

UNIVERSIDAD DE SONORA

ESCUELA DE AGRICULTURA Y GANADERIA

“EVALUACION DE ZEOLITAS NATURALES (CLINOPTILOLITA) COMO
MEDIO DE ENRAICE PARA LA PRODUCCION DE PLANTULAS DE CHILE
(Capsicum annuum L) BAJO CONDIGIONES DE INVERNADERO”

T E S I S

Armando Bracamontes Rendón

AGOSTO DE 1989

Universidad de Sonora

Repositorio Institucional UNISON



"El saber de mis hijos
hará mi grandeza"



Excepto si se señala otra cosa, la licencia del ítem se describe como openAccess

U N I V E R S I D A D D E S O N O R A

ESCUELA DE AGRICULTURA Y GANADERIA

"EVALUACION DE ZEOLITAS NATURALES (CLINOPTILOLITA) COMO
MEDIO DE ENRAICE PARA LA PRODUCCION DE PLANTULAS DE CHILE
(Capsicum annuum L.) BAJO CONDICIONES DE INVERNADERO."

TESIS

Armando Bracamontes Rendón

AGOSTO 1989

"EVALUACION DE ZEOLITAS NATURALES (CLINOPTILOLITA) COMO
MEDIO DE ENRAICE PARA LA PRODUCCION DE PLANTULAS DE CHILE
(Capsicum annuum L.) BAJO CONDICIONES DE INVERNADERO.

TESIS

Sometida a la consideración de la
Escuela de Agricultura y Ganadería

de la

Universidad de Sonora

por

Armando Bracamontes Rendón

Como requisito parcial para obtener
el título de Ingeniero Agrónomo
con Especialidad en Horticultura.

AGOSTO de 1989.

Esta tesis fue realizada bajo la dirección del consejo particular y aprobada y aceptada como requisito parcial para la obtención del grado de:

INGENIERO AGRONOMO CON ESPECIALIDAD
EN HORTICULTURA

CONSEJO PARTICULAR

ASESOR:

Ing. Francisco A. Orduño Zamora

CONSEJERO:

Ing. Everardo Zamora

CONSEJERO:

Ing. Miguel Angel Martinez Téllez

AGRADECIMIENTOS

El autor desea agradecer sinceramente la ayuda recibida para la realización de este trabajo.

Al Ing. Francisco A. Orduño Zamora: Por su participación y consejos brindados en la elaboración de esta tesis y durante toda mi carrera.

Al Ing. Everardo Zamora: Por su gran ayuda, orientación y enseñanzas durante el transcurso de esta tesis.

Al Ing. Omar A. González Valdez por su valiosa cooperación y ayuda.

Al Centro de Investigación y Desarrollo del Estado de Sonora (CIDESON): Por la oportunidad brindada para la elaboración de esta tesis.

Al centro de cálculo de la Universidad de Sonora: Por el apoyo recibido en la impresión de esta tesis.

Al laboratorio de suelos de la Escuela de Agricultura y Ganadería por su gran ayuda y consejos brindados.

A mis Maestros: Por sus conocimientos y consejos transmitidos durante mi estancia en la escuela.

DEDICATORIA

A MIS PADRES: ARMANDO Y JOSEFINA Con todo el cariño y respeto que se merecen por sus consejos y gran ayuda recibida durante el transcurso de toda mi vida.

A MIS HERMANOS: SERGIO, LUZ AIDA, LORENA Y MARIA BEATRIZ Por su comprensión y ayuda que me han brindado.

A TODOS MIS FAMILIARES: Muy cariñosamente por sus consejos y apoyos.

A MIS COMPANEROS DE ESTUDIO: Por su apoyo y consejos que me brindaron durante mi estancia en la escuela.

CONTENIDO

	Pág.
INDICE DE CUADROS Y FIGURAS.....	vii
RESUMEN.....	xi
INTRODUCCION.....	1
LITERATURA REVISADA.....	3
- Características generales	3
- Clasificación taxonómica.....	3
- Descripción de la planta.....	4
- Importancia económica.....	4
- Variedades.....	5
- Requerimiento climático.....	6
- Propagación.....	6
- Descripción y manejo de invernaderos.....	6
- Cultivo en agregado.....	8
- Características nutricionales.....	8
- Medios para la propagación de plantas.....	9
- Características de un medio de enraice.....	9
- Características generales de la turba.....	10
- Características del peat-moss.....	11
- Características de la vermiculita.....	12
- Características de la perlita.....	12
- Características de la corteza desmenuzada,aserrín y viruta de madera.....	13
- Mezclas de suelo de la Universidad de California....	13
- Mezclas de suelo de John Innes.....	14

- Zeolitas naturales.....	17
- Zeolitas sintéticas.....	18
- Clasificación de las zeolitas.....	18
- Localidades geográficas de los depósitos de lsa zeolitas.....	19
MATERIALES Y METODOS.....	34
a) Ubicación y localización del experimento.....	34
b) Descripción del trabajo.....	34
c) Descripción de la siembra.....	35
d) Variables a medir.....	36
RESULTADOS.....	38
DISCUSIONES.....	54
CONCLUSIONES.....	56
RECOMENDACIONES.....	58
BIBLIOGRAFIA.....	59
AF'ENDICE.....	64

INDICE DE CUADROS Y FIGURAS

	pág.
Cuadro 1.- Tratamientos utilizados en el experimento con su composición de zeolita, arena y fibra de coco en base a volumen.....	65
Cuadro 2.- % de emergencia de las plántulas de chile bajo condiciones de invernadero	41
Cuadro 3.- Resultados de la dinámica de crecimiento en cuanto a altura de las plántulas de chile (cm) en sus tres fechas de medición.....	43
Cuadro 4.- Resultados de dinámica de crecimiento en cuanto a diámetro del tallo (mm) de las plántulas de chile en sus tres fechas de medición.....	45
Cuadro 5.- Producción de materia seca y materia húmeda de las plántulas de chile en invernadero	47
Cuadro 6.- Contenido de nitrógeno total en % de las plántulas de chile en invernadero	48
Cuadro 7.- Contenido de fósforo en % de las plántulas de chile en invernadero.....	49

