DE RESULTADOS	
6.1. Distribución de Material por Diámetros. . . . .	35
6.2. Estabilidad de Agregados . . . . .	38
6.3. Densidad Aparente. . . . .	41
6.4. Índice de Contracción . . . . .	44
6.5. Límites de Atterberg (Líquido y Plástico) . . . . .	48
6.6. pH . . . . .	49
6.7. Materia Orgánica, Nitrógeno Total y Nitratos . . . . .	51
6.8. Cationes Solubles (Na, K, Ca y Mg) . . . . .	54
6.9. Capacidad de Intercambio Cationico y Cationes Intercambiables (Na, K, Ca y Mg) . . . . .	57
6.10. Aniones Solubles ( $\text{CO}_3$ , $\text{HCO}_3$ , Cl y $\text{SO}_4$ ). . . . .	61
6.11. Conductividad Eléctrica . . . . .	64
6.12. Rendimiento (grano por espiga, peso de grano y materia seca) . . . . .	67

VII.	CONCLUSIONES . . . . .	71
VIII.	RECOMENDACIONES. . . . .	72
XI.	BIBLIOGRAFIA . . . . .	73
X.	APENDICE . . . . .	77

## RESUMEN.

El tepetate es un afloramiento rocoso, que se puso al descubierto cuando la erosión deslavó la capa del suelo útil, que descansaba sobre él. Al considerar que cada vez son más los terrenos que presentan éste problema y que sus posibilidades para la producción son reducidas, surgió la inquietud de realizar un trabajo de investigación que tuviera como objetivo principal incorporar las zonas tepetatasas a la producción, generando técnicas a nivel invernadero, como primer paso, que ayuden al tepetate a comportarse como un suelo normal, es decir, como un suelo que tiene las condiciones adecuadas para el desarrollo de cultivos.

Para el cumplimiento de tal objetivo se utilizaron coberturas de plástico claro y oscuro, que sirvieron como agentes catalizados en el proceso de intemperización del tepetate, además se incorporaron abonos orgánicos, estiércol y rastrojo, mejorando la fertilidad de dicho material edáfico. A fin de evaluar la influencia que tuvieron los efectos de las coberturas y/o las incorporaciones, sobre el intemperismo del tepetate, se determinaron algunas condiciones físicas y químicas de dicho material, evaluándose también el rendimiento del cultivo de la cebada (Hordeum vulgare L.), teniendo como referencia los valores para las mismas condiciones en un suelo normal.

Cabe señalar que el período en que el tepetate estuvo sometido a dichos efectos fué de aproximadamente cinco meses, concluyéndose que las coberturas de plástico constituyen un elemento valioso, como catalizadores en el proceso de intemperización de dicho material edáfico, efecto que se vio favorecido con la incorporación de abonos orgánicos de tal manera que para algunas de las condiciones determinadas, el tepetate se comportó igual al suelo normal que se tuvo como referencia.

## I. INTRODUCCION.

La naturaleza está sometida a continuos cambios, consecuencia de las interacciones que se dan entre el suelo, el agua y el aire, tres recursos que se reconocen como básicos.

Esta relación se ve alterada notablemente por el crecimiento tan grande de la población, porque con ello aumenta la necesidad de una mayor producción, provocando con ésto que se haga un uso inadecuado de los recursos, especialmente del suelo y el agua.

La alteración producida en el medio se refleja en un serio problema, la erosión de los suelos, que a pesar que se manifestó desde hace mucho tiempo, es ahora que se vislumbra más la necesidad de conservar éste recurso, porque cada vez son más los terrenos que no cubren las condiciones adecuadas para la producción de bienes para el hombre, por tal motivo es necesario utilizar aquellas zonas donde los recursos suelo-agua son escasos y/o de baja calidad.

El tepetate es un ejemplo de dichas zonas, donde la vegetación que cubría el suelo fué modificada por las actividades humanas y la erosión deslavó la capa de suelo fértil, dejando al descubierto éste material.

Los terrenos con afloramiento de tepetate representan un serio problema por sus reducidas posibilidades para incorporarse a la producción, por lo que es necesario generar técnicas que permitan, en lo posible, su integración a algún tipo de actividad,

Como trabajo exploratorio se propone realizar a nivel invernadero un proyecto de investigación que tenga como finalidad mejorar las condiciones del tepetate, acelerando su proceso de intemperización con la ayuda de coberturas de plástico y de la incorporación de abonos orgánicos, ayudando de ésta manera a que el tepetate semeje su comportamiento al de un suelo que tiene las condiciones adecuadas para el desarrollo de vegetación.

Es grande la importancia que reviste el presente trabajo, si se considera que en la actualidad México cuenta con extensas áreas de terrenos con afloramientos de tepetate, lo cual limita en gran medida las posibilidades de un mayor desarrollo agrícola, ganadero o forestal. También es importante desde un punto de vista biológico porque el suelo es considerado como un cuerpo natural sobre el que se desarrollan una gran diversidad de formas de vida, tanto vegetales como animales, con una actividad dinámica que le confiere ciertas propiedades a dicho material edáfico por tal razón es importante conservar éste recurso y además recuperar aquellas zonas que han sido afectadas por la erosión y donde el suelo ha desaparecido, como es el caso del tepetate.

El presente trabajo comprende solo la primera fase de un proyecto global sobre recuperación de suelos agrícolas, que está llevando a cabo el Colegio de Postgraduados a través de la Sección de física de suelos del Centro de Edafología, como una contribución a los trabajos que actualmente se están llevando a cabo en la subcuenca del Río Texcoco, por parte de la Comisión del Lago de Texcoco, de la Comisión Coordinadora para el Desarrollo Agrícola y Ganadero del Estado de México (CODAGEM) y de los campesinos de las zonas aledañas que ya siembran sobre el tepetate, que ha sido roturado previamente con la introducción de maquinaria pesada.

## II. MARCO DE REFERENCIA.

### 2.1. EROSION.

#### 2.1.1. Definición.

Duchaufour (1978), considera a la erosión como una forma de degradación<sup>#</sup> del suelo que pasa por las siguientes fases:

- Destrucción de la estructura grumosa, después de la desaparición del humus.

- Dispersión de los coloides y por consiguiente la disminución de la permeabilidad y aumento de las aguas de escorrentía, a expensas de las aguas de infiltración.

- Arrastre de los elementos finos, por el agua o por el viento.

- La destrucción total de los horizontes superiores y pérdidas progresivas de suelo, pudiendo alcanzar la roca madre.

Oropeza (1980), define a la erosión en su contexto global como el proceso físico de desprendimiento y arrastre de las partículas de suelo y la disminución de la potencialidad de producción del terreno.

Ortiz y Ortiz (1980), mencionan que la erosión de los suelos involucra la pérdida de uno de los recursos más importantes en la producción de satisfactores para el hombre; así mismo provoca trastornos por la depositación de sedimentos en áreas más bajas y más aún modifica el régimen hidrológico de la región.

Millar et al. (1981), consideran necesario hacer una distinción entre dos clases de erosión, las cuales son: La erosión que se presenta bajo condiciones naturales y donde no intervienen las actividades del hombre y es conocida como erosión geológica o na

---

<sup>#</sup> La degradación es el proceso mediante el cual un suelo pierde su potencialidad cuanti y/o cualitativamente para producir, y no es necesariamente continuo (F A O, 1979).

tural; y la erosión que se efectúa después de que el hombre modifica la cubierta vegetal de los terrenos, es decir, cuando los bosques han sido talados o las praderas se han abierto al cultivo, el suelo queda a disposición del agua o del viento, para ser arrastrado y depositado en lugares diferentes a los de su origen a esta clase de erosión se le llama artificial.

### 2.1.2. Factores que ocasionan la erosión.

Las lluvias y los vientos constituyen las causas activas de la erosión y dependiendo de cual de éstas acciones predomine se reconocen dos tipos, que son:

- Hídrica, donde el factor lo constituye el agua y se lleva a cabo por las lluvias violentas, que son perjudiciales, causando ruptura de los agregados del suelo y dispersión de los cementantes (Duchaufour, 1978).

- Eólica, aquí el factor es el viento, que arrastra al suelo y lo transporta a lugares diferentes a los de su origen, pero las cantidades de sedimento que remueve son menores en comparación a las que remueve la erosión hídrica (Flores, 1978).

Las causas activas del proceso erosivo son las anteriormente mencionadas, pero en general, dicho proceso se ve condicionado por varios factores como la naturaleza del suelo, la pendiente del terreno, la cubierta vegetal, la temperatura y el impacto de las actividades del hombre. Por ejemplo, la erosión hídrica se caracteriza por llevarse a cabo en terrenos con pendientes inclinadas y la erosión eólica en terrenos horizontales (Duchaufour, 1978).

### 2.1.3. Grados de erosión.

Debido a que la erosión de los suelos representa un gran problema, se ha vuelto motivo de preocupación, ahora cuando cada vez son más los terrenos afectados, por parte de las instituciones relacionadas con la materia, por lo que se han puesto a trabajar al respecto y dan una clasificación de los grados de erosión (ver -- cuadro 1). agrupandolos en clases de acuerdo a las características del terreno.

Cuadro 1. Clases de erosión

Clase	Nombre de la clase	Características
A	Erosión no manifiesta	Que ha perdido menos del 25% de la capa del suelo superficial pero que admite el 10% de su superficie total con erosión B ó C.
A/B	Erosión leve	Que ha perdido menos del 25% de la capa del suelo superficial pero que tiene del 10-25% de su superficie total con erosión B ó C.
B	Erosión moderada	Que ha perdido del 25-75% de la capa del -- suelo superficial pero que admite el 10% de su superficie total con erosión A ó C.
B/C	Erosión severa	Que ha perdido del 25-75% de la capa del -- suelo superficial pero que tiene el 25% de su superficie total con erosión A ó C.
C	Erosión muy severa	Que ha perdido más del 75% de la capa del - suelo superficial pero que admite el 25% de su superficie total con erosión A ó B.

Fuente: S A R H, 1983.

#### 2.1.4. Territorio erosionado.

México cuenta con una superficie de aproximadamente  $2 \times 10^6$  de  $\text{km}^2$  y en lo que respecta al suelo se estima que el 66% de la superficie total del Territorio Nacional se encuentra fuertemente erosionada, es decir, aproximadamente  $1.32 \times 10^6 \text{ km}^2$ . De ésta cifra el 50% corresponde a un tipo de erosión moderada y el 16% a un área totalmente destruída (Plan Nacional de Desarrollo, 1983).

A nivel de la subcuenca del Rfo Texcoco, Terrazas (1977), se ñala que la superficie que ocupa dicha zona es de 2,901 Ha y que es una de las ocho subcuencas de la parte oriental de la Cuenca de México, que aportan grandes cantidades de sedimento al ex-lago de Texcoco, sin embargo no reporta cifras.

Por otro lado Ortíz (1986), dice que el riesgo de desertificación por erosión hídrica en la subcuenca del Rfo Texcoco es muy severo en todas sus facetas, tomando como criterio la precipitación con un valor medio de 617 mm.

Particularizando, para la parte media de la subcuenca del Rfo Texcoco, los procedimientos dominantes de desertificación son la erosión hídrica y el encostramiento por óxidos de silicio, aflora

mientos de tepetates, procesos que se han llevado a cabo en mucho tiempo, pero en los últimos años éstos procesos de deterioro se han visto reducidos e incluso frenados, gracias a la tecnología a aplicada en esas áreas por ejidatarios e instituciones como la Comisión del Lago de Texcoco y la Comisión Coordinadora para el Desarrollo Agrícola y Ganadero del Estado de México (Ortiz, 1986).

Ortiz (1986), en su trabajo, realizado en la subcuenca del Río Texcoco, presenta una evaluación de pérdidas de suelo en dicha subcuenca para la parte alta, media y baja, en el cuadro 2 se muestran éstos datos pero particularizando para la parte media y para la faceta IX-2.

Cuadro 2. Datos de pérdida de suelo de la parte media de la subcuenca del Río Texcoco, para el año de 1984, de acuerdo a los usos del suelo (Extrapolación de información de lotes de escurrimiento).

Ecosistema	Superficie (ha)	Pérdida de suelo (kg/ha/año)	Pérdida de suelo por superficie total (kg/año).
Pastizal (tepetatal)	1.39	9686.8125	13464.669
Cultivar bajo	96.97	2783.125	269879.63
Bosque	4.43	11.009	48.7698
Cultivar bajo terracedo	103.55	667.95	69166.222

Fuente: Ortiz (1986)

## 2.2. Tepetate.

### 2.2.1. Definición.

El término de tepetate es y ha sido tema de discusión, siendo muy diversos los conceptos en torno a él, a continuación sólo se presentan algunos de ellos:

Helmut (1948), menciona que el tepetate es un afloramiento rocoso que se puso al descubierto cuando el hombre modificó la cubierta vegetal del terreno y dejó al suelo expuesto al proceso erosivo.

Show (1929), citado por Sánchez (1981), lo define como una formación rocosa más o menos estratificada de distinta dureza y consolidación.

Barbara (1972), citado por el mismo autor, presenta dos definiciones, una geológica y otra pedológica siendo respectivamente:

- El tepetate es un material de origen volcánico depositado en forma líquida, consolidado de ligero a moderado, por una matriz de arcilla y sedimentos finos como bandas de caliche.

- El tepetate es un horizonte cementado, de color pardo a café rojizo, de consistencia dura a friable y texturas desde arcilla hasta grava fina.

Cajuste (1977), dice que el tepetate es un material formado de capas endurecidas de cenizas volcánicas.

Por otro lado Pacheco (1979), señala que los Aztecas tenían una clasificación de los materiales del suelo, asignados básicamente por su color y dureza. Entre dichos materiales utilizaban el término de tepetate para referirse al material duro y compacto que en lengua Náhuatl quiere decir piedra semejante a petate.

Sánchez (1981), presenta una definición agronómica del tepetate, que dice que son estratos endurecidos que afloran sobre la superficie terrestre y que en un principio descansaban sobre ellos una capa de suelo fértil, la cual fué eliminada por la erosión.

El tepetate es un afloramiento rocoso, con un mínimo grado de intemperismo, que representa el material de origen para la forma-

ción de suelo. Este material edáfico representa un obstáculo para el desarrollo de cualquier actividad agrícola, ganadera o forestal.

### 2.2.2. Origen del tepetate.

García (1960), señala que la consolidación de los materiales sueltos no depende del tiempo transcurrido sino más bien de la presión, penetración o infiltración de materiales cementantes, a través de los intersticios que dan lugar a la formación de nuevos minerales que vienen a constituir la liga entre los granos o fragmentos de rocas que están formando a el tepetate.

Quiñones (1970), citado por Valdez (1970), dice que los tepetates se formaron por la solidificación de cenizas volcánicas cuya composición es básicamente material vitreo que al intemperizarse da origen al ácido silícico, el cual penetra a través del material para formar el cemento que le da la compactación.

Valdez (1970), menciona que la formación del tepetate se produce por la cementación de las partículas de origen volcánico por diversos materiales, principalmente por la sílice soluble derivada de las cenizas volcánicas y también en gran parte por los óxidos e hidróxidos de hierro, la arcilla y en algunos casos también por los carbonatos.

Son éstos los proceso que dan origen al tepetate, pero es la erosión la que pone al descubierto a dicho material edáfico.

### 2.2.3. Tipos de tepetate.

García (1960), menciona que en el área comprendida entre el Molino de las Flores y el Rancho de Torales, Texcoco, existen tres diferentes clases de tepetate y que cada una requiere de una técnica de manejo diferente.

Trueba (1979), dice que en el ejido de San Dieguito Xochimancan, Mpo. de Texcoco, es posible reconocer dos tipos de tepetate, el blanco y el café rojizo, tomando como base su color, que está dado por su composición química y mineralógica.

Para la subcuenca del Río Texcoco, se reportan dos tipos de tepetate, el blanco y el rojo, que corresponden a los colores gris y amarillo respectivamente en la tabla de colores Munsell (Rey, 1979).

Pacheco (1979), encontró que en la subregión central de la Cuenca de México se presentan tres tipos de tepetate, el amarillo pardo, rojo y blanco.

#### 2.2.4. Composición química y mineralógica de los tepetates.

En su trabajo realizado en invernadero García (1960), concluye, entre otras cosas, que la pobreza de los tepetates es relativa y que la mayor limitante para el desarrollo de la vegetación es el contenido de materia orgánica y consecuentemente limitante el contenido de nitrógeno.

La fertilidad de los tepetates es baja, especialmente en fósforo (P) y nitrógeno (N), pero el potasio (K) a pesar que su contenido es bajo, puede presentar mayor disponibilidad por un mayor proceso de mineralización el cual incrementa la cantidad de éste elemento en forma soluble e intercambiable, también se encuentran presentes elementos como el hierro (Fe), manganeso (Mn), azufre (S) y otros (Valdez 1970). Este mismo autor señala que mineralógicamente no existe diferencia entre los diferentes tipos de tepetate, porque denotan un mismo origen y con respecto a los minerales presentes, dice que los de mayor importancia son los carbonatos, los feldspatos y el cuarzo.

Pacheco (1979), aclara el aspecto señalado por Váldez (1970), diciendo que era de esperar que en una zona ígnea la composición mineralógica de los materiales sea igual, ya que en dicha zona los minerales presentes son muy semejantes desde un punto de vista cualitativo, pero no cuantitativo, y dice que es en la fracción arenosa de 1 a 0.5 mm. de diámetro, donde los tepetates de diferente color presentan la misma composición mineralógica.

Rey (1979), reporta que el tepetate rojo tiene minerales en vidrio volcánico, cuarzo y feldspatos como ortoclasa, anortoclasa y andesita, y como cementantes a minerales arcillosos. Para el

tepetate blanco se encontró que contenía cuarzo, feldespatos como la microclina y la ortoclasa alterada, y como cementante se encuentra el carbonato de calcio, pero no como calcita sino en forma de caliche.

#### 2.2.5. Areas tepetatosas.

En la Cuenca de México ha sido posible determinar una gran abundancia de tepetates, distribuidos especialmente en las laderas de las sierras que rodean a la cuenca, sin embargo no reporta cifras (Valdez, 1970).

Figueroa (1975), citado por Sánchez (1981), señala que datos preliminares de los estudios realizados en la subcuenca del Río Texcoco, ponen de manifiesto que el mayor aporte de sedimentos, 16 ton/ha/año, tiene su origen en las partes tepetatosas de dicha subcuenca, las cuales ocupan el 7% de la misma, es decir que son aproximadamente 261 ha.

Fué Pacheco (1979), la primera que realizó una delimitación de las áreas degradadas en la subregión central de la Cuenca de México, enmarcándose así la superficie erosionada en una área de 10,000 ha comprendidas dentro de las subcuencas de los Ríos Xalapa, Coxacoalco, Texcoco, Chapingo, San Bernardino, Sta. Monica, Coatepec y Chilmahuacan. El área cartografiada fué de 9,088 ha, de las cuales corresponden a zonas tepetatosas el 33.36%, es decir 3,032 ha aproximadamente, de ésta cifra 1,681 ha corresponden al tepetate amarillo pardo, 1,236 ha al tepetate rojo y 115 ha al tepetate blanco.

La presencia de tepetates en el País es de gran magnitud, pero no se tiene cuantificada con exactitud, la extensión que ocupan a nivel Nacional. (Sánchez, 1981).

Ortiz (1986) cita a Figueroa (1978), él cual dice que las áreas tepetatosas son responsables del 72.5% del total del suelo removido de la subcuenca del Río Texcoco, debido a la erosión hídrica, lo que llevó a la jerarquización de las áreas, para el combate de la misma.

### 2.2.6. Antecedentes de trabajos relativos al tepetate.

A la fecha son pocos los trabajos que se han realizado con el fin de incorporar los terrenos con problemas de tepetate, a la producción, sin embargo éste problema cobra cada vez mayor importancia por lo que empiezan a sumarse más investigaciones relacionadas con el tema, entre los trabajos realizados hasta ahora pueden citarse:

A García (1960), que realizó su trabajo en invernadero, obte - niendo como conclusiones, entre otras, que el tepetate sólo es po - sible recuperarse mediante prácticas con maquinaria pesada por que la disgregación química no dió solución económica. Con respecto a la fertilidad de los tepetates, dice que la pobreza es relativa ya que las cantidades de los elementos nutritivos, a excepción - del N, se encuentran en cantidades que van de medianas a ricas. A - demás señala que la adición de materia orgánica influye en la res - tauración y mejoramiento de los tepetates, ya que acelera en un - alto grado el proceso de intemperización.

Ortiz (1968), en su trabajo de fertilización de zanahoria en suelos de la serie Coatlinchan obtuvo buenos rendimientos con fer - tilización nitrogenada y fosforada, lo que hace suponer que los - - suelos derivados de tepetate, que por naturaleza son pobres, respon - den favorablemente a la fertilización.

Existen otros autores como Valdez (1970), Figueroa (1975), - Pacheco (1979), Trueba (1979), Sánchez (1981), etc. que se han in - teresado en el estudio de los tepetates aportando valiosas conclu - siones, coincidiendo éstas en que los tepetates tienen una pobreza relativa y que es el contenido de materia orgánica la mayor limitante pa - ra la producción de éste material edáfico. Sin embargo con la in - corporación de abonos orgánicos y con un manejo adecuado sí es po - sible recuperar éste tipo de suelos degradados.

Figueroa (1978), citado por Ortiz (1986), señala que en las áreas tepetatosas de la subcuenca del Río Texcoco se hicieron plan - taciones de nopal al contorno, lo que originó cambios en el micro - ambiente, favorables para el crecimiento de la vegetación, y se es - tán practicando una serie trabajos por parte de la Comisión del La - go de Texcoco y la CODAGEM.

## 2.3. Intemperismo

### 2.3.1. Definición.

Ortiz y Ortiz (1980), dicen que los cambios físicos y químicos producidos, en las rocas y los minerales que las constituyen, por agentes atmosféricos es lo que se conoce como intemperismo.

Millar et al. (1981), definen al proceso de intemperización como los ajustes o cambios resultantes en las rocas y los minerales que están en/o cerca del equilibrio en la tierra y que se someten a una presión grandemente reducida y a una temperatura determinada en el suelo.

Buol et al. (1973), dicen que el intemperismo se refiere a la descomposición y desintegración física y química de las rocas y los minerales contenidos en ellas, cuando no se encuentran en equilibrio las condiciones de temperatura, presión y humedad del espacio entre la atmósfera y la litósfera.

La intemperización del lecho rocoso produce residuos no consolidados que sirven como material de origen, para la evolución del suelo, que finalmente refleja el efecto conjunto del clima, relieve, biota y tiempo. Keller (1962), citado por Del Valle (1983), señala que el proceso de intemperización está condicionado por algunos factores entre lo que se encuentran: Posición del nivel freático, composición química de la roca, temperatura, cantidad de agua activa en el proceso, presencia de oxígeno, macro y microflora presente y la solubilidad relativa.

### 2.3.2. Tipos de intemperismo.

Generalmente se reconocen dos tipos de intemperismo, los cuales son:

Intemperismo Físico, que se debe a las fuerzas de desintegración producidas por procesos como: Congelamiento y deshielo, calentamiento y enfriamiento, humedecimiento y secado, erosión y la acción biológica de plantas, animales y hombre. (Ortiz y Ortiz, 1980).

Debido a las acciones físicas o mecánicas, el intemperismo de las rocas produce un desmenuzamiento o una dispersión del material original (Ortiz y Ortíz, 1980).

Intemperismo Químico, ocasionado por los procesos de descomposición, que operan más rápidamente que las fuerzas de desintegración.

Las fuerzas de descomposición consisten en la transformación de los minerales primarios que componen las rocas, en nuevas series de minerales secundarios que son más estables, en la zona de contacto o interacción litósfera-tropósfera (Del Valle, 1983).

La primera etapa del intemperismo químico tiene lugar en el flujo de agua o en una delgada película de éste líquido, alrededor de una partícula sólida, y la cantidad de solución depende de la cantidad de agua que pasa por la superficie de la partícula y de la solubilidad del sólido disuelto (Ollier, 1969 citado por Del Valle, 1983).

Al producirse una subdivisión del material original, debido a el intemperismo físico, se favorecen las transformaciones químicas, porque entre mayor sea el área superficial mayor será la acción de los procesos de descomposición como la hidrólisis, hidratación, carbonatación, oxidación, reducción, solución y formación de arcilla (Ortíz y Ortíz, 1980).

Del Valle (1983), señala que la intemperización de las rocas, libera elementos nutritivos como el Ca, Mg, K, Na, Fe y otros elementos considerados como nutrimentos menores, todos ellos se redistribuyen entre los sedimentos, denominados "productos del intemperismo".

Buol et al. (1973), afirman que la solubilidad de los minerales intemperizados, el índice de eliminación de los productos del intemperismo y la rapidez de envejecimiento de los geles para formar minerales cristalinos, se relaciona con el tiempo necesario para formar nuevos minerales, es decir, si se retiran con rapidez los productos del intemperismo las reacciones químicas progresan con rapidez en dicho proceso, hacia la formación de minerales. Ahora bien, si no se eliminan los productos, debido al movimiento del agua, serán altas las concentraciones iónicas de Si y Mg.

Durante el proceso de intemperización, diferentes elementos son extraídos de las rocas que se incorporan de inmediato a un complejo proceso de "migración de compuestos", que normalmente se trasladan en soluciones iónicas, moleculares y coloidales. Las capacidades de migración de los diferentes elementos, condicionan la formación de compuestos que se acumulan en los suelos y aguas freáticas salinas, como son:  $\text{NaCl}$ ,  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{MgSO}_4$ ,  $\text{CaSO}_4$ ,  $\text{NaHCO}_3$  y  $\text{MgCO}_3$ . Los elementos principales cuyos compuestos condicionan la aparición de los suelos salinos son: Ca, Mg, Na, K Cl, S, C, N, B y Si (Del Valle, 1983).

