

24
28j



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

Escuela Nacional de Estudios Profesionales

ZARAGOZA

EL USO DE PLASTICO COMO AGENTE CATALIZADOR EN
EL PROCESO DE INTEMPERIZACION DE TEPETATE PARA
SU RECUPERACION COMO SUELO AGRICOLA Y SU
INFLUENCIA EN EL DESARROLLO RADICAL DEL FRIJOL
(Phaseolus vulgaris 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 :

CONSUELO URBINA MENDEZ



México, 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.

INDICE

		Pág.
I	RESUMEN	
II	INTRODUCCION	1
III	MARCO DE REFERENCIA	2
2.1	EROSION	2
2.1.1	Definición	2
2.1.2	Tipos de erosión	2
2.1.3	Territorio erosionado	4
2.2	TEPETATE	5
2.2.1	Definición	5
2.2.2	Origen	5
2.2.3	Composición química	5
2.2.4	Usos de tepetate	6
2.3	ABONOS	7
2.3.1	Definición	7
2.3.2	Importancia de los abonos orgánicos	7
2.3.3	Clasificación de los abonos orgánicos	8
2.3.4	Características de los abonos utilizados	9
2.3.5	Ventajas de los abonos orgánicos	12
2.4	UTILIZACION DE PLASTICOS	12
2.4.1	Definición	12
2.4.2	Importancia	13
2.4.3	Tipos de plásticos	14
2.4.4	Influencia sobre la estructura del suelo	14
2.4.5	Tiempo de degradación	15
2.5	INTEMPERISMO	15
2.5.1	Definición	15

		Pág.
	2.5.2 Factores del intemperismo	16
	2.5.3 Clases de intemperismo	16
2.6	FRIJOL	17
	2.6.1 Clasificación taxonómica	18
	2.6.2 Características	18
	2.6.3 Raíz	19
IV	OBJETIVOS	22
V	HIPOTESIS	23
VI	MATERIALES Y METODOS	23
	5.1 Descripción del área de estudio	23
	5.2 Trabajo en el invernadero	25
	5.3 Trabajo en el laboratorio	29
VII	ANALISIS Y DISCUSION DE RESULTADOS	31
	6.1 Condiciones físicas	32
	6.2 Condiciones químicas	45
	6.3 Raíz	72
VIII	CONCLUSIONES	77
IX	RECOMENDACIONES	78
X	BIBLIOGRAFIA	79
XI	APENDICE	85

I RESUMEN.

El presente trabajo es la primera fase de un proyecto global que se está llevando a cabo en la Sección de Física de Suelos, del Centro de Edafología, del Colegio de Postgraduados, el cual se desarrolló en el invernadero de Montecillos (Colegio de Postgraduados). Y consistió en la utilización de plástico y abonos orgánicos como agentes catalizadores para la intemperización de tepetate y su influencia en el desarrollo radical del frijol (Phaseolus vulgaris L.), a fin de que éste material edáfico pueda integrarse a la agricultura, basándose, como parámetro de comparación, en un suelo arcilloso.

Se realizaron análisis físicos y químicos de ambos materiales edáficos al inicio y al final de la experimentación, se midió el tamaño, volumen y peso seco de la raíz.

Las hipótesis planteadas se validaron a un nivel de significancia del 5%, realizándose análisis de varianza y pruebas de Tukey.

Se concluyó, que las coberturas de plástico con los abonos orgánicos sí actúan como agentes catalizadores para el proceso de intemperización de el tepetate, ayudándose con esto al desarrollo radical del frijol y la recuperación como suelo agrícola de éste material edáfico.

II INTRODUCCION.

El fenómeno de formación de suelos, ocurre geológicamente en periodos sumamente largos, en cambio, cualquier tipo de erosión ocurre en lapsos cortos y es favorecido por un desequilibrio que se produce cuando se modifica la cubierta vegetal y por la aplicación de técnicas inadecuadas en el uso de los recursos naturales renovables.

En la República Mexicana, éste proceso se ha convertido en un grave problema, según datos del Plan Nacional de Desarrollo (1983-1988), 132 millones de ha se encuentran fuertemente erosionadas, lo que equivale al 66% del territorio nacional. De esta superficie erosionada, 2 096 519 ha se encuentran en el Estado de México lo que equivale al 97.69% de su superficie. Por esta razón, la Comisión del Lago de Texcoco y CODAGEM (Comisión Coordinadora para el Desarrollo Agrícola y Ganadero del Estado de México) están realizando trabajos sobre la conservación del suelo en la Cuenca de México. Observándose que las áreas tepetatasas, que se encuentran en ésta zona son responsables del 72.5% del total del suelo removido y esto es debido principalmente a la erosión hídrica (Figueras, 1975).

Los anteriores datos, dan una idea de la necesidad de implementar técnicas adecuadas a largo y a corto plazo, para la recuperación, como suelo agrícola, de áreas degradadas. Una de estas técnicas, que se propone en el presente trabajo, es la utilización de abonos orgánicos y el acolchado con plástico, con el fin de acelerar el intemperismo de el tepetate en estudio y su influencia en el desarrollo radical del frijol.

III MARCO DE REFERENCIA.

2.1 EROSION

2.1.1 Definición.

Duchaufour (1978) define a la erosión como una forma de degradación del suelo que predomina en los climas fríos, con período seco prolongado y con lluvias violentas y torrenciales, clima estepario, mediterráneo y subtropical.

2.1.2 Tipos de erosión.

Erosión hídrica.

Lo constituye la lluvia violenta, la cual causa la ruptura de los agregados del suelo y la dispersión de los cementantes (Duchaufour, 1978).

Este tipo de erosión se caracteriza por llevarse a cabo en terrenos con pendientes inclinadas. Además se manifiesta en la parte superficial y en el perfil de los terrenos. Cuando se concentran los escurrimientos superficiales se empiezan a formar pequeños canales, los cuales se convierten en cárcavas, cuando el volumen se incrementa, se transforma en cauces o ríos bien definidos (Oropeza, 1980).

Erosión eólica.

Se caracteriza por presentarse en superficies horizontales, donde predominan la acción del viento (Duchaufour, 1978).

Este tipo de erosión remueve cantidades de sedimentos, de la capa superficial de los suelos y es más pequeña en comparación con la hídrica - (Flores, 1978).

Erosión acelerada.

Este tipo de erosión es provocada por el hombre, teniendo como principales causas (Andrade, 1975):

- Técnicas:

sobrepastoreo

agricultura nómada (roza - tumba - quema - siembra)

técnicas inadecuadas de riego y drenaje

uso inadecuado de maquinaria agrícola

- Socioeconómicas:

presión demográfica

costumbres y tradiciones

recursos y medios financieros insuficientes

deficiencia de educación e información

- Institucionales y de organización:

limitaciones de las estructuras gubernamentales para hacer frente a los problemas de la degradación.

falta de investigación y aplicación

insuficiencia de personal técnico y profesional especializado.

2.1.3 Territorio erosionado

México cuenta con una superficie aproximada de 200 millones de ha, - está condicionado por un sistema montañoso que se ha calculado en 578 692 km² (con pendientes mayores del 25%), y solo 340 620 km² (17% de el total de la - superficie) correspondiente a tierras planas, siendo el resto del país de topografía ondulada.

Se estima que un 66% de la superficie total del territorio (aproximadamente 1.32×10^8 ha) se encuentra fuertemente erosionada. De ésta cifra, corresponde el 50% a un tipo de erosión moderada o avanzada y el 16% a un área total destruida (Plan Nacional de Desarrollo, 1983).

Cuadro 1. Magnitud del grado de erosión en la República Mexicana, en el Estado de México y en la Cuenca del Río Texcoco (Miles de ha.)

Area total	erosión No Manifiesta	erosión leve	erosión moderada	erosión severa	erosión muy severa
Nacional *					
196,203.6	36,214.5	45,905.7	70,019.9	29,509.6	13,286.0
Edo. de México*					
2,146.1	510.1	906.2	642.7	30.8	6.7
C. del Río Texcoco **					
45.5		32.9	2.6	5.5	6.4

FUENTE: * SARH, 1983.

** Ortiz, 1986.

En el cuadro 1, se observa el área erosionada a nivel Nacional, del Estado de México, y de la Cuenca del Río Texcoco, que es donde se reali

z6 el presente estudio. En este cuadro no se toman en cuenta los cuerpos de agua ni las zonas urbanas.

2.2 TEPETATE

2.2.1 Definición

El tepetate se define como un material de origen volcánico, en el cual descansaba una capa de suelo fértil y tiene una consistencia de dura a friable (en húmedo), de color blanco a café rojizo, con una textura de arcilla hasta grava.

2.2.2 Origen

Valdez (1970), menciona que la formación de tepetates se produce por la cementación de las partículas de origen volcánico por materiales diversos, principalmente por la sílice soluble, derivada de las cenizas volcánicas y también en gran parte por los óxidos e hidróxidos de hierro (principalmente hematita), la arcilla y en algunos casos también los carbonatos (CO_3). Cabe señalar en primer lugar como factor principal, el hecho de que el tepetate es un producto de arrastre aluvial de un conglomerado, por deglaciación en distintas etapas del período comprendido entre fines del Terciario y parte del Cuaternario.

2.2.3 Composición química.

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

Váldez (1970), concluye que la fertilidad de los tepetates es muy baja en general, especialmente en nitrógeno y fósforo, pero en el caso del potasio, a pesar de que su contenido es bajo, puede presentarse con mayor disponibilidad por un proceso de mineralización, se incrementa el potasio in-tercambiable y soluble. El calcio y magnesio son los elementos de mayor -- disponibilidad para las plantas encontrándose fierro, magnesio, azufre y -- otros elementos menores.

Trueba (1979), menciona que en términos generales el tepetate tiene un contenido extremadamente rico en potasio, calcio y magnesio, pero medianamente en fósforo. Por lo que respecta a la materia orgánica y nitrógeno, están ausentes. El pH de los diferentes tepetates es de 8.2 aproximadamente.

2.2.4 Usos del tepetate.

Ortiz (1986), menciona que a partir de 1976 se empezaron a dictaminar posibles soluciones para detectar la producción de sedimentos en la -- Cuenca de México. En las áreas tepetatosas (áreas experimentales) se hicieron plantaciones de nopal al contorno que originó cambios en el microambiente, favorable para el crecimiento de la vegetación.

En áreas con problemas de formación de cárcavas, se construyeron terrazas de banco y terrazas de formación sucesiva, además de realizar estudios sobre la adaptabilidad de diferentes variedades de gramíneas a las condiciones regionales, para ser utilizadas posteriormente en la estabilización de taludes. Así mismo, con la finalidad de mejorar las condiciones de la -- agricultura de temporal, se condujeron estudios sobre captación de agua, in-

corporación de materia orgánica y labranza.

Por otra parte, con la finalidad de controlar azolves y rehabilitar suelos severamente erosionados se efectuaron investigaciones sobre prácticas mecánicas y técnicas consistentes en la construcción de zanjas y bordos; prácticas vegetativas, siembra de nopal con un doble propósito (consumo humano y animal) y prácticas agronómicas, uso de abonos orgánicos; dichas prácticas son útiles para la rehabilitación de suelos degradados y desde un punto de vista económico, son redituables en un período de cinco años, ésta práctica es una alternativa para productores de escasos recursos.

2.3 ABONOS

2.3.1 Definición.

Rigau (1982), define al abono como toda aquella sustancia que por contener uno o más elementos necesarios, responde al objetivo de la fertilización.

2.3.2 Importancia de los abonos orgánicos.

Según Selke (1969), citado por SARH (1982), menciona que algunas de las razones para utilizar abonos orgánicos, son las siguientes:

- La mayoría de los abonos orgánicos (estiércol, purín, mantillo) se producen necesariamente en toda explotación agrícola. Es por tanto, necesario emplearlos para que rindan lo mejor posible.
- Los abonos orgánicos se componen en su mayoría de residuos vegetales y animales o despojos, contienen todas las sustancias necesarias para el desarrollo de las plantas. Son por lo tanto, en cierto sentido abonos "universales", aunque la proporción de las sustancias nutritivas en ellos no sea siempre la óptima y precisa, -

por tanto, una corrección con el abonado complementario mineral - es necesaria.

- El nitrógeno que contienen los abonos orgánicos en su mayor o menor proporción, es una fuente lenta pero continua de materias nutritivas. Es por tanto, idóneo para mantener y favorecer la fuerza intrínseca del suelo, que es una parte esencial de la fertilidad del suelo.
- Aunque las materias nutritivas contenidas en los abonos orgánicos estén disponibles para las plantas sólo después de haber sido mineralizados, algunas de las sustancias que contienen (hormonas, enzimas, auxinas, antibióticos) pueden absorberse directamente y tienen por ello una importancia decisiva sobre el desarrollo y el rendimiento.
- Los abonos orgánicos no son sólo portadores de sustancias nutritivas. Tienen una influencia específica favorable sobre el suelo, desde el punto de vista físico, químico y biológico.

Un abono orgánico es más valioso por su aporte de materia orgánica - más que por sus elementos nutritivos.

2.3.3 Clasificación de abonos orgánicos.

Campos (1981), divide a los abonos orgánicos en las siguientes categorías:

De origen animal.

Dentro de éstos se encuentra la sangre, la orina, los huesos, los cuernos, residuos de pescado, deyecciones sólidas.

De origen vegetal

Son los residuos de cultivos, de semillas, hojas secas, algas y turbas, residuos del vino y del aceite, etc.

De origen mixto.

Son el estiércol, residuos de hogares, mantillo, etc., guano, gallinaza, estiércol de cerdo, estiércol de vaca, estiércol de borrego, etc.

Abonos orgánicos comerciales.

2.3.4 Características de los abonos utilizados.

Estiércol.

El estiércol es el más importante de los abonos orgánicos. Contiene los mismos elementos fertilizantes que los abonos complejos ternarios, es decir, nitrógeno, fósforo y potasio (Fresini, 1978). En el Cuadro 2 se muestra algunos tipos de estiércol de uso frecuente.

Cuadro 2. Contenido de nutrimentos de diferentes estiércoles

Estiércol Fresco	Valores en %				
	H ₂ O	N ₂	Anhidrido fosfórico	Potasa	Cal
Bovino	77.5	0.34	0.16	0.40	0.31
Equino	71.5	0.58	0.28	0.53	0.21
Ovino	64.6	0.83	0.23	0.67	0.33
Cerdo	72.4	0.45	0.19	0.60	0.08
Mixto	75.0	0.39	0.18	0.50	0.49

FUENTE: Rigau, 1982.

Se debe tomar en cuenta que el estiércol puede mejorar, degradar, todas o cualquiera de las propiedades físicas, químicas o biológicas en un suelo dado. Dependiendo del suelo, serán las adiciones de estiércol que pueden mejorar una propiedad pero al mismo tiempo degradar otra (IATEM, 1982).

Propiedades químicas:

Aunque el estiércol tiene una baja concentración de nutrimentos, su disponibilidad es muy alta y existe evidencia de que además de suplementar nutrientes hace más disponibles algunos elementos del suelo para las plantas.

Además, el estiércol es un valioso portador de fosfato, el estiércol se descompone y libera su fosfato tan rápido que el cultivo puede absorber la mayor parte de él. También el estiércol aumenta la materia orgánica, - si había alcanzado previamente un valor de equilibrio o reduce su velocidad de pérdida si ésta se estaba produciendo (Russell, 1968).

Propiedades físicas:

Se mejora la velocidad de infiltración al igual que la conductividad hidráulica, la retención de agua normalmente se incrementa, la densidad aparente se reduce y ayuda a mantener la estabilidad de los agregados.

Propiedades biológicas:

Un suelo de alta calidad debe ser biológicamente activo; dado que el estiércol contiene grandes cantidades de compuestos orgánicos de fácil descomposición, la adición de éste abono al suelo resulta benéfica en cuanto al incremento de las actividades biológicas. Además de que el estiércol contiene una gran cantidad de microorganismos, los cuales aumentan la fauna edáfica y por lo cual un incremento en la descomposición de los compuestos orgánicos.

En la mayoría de los casos el resultado neto del incremento de la actividad biológica mejora la estructura del suelo por el efecto de agregación que la descomposición de productos tiene sobre las partículas del mismo.

El incremento de la actividad biológica, generalmente incrementa también la disponibilidad de muchos nutrimentos para las plantas (LATEM, 1982).

Rastrojo

El rastrojo se define como la parte aérea de las plantas que queda - después de la cosecha del grano o la semilla. (Campos, 1981).

En seguida, se muestra en el Cuadro 3 los diferentes desechos vegetales y su contenido en nutrimentos.

Cuadro 3. Contenido de nutrimentos en diferentes desechos vegetales.

Tipo de material	Valores en %				
	H ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂	Cal
Paja de trigo	14.1	0.32	0.23	0.49	0.26
Tallos de maíz	14.0	0.48	0.38	1.66	0.50
Hojas de encino	15.0	0.80	0.34	0.25	2.02
Brezo	20.0	0.90	0.10	0.40	---

FUENTE: Rigau, 1982.

Propiedades químicas.

Por ser un abono de origen vegetal, contiene gran cantidad de nutrimentos requeridos por las plantas, entre ellos se encuentra el magnesio y el potasio, los cuales se encuentran en forma disponible para el cultivo, además - que incrementa el pH.

Propiedades físicas.

La retención de humedad se incrementa, la densidad aparente se reduce y ayuda a disminuir el tamaño de las partículas.

Propiedades biológicas.

El rastrojo al igual que el estiércol, al ser incorporado al suelo, - ayuda al incremento de la actividad biológica.

2.3.5 Ventajas de los abonos orgánicos.

Núñez (1968), citado por SARH(1982), indica que los abonos orgánicos muestran sobre los químicos, las ventajas siguientes:

- mayor efecto residual
- aumento en la capacidad de retención de humedad del suelo a través de su efecto sobre la estructura (granulación y estabilidad de agregados, la densidad aparente y la porosidad).
- 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 por el impacto de las gotas de lluvia y la reducción al escurrimiento superficial.
- elevación de la capacidad de intercambio catiónico del suelo, protegiendo los nutrientes de la lixiviación.
- liberación de CO_2 que proporciona la solubilización de nutrientes.

2.4 UTILIZACION DE PLASTICOS.

2.4.1 Definición.

Dubois (1980), define a los plásticos como polímeros lineales que se ablandan por la acción del calor, conservando su forma al enfriarse. Ejemplo de éstos son: PVC, poliestireno, polipropileno, poliamidas (nylon) y polietileno de mayor a menor densidad.

Una de las formas de utilizar los plásticos en la agricultura es en forma de acolchado, definida por Alpi (1984), como la cobertura en contacto con el suelo de material ajeno a él y que no incluye armadura alguna.

2.4.2 Importancia

Debido a la necesidad de desarrollar nuevas y diversas técnicas para tratar de resolver el problema de las zonas erosionadas, en lugares donde la lluvia es escasa y errática o de baja cantidad para proveer a las plantas de la humedad indispensable para su desarrollo. Tomando en cuenta que además de solucionar el problema de la humedad retenida o aplicada al suelo, por la alta evaporación que existe en dichas zonas, que reduce la eficiencia de éstas prácticas.

El empleo de plásticos presenta una alternativa para tratar de solucionar el problema de alta evaporación de agua del suelo y las altas tasas transpiratorias de los cultivos, provocadas por la excesiva radiación solar y fuertes vientos propios de dichas zonas (Peña, 1981).

Cabe aclarar que el uso de los plásticos no sólo representa una ventaja en la utilización de terrenos erosionados, sino que también es de gran importancia en las regiones agrícolas donde, el uso de materiales plásticos aumentan considerablemente los rendimientos de los cultivos, de modo que estos productos se convierten en una alternativa viable de implementarse en las regiones agrícolas de México, lo que posibilitará dar salida a algunos problemas que aquejan al agro mexicano (CONACyT, 1979).

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

Cuadro 4. Color del polietileno empleado en el acolchado

Efecto	Transparente	Gris-humo	Negro opaco
Transmisión de radiaciones.	80%	35%	nninguna
Absorción de calor por la lámina.	poco	regular	mucho
Posibilidad de evitar daños por heladas.	alguna	muy poco	nninguna
Precocidad de cosecha	bastante	regular	poca
Rendimiento de la cosecha.	menor que los otros 2	menor que el negro	más que nninguna
Cantidad de hierba bajo el plástico.	mucha	poca	nninguna
Tiempo de degradación de el plástico.	menos que negro y gris	menos que el negro	más que nninguno

FUENTE: Serrano (Hojas divulgadoras, s.a.).

2.4.4 Influencia sobre la estructura del suelo.

El suelo acolchado con plástico presenta una estructura ideal para el desarrollo de las raíces de las plantas, éstas se hacen más numerosas y largas en sentido horizontal debido a que tienen humedad a poca profundidad, con éste incremento de raicillas se asegura a la planta mayor succión de agua, sales minerales y demás nutrimentos.

Según Serrano (hojas divulgadoras, s.a.), una de las ventajas del acolchado es la disminución de los peligros de la escarcha, debido a que la temperatura acumulada en el suelo durante el día se pierde lentamente por la noche siendo difícil que se hiele el sistema radical.

Muratailla (1982), en su discusión afirma que los plásticos oscuros impiden el paso de la energía solar al suelo disminuyendo su calentamiento y proporcionando temperaturas bajas en el área radical como las habidas en el 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.

En la recuperación de suelos con poca estructura (principalmente en zonas desérticas) donde se tiene afloramientos rocosos se ha utilizado el acolchamiento de plástico, el cual presenta las ventajas siguientes: modificación de la estructura del suelo, fumigación del suelo, conservación de la humedad y protección contra heladas (CONACyT, 1979).

2.4.5 Tiempo de degradación.

En relación a la durabilidad del plástico a la intemperie, Gliniecky (1959) citado por Acosta (1973) encontró que el polietileno natural (anaranjado y blanco), son similares en durabilidad, después de seis meses de exposición mostraron seria degradación y las propiedades elásticas fueron prácticamente reducidas. El más durable fue el polietileno negro, el cual permaneció intacto un año y se creó que esto se debe al efecto sinergista de pigmentos negros que sustraen los rayos ultravioletas y antioxidantes y los agentes degradadores, controlando de tal forma que puedan permanecer bajo acolchado - mínimo de un año, a fin de aprovechar los beneficios del mismo.

2.5 INTEMPERISMO.

2.5.1 Definición.

Buol (1973), define al intemperismo como la descomposición y desintegración química y física de las rocas y los minerales contenidos en ellas - -

que no se encuentran en equilibrio en las condiciones de temperatura, presión y humedad del espacio entre la atmósfera y la litósfera.

2.5.2. Factores del intemperismo.

La velocidad del proceso intempérico se ve afectada por múltiples factores en los cuales destacan (Keller, 1962, citado por Del Valle, 1983):

- tamaño de partículas constituyentes
- permeabilidad
- posición del nivel freático
- composición y temperatura
- composición y cantidad de agua activa en el proceso
- presencia de oxígeno y de otros gases en el sistema
- macro y microflora presentes
- área superficial relativa

2.5.3 Clases de intemperismo.

Intemperismo químico.

Es la transformación de los minerales primarios que componen los materiales continentales en nuevas series de minerales secundarios (con supervivencia de algunos de los primarios) que son más estables que aquellos de la zona de contacto o interacción, litósfera tropósfera.

Ortiz y Ortiz (1980), definen que es un proceso de descomposición, el intemperismo químico, que opera más rápidamente que las fuerzas de desintegración. Entre mayor sea el área superficial mayor será la actividad de éstos --

procesos que son: hidrólisis, hidratación, carbonatación, oxidación, solución y formación de arcillas.

Intemperismo físico.

Los procesos considerados son los siguientes:

- Congelamiento y deshielo.

La fuerza de expansión de la congelación del agua es suficiente - para partir cualquier roca o mineral.

- Calentamiento y enfriamiento.

Estos cambios de temperatura originan la expansión diferencial y la contracción de minerales en las rocas, tendiendo a romperlos; también producen la exfoliación, que es el desprendimiento de costras en rocas minerales.

- Humedecimiento y secado.

Este proceso origina dilataciones y contracciones y abrasión dentro del suelo, haciendo a las partículas más finas.