Cuadro 8.- Contenido de potasio en % de las plántulas de chile en invernadero.....	50
Cuadro 9.- Contenido de sodio en % de las plántulas de chile en invernadero.....	51
Cuadro 10.- Contenido de fierro en ppm de las plántulas de chile en invernadero.....	52
Cuadro 11.- Contenido de Zinc en ppm de las plántulas(cm.) de chile en invernadero	53
Cuadro 12.- Características de los tratamientos antes de ser utilizados como medios de enraice.....	66
Cuadro 13.- Características de los tratamientos después de ser utilizados como medios de enraice.....	66
Cuadro 14.- Analisis de varianza para el % de emergencia de las plántulas de chile en invernadero.....	67
Cuadro 15.- Analisis de varianza para la dinámica de crecimiento en cuanto a altura de las plántulas(cm.) de chile en invernadero.....	67
Cuadro 16.- Analisis de varianza para la dinámica de crecimiento en cuanto a diámetro del	

tallo(mm.) para las plántulas de chile en invernadero.....	68
Cuadro 17.- Analisis de varianza para el % de Nitrógeno total en las plántulas de chile en invernadero.....	68
Cuadro 18.- Analisis de varianza para el % de Fósforo en las plántulas de chile en invernadero.....	69
Cuadro 19.- Analisis de varianza para el % de Potasio en las las plántulas de chile en invernadero.....	69
Cuadro 20.- Analisis de varianza para el % de Sodio en plántulas de chile en invernadero...	70
Cuadro 21.- Analisis de varianza para las ppm de Fierro en las plántulas de chile en invernadero.....	70
Cuadro 22.- Analisis de varianza para las ppm de Zinc en las plántulas de chile de invernadero.....	71
Cuadro 23.- Analisis de varianza para la producción de materia seca en las plántulas de chile bajo invernadero.....	71

Cuadro 24.- Analisis de varianza para la producción de materia húmeda en plántulas de chile bajo invernadero.....	72
Figura 1.- % de emergencia en plántulas de chile en sus fechas.....	42
Figura 2.- Altura de las plántulas (cm) de chile en sus fechas de medición.....	44
Figura 3.- Diámetro del tallo (mm) de las plántulas de chile en sus fechas.....	46

RESUMEN

Actualmente existen varios depósitos de zeolitas, mismos que alcanzan reservas probables equivalentes a 70 Millones de toneladas, las cuales son potencialmente aprovechables.

Dentro del Estado de Sonora podemos encontrar depósitos de zeolitas en varios lugares, tal es el caso de Ures (Pitágoras), Rayón (El Cajón), Arizpe (Tetuachi), Agua Prieta (El Alamo), Pitiquito (Tubutama), entre otros.

El objetivo de esta investigación fué la de encontrar el mejor medio de enraice tratado con clinoptilolita en diferentes dosis para la obtención de plántulas de chile bajo condiciones de invernadero, mediante la evaluación de 7 tratamientos incluyendo como testigo un medio de enraice comercial importado (Peat-moss), lo cual nos permitirá comparar la eficiencia de las mezclas para enraizamiento que formulemos contra el medio de enraice comercial.

Los resultados en base al porcentaje de emergencia indican que todos los tratamientos se comportaron de una manera muy similar al final del experimento, no encontrándose diferencias significativas. El tratamiento que tuvo mayor porcentaje de emergencia fué el tratamiento No.5, con 98.24% y el más bajo fué el tratamiento No.7, con 86.91% de plántulas emergidas. Cabe señalar que al principio del experimento el tratamiento No. 7 se detuvo en

la emergencia, pero al final del experimento se comportó de una manera muy similar a los demás tratamientos.

En lo que respecta a la Dinámica de crecimiento, el tratamiento que mejor se comportó en cuanto a altura de las plántulas y diámetro del tallo fué el tratamiento No. 6 (testigo), con una altura de 4.38 cm y un diámetro del tallo de 2.00 mm. El tratamiento que se comportó más bajo fué el tratamiento No.1, con una altura de 3.67 cm y un diámetro del tallo de 1.45 mm.

El principal problema que se tuvo desde el comienzo hasta el final del experimento fué la compactación que existía en los medios de enraice principalmente en el tratamiento No.7, esto provocó la deficiente porosidad de este tratamiento al principio del experimento y la dificultad para extraer los cepellones de las charolas tratadas con clinoptilolita, comparado con el medio de enraice comercial.

INTRODUCCION

En América Latina, alrededor del 40% de la población vive en las áreas rurales. En general los países con muchos campesinos son los que producen para su propio consumo familiar y los que poseen poco, es porque la mecanización y el reagrupamiento de las tierras multiplican la producción.

Evidentemente la subproducción y consecuentemente el hambre, toma proporciones cada vez más alarmantes. Es así como podemos observar que, mientras la población aumenta a un ritmo del 2.2%, el crecimiento de la producción agrícola es de tan solo del 1.5%. Se estima que se necesitarán 200 Millones de hectáreas nuevas de tierras para satisfacer los requerimientos en alimentos del mundo para el año 2 000. Toda esta problemática se debe al bajo nivel técnico en la agricultura, el atraso de sus relaciones sociales y las relaciones de propiedad, etc.

Para lograr este objetivo, algunos países como Japón, Estados Unidos y México, entre otros, se llevaron a cabo investigaciones y han logrado incrementar los rendimientos de algunos cultivos mediante la incorporación de zeolita a los suelos. Basado sobre su deseable intercambio iónico, adsorción y las propiedades de hidratación, los minerales zeolíticos muestran su potencial como mejoradores de suelos y como fertilizantes de liberación lenta.