## 2.4. Abonos.

### 2.4.1. Definición.

Campos (1981), considera necesario hacer una distinción entre las palabras fertilizante y abono, por lo que define a la primera como toda sustancia o técnica que se emplea para restituir o aumentar la fertilidad del suelo, es decir, que mejora las condiciones físicas y químicas del terreno, así mismo, señala que los fertilizantes pueden ser de tres clases:

- Enmendantes, los que modifican la estructura del suelo.
- Correctivos, que cambian el pH del suelo.
- Abonos propiamente dichos, que aportan nutrientes.

Rigau (1982), menciona que abono es toda sustancia que por contener uno o más nutrientes, necesarios para las plantas, responde al objeto de fertilización, término que a su vez define como la aptitud de incorporar nutrientes al suelo con el propósito de aumentar su fertilidad.

En general puede definirse un abono como el material que contiene uno o más elementos nutritivos, necesarios para el desarrollo de las plantas, y que al ser incorporados al suelo modifican algunas condiciones físicas y químicas del mismo, además de ayudar al buen crecimiento de las plantas.

#### 2.4.2. Tipos de abonos.

Campos (1981), propone dos tipos de abonos, los cuales son:

- Minerales; que son de composición inorgánica y pueden ser nitrogenados, fosfóricos, potásicos y complejos.

- Orgánicos, que pueden ser de origen vegetal, animal, mixto y comercial.

a) Origen vegetal, son los residuos de cultivos, semillas, - algas y turbas.

b) Origen animal, son productos de animales como deyecciones líquidas y/o sólidas, sangre, huesos, etc.

c) Origen mixto, como los residuos de hogares, estiércol, - guano, gallinaza, etc.

d) Abono orgánico comercial.

Rigau (1982), clasifica a los abonos de la siguiente manera:

Orgánicos — { Naturales, como el guano, orina, excremento y plantas verdes.  
Industriales, como los residuos del vino, aceite y destilerías.

Inorgánicos — { Naturales, como el cloruro potásico y el nitrato sódico  
Industriales, como el sulfato amonico y la calciocianamida.

Dentro de los abonos de tipo orgánico se ubican el estiércol y el rastrojo, de origen mixto y vegetal respectivamente y sus características son:

Estiércol; éste material es un subproducto de la ganadería y se considera un recurso muy valioso que puede mejorar las condiciones físicas, químicas y biológicas del suelo. Su incorporación al suelo va a depender de las características de éste y de las condiciones que prevalezcan en el medio, porque muchas veces las adiciones de estiércol pueden resultar benéficas o perjudiciales, o bien puede mejorar una propiedad al mismo tiempo que degrada otra (I A T E M, 1982).

La calidad del estiércol en cuanto a los elementos nutritivos que contiene, varía de acuerdo a la especie de los animales su edad, su alimentación, la manera de conservación y su destino (Rigau, 1982).

Aunque el estiércol tienen una baja concentración de nutrientes, su disponibilidad es muy alta y además hace más disponibles algunos elementos del suelo para las plantas (I A T E M, 1982).

Debido a que contiene grandes cantidades de compuestos orgánicos de fácil descomposición, la adición de estiércol al suelo - resulta benéfica, porque aumenta la actividad biológica en él y a su vez, los microorganismos mejoran la estructura del suelo por el efecto de agregación que produce la descomposición de sus desechos (I A T E M, 1982).

El abono de origen animal es más valioso por su aporte de materia orgánica que por sus elementos nutritivos (N P F I; 1980).

El cuadro 3 muestra la composición media de diversos estiércoles presentada por dos autores.

Cuadro 3. Composición media de diferentes estiércoles en %.

Tipo		Humedad	Nitrógeno total	Materia orgánica	Anhidrido fosfórico	Potasa	Cal
Bovino	a	80	0.3	18	0.2	0.1	0.1
	b	78	0.3	—	0.2	0.4	0.3
Equino	a	75	0.6	23	0.3	0.3	0.3
	b	72	0.6	—	0.3	0.5	0.2
Ovino	a	63	0.6	29	0.3	0.2	0.4
	b	65	0.8	—	0.2	0.7	0.3
Cerdo	a	82	0.6	16	0.5	0.4	0.05
	b	72	0.5	—	0.2	0.6	0.08

Fuente: a = Campos (1981).

b = Rigau (1982).

Las sustancias orgánicas del estiércol se transforman en humus, que aparte de su enorme importancia en la nutrición de las plantas, tiene una acción favorable sobre las propiedades físicas del Terreno al que hace más blando e higroscópico (Rigau, 1982).

Rastrojo, éste material es producto de los residuos vegetales, particularmente de la parte aérea de las plantas, que queda después de la cosecha del grano, no incluyendo la espiga o panoja. Puede ser de gramíneas como el trigo, cebada, avena, arroz y maíz o de leguminosas como el frijol, la soya, etc., generalmente es,

el rastrojo de maíz el que más se utiliza, por ser de más fácil adquisición

La incorporación de rastrojo al suelo, resulta favorable por su aporte de nutrimentos, para el desarrollo de plantas en dicho material edáfico. Las plantas al concentrar C, H, O y N como masa viva reintegran éstos nutrimentos al suelo que se adiciona dicho abono.

El cuadro 4 muestra el contenido medio en porcentaje, de algunos desechos vegetales utilizados como abonos.

Cuadro 4. Composición media de desechos vegetales..

Material	Hojas de árbol	Paja de cereales	Paja de leguminosas	Turba
(contenido en porcentaje)				
Sust. minerales	4.5 - 5.5	3.0 - 6.0	3.5 - 7.0	—
Sust. orgánicas	78 - 81	75 - 83	76 - 82	—
Humedad	13 - 15	12 - 15	12 - 18	—
Nitrógeno	0.12 - 0.33	0.4 - 0.85	0.5 - 0.83	0.03
Fósforo	0.08 - 0.13	0.08 - 0.13	0.13 - 0.17	0.02
Calcio	1.08 - 1.36	0.24	0.36 - 0.72	—
Potasio	0.8 - 1.4	0.3 - 0.7	1.7 - 2.0	1.2

Fuente: Campos (1981).

#### 2.4.3. Importancia y ventajas del abonado orgánico.

Núñez (1978), citado por SARH (1982), señala que la importancia del abono orgánico reside en que es de más fácil adquisición y de menor costo que los abonos químicos, además de que no crean problemas, tan grandes, de contaminación en el suelo que son aplicados.

Por otro lado Selke (1969), citado por SARH (1982), da algunas razones, que sirven de base para aumentar el uso de abonos orgánicos, las cuales son:

- La mayoría de los abonos orgánicos se producen en toda explotación agrícola, por lo tanto, es necesario emplearlos para que rindan lo mejor posible.

- En su mayoría, los abonos orgánicos se componen de residuos vegetales y animales que contienen todas las sustancias necesarias para el desarrollo de las plantas. En cierta forma son considerados como "abonos universales", aunque la proporción de las sustancias nutritivas en ellos no sea siempre la óptima y precisa, por lo que algunas veces se recomienda una corrección con el abonado complementario. (abono mineral).

- El nitrógeno que contienen los abonos orgánicos, en mayor o menor proporción, es una fuente lenta pero continua de materias nutritivas.

- Aunque las materias nutritivas contenidas en los abonos en cuestión, están disponibles para las plantas sólo después de haber sido mineralizadas, algunas de las sustancias que contienen como hormonas, enzimas, auxinas y antibióticos, pueden absorberse directamente y tienen por ello, una importancia decisiva sobre el desarrollo y el rendimiento del cultivo.

- Los abonos orgánicos no sólo son portadores de sustancias nutritivas, sino que además tienen una influencia específica favorable sobre el suelo, desde un punto de vista físico, químico y biológico.

Entre las condiciones físicas, químicas y biológicas que favorecen los abonos orgánicos, Nuñez (1978), citado por SARH (1982), menciona las siguientes:

- Mayor efecto residual; Aumento de la capacidad de retención de humedad del suelo; Mejora la estructura, granulación y estabilidad de los agregados del suelo; Formación de complejos orgánicos con los nutrientes, manteniendo a éstos en forma aprovechable para las plantas; Reducción de la erosión de los suelos, al aumentar la resistencia de los agregados a la dispersión producida por el impacto de las gotas de lluvia; Elevación de la capacidad de intercambio catiónico del suelo, protegiendo a los elementos nutritivos de la lixiviación; Liberación de dióxido de carbono, que propicia la solubilización de nutrimentos; Abastecimiento de carbono orgánico como fuente de energía para la flora microbiana heterótrofica.

## 2.5. Plásticos en la Agricultura.

### 2.5.1. Definición.

Los plásticos son polímeros lineales que se ablandan por la acción del calor, conservando su forma al enfriarse (Dubois, 1980).

### 2.5.2. Tipos de plástico.

Los materiales plásticos son muy variados, pudiendo ser desde muy flexibles hasta muy rígidos, desde transparentes hasta opacos, todo en función del fin que se persiga. (Peña, 1981).

Es el polietileno el plástico más utilizado en la agricultura, pero existen otros como el poliestireno, polipropileno, poliamidas y el PVC (Dubois, 1980).

Los colores de polietileno utilizados para acolchado<sup>#</sup> son: el transparente, el gris humo y el negro.

### 2.5.3. Importancia y ventajas del acolchado con plásticos.

En muchos países el uso de materiales plásticos en la agricultura, está contribuyendo a solucionar algunos problemas que se presentan al agricultor en la producción de cultivos, de tal manera que en la actualidad esta técnica constituye, en algunas veces un complemento indispensable en la práctica de cultivar (Peña, 1981).

El empleo de coberturas de plástico en zonas erosionadas, representa una alternativa para tratar de solucionar el problema de la elevada evaporación del agua del suelo y las altas tasas transpiratorias de los cultivos, provocadas por la gran radiación solar y los fuertes vientos propios de dichas zonas (Peña, 1981).

Es necesario aclarar que el uso de coberturas de plástico no sólo es favorable en zonas erosionadas, sino que también es de gran importancia en las regiones agrícolas, para aumentar los rendimien

---

<sup>#</sup> El acolchado del suelo, consiste en colocar sobre el suelo u na lámina de plástico, extendiéndola sobre la superficie de los caballones del cultivo. Puede utilizarse al aire libre o bien en invernadero bajo tunel de plástico, como estabilizador y modificador del suelo (Fuentes, 1983).

tos de los cultivos, obteniendo incluso cosechas fuera de la época normal, ésto representa una salida a algunos problemas que aquejan al agro mexicano (CONACyT, 1979).

Peña (1981), señala que en nuestro país han empezado a ser utilizados los plásticos en el campo, especialmente en zonas áridas y semiáridas, bajo el sistema de riego por goteo, a tal grado que actualmente México está considerado como el segundo país que tiene mayor cantidad de superficie regada por éste sistema.

Algunas de las ventajas generales del acolchado son señala - das por Acosta (1973). y se enlistan a continuación:

- Precocidad de los cultivos, debido al aumento de la tempe- ratura.

- Ahorro de mano de obra, ya que evitan la escarda, labores de bina y riegos.

- Aumento en la producción de cosechas, ya que se consigue:

- a) Conservación de la humedad del suelo.

- b) Mantenimiento de la buena estructura del suelo.

- c) Mayor utilización de los abonos.

- d) Eliminación de malas hierbas.

- e) Protección en la emergencia de las plantas.

- f) Menor número de frutos podridos o dañados.

- g) Favorece el incremento de los nitratos.

- h) Reduce el movimiento y lixiviación del nitrógeno.

- Reduce la compactación.

- Altera el desarrollo de la raíz, haciéndolas más numerosas y largas en sentido horizontal, debido a que tienen disponible la humedad a poca profundidad y con ésto se asegura una mayor succión de agua, sales minerales y demás nutrimentos.

Serrano (s/año), menciona que una de las ventajas del acol- chado es la disminución de los peligros de escarcha, debido a que la temperatura acumulada en el suelo durante el día, se pierde len tamente por la noche siendo difícil que se hiele el sistema radi- cal.

Muratalla (1982), dice que los plásticos oscuros impiden el paso de la energía solar al suelo, disminuyendo su calentamiento- y provocando temperaturas bajas en el área radical, como las que

se presentan en un suelo desnudo, que se enfría rápidamente al no existir una capa impermeable a la energía térmica, en cambio los plásticos transparentes permiten el paso del 88% de la energía solar total, que llega a la superficie del plástico conservando un poco más del 30% de la energía calorífica generada.

El cuadro 5 muestra las ventajas y desventajas de los polietilenos transparente, gris humo y negro opaco.

Cuadro 5. Ventajas y desventajas del polietileno

Tipo	Ventajas	Inconvenientes
Transparente	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aumenta considerablemente la temperatura del suelo durante el día</li> <li>- Protege los cultivos durante la noche, al permitir el paso de la radiación calorífica del suelo a la atmósfera.</li> <li>- Aumenta la precocidad del cultivo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Favorece el crecimiento de malas hierbas, con su consecuente problema de competencia por el agua y los nutrimentos con el cultivo.</li> <li>- Menor acumulación de reservas.</li> </ul>
Gris humo	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Calienta poco el suelo durante el día.</li> <li>- Precocidad de las cosechas (menor que el transparente y mayor que el negro).</li> <li>- No produce quemaduras</li> <li>- Las malas hierbas crecen con dificultad.</li> <li>- Mayor porcentaje de acumulación de reservas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- No menciona alguna.</li> </ul>
Negro opaco	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Calienta poco el suelo durante el día.</li> <li>- Impide el crecimiento de malas hierbas.</li> <li>- Produce altos rendimientos.</li> <li>- Menor precocidad que el gris.</li> <li>- Mayor acumulación de carbohidratos.</li> <li>- Conserva más la humedad.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Por la noche la planta recibe poco calor del suelo.</li> <li>- En días calurosos puede producir quemaduras.</li> </ul>

Fuente: Peña (1981).

Con respecto a la durabilidad de los plásticos a la intemperie Gliniecki (1959), citado por Acosta (1973), menciona que el polietileno natural, el anaranjado y el blanco fueron similares en durabilidad. Después de seis meses de exposición, mostraron serias degradaciones y las propiedades elásticas fueron drásticamente reducidas. El más durable fué el polietileno negro con película ----- gruesa, el cual permaneció intacto en un año, se creé que ésto se debe a el efecto sinergista de los pigmentos negros que sustraen los rayos ultravioletas y antióxidantes que controlan la oxidación.

## 2.6. Cultivo de la cebada (*Hordeum vulgare* L.).

La clasificación taxonómica de la cebada es (Reyes, 1978):

Reino	Vegetal
Phylum	Tracheophyta
Subphylum	Pteropsidae
Clase	Angiospermas
Subclase	Monocotyledonae
Grupo	Glumiflora
Orden	Graminales
Familia	Graminae
Género	<i>Hordeum</i>
Especie	<i>Hordeum vulgare</i> L.
Va-iedad	Cerro Prieto.

Es una planta herbácea anual, que se produce en los países templados y subtropicales, es resistente a la sequía, de maduración temprana y tolerante a la ligera salinidad del suelo (Whyte, 1975).

En terrenos con problemas de deficiencias de agua, éste cultivo representa una alternativa, porque es resistente a la sequía.

El cultivo de la cebada es importante desde varios puntos de vista, por ejemplo, el grano de ésta planta constituye una fuente de malta para la elaboración de cerveza y más aún la paja de dicha planta se utiliza para alimento del ganado (Parsons, 1982).

Este cultivo es la base económica de miles de familias mexicanas que habitan en algunas zonas temporales; se utiliza como forraje para la alimentación del ganado y el grano desnudo tiene posibilidades de uso en la alimentación humana, además de que dicho cultivo representa grandes fuentes de empleo para el campesino mexicano (SARH, 1981<sup>b</sup>).

En general todos los cereales son importantes por su valor alimenticio, puesto que contienen en una forma concentrada elementos nutritivos, además el grano es fácil de almacenar y conservar. El grano de los cereales puede transformarse fácilmente en otros productos, se puede utilizar como materia prima o como producto elaborado (Parsons, 1982).

Para la elaboración de malta se sugiere sembrar las variedades: Apizaco, Cerro Prieto, Centinela y Puebla; si la producción es para forraje, pueden sembrarse las variedades: Celaya o Ensenada (SARH, 1981<sup>b</sup>).

Entre las plagas más frecuentes que dañan el cultivo de la cebada se encuentran: El pulgón del follaje *Rhopalosiphum padi* L. y *Actyrtosiphum dirhodum* W.; y el pulgón de la espiga *Macropsiphum avenae* F..

De las enfermedades más importantes que atacan a la cebada están: La roya de la hoja *Puccinia hordei* O.; La roya del tallo *Puccinia graminis secalis* E.; La cenicilla *Erysiphe graminis*; La escaldadura de la hoja *Phynchosporium secalis* O. y el carbón volador *Ustilago nuda* (SARH, 1981<sup>a</sup>).

Las características agronómicas de la variedad Cerro Prieto son: Floración a los 58 días y madurez a los 110 días. Como su uso es maltero, para la cosecha del grano se debe asegurar que esté completamente lleno y maduro y una vez en este estado no debe dejarse más de tres semanas en el terreno, porque se expone a la pérdida de peso, su almacenamiento debe ser en lugares con no más del 13% de humedad, bien ventilados y libre de malos olores, para evitar el desarrollo de hongos (SARH, 1981<sup>a</sup>).

### III. OBJETIVOS.

#### Objetivo general.

Generar técnicas que permitan la incorporación de zonas tepetatasas a la producción.

#### Objetivos particulares.

- Acclerar el proceso de intemperización del tepetate, utilizando coberturas de plástico como agente catalizador.

- Aumentar la fertilidad del tepetate con la adición de abonos orgánicos, para que semeje su comportamiento al de un suelo en el cual se desarrolla normalmente un cultivo.

- Evaluar la interacción cobertura de plástico e incorporación de abonos orgánicos, en el aumento del intemperismo del tepetate.

- Determinar el rendimiento del cultivo de la cebada (Hordeum vulgare L.), en función del intemperismo del tepetate.

### IV. HIPOTESIS.

Al utilizar coberturas de plástico se incrementa el intemperismo del tepetate.

- La incorporación de abonos orgánicos al tepetate acelera su proceso de intemperización, al igual que la interacción cobertura de plástico - incorporación de abonos orgánicos.

- Al incorporar abonos orgánicos al tepetate y al cubrirlo con plástico, se está formando un suelo tan productivo como aquel en el que normalmente se desarrolla un cultivo.

Estas hipótesis se validarán con un nivel de significancia del 5%.

## V. MATERIALES Y METODOS.

### 5.1. Descripción de la Zona de Estudio.

#### 5.1.1. Localización geográfica.

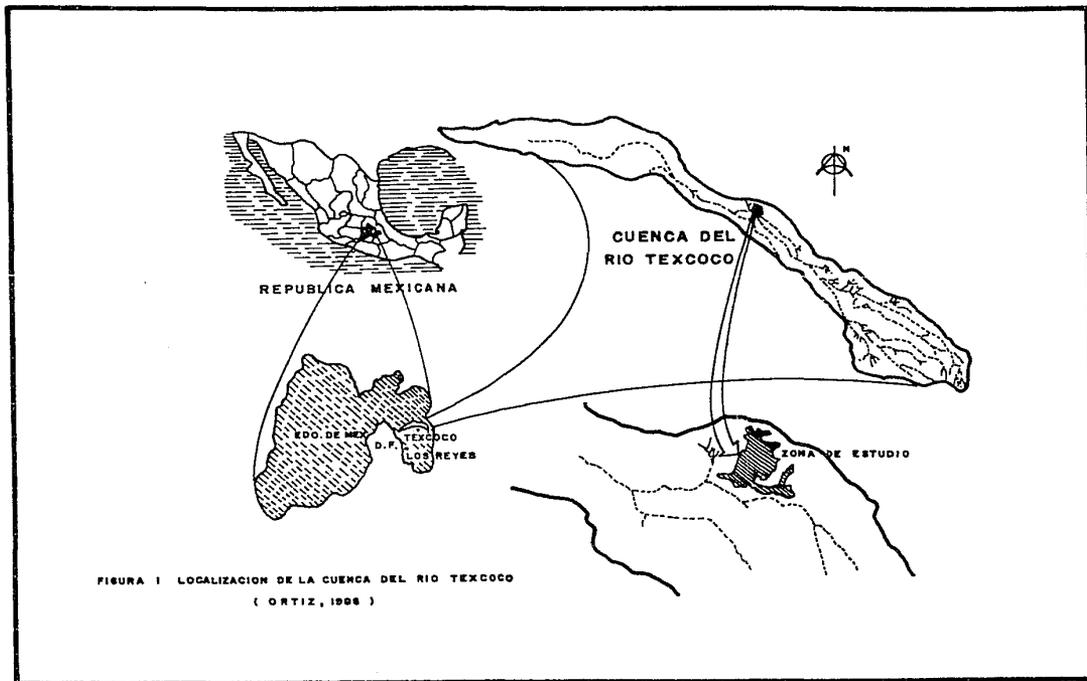
La subcuenca del Río Texcoco es una de las nocho, que desembocan en el Lago de Texcoco, tiene una anchura promedio de 1,700 m y comprende una superficie de 2,901 ha (Figuroa, 1975).

De ésta zona se tomó como lugar de estudio la parte media, comprendida entre los 2400 y 2600 msnm, localizada entre los meridianos  $98^{\circ}48'34''$  y  $98^{\circ}47'54''$  de longitud al oeste de Greenwich y los paralelos  $19^{\circ}29'11''$  y  $19^{\circ}28'55''$  de latitud norte (ver fig.1). La zona se conoce comunmente, por los pobladores de zonas aledañas, con el nombre de las 'Coyoteras'.

#### 5.1.2. Clima.

Foreman (1955), citado por Figuroa (1975), señala que el clima general de la subcuenca ha variado a lo largo del tiempo siendo húmedo en algunos periodos, medianamente húmedo en otros y algunas veces muy seco.

Terrazas (1977), cita a García (1968), que dice que el subtipo climático correspondiente a la parte media de la subcuenca del Río Texcoco es  $C(W_2)(w)b_1$ . Se trata de un clima templado, el más húmedo de los subhúmedos, con verano fresco y largo, lluvias en verano con coeficiente de precipitación/temperatura mayor a 55, y porcentaje de lluvia invernal menor del 5% del total anual; temperatura media anual entre  $12^{\circ}$  y  $18^{\circ}C$ , temperatura media del mes más frío entre  $-3^{\circ}$  y  $18^{\circ}C$ , temperatura media del mes más caliente entre  $6.5^{\circ}$  y  $22^{\circ}C$ ; isothermal con oscilación anual de las temperaturas medias mensuales menor a  $5^{\circ}C$ .



### 5.1.3. Suelo.

Con respecto a éste punto, Ortíz (1986), señala lo siguiente:

La parte media de la subcuenca del Río Texcoco tiene una clasificación edafológica de  $\frac{d+b}{2D}$  (F A O) donde d= litosol

2 D

b= regosol háplico

2D= textura media dórica.

Las características fisiográficas corresponden al Sistema Terrestre Izayoc y a la Faceta IX-2.

Las características generales del Sistema Terrestre Izayoc son: Precipitaciones de 800 a 1000 mm anuales, temperaturas medias de -14° a 15°C anuales y materiales ígneos del terciario.

Actualmente ésta zona tiene poca superficie dedicada a la agricultura de riego, otra parte se dedica a la agricultura de temporal y otra a la ganadería de pastoreo, existiendo una área tepetatosade aproximadamente 67 ha.

En cuanto a la Faceta IX-2, sus características distintivas son: Pendientes interfluviales de 9 a 13%, ligeramente convexas, suelos someros con afloramientos de tepetate sobre los que se siembra maíz y en algunas áreas hay reforestación.

### 5.1.4. Vegetación.

La  nica especie nativa que se presenta es la del pirul (Schinus molle L.), que abunda hasta los 2500 msnm, el resto del área se dedica a la agricultura y una parte con asentamientos humanos (Ortíz, 1986).

Figueroa (1975), menciona que en las áreas tepetatosas, se hicieron plantaciones de nopal al contorno, lo que originó cambios en el microambiente, favorables para el crecimiento de vegetación.

### 5.2. Colecta del material edáfico.

La primera etapa consistió en el reconocimiento de la zona de estudio, después se ubicaron los sitios para la colecta del tepetate en lugares con pendiente no mayor del 12%, susceptibles de trabajo

jarse con la introducción de implementos agrícolas. Además, en ese lugar ya se están llevando a cabo trabajos por la Comisión del Lago de Texcoco y la CODAGEM, también los campesinos ya siembran maíz aunque sus rendimientos son pobres.

La colecta se hizo con la ayuda de una pala, con la cual se tomaron las muestras de tepetate, que ya se encontraba roturado, y se colocaron en costales para facilitar su traslado al invernadero.

Con respecto al suelo, se trajo de Tecamac Edo. de México, de terrenos dedicados a la experimentación agrícola, pertenecientes a el Colegio de Postgraduados. El suelo se utilizó como un punto de referencia al comparar los resultados de las determinaciones físicas, químicas y de rendimiento hechas en el tepetate y suelo.

El invernadero al cual fueron trasladadas las muestras de ambos materiales edáficos, se ubica en Montecillos Edo. de México y pertenecen al Colegio de Postgraduados.