- Erosión.

Los sedimentos en suspensión acarreados por el agua ejercen una acción estregante que hace a las partículas más finas.

- Acción de plantas, animales y del hombre.

Las plantas crecen entre las rocas partiéndolas. Los animales - constantemente alteran las rocas y esa acción en las rocas suaves ayudan a su desintegración. El hombre al arar y cultivar su tierra produce una acción que resulta en fragmentos más finos de rocas.

2.6 Frijol.

Para la población mexicana en general después del maíz (Zea mays L.) el frijol constituye el alimento más importante, pues forma parte de la dieta

ta de grandes grupos de población de bajos recursos económicos y debido a -
ello se hace necesario su estudio.

2.6.1 Clasificación taxonómica.

Reino	Vegetal
Subreino	Embryophyta
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Orden	Rosales
Familia	Fabaceae
Subfamilia	Papilionoideae
Tribu	Faseoleas
Género	<u>Phaseolus</u>
Especie	<u>Phaseolus vulgaris</u> L.
Variedad	Negro Puebla

2.6.2 Características.

Es una especie altamente polimórfica, que según sea su habitat mues-
tra variaciones vegetativas, como: color de la flor, forma y color de las -
vainas al igual que las semillas.

Es anual, de hábito determinado o indeterminado. La raíz crece rápi-
damente alcanzando una profundidad hasta de 1 m, con gran cantidad de raíces
laterales que alcanzan hasta 20 cm de longitud (Cronquist, 1982).

Suelos a los que se adapta el frijol.

En los suelos que mayormente se producen son: migajón limoso y arcillo-
limoso. El suelo debe tener un drenaje aceptable y una buena capacidad
de retención de agua. Los frijoles no vegetan bien en un suelo seco ni en -

un suelo demasiado húmedo.

El frijol por ser una planta leguminosa necesita un suelo con pH - alto. Son especialmente sensibles a un suelo moderadamente ácido. Sin embargo, el límite de seguridad para éste cultivo es un pH de 5.5 y en general será conveniente encalar el suelo para llevar el pH a 6.0 por lo menos - (SARH, 1981).

Características de la Variedad Negro Puebla.

La variedad Negro Puebla presenta las siguientes características - (SARH, 1980):

- días a la floración: 62
- color de la flor: morado
- color del grano: negro opaco
- días de madurez fisiológica: 115
- período de floración: 55 días
- susceptible: tizones y bacteriosis
- su desarrollo es en semigufa
- producción: 3125 semillas por kg. aproximadamente
- el peso de 100 semillas es de 32 g
- tolerancia: antracnosis, chahuixtle o roya, mosaico.

2.6.3 Raíz

Factores que afectan el desarrollo y distribución radical.

Textura.

García (1982), menciona que cuando los suelos arcillosos presentan un perfil homogéneo entonces las raíces se mantienen superficialmente.

Boyton y Savage (1938), citados por García (1982) afirman que en un suelo de textura arcillosa el sistema radical es más reducido comparado con un suelo arenoso.

Oskamp (1932), citado por García (1982) estudiando la distribución radical en cerezo, encontró variación de acuerdo al tipo de suelo, ya que en suelos barrosos y con grava, el porcentaje mayor de las raíces se encuentra a 39 cm de profundidad, mientras en suelos de textura ligera y profundos, las raíces fibrosas se encontraban a mayor profundidad.

Por otra parte Proebsting (1943) citado por García (1982), indica que algo semejante sucede para el suelo de textura arenolimoso en donde la máxima concentración de las raíces se presentó entre 30 y 150cm de profundidad, concluyendo que esto es debido a la fertilidad de estos estratos.

Ayres (1973) citado por Hernández (1978) y Ayala (1976), considera que suelos de textura media la densidad de 1.5 a 1.6 g/cc, ya se considera como crítica para el crecimiento radical de muchas especies de plantas.

Wierssum (1957), citado por Hernández (1978) haciendo crecer raíces de plantas anuales en volúmenes de arena encerradas en cribas de diámetros diferentes, concluyó que las raíces no presentaban a diámetros menores que el de ellos, cuando no existe posibilidad de aumentar el tamaño de los poros.

Roo (1961) citado por Mata (1975), afirma que la incapacidad de las raíces de penetrar profundamente en ciertos suelos se relaciona más estrechamente con la carencia de elementos que con la resistencia mecánica y/o aireación deficiente.

Mata (1975) concluye que las variaciones en cuanto al contenido de raíces en todos los patrones es debida al origen genético de los mismos, pero su distribución es debida a la influencia del tipo de suelo.

Densidad del Suelo.

Veihmeyer y Hendrickson (1948) citados por García (1982), evaluaron la densidad aparente del suelo y la penetración de las raíces de girasol. - Encontrando que en suelos arenosos con una densidad arriba de 1.75 g/cc; - las raíces no penetraban; sin embargo, en suelos arcillosos la densidad crítica donde ya no penetran las raíces varió entre 1.46 a 1.63 g/cc; siendo - importante mencionar que no se encontraron raíces de girasol en suelos con densidad de 1.9 g/cc.

Aireación.

El sistema radical de la mayor parte de las plantas sólo crece en los suelos bien drenados y en éstas condiciones desarrollan un profuso sistema radical. A medida que las condiciones se hacen desfavorables, las raíces mueren rápidamente y son incapaces de desarrollarse dejando un sistema de raíces menos ramificado, más gruesas y más cortas (García, - 1982).

Humedad.

El agua contenida en el suelo es probablemente el factor principal que actúa sobre el desarrollo y distribución del sistema radical y debe de estar comprendida entre ciertos límites ya que tanto el exceso como su defi-

ciencia puede limitar el crecimiento vegetal (Demolon, 1972).

Elementos Nutritivos.

Las raíces proliferan en las regiones de suelo rico en materia orgánica y elementos nutritivos, con ausencia de elementos tóxicos tales como los cloruros.

El nitrógeno estimula principalmente el crecimiento de raíces de absorción y luego el crecimiento de las raíces axilares; su carencia reduce el crecimiento de las raíces de absorción, mientras que con exceso de éste elemento se suprime el crecimiento de ambos grupos de raíces (Ayala, 1976).

Temperatura del Suelo.

El crecimiento de raíces se efectúa dentro de un intervalo adecuado de temperatura, cuando las demás condiciones son favorables.

Nightingale (1935) y Rogers (1939), citados por Hernández (1976), demostraron que el crecimiento de raíces del manzano está íntimamente ligado a la temperatura de 1.5°C y aumenta un poco a los 7°C. El crecimiento se incrementa dentro del intervalo de 21 a 23°C de temperatura del suelo. Por otra parte se encontró que el mayor crecimiento de las raíces de manzano y peral ocurría entre las temperaturas de el suelo de 16 y 18 °C.

IV OBJETIVOS.

General.

- Acelerar el proceso de intemperización de los tepetates, utilizando plástico en forma de acolchado y abono orgánico, a fin de que este material edáfico pueda integrarse a la agricultura.

Específicos.

- Utilizar plástico como agente catalizador para la intemperización del tepetate en condiciones de invernadero.
- Evaluar la interacción de cobertura de plástico e incorporación de materia orgánica en la aceleración del proceso de intemperismo del tepetate.
- Determinar el incremento de el desarrollo radical del frijol en función - de la incorporación de abonos orgánicos al tepetate.

V HIPOTESIS

- La cobertura de plástico incrementa el régimen térmico del suelo y éste acelera el proceso e intemperismo del tepetate en estudio.
- La adición de materia orgánica acelera el proceso de intemperismo.
- La interacción de la cobertura de plástico e incorporación de materia orgánica acelera el intemperismo, y ésta relación incrementa el desarrollo del sistema radical de los cultivares.
- El desarrollo del sistema radical en el frijol es igual en tepetate, al - cual se le incorporo abono orgánico y se cubrió con plástico, que en un suelo arcilloso con las mismas condiciones.

VI MATERIALES Y METODOS.

5.1 Descripción del Area de Estudio.

Localización.

La Cuenca de México se localiza en el extremo sur de la antiplanicie mexicana hacia el paralelo 19° latitud norte, que coincide con la situación del eje Neovolcánico, en cuya contrafuerte se forman varias cuencas centrales.

En la porción oriental de la Cuenca de México existen ocho subcuencas que desembocan en el exbago de Texcoco. Una de éstas subcuencas es la del — RÍO Texcoco que se localiza entre los meridianos 98° 42' 30" y 93°52' 30" de longitud al oeste de Greenwich, y los paralelos 19° 25' 0" y 19°30' 0" de latitud norte (Figueroa, 1975).

Ortiz (1986), divide a la subcuenca del RÍo Texcoco en tres zonas: alta, media y baja.

El material en estudio fué colectado en la zona media (2400 a 2800 - msnm) pertenecientes al sistema terrestre Ixayoc (Figura 1).

Clima

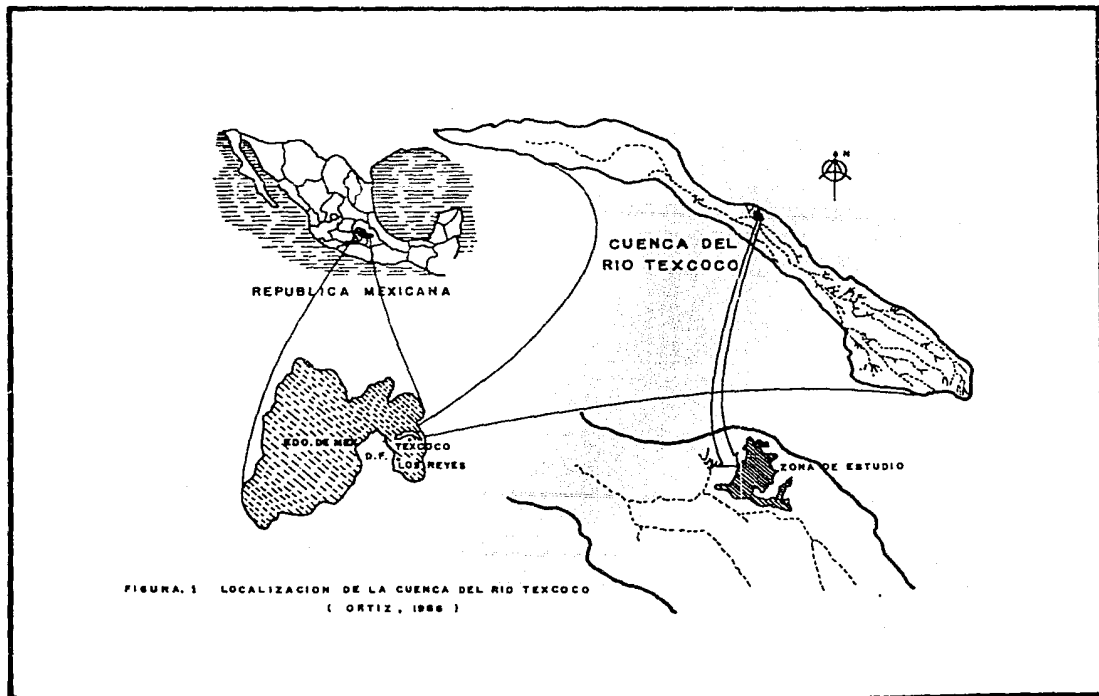
En la zona media el clima es templado humedo con precipitaciones mayores a los 800 mm anuales y la temperatura media es de 16 °C (Ortiz, 1986).

Vegetación

Es un área en donde no se encuentra vegetación nativa a excepción del pirul (Schinus molle) que es una especie abundante hasta los 2500 msnm, el resto del área es agrícola y con asentamientos humanos (Ortiz, 1986).

Colecta de muestras

- El suelo arcilloso se colectó en Tecamac, Edo. de México, de lotes dedicados a la experimentación agrícola, pertenecientes al Colegio de Postgraduados.



- El Tepetate, en la zona alta del Rfo Texcoco cerca del pueblo de san Pablo Ixayoc, en un lugar conocido como las "coyoterías" (Ver Figura 1), con una pendiente de 9%, el Tepetate presentaba un color café claro (en seco).

El material colectado se colocó en costales de yute y se transportó al invernadero que se encuentra ubicado en Montecillos (Colegio de Postgraduados).

La experimentación consistió en dos fases; las cuales fueron:

- a) trabajo de invernadero
- b) trabajo en el laboratorio

5.2 Trabajo en el Invernadero

El desarrollo del cultivo en el invernadero fué de tres meses, - lo que equivale a la madurez fisiológica del frijol.

Manejo de Muestras

Ambos materiales (suelo arcilloso y tepetate) fueron secados a la - temperatura ambiente en el invernadero, durante una semana, para hacer más - fácil su manejo. Posteriormente, el tepetate se tamizó con un arnero (diámetro 2.38 mm), para así obtener partículas mayores de 2.38 mm y menores de - 50.8mm, obteniéndose uniformidad en el tamaño de las partículas, como todavía estaba húmedo el tepetate y el suelo arcilloso, se volvió a secar durante - una semana.

En cada una de las macetas se pesaron 6kg de material tomándose - en cuenta la humedad existente, y se determinó en peso -

seco*, quedando las muestras en la forma que se muestra en el Cuadro 4.

Ya que se tenían las macetas pesadas se procedió a medir la cantidad de partículas que había en cada una de éstas, con diferentes diámetros (50,8, 31,7, 22,2, 11,5, 4,76 y 2,38 mm).

Diseño de tratamientos.

Para la validación de las hipótesis planteadas se manejaron cuatro variables; material: tepetate y suelo arcilloso; incorporación: sin incorporación, estiércol y rastrojo; cobertura: sin cobertura, plástico transparente y oscuro; manejo: sin cultivo y con cultivo. De donde se obtuvo un factorial completo $2^2 \times 3^2$ que generó 36 tratamientos.

Cuadro 4. Lista de tratamientos generados del factorial completo.

MTIC	MTIC	MTIC	MTIC
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

M1 - tepetate T1 - sin cultivo I0 - sin incorporación
 M2 - suelo arcilloso T2 - con cultivo I1 - incorporación de estiércol
 C0 - sin cobertura I2 - incorporación de rastrojo
 C1 - cobertura de plástico transparente
 C2 - cobertura de plástico oscuro

Diseño experimental.

Los 36 tratamientos tuvieron tres repeticiones, haciendo un total de 108 unidades experimentales, las cuales se arreglaron completamente al azar.

Descripción de variables.

Material

Los materiales utilizados fueron tepetate y suelo arcilloso y se distribuyeron de la siguiente manera:

* Ajustado con el speedy (Reimpresos de la Sección de Física de Suelos).

De 108 macetas (esta cantidad ya contempla las tres repeticiones en el Diseño experimental), 54 macetas fueron llenadas con tepetate y el resto con el suelo arcilloso, teniéndose 6kg. de material en cada una de las macetas.

Cultivo.

De las macetas que fueron llenadas con tepetate; en 27 se sembró frijol, así mismo en las del suelo arcilloso.

Incorporación.

De las macetas que contenían tepetate 18 fueron incorporadas con estiércol y 18 con rastrojo. Realizándose de la misma forma para el suelo arcilloso. La incorporación de las macetas se realizó a un nivel del 5%, lo que equivale a 300 g. de cada uno de los abonos distribuidos como ya se mencionó anteriormente.

Cobertura.

Se cubrió con plástico oscuro 18 macetas, realizándose lo mismo con el plástico transparente. Ambas coberturas se distribuyeron como se muestra en el Cuadro 4. Así se observa que por cada incorporación de abono le corresponden dos clases de coberturas diferentes.

Riego.

Después de haberse incorporado los abonos y acolchado con plástico, se regaron las macetas a capacidad de campo, para acondicionarlas para la siembra.

Después de sembrar se regaron las macetas diariamente, pero se observó que esto no era necesario sino hasta cada tercer día.

Siembra.

Anteriormente a la siembra se realizaron pruebas de germinación de la semilla del frijol (Phaseolus vulgaris L., variedad negro puebla), obteniéndose un 99% de germinación. Lo anterior se realizó en el laboratorio de semillas de la UACH, en una germinadora Duplex Burrow.

Se sembraron cinco semillas a cada 5 cm teniéndose un total de 25 semillas por maceta.

Plagas.

El cultivo presentó roya (Chaetoseptoria welmanii), la cual se combatió con manzate (Etilen bis Ditio Carbonato de Manganeso) en una concentración de 2.5 g/l.+

Control de malas hierbas.

El deshierbe se realizó a mano periódicamente procurando que no existieran hierbas en las macetas, solamente donde no se pudo efectuar esto fué en el grupo control.

Cosecha.

Se cosechó cortando los tallos de las plantas con una navaja de rasurar al ras del suelo.

Extracción de la raíz.

La raíz se obtuvo por el método de lavado, consistente en descubrir el sistema radical mediante la aplicación de agua, con el fin de que las raíces quedaran intactas.

+ Recomendado por el Dr. Sebastián Romero Cova, comunicación personal

5.3 Trabajo de laboratorio

Se realizaron análisis físicos y químicos del tepetate y del suelo arcilloso, al final y al inicio de la experimentación.

Cuadro 5. Análisis físico realizado en el tepetate y suelo arcilloso.

Determinación	Método	Material utilizado *
Densidad aparente	Terrón de parafina ¹	balanza analítica
Límites de Atterberg		
Límite líquido	Casa grande ²	Casa Grande CL-205, es-
Límite plástico	del cordón	Mapsa, Modelo HDP-433 -
Índice de contracción		balanza Mettler PC-2000
Estabilidad de agregados	Yoder ²	con precisión de ± 0.01 g
Tamaño de partículas	manual	Equipo Yoder
Textura	Boyucos ³ modificado	Tamices de diferentes -
Capacidad de campo y	por Day	diámetros.
punto de marchitez permanen <u>te</u>	membrana y olla de	Hidrómetro Boyucos marca
	presión	Rubson.
		Membrana Soils test INC.

1 S.R.H., 1975

2 Bayer et. al, 1980

3 Forsythe, 1975

4 Reimpresos editados por la Sección de Suelos, Chapingo, México.

Nota: La capacidad de campo y el punto de marchitez permanente solo se determinó al inicio de la experimentación.

* En el material utilizado no se incluyen los reactivos utilizados.

Cuadro 6. Análisis químicos realizados en el tepetate y suelo arcilloso

Determinación	Método	Material utilizado
pH	Potenciométrico ¹	Potenciométrico Bekman Zeromatic II.
Conductividad eléctrica	Extracto de saturación	Puente de Wheatstone Mod. 31.
Sodio soluble e inter-cambiable.	Flamometría ¹	Flamómetro CORNING 400
Potasio soluble e inter-cambiable.	Flamometría ¹	
Calcio soluble e inter-cambiable.	EDTA ¹	Titulación
Magnesio soluble e inter-cambiable.		
Carbonatos y bicarbonatos	Método de Warde ⁴	Titulación
Sulfatos	Turbidimetría ⁴	Espectrofotómetro
Nitratos	Fenol disulfónico ⁴	
Cloruros	Método de Mohr ⁴	Titulación
Fósforo	Método de Olsen ⁴	Espectrofotómetro
C.I.C.	Acetato de Sodio ⁴	Flamómetro CORNING 400
Materia orgánica	Walkley - Black ¹	Titulación
Nitrógeno total	Microkjendhal ⁴	Titulación

Nota: Los índices que se encuentran en esta página se localizan en el Cuadro 5.

Mediciones de la raíz

Las siguientes mediciones se expresarán en los resultados en número y porcentaje.

- tamaño de la raíz
- volumen de la raíz
- peso seco de la raíz

Las hipótesis se validaron a un nivel de significancia del 5% y se realizaron análisis de varianza (Infante y Zarate, 1986) y pruebas de Tukey - (Reyes, 1985), para cada una de las variables.

VI ANALISIS Y DISCUSION DE RESULTADOS.

Para cumplir con los objetivos del presente trabajo se analizará la fuente de variación que tiene las cuatro variables en estudio (MTIC), ya que ésta tiene todos los tratamientos presentes en el invernadero, y da una idea más clara del comportamiento que siguieron éstos. También se analizaron los efectos simples, sean o no significativos en el análisis de varianza, puesto que sirve como base para el análisis de la interacción MTIC. La única excepción fue en la distribución de material por diámetros, puesto que esta condición física sólo se determinó en el tepetate, por lo tanto sólo se analizarán los efectos simples; cultivo, incorporación, cobertura y la interacción TIC.

Lo que se discutirá en los próximos apartados son, las semejanzas del tepetate con respecto al suelo arcilloso, puesto que es el principal tema de estudio en este trabajo. El suelo arcilloso servirá como parámetro para comparar el tepetate con él; partiendo del supuesto de que la arcilla tiene todas las características necesarias de un suelo para que el cultivo se desarrolle.

En el análisis se utilizarán diferentes literales cuyo significado está descrito en el apartado de MATERIALES Y METODOS, Cuadro 4.

6.1 Condiciones físicas

DISTRIBUCION DE MATERIAL POR DIAMETROS

Debido a que solamente en el tepetate se determinó esta propiedad física se espera que haya un mayor porcentaje de este material en los diámetros de menor tamaño con respecto al análisis inicial.

Puesto que el proceso de intemperismo físico es debido a la disgregación de las rocas y minerales, produciendo partículas de menor tamaño (Ortiz y Ortiz, 1980).

Esta determinación se realizó a diferentes diámetros (50.8, 31.7, 22.2, 11.5, 4.76, 2.38 y menores de 2.38 mm) los cuales presentan similar tendencia estadística, por lo cual, se analizarán en conjunto, para con ello poder compararlos entre sí.

La comparación que se realizará del análisis inicial con el final, es en base a el porcentaje de los diámetros: 50.8, 31.7, 22.2, 11.5, 4.76 y 2.38 mm (no se toma en cuenta el diámetro menor de 2.38 mm), y ésto se realiza con el fin de saber si disminuyó el tamaño de los agregados en estos diámetros. Esta comparación no se basa en las pruebas de Tukey, pero en el análisis final, donde también se comparan los diámetros (se toma en cuenta el diámetro menor de 2.38 mm), sí se basa en las pruebas de Tukey.

Las fuentes de variación que se analizarán son los efectos simples (T, I, C) y la interacción TIC (Cultivo-Incorporación-Cobertura), debido a que esta condición física solamente se determinó en el tepetate.

En el análisis de varianza (Cuadro 11A) se observa que presenta diferencia significativa la variable cultivo, en los diámetros 50.8, 4.76, 2.38 y menor de 2.38 mm; en la interacción TIC el diámetro 50.8 mm, los demás diá

metros y fuentes de variación de interés que no se nombraron no presentan diferencia significativa. Y se tienen en las pruebas de Tukey lo siguiente (Cuadro 12 A).

Cultivo

En esta fuente de variación se observa que el cultivo influye para disminuir el tamaño de los agregados. En el Cuadro 7 se observa que el porcentaje inicial es mayor que el final, teniendo en el diámetro de 50.8 mm 8.99% al inicio y 0.43% al final, así mismo en los demás diámetros excepto en los de 31.7 y 4.76 mm. Esto implica que las raíces del cultivo penetran dentro de los agregados mayores, produciendo una disminución de éstos y aumentando el porcentaje de los más pequeños.

Esta misma observación se realiza en las pruebas de Tukey, ya que la mayoría de los diámetros presenta una disminución del tamaño de los agregados cuando hay cultivo, a excepción en los agregados de 22.2 y menores de 2.38 mm de diámetro. Como se observa el porcentaje de agregados que se encuentran en el diámetro de 22.2 mm es de 13.29 % con respecto al total del tepetate y el porcentaje del diámetro menor de 2.38 mm es de 29.83% (ver Cuadro 12A).

En el diámetro de 22.2 mm no se ve influencia de el cultivo, puesto que el porcentaje de material en este diámetro es pequeño en comparación con el total del tepetate, en cambio el porcentaje de el diámetro de 2.38 mm es muy importante, puesto que el aumento de tepetate en este diámetro producirá que este material edáfico pueda integrarse a la agricultura.