Dada la importancia que esto representa y tratando de aprovechar al máximo los recursos naturales disponibles de nuestro Estado, nació la presente investigación para evaluar los efectos de las zeolitas naturales, tales como la Clinoptilolita utilizada como medio de enraice en la propagación de plantulas de chile (Capsicum annuum L.) bajo condiciones de invernadero.

El objetivo principal a seguir en este experimento será tratar de obtener el mejor medio de enraice tratado con zeolita natural (Clinoptilolita) para la obtención de plántulas de chile (Capsicum annuum L.) de la variedad Anaheim bajo condiciones de invernadero, mediante la evaluación de 7 tratamientos incluyendo como testigo un medio de enraice comercial importado (Peat moss). Esto nos permitirá comparar la eficiencia de las mezclas para enraizamiento que formulemos contra el medio de enraice comercial.

LITERATURA REVISADA

Generalidades

El pimiento dulce y el pimiento picante que crece en México son variedades de Capsicum annuum L. Esta especie es nativa de América tropical y fueron cultivadas en el norte y sur de América hace aproximadamente 2000 años. Aparentemente Colón llevó las semillas de pimiento a Europa y fué aceptado mucho más rápido que el tomate (Lycopersicon esculentum Mill.) . Esta especie incluye un grupo muy diverso de pimientos con una variación en su longitud de 1 a 30 cm, de color verde amarillo cuando no están maduros y del rojo al amarillo cuando ya lo están. El único tipo que no se incluye dentro de éstos es el pimiento tabasco, Capsicum frutescens L. (6, 26, 10)

El sabor picante de los pimientos se debe a la capsicina y al ácido dicilénico, que son alcaloides producidos en las placentas. (10, 11)

Clasificación Taxonómica.

REINO	Vegetal
DIVISION	Spermatophyta
SUBDIVISION	Angyospermae
CLASE	Dicotyledoneae
ORDEN	Polemoniales
FAMILIA	Solanaceae
GENERO	Capsicum
ESPECIE	Annuum

La moderna taxonomía incluye 5 cultivares: C. annuum L.; C. frutescens L.; C. chinense Jaquin.; C. pendulum Willdenow. y C. pubescens Ruiz y Pavón. (27,2)

Descripción de la planta.

La planta de Chile es anual, crece a una altura de 0.5 a 1.5 M. Los frutos nacen individualmente en los nudos y son bayas de muchas semillas. Las plantas son erectas, no requieren de sostén y producen tallos múltiples. Las hojas son alternas, lanceoladas y sus flores son solitarias, blancas y nacen en las axilas de las hojas. (6,2,27)

Importancia Económica.

Los chiles son ampliamente usados en América central y México, en la preparación de salsas, ensaladas, guisos, etc.

Algunas especies de C. frutescens L. son usadas en medicina como estimulantes y carminativos.

México es centro primario para C. annuum L. y algunas especies de C. frutescens L. con Guatemala como segundo productor. E.E.U.U. ocupa el décimo cuarto lugar en producción de chiles. (11,2,6)

Los rendimientos de los chiles varían de acuerdo a la variedad y al sitio donde se desarrollan. Estos van desde

las 12 a 20 Ton. y en algunos casos hasta 30 Ton/Ha.⁵
(10,21,14)

Variedades.

Se pueden distribuir en dos grupos: en pimientos de sabor extremadamente picosos (pungentes) y en pimientos más ó menos dulces (no pungentes). Al primer grupo pertenecen los de forma alargada y cónica; al segundo, los de forma corta. Las principales variedades son:

PIMIENTO ROJO LARGO

P. LARGO AMARILLO

P. CEREZA

P. DULCE O GRUESO PIMIENTO CUADRADO

P. DE CHILE

P. TOMATE

P. DE LOS ABRUZOS

GIGANTE DE NAPOLES

Algunas de las variedades dulces son: California Wonder, Chinese Giant, Harris Early Giant, Napolitan, Winsor A, Ruby King, World Beater, entre otras.

De las variedades picosas están: Tabasco, Anaheim, Chili, Méxican ó native chili, Sport, entre otras.

Existen algunas variedades resistentes a mosaico, tales como la Yolo Wonder, Liberty Bell y Keystone Resistent. (12,27,28,10)

Requerimiento climático.

El pimiento es una planta de clima fresco y se dá bien a temperaturas de 18 a 24 C, lo cual significa que en los trópicos debe sembrarse nada más durante los meses del invierno, ó en los lugares altos. Si se cultiva a temperaturas superiores a 24 C, la fructificación es pobre y los frutos se queman seriamente con los rayos solares. (12,23)

Propagación.

Los pimientos, como los tomates, crecen de semilla. Las plantas crecen en invernaderos ó lechos abiertos. Cuando las plantas tienen de 10 a 15 cm. de altura, se transplantan al campo, pero solo cuando las temperaturas son ligeramente más altas y han pasado la posibilidad de daños por temperaturas congelantes.

La temperatura para la propagación de los chiles dulces debe ser arriba de 2 C, la temperatura para la germinación de 24 C, un mínimo de temperatura en el suelo de 16 C y una temperatura en el suelo ántes de transplantar de 18 C. (6,23)

Descripción y manejo de invernaderos.

Un invernadero tipo común mide de 45 m. de largo, 8.50 m. de ancho y 4 m. de altura. Su parte superior consiste de un armazón lateral de tubos galvanizados de 3 cm. de espesor, unidos con madera. La cubierta superior está forrada con un plástico de 0.602 mm. de espesor. El

7
plástico descansa en tubos galvanizados de 3 cm. de diámetro, formando un arco que se apoya en los tubos laterales. Las paredes se mantienen cerradas ó abiertas mediante un mecanismo de cortinas.