### 5.3. Diseño de tratamientos.

Se utilizó un diseño de tratamientos equivalente a un factorial completo de  $2^2 \times 3^2$ , cuyas variables y niveles corresponden a:

Variable	Nivel	
Material edáfico (M)	tepetate	(1)
	suelo	(2)
Uso del suelo (T)	sin cultivo	(1)
	con cultivo	(2)
Incorporación de abonos (I)	sin incorporación	(0)
	con estiércol	(1)
	con rastrojo	(2)
Cobertura de plástico (C)	sin plástico	(0)
	con transparente	(1)
	con obscuro	(2)

Las combinaciones posibles entre las variables con sus respectivos niveles hacen un total de treinta y seis tratamientos, quedando como lo muestra el cuadro 6.

Cuadro 6. Lista de tratamientos generados en el factorial completo  $2^2 \times 3^2$ .

MFIC	MFIC	MFIC	MFIC
1100	1200	2100	2200
1101	1201	2101	2201
1102	1202	2102	2202
1110	1210	2110	2210
1111	1211	2111	2211
1112	1212	2112	2212
1120	1220	2120	2220
1121	1221	2121	2221
1122	1222	2122	2222 <sup>#</sup>

#### 5.4. Diseño Experimental.

Los treinta y seis tratamientos, con tres repeticiones, se arreglarón en un diseño completamente al azar (Cochran y Cox, 1980), lo que hace un total de ciento ocho unidades experimentales.

#### 5.5. Trabajo de Invernadero.

##### 5.5.1. Preparación de las macetas.

Primeramente se pusieron a secar, dentro del invernadero ambos materiales edáficos, tepetate y suelo, posteriormente se hizo una selección del tamaño de agregados en tepetate<sup>##</sup>, eliminando los mayores de 50.8 mm y los menores de 2.38 mm de diámetro. Tomando en cuenta que el material edáfico siempre va a contener cierto porcentaje de humedad se determina con el Speedy<sup>###</sup>, y contando ya con este dato se procedió a lo siguiente:

# el tratamiento 2222 corresponde a la variable M en su nivel suelo, a la variable T en su nivel con cultivo, a la variable I en su nivel rastrojo y a la variable C en su nivel plástico oscuro, para facilitar su manejo se interpreta así: Suelo con cultivo con incorporación de rastrojo y cubierto con plástico oscuro.

## La selección del tamaño de agregados sólo en tepetate, por el interés que se tiene en cuantificar el porcentaje en que aumenta el material de menor diámetro y consecuentemente en que disminuye el de mayor diámetro.

### Para la prueba del Speedy consúltese el manual de prácticas de laboratorio, de la Secc. de Física de Suelos del Colegio de Postgraduados.

a) Se pesaron 54 macetas de tepetate y 54 de suelo, a una cantidad de 6 kg, utilizando bolsas de plástico de 30 x 50 cm.

b) Se prepararon 27 macetas de tepetate y 27 de suelo para el nivel con cultivo de la variable T, quedando otra parte igual para el nivel sin cultivo.

c) De acuerdo a las combinaciones señaladas en el cuadro 6, se incorporó estiércol o rastrojo a ambos materiales edáficos, al nivel del 5% en base al peso del suelo seco, lo cual equivale a 300 g de abono en cada maceta.

d) Por último se cubrieron las macetas una por una de acuerdo a las combinaciones (ver cuadro 6), quedando 36 macetas con plástico claro, 36 con plástico oscuro y 36 sin plástico, tomando en cuenta las tres repeticiones por tratamiento. Para asegurar la cobertura se engrapó alrededor de la maceta para que quedara bien cubierta la su perficie del material edáfico, de ésta forma quedaron listas las macetas para la siembra.

#### 5.5.2. Siembra.

La variedad de cebada utilizada fué Cerro Prieto y la siembra se efectuó dos semanas después de haber incorporado los abonos, para evitar la competencia por los nutrimentos, entre los microorganismos que descomponen la MO y la germinación de la semilla. Además la descomposición de la MO libera ciertos ácidos que resultan perjudiciales para la semilla, por lo que es recomendable no sembrar inmediatamente después de haber adicionado abonos a un material edáfico.

Al momento de sembrar, se perforó la cobertura de plástico y se colocaron cinco semillas en cada una de las nueve perforaciones por maceta, quedando un total de 45 semillas, que posteriormente se aclararon a tres plantas por perforación, en total veintisiete por maceta.

Se presentó un problema de plaga conocido comúnmente como pulgón del follaje y también el pulgón de la espiga, no se identificaron las especies, pero se combatieron con malatión al 40% como lo indica la literatura<sup>#</sup>.

---

<sup>#</sup> Consúltense la obra "El cultivo de la cebada en el Valle de México", editado por la SARH, 1981.<sup>b</sup>

Por otro lado el cultivo también se vio afectado por un roedor, que tiró mucha espiga la cual ya no se pudo recuperar y los tratamientos que se vieron más afectados fueron los de suelo.

### 5.5.3. Riegos.

Para poder realizar los riegos fué necesario determinar la capacidad de campo (CC) y el punto de marchitez permanente (PMP) del tepetate y suelo por si solos y de éstos con cada uno de los abonos utilizados, con éste dato fué posible regar las macetas a su capacidad de campo, por diferencia de pesos y los riegos se realizaron cada tres o cuatro días.

### 5.5.4. Colecta de datos de invernadero.

Los datos que se registraron durante el trabajo de invernadero fueron los relativos al rendimiento del cultivo de la cebada, como grano por espiga, peso de grano por tratamiento y la materia seca.

### 5.6. Trabajo de Laboratorio.

La fase de trabajo de laboratorio consistió en analizar física y químicamente muestras de tepetate y suelo, antes y después de someterse a los efectos de T, I y C, las condiciones determinadas se enlistan en el cuadro 7.

### 5.7. Análisis Estadístico de Resultados.

Los resultados se analizaron estadísticamente con la ayuda del Análisis de Varianza (ANVA), y de la Pruebas de Tukey.

La técnica del ANVA consiste en separar de la variación total observada, las causas o factores parciales (Infante y Zárate, 1984).

La Prueba de Tukey es empleada para hacer todas las comparaciones posibles con X muestras (Reyes, 1982).

Con ayuda del Sistema de Análisis Estadístico (SAS), se procesaron los resultados en la computadora (Martínez, 1983).

Cuadro 7. Determinaciones físicas y químicas.

Condición	Método	Material	Referencia
Color	seco y húmedo	Tablas Munsell	a
Densidad real	picnómetro	picnómetro	b
Densidad aparente	parafina	balanza analítica	b
Distribución de material por diámetros	manual	serie de tamices	b
Estabilidad de agregados	en húmedo (Yoder)	tamices múltiples	c
Índice de contracción	desplazamiento de volumen	mercurio	c
Límites de Atterberg	pasta de saturación	casagrande	c
Textura	Bouyoucos mod. por Day	hidrómetro	b
Capacidad de campo	olla de presión	olla de presión	d
Punto de marchitez permanente	membrana de presión	membrana de presión	d
pH	extracto de saturación	potenciómetro	b
Materia orgánica	Walkley y Black	titulación	b
Nitrógeno total	microkjeldhal	titulación	d
Nitratos	ácido fenoldisulfónico	espectofotómetro	d
Conductividad eléctrica	extracto de saturación	punto de Wheatstone	d
Sodio y potasio solubles	extracto de saturación	flamómetro	b
Calcio y magnesio solubles	E D T A	titulación	b
Sodio y potasio intercambiables	acetato de amonio	flamómetro	e
Calcio y magnesio intercambiables	acetato de sodio	titulación	e
Capacidad de Intercambio Catiónico	acetato de sodio	titulación	e
Carbonatos y bicarbonatos	Warder ( $H_2SO_4$ )	titulación	e
Cloruros	Mohr ( $AgNO_3$ )	titulación	e
Sulfatos	turbidimétrico	espectofotómetro	e
Fosfatos	Olsen	espectofotómetro	e.

- Bibliografía:
- a = Tablas de color Munsell.
  - b = SRH (1975).
  - c = Bayer *et al.* (1973).
  - d = Manual de prácticas de laboratorio de la secc. de física de suelos
  - e = Ruiz y Ortega (1979)

## VI. ANALISIS Y DISCUSION DE RESULTADOS.

En base al análisis de varianza y con ayuda de las pruebas de Tukey de las condiciones físicas, químicas y de rendimiento, son analizadas y discutidas las fuentes de variación relativas a los efectos simples de las variables: material edáfico (M), uso del suelo (T), incorporación de abonos (I) y coberturas de plástico (C). Esto sirve de apoyo a la discusión de la interacción representativa, en la cual se conjuntan dichos efectos (MTIC), las otras interacciones no son tomadas en cuenta para la presente discusión a pesar de que sus pruebas estadísticas hayan resultado significativas.

Es conveniente recordar que la distribución de material por diámetros sólo se determinó en el tepetate, por lo que su discusión se basa en las fuentes de variación relativas a los efectos simples de las variables T, I, C y su respectiva interacción. De igual forma la discusión de las condiciones de rendimiento, se basa en las variables M, I, C y la interacción de éstas.

La discusión se hace conjuntando más de una condición, de acuerdo a su interés común, por ejemplo se agrupan la materia orgánica, nitrógeno total y nitratos, facilitando de ésta manera su análisis y discusión.

Cabe señalar que el orden presentado en los cuadros que muestran el resultado de las pruebas de Tukey, puede no corresponder a los mejores tratamientos, por lo que en cada discusión se aclara que es lo que se espera en los resultados.

En algunos casos es necesario utilizar las literales con las que se asignaron a cada una de las variables, a sus niveles y a la interacción, por lo que se remite al lector a la parte de materiales y métodos para su significado.

En la presente discusión se maneja como suelo normal aquel que presenta las condiciones adecuadas para el desarrollo de cualquier tipo de cultivo.

### 6.1. Distribución de Material por Diámetros.(D M D).

El interes en ésta condición física consistió en que aumentara la cantidad de agregados de los menores diámetros, principalmente los menores de 2.38 mm, disminuyendo consecuentemente los de mayor tamaño. Esto es importante porque al aumentar la cantidad de material fino, quiere decir que sí hubo cierto grado de interperismo físico en el tepetate. Un material edáfico compuesto de agregados pequeños proporciona un medio adecuado para el desarrollo de plantas, por las propiedades físicas, químicas y biológicas que son condicionadas por éste tamaño de agregados.

En el cuadro 2A se presentan los resultados para ésta condición y en el cuadro 3A su respectivo ANVA para cada uno de los diámetros que se utilizarón (50.8, 31.7, 22.2, 11.5, 4.76, 2.38 y 2.38 mm). Enseguida se discuten las fuentes de variación de interres.

#### Uso del suelo (T)

Los diámetros en los que tuvo significancia ésta variable fueron los de 50.8, 22.2 y <2.38 mm. Con respecto a los agregados menores de 2.38 mm de diámetro, que son los de mayor interés, se aprecia en el cuadro 8 que es el nivel con cultivo el que tiene mayor porcentaje de éstos y a su vez el de menor porcentaje de agregados en el diámetro de 50.8 mm, Ésto muestra la influencia del cultivo sobre la fracturación del tepetate, a través de la acción física que ejercen las raíces rompiendo los agregados de mayor tamaño.

Cuadro 8. Pruebas de Tukey para la distribución de material por diámetros (valores dados en %)

50.8 mm	31.7 mm	22.2 mm	11.5 mm	4,76 mm	2.38 mm	<2.38 mm
T $\bar{X}$						
2 0.47 a	2 12.67a	2 10.52 a	2 16.64	1 17.06 a	1 10.57a	1 29.91 a
1 1.67 b	1 16.34a	1 12.64 a	1 16.80	2 17.84 a	2 10.77a	2 31.92 b
DMS= 0.85%		DMS= 2.09 %				DMS= 4.05%

# Letras diferentes indican diferencias significativas.

### Incorporación de abonos (I).

Esta variable resultó no significativa en todos los diámetros excepto en el de 2.38 mm, y con respecto a los agregados menores de 2.38 mm se observa en el cuadro 9, que existe tendencia por parte del nivel 1 a presentar mayor porcentaje de éstos, lo cual se atribuye a que el estiércol por contener cantidades considerables de compuestos orgánicos de fácil descomposición incrementa la actividad biológica del material edáfico que a su vez modifica las condiciones físicas del mismo.

Cuadro 9. Pruebas de Tukey para la distribución de material por diámetros (valores dados en %).

50.8 mm	31.7 mm	22.2 mm	11.5 mm	4.76 mm	2.38 mm	<2.38 mm
I $\bar{X}$	T $\bar{X}$	T $\bar{X}$				
2 0.93 a	0 12.47 a	1 10.71 a	1 15.60 a	2 16.93 a	2 8.91 a	2 26.00 a
0 1.01 a	1 13.89 a	0 11.73 a	2 17.15 a	1 17.28 a	1 11.37 b	0 27.52 a
1 1.28 a	2 17.17 a	2 12.31 a	0 17.43 a	0 18.11 a	0 11.73 b	1 29.98 a
						DMS= 2.84 %

### Cobertura de plástico (C).

Resultó significativa en los agregados de 22.2, 4.76 y -2.38 mm de diámetro. En el cuadro 10, se ve que es el nivel 1 el que tiene mayor porcentaje de agregados menores de 2.38 mm debido a que el plástico transparente eleva considerablemente la temperatura del material que cubre, provocando la expansión de los agregados que al enfriarse se contraen ocasionando su ruptura, dándose de ésta manera el intemperismo físico del material edáfico.

Ortiz y Ortiz (1980), mencionan que el calentamiento y enfriamiento del material edáfico, produce desintegración de sus agregados, siendo esto uno de los procesos del intemperismo físico.

Cabe aclarar que a pesar de que el plástico claro, transparente, fué el que registró mayor cantidad de agregados menores de 2.38 mm estadísticamente dicha cantidad se considera igual a la que presentó el plástico obscuro.

Cuadro 10. Pruebas de Tukey para la distribución de material por diámetros (valores dados en %).

50.8 mm	31.7 mm	22.2 mm	11.5 mm	4.76 mm	2.38 mm	<2.38 mm
C	C	C	C	C	C	C
0 0.85 a	2 12.07 a	1 9.78 a	1 15.97 a	0 15.55 a	0 .9.23 a	0 23.96 a
1 1.14 a	1 13.71 a	2 10.19 a	2 16.35 a	1 17.95 ab	1 10.99 a	2 29.59 ab
2 1.23 a	0 17.80 a	0 14.88 b	0 17.85 a	2 18.84 b	2 11.79 a	1 30.56 b
		DMS= 5.38%		DMS= 15.55%		DMS= 10.44%

#### Interacción (TIC).

En los agregados de todos los diámetros, la interacción no fué significativa, lo que quiere decir que al conjuntarse los efectos simples de T, I y C se está dando un comportamiento similar en todos los tratamientos. El cuadro 4A muestra la comparación de medias aritméticas entre los tratamientos, para cada uno de los diámetros que se manejaron, en el se observa que el tratamiento 222 tiende a registrar el mayor porcentaje de agregados menores de 2.38 mm de diámetro, pero en general los tratamientos con nivel 2 de la variable T son los de mayor cantidad de agregados de éste tamaño, lo cual viene a confirmar el hecho de que las raíces disgregan el material edáfico, en éste caso rompen los agregados de tepetate.

Se dice que tanto el efecto del cultivo como el de la incorporación y de la cobertura, por si solos ayudan a la disgregación del tepetate, pero al conjuntarse éstos, incrementan el proceso de intemperización física, como se ve en el cuadro de resultados (Cuadro 2A), -- inicialmente no se contaba con agregados menores de 2.38 mm de diámetro, sin embargo después de someter el tepetate a los diferentes tratamientos se formó material de éste tamaño, habiendo tratamientos con cantidades considerables de agregados menores de 2.30 mm de diámetro.

## 6.2. Estabilidad de Agregados (E A) .

En ésta condición el interés consistió en encontrar, dentro de los tratamientos de tepetate, el de menor valor de E A, por la razón de que entre menor sea ésta menor será la resistencia de éste material a la disgregación, para dar lugar a la formación de suelo, ésto es lo contrario a lo que normalmente se evalúa con la determinación de la E A en un suelo normal.

Los resultados para ésta condición física se presentan en el cuadro 5A, tanto para el tepetate como para el suelo, así mismo en el cuadro 6A se encuentra su respectivo ANVA, enseguida se discuten las fuentes de variación de interés.

- M -

Esta fuente de variación resultó significativa en todos los diámetros excepto en el de 0.044 mm. El cuadro 11 muestra que en cuanto a los agregados de 1.41 mm de diámetro, el tepetate es el que registra mayor E A, lo cual se debe a que los agregados de éste tamaño son más duros y compactos en comparación con los de ese mismo tamaño en el suelo, por lo que presentan mayor resistencia a su ruptura, no así en los agregados de menor tamaño (1.00, 0.59, 0.10, 0.074 y 0.044 mm de diámetro) donde el suelo es el que registra mayor E A, debido a que aquí ya entran en acción las cargas eléctricas de los coloides inorgánicos, para el enlace entre las partículas y si se considera que el tepetate tiene menor contenido de arcilla era de esperar que tuviera menor E A que el suelo.

Teuscher y Adier (1982), señalan que dentro de las fuerzas y factores que producen agregación en un suelo, se encuentra la carga eléctrica de los coloides inorgánicos, especialmente la de los coloides arcillosos.

- T -

En el diámetro de 1.41 mm es donde solamente tuvo significancia ésta fuente de variación, lo que quiere decir que el desarrollo del cultivo sólo tiene influencia significativa en los agregados -

de mayor diámetro, en el resto de los agregados el efecto de los niveles 1 ó 2 sobre la E A no es significativo, pero puede decirse que existe tendencia por parte del nivel con cultivo a registrar menor E A (ver cuadro 11) porque aunque mínima su influencia si debilita al material edáfico facilitando su disgregación.

- I -

Al igual que la variable anteriormente discutida, ésta resultó significativa sólo en los agregados de 1.41 mm de diámetro. En el cuadro 11 se aprecia que la incorporación de estiércol o rastrojo, por si solos, no modifican de manera notable la E A del material edáfico, lo cual puede deberse a que el tiempo que transcurrió durante la experimentación no fué suficiente para que la materia orgánica se incorporara y de ésta forma contribuyera con coloides orgánicos a la estabilización de los agregados.

Ortiz y Ortiz (1980), señalan que la descomposición de la materia orgánica produce sustancias y aglutinantes microbianos que ayudan a estabilizar la estructura deseable del suelo.

Cuadro 11. Pruebas de Tukey para la estabilidad de agregados, de las variables probadas (valores dados en %).

Diámetros para la E A					
1.41 mm	1.00 mm	0.59 mm	0.10 mm	0.074 mm	0.044 mm
M $\bar{X}$	M $\bar{X}$	M $\bar{X}$	M $\bar{X}$	M $\bar{X}$	M $\bar{X}$
2 24.63 a	1 5.13 a	1 4.95 a	1 3.16 a	1 0.23 a	2 0.33 a
1 37.84 b	2 11.78 b	2 12.22 b	2 11.70 b	2 0.84 b	1 0.48 a
DMS= 5.55%	DMS= 3.13%	DMS= 2.38%	DMS= 3.60%	DMS= 0.57%	
T	T	T	T	T	T
2 26.24 a	1 6.99 a	2 7.70 a	2 5.94 a	2 0.38 a	1 0.30 a
1 36.23 b	2 9.92 a	1 9.46 a	1 8.92 a	1 0.70 a	2 0.50 a
DMS= 5.55%					
I	I	I	I	I	I
0 24.74 a	1 7.47 a	2 8.14 a	2 6.09 a	1 0.32 a	2 0.27 a
1 29.79 a	0 8.48 a	1 8.42 a	1 6.76 a	2 0.43 a	0 0.42 a
2 39.17 b	2 9.41 a	0 9.19 a	0 9.44 a	0 0.87 a	1 0.52 a
DMS= 8.16%					

- C -

En todos los diámetros resultó no significativa ésta variable.

Se aprécia en el cuadro 12, que los tres niveles para ésta variable se comportan estadísticamente igual, lo cual quiere decir que la cobertura de plástico por sí sola, no modifica de manera notable la E A de un material edáfico. Sin embargo, se dice que hay cierta tendencia por el nivel 1 a registrar menores valores de E A lo que en un momento dado se debe a las altas temperaturas que provoca el plástico claro, lo cual provoca ruptura en los agregados o al menos los debilita y los hace más fáciles de romper.

Cuadro 12. Comparación de medias aritméticas, para la estabilidad de agregados (valores dados en %).

1.41 mm		1.00 mm		Diámetros para la E A		0.59 mm		0.10 mm		0.074 mm		0.044 mm	
C	$\bar{X}$	C	$\bar{X}$	C	$\bar{X}$	C	$\bar{X}$	C	$\bar{X}$	C	$\bar{X}$	C	$\bar{X}$
1	27.68	0	6.72	1	7.56	2	6.77	1	0.31	0	0.23	0	0.23
2	30.25	1	9.16	0	8.45	1	7.67	0	0.32	2	0.41	2	0.41
0	35.76	2	9.49	2	9.73	0	7.85	2	0.98	1	0.56	1	0.56

- MTIC -

Al conjuntarse los efectos, simples de las cuatro variables -- probadas se están igualando efectos, ya que no sobresale algún tratamiento como el mejor en cuanto a su menor valor de E A. Sin embargo puede decirse que para los agregados de 1.41 mm de diámetro, en los cuales hay mayor interés en que se disgreguen, los tratamientos de tepetate que tienden a presentar menores valores de E A -- son el 1201, 1211 y 1212, tres tratamientos que tienen en común el efecto del cultivo y dos de ellos en común el efecto de la cobertura de plástico claro, esto reafirma lo discutido anteriormente en cada variable, de que a pesar de que dichos efectos no tienen una influencia destacada sobre la E A si ayudan a disminuir ésta condición física al debilitar los agregados a través de la acción física que ejercen las raíces y de las altas temperaturas que produce la cobertura con plástico claro, en el cuadro 7A se presenta la comparación de medias aritméticas que se hizo para la presente -- discusión.

### 6.3. Densidad Aparente (D A).

La densidad aparente, es otra de las condiciones físicas que se pretendió que mejorara en el tepetate, esto es que disminuirá su valor en comparación con el que presentó inicialmente, semejando al del suelo normal, donde los valores de D A son adecuados para el buen desarrollo de las plantas. Una D A baja en un material edáfico asegura una buena aireación, filtración, retención de humedad, penetración del sistema radical, etc.

La disminución de la D A en el tepetate, con respecto a la que presentó inicialmente, antes de someterse a los diferentes tratamientos, será señal de que se llevó a cabo cierto grado de intemperismo en dicho material edáfico, porque como lo mencionan Ortíz y Ortíz (1980), ésta condición física es un buen indicador del grado de intemperismo de un material, cuando se comparan los valores de D A de los horizontes superiores con el horizonte C.

Los resultados para ésta condición física se muestran en el cuadro 5A y en el cuadro 8A su respectivo ANVA, donde se observa que las fuentes de variación que presentaron significancia fueron las relativas a el M, a la I y a la MTIC, a continuación se discuten las de interés.

- M -

Como era de esperar ambos materiales edáficos se comportaron estadísticamente diferentes en cuanto a su valor de D A, siendo de 1.54 g/cc para el tepetate y de 1.22 g/cc para el suelo, lo que se atribuye principalmente a la génesis que ha tenido cada material, que ha sido muy diferente porque el tepetate ha estado sometido a un período de desarrollo más corto que el suelo, por lo que sus agregados son de mayor tamaño y con un número reducido de poros, la DMS que sirvió para la diferenciación estadística de los valores de D A fue de 0.02 g/cc.

- T -

Los dos niveles para ésta variable se comportan estadísticamente igual, teniendo el nivel 1 una D A igual a 1.37 g/cc y el nivel 2 igual a 1.38, lo que quiere decir que el hecho de someter el material edáfico al desarrollo del cultivo no va a disminuir más la D A de dicho material. Esto no concuerda con lo que señala la literatura, de que el cultivo tiene un efecto favorable sobre la DA del suelo por medio de las raíces que al descomponerse dejan conductos a través de los cuales penetra el agua y hay difusión de los gases. Sin embargo lo que influyó aquí fué el factor tiempo, debido a que sólo fueron cinco meses los que el material edáfico estuvo expuesto a el efecto del desarrollo de la cebada, período que puede considerarse corto como para haber obtenido resultados más notables. Aunque todo esto no va de acuerdo -- con lo que resultó en la distribución de material por diámetros, donde se dice que el cultivo si ayuda a disgregar el material edáfico y consecuentemente debería de tener menor D A éste nivel, ello puede haber sido cuestión de una falla en la técnica analítica en el momento de la determinación.

- I -

Los valores de D A para el nivel 0 y 1, de ésta variable, se consideran estadísticamente iguales. En el cuadro 13 se aprecia que es la incorporación de estiércol la que tiene preferencia ante la de rastrojo, para mejorar la D A, esto se debe a el estiércol propicia un aumento en la actividad biológica, del material edáfico, que modifica la estructura del mismo y aumenta el espacio poroso por medio de sus actividades.

La descomposición de los compuestos orgánicos que contiene el estiércol, aumenta la actividad biológica del suelo, la cual mejora la estructura y otras condiciones físicas (I A T E M, 1982).

Cuadro 13. Prueba de Tukey para la D A  
en g /cc.

I	$\bar{X}$	C	$\bar{X}$
1	1.35 a	1	1.37 a
0	1.36 a	2	1.37 a
2	1.43 b	0	1.39 a
DMS = 0.03 g/cc			

- C -

La cobertura de plástico que se utilizó como agente catalizador en el -- proceso de intemperización del tepetate, se comportó estadísticamente igual en sus tres niveles (ver cuadro 13), lo cual quiere decir que los plás<sup>ti</sup>cos no tienen una influencia notable en la disminución de la DA en el material edáfico, sin embargo en comparación con los valores que inicialmente se tenían si hubo disminución en la D A.