Cuadro 7. Distribución del tepetate por diámetros cuando está presente el cultivo, al inicio y final de la experimentación (en %)

Diámetro (mm)	50.8	31.7	22.2	11.5	4.76	2.38
Inicio sin cultivo	8.99	38.10	17.50	14.49	16.22	9.20
Final con cultivo	0.43	21.13	18.11	38.11	38.11	14.09

Incorporación.

En cuanto a ésta fuente de variación se observa que los abonos ayudan a disgregar las partículas de mayor tamaño en el tepetate, independientemente del tipo de abono que se aplique, puesto que la absorción de humedad que requieren ambos tipos de abonos ayudan a que sea más friable el tepetate, ayudando con esto a un aumento en la dispersión de los agregados, así se observa una tendencia a disminuir el tamaño de las partículas cuando se le incorpora estiércol, teniéndose en el diámetro menor de 2.38 mm un aumento en el porcentaje de las partículas, cuando se le incorpora este abono, puesto que el estiércol provee una mayor cantidad de microorganismos (Kononova, 1961) al tepetate, lo que le ayuda a la mejor dispersión de las partículas menores.

Coberturas.

Cuando está cubierto el tepetate con plástico, se observa una disminución del tamaño de las partículas con respecto al grupo control, puesto que las coberturas de plástico mantienen la humedad y temperatura (Peña, 1981) del tepetate, provocando que éstos dos factores ayuden a que sea más friable el tepetate y por lo cual su disgregación es mayor, como se puede notar en el incremento del porcentaje en el diámetro menor de 2.38 mm.

Interacción TIC.

En ésta interacción se observa una tendencia a disminuir el tamaño de las partículas cuando se le han incorporado abonos (estiércol o rastrojo), coberturas de plástico (oscuro o transparente) y cultivo. Corroborando así lo antes dicho en los efectos simples, puesto que los abonos y las coberturas de plástico proveen una mayor humedad al tepetate, provocando así una mayor

friabilidad y disgregación de las partículas mayores, además de que no hay impedimento físico para el desarrollo del sistema radical, al penetrar a las partículas del tepetate cuando éste se encuentra húmedo y con esto disgregar lo aún más.

ESTABILIDAD DE AGREGADOS.

En ésta propiedad física se utilizó, en la determinación, diámetros pequeños, debido a que las partículas menores (arena, limo, arcilla) son la parte más activa del suelo. En ésta propiedad física se espera que el tepetate disminuya su estabilidad, puesto que para su incorporación a la agricultura es necesario disgregarlo (García, 1960).

En el análisis de varianza (Cuadro 13A) se observa que los diferentes diámetros y fuentes de variación, tienen la misma tendencia estadística, por lo cual se analizarán en conjunto y se expresará su significancia en cada una de las fuentes de variación. En las pruebas de Tukey (Cuadro 14A) se obtuvo lo siguiente.

Material.

En los diámetros de 1.41, 1.0, 0.59 y 0.10 mm existe diferencia significativa en el análisis de varianza (Cuadro 13A), los demás diámetros no presentan diferencia significativa. Se observa en las pruebas de Tukey (Cuadro 14A) que el diámetro de 1.41 mm tiene una mayor estabilidad en tepetate con respecto al suelo arcilloso, debido a su menor superficie específica, por lo cual se aminoran las actividades físicas y químicas en éste tamaño de agregados. No ocurriendo así en los diámetros de 1.0, 0.59 y 0.10mm donde las actividades físicas y químicas en el tepetate aumentan considerablemente, disminuyendo así, su estabilidad con respecto al suelo arcilloso.

cobertura de plástico en la estabilidad de los agregados de ningún diámetro en el suelo; ésto implica que aunque se conserva la humedad en el material por medio de las coberturas de plástico, éste factor no es determinante para modificar la estabilidad de los agregados, aunque se observa una tendencia de disminuir la estabilidad de los agregados en el suelo, cuando no se cubre con plástico el suelo.

Interacción MTIC.

En ésta fuente de variación se observa que los tratamientos de tepetate que tienen una menor estabilidad con respecto al grupo control, son aquellos a los cuales se les incorporó estiércol, cultivo e independiente-- mente si se acolcha con plástico o no.

Lo anterior indica que las raíces del cultivo ayudan a la separación de los agregados del tepetate, al igual que el estiércol, por la cantidad de microorganismos que proporciona al tepetate, ya que éstos ayudan a la disgregación de los agregados, no observándose un aumento tan marcado cuando se cubre con plástico, puesto que éste lo provee de las condiciones necesarias para hacer más friable al tepetate, su disgregación es mayor por el cultivo y por los microorganismos presentes en el estiércol que por el incremento de la humedad, aunque ésta sirve como catalizador para la función de descomposición de la materia orgánica y actividad microbiana.

DENSIDAD APARENTE

Con respecto a ésta propiedad física se espera que disminuya el valor en el tepetate, hasta tener una semejanza a la de la arcilla, debido a que ésta es una de las variables con las que se mide el grado de intemperización, cuando se comparan las densidades de los horizontes superficiales, con el horizonte C (Ortiz y Ortiz, 1980).

En el análisis de varianza (Cuadro 15A) se observa que la cobertura no presenta diferencia significativa, no siendo así en las demás fuentes - de variación de interés, teniéndose en las pruebas de Tukey (Cuadro 17A) lo siguiente.

Material.

En ésta fuente de variación el tepetate tiene una densidad aparente de 1.53 g/cc y éste valor es mayor con respecto al suelo arcilloso (1.27 -- g/cc) y ésto se debe a que ambos materiales son de diferente composición -- química, física y mineralógica.

Cultivo.

Quando está presente el cultivo aumenta a 1.46 g/cc el valor numérico de la densidad aparente con respecto al grupo control, el cual fue de -- 1.35 g/cc, el cultivo influye para aumentar la densidad aparente, debido a que las raíces, provocan una compactación en el volumen del suelo alrededor de ellas, y con ello se tiene un menor espacio poroso.

Incorporación.

En ésta fuente de variación se observa que cuando se incorpora rastrojo en el suelo, se tiene una densidad aparente de 1.33 g/cc, éste valor es menor con respecto al grupo control y al estiércol, puesto que la incorporación de rastrojo ayuda a la agregación de las partículas. Esta agregación no es similar a la cementación que tiene el tepetate; puesto que la -- agregación que produce el rastrojo se debe a que éste tiene una consistencia esponjosa, la cual requiere una mayor cantidad de agua, produciendo así, una acumulación de partículas alrededor del rastrojo, provocando con ésto - una mayor porosidad y por lo tanto una menor densidad aparente.

Cobertura

En ésta fuente de variación se observa que no hay diferencia significativa en el análisis de varianza, pero sí una tendencia a disminuir la densidad aparente cuando se cubre el suelo con cobertura de plástico transparente. Esto se debe a la humedad y temperatura que produce éste plástico.

Interacción MTIC

En ésta interacción el tratamiento de tepetate que adquirió los valores semejantes a los del suelo arcilloso, fue al que solamente se le incorporó rastrojo siendo ésta incorporación la esperada cuando se analizaron los efectos simples. Esto viene a reafirmar que el rastrojo disminuye la densidad aparente en el tepetate puesto que éste abono por su misma consistencia esponjosa, provoca que haya un aumento en la acumulación de agua. Esta acumulación de agua hace que el tepetate se pueda adherir al rastrojo, ésta unión no es tan fuerte como la que tiene el tepetate por sus cementantes, pero si lo suficientemente consistente para aumentar el espacio poroso y por lo cual disminuye la densidad aparente, debido a lo anterior no se ve influencia de las otras dos variables de la interacción (cobertura de plástico y cultivo).

LIMITE LIQUIDO Y LIMITE PLASTICO.

En ésta condición física se espera que los límites líquido y plástico aumenten el porcentaje con respecto al análisis inicial, siendo éstos valores de 36.50 y 33.54%, respectivamente, puesto que el índice de plasticidad es una medida indirecta del contenido de arcilla y representa la cantidad de partículas de agua del límite plástico hasta el límite líquido (Baver et. al, 1980).

En los resúmenes de el análisis de varianza (Cuadro 15A) se observa en la variable cobertura, en el límite líquido; y la interacción MTIC en el límite plástico, no presenta diferencia significativa; en las demás fuentes de variación que son de interés presentan diferencia significativa. Por lo cual se discutirán las pruebas de Tukey (Cuadro 16A) a continuación,

Material.

En esta fuente de variación se observa en el tepetate 38.13% en el límite líquido y 31.58% en el límite plástico, estos valores son menores -- a los que presenta el suelo arcilloso, siendo éstos de 49.90 y 37.85% para el límite líquido y plástico respectivamente. Esta disminución se debe a la textura tan diferente que tienen ambos materiales, encontrándose que el tepetate tiene una textura migajón arcillo arenoso, comprendiéndose así su -- disminución en los valores de ambos límites.

Cultivo.

Cuando está presente el cultivo se observa que el límite líquido y -- plástico presentan un menor porcentaje con respecto al grupo control. Estos valores son: 43.57 y 34.32% para el límite líquido y plástico respectivamente. Esto se debe a que el contacto de las partículas en forma de placas que muestran mayor límite líquido y plástico (Baver et. al., 1980), no se presenta cuando está presente el cultivo puesto que éste produce una separación en los agregados, por medio de las raíces del cultivo,

Incorporación.

En ésta fuente de variación se observa (Cuadro 8), un mayor porcentaje de éstos límites cuando se ha incorporado rastrojo con respecto al grupo control y el estiércol, esto se debe a que el rastrojo tiene una mayor --

capacidad de absorción de agua con respecto al estiércol y grupo control, la hidratación del rastrojo retarda la disponibilidad de agua para la formación de películas alrededor de las partículas de los minerales de el material. En consecuencia, el límite líquido y plástico sucede a contenidos de humedad - relativamente altos.

Cobertura.

En ésta fuente de variación se observa que ambos límites aumentan -- cuando se cubre el suelo con plástico transparente (Cuadro 8), ésto también se observa en la distribución de material por diámetros puesto que la cobertura de plástico transparente en el material conserva la humedad y temperatura, produciendo una reacción catalizadora, ayudando a que los agregados se dispersen y se hidraten aún más que cuando no se encuentran dispersos, provocando un aumento en el límite líquido y plástico.

Interacción MTIC.

En esta interacción se observa que el tratamiento de tepetate que -- tuvo un mayor porcentaje en el límite líquido y plástico, es al cual se le incorporó rastrojo solamente. ésto indica que el rastrojo por tener una con sistencia esponjosa requiere una mayor cantidad de agua, además de que la -- cobertura de plástico ayuda a conservar el agua absorbida por la arcilla de el tepetate y el rastrojo, realizando así un proceso catalizadr para la --- dispersión de los agregados . Aunque éste es el tratamiento que tuvo los -- valores mayores, no se puede indicar como el mejor, puesto que como se obse rvó en el efecto simple del cultivo, éste influye en gran medida para aumentar el contenido de arcilla, además de que la mayoría de los tratamientos -- que tienen cultivo en el límite plástico se acercan a la capacidad de campo de el tepetate, la cual fue de 29.68%.

Cuadro 8. Pruebas de Tukey para las fuentes de variación: incorporación y cobertura, de los límites líquido y plástico.

Límite líquido		Límite plástico	
Cobertura(C)			
C		C	
1	44.46a	1	35.28 a
2	43.85a	0	34.56 ab
0	43.73a	2	34.31 b
Incorporación(I)			
I		I	
2	45.85 a	2	36.15 a
1	43.64 b	1	34.84 b
0	42.56 c	0	33.16 c
C0 = sin cobertura		I0= sin incorporación	
C1 = cobertura de plástico transparente		I1= incorporación de estierco	
C2 = cobertura de plástico oscuro		I2= incorporación de rastrojo.	

INDICE DE CONTRACCION (I.C.)

En esta propiedad física se espera que disminuya su porcentaje con respecto al análisis inicial, debido a que los suelos de alta compactación que son fuertemente secados en el campo, tienen una gran dureza y cohesión (Baver et. al., 1980), y si esta cohesión es muy grande, provoca mal desarrollo del sistema radical.

En el resumen de el análisis de varianza (Cuadro 15A) se observa - que todas las fuentes de variación presentan diferencia significativa, por lo cual, se procederá a analizar las pruebas de Tukey (Cuadro 17A).

Material.

En esta fuente de variación se tiene que el I.C. de el tepetate es de 18.97% y este valor es menor con respecto al suelo arcilloso, el cual fué de 31.70%; esto se debe a la textura tan diferente que tienen ambos materiales, produciendo que el suelo arcilloso se contraiga más que el tepetate.

Cultivo.

En esta fuente de variación se observa que al estar presente el cultivo el I.C. es de 24.54% y el grupo control de 26.13%. El índice de contracción es menor cuando está presente el cultivo; ya que las raíces de éste ayudan a que ésta compactación no sea tan grande, aunque la compactación que producen las raíces del material alrededor de ellas - cuando se conserva el volumen no es de la misma intensidad que cuando es secado completamente el material.

Incorporación.

Cuando hay incorporación de estiércol el I.C. es de 24.21% este valor es menor comparado con el grupo control y rastrojo, los cuales - tienen un I.C. de 24.93% y 26.86% respectivamente. Esto indica que el estiércol ayuda a que la compresión del material no sea tan grande, debido a que éste abono, por tener una cantidad mayor de partículas menores que el rastrojo, éstas partículas se introducen dentro de los intersticios de las partículas, provocando que al secarse el suelo no se compacte.

Cobertura.

En ésta fuente de variación el I.C. fué de 24.43% cuando se cubrió con plástico oscuro el material, éste valor es menor comparado con el grupo control y cuando se cubrió el material con plástico transparente, observándose valores de 25.53 y 26.04% respectivamente.

El menor valor observado en el I.C., cuando se cubre el material con plástico oscuro se debe a que ésta cobertura, impide el paso de la energía solar al material (Muratalla, 1982) provocando con esto que la temperatura en el material no aumente; no realizándose así un efecto catalizador completo en la disgregación del material. Por lo cual existe una menor cantidad de partículas pequeñas, las cuales provocan que la contracción sea menor.

Interacción MTIC.

En ésta interacción se observa que los tratamientos de tepetate que tienen un menor I.C. son los que tienen cultivo, estiércol e independientemente si se encuentra o no el material cubierto con plástico. Esto viene a reafirmar lo antes expresado en los efectos simples y en la distribución de material por diámetros, puesto que el cultivo, por medio de las raíces, y el estiércol por los microorganismos presentes en éste, ayudan a disminuir el tamaño de los agregados provocando una mayor cantidad de partículas menores. Estas partículas pequeñas no se contraen demasiado, porque el estiércol se introduce dentro de los intersticios de éstas.

En los efectos simples se observa que la cubierta de plástico oscuro si influye para disminuir el I.C., pero cuando interactúan las cuatro variables no se observa que la cobertura de plástico tenga in -

Cultivo.

Cuando está presente el cultivo se observa un incremento en el pH con respecto al grupo control, puesto que la respiración de las raíces del cultivo liberan dióxido de carbono (CO_2) a la atmósfera del suelo, produciendo que este gas se mezcle con las bases (Ortiz y Ortiz, 1980) llevándose reacciones de carbonatación y por lo cual una mayor basicidad en la solución del suelo. Así se observa con el incremento en el pH un mayor beneficio para el cultivo en estudio.

Incorporación.

Cuando hay incorporación de abonos orgánicos (estiércol y rastrojo), se observa un incremento en el pH con respecto al grupo control. Los abonos no presentan diferencia significativa entre ellos puesto que la liberación de la mayoría de los elementos nutritivos combinados en los abonos, que ocurre al descomponerse éstos, es favorecido por los aumentos de valor de pH - (Cajuste, 1977).

Coberturas

En cuanto a la cobertura de plástico no se observa diferencia significativa pero sí una tendencia de incrementar el pH cuando no hay coberturas, ya que la oxidación de la materia orgánica cuando el pH del material es básico, suele dar como resultado la producción de más productos alcalinos que ácidos (Cajuste, 1977).

Interacción MTIC.

En ésta interacción se observa que los tratamientos de tepetate que tiene un pH óptimo para el desarrollo del cultivo son aquellos a los cuales se les incorporó abonos (estiércol o rastrojo) y coberturas de plástico (oscuro o transparente), puesto que, como se puede observar en las pruebas

de Tukey (Cuadro 19A) presentan similar tendencia estadística los tratamientos que tienen estas características, ya que el producto de la descomposición de los abonos y la respiración de las raíces a la atmósfera del suelo es el CO_2 , el cual reacciona con las bases presentes en el tepetate, dando como resultado, compuestos básicos que son fácilmente solubles por las condiciones de humedad que mantienen las coberturas de plástico y el estiércol, incrementando con esto el pH en la solución del suelo.

MATERIA ORGANICA Y NITROGENO TOTAL.

Se espera que la materia orgánica (M.O.) y el nitrógeno total (N_T) aumenten en porcentaje en el tepetate cuando se le incorporen abonos orgánicos, coberturas de plástico y cultivo, puesto que en el análisis inicial no se encontraron estas condiciones químicas en el tepetate.

Al aumentar el porcentaje de materia orgánica se ayuda a la incorporación del tepetate a la agricultura, puesto que la pobreza del tepetate es relativa, siendo un factor limitante de éstos el bajo contenido de M.O. y consecuentemente de N_T (García, 1960).

En el resumen de el análisis de varianza (Cuadro 18A) se observa que existe diferencia significativa en todas las fuentes de variación, tanto de M.O. como de N_T . Por lo cual, se procederá a analizar las pruebas de Tukey (Cuadro 19A y 20A).

Material.

En cuanto a esta fuente de variación se observa un menor porcentaje en la M.O. y N_T en el tepetate con respecto al suelo arcilloso, puesto que el análisis inicial en el tepetate no contenía M.O. y N_T , por lo cual su incremento a través del tiempo es mínimo con respecto al inicial, además de que el tepetate contiene una menor cantidad de arcilla y por lo cual tiene una menor

fluencia en lo anterior pero sí la incorporación de rastrojo, puesto - que es necesario que éste no esté presente para que se pueda dar estos menores porcentajes en el tepetate.

6.2 Condiciones químicas.

pH

Con respecto a ésta propiedad química se espera que el tepetate aumente de 6.7 (éste es el valor inicial). Puesto que el frijol por ser una planta leguminosa requiere de un suelo con pH alto siendo el límite inferior de seguridad para ésta cosecha, el pH de 5.5 (SARH, 1981).

En el resumen de el análisis de varianza (Cuadro 18A,) - - -- no se observa diferencia significativa, en la cobertura y en la interacción MTIC. En las demás fuentes de variación de interés se observa diferencia significativa. Y se tiene en las pruebas de Tukey (Cuadro 19A) lo siguiente.

Material.

En cuanto a ésta fuente de variación se observa que el tepetate tiene un pH de 7.25 y el del suelo arcilloso es de 7.51, el pH del tepetate es menor puesto que existe diferencia en el material parental - que le dió origen a ambos materiales, sin embargo, se observa, que el pH en el tepetate presenta una ligera alcalinidad (éste pH es mayor - que el inicial el cual fue de 6.7), puesto que el tepetate está en proceso de intemperización. Ortega (1980), menciona que en suelos ligeramente intemperizados, el pH de la superficie del suelo es neutro o ligeramente alcalino.

disponibilidad de M.O. y N_T al cultivo.

Cultivo

Cuando está presente el cultivo se tiene un menor porcentaje de M.O., esto es debido a que la M.O. se descompone más fácilmente cuando hay cultivo puesto que las raíces proporcionan un aumento del pH y mejoran la aireación, acelerando con esto la descomposición de la M.O. (Black, 1968) y el incremento de la disponibilidad del nitrógeno y otros elementos. Este incremento en el N_T , también se debe a que el frijol por ser una planta leguminosa ayuda a la fijación del nitrógeno más fácilmente, proporcionando mayor disponibilidad de éste hacia las plantas.

Incorporación.

Se observa un incremento en el porcentaje de la M.O. y de N_T cuando se incorpora el estiércol con respecto al rastrojo y grupo control, puesto que éste aumenta la M.O. o reduce su velocidad de pérdida si ésta se estaba produciendo (Russell, 1968). El aumento de M.O. va acompañado de un incremento de microorganismos, los cuales liberan gran cantidad de nitrógeno al suelo, además de que éstos microorganismos (aportados por el estiércol) ayudan a la desintegración de las partículas, incrementando así el porcentaje de arcilla y produciendo con ello una mayor acumulación de M.O. y N_T .

Cobertura.

En ésta fuente de variación se observa un incremento de la M.O. en el suelo, cuando se cubre con plástico transparente y grupo control. Sin embargo, se observa un incremento de N_T en el suelo cuando se cubre con plástico oscuro debido a que éste produce altos rendimientos en cuanto a la acumulación de carbohidratos, además de que se calienta poco el suelo durante el día (Peña, 1981), produciendo un menor proceso de descomposición de la M.O. con

respecto al grupo control y plástico transparente, por lo cual la liberación de N_t es menor.

Cuando se encuentra la cobertura transparente en el suelo, la M.O. presenta similar valor numérico que el grupo control, esto es debido a que el plástico transparente produce mayor temperatura (con respecto al plástico oscuro) y conserva la humedad del suelo (Peña, 1981), éstos dos últimos factores favorecen la descomposición de la M.O. liberando una proporción considerable de N_t y produciendo una menor lixiviación de éste (Acosta, 1973).

La similar variación numérica que presenta el grupo control y el suelo cubierto con plástico transparente es debido a la buena aireación que presenta el grupo control y a el efecto catalizador del plástico transparente, favoreciendo así la velocidad de descomposición (Russell, 1968), pero los factores de temperatura y humedad que mantienen la cobertura de plástico transparente en el material, no se presentan en el grupo control, por lo que es menor su liberación del N_t al tepetate.

Interacción MTIC.

En ésta fuente de variación el tratamiento de tepetate - que tiende a adquirir valores semejantes a los del suelo arcilloso en la M.O., es al que se le incorporó rastrojo y se cubrió con plástico oscuro. En el N_t fué el tepetate con incorporación de rastrojo, cubierto con plástico oscuro y que se sometió al desarrollo del cultivo. Esto indica que el rastrojo y el plástico oscuro ayudan a que se acumule la M.O. y el N_t en el tepetate, indistintamente de que se someta o no al desarrollo del cultivo, puesto que la cobertura - plástico oscuro mantiene una menor temperatura, con respecto al ---plástico transparente (Peña, 1981).

provocando con ésto una menor mineralización del rastrojo, aparte de que éste abono no es tan fácilmente mineralizable con respecto al estiércol puesto que la consistencia de los dos abonos es diferente. La cobertura de plástico y - la incorporación del rastrojo ayudan a mantener la humedad en el tepetate pro - vocando con ésto que los nutrimentos estén disponibles al cultivo más fácil - mente y a ésto se debe, que los valores más bajos en la M.O. sean cuando esté el cultivo, no siendo así con el N_T , puesto que el cultivo por ser una planta leguminosa provee nitrógeno al tepetate y aunado a ésto la incorporación de - rastrojo y cobertura de plástico oscuro, el incremento de nitrógeno total es mayor.

NITRATOS.

En cuanto a ésta propiedad química se espera que aumente el contenido de nitratos en el tepetate con respecto al contenido inicial, puesto que la - concentración de nitratos en soluciones aeróbicas puede ser un índice de la cantidad total de nitrógeno en los suelos, además de que es una de las formas por las cuales el nitrógeno es asimilable por las planta (Ortega, 1980).

Así se observa en el resumen del análisis de varianza (Cuadro 8A) que dentro de las variables material y cultivo no se presentan diferencias signi - ficativas, no siendo así en las demás fuentes de variación. Por lo cual se - procederá a analizar las pruebas de Tukey (Cuadro 10A).

Material.

En cuanto al material no se observa diferencia significativa en el -- análisis de varianza, pero si una tendencia del tepetate a adquirir una menor cantidad de nitratos que el suelo arcilloso, teniéndose para el tepetate - 3.25% y para el suelo arcilloso 3.86%, ésto se debe a su bajo porcentaje de - M.O. existente en el tepetate y por consiguiente su baja proporción de nitra-

tos al igual que en el N_T .

Cultivo.