En la parte interior se colocan a ambos lados de un pasillo, aproximadamente 1.50 m. de ancho, hileras de charolas de polietileno con cavidades de 1.5 pulgadas cuadradas en la parte superior de forma piramidal, en la parte inferior, las charolas descansan sobre rieles y en cada una de las 65 filas se acomodan 11 charolas laterales con 200 cavidades cada una, por lo que se pueden obtener 286,000 plántulas de siembra, en cada invernadero. En la preparación de charolas, éstas se llenan con un material esteril compuesto de musgos y otros ingredientes. Posteriormente, después de emergida la plantula se realiza un aclareo alrededor de 8 a 11 días después del primer riego.

La fertilización en invernaderos, se proporciona en el agua de riego, cuya mezcla en los nutrientes se mantienen en tanques metálicos, presurizados automaticamente. De ésta manera, la presión del agua en los equipos de riego se conserva constantemente de 25 a 30 lb/pulgada cuadrada. En cada riego se debe incluir CaNO_4 y

Cultivo en agregado.

De acuerdo con Harris (1974) y Schwarz (1975), éste sistema de cultivo hidropónico comprende todos aquellos métodos en los que las plantas crecen en un sustrato con propiedades de retención de humedad (arena, perlita, vermiculita, aserrín, etc.).

El cultivo en agregado es el sistema más simple de cultivo hidropónico. Las raíces se desarrollan y crecen en un medio inerte, generalmente con partículas de tamaño pequeño y capacidad de retención de humedad.

El sustrato en el que las raíces crecen debe ser lo suficientemente fino para mantener un adecuado nivel de humedad; pero a la vez no tan fino que interfiera con una eficiente aireación. La circulación del aire tiene lugar através de las partículas del agregado en forma semejante al suelo. (21)

Características Nutricionales.

Los principales problemas técnicos que se tienen con el cultivo en agregado son:

- 1.- Acidez de la solución
- 2.- Nivel de fosfatos
- 3.- Nivel de fierro
- 4.- Tipo de agregados
- 5.- Arena
- 6.- Perlita
- 7.- Vermiculita

- 8.- Aserrin
- 9.- Mezclas
- 10.- Aireación
- 11.- Drenaje
- 12.- Aplicaciones de la solución
- 13.- Lavado
- 14.- Lluvia, cuando se cultiva a cielo abierto

Para evitar cualquiera de éstos problemas es necesario analizarlos antes de ser utilizados. (21)

Medios para la propagación de plantas.

Medio de enraice se define como aquella forma artificial para proveer a la planta de soporte, de reserva de nutrientes y de agua.

Un antiguo y sencillo método de enraice consiste en depositar tierra en un vaso con agua y con sustancias químicas orgánicas que son disueltas para abastecer de nutrientes a la planta, éste método es conocido como cultivo de solución ó Hidroponía.

A través de los años ha sido usada esporádicamente por todo el mundo como un medio comercial de cultivo, para plantas de hortalizas y ornamentales, actualmente se usa para determinar técnicas de Nutrición de plantas.

Características que debe tener un medio de enraice

- a) El medio debe de ser lo suficientemente fino y denso para mantener las estacas ó las semillas en su sitio

durante el enraizado ó germinación, su volumen no varia mucho, ya sea seco ó mojado; es indeseable que tenga un encogimiento excesivo al secarse.

b) Debe retener la suficiente humedad, para que no sea necesario regarlo con mucha frecuencia.

c) Debe de ser lo suficientemente poroso, de modo que escurra el exceso de agua y permita una aireación adecuada.

d) Debe de estar libre de semillas de malezas, nemátodos y otros organismos patógenos nocivos.

e) No debe de tener un exceso de sales ya que un nivel de 2 mmhos/cm. puede afectar el crecimiento de las plantas, quemar el follaje, e inclusive puede matar a la planta.

f) Debe poder esterilizarse con vapor sin que sufra efectos nocivos.

g) Debe haber una eficiente provisión de nutrientes para la propagación de las semillas.

Respetando todas éstas características del medio de enraice, la planta se desarrollará sana y vigorosa. (7)

Características generales de la Turba.

La turba se forma con restos de vegetación acuática, de marismas, de cienagas ó de pantanos, que se ha preservado bajo el agua en un estado de descomposición parcial. La composición de los diversos depósitos de turba varia mucho, dependiendo de la vegetación que le dió origen, el estado de descomposición, el contenido de

minerales y el grado de acidez.

Existen 3 tipos de turba:

- a) Musgo turboso: Es el menos descompuesto de los 3 tipos y se deriva de musgos. Tiene una elevada capacidad para retener humedad.
- b) Turba de pantano: Formado por los restos de pastos, juncos, tules y otras plantas de pantanos.
- c) Humus de turba: Este se encuentra en un estado tal de descomposición, que no permite identificar los remanentes de las plantas y se originan de musgos o turba de pantanos.

Cuando el humus de turba se emplea en mezclas, se debe de despedazar y humedecer ántes de agregarlo a la mezcla. La adición continua de materiales orgánicos gruesos, a las mezclas de suelo de los invernaderos, puede ocasionar que disminuya su capacidad para mojarse. El agua no penetra con facilidad y muchas particulas de suelo permanecerán secas aún después de regarse. No se conoce ningún método para aumentar su humedecimiento, aunque el empleo repetido de agentes comerciales humectantes puede mejorar la penetración del agua. (7)

Características del Peat-moss

Materiales semejantes como peat Michigan, peat humus y peat nativo son usualmente descompuestos para proporcionar una estructura y características de un buen drenaje de agua. El peat-moss es ácido en reacción, con un rango de pH de 4- 5. Usualmente tienen un buen nivel de

fertilización.

Características de la vermiculita

Es un material micáceo que se expande al calentarse. Químicamente es un silicato hidratado de Mg, Al y Hierro. Cuando se ha expandido es muy liviano, de reacción neutra, con buena capacidad de amortiguación ("buffer"), insoluble en agua, pero capaz de absorberla en grandes cantidades. La vermiculita tiene una gran capacidad de intercambio de cationes y, por consiguiente, puede retener nutrientes en reserva y liberarlos más tarde. Contiene suficiente Mg y K para satisfacer las necesidades de las plantas. Cuando se pasa por hornos a una temperatura de 1 093 °C, el agua que contiene se convierte en vapor, formando granos pequeños, porosos y con apariencia de esponja.