- MTIC -

Al conjuntarse los efectos simples de las variables en cuestión, se obtiene mejor respuesta por parte de los tratamientos de tepetate que tienden a disminuir su valor de D A con respecto a la inicial, y son el 1211, 1201 y 1212 los de menor valor de ésta propiedad y que se comportan estadísticamente igual que algunos tratamientos de suelo (ver cuadro 9A).

Los tres tratamientos de tepetate que se mencionaron tienen - en común el efecto del nivel 2 para la variable T y por un lado - dos de ellos tienen en común el nivel 1 para la variable I y por otro lado en común el nivel 1 para la variable C esto muestra que el comportamiento que se da al conjuntar los efectos simples es - favorable porque se complementan dichos efectos y ejercen una mayor influencia sobre el material edáfico.

En general los valores de D A en los tratamientos de tepetate si disminuyeron, lo que quiere decir que si hubo intemperismo en dicho material edáfico ocasionado por el efecto conjunto del cultivo, de las temperaturas provocadas por el plástico y de la incorporación de abonos orgánicos.

#### 6.4. Índice de Contracción (IC).

Para hacer que el tepetate mejore en sus condiciones físicas, el interés para ésta, consistió en que disminuyera su valor en comparación al que presentó inicialmente, porque valores bajos de IC - en un suelo indican condiciones favorables para el desarrollo de - vegetación, además que no se corre un alto riesgo de compactación del suelo cuando se presente un déficit de agua, poniendo en peligro el cultivo que se desarrolla sobre él. Bajos valores de IC en un suelo - facilitan las prácticas de labranza, mejorándose con ello otras -- condiciones del mismo.

En el cuadro 5A se muestran los resultados para ésta condición física y en el cuadro 8A su ANVA respectivo, en el que se aprecia que todas las fuentes de variación resultaron significativas y a continuación se discuten las de interés.

- M -

Es el tepetate el de menor IC y difiere ampliamente del valor que presenta el suelo, siendo respectivamente 10.80% y 29.98% ésto se debe principalmente al tipo textural que presenta cada material edáfico (ver cuadro 1A). Esto era de esperar puesto que las partículas de arcilla tienen una alta capacidad de retención de películas de agua y el IC es directamente proporcional al volumen de agua eliminada del material edáfico, por lo que dado el tipo -- textural del tepetate es que presenta menor valor de ésta condición en comparación con el que tienen el suelo, la DMS que determinó la diferencia estadística fué de 0.24%.

-T -

El tratamiento con nivel 2, para ésta variable, es el que registra menor valor de IC y estadísticamente se considera diferente al valor que presenta el nivel 1, los valores son 22.33% y 24.45% respectivamente con una DMS= 0.24%. Esto obedece a que las raíces -

del cultivo al penetrar entre los agregados van creando espacios donde se incrustan, evitando con ésto que el material se contraiga en un alto grado cuando se seque.

- I -

La adición de abonos orgánicos a un material edáfico es importante por que favorecen las condiciones de dicho material, una de ellas es que ayudan a reducir la compactación, por que al incorporarse entre los agregados evitan que entre éstos haya una gran -- cohesión. A pesar de que la MO tiene la propiedad de ligar las partículas en un suelo con poca cohesión, la unión que produce es menor a la producida por los compuestos minerales.

El cuadro 14, señala que entre los dos niveles, 1 y 2, no hay diferencia estadística en cuanto a su IC, pero en comparación con el nivel 0, ellos ofrecen mayores ventajas para reducir la compactación en un suelo.

- C -

Esta fuente de variación fué la única que resultó no significativa, lo cual quiere decir que los plásticos no influyen notablemente sobre ésta condición física, sin embargo puede verse en el cuadro 14 que hay cierta tendencia por parte de los niveles 1 y 2 a registrar menor valor de IC y se atribuye a las altas temperaturas que producen en el material, lo que ayuda a la descomposición de la MO que sí actúa de manera más directa sobre las condiciones físicas de dicho material, además es importante contemplar el factor tiempo que como ya se había señalado anteriormente fué corto por lo que no dió lugar a que los plásticos actuarán más eficientemente.

Cuadro 14. Prueba de Tukey para el IC (valores en %).

I	$\bar{x}$	C	$\bar{x}$
1	23.00 a	2	23.30 a
2	23.07 a	1	23.31 a
0	24.09 b	0	23.55 a
DMS = 0.36%			

- MTIC -

En el cuadro 9A, se aprecia de que entre los tratamientos de tepetate y los de suelo hay una clara división debida a sus valores de MTIC que resultaron estadísticamente diferentes, y son los de tepetate los que registran menores valores de ésta condición física.

Dentro de todos los tratamientos de tepetate seis son los de menor MTIC, considerandose estadísticamente iguales, cuatro de ellos tienen en común el nivel 2 de la variable T. Ésto viene a confirmar el hecho de que las raíces del cultivo ayudan a reducir la compactación del tepetate. En términos generales se puede decir que el efecto conjunto de las variables T, I y C ayudan notablemente a reducir el MTIC del tepetate porque los valores que se registraron al final de la experimentación sí son menores en comparación con el valor inicial, lo cual quiere decir que sí hubo participación de las coberturas de plástico como agentes catalizadores en los procesos de intemperismo, y que ésto se favoreció con la acción de los abonos orgánicos y el desarrollo del cultivo.

#### 6.5. Límites de Atterberg (líquido y plástico).

La determinación del límite líquido (LL) y del límite plástico (LP), es de gran utilidad para la identificación de suelos, además sus valores se utilizan directamente en las especificaciones para controlar los suelos a utilizar en terraplenes (Lambe y Whitman, 1981).

Baver et al. (1973), mencionan que los límites de Atterberg están considerados como un carácter de la arcilla y es el porcentaje de éstas partículas el que determina la superficie disponible para la adsorción de películas de agua. Por ésta razón el interés en ésta variable consistió en que aumentarían los valores de LL y LP en los tratamientos de tepetate con respecto a el que inicialmente presentó.

Los resultados de los límites aparecen en el cuadro 5A y su correspondiente ANVA se reporta en el cuadro 8A, a continuación se discuten las fuentes de variación de interés.

- M -

Como era de esperar los valores de LP y LL, para el tepetate y el suelo normal, resultaron ser estadísticamente diferentes, debido al contenido de arcilla de cada material edáfico. En el cuadro 15 se aprecia que es el suelo el de mayor valor para ambas condiciones físicas.

- T -

Mientras que para el LL no hay diferencia significativa entre los dos niveles (1 y 2) para ésta variable, en el LP si la hay, y es el nivel 1 el de mayor valor de ésta condición física (ver cuadro 15). Esto no concuerda con lo que se ha visto hasta el momento, de que el desarrollo del cultivo ejerce una acción física sobre el material edáfico que lo sostiene, a través de sus raíces y de sus aportes de MO, lo cual debería de aumentar el LL y LP, sin embargo ésto puede deberse a una falla en la técnica análítica.

- I -

Esta fuente de variación resultó significativa en ambas condiciones físicas y es el nivel 2 el que presenta mayores valores, tanto para el LL y el LP (ver cuadro 15). Esto obedece al hecho de que al incorporar rastrojo a un material edáfico, se incrementa su capacidad de adsorción y retención de agua, por la consistencia esponjosa que tiene éste abono, por lo que retarda la expansión de la humedad hacia las partículas de suelo y se requiere de una mayor cantidad de agua para lograr que dicho material edáfico se comporte como un fluido o bien para que pueda moldearse.

- C -

Tanto para el LP como para el LL la cobertura de plástico resultó significativa, y en cuanto a el LP el nivel 1 y 2 se comportan igual por un lado y por otro el nivel 2 y 0, mientras que para el LL se consideran igual los niveles 0 y 1 (ver cuadro 15); y es el nivel 2 el que registra el mayor valor en éste.

En general se puede decir que las coberturas son importantes como catalizadores en el proceso de intemperización de un material edáfico, porque al ayudar a la disgregación de éste se favorecen otras condiciones no solo físicas sino también químicas. Por ejemplo al disgregar el material edáfico aumenta la cantidad de agregados pequeños y consecuentemente la retención de humedad y las necesidades de agua para que pueda comportarse como un fluido o bien para poder moldearse.

Cuadro 15. Pruebas de Tukey para los límites de Atterberg de las variables probadas (valores dados en %).

L. PLÁSTICO	M	$\bar{X}$	T	$\bar{X}$	I	$\bar{X}$	C	$\bar{X}$
	2	37.46	a	1	34.34	a	2	34.84
1	29.50	b	2	32.62	b	1	33.78	b
						0	31.82	c
						0	32.90	b
	DMS = 0.52		DMS = 0.52		DMS = 0.77		DMS = 0.77	
L. LÍQUIDO	M	$\bar{X}$	T	$\bar{X}$	I	$\bar{X}$	C	$\bar{X}$
	2	49.93	a	2	43.74	a	2	44.53
1	37.27	b	1	43.46	b	1	43.35	b
						0	42.81	b
	DMS = 0.50				DMS = 0.74		DMS = 0.74	

- MTIC -

Al asociarse los efectos simples de las variables en cuestión, se observa en el cuadro 9A que para el LL todos los tratamientos se comportan estadísticamente igual, es decir que el efecto conjunto de las variables conduce a que el tepetate se comporte como el suelo en cuanto a su LL, mientras que para el LP el tratamiento de tepetate que más semeja su comportamiento al del suelo es el 1122, éste tratamiento muestra que no es necesario someter el tepetate al desarrollo del cultivo para que mejore su condición de LP pero que el aporte de MO y la cobertura de plástico, especialmente la incorporación de rastrojo y la cobertura oscura, son necesarias si se quiere mejorar ésta condición. En términos generales tanto el LL como el LP si aumentaron en el tepetate con respecto a su valor inicial y esto es favorable para los objetivos del presente trabajo.

## 6.6.pH.

El pH es una de las condiciones que más comúnmente se evalúan en un material edáfico, por la influencia que tiene sobre algunas condiciones físicas, químicas y biológicas. Son varios los autores que señalan la importancia de ésta determinación, por el papel que desempeña en diferentes procesos, por ejemplo: la descomposición de materia orgánica, la disponibilidad de algunos nutrimentos y la actividad biológica, que normalmente son mayores a valores de pH ligeramente básicos.

Cajuste (1977), expresa que el valor de pH es un índice de intemperización, porque durante este proceso se liberan ciertos compuestos que imparten carácter básico al material edáfico.

Por las razones antes expuestas y considerando que el cultivo de la cebada se desarrolla mejor en un rango de pH de 6.5 a 8.0, el interés para el pH consistió en elegir los tratamientos de tepetate, cuyos valores oscilen entre ese rango.

Los resultados para esta condición se presentan en el cuadro 10A para el tepetate y suelo, y en el cuadro 11A su correspondiente ANVA.

- M -

Esta fuente de variación resultó significativa y la diferencia en el valor de pH, entre los dos niveles, se atribuye a la diferente composición química de cada material edáfico, aunque era de esperar que el suelo tuviera menor pH por contener mayor porcentaje de MO no fué así, sin embargo, los dos valores de pH están dentro del rango necesario para el desarrollo del cultivo.

Teuscher (1982), señala que desde un punto de vista agronómico, el pH que presentaron el tepetate y el suelo se consideran como alcalinos, siendo éstos respectivamente 7.44 y 7.66 con una DMS igual a 0.06 .

- T -

El nivel 2 para ésta fuente de variación es el que registró mayor valor de pH y estadísticamente es diferente al valor del nivel 1, siendo respectivamente 7.89 y 7.21 con una DMS igual a 0.06 lo cual se debe a que las raíces del cultivo liberan  $\text{CO}_2$  a la atmósfera del material edáfico, combinándose con algunas bases contenidas en la solución del mismo, formando carbonatos y bicarbonatos lo que imparte cierto carácter básico al material.

- I -

Los niveles 1 y 2 para ésta variable se comportaron estadísticamente igual en cuanto a su valor de pH ( ver cuadro 16 ), y tienen mayor valor que el nivel 0, esto obedece al hecho de que la descomposición de la MO libera  $\text{CO}_2$  a la atmósfera del suelo, el cual se combina con las bases contenidas en la solución del mismo produciendo  $\text{CO}_3$  y  $\text{HCO}_3$  lo que hace que dicho material edáfico adquiera basicidad.

- C -

No existen diferencia estadística entre los tres niveles de esta variable (ver cuadro 16), esto significa que la cobertura por sí sola no tiene un efecto significativo en el pH del suelo.

Cuadro 16. Prueba de Tukey para el pH.

I	$\bar{X}$	C	$\bar{X}$
1	7.72 a	0	7.60 a
2	7.65 a	1	7.53 a
0	7.28 b	2	7.52 a

DMS = 0.09

- MTIC -

Al asociarse los efectos simples de las cuatro variables se está dando un comportamiento igual en todos los tratamientos, tanto de tepetate como de suelo, y el pH de todos ellos está dentro del rango que se presentó como el más adecuado para el desarrollo del cultivo de la cebada. En general el valor de pH que presentó inicialmente el tepetate si se incrementó lo que indica que si hubo intemperismo en dicho material edáfico, porque como lo señala Cajuste (1977), los productos del intemperismo de un material edáfico imparten una reacción alcalina a la solución de dicho material, la presente discusión se basó en el cuadro 12A.

#### 6.7. Materia orgánica (MO), Nitrógeno total ( $N_t$ ) y Nitratos ( $NO_3$ ).

Tanto la MO, el  $N_t$  y los  $NO_3$  juegan un papel importante en cualquier material edáfico, principalmente por la fuente de nutrientes que representan para el desarrollo de plantas. En particular la materia orgánica condiciona algunas propiedades físicas, químicas y biológicas del material edáfico, entre las que pueden citarse el color, la agregación, reduce la cohesión, aumenta la capacidad de retención de humedad, incrementa la CIC, favorece la disponibilidad de algunos nutrimentos, incrementa la actividad microbiana, regula el pH, etc. (Fassbender, 1975).

Dada la importancia que revisten la MO, el  $N_t$  y los  $NO_3$ , se espera que las cantidades de éstas condiciones aumenten en el tepetate, ya que en un principio no se contaba con cantidad alguna. Por lo que al someterse al efecto de T, I y C deben de presentarse aunque sea en mínimas cantidades.

Los resultados para éstas condiciones se encuentran en el cuadro 10A y su respectivo ANVA en el cuadro 11A.

- M -

Como era de esperar el tepetate contiene menor porcentaje de MO y  $N_t$  en comparación con el suelo, esto se debe a que el suelo se ha sometido por períodos de tiempo más largo, a la incorporación

de abonos y a los aportes de MO, por los cultivos que se desarrollan sobre él. Con respecto a los nitratos las cantidades que se registran en ambos niveles se consideran estadísticamente iguales, lo cual se atribuye a que como son cantidades muy pequeñas no se alcanza a distinguir la diferencia, o tal vez se deba a una falla en la técnica analítica (ver cuadro 17).

- T -

Los dos niveles de esta variable se comportaron estadísticamente igual en cuanto a los  $\text{NO}_3$ , mientras que para la MO es el nivel 1 el de mayor porcentaje, inversamente a lo que ocurre en el  $\text{N}_t$ , el comportamiento es diferente en las tres condiciones en cuestión, lo que quiere decir que el hecho de someter un material edáfico al desarrollo de un cultivo no incrementa la cantidad de MO contenida en él, lo cual no concuerda con lo que dice la literatura, sin embargo esto puede deberse a lo que menciona, Millar *et al.* (1981), de que cuando un terreno no ha sido sometido al desarrollo de cultivos y se le somete, hay una disminución rápida en el contenido de MO, pero que esto no continúa de un modo indefinido, la presente discusión se baso en el cuadro 17.

- I -

Los tres niveles para esta variable tienen valores diferentes en cuanto a MO y  $\text{N}_t$ , mientras que para los  $\text{NO}_3$  el nivel 1 y 2 se consideran estadísticamente igual (ver cuadro 17).

En cuanto a la MO y el  $\text{N}_t$  es el estiércol el que presenta mayor porcentaje debido a que este abono se descompone más rápidamente que el rastrojo, por lo que su incorporación al material edáfico es más pronta, aumentando de esta manera el contenido de éstos en dicho material. En cuanto a los  $\text{NO}_3$ , el estiércol es el que presenta menor cantidad, lo cual se debe a que el nitrógeno se encuentra principalmente en forma amoniacal.

Teuscher y Adler (1982), mencionan que el contenido de MO en un material edáfico, no depende de la cantidad de abono agregada, sino de las condiciones climáticas, que influyen en la velocidad de descomposición e incorporación de éste.

- C -

En las tres condiciones en cuestión, resultó significativa ésta fuente de variación. En el cuadro 17 se aprecia que el plástico sí tiene influencia en el incremento de la MO,  $N_t$  y  $NO_3^-$ . Es el nivel 2 el que presenta mayor cantidad de MO y  $NO_3^-$  lo cual se explica con el hecho de que la cobertura de plástico obscuro tiene la propiedad de conservar la humedad, lo que ayuda al proceso de descomposición e incorporación de MO.

Millar et al. (1981), señala que si se incrementa la humedad en un material edáfico y se conservan constantes la temperatura y algunas otras condiciones, el contenido de MO se incrementa en dicho material.

Cuadro 17. Pruebas de Tukey para la MO,  $N_t$  y  $NO_3^-$  de las variables probadas...

MO en %		$N_t$ en %		$NO_3^- \times 10^2$ en. mq/l	
M	$\bar{X}$	M	$\bar{X}$	M	$\bar{X}$
2	3.32 a	2	0.16 a	1	3.12 a
1	1.11 b	1	0.04 b	2	3.06 a
DMS= 0.05%		DMS= 0.003%			
T		T		T	
1	2.40 a	2	0.10 a	1	3.29 a
2	2.02 b	1	0.09 b	2	2.88 a
DMS= 0.05%		DMS= 0.003%			
I		I		I	
1	2.64 a	1	0.12 a	0	4.31 a
2	2.52 b	2	0.11 b	2	2.50 b
0	1.49 c	0	0.07 c	1	2.46 b
DMS= 0.07%		DMS= 0.005%		DMS= 0.92 mq/l	
C		C		C	
2	2.31 a	1	0.10 a	2	3.91 a
0	2.19 b	2	0.10 a	0	2.74 b
1	2.14 b	0	0.09 b	1	2.62 b
DMS= 0.07%		DMS= 0.005%		DMS= 0.92 mq/l	

- MTIC -

Las tres condiciones en cuestión tienen un comportamiento diferente para esta fuente de variación, que resultó significativa.

En el cuadro 12A se observa que para la MO el tratamiento de tepetate que presentó mayor cantidad fue el 1122, mientras que para el  $N_t$  fue el 1222 y para los  $NO_3$  el 1202, lo cual quiere decir que al conjuntarse los efectos simples de las cuatro variables el comportamiento de los tratamientos es muy diferente en cada una de las condiciones, sin embargo los tratamientos que se mencionaron muestran que tanto la incorporación de abonos en su nivel 2, como la cobertura de plástico también en el nivel 2 son importantes para que el tepetate mejore sus condiciones de MO,  $N_t$  y  $NO_3$ .

En general puede decirse que después de someter el tepetate a los diferentes tratamientos, se está dando lugar a que haya una acumulación de MO y consecuentemente de  $N_t$  y  $NO_3$  en dicho material edáfico, lo cual es favorable para los objetivos del presente trabajo ya que como lo menciona García (1960), la deficiencia de MO en el tepetate es la principal diferencia entre éste y un suelo normal.

#### 6.8. Cationes Solubles (Na, K, Ca y Mg).

La determinación de los cationes solubles en la solución del suelo, es importante porque ellos representan la fuente de nutrientes para las plantas.

La mayoría de los nutrientes se encuentran en los minerales y materiales orgánicos en una forma que no pueden ser asimilados por las plantas, por lo que el intemperismo de los minerales y la descomposición de la MO los deja disponibles en la solución del suelo. Por la importancia que tienen éstos cationes tanto por la fuente de nutrientes que representan, como por la ayuda que en un momento dado pudieran brindar en la disgregación del tepetate, particularmente el contenido de Na, el interés consistió en que las cantidades de éstos elementos aumenten, acercándose a las cantidades contenidas en la solución de un suelo normal.

En los cuadros 10A y 13A se presentan los resultados y el -- ANVA correspondientes a la presente discusión.

- M -

Esta variable resultó significativa en los cuatro cationes, y en cuanto al K, Ca y Mg es el suelo el que posee mayor cantidad, esto se debe al contenido de MO de cada material edáfico, que como ya se vió es mayor en el suelo lo cual hace que la solución de éste tenga mayor cantidad de éstos elementos. Mientras que para el Na el tepetate es el de mayor contenido y esto resulta favorable para los objetivos del presente, porque éste elemento se considera que es un buen agente dispersante y ello va ayudar a que dicho material edáfico se disgrege más fácilmente. (ver cuadro 18).

Gavande (1972), señala que los compuestos de sodio como el hexametáfosfato de sodio, hidróxido de sodio, carbonato de sodio, etc., son buenos agentes dispersantes que normalmente se utilizan en la determinación de partículas sólidas de un material edáfico.

En general las cantidades de Na, K, Ca y Mg solubles sí aumentaron en el tepetate, en comparación con las que presentó inicialmente (ver cuadro 10A), lo cual quiere decir que el intemperismo que se produjo en dicho material, liberó éstos cationes de la fracción mineral dejándolos disponibles para las plantas en la solución de éste.

- T -

Solamente en el Ca no resultó significativa ésta variable, pero en los otros tres cationes sí, y fué el nivel 2 el de menor cantidad en éstos, lo cual se atribuye a que el cultivo para su desarrollo requirió de esos elementos y los obtuvo de la solución del material edáfico, disminuyendo consecuentemente en dicho material. (ver cuadro 19).

Cuadro 18.. Pruebas de Tukey para los cationes solubles.

Sodio		Potasio	Calcio	Magnesio	
		(contenidos			
		en mq/1)			
M	$\bar{X}$	M	$\bar{X}$	M	$\bar{X}$
1	12.86 a	2	6.36 a	2	4.07 a
2	9.78 b	1	1.82 b	1	3.26 b
DMS= 0.09 mq/1		DMS= 0.05 mq/1		DMS= 0.11 mq/1	
				DMS= 0.10 mq/1	

Cuadro 19. Pruebas de Tukey para los cationes solubles (en mg/l).

Sodio			Potasio			Calcio			Magnesio		
T	X		T	X		T	X		T	X	
1	12.19	a	1	4.53	a	2	4.24	a	1	4.15	a
2	10.45	b	2	3.65	b	1	5.14	a	2	3.18	b
DMS= 0.09mg/l			DMS= 0.05mg/l						DMS= 0.10mg/l		
I			I			I			I		
2	13.48	a	2	6.50	a	2	6.35	a	2	4.75	a
1	11.14	b	1	3.15	b	0	4.69	b	0	3.22	b
0	9.35	c	0	2.61	c	1	4.51	c	1	3.03	c
DMS= 0.14mg/l			DMS= 0.07mg/l			DMS= 0.16mg/l			DMS= 0.14mg/l		
C			C			C			C		
2	11.89	a	2	4.38	a	0	5.28	a	0	3.92	a
1	11.45	b	1	4.17	b	1	5.19	ab	1	3.61	b
0	10.63	c	0	3.72	c	2	5.09	b	2	3.48	b
DMS= 0.14mg/l			DMS= 0.07mg/l			DMS= 0.16mg/l			DMS= 0.14mg/l		

- I -

Estadísticamente los tres niveles para esta variable se consideran diferentes, en cuanto a sus contenidos de los cuatro cationes en cuestión. Pero es el nivel 2 el que registra mayores contenidos de todos ellos, lo cual se debe a que el rastrojo, como residuo vegetal que es, contiene estos elementos que en un momento también necesito para su desarrollo y que al ser adicionado al material edáfico reintegra dichos nutrimentos. Además de acuerdo a los cuadros 3 y 4 es el rastrojo el que contiene mayor cantidad de algunos nutrimentos en comparación con el estiércol.

- C -

En los cuatro elementos resultó significativa esta variable, pero el comportamiento de los tres niveles fué diferente, es decir que para el Na y K el nivel 2 es el que presenta mayor cantidad de éstos en tanto que para el Ca y Mg es el nivel 0, lo cual quiere decir que las ventajas que ofrece la cobertura de plástico obscuro, en cuanto a humedad y temperatura, ayuda más a la liberación de Na y K de la parte mineral, que de Ca y Mg donde el nivel 0 es el que registra mayores cantidades (ver cuadro 19).

## - MTIC -

Esta fuente de variación resultó significativa en los cuatro cationes en cuestión.

Los tratamientos que componen dicha fuente de variación tienen un comportamiento diferente, es decir que al asociarse los efectos simples de las cuatro variables, MTIC, la respuesta que se obtiene en cada uno de los cationes es distinta, por ejemplo para el Na y K, el tratamiento de tepetate que contiene mayor cantidad de éstos elementos es el 1122 y para el Ca y Mg es el 1121 (ver cuadro 14A).

Los cuatro tratamientos señalados tienen en común el nivel 1 para la variable T y el nivel 2 para la variable I, en tanto que para la variable C es indistinto el efecto del nivel 1 ó 2, esto reafirma el hecho de que es el rastrojo el mejor abono para incrementar la cantidad de éstos nutrimentos en el tepetate y que éste efecto se favorece con el uso de coberturas de plástico las cuales ayudan a que la MO de descomponga y se incorpore a dicho material edáfico y que al actuar como catalizadores en el proceso de intemperización ayudan a liberar éstos y otros elementos dejándolos disponibles para las plantas en la solución del tepetate.