En ésta fuente de variación no se observa diferencia significativa pero sí una tendencia de encontrarse un mayor porcentaje de nitratos cuando hay cultivo, ésto se debe a la difusión de gases que produce la raíz ocasionando una oxidación del nitrógeno gaseoso y amoniacal en la atmósfera del material.

Incorporación.

En cuanto a ésta fuente de variación se observa que el grupo control presenta 4.98% de nitratos. No siendo así, cuando se incorporan abonos, los cuales presentan un menor porcentaje, ésto es debido a que la descomposición de los abonos orgánicos ocupa la mayor cantidad de oxígeno presente en la atmósfera del suelo, produciendo con ello una fuente de energía para los organismos presentes, los cuales realizarán una reducción de los nitratos y ésto es observable en la mayor cantidad de nitrógeno presente cuando se incorporan abonos orgánicos.

Coberturas.

En ésta fuente de variación se observa que el material cubierto con plástico oscuro presenta un valor de 4.29 meq/l, este valor es mayor comparado con 3.51 y 2.85 meq/l del material cubierto con plástico transparente y grupo control respectivamente. El mayor valor es cuando se cubre el material con plástico oscuro, puesto que existe una menor temperatura con respecto al plástico transparente (Peña, 1981), produciendo con ello un aumento en la nitrificación, ya que el aumento de la temperatura ayuda a una desnitrificación (Cajuste, 1977) siendo necesario mantener temperaturas medias y conservar la humedad del suelo.

Interacción MTIC.

En ésta fuente de variación los tratamientos de tepetate que tienen una mayor cantidad de nitratos y además tienden a tener valores semejantes a los del suelo arcilloso, son aquellos a los cuales se les incorporó estiércol, cultivo e independientemente de la cobertura de plástico, aunque ésta tendencia estadística no es la misma que cuando se discutieron los efectos simples, en especial el de la incorporación de abonos. Esto es debido a que el estiércol aunque ocupa parte del oxígeno presente en la atmósfera del suelo para su descomposición provee también de cantidades mayores de nitratos (Russell, 1968), cuando se siembra y se cubre con plástico oscuro, el cultivo y el estiércol también ayudan a aumentar el valor numérico de los nitratos en el tepetate, puesto que disminuye el tamaño de los agregados y provoca con esto una mayor absorción de nitratos, además de que el cultivo produce una mayor aireación y difusión de gases por medio de las raíces, y un incremento del pH, puesto que el proceso de nitrificación es favorecido por los valores de pH desde neutro hasta ligeramente alcalinos (Cajuste, 1977) y cuando está el acolchado de plástico (oscuro o transparente) en el tepetate se ve favorecido aún más el proceso de nitrificación, ya que una de las ventajas que produce el acolchado de plástico es el aumento de los nitratos (Acosta, 1973).

POTASIO (SOLUBLE E INTERCAMBIABLE).

Debido a que el proceso de mineralización de los tepetates produce un aumento de potasio soluble e intercambiable (Váldez, 1970). Se espera que ésta propiedad química aumente su valor tanto de iones solubles como intercambiables, puesto que el análisis inicial indica una cantidad muy baja de éste nutrimento.

En el resumen de análisis de varianza (Cuadro 21A) se observa que todas las fuentes de variación que son de interés en el potasio soluble e intercam-

biable, presentan diferencia significativa. Teniéndose en las pruebas de - Tukey (Cuadro 23A) lo siguiente.

Material.

En cuanto al material se observa una menor cantidad de potasio soluble y un aumento de potasio intercambiable, en tepetate con respecto al suelo arcilloso, (ver Cuadro 9). Esto concuerda con lo expresado por Valdez (1970) y Trueba (1979), los cuales expresan que el potasio a pesar de que su contenido es bajo en tepetate, puede presentarse con mayor disponibilidad - por un mayor proceso de mineralización, también Ortega (1980) expresa que el ión potasio a pesar de ser monovalente, su concentración en la solución del suelo, es baja en relación a la cantidad de potasio intercambiable.

Cultivo.

En ésta fuente de variación se presenta una menor cantidad de potasio soluble y una mayor cantidad de potasio intercambiable cuando hay cultivo, - con respecto al grupo control (ver Cuadro 9), esto se debe a que las plantas tienden a apoderarse del potasio soluble e intercambiable porque el potasio pasa a la forma cambiante antes de ser cedido a la solución del material - (Millar, 1964).

Incorporación.

En cuanto a la incorporación se observa una mayor cantidad de potasio soluble e intercambiable cuando se le adiciona rastrojo, esto se debe a que éste contiene una mayor cantidad de potasio (ver Cuadro 9) con respecto al - estiércol y grupo control, y como es fácilmente soluble cuando se encuentra - en los tejidos de las plantas (Cajuste, 1977); al incorporar rastrojo, el potasio es más accesible a la solución del suelo y a su asimilación.

Cobertura.

En cuanto a ésta fuente de variación se observa que las coberturas - plástico oscuro y transparente son las que ayudan a adquirir en el material los valores mayores de ambos potasios, ésto implica que el acolchado de - plástico provee las condiciones necesarias para realizar reacciones catali- zadoras, las cuales ayudan a una mayor solubilidad y asimilación del pota- sio por las plantas, ya que ambas coberturas de plástico mantienen la hume- dad del suelo produciendo una mayor solubilidad de éste nutrimento.

Interacción MTIC.

En esta fuente de variación el tratamiento de tepetate que tiene va- lores altos de potasio soluble e intercambiable es aquel con cultivo y con incorporación de rastrojo, independientemente de las coberturas de plásti- co utilizadas. Este es el mejor tratamiento que se esperaba cuando se dis- cutieron los efectos simples, observándose, que en efecto, al rastrojo con- tiene mayor cantidad de potasio en los tejidos con respecto al estiércol y grupo control, puesto que el rastrojo por ser un abono de origen vegetal ab sorbió gran cantidad de potasio cuando era una planta en desarrollo, y como éste potasio absorbido por la planta es muy soluble, se observa un incremen- to de éste nutrimento al incorporarlo al suelo y cubrirlo con plástico, ya que ésto último ayuda a conservar la humedad, realizando así un efecto cata- lizador para hacer más soluble el potasio con ayuda de las raíces del culti vo, afectando la disolución de potasio adicional a los minerales del suelo (Bear, 1963) y con ello su más fácil asimilación.

Cuadro 9

Pruebas de Tukey para las fuentes de variación: material, cultivo, incorporación y cobertura; del potasio soluble e intercambiable.

Potasio soluble (meq/l)		Potasio intercambiable (meq/100g de suelo)	
Material (M)			
M		M	
2 6.95 a		1 2.57 a	
1 1.91 b		2 1.38 b	
Cultivo (T)			
T		T	
1 4.53 a		2 2.07 a	
2 4.71 b		1 1.88 b	
Incorporación (I)			
I		I	
2 7.00 a		2 2.61 a	
1 3.45 b		1 1.96 b	
0 2.85 c		0 1.36 c	
Cobertura (C)			
C		C	
2 4.62 a		1 2.07 a	
1 4.47 a		2 2.04 a	
0 4.21 b		0 1.82 b	
M1 = tepetate	T1 = sin cultivo		
M2 = suelo arcilloso	T2 = con cultivo		
I0 = sin incorporación	CO = sin cobertura		
I1 = incorporación de estiércol	C1 = cobertura de plástico transparente		
I2 = incorporación de rastrojo	C2 = cobertura de plástico oscuro		

SODIO (SOLUBLE E INTERCAMBIABLE).

Se espera que el contenido de sodio en el tepetate aumente, puesto que éste afecta adversamente la estructura del material edáfico y produce un suelo disperso (Bonnet, 1960) ayudando así a la disgregación del tepetate.

En el análisis de varianza (Cuadro 21A) se observa que existe diferencia significativa tanto en el sodio soluble como en el intercambiable en todas las

fuentes de variación de interés. Encontrándose en las pruebas de Tukey - (Cuadro 22A) lo siguiente.

Material.

En cuanto a ésta fuente de variación se observa un aumento en el tepete tanto de sodio soluble como intercambiable, con respecto al suelo arcilloso (Cuadro 10), ésto se debe a la diferente composición química y mineralógica que contienen ambos materiales. Además de que se observa un aumento de ambos sodios con respecto al valor inicial, los cuales fueron de 13.9 meq/100 g de suelo para sodio intercambiable y 2.59 meq/l en sodio soluble, ésto indica que se está produciendo una intemperización en tepetate, puesto que las primeras fases del intemperismo se origina un aumento considerable - de sodio (Ortega, 1980).

Cultivo.

Cuando se encuentra el cultivo, se observa una menor cantidad de sodio soluble y una mayor cantidad de sodio intercambiable con respecto al grupo - control (Cuadro 10), esto se debe a la respiración de las raíces del cultivo, las cuales liberan CO_2 a la atmósfera del suelo, produciendo que este gas se mezcle con el sodio haciéndolo más soluble; al hacerlo más soluble su lixiviación es mayor y por lo tanto es menor su cantidad en la solución del suelo, - además de que este catión es absorbido por el cultivo. Sin embargo, el sodio intercambiable tiende a permanecer constante puesto que a medida que disminuye el sodio intercambiable, por la absorción de la raíz, es más fácil su sustitución en la arcilla del material (Ortíz y Ortíz, 1980) produciendo así que el sodio intercambiable permanezca constante en el material.

Incorporación.

En ésta fuente de variación se observa que el sodio soluble se encuentra en mayor proporción en el material, cuando se le incorpora rastrojo, y de sodio intercambiable cuando se encuentra el estiércol incorporado (Cuadro 10).

El sodio soluble se encuentra en mayor proporción en el suelo cuando se le agrega rastrojo, puesto que éste, por su misma consistencia esponjosa produce una mayor absorción de agua, suscitando un aumento en la solución del suelo y obteniéndose una mayor solubilidad de éstos iones, efectuándose así un mayor intercambio entre iones sodio en el complejo arcilloso. Se observa una mayor concentración de sodio intercambiable cuando se ha incorporado estiércol, esto se debe a que éste ayuda a la dispersión de los agregados, produciendo un incremento de las partículas menores y un aumento en el complejo arcilloso, donde se produce la sustitución de sodio.

Cobertura.

En ésta fuente de variación se observa que el mayor valor de sodio soluble se presenta cuando hay coberturas de plástico oscuro, y de sodio intercambiable, cuando no están presentes las coberturas de plástico.

La mayor cantidad de sodio soluble en el material se encuentra cuando esta presente la cobertura de plástico oscuro, puesto que la humedad que provoca la cobertura de plástico oscuro, produce un efecto catalizador, solubilizando el sodio en el material. Sin embargo, en el sodio intercambiable se observa una mayor cantidad de éste ión cuando no se encuentra cubierto con plástico el material, comparado con los tratamientos que tienen coberturas de plástico.

Esto se debe a que la temperatura, conservada por la cobertura de plástico aumenta la capacidad de intercambio de sodio, además aumenta el poder de sustitución de cada catión en relación con el que se ha de reemplazar (Ortiz y Ortiz, 1980) en el complejo arcilloso, así se observa una menor cantidad de sodio al ser sustituido por otros cationes, cuando está cubierto con plástico y un aumento cuando no están presentes las coberturas.

Interacción MTIC.

El tratamiento de tepetate que presenta mayor cantidad de sodio soluble es aquel que tiene incorporación de rastrojo, independientemente de la cobertura de plástico. El sodio intercambiable se encuentra en mayor proporción en el tratamiento de tepetate al cual se le incorporó estiércol y cultivo.

Estos tratamientos eran los esperados cuando se analizaron los efectos simples puesto que el rastrojo produce una mayor solubilidad del sodio. Esta solubilidad se debe a la consistencia del rastrojo el cual absorbe una gran cantidad de agua, lo que produce que este ión se encuentre en solución en el tepetate. Sin embargo, el sodio intercambiable es más fácilmente reemplazable, puesto que la absorción de este ión por la raíz produce un equilibrio en el tepetate entre el sodio absorbido y el intercambiable. Aunado a este efecto la incorporación de estiércol, el cual produce, al igual que el cultivo, una dispersión de los agregados, aumentando así el complejo arcilloso y por lo cual una mayor cantidad de sodio intercambiable.

Por otra parte, cabe destacar que la incorporación de abonos, el cultivo y las coberturas de plástico, aumentaron los contenidos de sodio intercambiable y soluble con respecto al inicial y esto es benéfico para los fi-

nes que se persiguen, puesto que lo que se procura es la disgregación del tepetate y el sodio contribuye a esto, ya que es un dispersante.

Cuadro 10. Pruebas de Tukey para las fuentes de variación: material, cultivo, incorporación y cobertura; del sodio soluble e intercambiable.

Sodio soluble (meq/l)		Sodio intercambiable(meq/100g de suelo)	
Material (M)			
M		M	
1	13.10a	1	3.85a
2	9.72 b	2	3.68 b
Cultivo (T)			
T		T	
1	12.42a	2	4.78a
2	10.40 b	1	2.76 b
Incorporación (I)			
I		I	
2	13.69a	1	4.03a
1	11.46 b	0	3.77 b
0	9.08 c	2	3.50 c
Cobertura (C)			
C		C	
2	11.83a	0	3.95a
1	11.28 b	1	3.69 b
0	11.14 b	2	3.65 b
M1 = tepetate		T1 = sin cultivo	
M2 = suelo arcilloso		T2 = con cultivo	
I0 = sin incorporación		C0 = sin cobertura	
I1 = incorporación de estiércol		C1 = cobertura de plástico transparente	
I2 = incorporación de rastrojo		C2 = cobertura de plástico oscuro	

CALCIO (SOLUBLE E INTERCAMBIABLE).

Se espera un incremento de calcio en el tepetate con respecto - al inicial cuando se le incorporan abonos orgánicos, coberturas de plástico y cultivo; puesto que un alto contenido de calcio refleja concentraciones bajas de otros cationes intercambiables, que pueden generar problemas generalmente de sodio en suelos sódicos (Ortega, 1980). Además de que el calcio es el elemento de mayor disponibilidad para las plantas en el tepetate (Valdez, 1970).

Así se observa en el resumen del análisis de varianza (Cuadro - 24 A) que no presenta diferencia significativa la variable cultivo en el calcio soluble; teniéndose en las demás fuentes de variación de interés, diferencia significativa. En el calcio intercambiable se observa diferencia significativa en todas sus fuentes de viariación por lo que se - procederá a analizar las pruebas de Tukey (Cuadro 25 A).

Material.

En cuanto al material se observa que el tepetate tiene mayor -- cantidad de calcio soluble y menor cantidad de calcio intercambiable con respecto al suelo arcilloso. Esto es debido a que en el tepetate, el calcio es uno de los elementos que se encuentran en mayor proporción (Valdez, 1970 y Trueba, 1979), aunque el calcio intercambiable en el tepetate presenta un valor 8.46 meq/100g de suelo éste, es menor que el que se encuentra en el suelo arcilloso, sin embargo el valor de el tepetate en el calcio inter-- cambiable es mayor que en el calcio soluble, siendo éste valor de 5.59 -- meq/l (ver Cuadro 11), ésto es debido a que el calcio permanece utiliza-- ble por las plantas, hasta que es requerido por ellas o es eliminado por-

el agua percolante (Russell, 1968).

Cultivo.

En esta fuente de variación se observa una menor cantidad de Calcio soluble y una mayor cantidad de Calcio intercambiable cuando ésta presente el cultivo (Cuadro 11).

En el calcio soluble se observa esta tendencia cuando hay cultivo, esto se debe a que el cultivo produce que el calcio se solubilice en el material en cierta forma asimilable por las plantas (Russell, 1968) y a eso se debe también su mayor cantidad en forma intercambiable de este ión en el complejo arcilloso.

Incorporación.

En cuanto a la incorporación se observa una mayor cantidad de calcio soluble en el suelo, cuando hay rastrojo y en el calcio intercambiable cuando se encuentra el estiércol (Cuadro 11).

El calcio soluble se encuentra en mayor proporción en el suelo cuando hay incorporación de rastrojo, ya que en el rastrojo requiere mayor cantidad de agua para hidratarse, provocando una mayor solubilidad de calcio, aunque el proceso de lixiviación está presente no afecta tanto a éste catión, puesto que tiende a acumularse (Cajuste, 1977). El calcio intercambiable se observa en mayor cantidad, cuando se encuentra el estiércol incorporado y esto es debido a que el estiércol proporciona una considerable cantidad de calcio (Millar, 1964), el cual pasa a su forma asimilable para las plantas.

Cobertura.

En ésta fuente de variación se observa que la mayor cantidad de calcio soluble e intercambiable en el material se presenta cuando no están las coberturas de plástico. El plástico produce un efecto catalizador, -- produciendo un incremento de la humedad y temperatura del suelo (Peña, --- 1981) y éstos dos factores producen un aumento en la solubilidad del calcio, el cual puede lixiviarse más fácilmente no pudiendo ser intercambiable, de bido al aumento de la temperatura la cual produce una disminución de éste cación, ya que se hace más difícil de sustituir (Ortíz y Ortíz, 1980), por lo cual su aprovechamiento es menor.

Interacción MTIC.

El calcio soluble se encuentra en mayor cantidad en los tratami- entos de tepetate a los cuales se incorporó rastrojo e independientemente de la cobertura y el cultivo. En el calcio intercambiable se observa que - los tratamientos de tepetate que tienen incorporación de estiércol fueron los que adquirieron los valores mayores.

El aumento del calcio soluble, cuando se ha incorporado rastrojo, se debe a que está absorbe mayor cantidad de agua, provocando con ello una mayor saturación en el tepetate, de está ión, además de que el calcio no se lixivia tan facilmente, ya que tiende a acumularse (Cajuste, 1977).

En cuanto al calcio intercambiable se observa que el estiércol -- influye en gran medida para la asimilación de calcio, puesto que la mayoría de el calcio proporcionado al tepetate por el estiércol es fácilmente ---

asimilable por las reacciones de carbonatación, que se producen al descomponerse éste.

Cuadro 11 Pruebas de Tukey para las fuentes de variación: material, cultivo, incorporación y cobertura; del calcio soluble e intercambiable.

Calcio soluble (meq/l)		Calcio intercambiable (meq/100g de suelo)	
Material (M)			
M		M	
1	5.59 a	2	18.86 a
2	4.14 b	1	8.46 b
Cultivo (T)			
T		T	
1	4.87	2	2.07 a
2	4.86	1	1.88 b
Incorporación (I)			
I		I	
2	5.40a	1	14.05 a
1	4.61 b	2	13.54 b
0	4.58 b	0	13.40 b
Cobertura (C)			
C		C	
0	5.73 a	0	13.92 a
1	4.77 b	2	13.54 b
2	4.73 b	1	13.53 b

M1 = tepetate

M2 = suelo arcilloso

I0 = sin incorporación

I1 = incorporación de estiércol

I2 = incorporación de rastrojo

T1 = sin cultivo

T2 = con cultivo

C0 = sin cobertura

C1 = cobertura de plástico transparente

C2 = cobertura de plástico oscuro

MAGNESIO (SOLUBLE E INTERCAMBIABLE).

Debido a que este nutrimento es un constituyente de la clorofila, además de que regula la absorción de otros nutrimentos (Ortega, 1980) y siendo uno de los constituyentes de mayor proporción en el tepetate (Valdez, 1970 y Trueba, 1979) se espera que aumente con respecto al análisis inicial.

En el resumen de el análisis de varianza se observa (Cuadro 24A) que existe diferencia significativa en todas las fuentes de variación de magnesio tanto soluble como intercambiable que se discutirán a continuación. Observándose en las pruebas de Tukey (Cuadro 25 A) lo siguiente.

Material.

En cuanto al material se observa que el tepetate tiene una mayor cantidad de magnesio soluble y una menor cantidad de magnesio intercambiable con respecto al suelo arcilloso (ver Cuadro 12), esto es debido a que al igual que el calcio, el magnesio es uno de los elementos que se encuentran en mayor proporción en el tepetate (Valdez, 1970 y Trueba, 1979).

Cultivo.

En cuanto al cultivo se observa una mayor cantidad de magnesio tanto soluble como intercambiable, con respecto al grupo control (ver Cuadro 12), cuando está presente el cultivo, éste se debe a que las leguminosas requieren mayor cantidad de magnesio que de calcio (Millar, 1964) por lo cual la planta produce una mayor solubilidad y asimilación de éste nutrimento con respecto al calcio.

Lo anterior se debe a la disminución de calcio soluble e intercambiable cuando se presenta el cultivo puesto que un aumento de magnesio reduce el calcio más que el potasio (Millar, 1964).

Incorporación.

En esta fuente de variación se observa que el rastrojo es el que presenta mayor cantidad de magnesio soluble e intercambiable en el material con respecto al estiércol y grupo control, puesto que el magnesio es un constituyente de la clorofila encontrándose en mayor proporción en el rastrojo que en el estiércol, ayudando con ello a la absorción de otros nutrientes por las plantas (Ortiz y Ortiz, 1980).

Cobertura.

En ésta fuente de variación se observa una mayor cantidad de magnesio cuando no se cubre con plástico el material, puesto que el aumento de temperatura que produce el plástico, provoca una menor asimilación de éste nutrimento por la planta al igual que el calcio.

Interacción MTIC.

En esta fuente de variación se observa que el tratamiento de tepetate que tuvo valores mayores en el magnesio soluble, es aquel al cual se le incorporó rastrojo solamente. En cuanto al magnesio intercambiable el tratamiento de tepetate que tuvo el valor mayor es al que se le incorporó estiércol y se aplicó cobertura de plástico oscuro solamente. Cuando se incorpora rastrojo se observa un aumento del ión magnesio en la solución del material puesto que el magnesio es un constituyente de la clorofila

y se encuentra en mayor cantidad en éste abono ya que es de origen vegetal siendo así más fácilmente asimilable por las plantas.

El magnesio intercambiable se observa en mayor cantidad cuando se ha incorporado estiércol y éste abono contiene también cantidades adicionales de magnesio, pero no mayor que el calcio, el cual está en forma intercambiable en el complejo arcilloso del tepetate, aunando a esto la humedad conservada por la cobertura de plástico oscuro y su efecto catalizador, lo cual produce una mejor disponibilidad de éste nutrimento a las plantas.

Cuadro 12. Pruebas de Tukey para el magnesio soluble e intercambiable, de las fuentes de variación; material, cultivo, incorporación y cobertura.

Magnesio soluble (meq/l)		Magnesio intercambiable (meq/ 100 g de suelo)	
Material (M)			
M		M	
1	6.45 a	2	9.04 a
2	3.70 b	1	8.09 b
Cultivo (T)			
T		T	
2	5.63 a	2	13.88 a
1	4.52 b	1	13.44 b
Incorporación(I)			
I		I	
2	6.67 a	1	8.86 a
0	4.45 b	2	8.85 a
1	4.11 c	0	7.98 b
Cobertura (C)			
C		C	
0	5.73 a	0	8.66 a
1	4.77 b	2	8.62 a
2	4.73 b	1	8.42 b
M1 = tepetate		T1= sin cultivo	
M2 = suelo arcilloso		T2= con cultivo	
I0 = sin incorporación		C0= sin cobertura	
I1 = incorporación de estiércol		C1= cobertura de plástico transpa.	
I2 = incorporación de rastrojo		C2= cobertura de plástico oscuro	

CAPACIDAD DE INTERCAMBIO CATIONICO. (C.I.C.)

Debido a que "la determinación de la C.I.C. expresa valores numéricos que son valiosos en la evaluación de: la capacidad de suelo para intercambiar cationes, su grado de intemperización y su reactividad química en general (Buol, 1973)", se espera que aumente el valor inicial el cual es de 26.50 meq/100 g de suelo, puesto que el valor de la C.I.C. se eleva cuando los suelos son intemperizados (op. cit.)

En el resumen del análisis de varianza (Cuadro 24 A) se observa que no se presenta diferencia significativa en la cobertura, no siendo así en las demás fuentes de variación que son de interés en esta condición química, por lo cual las pruebas de Tukey (Cuadro 27 A) se analizarán a continuación.

Material.

En cuanto al material se observa un valor de 25.59 meq/100g de suelo en la C.I.C. del tepetate siendo éste valor menor que en el suelo arcilloso, el cual fue de 33.70 meq/100g de suelo, esto se debe al menor contenido de materia orgánica y de la arcilla presente en el tepetate, debido a su menor intemperización con respecto al suelo arcilloso.