Características de la Perlita

Este material blanco - grisáceo es de origen volcánico y se extrae de los derrames de lava. El material crudo se quiebra y cierne, luego se calienta en hornos a una temperatura de 1 000 °C; a esta temperatura la poca humedad de las partículas se evapora expandiendo a éstas, formando granos pequeños y esponjosos. La perlita retiene agua en proporción de 3 a 4 veces su peso. Prácticamente es neutra, con un pH de 7 a 7.5, pero sin capacidad de amortiguamiento. A diferencia de la Vermiculita no tiene capacidad para intercambio de cationes y no contiene nutrientes minerales, pero incrementa la aireación en mezclas. (7)

Características de corteza desmenuzada,
aserrín y viruta de madera

Estos materiales son subproductos de aserradero y pueden ser de abeto, pino o sequoia. Se les puede usar en mezclas de suelo sirviendo para el mismo objeto que el musgo turboso. El nitrógeno se añade en cantidades suficientes para proporcionar el proceso de descomposición del aserrín, que varía según la especie de la madera. Debido a su bajo costo se emplea con amplitud como renovador del suelo, aunque algunos de sus tipos, en especial cuando están frescos, pueden contener materiales tóxicos para las plantas.

Mezclas de suelo de la Universidad
de California

Las mezclas de la Universidad de California están basadas en materiales uniformes que no requieren preparación previa, se pueden duplicar con facilidad. Sus componentes básicos son:

- a) Arena fina de tipo inerte
- b) Musgo turboso finamente desmenuzado, mezclado en diversas proporciones y
- c) Mezclas fertilizantes que se describen a continuación.

Los fertilizantes básicos que se recomiendan añadir a una mezcla de la Universidad de California de 50% de arena fina y 50% de musgo turboso, son como siguen:

- 1.- Si la mezcla se vá a almacenar por un periodo indefinido de tiempo antes de usarla, se debe proporcionar

a cada metro cúbico de tierra :

150 gr de nitrato de potasio

150 gr de sulfato de potasio

1.500 Kg de super fosfato simple

4.500 Kg de cal dolomítica

1.500 Kg de carbonato de calcio

2.- Si la mezcla se vá a usar después de una semana de su preparación, a cada metro cúbico de mezcla de tierra añadase:

1.500 Kg de harina de pezuña y cuerno ó de harina de sangre
(13% de nitrógeno)

150 gr de nitrato de potasio

150 gr de sulfato de potasio

1.500 Kg de superfosfato simple

4.500 Kg de cal dolomítica

1.500 Kg de carbonato de calcio

La arena está formada por partículas relativamente pequeñas, teniendo así una capacidad de retención de agua bastante elevada.

El principal objetivo de poner musgo turboso es con el fin de incrementar la capacidad de retención de humedad y nutrientes. En una mezcla de partes iguales de arena y musgo turboso, la máxima retención de agua es de 48%. (7)

Mezclas de suelos de John Innes

En la Jhon Innes institution de Inglaterra se desarrollaron 2 mezclas de suelo básicamente, una para cultivos en macetas y otra para semillas.

Compost J.Innes para semillas

por volumen:

2 partes de tierra limosa

1 parte de musgo turboso

1 parte de arena limpia

A cada metro cúbico

de éstas mezclas se

añaden:

1.200 Kg de superfosfato

0.600 Kg de cal molida

Compost J.I. para macetas

por volumen:

2 partes de arena limpia

3 partes de musgo turboso

7 partes de tierra limosa

A cada metro cúbico de

esta mezcla se añaden:

3 Kg de base J.Innes (*)

0.600 Kg de cal molida.

(*) La base J.Innes consta de los materiales siguientes (por peso):

2 partes de harina de pezúfa y cuerno de molienda de 3.1 mm (13% de nitrógeno).

2 partes de superfosfato de calcio (18% de ácido fosfórico)

1 parte de sulfato de potasio (48% de potasio)

La tierra limosa de J.Innes debe tomarse de céspedes, de pastizales, de tierras bien drenadas, ligeramente ácidas y medianamente arcillosas. (7)

Las zeolitas es un grupo de minerales que químicamente son aluminosilicatos hidratados de alcalis y tierras raras. Estos minerales fueron reconocidos primeramente de una manera sintética y posteriormente descubiertos en la naturaleza donde se encontró que eran minerales importantes en la formulación de rocas volcanosedimentarias principalmente. (20)

Las zeolitas naturales han despertado un gran interés por ser bastante más baratas que las artificiales; de ahí que recientemente se ha intensificado internacionalmente la prospección y estudio de nuevos yacimientos y la investigación de mayores usos industriales. (4)

Los métodos para evaluar el contenido de zeolitas y la beneficiencia de las rocas aún no son completamente investigadas como para seleccionar los campos industriales en los cuales las zeolitas naturales pueden encontrar una utilización masiva y provechosa. En el caso del éxito podrían abrir una área de mercado para las zeolitas naturales ó para sus mezclas con los productos tradicionales. (5)

La mayoría de las investigaciones sobre el posible uso de las zeolitas naturales en el campo de la agricultura en los Estados Unidos, han sido conducidos durante la última década. Aunque los depósitos sedimentarios de las zeolitas utilizadas en los experimentos han sido conocidos por más de un siglo, y el carácter de alto grado ha sido reconocido solamente desde finales de 1950. (9)

Basado sobre su constitución geológica y la composición mineralógica y origen, los depósitos de zeolitas de rocas sedimentarias han sido clasificadas como:

- 1.- Depósitos formados por material volcánico en sistemas de lagos salinos cerrados.

2.- Depósitos formados en lagos de agua dulce abiertos ó sistemas de aguas meteóricas.