Como se ve en el cuadro de resultados (cuadro 10A), las cantidades de Na, K, Ca y Mg en el tepetate si aumentaron en relación a las que tenía inicialmente, lo que es señal de que si hubo intemperismo en el material.

### 6.9. Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC) y Cationes Intercambiables (Na, K, Ca y Mg).

La determinación de la CIC y de los cationes intercambiables en un material edáfico, es de gran importancia, por la reserva nutricional que representan, es decir, los cationes intercambiables reabastecen las bases que son eliminadas de la solución de dicho material. Por ésta razón, en un análisis de suelos es básica la determinación de éstas condiciones químicas, particularmente en el presente trabajo donde el interés consistió en que se incrementaran las cantidades de los cationes intercambiables y consecuentemente la CIC semejándose a las que presentó el suelo, que se tuvo como referencia.

Teuscher (1982), dice que un suelo con alta CIC, indica que está dotado con la clase adecuada de coloides, que pueden absorber o intercambiar los cationes requeridos en forma de elementos nutritivos.

En el cuadro 15A se muestran los resultados para éstas condiciones y en el cuadro 16A aparece su ANVA correspondiente.

- M -

Como era de esperar el tepetate fué el que presentó menor CIC, lo cual se debe a que por contener una menor superficie de exposición por unidad de peso, tiene menor cantidad de cargas eléctricas disponibles para el intercambio cátonico, además que su contenido de MO es menor. Ortíz y Ortíz (1980), dicen que las arcillas tienen una superficie específica grande y por lo tanto mayor número de cargas eléctricas disponibles para el intercambio de cationes.

Con respecto al Na y K intercambiables, las cantidades mayores corresponden al tepetate, mientras que de Ca y Mg corresponden al suelo los mayores contenidos, éste puede deberse a que algunas veces la adsorción de un catión está determinada por la cantidad de otro catión, el cual interfiere en su proceso de intercambio.

Millar et al. (1981), dice que algunas veces las deficiencias de K, son causadas por un alto contenido de Ca o Mg.

- T -

Esta variable resultó significativa en la CIC, en el Na y en el Mg, y es en éste último donde el nivel 1 es el que registra mayor cantidad, porque en el Na y en la CIC es el nivel 2, e igualmente el el K y Ca, que a pesar de que no resultaron significativos, existe tendencia por parte de éste nivel a registrar mayores cantidades. Esto se atribuye a que el cultivo por medio de sus aportes de raíces y hojas al material edáfico, contribuye con coloides orgánicos para aumentar la cantidad de los cationes intercambiables y consecuentemente la CIC (ver cuadro 20').

Cuadro 20. Pruebas de Tukey para la CIC y los cationes intercambiables, de las variables probadas.

CIC	Na	K	Ca	Mg					
(contenidos en mq/100 g de Suelo)									
M	$\bar{X}$	M	$\bar{X}$	M	$\bar{X}$	M	$\bar{X}$	M	$\bar{X}$
2	34.35 a	1	3.58 a	1	2.28 a	2	19.17 a	2	8.68 a
1	23.94 b	2	3.32 b	2	1.36 b	1	9.10 b	1	7.62 b
DMS=	0.21 mq	DMS=	0.03 mq	DMS=	0.02 mq	DMS=	0.71 mq	DMS=	0.12 mq
T	100g de S	T	100g de S	T	100g de S	T	100g de S	T	100g de S
2	29.42 a	2	3.78 a	2	1.83 a	2	14.29 a	1	8.50 a
1	28.86 b	1	3.12 b	1	1.81 a	1	13.98 a	2	7.80 b
DMS=	0.21 mq	DMS=	0.03 mq					DMS=	0.12 mq
I	100g de S	I	100g de S	I	100g de S	I	100g de S	I	100g de S
1	29.74 a	2	3.55 a	2	2.31 a	1	14.73 a	1	8.60 a
2	29.19 b	0	3.51 a	1	1.81 b	2	13.90 a	2	8.17 b
0	28.49 c	1	3.28 b	0	1.35 c	0	13.78 a	0	7.68 c
DMS=	0.30 mq	DMS=	0.05 mq	DMS=	0.03 mq			DMS=	0.17 mq
C	100g de S	C	100g de S	C	100g de S	C	100g de S	C	100g de S
0	29.39 a	2	3.50 a	2	1.91 a	0	14.26 a	1	8.19 a
2	29.09 b	1	3.47 a	1	1.82 b	2	14.21 a	2	8.18 a
1	28.94 b	0	3.37 b	0	1.74 c	1	13.94 a	0	8.08 a
DMS=	0.30 mq	DMS=	0.05 mq	DMS=	0.03 mq				
	100g de S		100g de S		100g de S				

- I -

Esta fuente de variación solo resultó no significativa en el Ca. En el cuadro 20 se observa que en cuanto a la CIC y al Mg, es el nivel 1 el que presenta mayor cantidad, en tanto que para el Na y el K es el nivel 2, independientemente del tipo de abono orgánico que se adicione a un material edáfico, es visible la influencia de éstos en el proceso de intemperización de dicho material, que incrementan las cantidades de los cationes intercambiables y consecuentemente de la CIC.

Ortiz y Ortiz (1980), señalan que un abonado produce cambios en la concentración de los cationes en la solución del suelo y en los coloides del mismo y dependiendo de los cationes contenidos -

en el abono, serán los cationes que aumenten en dicho material, - por ejemplo: la aplicación de K como fertilizante aumenta la cantidad de K intercambiable y la cantidad de Ca, Mg y K solubles.

- C -

En Ca y Mg ésta fuente de variación no fué significativa, es decir, que indistintamente del uso de coberturas de plástico no es determinante en los contenidos de éstos elementos en un material edáfico.

En términos generales la cobertura de plástico no tiene efectos notables en el aumento de la CIC, del Ca y del Mg en un material edáfico, pero para el Na y K sí influye (ver cuadro 20).

Ortiz y Ortiz (1980), mencionan que en condiciones naturales la temperatura tiene poca influencia sobre la CIC, pero si esas temperaturas se inducen a que sean altas, se pueden producir cambios significativos ya sea aumentando o disminuyendo la CIC, dependiendo de la naturaleza del mineral.

- MTIC -

La interacción fué significativa en todas las condiciones en cuestión, excepto en el Ca, lo que quiere decir que al conjuntarse los efectos simples de MTIC, se está logrando que el tepetate se comporte como un suelo, en cuanto a su contenido de Ca intercambiable.

Como se ve en el cuadro 17A, el comportamiento de los tratamientos de tepetate y suelo, es diferente en cada una de las condiciones en cuestión, pero se puede decir que tanto la incorporación de abonos orgánicos en su nivel 1 ó 2, y la cobertura con plástico en su nivel 1 ó 2, son efectos que al conjuntarse ayudan a que las cantidades de cationes intercambiables aumenten y por ende también aumenta la CIC, semejando el tepetate su comportamiento al de un suelo normal, aunque no hay que perder de vista que son varios los factores que determinan la CIC en un material edáfico, como el tipo textural, la composición mineralógica, y otros.

#### 6.10. Aniones solubles ( $\text{CO}_3$ , $\text{HCO}_3$ , $\text{Cl}$ y $\text{SO}_4$ ).

Al igual que los elementos discutidos anteriormente, éstos aniones representan una fuente de nutrimentos para las plantas, no como tales sino por los compuestos que forman, como el  $\text{CaCO}_3$ ,  $\text{NaHCO}_3$ ,  $\text{K}_2\text{SO}_4$ , etc.

El interés en éstos aniones, también consistió en que aumentara su cantidad en el tepetate, porque al aumentar el contenido de  $\text{CO}_3$  ó  $\text{HCO}_3$  es señal de que se llevó a cabo el intemperismo en dicho material, tomando en cuenta que la carbonatación es uno de los procesos químicos de intemperismo más efectivos, que descomponen los minerales contenidos en el material edáfico.

Los resultados se reportan en el cuadro 15A y su ANVA correspondiente aparece en el cuadro 18A.

- M -

Para los  $\text{HCO}_3$  y  $\text{Cl}$ , ésta variable resultó significativa. En el cuadro 21 se ve que a excepción de los  $\text{HCO}_3$ , el nivel 1 es el que tiende a presentar mayor contenido de  $\text{CO}_3$ ,  $\text{Cl}$  y  $\text{SO}_4$ , lo cual es señal de que sí se produjo intemperismo en el tepetate y que éste dio lugar a que aumentaran las cantidades de éstos aniones, o de los compuestos que forman, en comparación con las que inicialmente se encontraban contenidas en el tepetate.

- T -

Esta variable no fué significativa en los  $\text{SO}_4$ , lo cual quiere decir que el hecho de someter el material edáfico al desarrollo de un cultivo no altera el contenido de éstos en él. Pero en cuanto a los  $\text{Cl}$ ,  $\text{CO}_3$  y  $\text{HCO}_3$  sí influye el cultivo, siendo menor las cantidades de  $\text{HCO}_3$  y  $\text{Cl}$  en los tratamientos con nivel 2, contrariamente a lo que ocurre en los  $\text{CO}_3$  donde éste nivel es el de mayor contenido (ver cuadro 21), ello se debe a que durante la estancia, mejor dicho durante el desarrollo del cultivo, se produjo  $\text{CO}_2$  que se li-

beraba a través de las raíces hacia la atmósfera del suelo, donde se combinaba con las bases contenidas en la solución y formaba -- compuestos de  $\text{CO}_3$ , si se recuerda el pH que presentó el nivel 2, fué mayor que el del nivel 1, lo cual concuerda con el mayor contenido de carbonatos en el tratamiento que se sometió al desarrollo del cultivo.

- I -

Al igual que en la variable M, ésta fuente de variación resultó significativa en los  $\text{HCO}_3$  y en los Cl.

En el cuadro 21 se aprecia que es el nivel 2 el que tiende a contener mayor cantidad de  $\text{CO}_3$ ,  $\text{HCO}_3$  y Cl, y como éstos son productos del intemperismo, quiere decir que el rastrojo favorece -- más que el estiércol, a el intemperismo del material edáfico. Esto puede deberse a que durante la descomposición del rastrojo se liberaron mayores cantidades de  $\text{CO}_2$  en comparación con las que se pudieron liberar en la descomposición del estiércol, por lo que se dió un mayor proceso de carbonatación en el material edáfico -- que tuvo incorporación de rastrojo.

- C -

Solamente en los Cl tuvo significancia ésta variable, en tanto que para los  $\text{CO}_3$ ,  $\text{HCO}_3$  y  $\text{SO}_4$  los tres niveles para ésta variable, se comportaron estadísticamente igual. Sin embargo, el nivel 2 tiende a registrar mayor cantidad de  $\text{CO}_3$  y de Cl porque al conservar la humedad en el material edáfico, favorece el proceso de formación de compuestos de  $\text{CO}_3$  y de Cl.

- MTIC -

La interacción MTIC fué no significativa solamente en los --  $\text{CO}_3$ , lo que quiere decir que en cuanto a éste compuesto, todos los tratamientos, tanto de tepetate como de suelo siguen un mismo comportamiento debido a que al conjuntarse los efectos simples de MTIC hay una igualdad de acciones, es decir, que no hay un efecto dominante que distinga a un tratamiento como el de mayor contenido en-

cuanto a carbonatos, (ver cuadro 19A).

Para los  $\text{HCO}_3$  y los Cl, los tratamientos de tepetate con mayor contenido son el 1121 y 1122 respectivamente, ambos tienen en común el nivel 2 de la variable T, lo cual reafirma lo dicho anteriormente, cuando se discutió el efecto de la variable T por sí sola.

Todos los tratamientos de tepetate sí registraron un aumento en su contenido de  $\text{CO}_3$ ,  $\text{HCO}_3$ , Cl y  $\text{SO}_4$ , lo cual quiere decir que en dicho material edáfico sí hubo intemperismo, y aunque no es posible presentar un solo tratamiento como el más recomendable para todos los aniones, sí es importante señalar que la incorporación de rastrojo fue la que mejores resultados dio y que la cobertura de plástico también es importante independientemente de su color.

Cuadro 20, Prueba de Tukey para los aniones ( $\text{CO}_3$ ,  $\text{HCO}_3$ , Cl y  $\text{SO}_4$ ), de las variables probadas.

$\text{CO}_3$		$\text{HCO}_3$		Cl		$\text{SO}_4 \times 10^{-2}$	
(contenidos en mg/l)							
M	$\bar{X}$	M	$\bar{X}$	M	$\bar{X}$	M	$\bar{X}$
1	0.63 a	2	5.41 a	1	4.95 a	1	0.84 a
2	0.60 a	1	4.96 b	2	4.61 b	2	0.81 a
		DMS= 0.27 mg/l		DMS= 0.09 mg/l			
T		T		T		T	
2	0.81 a	1	5.74 a	1	5.38 a	2	0.84 a
1	0.39 b	2	4.63 b	2	4.18 b	1	0.81 a
DMS= 0.09 mg/l		DMS= 0.27 mg/l		DMS= 0.09 mg/l			
I		I		I		I	
2	0.64 a	2	5.59 a	2	7.80 a	0	0.90 a
1	0.61 a	1	5.38 a	1	3.36 b	2	0.84 a
0	0.55 a	0	4.58 b	0	3.19 c	1	0.73 a
		DMS= 0.39 mg/l		DMS= 0.13 mg/l			
C		C		C		C	
2	0.65 a	1	5.24 a	2	5.28 a	0	0.91 a
1	0.61 a	0	5.16 a	0	4.74 b	1	0.78 a
0	0.54 a	2	5.15 a	1	4.32 c	2	0.78 a
				DMS= 0.13 mg/l			

### 6.11. Conductividad Eléctrica (CE).

La CE de un material edáfico constituye un valioso dato, porque da una idea del contenido de sales en la solución de dicho material. Conociendo la CE de un suelo es posible detectar cuando -- hay problemas de salinidad en él, es decir, con éste dato puede conocerse si un suelo es salino, salino-sódico o sódico, lo cual es bien importante para establecer si en ese suelo se desarrollara -- sin problemas determinado cultivo.

Se considera que suelos con valores de CE mayores a 4 milimhos presentan serios problemas de sales, lo cual no es favorable <sup>-cm</sup> para el desarrollo de la mayoría de las plantas.

Esta condición química se encuentra relacionada con los contenidos de Na y de aniones solubles. En el presente trabajo, la determinación de ésta condición química se hizo con el propósito de conocer si existían problemas de salinidad en el tepetate.

Los resultados se reportan en el cuadro 15A, y en el cuadro 18A su respectivo ANVA, en el que se ve que todas las fuentes de variación resultaron significativas, excepto la interacción M T, en seguida se discuten las de interés.

- M -

En cuanto a ésta variable, el nivel 1 fué el que registró mayor valor de CE, lo que se explica por los contenidos de CO<sub>3</sub> y Cl que se presentan en el tepetate (ver cuadro 21), y más aún por el contenido de Na soluble que fué mayor en dicho material edáfico (ver cuadro 18). De acuerdo a los valores de CE en el nivel 1 y 2, que son 2.01 y 1.81 milimhos/cm respectivamente, ninguno de los materiales tienen problemas de salinidad, la DMS que marco la significancia fué de 0.02 milimhos/cm.

- T -

El nivel 1 para ésta variable tuvo mayor valor de CE que el nivel 2 y fueron de 208 y 1.81 milimhos/cm, respectivamente, lo cual

se atribuye al contenido de Na soluble, que es mayor en los tratamientos sin cultivo, además las cantidades de  $\text{HCO}_3$  y Cl también son mayores en éste nivel (ver cuadros 19 y 21).

- I -

En cuanto a la incorporación se observa en el cuadro 22, que es el nivel 2 el de mayor valor de CE ésto, al igual que en las variables antes discutidas, se atribuye a los contenidos de  $\text{HCO}_3$ , Cl y Na solubles que son mayores en el rastrojo .

Debido a que el agua, con la cual fueron regadas las macetas no fué destilada sino agua corriente, por lo que contenía ciertas cantidades de sales disueltas que no fueron determinadas, y que se incorporaron al material edáfico al ser regado con dicha agua, y tomando en cuenta que los tratamientos con incorporación de rastrojo necesitaban más cantidad de agua para llevarlas a su capacidad de campo, era de esperar que dichos tratamientos tuvieran una mayor cantidad de sales y por ende mayor valor de CE, que los tratamientos con nivel 1 y 0.

- C -

Los niveles 1 y 2 fueron los que registraron más altos valores de CE con respecto al nivel 0, lo cual quiere decir que el efecto catalizador que producen las coberturas de plástico, en la intemperización del material edáfico, ayuda a solubilizar las sales contenidas en dicho material, lo cual hace que su CE se incremente.

Relacionando los valores de CE con los contenidos de aniones se observa en los cuadros 21 y 22 que tanto en los  $\text{CO}_3$  como en los  $\text{HCO}_3$  y Cl no hay diferencia significativa entre los tres niveles para la variable en cuestión, lo que quiere decir que son los cloruros los que en éste caso están determinando la CE, y es el nivel 2 el de mayor cantidad de éstos, y también el de mayor cantidad de sodio soluble, aunque para la CE resulten estadísticamente iguales los valores en el nivel 1 y 2

Cuadro 22. Pruebas de Tukey para  
la CE en milimhos/cm.

I	$\bar{X}$	C	$\bar{X}$
2	2,30 a	1	1,99 a
0	1,87 b	2	1,97 a
2	1,67 c	0	1,89 b

DMS= 0.03  $\frac{\text{milimhos}}{\text{cm}}$  DMS= 0.03  $\frac{\text{milimhos}}{\text{cm}}$

- MTIC -

Los tratamientos de tepetate son que registran mayores valores de CE (ver cuadro 19A), particularmente el 1101, 1120 y 1121. Estos tratamientos tienen en común el nivel 1 de la variable T, lo cual - tiene a reafirmar lo anteriormente discutido en los efectos simples, de que es el nivel sin cultivo el que tiende a registrar mayores -- valores de CE por su contenido de aniones y de Na solubles.

Al conjuntarse los efectos simples de las cuatro variables cam bia un tanto el comportamiento en cuanto a la incorporación y a la cobertura, porque anteriormente se había señalado que éstos efectos si inflúan en la CE del material edáfico, sin embargo, al conjuntarse no se hacen notar éstos efectos.

En términos generales se dice que los valores de CE reportados para los tratamientos de tepetate no indican que éste, tenga problemas de salinidad, esto en base a los resultados de la prueba de -- de Tukey<sup>#</sup> para dicha condición química, además de que los contenidos de Na intercambiable no rebasan el 15% de la Capacidad de Intercambio Catiónico, dato que también es útil para detectar problemas de sales en un material edáfico.

<sup>#</sup> Los resultados de la prueba de Tukey en los que se basó la anterior discusión, aparecen en el cuadro 19A.

6.12. Rendimiento en cuanto a grano por espiga, peso de grano, y materia seca (GE, PG y MS).

Uno de los objetivos del presente trabajo fué evaluar el rendimiento del cultivo de la cebada (Hordeum vulgare L.), en función de el intemperismo producido en el tepetate, al haber estado sometido durante aproximadamente cinco meses a los efectos de T, I y C.

El interes consistió en elegir el tratamiento de tepetate que mejores rendimientos haya presentado y cuyo comportamiento se asemeje al del suelo que se tuvo como referencia, el cual se considera que presenta las condiciones adecuadas para el desarrollo de cualquier cultivo.

Los resultados para éstas tres condiciones de rendimiento se presentan en el cuadro 20A y de igual manera se muestra su ANVA respectivo en el cuadro 21A.

- M -

Esta fuente de variación resultó significativa en el GE y en la MS. Como era de esperar el nivel 2 fué el que registró mayores rendimientos en las ambas condiciones, ésto se atribuye a que el tepetate tiene condiciones menos favorables para el desarrollo del cultivo.

En cuanto a el PG puede verse que no hay diferencia entre los dos niveles, lo cual se debió más que nada, a que a pesar de que la producción de grano fué mayor en el suelo, en el lapso de tiempo que se dejó secar el grano antes de la cosecha, se presentó un problema debido a un roedor que afectó notablemente algunos tratamientos de suelo, tirando mucha espiga que ya no fué posible recuperar y aunque ésto también ocurrió en algunos tratamientos de tepetate la magnitud en que fueron afectados fué menor. (ver cuadro 22).

- I -

Estadísticamente, los valores de rendimiento que presentan los tres niveles, se consideran diferentes.

Es el nivel 2 el que tuvo mayores rendimientos en las tres - condiciones evaluadas, lo cual se debe a que el rastrojo aporta mayor cantidad de nutrimentos que el estiércol, como ya se habfa - señalado anteriormente (ver cuadro 22).

Es importante mencionar que durante el desarrollo del cultivo las plantas de los tratamientos con incorporación de rastrojo, se mostraron más vigorosas, de un tamaño mayor y de un color verde - más fuerte que el color de las plantas de los otros tratamientos.

Hablando en cantidades relativas puede decirse que para el GE los tratamientos con nivel 2 tuvieron el 11.11% más que los del ní - vel 1 y el 44.44% más que los del nivel 0; para el PG se obtuvo -- el 30.21 % y el 52.57 % más en los tratamientos con nivel 2, con - respecto a los del nivel 1 y 0 respectivamente; y para la MS los - tratamientos con nivel 2 fuerón mayores en el 10.39% y el 25.49%, siguiendo la misma relación.

- C -

La cobertura de plástico que sirvió como agente catalizador - en el proceso de intemperización del tepetate, si influyó en los - rendimientos del cultivo de la cebada.

Es el plástico oscuro el que presentó mayores rendimientos - para las tres condiciones evaluadas, esto se atribuye a que dicho plástico conserva la humedad del material edáfico y hace más dispo - nibles algunos nutrimentos, además impide el crecimiento de malas hierbas y ayuda a una mayor acumulación de carbohidratos.

En el cuadro 22 se presentan las pruebas de Tukey para ésta - variable, y en dicho cuadro se basa la presente discusión. En cuanto a el GE los tratamientos con nivel 2 muestran mayor rendimiento que los del nivel 1 y 0 en el 2.17% y 10.87% respectivamente; en tanto que para el PG, el tratamiento con nivel 2 tiene el 6.14% y el --- 18.91% más producción que los otros niveles siguiendo el mismo pa -- trón y por último para la MS a pesar de que los tres niveles se con - sideran iguales en cuanto a su producción, hay tendencia por parte del nivel 2 a tener mayor rendimiento en el 1.08% y el 2.82% que el nivel 1 y 0 respectivamente.

Cuadro 23. Prueba de Tukey para las condiciones de rendimiento, de las variables probadas.

Grano por Espiga			Peso seco del grano al 14% de humedad(g)			Peso de Materia Seca en g.		
M	X		M	X		M	X	
2	50	a	2	22.10	a	2	56.64	a
1	38	b	1	21.80	a	1	43.53	b
DMS= 2.19						DMS= 2.96 g		
I			I			I		
2	54	a	2	30.32	a	2	56.89	a
1	48	b	1	21.16	b	1	50.98	b
0	30	c	0	14.38	c	0	42.39	c
DMS= 3.23			DMS= 2.96 g			DMS= 4.36 g		
C			C			C		
2	46	a	2	23.95	a	2	50.75	a
1	45	a	1	22.48	a	1	50.20	a
0	41	b	0	19.42	b	0	49.32	a
DMS= 3.23			DMS= 2.96 g					

- MTIC -

Esta fuente de variación resultó significativa en GE y PG, en tanto que para la MS todos los tratamientos se consideran iguales en cuanto a su producción, lo cual quiere decir que al conjuntarse los efectos simples de las variables en cuestión, se está logrando que el tepetate adquiera valores estadísticamente iguales a los que presentó el suelo.

Para el GE el tratamiento de tepetate que más se acerca a los valores que registra el suelo, es el 1221, el cual corresponde a la incorporación de rastrojo y a la cobertura con plástico claro. Mientras que para el PG, es el 1222, correspondiente a la incorporación de rastrojo y cobertura con plástico oscuro, como se ve el comportamiento que siguen los tratamientos de tepetate y suelo es diferente en cada una de las condiciones evaluadas (ver cuadro 22A).

Como ya se mencionó antes los tratamientos que registraron -- mayores rendimientos en cuanto a GE, PG y MS son respectivamente: el 1221, el 1222 y 1222, como se ve el mejor tratamiento para el PG

y la MS es el mismo y tienen en común, con el otro tratamiento, el nivel 2 de la variable I.

De todo esto se dice que el mejor tratamiento en cuanto a rendimiento de grano por espiga, peso de grano y materia seca, y que además se acerca al comportamiento de los tratamientos de suelo, - fué el 1222, que corresponde al tepetate que se sometió al desarrollo del cultivo, con incorporación de rastrojo y cubierto con plástico oscuro. Dicho tratamiento fué el 66% más productivo, en cuanto al GE, que el tratamiento testigo (1200), el 46% más en cuanto al PG y el 45% más en MS, con respecto a el tratamiento testigo.