Cultivo.

Cuando está presente el cultivo se observa un incremento en la C.I.C. de material, siendo ésta de 31.70 meq/100g de suelo con respecto al grupo control (25.59 meq/100 g de suelo), puesto que el cultivo produce una

dispersión en los macroagregados y un aumento en los agregados de menor tamaño, lo cual produce una mejor absorción de los iones al complejo arcilloso y su mejor intercambio de cationes.

Incorporación.

En esta fuente de variación se observa en la C.I.C. que la incorporación de estiércol en el material tiene un valor de 30.05 meq/ 100 g de suelo, este valor es mayor con respecto al grupo control y rastrojo, los cuales tienen valores de 29.17 y 29.70 meq/100 g de suelo respectivamente. El estiércol incrementa la materia orgánica y provee de microorganismos al material provocando éstos últimos un incremento en los agregados menores, teniéndose así, una mayor disponibilidad de los nutrientes, siendo éstos en mayor proporción en el rastrojo.

Cobertura.

En esta fuente de variación no se presenta diferencia significativa (Cuadro 24A), pero sí una tendencia de aumentar la C.I.C. cuando no está cubierto el material con las coberturas de plástico, esto también se observó en los cationes intercambiables, en los cuales las coberturas de plástico producen un decremento en el intercambio de cationes, disminuyendo el poder de sustitución de cada catión en relación con el que se ha de reemplazar (Ortiz y Ortiz, 1980) esto se produce cuando se incrementa la temperatura en el material por medio de las coberturas de plástico.

Interacción MTIC.

Los tratamientos de tepatate que tienden a adquirir valores semejantes a los del suelo arcilloso, e incluso son los que tienen los valores

más altos en tepetate, son a los que se les incorporó estiércol y se le sembró , independientemente de la cobertura de plástico.

Cuando están interactuando el estiércol y la cobertura de plástico, estos ayudan a aumentar la C.I.C., puesto que las raíces del cultivo, los microorganismos presentes en el estiércol y la humedad que conserva la cobertura de plástico, influyeron en la degradación de los agregados mayores, aumentando así el contenido de partículas menores, además de que la reacción, por las raíces del cultivo, se incrementan, acelerando la descomposición de la materia orgánica y por lo cual un incremento de la disponibilidad de los nutrimentos.

Por otra parte, es necesario hacer notar que el sodio intercambiable aumenta de tal forma que rebasa el 15% produciendo problemas de salinidad, lo cual disminuye la capacidad de intercambio de los iones calcio y magnesio. Sin embargo, este aumento de sodio ayuda a la dispersión de los agregados del tepetate.

Como se puede observar la C.I.C. de el tratamiento que contiene cultivo e incorporación de estiércol es de 30.23 meq/100g de suelo siendo este valor mayor con respecto al inicial, el cual fue de 26.50 meq/100g de suelo, esto implica una mayor intemperización de tepetate, puesto que los valores altos de la C.I.C. se correlacionan con la descomposición o la ausencia de minerales secundarios de alta C.I.C (Buol, 1973). Lo anterior implica una intervención de el estiércol y el cultivo para la descomposición de dichos minerales.

ANIONES (CARBONATOS, BICARBONATOS, CLORUROS y SULFATOS),
Y CONDUCTIVIDAD ELECTRICA (C.E.).

En éstas condiciones químicas se espera que los aniones y la C.E. en el tepetate no aumenten con respecto a el análisis inicial (ver cuadro 26), puesto que el exceso de sales (C.E. mayor de 4 mmhos/cm) en la solución del tepetate, que contiene iones - bicarbonato y carbonato, tienden a precipitar el calcio y el magnesio en forma de carbonatos (Black, 1968).

En el resumen del análisis de varianza (cuadro 28A), se observa que no existe diferencia significativa en la cobertura y en la interacción MTIC, del ión carbonato, observandose en las de más fuentes de variación, que son las de interés, diferencia significativa, también en las otras condiciones químicas (bicarbonatos, cloruro, sulfatos y C.E.) se presenta diferencia significativa en todas sus fuentes de variación, por lo cual se analizarán las Pruebas de Tukey (cuadros 29A y 30A), a continuación.

Material

En ésta fuente de variación se observa una mayor cantidad de bicarbonatos, cloruros y C.E. en el tepetate con respecto al suelo arcilloso, puesto que, como se observa, el sodio en el tepetate se encuentra produciendo problemas de sodicidad (ver C.I.C.) y por lo cual su mayor reacción con los iones cloro y bicarbonatos, produciendo una mayor cantidad de cloruros, sulfatos y bicarbonatos, también se presentan pequeñas cantidades del ión carbonato (Bonnet, 1960).

Cultivo

En esta fuente de variación se observa que los carbonatos, bicarbonatos y cloruros se encuentran en menor proporción en el material, cuando está presente el cultivo, disminuyendo con esto la C.E. Los sulfatos se encuentran en mayor proporción en el material cuando hay cultivo. Los valores menores de los aniones antes mencionados, cuando está presente el cultivo, se observa también en los cationes solubles, puesto que éstos reaccionan con los carbonatos, bicarbonatos y cloruros; lo que produce una mayor solubilidad de éstos compuestos, provocando su mejor asimilación y su más fácil lixiviación, por lo cual su conductividad eléctrica también disminuye, al no encontrarse una gran cantidad de sales en la solución del suelo. En cambio, los sulfatos se encuentran en mayor proporción cuando está presente el cultivo, puesto que el azufre constituye una parte de los desechos de los microorganismos anaeróbicos presentes en el material, realizándose una oxidación de éstos elementos con la ayuda de las raíces.

Incorporación

Cuando no están presentes los abonos en el material, se observa una menor cantidad de éstos iones (bicarbonatos, carbonatos, cloruros y sulfatos) provocando menor C.E., puesto que la incorpo-

ración de abonos proporcionan también cantidades considerables de éstos iones, observándose que el estiércol es el que proporciona una menor cantidad de aniones. El rastrojo aumenta la concentración de aniones y la C.E. debido a que requiere mayor cantidad de agua (ver límite líquido y plástico), absorbe una mayor cantidad de éstos iones por medio del agua de riego y provocando su mayor integración a la solución del suelo y aumento de la C.E.

Cobertura.

En ésta fuente de variación se observa que tanto los aniones -- como la C.E. disminuyen cuando está cubierto el material con plástico con respecto al grupo control. Esta disminución de los aniones y de la C.E. -- se debe a que las coberturas de plástico realizan un efecto catalizador -- al solubilizar a los aniones en el material, ya que éstos conservan la humedad y la temperatura, provocando con ésto una mayor absorción de estos -- aniones por parte de las raíces del cultivo y también una mayor lixivia-- ción de estos.

Interacción MTIC.

En esta interacción la mayoría de los aniones en el tepetate -- tienden a disminuir cuando se encuentran los tratamientos que tienen solamente cultivo y coberturas de plástico (oscuro o transparente).

La disminución de los aniones cuando se incorporan abonos, se -- debe a que éstos y el agua de riego proporcionan aniones al tepetate. Así se observa que cuando se cubre el tepetate con plástico, la cantidad de -- agua que se adiciona es menor, ayudando a mantener el agua aprovechable por las plantas, además de que el cultivo absorbe gran cantidad de -- éstos aniones (carbonatos, bicarbonatos, cloruros, sulfatos) disminuyendo

la C.E.

6.3 RAIZ.

En el siguiente análisis de resultados de el volumen, longitud y peso seco de la raíz, se tomará en cuenta solamente las fuentes de variación: material, cobertura y la interacción material-incorporación-cobertura (MIC), puesto que estas variables son de interés para cumplir con los objetivos e hipótesis propuestos.

Se espera que el sistema radical en el tepetate, sea mayor en cuanto al volumen, longitud y peso seco, con respecto al suelo arcilloso; puesto que en un suelo de textura arcillosa, el sistema radical es más reducido comparado con un suelo arenoso (García, 1982).

En el resumen de el análisis de varianza (Cuadro 31A) se observa que existe diferencia significativa en dos variables, las cuales son: longitud y peso seco de la raíz. En esta primer variable se observa diferencia significativa en la fuente de variación, que hace referencia a la incorporación. En la segunda variable se observa que presenta diferencia significativa la variable material y la interacción MIC, teniendo en las demás variables y fuentes de variación de interés, diferencia no significativa. Por lo cual se procederá a discutir las pruebas de Tukey (Cuadro 32A).

Material.

En cuanto a esta fuente de variación se observa que el sistema radical en el tepetate, presenta los mayores valores en el volumen, longitud y peso seco, con respecto al suelo arcilloso (Cuadro 13).

Estos dos materiales edáficos nombrados anteriormente tienen diferente textura, ya que el tepetate, presenta una textura migajón arcillo

—arenosa y por lo cual el tamaño de los poros es mayor, así también es — más difícil la retención de agua para ayudar al crecimiento del cultivo y esto es observable en los límites de Atterberg, por lo cual tiene éste que aumentar su sistema radical en tamaño y volumen, puesto que tiene que adherirse más a las partículas del tepetate, para poder con ello cumplir con la función de anclaje y absorción de nutrimentos dentro del tepetate y poder con esto sostener la parte aérea del cultivo.

Cuadro 13. Pruebas de Tukey para la variable material del volumen, longitud y pesos seco de la raíz.

Vol. de la raíz (ml)	Material (M)	
	longitud de la raíz (cm)	Peso seco de la raíz (g)
M	M	M
1 3.66 a	1 27.26 a	1 0.62 a
2 2.58 a	2 26.15 a	2 0.045 b

1 Tepetate
2 Suelo arcilloso

Incorporación.

En esta fuente de variación se observa que cuando se incorpora rastrojo en el material, aumenta la longitud y peso de la raíz con respecto a la incorporación de estiércol y grupo control (Cuadro 14). Esto se debe a que el sistema radical tiende a aumentar en peso y longitud cuando el suelo es rico en materia orgánica y elementos nutritivos (Ayala, 1976). Esto implica que el rastrojo, con respecto al estiércol, proporciona una mayor cantidad de nutrimentos aprovechables por el cultivo, siendo éstos el potasio soluble e intercambiable, calcio soluble, magnesio soluble, cloruros y sulfatos, además de que se tiene una mayor retención de agua, —

ésto es observable en los límites líquido y plástico, ayudando así al mejor desarrollo del sistema radical. A pesar de lo anteriormente mencionado, - se observa que hay una tendencia de la raíz a aumentar en volumen cuando - se encuentra el estiércol incorporado, esto es porque el estiércol ayuda al incremento del pH, lo cual es benéfico para el frijol, además de que incrementa la materia orgánica, nitrógeno total, calcio y magnesio intercambiable. Esto implica que estos nutrimentos proporcionados por el estiércol al material no son tan fácilmente lixiviables, puesto que para que el cultivo pueda tomar los nutrimentos que tiene el rastrojo, tiene que aumentar el sistema radical a lo largo de la maceta y tomar así los nutrimentos que se encuentran al fondo de ésta, no siendo así en la incorporación de estiércol, puesto que las raíces absorben los nutrimentos donde se encuentra el estiércol.

Cuadro 14. Pruebas de Tukey para la variable incorporación, del volumen, longitud y peso seco de la raíz.

Vol. de la raíz (ml)	longitud de la raíz (cm)	Peso seco de la raíz (g)
Incorporación (I)	I	I
1 3.76 a	2 31.43 a	2 0.64 a
2 3.40 a	1 25.04 b	1 0.52 a
0 2.20 a	0 23.65 b	0 0.45 a

0 sin incorporación
 1 incorporación de estiércol
 2 incorporación de rastrojo

Cobertura.

En esta fuente de variación se observa que existe una tendencia - del sistema radical de aumentar en peso y longitud cuando se cubre el material con plástico oscuro (Cuadro 15), esto se debe a que el plástico oscuro no aumenta en gran medida la temperatura de el material en comparación -

con el plástico transparente, produciendo con esto, altos rendimientos en cuanto a la acumulación de carbohidratos (Peña, 1981) y por lo cual las raíces del cultivo, buscan los nutrimentos necesarios para su desarrollo, encontrándose que estos nutrimentos son la materia orgánica y todos los cationes solubles, lo cual produce que el desarrollo del sistema radical aumente. Sin embargo, existe una tendencia de el volumen de el sistema radical, a aumentar cuando se cubre el suelo con plástico transparente (Cuadro 15), esto implica que el plástico transparente mantiene la temperatura y humedad óptima de la material, en toda la maceta, provocando con ello un efecto catalizador, el cual incrementa el volumen del sistema radical.

Cuadro 15. Comparación de medias para la variable cobertura, el volumen, longitud y peso seco de la raíz.

Vol.de la raíz (cc)	Longitud de la raíz (cm)		Peso seco de la raíz (g)	
Cobertura (C)	C		C	
1	4.03	2 27.25	2	0.58
2	2.79	1 26.96	0	0.54
0	2.54	0 25.91	1	0.50

C0 sin cobertura

C1 cobertura de plástico transparente

C2 cobertura de plástico oscuro

Interacción MTIC.

En esta fuente de variación se observa que el tratamiento de tepate al cual se le incorporó rastrojo solamente, fue el que obtuvo los valores más altos en cuanto a la longitud y peso seco de la raíz, en cuanto al volumen de la raíz no se encontró diferencia significativa.

El anterior tratamiento es el esperado cuando se analizaron los efectos simples, así se observa que la incorporación de rastrojo provee al

tepetate magnesio, potasio, calcio, sulfatos y cloruros, además de que ayuda a conservar el agua produciendo con esto las condiciones necesarias para el desarrollo del sistema radical. Otras de las características del rastrojo, es el tener una consistencia esponjosa, lo cual produce que el tepetate disminuya la densidad aparente y aumente el límite líquido y plástico, ayudando a que éste no se encuentre disperso.

Aunque lo deseable es la disgregación de el tepetate, es necesario agregarlo⁺, para que con esto la planta pueda tener un buen sostén y anclaje por medio de las raíces.

Por otra parte se observa que a pesar de ser éste tratamiento el que obtuvo los mejores valores, no existe diferencia significativa en el volumen y longitud de la raíz, esto implica que el crecimiento de la raíz tiende a tener valores semejantes tanto en el suelo arcilloso como en el tepetate y esto es lo que realmente se esperaba.

⁺ Esta agregación no es similar a la que tiene el tepetate por medio de sus cementantes.

VIII CONCLUSIONES

- Las coberturas de plástico incrementan el régimen térmico e hídrico del tepetate, pero no tienen un efecto catalizador por si solas - para ayudar en el proceso de intemperización de éste.
- El desarrollo del sistema radical en el tepetate es similar al del suelo arcilloso.
- Los tepetates aumentan su contenido en nutrimentos al incorporarles abonos orgánicos, pero aún así son deficientes en fósforo.
- De los abonos que se incorporaron, el rastrojo fue el que ayudo a - obtener algunas de las mejores condiciones físicas y químicas.
- La adicción de coberturas de plástico con abonos orgánicos (estiércol y rastrojo) si actuan como catalizadores para el proceso de intemperismo de el tepetate, ayudando con ésto al desarrollo radical del cultivo y la recuperación como suelo agrícola de esta material edáfico.

IX RECOMENDACIONES

Como éste trabajo de investigación es solamente parte de un proyecto global, se propone para mejorar ésta parte lo siguiente:

- La presente investigación se aplique en el campo, tomando en cuenta los abonos que manejen más los campesinos en las áreas tepetatosas.
- Realizar un análisis mineralógico antes y después de la experimentación, para observar así mejor la intemperización de el tepetate.
- Agregar abonos fosfatados para obtener mejores rendimientos.
- Medir la temperatura del material cuando está acolchado con plástico.
- Observar el tiempo de emergencia de el cultivo cuando está cubierto el material con plástico.

X BIBLIOGRAFIA.

- Acosta N., S. 1973. Uso de plástico negro en el combate de maleza y algunos efectos colaterales, Ed. CIANE- INIA-SAG, Torreón Coah., 16 p.
- Alpi, A. 1984. Cultivo en invernadero, Ed. Mundi-Prensa, Madrid España, 254 p.
- Andrade, A. 1975. La erosión, Ed. Fondo de Cultura Económica, -- México, 61 p.
- Ayala L, S. 1976. Estudio de la distribución radical de tres portainjertos de manzano (MM-III, M7 y M-26) por dos métodos diferentes, Chapingo, México. Tesis de Maestría en Ciencias. Colegio de Postgraduados, 107 p.
- Baver L, D; Gardner W.H. y Gardner W. R. 1980. Física de Suelos, Ed. UTEHA, México, D.F., 579 p.
- Bear F., E. 1963. Suelos y fertilizantes, Ed. Omega. S.A., Barcelona, España, 458 p.
- Bonnet, J.A. 1960. Edafología de los suelos salinos y sódicos, Universidad de Puerto Rico, Puerto Rico, 336 p.
- Buol S. W. 1973. Génesis y clasificación de suelos, Ed. Trillas, México, D.F., 417 p.
- Cajuste J, L. 1977. Química de suelos, con un enfoque agrícola, Colegio de Postgraduados, México, 278 p.
- Campos, I. 1981. Suelos, abonos y fertilizantes, Ed. Barcelona, España, 174 p.

- CONACyT, 1979. Plásticos en la agricultura. CONACyT y CIQA, México, 45 p.
- Cronquist, A. 1982. Introducción a la Botánica. CECSA, México, 884p.
- Del Valle, C. 1983. Los procesos de acumulación de sales e intemperismo en cubetas lacustres, en una zona de transición del Ex- Lago de Texcoco. Tesis de Maestría en Ciencias. Colegio de Postgraduados, Chapingo, México, 255 p.
- Demolon, A. 1972. Principios de Agronomía II. Ed. Omega, S.A., Barcelona, España, 206 p.
- Dubois, P. 1980. Los plásticos en la agricultura. Ed. Mundi-Prensa, Madrid 209 p.
- Duchaufour, P. 1978. Manual de Edafología, Ed. Toray-Masson, S.A., Barcelona, España, 469 p.
- Figuerola, S.B. 1975. Pérdidas del suelo y nutrimentos y su relación con el uso en la Cuenca del Río Texcoco, Tesis de Maestría en Ciencias, Colegio de Postgraduados, Chapingo, México, - 209 p.
- Flores M., G. 1978. La degradación de la tierra, S.R.H., 292 p.
- Fresini, A. 1978. Horticultura práctica. Ed. Diana, 2a. edición, México, 63 p.
- Forsythe, W. 1975. Manual de Laboratorio de Física de suelos, Ed. - Turrialba. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la O.E.A., México- Buenos Aires, 212 p.

- García E., A. 1960. Estudio de los suelos tepetatosos y las posibilidades de su recuperación agrícola, tesis profesional, E.N.A, Chapingo, México, 82 p.
- García C., C. 1982. Estudio de la distribución radical del tejojote (Crataegus pubescens L.) en dos localidades, Tesis de Maestría en Ciencias, Colegio de Postgraduados, México, 112 p.
- Helmut, O. 1948. El bosque y la conservación del suelo, Ed. Cultura, S.A., México D.F., 170 p.
- Hernández R., L. 1978. Distribución del sistema radical del nopal --- (Opuntia amyclae L.), Tesis Profesional, U.A.CH., Chapingo, México, 102 p.
- I.A.T.E.M., 1982. Memorias del Primer Ciclo Internacional de Conferencias sobre la utilización de los estiércoles en la agricultura, publicación especial, México, 154 p.
- Kononova. 1961. Soil organic matter; its nature; its role in soil formation and soil fertility. Pergamon. New York, 450 p.
- Mata B., I. 1975. Estudios de la distribución radicular en diferentes patrones de manzana (M1, M2, M16, MM104, MM109) bajo las condiciones edáfica de Chapingo, México, Tesis de Maestría en Ciencias, Colegio de Postgraduados, Chapingo, México, 87 p.
- Millar C., E. 1964. Fertilidad del suelo, Ed. SALVAT, S.A., Barcelona, España, 477 p.

- Muratalla L., A. 1972. Acolchamiento de fresa (*Fragaria ananassa* D.) con polietileno, Tesis Profesional, U.A.CH., México 96 p.
- Oropeza M., J.L. 1980. Evaluación de la erosión hídrica (sedimentos en suspensión) en las Cuencas de los Ríos Texcoco y Chapingo. Tesis de Maestría en Ciencias, Colegio de Postgraduados, Chapingo México. 235 p.
- Ortega T., E. 1980. Química de suelos. U.A.CH., México, D.F., 417 p.
- Ortíz S., M.L.M., 1986. Evaluación de la velocidad de desertificación en la Cuenca del Río Texcoco (efecto de la tecnología aplicada, inversiones y factor humano), Tesis de Maestría en Ciencias, Colegio de Postgraduados, 508 p.
- Ortíz V., B. y Ortíz S., C.A. 1980. Edafología, U.A.CH., Chapingo, México, 331 p.
- Pacheco L., M.C. 1979. Cartografía y caracterización mineralógica de los tepetates del oriente del Valle de México, Tesis Profesional, E.N.A. Chapingo, México, 65 p.
- Parsons, D.B. 1981. Frijol y chicharo, SARH, México, 56 p.
- Peña R., R. 1981. Utilización de plásticos para la protección de suelos de zonas áridas. Una alternativa en la producción. Departamento de zonas áridas, boletín técnico 1, U.A.CH., México, 29 p.
- Plan Nacional de Desarrollo, 1983-1988. Poder Ejecutivo Federal, S.P.P. México, 422 p.
- Rey C., J. 1979. Estimación de la erodabilidad de los tepetates en la Cuenca del Río Texcoco en base al factor K. Tesis de Maestría en Ciencias, Colegio de Postgraduados, Chapingo, México, 110 p.

- Reyes C., P. 1985. Biestadística aplicada, Ed. Trillas, 3a impresión México, 216 p.
- Rigau, A. 1982. Los abonos, su preparación y empleo, Ed. Sintex S.A. 6a edición. Barcelona España, 98 p.
- Romero C., S. 1986. Jefe del departamento de Fitopatología, U.A.CH., Comunicación personal.
- Russell, J. 1968. Las condiciones del suelo y el crecimiento de plantas, Ed. Aguilar, Madrid, España, 801 p.
- Salazar L. 1938. Elementos de geología. UNAM, México D.F., 330 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, U.A.CH., México, -- 118 p.
- SARH, 1980. Negro Puebla, nueva variedad de frijol para el Valle de México, Circular CIAMEC No. 108, 3a. reimpresión, 37 p.
- SARH, 1981. Guía para la asistencia técnica agrícola del Valle de México. Chapingo, México, 135 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.
- Serrano C., Z., s.a., Hortalizas acolchadas con plástico, Madrid, Ministerio de Agricultura, S.A., Hojas divulgadoras, 75 p.
- SRH, 1975. Métodos para el análisis físico y químico del suelo y agua, plantas, publicación No. 10, México, D.F., 215 p.

Trueba, C.A. 1979. Reincorporación de terrenos degradados a la producción. Dirección General de Conservación del suelo y agua Folleto técnico, 67 p.

Valdez M., LA. 1970. Características morfológicas y mineralógicas de los suelos de tepetate de la Cuenca de México, Tesis de Maestría en Ciencias, Colegio de Postgraduados, Chapingo, México, 150 p.

X I . A P E N D I C E

Los cuadros que se presentan en éste apéndice contienen diferentes literales, de las cuales su significado se da a continua --
ción:

F.V.	- fuentes de variación
G.L.	- grados de libertad
p.F	- probabilidad de F
S.C.	- suma de cuadrados
R^2	- coeficiente de determinación
C.V.	- coeficiente de variación
\bar{X}	- media aritmética
E	- suma de cuadrados del error
D.M.S.	- diferencia mínima significativa
M	- material
T	- cultivo
I	- incorporación
C	- cobertura
M1	- tepetate
M2	- suelo arcilloso
T1	- sin cultivo
T2	- con cultivo
I0	- sin incorporación
I1	- incorporación de estiércol
I2	- incorporación de rastrojo
C0	- sin cobertura
C1	- cobertura de plástico transparente
C2	- cobertura de plástico oscuro

Cuadro 1A. Análisis inicial de todas las determinaciones físicas realizadas en el tepetate.