3.- Depósitos formados en los ambientes marinos.

4.- Depósitos formados por el metamorfismo por enterramiento de bajo grado.

5.- Depósitos formados por la actividad hidrotermal ó por la actividad de fuentes termales.

6.- Depósitos formados sin evidencia directa de los precursores volcánicos.

El interés comercial está dirigido principalmente para los depósitos de los primeros 3 tipos. (13,19)

Existen dos tipos de zeolitas

Zeolitas Naturales. Este tipo de zeolitas fué descubierta y obtenida como un constituyente de rocas volcánicas en depósitos en lagos salinos al oeste de los Estados Unidos y en los depósitos marinos de Japón e Italia. Probablemente Japón es el líder mundial en la explotación de zeolitas naturales. (8)

Existe gran diversidad de zeolitas, siendo alrededor de más de 35 especies minerales naturales y alrededor de 150 especies sintéticas. Dentro de las zeolitas naturales 9 son las más comunes en la formación de rocas zeolíticas y éstas son: Clinoptilolita, Erionita, Chabazita, Heulandita, Mordenita, Analcima, Ferrierita, Laumontita y Phillipsita. La Clinoptilolita y la Analcima son las Zeolitas más abundantes en los depósitos de rocas sedimentarias. (5,8,15)

Zeolitas Sintéticas. Las zeolitas sintéticas son elaboradas por procesos de bajas temperaturas y han sido producidas convencionalmente en los Estados Unidos desde 1950. Dichos compuestos se emplean principalmente como catalizadores adsorventes selectivos y desecantes; ellos son utilizados aproximadamente en el 90% de las instalaciones petroleras en cracking catalíticos y han mostrado grandes incrementos en la recuperación de gasolina. (3)

Clasificación de las zeolitas

Intercambiadores de	
C A T I O N E S	A N I O N E S
Naturales:	Naturales :
-No Modificada Glaucónita	-Dolomita
-Modificada arcilla bentonítica tratada	
INORGANICAS	
Sintéticas :	Sintéticas :
-Gel zeolitas Sintéticas	-Silicatos de metales pesados
Naturales:	Naturales:
-No modificadas turbaslignitas	-No modificadas (cuerno, lana, etc)
-Modificadas: Carbones sulfonados, zeo karbs	-Modificadas: Asfalto tratado con alcalis
ORGANICAS	
Sintéticas :	Sintéticas :
-Resinas tipo tanin formaldehídicas	-Resinas amino formaldehídicas
-Resinas tipo fenol formaldehídicas	

19

El único medio seguro y definitivo para la identificación de las zeolitas es su estudio por difracción de rayos X. Las demás técnicas, como termoanálisis, microscopía óptica y electrónica, etc., complementan su investigación y en algunos casos confirman la especie mineral de zeolita. (25)

Localidades geográficas de los depósitos de zeolitas

Actualmente existen varios depósitos de zeolitas, los cuales son potencialmente aprovechables, y éstos se distribuyen en varios países tales como: Estados Unidos, Japón, Italia, Yugoslavia, Bulgaria, Hungría, Alemania, Alemania, México, entre otros.

En México los podemos encontrar en Sonora, Oaxaca, y otros; los cuales se están estudiando profundamente para darlos a conocer. Dentro del Estado de Sonora los podemos encontrar en: Ures (Pitágoras), Rayón (El Cajón), Arizpe (Tetuachi), Agua Prieta (El Álamo), Pitiquito (Tubutama).

La localización de los depósitos de zeolitas son útiles debido a la exacta fuente de los materiales zeolíticos, que es entonces especificado. Dan distancia de los depósitos de mercado y noción del tamaño. (24)

Todas las aplicaciones de los minerales zeolíticos, se hacen utilizando una ó más de sus atractivas propiedades físicas ó químicas de los materiales naturales y sintéticos, esto incluye:

- 1.- El intercambio iónico
- 2.- La adsorción y el fenómeno relacionado con el sedaso molecular
- 3.- Dehidratación y Rehidratación
- 4.- La composición silicia

En adición, ciertas propiedades excéntricas semejantes a la tendencia de zeolitas "sedimentarias" tienen una coloración clara, peso ligero, agregados de cristales de tamaño micrométricos. Contribuyen para que en el presente se usen en la tecnología industrial y agrícola.

(8)

Historicamente las zeolitas volcánicas han sido utilizadas por más de 2000 años como unas piedras de un peso ligero. Los edificios asociados en el centro maya cerca de Mixtla en el sur de México, están contruidos con rocas conteniendo más del 85% de mordenita y clinoptilolita. Rocas similares son acarreadas hoy en el Estado de Oaxaca para el uso local de los muros, edificios, etc. En Japón las rocas verdes ricas en clinoptilolita, en Oya han sido utilizadas por más de 200 años. Las partes grandes de las ciudades de Maple y Pozzouli, Italia, son contruidos con bloques de roca rica en zeolita. Numerosas catedrales y edificios públicos en Europa Central, fueron contruidos con rocas zeolíticas acarreadas cerca de Leaacher en Alemania.

Aproximadamente 300 toneladas de clinoptilolita es minada cada vez en Japón para utilizarlas en la industria del papel. El papel Kraf usado con ésta zeolita ha sido encontrado más opaco, fácil de cortar y menos susceptible al desparramamiento de la pintura.

En Estados Unidos se ha utilizado la clinoptilolita para el uso de tratamientos de aguas negras, obteniendo así, resultados satisfactorios. (4)

En la elaboración de detergentes, las zeolitas juegan un papel importante cuya función primordial consiste en reducir la dureza de los iones de calcio y magnesio en aguas de lavado. Los intercambiadores de iones de zeolita en forma de polvo, remplazan el Ca y Mg en la solución con iones blandos tales como el Na. (3)

En Japón las zeolitas han sido explotadas extensivamente desde su descubrimiento en los depósitos sedimentarios en 1949. La clinoptilolita y la mordenita, son los únicos tipos de zeolitas en explotación actual en este país, empleándose principalmente en el campo de la agricultura y manejo animal. Minato y Utado (1960), señalaron los usos siguientes: adsorventes de aromas ofensivas en corrales, acondicionador de suelos que permite incrementar la efectividad de fertilizantes químicos. En este aspecto la clinoptilolita ha sido empleada en mayor medida que en el resto de los usos enunciados.