Este tratamiento recomendado como el mejor en cuanto a las variables de rendimiento (1222), coincide con el tratamiento que registro mayor porcentaje de agregados menores de 2.38 mm de diámetro y fué uno de los que no presentaron cantidad alguna de agregados de 50.8 mm de diámetro, lo cual indica que se favorecieron algunas condiciones físicas en el tepetate. En cuanto a las condiciones químicas, el pH en éste tratamiento registro un valor de 7.97, valor que está dentro del rango de pH que se considera más adecuado para el desarrollo del cultivo de la cebada, con respecto al contenido de materia orgánica, que se considera la principal diferencia entre el tepetate y el suelo, el tratamiento en cuestión es uno de los tres tratamientos de tepetate que mayor porcentaje de MO presentan y que más se asemejan a los valores que registran los tratamientos de suelo, para la CE éste tratamiento tuvo un valor de 2.14 milimhos/cm, señal de que el tepetate que se somete a la influencia del desarrollo del cultivo, de la incorporación de rastrojo y cobertura con plástico oscuro, no tendrá problemas de salinidad que afecten a las plantas que se desarrollen sobre él. En cuanto al resto de condiciones químicas, se dice que el tratamiento 1222 se comporta de manera diferente en cada una de ellas, sin embargo, los contenidos que presenta de nutrimentos son aceptables para el adecuado desarrollo del cultivo de la cebada, lo cual se refleja en los resultados de rendimiento, aunque esto no quiera decir que dichos contenidos son los óptimos.

Es conveniente señalar que las cantidades del PG y Ms, son de el total de plantas por tratamiento.

## VII. CONCLUSIONES.

- Las coberturas de plástico si consituyen un elemento valioso, como agentes catalizadores en el proceso de intemperización del tepetate.

- La adición de abonos orgánicos al tepetate, ayuda notablemente a que se incrementen en él las cantidades de MO y de nutrientes necesarios para el desarrollo de las plantas, al grado de que en algunas condiciones de las que se determinaron, el tepetate se consideró estadísticamente igual a el suelo.

- La interacción cobertura-incorporación, da mejores resultados que las variables por si solas, es decir, que el intemperismo del tepetate se vió favorecido con el efecto de la interacción.

- En lo que concierne a los rendimientos del cultivo de la cebada (Hordeum vulgare L.), los tratamientos que mejores respuestas tuvieron, en cuanto a las condiciones evaluadas, fueron aquellos que se sometieron a los efectos de la interacción cobertura-incorporación, llegando incluso a igualar los rendimientos obtenidos en el suelo, al menos en cuanto a el peso de materia seca.

### VIII. RECOMENDACIONES.

- Puede sonar repetitivo, pero es de interes primordial que tanto el problema de la erosión de suelos como el de afloramientos de tepetates, sea materia de investigación y trabajo, para que en un futuro se logren recuperar los terrenos que se han visto afectados por éstos problemas.

- Que se difunda más la problemática de la erosión de los suelos, sus consecuencias, lo que se ha hecho y lo que puede hacerse al respecto, pero no solo a aquellas personas relacionadas con la materia, sino también a aquellas que tienen los medios y puedan proporcionarlos, para llevar a cabo los trabajos de mejoramiento y más aún a las personas que están siendo afectadas más directamente, como es el caso de los campesinos.

- Considerando que éste trabajo se realizó a nivel interdepartamental, que no se deje en ésta fase si no que se le de continuidad, -- con posibilidades de llevarse al campo tomando como referencia lo que se obtuvo, con la realización de éste trabajo de investigación.

- Como última recomendación, cuando se realice un trabajo con el proposito de evaluar intemperismo, debe ser de particular interés hacer un análisis mineralógico del material edáfico que se va a someter a dicho proceso, además de los análisis físicos y químicos que se consideren necesarios.

## IX. BIBLIOGRAFIA.

- Acosta N., S., 1973, Uso de plástico negro en el combate de malezas y algunos efectos colaterales, CIANE-INIA-SAG, México, 15p.
- Baver L., D; Gardner W.H. y Gardner W.R., 1973, Física de suelos, Centro Regional de Ayuda Técnica (AID), México-Buenos Aires, 529 p.
- Buol S.W.; Hole F.D. y McCracken R.J., 1973, Génesis y clasificación de suelos, Ed. Trillas, México, 417 p.
- Cajuste J., L., 1977, Química de suelos (con un enfoque agrícola), - Colegio de Postgraduados, Chapingo México, 278 p.
- Campos I., 1981, Suelos-Abonos y Fertilizantes, Ed. DeVecchi, España 174 p.
- Cochran W., G. y Cox G.M., 1980, Diseños experimentales, Ed. Trillas, 6a impresión, México, 661 p.
- CONACyT, 1979, Plásticos en la agricultura, que presenta el CONACyT y el CIQA, 45 p.
- Del Valle, C., 1983, Los procesos de acumulación de sales e intemperismo en cubetas lacustres, en una zona de transición del exbago de Texcoco, Tesis de Maestría, Colegio de Postgraduados, Chapingo México, 225 p.
- Dubois P., 1980, Los plásticos en la agricultura, Versión Española - de Altisent, M.R., Ed. Mundiprensa, España, 209 p.
- Duchaufour, D., 1978, Manual de edafología, Ed. Toray Massom, la reimpresión, España, 476 p.
- F A O, 1979, La agricultura en América Latina, Informe de pesca # 159, vol. 1, Uruguay, 173 p.
- Fassbender H., W., 1975, Química de suelos, Instituto Interamericano de Ciencia Agrícola de la O E A, Turrialba, 398 p.
- Figueroa S., B., 1975, Pérdidas de suelo y nutrimentos, y su relación con el uso del suelo en la Cuenca del Río Texcoco, -- Tesis de Maestría, Colegio de Postgraduados, Chapingo México, 209 p.
- Flores M., G., 1978, La degradación de la tierra, Secretaría de Recursos Hidráulicos, México, 291 p.

- Fuentes Y., J.L., 1983, El suelo y los fertilizantes, Ministerio - de Agricultura, Pesca y Alimentación, Gráficas Agenjo, Es paña, 181 p.
- García E., A., 1960, Estudio de los suelos tepetatosos y las posi- bilidades de su recuperación agrícola, Tesis Profesional, Escuela Nacional de Agricultura, Chapingo Méx., 69 p.
- Gavande S., A., 1972, Física de suelos, principios y aplicaciones, Centro Regional de Ayuda Técnica (AID), México-Buenos Aires.
- Helmuth O., W., 1948, El bosque y la conservación del suelo, Ed. - Cultura T.G., México, 170 p.
- I A T E M, 1982, Memorias del primer ciclo internacional de conferen- cias sobre la utilización de los estiércoles en la agricul- tura, publicación especial, México, 154 p.
- Infante G., S. y Zarate L., P.G., 1984, Métodos estadísticos (un en foque interdisciplinario), . Ed. Trillas, México, 643 p.
- Lambe T., W. y Whitman V., R., 1981, Mecánica de suelos, Ed. Limusa, 3a reimpresión, México, 581 p.
- Manual de prácticas de laboratorio de la Sección de Física de Suelos, Colegio de Postgraduados, Chapingo México,
- Martínez G., A., 1983, Introducción al SAS, 2a edición, Colegio de - Postgraduados, Chapingo México.
- Millar C., E.; Turk L., M. y Poth H., D., 1981, Fundamentos de la - ciencia del suelo, Ed. Continental, 5a impresión, México, - 526 p.
- Munsell, 1971, Munsell Soil Color Charts, USA.
- Muratalla L., A., 1982, Acolchamiento de fresa (Fragaria ananassa D.) con polietileno, Tesis Profesional, Fitotécnica, Chapingo - México, 96 p.
- National Plant Food Institute (NPMI), 1980, Manual de fertilizantes, Traducción por Rodríguez de la T.M., Ed. Limusa, 3a reimpre- sión, México, 292 p.
- Oropeza M., J.L., 1980, Evaluación de la erosión hídrica (sedimentos en suspensión) en las Cuencas de los Ríos Texcoco y Chapin- go, Tesis de Maestría, Colegio de Postgraduados, Chapingo - México, 178 p.

- Ortiz S., J., 1968, Estudio de la fertilización de zanahoria en un suelo de la serie Coatlinchan-Textcoco, Tesis Profesional, Escuela Nacional de Agricultura, Chapingo México.
- Ortiz S., M.L.M., 1986, Evaluación de la velocidad de desertificación en la Cuenca del Río Textcoco (efecto de la tecnología aplicada, inversiones y factor humano), Tesis de Maestría, Colegio de Postgraduados, Chapingo México, 314 p.
- Ortiz V., B. y Ortiz S., C.A., 1980, Edafología, Universidad Autónoma Chapingo, 3a edición, México, 331 p.
- Pacheco L., M.C., 1979, Cartografía y caracterización mineralógica de los tepetates del oriente del Valle de México, Tesis Profesional, Escuela Nacional de Agricultura, Chapingo México, 141 p.
- Parsons, D., 1982, Trigo-Cebada y Avena, Ed. Trillas, México, 58 p.
- Peña R., R., 1981, Utilización de plásticos para la protección del suelo en zonas áridas, Universidad Autónoma Chapingo, México, 121 p.
- Plan Nacional de Desarrollo, 1983-1988, Poder Ejecutivo Federal, 422p.
- Rey C., J.A., 1979, Estimación de la erodabilidad de los tepetates en la Cuenca del Río Textcoco en base al factor K, Tesis de Maestría, Colegio de Postgraduados, Chapingo México, 121 p.
- Reyes C., P., 1982, Bioestadística aplicada, Ed. Trillas, México, 217 p.
- Reyes R., J.A., 1978, Estudio del comportamiento de adaptación de 23 líneas avanzadas y dos variedades de cebada (Hordeum vulgare L.), en el campo experimental del ITESM de Apodaca N.L. ciclo invierno 1977-1978, Tesis Profesional, División de Ciencias Agropecuarias y Marítimas, 29 p.
- Rigau, A., 1982, Los abonos, su preparación y empleo, Ed. Sintex, 6a. edición, España 150 p.
- Rufz B., A. y Ortega T., E., 1979, Prácticas de laboratorio de química de suelos, Universidad Autónoma Chapingo, México, 176 p.
- Sánchez J., M., 1981, Comportamiento de dos tipos de tepetate bajo la adición de abonos orgánicos y abonos verdes, en condiciones de invernadero, Tesis Profesional, Universidad Autónoma Chapingo, México, 118 p.

- SARH, 1981<sup>a</sup>, El cultivo de la cebada en el Valle de México (SARH, - INIA, CIAMEC y CAEVAMEX), Chapingo México.
- SARH, 1981<sup>b</sup>, Logros y aportaciones de la investigación agrícola en el área de influencia de CAEVAMEX (SARH, INIA, CIAMEC y - CAEVAMEX), Chapingo México, 71 p.
- SARH, 1982, La materia orgánica en el suelo, Publicación especial. - México, 87 p.
- SARH, 1983, Inventario de áreas erosionadas en el Estado de México y Distrito Federal, 59 p.
- SRH, 1975, Métodos para el análisis físico y químico del suelo-agua y plantas, Publicación # 10, 2a edición, México, 215 p.
- Serrano C., Z., sin/año, Hojas divulgadoras "Hortalizas acolchadas - con plástico", HD # 3-75, Ministerio de Agricultura, 17 p.
- Terrazas G., J.L., 1977, Manejo de suelos para reducir la erosión y aumentar la productividad de los suelos agrícolas de la ladera de la Cuenca del Río Texcoco, Tesis de Maestría, Colegio de Postgraduados, Chapingo México, 105 p.
- Teuscher, H. y Adler, R., 1982, El suelo y su fertilidad, 7a. impresión, CECSA, México, 510 p.
- Trueba, C.A., 1979, Reincorporación de zonas tepetatosas a la producción, Dirección General de Conservación del Suelo y Agua de la SRH, México, 67 p.
- Valdez M., L.A., 1970, Características morfológicas y mineralógicas de los tepetates de la Cuenca de México, Tesis de Maestría, Colegio de Postgraduados, Chapingo México. 150 p.
- Whyte, R.O., 1975, Las gramíneas en la agricultura, F A O, 4a. impresión, 464 p.

## X. APENDICE.

En los cuadros que se presentan en éste punto, se utilizaron literales para designar a los tratamientos tales como:

Variables	Niveles
M - Material Edáfico	<ul style="list-style-type: none"> <li>1 = tepetate</li> <li>2 = suelo normal</li> </ul>
T - Uso del suelo	<ul style="list-style-type: none"> <li>1 = sin cultivo</li> <li>2 = con cultivo</li> </ul>
I - Incorporación de Abonos	<ul style="list-style-type: none"> <li>1 = sin incorporación</li> <li>2 = con estiércol</li> <li>3 = con rastrojo</li> </ul>
C - Cobertura de plástico	<ul style="list-style-type: none"> <li>1 = sin cobertura</li> <li>2 = con plástico claro</li> <li>3 = con plástico obscuro</li> </ul>

Tep-inicial = Tepetate antes de someterse a los diferentes tratamientos.

Sue-inicial = Suelo antes de sometrse a los diferentes tratamientos.

Además en el ANVA se utilizaron literales como:

F V = fuente de variación

G L = grados de libertad

S C = suma de cuadrados

PR F = probabilidad de F

T C = total corregido

$R^2$  = coeficiente de determinación

$\bar{X}$  = media aritmética.



Cuadro 1.2A. Resultados para la Distribución de Material por  
Diametros (DMD), valores dados en %.

M <sup>o</sup> IC	50.8 mm	31.7 mm	22.2 mm	11.5 mm	4.76 mm	2.38 mm	<2.38 mm
Inicial	8.99	38.10	17.50	14.49	16.22	4.70	0.00
1100	0.00	21.81	18.10	18.11	13.07	11.20	17.71
1101	3.25	14.40	11.35	16.81	17.89	9.06	27.24
1102	1.77	13.73	11.08	16.12	18.13	13.24	25.94
1110	0.00	11.99	15.29	19.49	17.73	9.71	25.78
1111	2.97	17.21	7.61	13.86	17.59	13.63	27.11
1112	2.12	12.32	11.39	15.38	17.14	10.97	30.16
1120	3.69	19.61	16.16	19.35	15.61	7.30	18.27
1121	0.00	15.55	10.96	16.60	19.23	10.59	27.07
1122	1.25	19.95	11.89	15.51	17.11	9.41	24.87
1200	0.00	11.86	13.54	17.32	16.91	9.51	30.84
1201	0.00	6.84	10.31	16.54	19.58	12.83	33.90
1202	1.03	6.17	6.01	19.65	23.10	14.53	29.51
1210	0.77	18.20	9.26	15.02	15.28	11.34	30.89
1211	0.60	12.90	8.20	14.36	17.09	12.05	34.80
1212	1.22	10.21	12.50	15.45	18.94	10.52	31.15
1220	0.65	23.34	16.91	17.83	14.71	6.31	20.24
1221	0.00	15.36	9.67	17.63	16.28	7.79	33.26
1222	0.00	9.18	8.27	15.98	18.62	12.05	35.89

Cuadro 3A. Resumen del ANVA para la Distribución de Material por Diámetros de las variables probadas y sus interacciones.

Diámetros		50.8 mm		31.7 mm		22.2 mm		11.5 mm	
F V	GL	S C	PR F						
T	1	19.32	72E-4 *	181.65	0.07 ns	61.12	0.05 *	0.35	0.85 ns
I	2	1.20	0.78 ns	208.85	0.15 ns	23.64	0.45 ns	35.04 *	0.18 ns
T I	2	0.92	0.83 ns	159.03	0.24 ns	13.75	0.62 ns	10.32	0.59 ns
C	2	1.39	0.75 ns	319.10	0.06 ns	295.25	30E-5 *	35.84	0.17 ns
I C	4	30.06	0.03 *	74.23	0.84 ns	103.05	0.15 ns	23.55	0.66 ns
T C	2	3.17	0.52 ns	110.47	0.36 ns	17.42	0.55 ns	31.73	0.21 ns
T I C	4	19.89	0.10 ns	160.05	0.56 ns	58.84	0.41 ns	13.14	0.85 ns
MODELO	17	75.96	0.06 ns	1213.38	0.22 ns	573.07	0.02 *	149.98	0.57 ns
ERROR	36	85.50		1905.09		513.69		351.08	
T C	53								

$R^2 = 0.47$      $R^2 = 0.39$      $R^2 = 0.53$      $R^2 = 0.30$   
 $C V = 143.78$      $C V = 50.15$      $C V = 32.61$      $C V = 18.67$   
 $X = 1.07 \%$      $X = 14.51 \%$      $X = 11.58 \%$      $X = 16.72 \%$

..... continuación del cuadro 3A.

Diámetros		4.76 mm		2.38 mm		< 2.38 mm	
F V	GL	S C	PR F	S C	PR F	S C	PR F
T	1	8.21	0.47 ns	0.55	0.83 ns	529.03	34E-4 *
I	2	13.28	0.65 ns	84.69	0.04 *	110.08	0.37 ns
T I	2	50.42	0.21 ns	5.85	0.79 ns	23.08	0.81 ns
C	2	104.16	0.04 *	61.81	0.09 ns	457.89	0.02 *
I C	4	29.59	0.75 ns	47.70	0.43 ns	171.62	0.54 ns
T C	2	27.79	0.41 ns	6.23	0.78 ns	7.74	0.93 ns
T I C	4	9.11	0.96 ns	47.18	0.43 ns	159.31	0.57 ns
MODELO	17	242.56	0.54 ns	254.01	0.29 ns	1458.75	0.12 ns
ERROR	36	549.81		436.24		1936.35	
T C	53						

$R^2 = 0.31$      $R^2 = 0.37$      $R^2 = 0.43$   
 $C V = 22.40$      $C V = 32.63$      $C V = 26.16$   
 $X = 17.45 \%$      $X = 10.67 \%$      $X = 28.04 \%$

\*                    significativa

ns                    no                    "

Cuadro 4A. Comparación de medias aritméticas para la D M D de la interacción T.I C.

50.8 mm		31.7 mm		22.2 mm		11.5 mm		4.76 mm		2.38 mm		<2.38 mm	
(valores dados en %)													
TIC	$\bar{X}$	TIC	$\bar{X}$	TIC	$\bar{X}$	TIC	$\bar{X}$	TIC	$\bar{X}$	TIC	$\bar{X}$	TIC	$\bar{X}$
100	0.00	202	6.17	202	6.01	111	13.86	100	13.07	220	6.31	100	17.71
110	0.00	201	6.84	111	7.61	211	14.36	220	14.71	120	7.30	120	18.27
121	0.00	222	9.18	211	8.20	210	15.02	210	15.28	221	7.79	220	20.24
200	0.00	212	10.21	222	8.27	112	15.38	120	15.61	101	9.06	122	24.88
201	0.00	200	11.86	210	9.26	212	15.45	221	16.28	122	9.41	110	25.78
221	0.00	110	11.99	221	9.67	122	15.51	200	16.91	200	9.51	102	25.94
222	0.00	112	12.82	201	10.31	222	15.98	211	17.09	110	9.71	121	27.07
211	0.60	211	12.90	121	10.96	102	16.12	122	17.11	212	10.52	111	27.11
220	0.65	102	13.73	102	11.98	201	16.54	112	17.74	121	10.59	101	27.24
210	0.77	101	14.40	101	11.35	121	16.60	111	17.59	112	10.97	202	29.51
202	1.03	221	15.36	112	11.39	101	16.81	110	17.73	100	11.20	112	30.16
212	1.22	121	15.55	122	11.89	200	17.32	101	17.89	210	11.34	210	30.89
122	1.25	111	17.21	212	12.50	221	17.63	102	18.13	211	12.05	200	30.84
102	1.77	210	18.20	200	13.54	220	17.83	222	18.62	222	12.05	212	31.15
112	2.12	120	19.61	110	15.29	100	18.11	212	18.94	201	12.83	221	33.26
111	2.97	122	19.95	120	16.16	120	19.35	121	19.23	102	13.24	201	33.90
101	3.25	100	21.81	220	16.91	110	19.44	201	19.58	111	13.63	211	34.80
120	3.69	220	23.34	100	18.10	202	19.65	202	23.10	202	14.53	222	35.89

Cuadro 5A. Resultados para la Estabilidad de Agregados, la Densidad Aparente, el Índice de contracción, los Límites Plástico y Líquido.

MTIC	Diametros utilizados en la EA (Valores dados en %)					DA (r/cc)	IC (valores dados en %)	LP	LL	
	1.41 mm	1.00 mm	0.59 mm	0.10 mm	0.074 mm					
Tep-inicial	46.72	4.40	8.96	9.42	0.31	0.29	1.56	26.67	23.54	36.50
1100	45.35	3.53	2.51	2.33	0.41	0.33	1.73	19.22	28.03	32.32
1101	43.34	4.43	3.90	6.25	0.29	0.26	1.60	18.24	29.56	33.49
1102	33.09	4.65	15.26	7.08	0.27	0.17	1.44	19.13	27.51	38.89
1110	63.62	1.24	0.62	0.74	0.08	0.02	1.67	17.28	32.21	36.96
1111	33.17	5.73	9.63	6.15	0.18	0.29	1.67	16.62	31.56	37.92
1112	50.20	2.86	7.56	3.86	0.25	0.20	1.58	16.01	29.59	36.59
1120	59.23	2.20	2.35	0.53	0.14	0.12	1.61	17.39	30.19	39.90
1121	32.88	9.53	7.58	2.00	0.32	0.61	1.45	16.27	30.98	40.69
1122	45.09	6.00	4.44	1.27	0.12	0.37	1.54	17.50	35.38	40.28
1200	40.74	1.78	1.67	1.75	0.08	0.05	1.47	17.23	27.95	33.16
1201	15.22	12.80	3.19	1.75	0.41	0.42	1.35	16.69	28.72	34.06
1202	24.89	15.53	6.69	3.19	0.63	1.13	1.37	16.75	27.03	38.92
1210	21.10	2.60	1.58	3.12	0.24	0.38	1.55	16.76	29.72	36.75
1211	15.46	6.68	7.40	12.65	0.30	3.57	1.34	15.46	27.07	38.75
1212	17.67	1.52	2.34	1.43	0.28	0.18	1.36	15.58	28.50	38.07
1220	44.38	1.26	1.12	0.21	0.09	0.05	1.51	15.19	29.68	37.88
1221	51.21	4.04	2.08	0.71	0.03	0.04	1.63	14.46	29.10	38.71
1222	38.37	5.89	9.13	1.87	0.12	0.37	1.88	16.61	28.27	37.26
Sue-inicial	n d	n d	n d	n d	n d	n d	1.32	23.01	37.10	43.42
2100	20.65	6.35	25.14	11.68	0.46	0.37	1.16	28.98	38.77	48.26
2101	6.93	2.09	0.58	17.67	0.26	0.13	1.16	31.62	38.70	50.22
2102	20.26	6.14	17.64	23.82	6.00	1.36	1.19	31.58	39.79	55.03
2110	21.90	7.24	10.53	21.93	0.38	0.21	1.13	29.65	40.14	50.18
2111	34.04	14.99	9.20	9.10	0.18	0.08	1.14	32.27	37.92	44.90
2112	42.99	8.20	8.96	2.37	0.30	0.10	1.11	31.89	35.69	48.93
2120	32.61	18.43	17.05	27.87	0.85	0.33	1.14	33.35	35.97	47.59
2121	35.28	7.26	8.51	10.80	0.19	0.53	1.20	31.47	39.17	51.12
2122	25.46	14.90	10.84	5.20	1.95	0.14	1.17	31.53	36.98	48.63
2200	18.30	3.79	7.36	14.11	0.51	0.12	1.24	30.12	30.54	48.35
2201	9.30	14.01	8.59	10.99	0.68	0.55	1.22	29.50	31.91	49.05
2202	12.83	26.61	9.71	12.66	0.43	0.20	1.34	30.08	33.33	51.89
2210	28.62	19.23	17.91	3.77	0.76	0.52	1.15	28.63	31.13	52.58
2211	15.23	13.59	12.38	6.04	0.38	0.26	1.24	27.70	41.79	49.63
2212	13.44	5.80	12.92	9.99	1.01	0.39	1.22	28.15	40.05	48.92
2220	32.62	12.98	13.54	6.16	0.38	0.28	1.34	28.89	40.45	50.65
2221	40.11	14.72	9.72	7.97	0.46	0.21	1.37	29.45	40.91	52.08
2222	32.75	15.72	11.28	8.54	0.48	0.34	1.31	24.74	41.03	50.65

n d - no se determinó

Cuadro 6A. Resumen del ANVA para la Estabilidad de Agregados de las variables probadas y sus interacciones.