Determinaciones	Resultados	Unidades
Densidad aparente	1.56	g/cc
Límites de Atterberg		
Límite líquido	36.50	%
Límite plástico	23.54	%
Índice de contracción	26.67	%
Estabilidad de agregados		
Diámetro (mm)		
1.41	46.72	%
1.00	4.40	%
0.59	8.96	%
0.10	8.42	%
0.074	0.31	%
0.044	0.29	%
Distribución de material por diámetros (mm)		
50.8	8.99	%
31.7	38.10	%
22.2	17.50	%
11.5	14.49	%
4.76	16.22	%
2.38	4.70	%
Textura*		
arena 2.000 mm	46.40	%
limo 0.200 mm	24.00	%
arcilla 0.002 mm	29.60	%

Cuadro 2A. Análisis de todas las determinaciones químicas realizadas en el tepetate

pH	6.70	mmhos/cm
Conductividad eléctrica	0.59	meq/ l
Sodio soluble	2.69	meq/ l
Potasio soluble	0.50	meq/ l
Calcio soluble	1.50	meq/ l
Magnesio soluble	1.62	meq/ l
Carbonatos	0.0	meq/ l
Bicarbonatos	3.0	meq/ l
Cloruros	1.00	meq/ l
Sulfatos 10 ⁻²	0.14	meq/ l
Nitratos 10 ⁻²	0.0	meq/ l
Capacidad de Intercambio C.	26.50	meq/100 g de suelo
Sodio intercambiable	1.39	meq/100 g de suelo
Potasio intercambiable	1.56	meq/100 g de suelo
Calcio intercambiable	9.51	meq/100 g de suelo
Magnesio intercambiable	10.25	meq/100 g de suelo
Materia orgánica	0.0	%
Nitrogeno total	0.0	%

* migajon arcillo arenosa

Cuadro 3A. Análisis inicial de todas las determinaciones físicas realizadas en el suelo arcilloso.

Determinaciones	Resultados	Unidades
Densidad aparente	1.32	g/cc
Límites de Atterberg		
Límite líquido	43.42	%
Límite plástico	37.10	%
Índice de contracción	23.01	%
Textura*		
arena (2.000 mm)	35.20	%
limo (0.200 mm)	23.15	%
arcilla (0.002 mm)	43.15	%

Cuadro 4A. Análisis inicial de todas las determinaciones químicas realizadas en el suelo arcilloso.

Determinaciones	Resultados	Unidades
pH	7.55	
Conductividad eléctrica	1.01	mmhos/cm
Sodio soluble	1.66	meq/l
Potasio soluble	1.54	meq/l
Calcio soluble	4.90	meq/l
Magnesio soluble	3.08	meq/l
Carbonatos	0.00	meq/l
Bicarbonatos	3.22	meq/l
Cloruros	2.03	meq/l
Sulfatos	1.70	meq/l
Nitratos 10 ⁻²	4.80	meq/l
Capacidad de intercambio cat.	42.28	meq/100 g de suelo
Sodio intercambiable	1.96	meq/100 g de suelo
Potasio intercambiable	3.67	meq/100 g de suelo
Calcio intercambiable	19.74	meq/100 g de suelo
Magnesio intercambiable	10.15	meq/100 g de suelo
Materia orgánica	3.25	%
Nitrógeno total	0.15	%

* arcillosa

Cuadro 5A. Análisis final de el tepetate para las determinaciones físicas: Densidad aparente, límite líquido, límite plástico e índice de contracción.

Tratamiento	Dens. ap. g/cc	L.L. %	L.P. %	I.C. %
MTIC				
1100	1.73	32.32	28.02	16.46
1101	1.59	33.49	29.56	18.19
1102	1.44	38.89	27.51	16.90
1110	1.67	36.96	32.21	16.70
1111	1.67	37.92	31.55	16.61
1112	1.57	36.59	29.59	16.01
1120	1.11	47.59	35.97	33.71
1121	1.19	51.11	39.17	32.43
1122	1.54	40.56	35.37	18.30
1200	1.67	34.49	29.34	17.01
1201	1.32	34.62	28.49	17.31
1202	1.43	32.15	29.09	17.90
1210	1.60	38.26	32.09	14.95
1211	1.88	38.93	33.25	18.10
1212	1.60	37.37	32.92	17.46
1220	1.48	38.99	31.01	17.87
1221	1.49	38.71	31.40	17.39
1222	1.59	37.43	31.95	18.15

Cuadro 6A. Análisis final del suelo arcilloso para las determinaciones físicas: Densidad aparente, límite líquido, límite plástico e índice de contracción.

Tratamiento	Dens. ap. g/cc	L.L. %	L.P. %	I.C. %
MTIC				
2100	1.20	48.26	38.77	28.98
2101	1.22	50.22	38.70	32.14
2102	1.21	55.03	39.79	29.48
2110	1.21	50.18	40.12	31.62
2111	1.14	44.90	37.93	32.71
2112	1.18	48.93	35.69	32.36
2120	1.11	47.59	35.97	33.71
2121	1.19	51.11	39.17	32.44
2122	1.21	48.62	36.98	31.53
2200	1.43	49.87	34.74	35.25
2201	1.45	51.34	37.77	34.68
2202	1.42	50.02	36.18	34.81
2210	1.47	50.92	37.70	31.19
2211	1.17	51.70	37.57	31.46
2212	1.25	50.99	37.41	31.41
2220	1.18	49.39	38.77	28.90
2221	1.39	49.42	38.85	29.04
2222	1.41	49.62	39.21	28.87

Cuadro 7A. Estabilidad final de Agregados de el tepetate y suelo arcilloso de las variables probadas y sus interacciones (%).

Tratamiento MTIC	Tepetate						Tratamiento MTIC	Suelo arcilloso					
	Diámetros (mm)							Diámetros (mm)					
	1.41	1.0	0.59	0.10	0.074	0.044		1.41	1.0	0.59	0.10	0.074	0.044
1100	45.35	3.53	1.80	2.33	0.42	0.34	2100	20.27	6.26	24.77	11.47	0.46	0.36
1101	43.34	4.43	3.94	6.25	0.29	0.26	2101	6.72	2.03	8.37	17.16	0.26	0.13
1102	20.14	7.29	15.27	7.09	0.25	0.17	2102	18.56	5.16	14.88	32.59	5.88	1.33
1110	53.62	1.24	0.62	0.74	0.08	0.02	2110	19.05	6.07	8.78	18.35	0.36	0.19
1111	33.17	5.73	9.63	6.15	0.18	0.29	2111	33.47	16.76	11.36	8.96	0.18	0.08
1112	50.30	2.86	5.57	3.87	0.68	0.20	2112	42.90	8.20	8.97	2.37	0.31	0.10
1120	59.24	2.21	2.36	0.53	0.15	0.13	2120	37.96	16.76	17.05	5.33	1.58	0.33
1121	32.88	9.53	7.55	2.00	0.33	0.61	2121	34.40	7.12	8.36	10.58	0.19	0.33
1122	45.09	5.99	4.44	1.27	0.13	0.10	2122	25.46	14.90	12.17	5.21	0.67	0.14
1200	42.40	3.70	4.96	7.67	0.74	0.46	2200	9.10	14.12	24.99	4.48	0.39	0.41
1201	34.71	6.28	10.58	6.30	0.61	0.50	2201	5.40	22.13	12.09	12.23	3.27	0.25
1202	58.44	11.70	10.49	1.71	0.18	0.14	2202	11.25	37.65	11.13	2.67	0.28	0.17
1210	81.53	1.11	1.42	1.93	0.14	0.32	2210	6.40	9.22	13.56	12.45	0.19	0.09
1211	50.63	8.21	8.92	3.24	0.05	0.10	2211	12.28	14.23	20.72	9.42	0.29	0.14
1212	61.31	3.20	3.33	1.70	0.11	0.02	2212	11.30	6.71	29.09	14.98	0.32	0.25
1220	35.81	1.07	0.78	0.68	0.14	0.03	2220	12.75	30.43	18.15	8.34	0.25	0.17
1221	23.13	10.45	6.72	2.20	0.16	0.26	2221	19.53	13.63	18.31	2.41	0.58	0.38
1222	64.04	1.39	2.25	0.81	0.05	0.03	2222	5.48	21.57	13.15	8.43	0.39	0.45

Cuadro 8A. Distribución final de material por diámetros del tepetate de las variables probadas y sus interacciones (%).

Tratamiento MTIC	Diámetros (mm)						
	50.8	31.7	22.2	11.5	4.76	2.38 menor de 2.38	
1100	0.52	21.68	17.99	18.02	13.03	11.11	17.63
1101	3.25	14.40	11.35	16.84	17.89	8.06	27.24
1102	1.76	13.74	11.07	16.13	18.10	13.24	25.95
1110	0.00	11.19	15.28	19.49	17.73	9.71	25.78
1111	2.96	7.60	13.88	17.54	13.61	27.03	27.03
1112	2.12	12.82	11.39	15.39	17.14	10.97	30.16
1120	3.67	19.61	16.16	19.35	15.61	8.25	18.27
1121	0.00	15.54	10.95	17.14	19.36	10.59	27.06
1122	1.25	19.95	11.88	15.51	17.11	11.41	24.87
1200	0.00	21.03	14.09	13.63	9.54	6.76	34.94
1201	1.05	6.45	11.83	21.00	6.60	10.23	42.84
1202	0.00	15.46	21.24	11.80	12.67	5.48	35.36
1210	0.96	18.71	13.40	11.63	16.04	7.11	32.13
1211	0.00	4.57	7.63	18.75	11.12	8.02	50.00

Continuación del Cuadro 12A. Pruebas de Tukey para la distribución de cada diámetro de partículas, de las variables probadas y sus interacciones.(1)

		Diámetros (mm)										
4.76		2.38					menor de 2.38					
T		TIC		T	TIC	T	TIC	T	TIC		TIC	
1	17.06a	121	19.36	1	10.00a	111	13.61	2	34.78a	211	50.00	
2	12.04 b	102	18.10	2	7.34 b	102	13.24	1	24.89 b	201	42.84	
		101	17.89			122	11.41			200	34.94	
I		110	17.73	I		100	11.11	I		222	33.67	
1	15.51	111	17.54	1	9.67	112	10.97	1	32.39	202	33.36	
2	15.16	112	17.14	0	9.31	121	10.59	0	30.32	210	32.13	
0	12.97	122	17.11	2	8.34	201	10.23	2	26.78	221	31.56	
		210	16.04			110	9.71			111	30.16	
C		120	15.96	C		101	9.06	C		212	29.26	
2	15.75	222	15.61	1	9.74	212	8.65	1	34.29a	101	27.24	
0	14.19	212	13.50	2	9.52	120	8.25	2	29.54ab	121	27.06	
1	13.70	220	13.20	0	8.07	211	8.02	0	25.67 b	111	27.03	
		100	13.03			222	7.35			102	25.97	
		202	12.67			210	7.11			110	25.78	
		211	11.12			221	6.94			220	25.27	
		221	9.70			200	6.76			122	24.87	
		200	9.54			220	5.52			120	18.27	
		201	6.60			202	5.48			100	17.63	
D.M.S.		2.55%					2.24%					4.93%

Quadro 9A. Resultados finales de las determinaciones químicas de el tepetate, de las variables probadas y sus interacciones.

Tratamiento	pH	C.E.	iones solubles										iones intercambiables					
			Na	K	Ca	Mg	CO ₃	HCO ₃	Cl	SO ₄	NO ₃	C.I.C.	Na	K	Ca	Mg	N.O.	N _p
			mmhos/cm		meq/l								meq/100 g de suelo					
1100	6.76	1.80	8.04	1.19	7.07	7.43	0.33	7.50	5.87	1.18	2.30	21.53	3.28	1.17	8.75	7.87	0.29	0.01
1101	6.58	2.46	13.10	0.99	6.00	6.25	0.17	5.58	3.70	0.62	1.23	21.99	3.45	1.56	8.25	7.87	0.47	0.02
1102	6.53	1.41	11.96	0.76	3.25	3.48	0.00	5.17	6.79	0.45	1.00	21.66	3.64	1.56	7.50	8.37	0.54	0.02
1110	7.50	1.58	13.20	0.99	3.48	3.35	0.33	6.17	5.45	0.62	2.40	23.82	2.67	2.21	9.92	8.37	2.01	0.03
1111	7.35	1.68	13.46	1.50	4.67	3.87	0.33	3.34	4.79	0.43	6.40	23.78	3.25	2.54	9.00	7.62	1.33	0.05
1112	7.12	1.84	15.36	1.32	7.17	3.18	0.00	3.08	5.20	0.88	1.83	24.18	2.68	2.41	10.00	8.75	1.43	0.07
1120	7.45	2.53	17.61	2.30	6.67	9.28	0.05	6.13	7.93	0.79	3.00	24.30	3.33	3.32	8.87	8.62	1.68	0.07
1121	7.28	2.64	20.29	3.85	7.58	7.35	0.33	7.46	4.41	0.44	2.23	23.22	2.84	3.79	7.75	8.40	1.24	0.05
1122	7.35	2.34	17.97	5.25	3.20	8.70	0.17	9.95	8.36	0.88	2.83	23.07	1.86	3.99	9.00	7.75	2.38	0.01
1200	7.30	1.29	9.92	0.70	5.28	8.25	1.33	3.25	2.23	0.42	6.53	30.23	4.45	1.61	8.32	7.43	0.29	0.01
1201	7.27	1.45	8.58	0.37	6.16	6.30	0.83	3.57	1.68	0.42	4.57	29.12	4.60	1.84	6.90	6.85	0.25	0.01
1202	7.40	1.11	9.00	0.64	6.36	6.77	1.17	4.14	2.30	0.53	1.73	28.35	4.70	1.17	7.07	7.22	0.26	0.01
1210	7.43	1.16	9.33	1.47	6.52	6.45	1.67	3.39	2.18	0.98	2.00	27.82	5.54	2.30	10.50	8.57	0.72	0.03
1211	7.47	1.54	12.04	1.50	6.44	6.50	2.50	3.53	3.41	1.20	1.62	28.47	5.11	2.58	8.73	8.30	0.71	0.03
1212	7.30	1.47	14.85	1.46	6.83	6.63	1.00	4.25	2.41	1.02	11.42	28.47	4.81	3.48	8.20	8.93	0.72	0.03
1220	7.40	2.26	14.49	3.11	6.40	7.56	3.33	3.86	5.58	0.93	2.70	28.26	5.13	3.22	7.43	8.13	1.12	0.05
1221	7.60	2.08	14.27	3.57	3.59	7.45	2.17	3.59	6.63	0.89	2.10	26.95	4.77	3.83	7.50	8.22	1.05	0.05
1222	7.47	2.18	12.38	3.47	3.89	7.31	2.17	3.92	7.15	1.05	2.50	25.44	3.20	3.12	8.65	8.33	1.61	0.08

Quadro 10A. Resultados finales de las determinaciones químicas de ei suelo arcilloso, de las variables probadas y sus interacciones

Tratamiento MTIC	ph	C.E.	Na	K	C ₂	Mg	CO ₃	HCO ₃	Cl	SO ₄	NO ₃	C.I.C	Na	K	Ca	Mg	M.O.	N _T					
	iones solubles												iones intercambiables										
	mmhos/cm												meq/l						meq/100 g de suelo				
2100	7.45	1.49	6.67	3.59	2.50	2.55	2.17	5.87	1.12	0.08	2.03	31.54	2.80	1.17	19.00	7.47	2.62	0.11					
2101	7.21	1.34	6.20	4.70	2.70	1.07	2.33	3.50	1.79	0.76	1.91	29.94	1.25	1.23	20.00	6.12	2.82	0.12					
2102	7.20	1.61	9.71	6.11	4.25	2.00	2.17	2.83	2.37	0.65	19.80	29.68	2.64	1.07	17.12	7.72	2.56	0.11					
2110	7.53	1.15	11.01	3.80	2.47	1.78	3.00	2.25	1.29	0.87	2.33	32.79	3.37	1.18	18.60	8.70	4.10	0.17					
2111	7.42	1.38	8.84	5.98	3.23	2.23	2.83	4.50	1.20	0.95	1.73	32.17	2.66	1.20	19.50	8.48	4.25	0.18					
2112	7.37	1.52	11.67	5.56	3.09	2.38	3.50	2.58	2.70	0.99	2.20	31.26	2.27	1.12	18.53	8.31	5.24	0.18					
2120	7.14	2.71	15.72	12.35	8.97	6.22	2.17	3.67	8.35	0.80	2.13	33.12	2.56	1.42	19.23	9.12	3.41	0.14					
2121	6.79	2.26	11.61	10.77	5.52	6.57	2.17	3.47	8.30	0.82	2.20	33.79	2.70	1.45	18.75	9.90	3.42	0.15					
2122	7.31	2.36	11.23	10.86	5.90	3.63	3.00	3.25	8.75	0.83	2.03	34.56	2.35	1.42	20.15	9.50	3.52	0.15					
2200	7.60	1.51	8.36	5.32	4.30	3.15	1.33	3.33	2.72	0.46	3.10	35.11	5.01	1.14	18.80	9.55	2.85	0.14					
2201	7.60	1.44	8.34	4.42	3.62	3.00	2.17	2.32	2.56	0.83	13.63	36.14	4.65	1.23	20.20	9.45	3.87	0.19					
2202	7.63	1.38	9.13	5.38	3.46	3.12	1.83	3.45	2.93	1.02	1.93	34.82	4.77	1.08	18.85	9.95	3.58	0.19					
2210	7.73	2.56	9.77	6.56	4.28	6.48	1.33	6.40	3.60	0.74	3.50	35.56	4.97	1.17	18.85	10.30	4.31	4.21					
2211	7.87	1.37	8.61	5.81	3.55	3.30	2.00	5.49	3.49	1.19	1.93	34.93	4.45	1.64	18.20	9.84	4.33	4.24					
2212	7.83	1.45	9.42	5.42	3.64	3.12	2.00	6.49	2.36	1.03	2.30	37.39	6.51	1.64	18.60	10.20	4.32	0.23					
2220	7.80	1.76	9.60	9.19	4.68	6.21	2.00	4.62	7.73	1.02	2.20	34.78	4.28	1.90	18.75	9.82	3.36	0.18					
2221	7.80	1.90	9.91	10.24	3.78	3.32	2.50	6.95	7.62	0.98	2.57	34.72	4.60	1.97	17.53	10.02	3.52	0.19					
2222	7.83	1.69	9.13	9.17	4.67	6.42	2.33	3.66	7.58	1.12	1.90	34.24	4.39	1.90	18.84	8.44	3.52	0.20					

Cuadro 11A. Resumen de los análisis de varianza, para la distribución de cada diámetro de partículas, de las variables probadas y sus interacciones.

		Diámetros (mm)															
		50.8				31.7				22.2				11.5			
F.V.	G.L.	S.C.	p. de F		S.C.	p. F		S.C.	p. F		S.C.	p. F	S.C.	p. F			
T	1	25.99	0.002	+	7.42	0.762	NS	16.63	0.330	NS	54.80	0.204	NS				
I	2	0.12	0.974	NS	348.45	0.127	NS	70.29	0.142	NS	26.29	0.672	NS				
TI	2	0.09	0.981	NS	47.72	0.743	NS	9.11	0.764	NS	65.65	0.376	NS				
C	2	3.28	0.495	NS	729.61	0.017	+	260.23	0.002	+	38.44	0.560	NS				
TC	2	0.90	0.822	NS	436.08	0.078	NS	169.36	0.013	+	194.39	0.064	NS				
IC	4	16.29	0.133	NS	101.97	0.863	NS	24.99	0.831	NS	60.90	0.760	NS				
TIC	4	30.69	0.020	+	180.82	0.688	NS	37.95	0.696	NS	64.48	0.729	NS				
MODEL	17	78.32	0.038	+	1852.07	0.210	NS	588.60	0.037	+	506.95	0.565	NS				
E ₂	36	182.25			2869.48			614.12			1175.09						
R ²		1.51			8.93			4.13			5.71						
C.V.		146.60			55.86			31.32			36.04						
\bar{x}		1.03%			15.98%			13.19%			15.85%						

Continuación del Cuadro 11A. Correspondiente al resumen de los análisis de varianza, para la distribución de cada diámetro de partículas, de las variables probadas y sus interacciones.

		Diámetros (mm)											
		4.76				2.38				menor de 2.38			
F.V.	G.L.	S.C.	p. de F		S.C.	p. F		S.C.	p. F		S.C.	p. F	
T	1	340.26	0.000	+	169.53	0.003	+	1320.66	0.000	+			
I	2	68.10	0.218	NS	17.14	0.599	NS	289.76	0.177	NS			
TI	2	20.47	0.624	NS	0.07	0.998	NS	101.44	0.535	NS			
C	2	40.99	0.394	NS	29.44	0.428	NS	670.49	0.023	+			
TC	2	115.30	0.080	NS	9.92	0.742	NS	193.56	0.309	NS			
IC	4	51.19	0.667	NS	9.92	0.982	NS	128.46	0.805	NS			
TIC	4	14.40	0.953	NS	62.26	0.450	NS	353.91	0.367	NS			
MODEL	17	650.71	0.071	NS	298.27	0.421	NS	3058.28	0.020	+			
E ₂	36	771.46			593.52			2868.44					
R ²		4.63			4.06			8.93					
C.V.		31.82			44.59			29.72					
\bar{x}		14.55%			9.11%			29.83%					

+ significativa
NS no significativa

Cuadro 12A. Pruebas de Tukey para la distribución de cada diámetro de partículas, de las variables probadas y sus interacciones. (%).

	Diámetros (mm)											
	50.8			31.7			22.2			11.5		
	TIC	T	TIC	T	TIC	T	TIC	T	TIC	T	TIC	
Cultivo (T)												
1 1.72a	120	3.67a	1 16.35	220	31.79	2 13.74	202	21.24	1 16.86	202	21.00	
2 0.34 b	101	3.25a	2 15.61	100	21.68	1 12.63	100	18.00	2 14.84	212	19.55	
	111	2.96a		200	21.03		120	16.16		110	19.49	
Incorporación (I)												
0 1.10	102	1.76a	I 19.32	120	19.95	I 14.60	110	15.50	I 16.44	211	18.75	
1 1.01	122	1.25a	0 15.46	210	18.61	2 13.17	222	15.00	0 16.24	100	18.02	
2 0.99	201	1.02a	1 13.17	111	17.44	1 11.80	200	14.09	2 14.88	121	17.14	
	221	1.02a		222	16.14		220	13.68		101	16.87	
Cobertura (C)												
1 1.30	210	0.96a	C 121	15.55	C 15.10a	122	11.88	1 17.03	122	15.51		
0 0.86	100	0.55a	0 20.80a	202	15.46	2 14.35a	201	11.83	0 15.44	112	15.39	
2 0.85	110	0.00a	2 15.26ab	101	14.40	1 10.11 b	112	11.39	2 15.08	221	14.57	
	121	0.00a	1 11.88 b	102	13.74		101	11.35		111	13.82	
	200	0.00a		212	13.47		221	11.33		200	13.63	
	202	0.00a		221	12.89		102	11.07		222	12.12	
	211	0.00a		112	12.82		121	10.95		202	11.80	
	212	0.00a		110	11.99		211	7.63		210	11.63	
	220	0.00a		201	6.45		111	7.59		220	10.53	
	222	0.00a		211	4.57							
D.M.S.		0.834%		4.95%		2.28%		3.15%				

Cuadro 13A. Resumen de los análisis de varianza, para la estabilidad de agregados, de las variables probadas y sus interacciones.