En granjas japonesas se han desarrollado varios experimentos en los cuales la clinoptilolita y mordenita, han actuado como agentes que aglutinan mezclas de fertilizantes, al liberar los cationes de amonio y otro tipo de cationes de los fertilizantes; reteniendo en forma paralela los cationes requeridos por el suelo durante largos periodos. (3)

La selectividad de la clinoptilolita para el amonio y otros cationes de grandes dimensiones, potencialmente han sido útiles en el campo de la agricultura. Debido a su alta capacidad de intercambio iónico y retención de agua, la clinoptilolita ha sido utilizada por los Japoneses como mejoradores de suelo durante muchos años. Los Japoneses también han adicionado zeolita natural a los fertilizantes nitrogenados para reducir la lixiviación y mejorar la recepción del nitrógeno en sus suelos. Recientemente Hershey y otros en 1980, reportaron que una clinoptilolita natural, rica en potasio, se comportó satisfactoriamente como un fertilizante potásico de liberación lenta para unas macetas de crisantemo (Crysanthemum morifolium). (9,22)

Las zeolitas de ciertas composiciones químicas pueden tener efectos adversos sobre ciertos experimentos agrícolas. Nishita y Haug en 1972, encontraron que suelos tratados con clinoptilolita sódica natural mostraron una disminución en la producción de la planta, los efectos decrecientes en el crecimiento de la planta aparentemente

fué, debido a la liberación de sodio de las zeolitas para el suelo, además, reduciendo la productividad del suelo. (9)

Usos generales del NH_4 o del K intercambiable para zeolitas naturales ó mezclados en la forma original con los fertilizantes normales que comprende la agricultura. El crecimiento y el incremento en la producción de los diferentes cultivos por ahora es una pregunta verificada también, como la sobregraduación de las propiedades físicas del suelo, permitiendo la capacidad de adsorción de agua para la transferencia de Fe, Mg, Zn y Cu. Para la disminución de la toxicidad del amonio por vía del intercambio iónico, para la disminución de las pérdidas de los fertilizantes nitrogenados a través de la retención mejorada de los iones amonio, para la acción de agentes liberados lentamente para el potasio por el amonio. (5)

Varias zeolitas existentes tienen el potencial de reducir las pérdidas de nitrógeno de los fertilizantes con NH_4 . Las zeolitas tales como la clinoptilolita, phillipsita y erionita, podrían servir como mejoradores de suelos que restringen la volatilización de amonio ó las pérdidas de lixiviación del NO_3 . En algunos casos estos minerales también proporcionan nutrientes a las plantas, tales como el potasio para el crecimiento de la planta. (1)

Debido a que las zeolitas tienen la capacidad de retener amonio en los canales inaccesibles para las bacterias Nitrosomonas y Nitrobacter, ellas podrían reducir

24

la nitrificación bacterial del amonio y así reducir la lixiviación potencial y la pérdida de nitrificación de los fertilizantes. Las dimensiones de los canales de la clinoptilolita están entre 3-10 Å. Una especie de Bacteria nitrificante (Nitrosomona europea) es 100-10 000 veces mayor que la abertura en la clinoptilolita.

Mackwon encontró que una dosis equivalente de 20 Ton. métricas/Ha de erionita de diferentes tamaños, o la erionita tratada con amonio, ayudó a incrementar el porcentaje de amonio recogido de los fertilizantes de $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$. En suelos arenos-limosos y limo-arcillosos, la erionita inhibió la conversión de amonio a NO_3^- para un 30-40%. Estos resultados indican que ésta zeolita en particular podría efectivamente reducir la lixiviación de los fertilizantes tipo amoniacaes, por la retención del amonio en los canales y la reducción de la nitrificación. El NO_3^- en la forma de H^+ es más fácilmente perdido en los suelos que es la forma de NH_4^+ por la lixiviación o denitrificación.

Estudios que se hicieron en un suelo arenoso-limoso mezclado con zeolita y mezclas de clinoptilolita con un suelo limo-arcilloso nos indican que la clinoptilolita podría controlar las pérdidas de lixiviación del NH_4^+-N , sin embargo, las zeolitas son más efectivas en suelos arenosos. Solamente en dosis de aplicación altas (135 Tn métricas/Ha) en un suelo limo-arcilloso fué una clinoptilolita efectiva

en reducir las pérdidas de nitrógeno en forma de amonio. (1)

La respuesta de la planta para la clinoptilolita intercambiada con amonio fué positivo en los suelos con textura arenosa. La diferencia entre la clinoptilolita intercambiada con amonio y los tratamientos con sulfato de amonio no fueron tan grandes como los encontrados en un suelo de textura media. La absorción de nitrógeno por los tejidos de las muestras tomadas en 36 días después de una plantación de rábano, mostraron que la deficiencia de nitrógeno no sobrevino por el uso de la clinoptilolita intercambiada con amonio. Sobre otro punto cuando el sulfato de amonio fué utilizado, relativamente bajos niveles de amonio residual en el suelo y nitrato indicaron indicando que la clinoptilolita intercambiada con amonio fué benéfico en reducir la lixiviación del nitrato. La clinoptilolita intercambiada con amonio consecuentemente redujo las pérdidas por lixiviación del nitrato en todo el curso del experimento, cuando se comparó con el tratamiento de sulfato de amonio. (9)