Diametros para la E A		1.41 mm	1.00 mm	0.59 mm	0.10 mm	0.074 mm	0.044 mm						
F V GL	S C	PR F	S C	PR F	S C	PR F	S C	PR F	S C	PR F			
M	1	4708.57	11E-6 *	1195.20	67E-6 *	1426.74	51E-9 *	1970.61	11E-6 *	9.99	0.04 *	0.59	0.47 ns
T	1	2695.50	6E-4 *	232.38	0.07 ns	83.81	0.15 ns	240.70	0.10 ns	2.85	0.26 ns	1.11	0.32 ns
M T	1	936.27	0.04 *	69.73	0.31 ns	2.66	0.79 ns	181.86	0.16 ns	3.10	0.24 ns	1.34	0.28 ns
I	2	3858.20	3E-4 *	67.50	0.61 ns	21.30	0.76 ns	225.87	0.28 ns	6.15	0.25 ns	1.15	0.60 ns
M I	2	727.56	0.18 ns	215.61	0.21 ns	0.28	1.00 ns	262.88	0.23 ns	3.22	0.48 ns	1.83	0.45 ns
T I	2	2578.54	34E-4 *	352.21	0.08 ns	257.09	0.04 *	44.01	0.78 ns	4.63	0.36 ns	3.84	0.19 ns
M T I	2	166.27	0.67 ns	3.30	0.98 ns	168.45	0.12 ns	31.12	0.84 ns	4.26	0.39 ns	1.62	0.49 ns
C	2	1227.31	0.06 ns	164.21	0.30 ns	85.61	0.34 ns	23.93	0.87 ns	10.80	0.09 ns	1.98	0.42 ns
M C	2	651.51	0.22 ns	128.07	0.39 ns	544.93	10E-4 *	260.19	0.24 ns	9.13	0.13 ns	2.91	0.28 ns
T C	2	244.33	0.56 ns	89.24	0.52 ns	16.63	0.81 ns	126.55	0.49 ns	6.22	0.25 ns	1.71	0.47 ns
I C	4	562.67	0.61 ns	581.68	0.08 ns	202.93	0.27 ns	320.18	0.46 ns	7.37	0.51 ns	4.91	0.37 ns
M T C	2	368.63	0.42 ns	9.75	0.93 ns	87.27	0.33 ns	248.85	0.25 ns	8.45	0.15 ns	0.74	0.78 ns
M I C	4	253.91	0.88 ns	149.45	0.69 ns	29.77	0.94 ns	209.14	0.67 ns	5.86	0.62 ns	4.36	0.43 ns
T I C	4	786.14	0.45 ns	564.27	0.09 ns	211.79	0.25 ns	459.06	0.28 ns	9.24	0.39 ns	3.63	0.52 ns
M T I C	4	1538.94	0.13 ns	227.61	0.50 ns	124.80	0.52 ns	399.68	0.35 ns	13.12	0.21 ns	7.15	0.19 ns
MODELO	35	21304.37	66E-6 *	4050.22	0.03 *	3264.05	8E-4 *	5004.43	0.04 *	104.38	0.14 ns	38.85	0.50 *
ERROR	72	15085.79		4799.20		2774.25		6343.39		158.40		80.76	
T C	107												

$R^2 = 0.59$	$R^2 = 0.46$	$R^2 = 0.54$	$R^2 = 0.44$	$R^2 = 0.40$	$R^2 = 0.33$
$C V = 46.35$	$C V = 96.58$	$C V = 72.34$	$C V = 126.30$	$C V = 275.62$	$C V = 262.89$
$\bar{X} = 31.23 \%$	$\bar{X} = 8.45 \%$	$\bar{X} = 8.58 \%$	$\bar{X} = 7.43 \%$	$\bar{X} = 0.54 \%$	$\bar{X} = 0.40 \%$

\* significativa  
ns no

Cuadro 7A. Comparación de medias aritméticas para la Estabilidad de Agregados en la interacción M T I C.

1.41 mm		1.00 mm		0.59 mm		0.10 mm		0.074 mm		0.044 mm	
MTIC	$\bar{X}$	MTIC	$\bar{X}$	MTIC	$\bar{X}$	MTIC	$\bar{X}$	MTIC	$\bar{X}$	MTIC	$\bar{X}$
2101	6.93	1110	1.24	1110	0.62	1220	0.21	1221	0.03	1110	0.02
2201	9.30	1220	1.26	1220	1.12	1120	0.53	1200	0.08	1221	0.04
2202	12.83	1212	1.52	1210	1.58	1221	0.71	1110	0.08	1200	0.05
2212	13.44	1200	1.78	1200	1.67	1110	0.74	1220	0.09	1220	0.05
1201	15.22	2101	2.09	1221	2.08	1122	1.27	1222	0.12	2111	0.08
2211	15.23	1120	2.20	1212	2.34	1212	1.43	1122	0.12	2112	0.10
1211	15.46	1210	2.60	1120	2.35	1200	1.75	1120	0.14	2200	0.12
1212	17.67	1112	2.86	1100	2.51	1201	1.75	2111	0.18	1120	0.12
2200	18.30	1100	3.53	1201	3.19	1222	1.87	1111	0.18	2101	0.13
2102	20.26	2200	3.79	1101	3.90	1121	2.00	2121	0.19	2122	0.14
2100	20.65	1221	4.04	1122	4.40	1100	2.33	1112	0.23	1102	0.17
1210	21.11	1101	4.43	1202	6.69	2112	2.37	1210	0.24	1212	0.18
2110	21.90	1102	4.65	1121	7.58	1210	3.12	2210	0.26	1112	0.20
1202	24.89	1111	5.75	1211	7.40	1202	3.19	2101	0.26	2202	0.20
2122	25.46	2212	5.80	2200	7.36	2210	3.77	1102	0.27	2221	0.21
2210	28.62	1222	5.89	1112	7.56	1112	3.86	1212	0.28	2110	0.21
2120	32.61	1122	6.00	2121	8.51	2122	5.20	1101	0.29	1101	0.26
2220	32.62	2102	6.14	2101	8.58	2211	6.04	2112	0.30	2211	0.26
2222	32.75	2100	6.35	2201	8.59	1111	6.15	1211	0.30	2220	0.28
1121	32.88	1211	6.68	2112	8.96	2220	6.16	1121	0.32	1111	0.29
1111	35.17	2110	7.24	1222	9.13	1101	6.25	2110	0.33	2120	0.33
2111	34.04	2121	7.26	2111	9.20	1102	7.08	2211	0.33	2121	0.33
2121	35.28	2112	8.20	1111	9.65	2221	7.97	2220	0.38	1100	0.33
1222	38.37	1121	9.53	2202	9.71	2222	8.54	1201	0.41	2222	0.34
1102	39.09	1201	12.80	2221	9.72	2111	9.10	1100	0.41	2100	0.37
2221	40.11	2220	12.98	2110	10.53	2212	9.99	2202	0.43	1122	0.37
1200	40.74	2211	13.59	2122	10.84	2121	10.80	2221	0.46	1222	0.37
2112	42.99	2201	14.01	2222	11.28	2201	10.99	2100	0.47	1210	0.38
1101	43.34	2221	14.72	2211	12.38	2100	11.68	2222	0.48	2212	0.39
1220	44.38	2122	14.90	2212	12.92	1211	12.65	2200	0.51	1201	0.42
1122	45.09	2111	14.99	2220	13.54	2202	12.66	1202	0.63	2210	0.52
1100	45.35	1202	15.53	1102	15.26	2200	14.11	2201	0.68	2201	0.55
1112	50.20	2222	15.72	2120	17.05	2101	17.67	2120	0.85	1121	0.61
1221	51.21	2120	18.43	2102	17.64	2110	21.93	2212	1.01	1202	1.13
1120	59.23	2210	19.23	2210	17.91	2102	23.82	2122	1.95	2102	1.36
1110	63.62	2202	26.61	2100	25.14	2120	27.87	2102	6.00	1211	3.57

Cuadro 8A. Resumen del ANVA para la Densidad Aparente, el Índice de Contracción y los Límites de Atterberg de las variables probadas y sus interacciones.

Condición	F V	D en			I C en		L P en		L L en	
		GL	S C	PR F	S C	PR F	S C	PR F	S C	PR F
M	1	2.89	97E-43 *		4688.65	1E-70 *	1709.09	71E-44 *	4322.76	12E-58 *
T	1	0.004	0.27 ns		120.63	25E-28 *	79.76	65E-10 *	2.22	0.26 ns
M T	1	0.30	30E-15 *		12.31	51E-8 *	4.01	0.14 ns	13.53	70E-4 *
I	2	0.15	46E-9 *		27.02	54E-12 *	169.28	14E-14 *	64.25	31E-8 *
M I	2	0.04	50E-4 *		7.70	2E-4 *	5.60	0.23 ns	98.85	73E-11 *
T I	2	0.27	20E-13 *		12.53	25E-7 *	70.89	20E-8 *	21.37	30E-4 *
M F I	2	0.11	12E-7 *		21.15	29E-10 *	207.75	18E-16 *	45.37	14E-6 *
C	2	0.02	0.10 ns		1.54	0.16 ns	20.50	60E-4 *	51.50	39E-7 *
M C	2	0.06	3E-4 *		10.12	22E-6 *	28.44	9E-4 *	8.35	0.10 ns
T C	2	0.05	8E-4 *		5.69	16E-4 *	11.65	48E-3 *	8.17	0.10 ns
I C	4	0.08	3E-4 *		8.11	13E-4 *	7.76	0.39 ns	192.45	57E-15 *
M I C	2	0.03	14E-3 *		9.47	39E-6 *	57.04	26E-7 *	5.19	0.23 ns
M I C	4	0.16	21E-8 *		33.57	21E-12 *	55.70	38E-6 *	45.86	1E-4 *
T I C	4	0.05	0.01 *		11.27	84E-6 *	95.23	55E-9 *	7.70	0.36 ns
M T I C	4	0.10	72E-6 *		12.32	36E-6 *	63.51	97E-7 *	11.53	0.17 ns
MODELO	35	4.30	12E-34 *		4982.08	53E-69 *	2586.21	49E-36 *	4899.08	19E-46 *
ERROR	72	0.24			29.10		132.61		124.54	
T C	107									

$R^2 = 0.95$        $R^2 = 0.99$        $R^2 = 0.95$        $R^2 = 0.98$   
 $C.V. = 4.21$        $C.V. = 2.72$        $C.V. = 4.05$        $C.V. = 3.02$   
 $\bar{X} = 1.38 \text{ g/cc}$        $\bar{X} = 23.39 \%$        $\bar{X} = 33.48 \%$        $\bar{X} = 43.60 \%$

\* significativa  
 ns no "

Cuadro 9A. Pruebas de Tukey para la DA, el IC, el LP y el LL, de la interacción M<sup>1</sup> I C.

DA en g/cc		IC en %		LP en %		LL en %	
MTIC	$\bar{X}$	MTIC	$\bar{X}$	MTIC	$\bar{X}$	MTIC	$\bar{X}$
2112	1.22 a	1221	14.46 a	2211	41.79 a	2102	55.03 a
2110	1.15 a	1220	15.19 ab	2222	41.03 a	2210	52.58 a
2111	1.14 ab	1211	15.46 abc	2221	40.91 ab	2221	52.08 a
2120	1.14 ab	1212	15.58 abcd	2220	40.45 ab	2202	51.89 a
2100	1.16 ab	1112	16.01 abcde	2110	40.14 ab	2121	51.12 a
2101	1.16 ab	1121	16.27 abcde	2212	40.05 ab	2222	50.65 a
2122	1.17 abc	1222	16.61 bcdef	2102	39.79 abc	2220	50.65 a
2210	1.18 abcd	1111	16.62 bcdef	2121	39.17 abcd	2101	50.22 a
2102	1.19 abcde	1201	16.69 bcdef	2100	38.77 abcd	2110	50.18 a
2121	1.20 abcdef	1202	16.75 bcdef	2101	38.70 abcd	2211	49.63 a
2201	1.22 abcdef	1210	16.76 bcdef	2111	37.92 abcd	2201	49.05 a
2212	1.22 abcdef	1200	17.23 cdefg	2122	36.98 bcde	2112	48.93 a
2211	1.24 abcdef	1110	17.28 cdefg	2120	35.97 cdef	2212	48.92 a
2200	1.24 abcdef	1120	17.59 defgh	2112	35.69 defg	2122	48.63 a
2222	1.31 bcdefg	1122	17.50 efgh	1122	35.38 defgh	2200	48.35 a
2220	1.34 cdefgh	1101	18.24 efgh	2202	33.33 efghi	2100	48.26 a
2202	1.34 cdefgh	1102	19.13 gh	1110	32.21 fghij	2120	47.59 a
1211	1.34 cdefgh	1100	19.22 h	2201	31.91 ghijk	2111	44.90 a
1201	1.35 defgh	2222	24.74 i	1111	31.56 hijk	1121	40.69 a
1212	1.36 efgh	2211	27.70 j	2210	31.13 ijkl	1122	40.58 a
2221	1.37 fghi	2212	28.15 jk	1121	30.98 ijklm	1120	39.80 a
1202	1.37 fghi	2210	28.65 jkl	2200	30.54 ijklm	1102	38.92 a
1102	1.44 ghij	2220	28.89 jkl	1120	30.19 ijklm	1102	38.89 a
1121	1.45 ghij	2100	28.98 jkl	1210	29.76 ijklm	1211	38.75 a
1200	1.47 ghijk	2221	29.45 jkl	1220	29.68 ijklm	1221	38.71 a
1220	1.51 hijkl	2201	29.50 jkl	1112	29.59 ijklm	1212	38.07 a
1122	1.54 ijkl	2110	29.65 klm	1101	29.56 ijklm	1111	37.92 a
1210	1.55 jkl	2202	30.07 lmn	1221	29.10 jklm	1220	37.88 a
1112	1.58 jklm	2200	30.12 lmn	1201	28.72 jklm	1222	37.26 a
1101	1.60 jklm	2121	31.47 mn	1212	28.50 jklm	1110	36.96 a
1120	1.61 jklm	2122	31.53 mn	1222	28.27 jklm	1210	36.75 a
1221	1.63 klm	2102	31.58 n	1100	28.03 klm	1112	36.59 a
1111	1.67 lm	2101	31.62 n	1200	27.95 klm	1201	34.06 a
1110	1.67 lm	2112	31.89 n	1102	27.51 lm	1101	33.49 a
1100	1.73 mn	2111	32.27 n	1211	27.07 m	1200	33.16 a
1222	1.88 n	2120	33.35 n	1202	27.03 m	1100	33.32 a
DMS = 0.17	g/cc	DMS = 1.89 %		DMS = 4.04 %			

Cuadro 10A. Resultados para el pH, la Materia Orgánica, el Nitrógeno total, los Nitratos y el Sodio, Potasio, Calcio y Magnesio solubles.

MTIC	pH	MO (valores dados en %)	N <sub>t</sub> (valores dados en %)	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> x 10 <sup>-2</sup> (valores dados)	Na <sup>+</sup> (valores dados)	K <sup>+</sup> mg / l	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>
Tep-inicial	6.70	0.00	0.00	0.00	2.69	0.50	1.50	1.62
1100	6.76	0.29	0.01	2.29	8.40	1.02	6.67	5.40
1101	6.58	0.47	0.02	1.23	13.45	1.05	4.65	3.53
1102	6.53	0.54	0.02	1.03	10.38	1.07	3.38	2.75
1110	7.50	2.01	0.03	2.38	11.84	1.11	2.83	2.50
1111	7.55	1.53	0.06	6.40	13.04	1.55	4.97	3.48
1112	7.12	1.43	0.07	1.85	16.02	1.31	4.37	3.50
1120	7.45	1.64	0.07	3.02	17.39	2.22	6.42	5.50
1121	7.35	1.24	0.05	2.70	16.88	3.75	7.17	6.17
1122	7.28	2.58	0.01	2.83	18.11	4.80	6.83	5.50
1200	7.17	0.26	0.01	6.30	7.97	1.08	4.50	1.58
1201	7.37	0.21	0.01	5.63	12.29	0.93	4.42	1.42
1202	7.50	0.25	0.01	6.53	9.85	1.15	3.97	1.59
1210	8.00	1.51	0.02	2.37	10.36	1.24	5.40	2.15
1211	8.00	1.20	0.04	2.03	11.09	1.29	4.92	2.42
1212	8.13	0.99	0.04	2.17	14.78	1.31	5.08	2.28
1220	8.00	1.19	0.06	3.00	13.45	2.39	4.42	2.99
1221	8.03	1.44	0.06	2.20	15.25	2.15	5.27	2.76
1222	7.97	1.56	0.07	2.20	12.91	3.29	5.12	3.19
Sue-inicial	7.55	3.25	0.15	4.80	1.66	1.54	4.90	3.08
2100	7.45	2.62	0.12	2.05	8.69	3.09	5.75	4.50
2101	7.21	2.82	0.12	0.08	9.62	4.78	4.33	3.50
2102	7.20	2.56	0.11	19.80	9.88	6.24	4.50	3.33
2110	7.53	4.10	0.18	2.35	10.29	4.10	3.58	3.25
2111	7.42	4.25	0.18	1.73	10.72	6.45	3.50	2.50
2112	7.37	5.25	0.18	2.20	11.16	5.30	3.33	2.17
2120	7.32	3.41	0.14	2.23	11.80	12.39	7.50	6.17
2121	6.99	3.42	0.17	2.20	10.43	10.52	6.50	5.67
2122	7.31	3.52	0.15	2.20	11.37	10.71	6.17	5.33
2200	7.93	2.86	0.13	2.03	6.23	2.78	4.52	3.55
2201	8.00	2.26	0.13	2.13	6.63	3.93	4.22	3.44
2202	7.83	2.74	0.13	1.90	8.74	4.19	5.41	4.00
2210	8.03	3.11	0.18	2.20	7.78	4.32	5.11	4.06
2211	8.03	3.56	0.18	1.82	8.16	5.21	5.52	4.01
2212	8.17	2.88	0.22	2.04	8.45	4.65	5.53	4.07
2220	8.13	3.29	0.16	2.63	13.33	8.93	6.68	5.33
2221	8.00	3.49	0.18	2.54	11.77	8.29	6.83	4.42
2222	8.00	3.63	0.18	2.18	11.00	8.54	7.33	4.00

Cuadro 11A. Resumen del ANVA para el pH, la Materia Orgánica, el Nitrógeno total y los Nitratos de las variables probadas y sus interacciones.

Condición química		pH		MO en		N <sub>t</sub> en		NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> X 10 <sup>-2</sup>	
F V	GL	S C	PR F	S C	PR F	S C	PR F	S C	PR F
M	1	1.35	12E-10 *	132.14	1E-70 *	0.39	65E-71 *	0.10	0.85 ns
T	1	12.78	48E-34 *	3.91	84E-25 *	14E-4	33E-6 *	4.54	0.20 ns
M.T	1	8E-3	0.59 ns	0.17	28E-4 *	18E-4	27E-7 *	51.28	41E-6 *
I	2	4.12	30E-19 *	28.53	31E-51 *	44E-3	19E-37 *	80.75	35E-7 *
M.I	2	2.57	11E-14 *	1.55	25E-14 *	69E-4	31E-15 *	14.84	0.07 ns
T.I	2	0.04	0.48 ns	3.04	60E-21 *	23E-4	15E-7 *	1.86	0.71 ns
M.T.I	2	0.10	0.18 ns	2.45	15E-18 *	10E-4	16E-4 *	185.86	29E-12 *
C	2	0.17	0.06 ns	0.55	2E-6 *	15E-4	81E-6 *	36.65	19E-4 *
M.C	2	0.05	0.40 ns	0.26	12E-4 *	3E-4	0.16 ns	75.67	68E-7 *
T.C	2	0.28	90E-4 *	0.72	88E-9 *	13E-4	3E-4 *	41.72	9E-4 *
I.C	4	0.05	0.77 ns	0.73	1E-6 *	31E-4	49E-8 *	135.51	78E-9 *
M.T.C	2	0.07	0.27 ns	0.15	0.02 *	7E-5	0.60 ns	88.97	12E-7 *
M.I.C	4	0.09	0.54 ns	1.95	54E-15 *	35E-4	84E-9 *	105.25	22E-7 *
T.I.C	4	0.21	0.11 ns	1.66	14E-13 *	19E-4	1E-4 *	118.01	52E-8 *
M.T.I.C	4	0.007	0.99 ns	1.49	13E-12 *	33E-4	17E-8 *	119.85	42E-8 *
MODELO	35	21.89	67E-28 *	179.26	35E-66 *	46E-2	24E-59 *	1060.83	73E-19 *
ERROR	72	1.99		1.26		5E-43		193.27	
T C	107								

R<sup>2</sup> = 0.92

R<sup>2</sup> = 0.99

R<sup>2</sup> = 0.99

R<sup>2</sup> = 0.85

C V = 2.20

C V = 5.96

C V = 8.46

C V = 53.04

$\bar{X}$  = 7.56

$\bar{X}$  = 2.22 %

$\bar{X}$  = 0.10 %

$\bar{X}$  = 3.09 x 10<sup>-2</sup> mg/l

\* significativa

ns

no

"

Cuadro 12A. Pruebas de Tukey para el pH, la ND, el  $N_t$  y los  $NO_3^-$  de la interacción M T I C.

pH		MO en %	$N_t$ en %	$NO_3^- \times 10^{-2}$ en mg/l	
MFIC	$\bar{X}$	MFIC	$\bar{X}$	MFIC	$\bar{X}$
2112	8.17	2212	5.25	2102	19.80
2220	8.13	2111	4.25	1202	6.53
1212	8.13	2110	4.10	1111	6.40
1221	8.03	2222	3.63	1200	6.30
2210	8.03	2211	3.56	1201	5.63
2211	8.03	2122	3.52	1120	3.02
2221	8.00	2221	3.49	1220	3.00
2222	8.00	2121	3.42	1122	2.85
2201	8.00	2120	3.41	1121	2.70
1220	8.00	2220	3.29	2220	2.63
1211	8.00	2210	3.11	2122	2.54
1222	7.97	2212	2.88	2120	2.58
2200	7.93	2101	2.86	2200	2.37
2202	7.83	2202	2.74	2110	2.35
2110	7.53	2100	2.62	1100	2.29
1110	7.50	2102	2.56	2120	2.23
1120	7.45	1122	2.58	1221	2.20
2100	7.45	2201	2.26	1222	2.20
2111	7.42	1110	2.01	2112	2.20
2112	7.37	1120	1.64	2122	2.20
1201	7.37	1222	1.56	2210	2.05
1111	7.35	1210	1.51	2212	2.04
1121	7.35	1221	1.44	2200	2.03
2120	7.32	1112	1.43	1211	2.17
1122	7.31	1111	1.35	2201	2.13
1202	7.30	1121	1.24	2100	2.05
1122	7.28	1211	1.20	2212	2.04
2101	7.21	1220	1.19	2200	2.03
2102	7.20	1212	0.99	1211	2.03
1200	7.17	1102	0.54	2202	1.90
1112	7.12	1101	0.47	1112	1.83
2121	6.99	1100	0.29	2211	1.82
1100	6.76	1200	0.26	2111	1.73
1101	6.58	1202	0.25	1110	1.74
1102	6.53	1201	0.21	1102	1.03
				2101	0.80
		DMS = 0.39 %			
			DMS = 0.025 %		
				DMS = 4.87 mg/l	

Cuadro 13A. Resumen del ANVA para el Sodio, Potasio, Calcio y Magnesio solubles de las variables probadas y sus interacciones

Cationes sol.		Na		K		Ca		Mg	
F V	GL	S C	PR F	S C	PR F	S C	PR F	S C	PR F
M	1	255.79	14E-66 *	556.38	1E-70 *	2.97	66E-9 *	17.69	23E-27 *
T	1	82.39	21E-49 *	20.85	15E-49 *	0.27	0.07 ns	25.45	47E-32 *
M-T	1	4.95	20E-14 *	7.80	20E-35 *	8.67	86E-17 *	28.22	20E-33 *
I	2	308.86	19E-63 *	319.56	1E-70 *	74.09	17E-42 *	64.17	53E-44 *
M-I	2	13.52	11E-23 *	70.23	58E-67 *	6.02	99E-13 *	0.67	74E-4 *
T-I	2	1.76	54E-7 *	11.72	40E-40 *	27.24	10E-28 *	22.87	12E-29 *
M-T-I	2	60.77	67E-44 *	1.44	85E-15 *	3.31	11E-8 *	0.66	79E-4 *
C	2	29.43	12E-33 *	8.31	26E-35 *	0.69	0.02 *	3.64	74E-11 *
M-C	2	19.48	34E-28 *	0.47	27E-7 *	2.32	64E-7 *	1.34	10E-5 *
T-C	2	0.54	0.02 *	1.45	71E-15 *	4.58	10E-10 *	2.33	40E-8 *
I-C	4	62.37	97E-43 *	8.16	16E-33 *	9.07	62E-15 *	3.18	96E-9 *
M-T-C	2	0.01	0.90 ns	0.25	7E-4 *	2.03	24E-6 *	0.16	0.29 ns
M-I-C	4	37.23	23E-35 *	21.70	14E-7 *	6.23	10E-11 *	4.67	22E-11 *
T-I-C	4	7.11	21E-15 *	0.97	23E-10 *	8.23	47E-14 *	5.38	16E-12 *
M-T-I-C	4	1.32	7E-4 *	6.00	21E-29 *	3.43	97E-8 *	2.35	46E-7 *
MODELO	35	885.50	15E-71 *	1035.28	1E-70 *	159.14	81E-41 *	182.79	14E-46 *
ERROR	72	4.39		1.10		5.89		4.60	
T C	107								

$R^2 = 0.99$

$R^2 = 1.00$

$R^2 = 0.96$

$R^2 = 0.98$

C.V. = 2.18

C.V. = 3.02

C.V. = 5.52

C.V. = 6.90

$\bar{X} = 11.32$  mq/l

$\bar{X} = 4.09$  mq/l

$\bar{X} = 5.19$  mq/l

$\bar{X} = 3.67$  mq/l

\* significativa

ns no

"

Cuadro 14A. Pruebas de Tukey para el Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>, Ca<sup>++</sup> y Mg<sup>++</sup> solubles de la interacción M.T.I.C.