		Diámetros (mm)							
		1.41			1.0			0.59	
F.V.	G.L.	S.C.	p.F	S.C.	p.F	S.C.	p.F	S.C.	p.F
M	1	21101.69	73E-15 +	2493.70	656E-8 +	2501.68	171E-9 +		
T	1	482.64	0.116 NS	844.82	0.006 +	152.30	0.157 NS		
MT	1	3810.75	0.000 +	706.76	0.012 +	209.86	0.098 NS		
I	2	2476.97	0.009 +	231.82	0.368 NS	129.68	0.424 NS		
MI	2	816.44	0.119 NS	97.47	0.632 NS	28.03	0.829 NS		
TI	2	918.92	0.163 NS	428.52	0.138 NS	95.05	0.532 NS		
MTI	2	957.55	0.151 NS	283.11	0.268 NS	233.72	0.216 NS		
C	2	1131.75	0.074 NS	181.36	0.427 NS	22.87	0.858 NS		
IC	4	78.05	0.988 NS	979.10	0.065 NS	525.15	0.146 NS		
TC	2	463.99	0.396 NS	37.61	0.837 NS	72.93	0.615 NS		
MC	2	1576.16	0.052 NS	109.37	0.597 NS	555.47	0.029 +		
MTC	2	1192.50	0.097 NS	18.46	0.916 NS	77.63	0.597 NS		
MIC	4	2827.37	0.029 +	803.23	0.119 NS	473.99	0.187 NS		
TIC	4	1792.70	0.135 NS	362.41	0.492 NS	155.43	0.721 NS		
MTIC	4	561.12	0.687 NS	188.35	0.774 NS	125.27	0.794 NS		
MODEL	35	40337.61	17E-9 +	7766.06	0.004 +	5359.08	0.005 +		
E	72	17779.49		7589.77		5373.24			
R ²		15.71		10.27		8.64			
C.V.		48.47		104.76		82.15			
\bar{x}		32.42t		9.80t		10.52t			

Cuadro 14 A. Pruebas de Tukey para la estabilidad de agregados, de las variables probadas y sus interacciones. (%)

		Diámetros (mm)							
		1.41		1.0		0.59			
Material (M)	MTIC	M	MTIC	M	MTIC	M	MTIC	M	MTIC
1 46.40a	1210 81.53	2 14.61	2202 37.61	2 15.33	2212 29.09				
2 18.44 b	1222 64.03	1 4.99	2220 30.43	1 5.70	2200 24.99				
	1212 61.31		2211 24.23		2100 24.77				
Cultivo (T)	1120 59.24	T	2201 22.13	T	2211 20.72				
1 34.53	1202 58.44	2 12.60a	2222 21.57	2 11.70	2221 18.31				
2 30.3!	1110 53.62	1 7.00b	2111 16.76	1 9.33	2220 18.15				
	1211 50.63		2120 16.76		2120 17.05				
Incorporación (I)	1112 50.31	I	2122 14.90	I	1102 15.27				
1 38.00a	1100 45.35	2 11.25	2200 14.12	0 11.94	2102 14.88				
2 32.96ab	1122 45.09	0 10.35	2221 13.63	1 10.33	2210 13.56				
0 26.30 b	1101 43.34	1 7.79	1202 11.70	2 9.27	2222 13.13				
	2112 42.90		1221 10.45		2122 12.17				
Coberturas (C)	1200 42.40	C	1121 9.53	C	2201 12.09				
0 55.26	2120 37.66	1 10.88	2210 9.22	2 11.06	2111 11.33				
2 34.52	12.20 35.81	2 10.55	1211 8.21	1 10.55	2201 11.13				
1 27.47	1201 34.71	0 7.98	2112 8.20	0 9.94	1201 10.58				
	2121 34.40		1102 7.29		1202 10.49				
	2111 33.47		2121 7.12		1111 9.63				
	1111 33.17		2212 6.71		2112 8.97				
	1121 32.88		1201 6.28		1211 8.92				
	2122 25.46		2100 6.26		2110 8.78				
	1221 23.13		2110 6.07		2101 8.37				
	2100 20.27		1122 6.00		2121 8.36				
	1102 20.14		1111 5.73		1112 7.57				
	2221 19.53		2102 5.16		1121 7.55				
	2110 19.05		1101 4.43		1221 6.72				
	2102 18.53		1200 3.70		1200 4.96				
	2220 12.75		1100 3.53		1122 4.44				
	2211 12.28		1212 3.20		1101 3.94				
	2212 11.30		1112 2.86		1212 3.33				
	2202 11.25		1120 2.21		1120 2.36				
	2200 9.10		2101 2.03		1222 2.25				
	2101 6.72		1222 1.39		1100 1.80				
	2210 6.40		1110 1.24		1210 1.42				
	2222 5.48		1210 1.11		1220 0.78				
	2201 5.40		1221 1.07		1110 0.62				
D.M.S.	6.03%		3.94%		3.31%				

Continuación del Cuadro 14A. Pruebas de Tukey para la estabilidad de agregados, de las variables probadas y sus interacciones.(1)

Diámetros (mm)											
0.10			0.074			0.044					
M		MTIC	M		MTIC	M		MTIC			
2	10.41a	2102	32.59a	2	0.88	2102	5.88	2	0.29	2102	1.33
1	3.13 b	2110	18.35ab	1	0.26	2201	3.27	1	0.22	1121	0.61
		2101	17.16ab			2120	1.58			1201	0.50
T		2212	14.98ab	T		1200	0.74	T		1200	0.46
1	7.90	2210	12.45 b	1	0.69	1112	0.68	1	0.28	2222	0.45
2	5.65	2201	12.23 b	2	0.45	2122	0.67	2	0.23	2200	0.41
		2100	11.47 b			1201	0.61			2221	0.38
I		2121	10.58 b	I		2221	0.58	I		2100	0.36
0	9.33a	2211	9.42 b	0	1.08	2100	0.46	0	0.38a	1210	0.34
1	7.01	2111	8.96 b	2	0.38	1100	0.42	2	0.24ab	1100	0.34
2	3.98	2222	8.43 b	1	0.24	2222	0.39	1	0.15 b	2120	0.33
		2220	8.34 b			2200	0.39			2121	0.33
C		1200	7.67 b	C		2110	0.36	C		1111	0.29
1	7.24	1102	7.09 b	2	0.77	1121	0.33	1	0.27	1221	0.26
2	6.89	1110	6.74 b	1	0.53	2212	0.32	2	0.26	1101	0.26
0	6.19	1201	6.30 b	0	0.41	2112	0.31	0	0.24	2212	0.25
		1101	6.25 b			1101	0.29			2201	0.25
		1111	6.15 b			2211	0.29			1112	0.20
		2120	5.33 b			2201	0.28			2110	0.19
		2122	5.21 b			2101	0.26			2202	0.17
		2200	4.48 b			1102	0.25			1102	0.17
		1112	3.87 b			2220	0.19			2220	0.17
		1211	3.24 b			2121	0.19			1201	0.14
		2202	2.67 b			2210	0.19			2122	0.14
		2221	2.41 b			1111	0.18			2211	0.14
		2112	2.37 b			1202	0.18			2101	0.13
		1100	2.33 b			2111	0.17			1120	0.13
		1221	2.20 b			1221	0.16			1122	0.10
		1121	2.00 b			1120	0.15			1211	0.10
		1210	1.93 b			1210	0.14			2112	0.10
		1202	1.71 b			1220	0.14			2210	0.09
		1212	1.70 b			1122	0.13			2111	0.08
		1122	1.27 b			1212	0.11			1222	0.03
		1222	0.81 b			1110	0.08			1220	0.03
		1220	0.68 b			1211	0.05			1110	0.02
		1121	0.53 b			1222	0.05			1212	0.02
D.M.S.			2.30%	0.64%			0.13%				

Cuadro 15A. Resumen de los análisis de varianza, para la densidad aparente y límites de Atterberg de las variables probadas y sus interacciones.

		Densidad aparente				Límites de Atterberg							
F.V.	G.L.	Límite líquido		Límite plástico		Índice de Contracción							
		S.C.	p. F	S.C.	p. F	S.C.	p. F						
M	1	1.87	58E-40	+	3735.80	39E-53	+	1060.34	14E-5	+	4373.39	1E-70	+
T	1	0.34	13E-18	+	21.52	0.002	+	17.18	0.012	+	67.94	77E-21	+
MT	1	0.08	89E-9	+	90.40	40E-10	+	1.70	0.418	NS	74.14	85E-22	+
I	2	0.33	27E-17	+	201.94	23E-15	+	161.44	15E-11	+	135.14	53E-28	+
NI	2	0.39	42E-19	+	412.47	89E-23	+	114.40	29E-9	+	331.55	33E-40	+
TI	2	0.10	20E-9	+	159.48	25E-13	+	30.64	0.004	+	425.99	80E-44	+
MTI	2	0.20	62E-13	+	79.77	41E-9	+	143.12	10E-10	+	76.52	34E-21	+
C	2	0.00	0.532	NS	10.85	0.074	NS	18.51	0.032	+	48.72	16E-16	+
IC	4	0.44	48E-19	+	114.74	13E-9	+	22.50	0.078	NS	96.79	19E-22	+
TC	2	0.00	0.252	NS	13.35	0.042	+	16.53	0.045	+	68.69	52E-20	+
MC	2	0.00	0.589	NS	36.66	0.0003	+	0.66	0.879	NS	20.44	12E-9	+
MTC	2	0.00	0.394	NS	12.00	0.057	NS	0.30	0.298	+	45.74	64E-16	+
MIC	4	0.37	30E-17	+	32.49	0.005	+	8.48	0.512	NS	61.68	18E-17	+
TIC	4	0.05	0.002	+	165.74	25E-12	+	26.25	0.046	+	88.86	19E-21	+
MTIC	4	0.20	14E-11	+	26.85	0.015	+	10.42	0.404	NS	59.97	35E-17	+
MODEL	35	4.40	20E-38	+	5114.09	86E-45	+	1638.59	51E-25	+	5975.57	72E-71	+
E	72	0.19			145.08			184.43			30.94		
R ²		0.051			1.42			1.60			0.65		
C.V.		3.68			3.22			4.61			2.59		
X̄		1.40	g/cc		44.01%			34.72%			25.34%		

+ significativa
NS no significancia

Cuadro 16A. Pruebas de Tukey para el límite líquido y plástico de las variables probadas y sus interacciones. (%)

Límite líquido			Límite plástico		
Material (M)	MTIC		M		MTIC
2 49.90a	2102	55.03a	2	37.85b	2111 40.12
1 38.13 b	2211	51.70ab	1	31.58 a	2102 39.79
	2201	51.34ab			2222 59.21
Cultivo (T)	1121	51.12ab	T		1121 39.17
1 44.46a	2121	51.12ab	1	35.12a	2121 39.17
2 43.57 b	2212	51.00 b	2	34.32	2221 38.85
	2210	50.92 b			2100 38.77
Incorporación (I)	2101	50.22 b			2220 38.77
2 45.85a	2110	50.18 b	I		2101 38.70
1 43.64 b	2202	50.02 b	2	36.15a	2111 37.92
0 42.56 c	2200	49.87 b	1	34.84 b	2201 37.77
	2222	49.62 b	0	33.16 c	2210 37.70
	2221	49.42 b			2211 37.57
Cobertura (C)	2220	49.39 b	C		2212 37.41
1 44.46	2112	48.93 bc	1	35.28a	2122 36.98
2 43.85	2122	48.62 bc	0	34.56ab	2202 36.18
0 43.73	2100	48.26 bc	2	34.31 b	1120 35.97
	1120	47.59 bc			2120 35.97
	2120	47.59 bc			2112 35.69
	2111	44.90 c			1122 35.38
	1122	40.56 d			2200 34.74
	1220	38.99 d			1211 33.25
	1211	38.93 d			1212 32.92
	1102	38.89 d			1110 32.21
	1221	38.71 de			1210 32.09
	1210	38.25 de			1222 31.95
	1111	37.92 de			1111 31.56
	1222	37.43 de			1221 31.40
	1212	37.37 de			1220 31.01
	1110	36.96 de			1112 29.59
	1112	36.59 de			1101 29.56
	1201	34.62 ef			1200 29.34
	1200	34.49 ef			1202 29.09
	1100	32.32 f			1201 28.49
	1202	32.15 f			1100 28.03
	1101	32.03 f			1102 27.51

D.M.S.

0.5441

0.6141

Cuadro 17A. Pruebas de Tukey para el índice de contracción y la densidad aparente de las variables probadas y sus interacciones

Índice de contracción			Densidad aparente		
	MTIC		M	MTIC	
1 18.97a	1210	14.95a	2 1.27a	2120	1.11a
2 31.70 b	1112	16.01ab	1 1.53 b	1120	1.11a
	1100	16.47abc		2111	1.14a
Cultivo(T)	1111	16.62abc	T	2211	1.17ab
2 24.54a	1110	16.70abc	1 1.35a	2220	1.18ab
1 26.13 b	1102	16.90 bc	2 1.46 b	2112	1.18ab
	1200	17.02 bc		2121	1.19ab
Incorporación(I)	1201	17.31 bc	I	1121	1.19ab
1 24.21a	1221	17.39 bc	2 1.33a	2100	1.20ab
0 24.93 b	1212	17.46 bc	1 1.43 b	2122	1.21ab
2 26.86 c	1220	17.87 bc	0 1.45 c	2102	1.21ab
	1202	17.90 bc		2110	1.21ab
Cobertura(C)	1211	18.10 c	C	2101	1.23ab
2 24.43a	1222	18.15 c	1 1.39	2212	1.25abc
0 25.53 b	1101	18.20 c	2 1.41	1201	1.31bcd
1 26.04 b	1122	18.30 c	0 1.41	2221	1.39 cde
	2222	28.87 d		2222	1.41 de
	2220	28.90 d		2202	1.42 de
	2100	28.98 d		2200	1.43 def
	2221	29.04 d		1202	1.43 def
	2102	29.48 de		1102	1.44 defg
	2210	31.19 ef		2201	1.45 defgh
	2212	31.41 ef		2210	1.47 defgh
	2211	31.46 f		1220	1.48 efgh
	2122	31.53 f		1221	1.49 efgh
	2110	31.72 f		1122	1.54 efghi
	2101	32.14 fg		1112	1.58 fghij
	2112	32.37 fg		1222	1.59 ghij
	1121	32.44 fg		1101	1.60 hij
	2121	32.44 fg		1212	1.60 hij
	2111	32.71 fg		1210	1.60 hij
	1120	33.71 gh		1200	1.77 ij
	2120	33.71 gh		1111	1.67 ij
	2201	34.68 h		1110	1.67 ij
	2202	34.81 h		1100	1.73 jk
	2200	35.25 h		1211	1.88 k

D.M.S.

0.020%

0.251 g/cc

Cuadro 18A. Resumen de los análisis de varianza, para el pH, materia orgánica, nitrógeno total y nitratos, de las variables probadas y sus interacciones.

F.V.	G.L.	pH		Materia Orgánica		Nitrógeno total E-2		Nitratos E-2		p	F		
		S.C.	p. F	S.C.	p. F	S.C.	p. F	S.C.	p. F				
M	1	1.72	22E-13	+	187.91	1E-70	+	9.03	1E-70	+	10.16	0.063	NS
T	1	4.07	16E-21	+	0.70	19E-12	+	5.91	1E-70	+	6.20	0.145	NS
MT	1	0.21	0.004	+	3.36	18E-28	+	5.96	1E-70	+	19.39	0.011	+
I	2	1.61	58E-12	+	22.77	14E-54	+	11.53	1E-70	+	126.34	34E-9	+
MI	2	0.93	196E-9	+	8.00	35E-39	+	11.29	1E-70	+	182.10	13E-11	+
TI	2	0.40	0.00	+	3.26	43E-27	+	10.44	1E-70	+	5.07	0.417	NS
MTI	2	1.12	16E-9	+	0.19	0.0004	+	10.84	1E-70	+	27.81	0.017	+
C	2	0.11	0.113	NS	1.24	25E-16	+	2.58	1E-70	+	37.30	0.002	+
IC	4	0.21	0.087	NS	1.31	16E-15	+	5.29	1E-70	+	30.55	0.039	+
TC	2	0.32	0.002	+	0.51	18E-9	+	2.54	1E-70	+	46.62	0.0006	+
MC	2	0.10	0.040	NS	0.85	46E-13	+	2.63	1E-70	+	21.20	0.029	+
MTC	2	0.03	0.558	NS	0.03	0.313	NS	2.66	1E-70	+	223.48	33E-13	+
MIC	4	0.13	0.260	NS	1.67	64E-18	+	5.46	1E-70	+	215.04	13E-11	+
TIC	4	0.18	0.125	NS	0.27	0.0003	+	5.55	1E-70	+	440.08	35E-18	+
MFIC	4	0.02	0.922	NS	1.70	38E-18	+	5.2	1E-70	+	137.32	160E-9	+
MODEL	35	11.16	87E-21	+	233.81	1E-70	+	1528.66	12E-22	+	1528.66	12E-22	+
E	72	1.74			0.80			0.006			206.13		
R2		0.155			0.10			0.999			0.88		
C.V.		2.107			4.54			2.85			47.64		
\bar{x}		7.38			2.334			0.334			3.51 meq/l		

+ significativa

NS no significativa

E-2 exponente negativo.

Cuadro 19A. Pruebas de Tukey para pH y Materia orgánica de las variables - probadas y sus interacciones.

pH		Materia orgánica (%)					
Material (M)	MTIC		M		MTIC		
2 7.51a	2211	7.87a	2	3.64a	2112	5.24a	
1 7.25 b	2212	7.83ab	1	1.01	2211	4.33b	
	2222	7.83ab			2212	4.32b	
Cultivo (T)	2220	7.80abc	T		2210	4.31b	
2 7.57a	2221	7.80abc	1	2.40a	2111	4.25b	
1 7.18 b	2210	7.73abcd	2	2.40a	2110	4.10bc	
	2202	7.63abcde			2201	3.87 cd	
Incorporación (I)	1221	7.60abcdef	I		2202	3.58 de	
1 7.49a	2200	7.60abcdef	1	2.79a	2122	3.52 e	
2 7.43a	2201	7.60abcdef	2	2.49 b	2221	3.52 e	
0 7.21 b	2110	7.53abcdefg	0	1.70 c	2222	3.52 e	
	1110	7.50abcdefg			2121	3.41 e	
Cobertura (C)	1211	7.47abcdefg	C		2120	3.41 e	
0 7.42	1222	7.47abcdefg	2	2.48a	2220	3.36 e	
2 7.36	1120	7.45abcdefg	1	2.27b	2200	2.85 f	
1 7.35	2100	7.45abcdefg	0	2.23b	2101	2.82 f	
	1210	7.43abcdefg			2100	2.62 fg	
	2111	7.42abcdefg			2102	2.56 fg	
	1202	7.40abcdefg			1122	2.38 g	
	1220	7.40abcdefg			1110	2.01 h	
	2112	7.37 bcdefg			1122	1.68 i	
	1111	7.35 cdefg			1222	1.16 ij	
	1122	7.35 cdefg			1112	1.43 ijk	
	2122	7.31 defg			1111	1.33 jkl	
	1200	7.30 defg			1121	1.24 kl	
	1212	7.30 defg			1220	1.12 kl	
	1121	7.28 defg			1221	1.05 l	
	2101	7.21 efgh			1210	0.72 m	
	1201	7.27 efgh			1212	0.72 m	
	1202	7.20 efgh			1211	0.71 m	
	2120	7.14 fgh			1102	0.54 mn	
	1112	7.21 gh			1101	0.47 n	
	2121	6.79 hi			1100	0.29 n	
	1100	6.76 hi			1200	0.29 n	
	1101	6.58 i			1202	0.26 n	
	1102	6.53 i			1201	0.25 n	
D.M.S.		0.060				0.040	

Cuadro 20A. Pruebas de Tukey para nitrógeno total y nitratos de las variables probadas y sus interacciones.

Nitrógeno total (%)			Nitratos (meq/l)					
Material (M)	MTIC		M	MTIC				
2 0.617a	2211	4.240a	2	3.86	2102	19.80a		
1 0.038 b	2210	4.210b	1	3.25	2201	13.63b		
	2212	0.230c			1212	11.42bc		
Cultivo (T)	2222	0.200d	T		1200	6.53 cd		
2 0.562a	2202	0.193d	2	3.79	1111	6.40 cd		
1 0.094 b	2201	0.190d	1	3.31	1201	4.57 de		
	2221	0.187d			2210	3.50 de		
Incorporación (I)	2111	0.180de	I		2200	3.10 de		
1 0.790a	2112	0.180de	0	4.98a	1120	3.00 de		
2 0.112 b	2220	0.180de	1	3.31 b	1122	2.83 de		
0 0.081 c	2110	0.179de	2	2.37 b	1220	2.70 de		
	2122	0.153 ef			2221	2.56 de		
Cobertura (C)	2121	0.150 fg	C		1222	2.50 de		
1 0.441a	2200	0.145 fg	2	4.29a	1110	2.40 de		
0 0.433 b	2121	0.140 fg	1	3.51ab	2110	2.33 de		
2 0.109 c	2101	0.123 gh	0	2.85 b	1100	2.30 de		
	2100	0.116 h			2212	2.30 de		
	2102	0.111 hi			1121	2.23 de		
	1222	0.085 ij			2112	2.20 de		
	1120	0.074 jk			2121	2.20 de		
	1112	0.071 jk			2220	2.20 de		
	1111	0.056 kl			2120	2.13 de		
	1220	0.056 kl			1221	2.10 de		
	1221	0.053 klm			2100	2.03 de		
	1121	0.051 klm			2122	2.03 de		
	1210	0.035 lmn			1210	2.00 de		
	1212	0.034 lmn			2202	1.93 de		
	1211	0.033 lmn			2211	1.93 de		
	1110	0.030 lmn			2101	1.91 de		
	1102	0.026 mn			2222	1.90 de		
	1101	0.021 n			1112	1.83 de		
	1200	0.014 n			1202	1.73 de		
	1202	0.014 n			2111	1.73 de		
	1201	0.013 n			1211	1.62 de		
	1100	0.012 n			1101	1.23 e		
	1122	0.011 n			1102	1.00 e		
D.M.S.			0.00364			0.954 meq/l		

Cuadro 21A. Resumen de los análisis de varianza, para sodio soluble e intercambiable, potasio soluble e intercambiable, de las variables probadas y sus interacciones.

F.V.	G.L.	sodio soluble			sodio intercambiable			potasio soluble			potasio intercambiable		
		S.C.	p. F		S.C.	p. F		S.C.	p. F		S.C.	p. F	
M	1	308.53	21E-35	+	0.78	221E-7	+	685.19	1E-70	+	37.86	15E-63	+
T	1	110.70	18E-22	+	110.15	68E-61	+	1.30	0.00	+	1.03	12E-15	+
MT	1	20.89	119E-9	+	2.72	21E-13	+	0.00	0.844	NS	0.13	0.0008	+
I	2	382.22	22E-37	+	4.95	71E-18	+	363.33	22E-62	+	27.93	68E-58	+
MI	2	39.10	95E-12	+	1.49	161E-9	+	42.94	31E-31	+	9.45	91E-42	+
TI	2	64.28	66E-16	+	2.12	10E-10	+	11.76	29E-16	+	0.37	992E-9	+
MTI	2	5.79	0.011	+	2.26	38E-11	+	5.82	15E-10	+	1.55	16E-18	+
C	2	9.16	0.00	+	1.87	74E-10	+	3.13	436E-8	+	1.38	16E-17	+
IC	4	60.68	49E-14	+	5.57	11E-17	+	2.45	0.0004	+	0.57	45E-9	+
TC	2	1.56	0.33	NS	0.31	0.021	+	5.47	38E-10	+	0.04	0.199	NS
MC	2	35.13	56E-11	+	4.19	31E-16	+	0.23	0.346	NS	0.62	89E-11	+
MTC	2	21.05	679E-9	+	2.22	50E-11	+	0.25	0.315	NS	0.07	0.052	NS
MIC	4	13.88	0.00	+	4.25	51E-15	+	12.30	25E-15	+	0.31	83E-7	+
TIC	4	26.49	54E-9	+	3.50	27E-13	+	4.94	251E-9	+	1.29	19E-15	+
MTIC	4	28.85	171E-9	+	3.19	17E-12	+	13.30	45E-16	+	0.65	66E-10	+
MODEL	35	1128.10	33E-40	+	149.57	20E-51	+	1152.41	54E-67	+	83.26	18E-61	+
E	72	43.51			2.74			7.66			0.079		
R ²		0.77			0.98			0.33			0.99		
C.V.		6.81			5.18			7.36			5.30		
\bar{X}		11.41 meq/l			3.76 meq/100 g de suelo			4.43 meq/l			1.98 meq/ 100 g de suelo		

+ significativa

NS no significativa

Cuadro 22A. Pruebas de Tukey para el sodio soluble e intercambiable, de las variables probadas y sus interacciones.

Sodio soluble (meq/l)				Sodio intercambiable (meq/100 g s)			
Material (M)	MTIC		M	MTIC			
1 13.10a	1121	20.29a	1 3.85a	2212	6.51a		
2 9.72 b	1122	17.97ab	2 3.68 b	1210	5.54 b		
	1120	17.61 bc		1220	5.13 bc		
Cultivo (T)	2120	15.72 bcd	T	1211	5.11 bc		
1 12.42a	1112	15.36 cde	2 4.78a	2200	5.01 bcd		
2 10.40 b	1212	14.85 de	1 2.76 b	2210	4.97 bcde		
	1220	14.49 def		1212	4.81 cdef		
Incorporación (I)	1221	14.27 defg	I	2202	4.77 cdef		
2 13.69a	1111	13.46 defgh	1 4.03a	1221	4.78 cdef		
1 11.46 b	1110	13.20 efghi	0 3.77 b	1202	4.70 cdef		
0 9.08 c	1101	13.10 efghi	2 3.50 c	2201	4.65 cdef		
	1222	12.38 fghi		1201	4.60 cdef		
Cobertura (C)	1211	12.04 ghij	C	2221	4.60 cdef		
2 11.83a	1102	11.96 ghijk	0 3.95a	1200	4.45 def		
1 11.28 b	2112	11.67 ghijkl	1 3.69 b	2211	4.45 def		
0 11.14 b	2121	11.61 ijklm	2 3.65 b	2222	4.39 ef		
	2122	11.23 ijklmn		2220	4.28 f		
	2110	11.01 ijklmno		1102	3.64 g		
	2221	10.00 jklmno		1101	3.45 g		
	1200	9.92 jklmno		2110	3.37 gh		
	2210	9.77 jklmno		1120	3.33 gh		
	2102	9.71 klmnfo		1100	3.28 ghi		
	2220	9.60 lmnfo		1111	3.25 ghij		
	2212	9.42 lmnfo		1222	3.20 ghijk		
	1210	9.33 mnfo		1121	2.84 hijkl		
	2222	9.13 nfo		2100	2.80 hijkl		
	2202	9.13 nfo		2121	2.70 ijkl		
	1202	9.00 nfo		1112	2.68 jkl		
	2111	8.84 fop		1110	2.67 jkl		
	2211	8.61 op		2111	2.66 kl		
	1201	8.58 op		2101	2.64 kl		
	2200	8.36 opq		2120	2.56 l		
	2201	8.34 opq		2122	2.35 lm		
	1100	8.04 opq		1112	2.27 lm		
	2100	6.67 pq		1122	1.86 m		
	2101	6.20 q		2101	1.25 n		

D.M.S.

0.298 meq/l

0.025 meq/100 g de suelo

Cuadro 23A. Pruebas de Tukey para el potasio soluble e intercambiable, de las variables probadas y sus interacciones.

Potasio soluble (meq/l)			Potasio intercambiable (meq/100g de suelo)		
Material (M)	MPIC		M	MPIC	
2 6.95a	2120	12.25a	1 2.57a	1122	3.99a
1 1.91 b	2122	10.86 b	2 1.38 b	1221	3.82a
	2121	10.76 b		1121	3.79ab
Cultivo (T)	2221	10.24 b	T	1212	3.48 bc
1 4.53a	2220	9.19 c	2 2.07a	1120	3.32 cd
2 4.32 b	2222	9.17 c	1 1.88 b	1220	3.22 cd
	2210	6.56 d		1222	3.12 d
Incorporación (I)	2102	6.11 de	I	1211	2.58 e
2 7.00a	2111	5.98 de	2 2.61a	1111	2.54 e
1 3.45 b	2211	5.81 de	1 1.96 b	1112	2.41 ef
0 2.85 c	2112	5.56 ef	0 1.36 c	1210	2.30 ef
	2212	5.42 ef		1110	2.21 fg
Cobertura (C)	2202	5.38 efg	C	2221	1.97 gh
2 4.62a	2200	5.32 efg	1 2.07a	2222	1.90 hi
1 4.47a	1122	5.25 efg	2 2.03a	2220	1.90 hi
0 4.21 b	2101	4.69 fgh	0 1.82 b	1201	1.84 hij
	2201	4.42 ghi		1202	1.71 hijk
	1121	3.85 hij		2211	1.64 ijk
	2110	3.80 hij		2212	1.64 ijk
	2100	3.59 ij		1200	1.61 ijk
	1221	3.57 ij		1101	1.56 jk
	1222	3.47 ij		1102	1.56 jk
	1220	3.11 jk		2121	1.45 kl
	1120	2.30 kl		2120	1.42 klm
	1211	1.50 lm		2122	1.42 klm
	1111	1.50 lm		2101	1.23 lmn
	1210	1.47 lm		2201	1.23 lmn
	1212	1.46 lm		2111	1.20 lmn
	1112	1.32 mn		2110	1.18 lmn
	1100	1.19 mn		1100	1.17 lmn
	1110	0.99 mn		2100	1.17 lmn
	1101	0.99 mn		2210	1.17 lmn
	1102	0.76 mn		2200	1.17 mn
	1200	0.70 mn		2112	1.12 mn
	1202	0.64 mn		2202	1.08 n
	1201	0.37 n		2102	1.07 n
D.M.S.		0.125 meq/l			0.040 meq/100 g de suelo

Cuadro 24A. Resumen de los análisis de varianza para el calcio soluble e intercambiable, magnesio soluble e intercambiable y capacidad de intercambio catiónico (C.I.C.) de las variables pacasas y sus interacciones.

F.V.	Calcio soluble				Calcio intercambiable				Magnesio intercam.				Magnesio soluble				C.I.C.			
	G.L.	S.C.	p.	F	S.C.	p.	F	S.C.	p.	F	S.C.	p.	F	S.C.	p.	F	S.C.	p.	F	
M	1	56.20	10E-54	+	1918.75	1E-70	+	24.56	14E-23	+	204.68	13E-57	+	1773.33	39E-55	+				
T	1	0.00	0.833	NS	5.33	275E-8	+	9.20	78E-14	+	33.33	19E-31	+	461.32	15E-35	+				
MT	1	2.20	571E-7	+	1.00	0.034	+	15.85	83E-19	+	0.03	0.543	NS	23.29	264E-8	+				
I	2	15.26	30E-18	+	8.57	72E-9	+	18.46	19E-19	+	139.34	84E-51	+	14.04	8E-5	+				
MI	2	44.26	16E-30	+	16.87	13E-13	+	1.06	0.017	+	21.48	66E-25	+	12.02	21E-2	+				
TI	2	44.10	97E-31	+	2.63	20E-2	+	5.60	19E-9	+	46.37	67E-35	+	78.84	32E-14	+				
MT	2	2.14	3E-3	+	3.16	9E-3	+	13.46	28E-16	+	3.45	153E-9	+	6.77	0.027	+				
C	2	6.83	45E-11	+	3.50	4E-3	+	1.17	0.011	+	22.50	10E-25	+	4.23	0.102	NS				
IC	4	32.99	28E-25	+	19.85	11E-13	+	6.26	60E-9	+	3.56	140E-8	+	6.98	0.111	NS				
TC	2	2.68	442E-7	+	0.88	0.125	NS	0.37	0.221	NS	7.15	14E-13	+	0.17	0.909	NS				
MC	2	5.10	34E-9	+	5.67	856E-8	+	0.46	0.156	NS	1.14	0.003	+	1.94	0.344	NS				
MTC	2	5.27	22E-9	+	1.58	0.026	+	0.60	0.019	NS	4.69	15E-10	+	4.89	0.072	NS				
MIC	4	19.37	44E-19	+	5.94	604E-7	+	1.94	0.005	+	13.77	21E-18	+	8.79	0.053	NS				
TIC	4	18.58	12E-18	+	4.77	4E-3	+	0.50	0.399	NS	12.23	35E-17	+	11.51	0.017	+				
MTC	4	34.02	12E-25	+	5.16	2E-3	+	4.24	857E-8	+	30.91	55E-28	+	8.94	0.050	+				
MODEL	55	290.22	13E-44	+	3003.73	12E-71	+	103.76	62E-29	+	545.19	20E-58	+	2417.06	1E-44	+				
E	72	8.34			14.81			8.77			6.31			64.43						
R ²		0.34			0.99			0.92			0.30			0.97						
C.V.		6.99			3.32			4.07			5.83			3.19						
X̄		4.86 meq/l			13.66 meq/100 g de suelo			8.57 meq/ 100 g de suelo			5.07 meq/l			29.64 meq/100 g de suelo						

+ significativa
NS no significativa

Cuadro 25A. Pruebas de Tukey para calcio soluble e intercambiable de las variables probadas y su interacción.

Calcio soluble (meq/l)				Calcio intercambiable (meq/100 g de suelo)			
M	MTIC			M	MTIC		
1	5.59a	2120	8.97a	2	18.86a	2201	20.20a
2	4.14 b	1122	7.58 b	1	8.46 b	2122	20.15ab
		1112	7.17 bc			2101	20.00abc
T		1100	7.07 bc	T		2111	19.50abcd
1	4.87	1212	6.83 bcd	2	2.07a	2120	19.23abcd
2	4.86	1120	6.67 bcd	1	1.88 b	2100	19.00abcd
		1210	6.52 cde			2201	18.85 bcde
I		1211	6.44 cde	I		2210	18.85 bcde
2	5.40a	1220	6.40 cde	1	14.05a	2222	18.84 bcde
1	4.61 b	1202	6.36 cde	2	13.54 b	2200	18.80 cde
0	4.58 b	1201	6.17 cdef	0	13.40 b	2121	18.75 cde
		1101	6.00 def			2220	18.75 cde
C		2122	5.90 def	C		2110	18.60 de
0	5.73a	2121	5.52 efg	0	13.92a	2212	18.60 de
1	4.77 b	1200	5.28 fgh	2	13.54 b	2112	18.53 de
2	4.73 b	2220	4.68 ghi	1	13.53 b	2211	18.20 def
		1111	4.67 ghi			2221	17.53 ef
		2222	4.67 ghi			2102	17.12 f
		2200	4.30 hij			1210	10.50 g
		2210	4.28 hij			1112	10.00 gh
		2102	4.25 ij			1110	9.92 ghi
		1222	3.90 ijk			1111	9.00 hij
		2221	3.78 ijkl			1122	9.00 hij
		2212	3.64 jkl			1120	8.87 hij
		2201	3.62 jkl			1100	8.75 hijk
		1221	3.59 jkl			1211	8.73 hijk
		2211	3.55 jkl			1222	8.65 ijk
		1110	3.48 jklm			1200	8.32 jkl
		2202	3.46 jklmn			1101	8.25 jkl
		1102	3.25 klmn			1212	8.20 jklm
		2111	3.23 klmn			1121	7.75 jklm
		1122	3.20 klmn			1102	7.50 klm
		2112	3.09 klmn			1221	7.50 klm
		2101	2.70 lmn			1220	7.43 klm
		2100	2.50 mn			1202	7.07 lm
		2110	2.47 n			1201	6.90 m

D.M.S. 0.13 meq/l

0.174 meq/100 g de suelo

Cuadro 26A. Pruebas de Tukey para magnesio soluble e intercambiable de las variables probadas y su interacción

Magnesio soluble (meq/l)				Magnesio intercambiable (meq/100g de suelo)			
Material (M)	MFIC		M	MFIC			
1 6.45a	1120	9.28a	2	9.04a	2210	10.30a	
2 3.70 b	1122	8.70a	1	8.09 b	2212	10.20a	
	1200	8.25 b			2221	10.02ab	
Cultivo (T)	1220	7.56 bc	T		2121	9.90abc	
2 5.63a	1221	7.45 bcd	2	13.88a	2202	9.84abc	
1 4.52 b	1100	7.43 bcde	1	13.44 b	2210	9.84abc	
	1121	7.35 cdef			2220	9.82abc	
Incorporación (I)	1222	7.31 cdefg	I		2200	9.55abcd	
2 6.67a	1202	6.77 cdefgh	1	8.86a	2122	9.50abcde	
0 4.45 b	1212	6.63 defgh	2	8.85a	2201	9.45abcdef	
1 4.11 c	2121	6.57 efgh	0	7.98 b	2220	9.12 bcdefg	
	1211	6.50 fgh			1212	8.93 cdefg	
Cobertura (C)	2210	6.48 fgh	C		1112	8.75 defgh	
0 5.73a	1210	6.45 gh	0	8.66a	2110	8.70 defgh	
1 2.77 b	2222	6.42 h	2	8.62 b	1120	8.62 defghi	
2 4.73 b	1201	6.30 h	1	8.42 b	1210	8.57 defghi	
	1101	6.25 h			2111	8.48 defghij	
	2120	6.22 h			2222	8.44 fghijk	
	2220	6.21 h			1121	8.40 ghijk	
	1111	3.87 i			1102	8.37 ghijk	
	2122	3.63 i			1110	8.37 ghijk	
	1102	3.48 i			1222	8.33 ghijk	
	1110	3.35 ij			2112	8.31 ghijk	
	2221	3.32 ij			1211	8.30 ghijk	
	2211	3.30 ij			1221	8.22 ghijkl	
	1112	3.18 ijk			1220	8.13 ghijkl	
	2200	3.15 ijk			1100	7.87 hijklm	
	2212	3.12 ijk			1101	7.87 hijklm	
	2202	3.12 ijk			1122	7.75 hijklm	
	2201	3.00 ijkl			2102	7.72 hijklm	
	2100	2.55 jklm			1111	7.62 ijklm	
	2112	2.38 klm			2100	7.47 jklm	
	2111	2.23 lm			1200	7.43 klm	
	2102	2.00 m			1202	7.22 lm	
	2110	1.78 mn			1201	6.85 mn	
	2101	1.07 n			2101	6.12 n	
D.M.S.		0.113 meq/l				0.134 meq/100 g de suelo	

Cuadro 27A. Pruebas de Tukey para la Capacidad de Intercambio cationico de las variables probadas y sus interacciones. (meq/ 100 g de suelo).

Material(M)	MTIC		
2 33.70a	2212	37.39a	
1 25.59 b	2201	36.13ab	
	2210	35.56abc	
Cultivo (T)	2200	35.11abcd	
2 31.71a	2211	34.82abcd	
1 27.58 b	2202	34.82abcd	
	2220	34.78abcd	
Incorporación (I)	2221	34.71abcd	
1 30.05a	2122	34.56 bcd	
2 29.70ab	2222	34.24 cde	
0 29.17 b	2121	33.79 cdef	
	2120	33.12 cdef	
Cobertura(C)	2110	32.79 cdef	
0 29.91	2111	32.17 e fgh	
1 29.60	2100	31.54 e fghi	
2 29.43	2112	31.26 fghij	
	1200	30.23 ghijk	
	2101	29.94 hijk	
	2102	29.68 hijk	
	1201	29.12 ijkl	
	1211	28.47 jkl	
	1212	28.47 jkl	
	1202	28.35 kl	
	1220	28.26 kl	
	1210	27.82 klm	
	1221	26.95 lmn	
	1222	25.44 mnñ	
	1120	24.30 nño	
	1112	24.18 nño	
	1110	23.83 ño	
	1111	23.78 ño	
	1121	23.22 ño	
	1122	23.07 ño	
	1101	21.99 o	
	1102	21.96 o	
	1100	21.53 0	

D.M.S. 0.363 meq/100 g de suelo

Cuadro 28A. Resumen del análisis de varianza para carbonatos, bicarbonatos, cloruros, sulfatos, conductividad eléctrica (C.E.), de las variables probadas y sus interacciones.

F.V.	G.L.	Carbonatos		Bicarbonatos		Cloruros		Sulfatos 10 ⁻²		C.E.						
		S.C.	p. F	S.C.	p. F	S.C.	p. F	S.C.	p. F	S.C.	p. F	F				
M	1	42.19	23E-19	+	14.78	42E-20	+	7.74	52E-21	+	0.04	33E-23	+	0.31	0.001	+
T	1	5.56	0.0003	+	8.32	13E-14	+	16.96	20E-30	+	0.34	12E-21	+	1.69	19E-12	+
MI	1	32.79	47E-15	+	83.15	30E-42	+	43.53	19E-44	+	0.00	0.15	NS	0.75	115E-8	+
I	2	6.36	0.0003	+	15.12	21E-19	+	440.06	1E-70	+	1.14	98E-38	+	11.23	91E-32	+
MI	2	1.56	0.133	NS	26.15	11E-25	+	49.57	23E-44	+	0.01	0.064	NS	0.29	0.006	+
TI	2	4.57	0.004	+	47.03	29E-33	+	2.39	62E-10	+	0.83	22E-31	+	1.49	11E-10	+
MTI	2	2.46	0.043	+	20.54	86E-23	+	30.56	20E-37	+	0.55	31E-26	+	1.52	81E-11	+
C	2	0.14	0.826	NS	1.91	0.0002	+	10.93	56E-24	+	0.12	20E-11	+	0.29	0.007	+
IC	4	0.97	0.63	NS	14.69	11E-17	+	6.28	17E-16	+	0.32	15E-18	+	0.50	0.002	+
TC	2	0.70	0.398	NS	4.54	24E-9	+	14.65	14E-27	+	0.55	41E-26	+	0.23	0.017	+
ME	2	4.26	0.005	+	6.72	51E-12	+	4.79	28E-15	+	0.39	44E-22	+	0.96	47E-9	+
MTC	2	0.70	0.350	NS	1.13	0.005	+	10.24	33E-23	+	0.10	53E-10	+	0.49	0.000	+
MIC	4	2.35	0.193	NS	17.99	74E-20	+	6.23	21E-16	+	0.27	70E-17	+	1.00	376E-8	+
TIC	4	1.79	0.351	NS	29.54	10E-25	+	3.32	60E-11	+	0.70	85E-28	+	0.79	500E-7	+
MTIC	4	0.66	0.778	NS	21.43	77E-22	+	4.61	18E-5	+	0.08	291E-8	+	1.55	94E-10	+
MODEL	35	107.03	45E-15	+	313.00	64E-48	+	654.86	16E-70	+	5.82	12E-46	+	23.10	40E-29	+
E	72	27.00			7.21			3.47			0.14			1.92		
R ²		0.61			0.32			0.99			0.97			0.16		
C.V.		37.26			7.00			4.86			5.47			9.24		
X̄		1.64 meq/l			4.52 meq/l			4.51 meq/l			0.82 meq/l			1.77 mmhos/cm		

+ significativa
NS no significativo

Cuadro 30A. Pruebas de Tukey para cloruros, sulfatos, de las variables probadas y sus interacciones.

Cloruros (meq/l)				Sulfatos (meq/l)			
M	MTIC			M	MTIC		
1	4.78a	2122	8.75a	1	0.762a	1211	1.200a
2	4.25 b	1122	8.36ab	2	0.883 b	2211	1.190a
		2120	8.35ab			1100	1.183a
T		2121	8.30ab	T		2222	1.120ab
1	4.91a	1120	7.93 bc	2	0.879a	1222	1.047 bc
2	4.12 b	2220	7.73 bcd	1	0.766 b	2212	1.033 bc
		2221	7.62 cd			2220	1.033 bc
I		2222	7.58 cd	I		1212	1.017 bcd
2	7.36a	1222	7.15 de	1	0.909a	2202	1.017 bcd
1	3.17 b	1102	6.79 e	2	0.881 b	2112	0.997 bcde
0	3.00 c	1221	6.63 e	0	0.678 c	2221	0.980 cde
		1100	5.87 f			1210	0.977 cde
C		1221	5.58 fg	C		2111	0.950 cdef
2	4.91a	1110	5.45 fg	2	0.871a	1220	0.930 cdefg
0	4.50 b	1112	5.20 gh	0	0.803 b	1221	0.890 defgh
1	4.13 c	1111	4.79 hi	1	0.794 b	1112	0.883 defgh
		1121	4.41 i			1122	0.877 efg
		1101	3.70 j			2110	0.873 efg
		2210	3.60 j			2122	0.830 fg
		2211	3.49 jk			2121	0.827 fg
		1211	3.41 jk			2201	0.827 fg
		2202	2.93 ki			2120	0.803 gh
		2200	2.73 lm			2100	0.800 gh
		2112	2.70 lm			1120	0.793 hi
		2201	2.53 lm			2101	0.763 hij
		1212	2.41 lmn			2210	0.740 ijk
		2102	2.37 lmn			2102	0.653 jkl
		2212	2.36 lmn			1101	0.620 kl
		1202	2.30 lmn			1110	0.617 kl
		1200	2.23 mn			1202	0.520 lm
		1210	2.18 mn			2200	0.460 m
		2101	1.79 nfo			1102	0.453 m
		1201	1.68 nop			1121	0.440 m
		2110	1.29 op			1111	0.427 m
		2111	1.20 op			1200	0.423 m
		2100	1.12 p			1201	0.420 m
D.M.S.				0.084 meq/l			
				0.017 meq/l			

Quadro 31 A. Resumen del análisis de varianza de el volumen, longitud y peso seco de la raíz, de las variables probadas y sus interacciones.

Volumen de la raíz					Longitud de la raíz			Peso seco de la raíz		
F.V.	G.L.	S.C.	p.	F	S.C.	p.F	S.C.	p. F		
M	1	15.90	0.109	NS	16.83	0.571	NS	0.430	0.005	+
I	2	24.04	0.142	NS	619.17	0.006	+	0.294	0.056	NS
MI	2	1.06	0.914	NS	253.42	0.100	NS	0.279	0.064	NS
C	2	22.77	0.158	NS	17.95	0.841	NS	0.057	0.552	NS
IC	4	51.78	0.087	NS	89.42	0.783	NS	0.855	0.004	+
MC	2	12.74	0.347	NS	29.47	0.753	NS	0.077	0.447	NS
MIC	4	10.05	0.786	NS	330.64	0.194	NS	0.820	0.006	+
MODEL	17	138.33	0.198	NS	1356.90	0.132	NS	2.812	0.0007	+
E	36	210.61			1854.97			1.69		
<hr/>										
R ²		2.42			0.42			0.624		
C.V.		77.51			26.88			40.24		
\bar{x}		3.12	cc		26.70	cm		0.54	g	

+ _ significativa

NS no significativa

Cuadro 32A. Pruebas de Tukey para el volumen, longitud y peso seco de la raíz, de las variables probadas y sus interacciones.

Vol. de la raíz(cc)			Longitud de la raíz(cm)			Peso seco de la raíz(g)					
M	MIC		M	MIC		M	MIC				
1	3.66	111	8.53	1	27.26	120	39.82	1	0.62a	120	1.32a
2	2.58	120	5.00	2	26.15	212	32.67	2	0.04 b	102	0.78ab
		211	4.23			122	31.55			212	0.70ab
I		121	3.90	I		221	31.30	I		101	0.63 b
1	3.76	101	3.27	2	31.43a	121	30.99	2	0.64	122	0.62 b
2	3.40	220	3.23	1	25.04 b	102	28.82	1	0.52	111	0.55 b
0	2.20	112	3.20	0	23.65 b	222	28.63	0	0.46	112	0.53 b
		212	3.10			220	26.27			211	0.52 b
C		222	3.00	C		101	26.03	C		121	0.50 b
1	4.03	122	2.70	2	27.25	111	26.01	2	0.58	222	0.49 b
2	2.79	102	2.63	1	26.96	211	24.91	0	0.54	220	0.46 b
0	2.54	221	2.56	0	25.91	210	24.77	1	0.50	221	0.45 b
		202	2.10			201	22.89			110	0.45 b
		100	1.96			200	22.33			200	0.38 b
		110	1.77			110	21.97			202	0.35 b
		210	1.73			202	21.54			201	0.35 b
		201	1.67			212	20.31			210	0.34 b
		200	1.57			100	20.29			100	0.27 b
D.M.S.			1.33 ml				3.96 cm				0.120 g