Na <sup>+</sup>		K <sup>+</sup>		Ca <sup>++</sup>		Mg <sup>++</sup>	
MTIC	$\bar{X}$	MTIC	$\bar{X}$	MTIC	$\bar{X}$	MTIC	$\bar{X}$
1122	18.11	2120	12.39	2120	7.50	1121	6.17
1120	17.39	2122	10.71	2222	7.33	2120	6.17
1121	16.88	2121	10.52	1121	7.17	2121	5.67
1112	16.02	2220	8.95	2221	6.83	1122	5.50
1212	14.78	2222	8.54	1122	6.83	1120	5.50
1220	13.45	2221	8.29	2220	6.68	1100	5.40
1101	13.45	2111	6.45	1100	6.67	2122	5.33
2220	13.33	2102	6.24	2121	6.50	2220	5.33
1221	13.25	2112	5.50	1120	6.42	2100	4.50
1111	13.04	2211	5.21	2122	6.17	2221	4.42
1222	12.91	1122	4.80	2100	5.75	2212	4.07
1201	12.29	2101	4.78	2212	5.53	2210	4.06
1110	11.84	2212	4.65	2211	5.52	2211	4.01
2120	11.80	2210	4.52	2202	5.41	2222	4.00
2221	11.77	2202	4.19	1210	5.40	2202	4.00
2122	11.37	2110	4.10	1221	5.27	2200	3.55
2112	11.16	2201	3.93	1221	5.11	1101	3.53
1211	11.09	1121	3.75	1222	5.12	1112	3.50
2222	11.00	1222	3.29	1212	5.08	2101	3.50
2111	10.72	2100	3.09	1111	4.97	1111	3.48
2121	10.45	2200	2.78	1211	4.92	2201	3.44
1102	10.38	1220	2.59	1101	4.65	2102	3.33
1210	10.36	1220	2.59	2200	4.52	1100	3.25
2110	10.29	1221	2.15	1102	4.50	1222	2.76
2102	9.88	1111	1.55	1200	4.50	1222	2.75
1202	9.85	1112	1.51	1201	4.42	1110	2.50
2101	9.62	1212	1.31	1220	4.42	2111	2.50
2202	8.74	1210	1.24	1112	4.37	1211	2.42
2100	8.69	1202	1.15	2101	4.33	1212	2.28
2212	8.45	opq	1.10	2201	4.22	1112	2.17
1100	8.40	opq	1.10	1202	3.97	1210	2.15
2211	8.16	opq	1.07	2110	3.58	1202	1.59
1200	7.97	pq	1.05	2111	3.50	1200	1.58
2210	7.78	q	1.03	1102	3.38	1201	1.42
2201	6.64	r	1.00	1110	3.22	1201	1.42
2200	6.23		0.98	1110	2.83	1201	1.42
DMS = 0.73	mq/l	DMS = 0.37	mq/l	DMS = 0.83	mq/l	DMS = 0.75	mq/l

Cuadro 15A. Resultados para los Cationes intercambiables, la Capacidad de Intercambio Cationico, los Aniones solubles y la Conductividad Eléctrica.

MFC	Na	K	Ca	Mg	CIC	CO <sub>3</sub>	HCO <sub>3</sub>	Cl	SO <sub>4</sub> × 10 <sup>-2</sup>	CR
	(valores dados en mg/100 g de S)					(valores dados en mg/l)				
Top-inicial	1.39	1.56	9.50	10.25	26.50	0.00	3.00	1.00	0.14	0.59
1100	3.28	1.18	8.75	7.87	22.47	0.33	4.58	5.50	2.33	1.82
1101	3.46	1.06	8.37	7.75	21.91	0.33	6.17	3.42	0.92	2.75
1102	3.65	1.56	9.00	7.50	21.96	0.50	5.67	6.50	0.73	2.20
1110	2.67	2.21	9.25	8.37	24.09	0.33	6.50	5.25	0.41	1.76
1111	3.25	2.58	9.00	7.62	22.80	0.50	5.17	5.33	0.43	1.85
1112	2.69	2.41	9.75	8.75	23.27	0.50	4.58	6.50	0.70	1.93
1120	3.34	2.75	8.87	7.62	24.16	0.50	5.75	7.08	0.79	2.73
1121	3.84	3.31	9.25	7.50	24.97	0.67	7.17	6.58	0.78	2.68
1122	3.78	3.60	9.00	7.75	26.04	0.50	6.67	9.92	0.80	2.34
1200	3.83	1.58	8.60	6.63	24.34	0.67	5.25	2.14	0.47	1.93
1201	3.63	1.42	9.40	7.60	23.12	0.83	3.00	2.13	0.76	2.22
1202	3.69	1.59	9.05	7.20	22.82	1.00	3.67	2.17	0.52	2.15
1210	3.55	2.15	9.90	7.75	23.47	0.67	3.50	2.37	0.88	1.50
1211	4.15	2.42	9.65	7.55	25.47	0.67	3.08	3.14	1.03	1.77
1212	4.16	2.28	10.00	8.05	28.54	1.00	4.67	2.64	1.04	1.74
1220	4.02	2.99	9.60	7.60	24.66	1.17	5.67	5.20	0.92	1.95
1221	3.60	2.76	8.60	7.10	22.80	0.67	4.25	6.12	0.84	2.15
1222	3.79	3.19	7.80	6.90	23.93	0.50	3.92	7.13	0.86	2.14
Sue-inicial	1.96	3.67	19.74	10.15	42.28	0.00	3.22	2.03	1.70	1.01
2100	3.04	1.26	19.00	7.85	34.17	0.42	3.67	3.90	0.97	1.62
2101	3.12	1.28	14.70	8.39	35.04	0.33	5.58	1.79	0.93	1.70
2102	3.00	1.36	19.23	8.62	32.90	0.67	5.67	2.47	0.95	1.75
2110	2.91	1.24	19.23	9.37	34.49	0.00	5.67	2.58	0.88	1.52
2111	2.67	1.21	20.62	10.00	34.45	0.50	7.17	1.41	0.38	1.62
2112	2.93	1.21	19.37	9.62	33.25	0.33	6.17	2.66	0.10	1.73
2120	2.79	1.41	20.00	9.62	34.80	0.08	5.25	8.96	0.82	2.65
2121	2.84	1.51	19.25	9.75	34.11	0.33	5.92	8.62	0.83	2.25
2122	2.93	1.47	19.00	9.00	34.56	0.25	5.95	8.46	0.84	2.57
2200	3.76	1.20	18.70	7.63	34.89	0.50	3.75	2.96	0.63	1.44
2201	3.82	1.32	20.30	7.63	34.65	0.50	4.17	2.71	0.69	1.36
2202	3.85	1.31	20.20	7.50	35.58	0.50	3.83	2.57	0.85	1.45
2210	3.37	1.32	20.70	8.60	37.44	0.83	6.42	2.59	0.93	1.64
2211	3.44	1.34	19.60	8.93	34.63	1.00	5.67	2.67	0.95	1.46
2212	3.57	1.28	19.70	8.57	34.97	1.00	6.00	3.17	1.07	1.58
2220	3.90	1.52	18.50	8.00	33.72	1.00	5.92	8.37	0.86	2.06
2221	3.86	1.56	18.50	8.43	33.31	1.00	5.58	7.91	0.86	2.04
2222	3.93	1.63	18.40	8.77	33.27	1.00	5.08	9.24	0.88	2.06

Cuadro 16A. Resumen del ANVA para el Sodio, Potasio, Calcio, Magnesio intercambiables y la Capacidad de Intercambio  
 Cationico de las variables probadas y sus interacciones

Cationes interc.		Na		K		Ca		Mg		CIC	
F V	GL	S C	PR F	S C	PR F	S C	PR F	S C	PR F	S C	PR F
M	1	1.81	49E-25 *	22.84	1E-70 *	2735.11	91E-42 *	30.64	17E-29 *	2926.15	1E-70 *
T	1	11.49	18E-50 *	0.004	0.23 ns	2.56	0.39 ns	13.08	16E-19 *	8.57	60E-9 *
M T	1	0.66	12E-14 *	0.05	10E-5 *	0.67	0.66 ns	1.21	60E-5 *	1.91	0.01 *
I	2	1.55	28E-22 *	16.81	38E-71 *	19.49	0.06 ns	15.17	38E-20 *	28.29	30E-15 *
M I	2	0.17	69E-6 *	9.98	41E-63 *	0.93	0.87 ns	4.68	57E-10 *	16.49	62E-11 *
T-I	2	0.58	98E-13 *	0.17	23E-11 *	15.67	0.11 ns	0.06	0.73 ns	46.64	81E-20 *
M T I	2	2.18	25E-26 *	0.48	67E-21 *	7.36	0.35 ns	0.30	0.21 ns	1.85	45E-3 *
C	2	0.31	17E-8 *	0.55	52E-22 *	2.16	0.73 ns	0.29	0.22 ns	3.86	2E-3 *
M C	2	0.20	21E-6 *	0.30	63E-16 *	1.07	0.86 ns	1.05	54E-4 *	15.94	11E-10 *
T C	2	0.15	20E-5 *	0.15	32E-10 *	3.54	0.60 ns	0.07	0.69 ns	2.79	0.01 *
I C	4	0.21	10E-5 *	0.41	11E-17 *	9.08	0.62 ns	0.92	0.05 *	10.75	36E-7 *
M T C	2	0.27	71E-8 *	0.22	37E-13 *	2.53	0.69 ns	0.59	0.05 *	2.27	0.02 *
M I C	4	0.57	29E-11 *	0.36	24E-16 *	8.12	0.68 ns	2.06	60E-5 *	13.21	27E-8 *
T I C	4	0.57	30E-11 *	0.20	21E-11 *	20.16	0.22 ns	0.40	0.38 ns	11.61	14E-7 *
M T I C	4	0.34	63E-8 *	0.15	43E-9 *	12.37	0.47 ns	3.16	12E-6 *	24.41	12E-12 *
MODELO	35	21.06	16E-45 *	52.65	1E-70 *	2840.82	13E-28 *	73.66	80E-28 *	3114.72	42E-67 *
ERROR	72	0.57		0.20		245.55		6.74		20.57	
T C	107										

$R^2 = 0.97$        $R^2 = 1.00$        $R^2 = 0.92$        $R^2 = 0.92$        $R^2 = 0.99$   
 $C V = 2.58$        $C V = 2.90$        $C V = 13.07$        $C V = 3.75$        $C V = 1.83$

$\bar{X} = 3.45 \frac{mg}{100 \text{ g de Suelo}}$        $\bar{X} = 1.82 \frac{mg}{100 \text{ g de Suelo}}$        $\bar{X} = 14.14 \frac{mg}{100 \text{ g de Suelo}}$        $\bar{X} = 8.15 \frac{mg}{100 \text{ g de Suelo}}$        $\bar{X} = 29.14 \frac{mg}{100 \text{ g de Suelo}}$

\* significativa  
 no

Cuadro 17A. Pruebas de Tukey para el Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>, Ca<sup>2+</sup> y Mg<sup>2+</sup> intercambiables y la Capacidad de Intercambio Catiónico de la interacción M T L C (valores dados en mq/100 g de Suelo).

Na <sup>+</sup>		K <sup>+</sup>		Ca <sup>2+</sup>		Mg <sup>2+</sup>		CIC	
MTIC	X	MTIC	X	MTIC	X	MTIC	X	MTIC	X
1212	4.16 a	1122	3.60 a	2210	20.70	2111	10.00 a	2210	37.44 a
1211	4.15 a	1121	3.31 b	2111	20.62	2121	9.75 ab	2101	35.04 b
1220	4.02 ab	1222	3.19 b	2201	20.30	2112	9.62 abc	2212	34.97 b
2222	3.93 abc	1220	2.99 c	2202	20.20	2120	9.62 abc	2200	34.89 bc
2220	3.90 abcd	1221	2.76 d	2120	20.00	2110	9.37 abcd	2120	34.80 bcd
2221	3.86 bcde	1120	2.73 de	2212	19.70	2122	9.00 bcde	2201	34.65 bcd
2202	3.85 bcde	1111	2.58 e	2211	19.60	2211	8.93 bcdef	2211	34.65 bcd
1121	3.84 bcde	1211	2.42 f	2112	19.37	2222	8.77 cdefg	2122	34.56 bcd
1200	3.83 bcdef	1112	2.41 f	2121	19.25	1112	8.75 cdefgh	2110	34.49 bcde
2201	3.82 bcdef	1212	2.38 fg	2102	19.23	2102	8.62 defghi	2111	34.45 bcde
1222	3.79 bcdefg	1110	2.21 g	2110	19.23	2210	8.60 defghi	2100	34.17 bcde
1122	3.78 bcdefg	1210	2.15 g	2100	19.00	2212	8.57 defghi	2121	45.11 bcde
2200	3.76 bcdefg	2222	1.63 h	2122	19.00	2221	8.43 efghij	2220	35.72 bcde
1202	3.69 cdefgh	1202	1.59 hi	2200	18.70	2101	8.39 efghijk	2202	33.58 bcde
1102	3.65 cdefgh	1200	1.58 hi	2220	18.50	1110	8.37 efghijk	2221	33.31 cde
1201	3.63 cdefgh	1102	1.56 hij	2221	18.50	1212	8.05 efghijkl	2222	33.27 de
1221	3.60 cdefgh	2221	1.56 hij	2222	18.40	2220	8.00 efghijklm	2112	33.25 de
2212	3.57 cdefgh	2220	1.52 hijk	2101	14.70	1100	7.87 efghijklm	2102	32.90 e
1210	3.55 cdefgh	2121	1.51 hijk	1212	10.00	2100	7.85 efghijklm	1212	28.54 f
1101	3.46 cdefgh	2122	1.47 ijkl	1210	9.90	1101	7.75 efghijklm	1122	26.04 g
2211	3.44 cdefgh	2120	1.45 ijkl	1112	9.75	1122	7.75 efghijklm	1211	25.47 gh
2210	3.37 cdefgh	1201	1.42 jklm	1211	9.65	1210	7.75 efghijklm	1121	24.97 ghi
1120	3.34 cdefgh	2102	1.36 kmn	1220	9.60	2200	7.65 efghijklm	1202	24.66 ghij
1100	3.28 cdefgh	1111	1.34 klmn	1201	9.40	2201	7.63 efghijklm	1200	24.34 hijk
1111	3.25 cdefgh	2210	1.32 kmn	1121	9.25	1111	7.62 efghijklm	1120	24.16 hijk
2101	3.12 cdefgh	2201	1.32 kmn	1110	9.25	1120	7.62 efghijklm	1110	24.09 hijk
2100	3.04 cdefgh	2202	1.31 kmn	1202	9.05	1220	7.60 efghijklm	1222	23.93 hijkl
2102	3.00 cdefgh	2101	1.28 mn	1102	9.00	1201	7.60 efghijklm	1210	23.47 ijklm
2112	2.95 cdefgh	2212	1.28 mn	1111	9.00	1211	7.55 efghijklm	1112	23.27 jklm
2122	2.95 cdefgh	2100	1.26 mn	1122	9.00	1102	7.50 efghijklm	1201	23.12 jklm
2110	2.91 cdefgh	2110	1.24 mn	1120	8.87 efghijklm	1121	7.50 efghijklm	1202	22.82 klm
2121	2.84 cdefgh	2211	1.21 mn	1100	8.75 efghijklm	1202	7.50 efghijklm	1221	22.80 klm
2120	2.74 cdefgh	op	2112 1.21 mn	nfiop	1201 8.60	1202 7.20	1202 7.20	1111 22.80 klm	
1112	2.69 cdefgh	p	2200 1.20 mn	fiop	1200 8.60	1221 7.10	1221 7.10	1100 22.49 klm	
1110	2.67 cdefgh	op	1100 1.18 mn	op	1101 8.37	1222 6.90	1222 6.90	1102 21.96 m	
2111	2.67 cdefgh	p	1101 1.06 mn	p	1222 7.80	1200 6.63	1200 6.63	1101 21.91 m	

IMS= 0.26 mq/100 g de S.      IMS= 0.16 mq/100 g de S.      IMS= 5.49      IMS= 0.91 mq/100 g de S.      IMS= 1.59 mq/100 g de S.

Cuadro 18A. Resumen del ANVA para los Carbonatos, Bicarbonatos, Cloruros, Sulfatos y Conductividad Eléctrica de las variables probadas y sus interacciones

Aniones solubles CO <sub>3</sub>				HCO <sub>3</sub>		Cl		SO <sub>4</sub> x 10 <sup>-2</sup>		CE en milimhos/cm				
F	V	GL	S	C	PR	F	S	C	PR	F	S	C	PR	F
M	1		0.10	0.17	ns	5.56	11E-4	*	3.10	40E-12	*	0.48	0.52	ns
T	1		4.58	33E-15	*	32.78	51E-13	*	39.27	41E-41	*	0.18	0.60	ns
M T	1		0.17	0.08	ns	9.48	32E-6	*	49.56	18E-44	*	0.21	0.18	ns
I	2		0.15	0.23	ns	20.34	6E-8	*	492.22	1E-70	*	0.50	0.13	ns
M I	2		0.07	0.51	ns	18.11	26E-8	*	52.88	21E-44	*	0.08	0.70	ns
T-I	2		0.42	0.02	*	0.43	0.64	ns	1.31	18E-6	*	4.38	29E-8	*
M T I	2		1.17	52E-6	*	2.02	0.13	ns	4.94	51E-15	*	0.40	0.19	ns
C	2		0.20	0.15	ns	0.18	0.83	ns	16.85	14E-28	*	0.39	0.20	ns
M C	2		0.09	0.42	ns	4.48	0.01	*	8.28	39E-20	*	0.07	0.73	ns
T C	2		0.19	0.17	ns	14.08	46E-7	*	8.46	23E-20	*	1.04	0.02	*
I C	4		0.59	0.03	*	2.25	0.33	ns	8.47	58E-19	*	0.43	0.46	ns
M T C	2		0.02	0.81	ns	1.24	0.28	ns	6.96	27E-18	*	0.18	0.47	ns
M I C	4		0.34	0.17	ns	2.08	0.38	ns	4.60	46E-13	*	1.56	0.02	*
T I C	4		0.37	0.14	ns	11.15	4E-4	*	2.20	72E-8	*	0.92	0.11	ns
M T I C	4		0.20	0.43	ns	8.86	23E-4	*	1.71	14E-6	*	1.40	0.03	*
MODELO	35		8.66	93E-10	*	135.05	99E-15	*	700.80	13E-70	*	11.62	95E-6	*
ERROR	72		3.70			34.63			3.69			8.44		
T C	107													0.17

$$R^2 = 0.70$$

$$C.V. = 37.85$$

$$\bar{X} = 0.6 \text{ mg/l}$$

\* significativa

ns

no

"

$$R^2 = 0.79$$

$$C.V. = 13.37$$

$$\bar{X} = 5.18 \text{ mg/l}$$

$$R^2 = 1.00$$

$$C.V. = 4.73$$

$$\bar{X} = 4.78 \text{ mg/l}$$

$$R^2 = 0.58$$

$$C.V. = 41.62$$

$$\bar{X} = 0.82 \text{ mg/l}$$

$$R^2 = 0.99$$

$$C.V. = 2.50$$

$$\bar{X} = 1.95 \text{ milimhos/cm}$$

Cuadro 19A. Pruebas de Tukey para los CO<sub>3</sub>, HCO<sub>3</sub>, Cl<sup>-</sup>, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> y CE de la interacción M T I C.

CO <sub>3</sub> en mg/l		HCO <sub>3</sub> en mg/l		Cl en mg/l		SO <sub>4</sub> en mg/l		CE en milinhos/cm			
MTIC	$\bar{X}$	MTIC	$\bar{X}$	MTIC	$\bar{X}$	MTIC	$\bar{X}$	MTIC	$\bar{X}$		
1220	1.17	a	1122	7.17	a	1122	9.92	a	1101	2.75	a
1212	1.00	a	2112	7.17	a	2222	9.24	b	2232	1.67	b
1202	1.00	a	1122	6.67	ab	2120	8.96	bc	1212	1.04	b
2211	1.00	a	1110	6.50	abc	2121	8.62	bc	1211	1.03	b
2212	1.00	a	2210	6.42	abc	2122	8.46	cd	2100	0.97	b
2220	1.00	a	1101	6.17	abcd	2220	8.37	cd	2211	0.95	b
2221	1.00	a	2112	6.17	abcd	2221	7.91	d	2102	0.95	b
2222	1.00	a	2212	6.00	abcd	1222	7.13	e	2101	0.93	b
1201	0.83	a	2121	5.92	abcde	1120	7.08	e	2210	0.93	b
2210	0.83	a	2122	5.92	abcde	1121	6.58	ef	1220	0.92	b
1121	0.67	a	2220	5.92	abcde	1112	6.50	ef	1101	0.92	b
1200	0.67	a	1120	5.75	abcdef	1102	6.50	ef	2222	0.88	b
1210	0.67	a	1220	5.67	abcdefg	1221	6.12	fg	1210	0.88	b
1211	0.67	a	2102	5.67	abcdefg	1100	5.50	gh	2110	0.88	b
1221	0.67	a	2110	5.67	abcdefg	1111	5.33	h	1222	0.86	b
2102	0.67	a	2211	5.67	abcdefg	1110	5.25	h	2220	0.86	b
1102	0.50	a	1102	5.67	abcdefg	1220	5.20	h	2221	0.86	b
1111	0.50	a	2221	5.53	abcdefg	2100	3.90	i	2202	0.85	b
1112	0.50	a	2101	5.58	abcdefg	1101	3.42	ij	1221	0.84	b
1120	0.50	a	1200	5.25	abcdefgh	2212	3.12	jk	2122	0.84	b
1122	0.50	a	2120	5.25	abcdefgh	1211	3.14	jk	2121	0.83	b
1222	0.50	a	1111	5.17	abcdefgh	2200	2.96	kl	2120	0.82	b
2111	0.50	a	2222	5.08	bdefghij	2201	2.71	klm	1122	0.80	b
2200	0.50	a	1212	4.67	bdefghij	2211	2.67	klm	1120	0.79	b
2201	0.50	a	1100	4.58	cdefghij	2112	2.66	klm	1121	0.78	b
2202	0.50	a	1112	4.58	cdefghij	1212	2.64	klm	1201	0.76	b
2100	0.42	a	1221	4.25	defghij	2210	2.59	klm	1102	0.73	b
1100	0.33	a	2201	4.17	defghij	2110	2.58	klm	1112	0.70	b
1101	0.33	a	1222	3.92	efghij	2202	2.57	klm	2201	0.69	b
1110	0.33	a	2202	3.83	efghij	2102	2.46	lm	2200	0.65	b
2101	0.33	a	2400	3.78	efghij	1210	2.37	lmn	1202	0.52	b
2112	0.33	a	2100	3.67	ghij	1202	2.17	mn	1200	0.47	b
2121	0.33	a	1202	3.67	ghij	1200	2.14	mn	1111	0.43	b
2122	0.25	a	1210	3.50	hij	1201	2.13	mn	1110	0.41	b
2120	0.08	a	1211	3.08	ij	2101	1.79	ni	2111	0.38	b
2110	0.00	a	1201	3.00	j	2111	1.41	n	2112	0.10	b
			DMS = 2.06	mg/l		DMS = 0.67	mg/l		LMS = 1.02	mg/l	
									DMS = 0.15	milinhos/cm	

Cuadro 20A. Resultados para el Grano por Espiga, el Peso del Grano y el Peso de Materia Seca.

MTIC	GE	PG en g al 14% de humedad	PMS en g
1200	17	14.19	30.94
1201	16	13.56	31.20
1202	20	12.76	32.63
1210	39	24.15	46.15
1211	44	23.36	44.57
1212	51	23.32	43.60
1220	50	27.96	49.79
1221	52	25.05	55.86
1222	50	31.89	57.13
2200	33	15.63	52.33
2201	48	15.91	54.43
2202	48	14.23	52.83
2210	51	15.11	55.08
2211	51	18.44	55.73
2212	49	22.55	60.74
2220	57	19.47	61.63
2221	57	38.58	59.39
2222	57	38.96	57.56

Cuadro 21A. Resumen del ANVA para el Grano por Espiga, el Peso de Grano y Materia Seca, de las variables probadas y sus interacciones.

Rendimiento		GE		PG al 14% de humedad (g)		MS	
F V	GL	S C	PR F	S C	PR F	S C	PR F
M	1	2065.85	15E-14 *	1.17	0.77 ns	2315.43	10E-11 *
I	2	5265.82	60E-20 *	2303.37	16E-15 *	1914.29	64E-10 *
M·I	2	1117.15	31E-10 *	194.57	21E-4 *	603.75	30E-5 *
C	2	210.82	34E-4 *	192.65	22E-4 *	18.75	0.72 ns
I·C	4	128.52	0.11 ns	279.62	19E-4 *	12.75	0.98 ns
M·C	2	24.48	0.40 ns	218.55	11E-4 *	6.19	0.90 ns
M·I·C	4	315.85	26E-4 *	218.04	75E-4 *	159.35	0.26 ns
MODELO	17	9133.48	36E-18 *	3407.97	14E-12 *	5030.49	34E-10 *
ERROR	36	366.67		476.29		1032.94	
T C	53						

$R^2 = 0.94$	$R^2 = 0.88$	$R^2 = 0.83$
$C V = 9.06$	$C V = 16.57$	$C V = 10.69$
$\bar{X} = 44.00$	$\bar{X} = 21.95 \text{ g}$	$\bar{X} = 50.09 \text{ g}$

\* significativa

ns no "

Cuadro 22A. Pruebas de Tukey para el GE, PG y MS de la interacción M'I-C.

GE			PG en g			MS en g		
MIC	$\bar{X}$		MIC	$\bar{X}$		MIC	$\bar{X}$	
222	57	a	222	38.96	a	220	61.63	a
221	57	a	221	38.58	a	212	60.74	a
220	57	a	122	31.89	ab	221	59.39	a
121	52	ab	120	27.96	abc	222	57.56	a
210	51	abc	121	25.05	bcd	122	57.13	a
112	51	abc	110	24.15	bcde	121	55.86	a
211	51	abc	111	23.36	bcdef	211	55.73	a
122	50	abc	112	23.52	bcdef	210	55.08	a
120	50	abc	212	22.55	bcdef	201	54.43	a
212	49	abc	220	19.47	cdef	202	52.83	a
201	48	abc	211	18.44	cdef	200	52.33	a
202	48	abc	201	15.91	def	120	49.79	a
111	44	bcd	200	15.63	def	110	46.15	a
110	39	cd	210	15.11	def	111	44.57	a
200	33	d	202	14.23	def	112	43.60	a
102	20	e	100	14.19	def	102	32.63	a
100	17	e	101	13.56	ef	101	31.20	a
101	16	e	102	12.76	f	100	30.94	a
DMS = 12.22			DMS = 11.21 g					