La clinoptilolita intercambiada con amonio y una mezcla granular de la clinoptilolita y urea, fueron evaluados como fertilizantes nitrogenados de liberación lenta con experimentos de rabanos (Raphanus sativus) en invernadero, involucrando un medio de 13% de arcilla y arena y un suelo alcalino con textura de 6% de arcilla; los testigos fueron sulfato de amonio y los fertilizantes de

urea; la colocación en banda fué simulada colocando en cada recipiente el fertilizante en una capa abajo de la semilla. Los resultados indicaron que en la banda de la clinoptilolita intercambiada con amonio en los suelos de textura media resultaron en un incremento en el crecimiento de la planta, tomando en cuenta el area foliar, peso seco de la planta, peso fresco de la raiz, absorción de nitrógeno y el amonio residual en el suelo. Esto se debe a la mayor disponibilidad o las perdidas mas pequeñas de nitrógeno por desnitrificación parcialmente en la clinoptilolita intercambiada con el amonio. (9)

Ninguna diferencia significativa para los tratamientos de clinoptilolita mas urea y los tratamientos de urea, ocurrió cuando cada uno de los cuatro indices de crecimiento fueron comparados.

La urea cuando se aplicó ligeramente a un suelo alcalino con textura arenosa, puede producir y contribuir a la absorción de la planta del NH_4 no ionizado y al NO_2 donde ambos son fitotóxicos. Basado sobre los procedimientos de Lindsay y Narren, fué calculado que 50 mg de NH_3 por recipiente pudieron haber estado presentes en los suelos de textura arenosa después de la aplicación de la urea. Cuando la urea fué aplicada en ausencia de la clinoptilolita a un suelo de textura arenosa, los sintomas de toxicidad dejaron evidencia y el peso seco de toda la planta fué grandemente reducida. El beneficio de la adición de la clinoptilolita

en conjunto con suelos con grandes cantidades de urea para los suelos con textura arenosa se vieron demostrados por el incremento significativo en el área foliar, toda la planta, el peso seco, el peso fresco de las raíces y la absorción de nitrógeno. La protección probada por la clinoptilolita fue debido probablemente a su habilidad para tomar el amonio por el intercambio catiónico, además previniendo la toxicidad por NH_3 ó posiblemente por NO_2 .

Un suelo alcalino con textura arenosa muy similar fue utilizado en un experimento adicional al invernadero para confirmar la observación de que la clinoptilolita pareció reducir el daño de la urea. La urea con o sin clinoptilolita fue aplicada en banda de 4.3 cm abajo de la superficie del suelo. Las dosis de aplicación de la urea fueron 429, 643 y 858 mg/kg de suelo, La dosis de aplicación de clinoptilolita fueron 8, 12 y 16 gr/kg de suelo. Los efectos de la clinoptilolita más urea y los tratamientos de urea fueron medidos tomando en cuenta el desarrollo de la plántula y el peso seco del área foliar. Los resultados indican que la clinoptilolita puede proveer un alto nivel de protección de las plántulas. (9)

Se evaluó el crecimiento de 4 cosechas sucesivas de Rabanos (Raphanus sativus L.) en un suelo limoso afectado por 0, 8, 16, 32 Ton. métricas/Ha, de una zeolita natural (Clinoptilolita) fina y sulfato de amonio. Las dosis de zeolitas no afectaron significativamente la producción de

materia seca en la primera y segunda cosecha, sin embargo la producción de materia seca incrementó significativamente en la tercera cosecha. En la cuarta cosecha ninguna tendencia definitiva fué notada por alguna razón en la producción de materia seca.

La zeolita intercambia el amonio y su liberación lenta es especulado ser la causa del incremento. También una dosis reducida de nitrificación ó denitrificación pudo haber ocurrido, pero ninguna evidencia directa existe para sostener esa posibilidad. La presencia del suficiente nitrógeno disponible en el suelo en la primera y segunda cosecha escondieron el efecto de la adición de zeolita. Durante el tercer cultivo la disponibilidad del nitrógeno en el suelo, hasta niveles bajos y el amonio pudo haber sido liberado de la zeolita para establecer un nuevo equilibrio de la solución del suelo con el amonio disponible para la nitrificación y la absorción de la planta. (16)

Se realizó un estudio con clinoptilolita sodica para reducir el Sr⁹⁰ y el Cs¹³⁷ y reducir su adsorción para el crecimiento de las plantas sobre suelos contaminados. En la producción de frijol (Phaseolus vulgaris), las plantas crecieron en un suelo limoso, con capacidad de intercambio catiónico de 29 Meq/100 gr, pH de 6.8, M.O de 3.3%. En un experimento de invernadero aparentemente no fué aceptado por la dosis de aplicación de clinoptilolita que se

aproximaron a 22 -134 toneladas métricas/Ha. El promedio de los tratamientos sobre toda la fase de aplicación fueron bajas por la zeolita sodica para casi el 10%, pero no fueron aceptadas para la zeolita que fué tratada con 5 volúmenes de polvo de 1 N de CaCl₂. La disminución en la producción con la clinoptilolita no tratada fué causada por el alto Na donde probablemente produjeron problemas osmóticos y tóxicos.

Resultados similares fueron reportados en un segundo invernadero hechos por Nishita y Haug en 1972 en el cual el frijol, la cebada (Hordeum vulgare cv. Atlas) y trebol (Trifolium repens) fueron cultivados. Los resultados indican que la clinoptilolita sodica disminuyó la producción de frijol de 14 - 43% y la producción de cebada de 0 - 33% comparada con el testigo, aquí el alto contenido del ión sodio y el contenido de sales de la clinoptilolita, aparentemente causó la disminución en la producción. El tratamiento de intercambio de calcio de la clinoptilolita pareció moderar sustancialmente los problemas de sodicidad para los tres cultivos. (1)

La respuesta de crecimiento de maíz (Zea mays L.), el nabo (Beta vulgaris L.) y el pepino (Cucumis sativus L.) fueron evaluados bajo condiciones de campo, utilizando clinoptilolita y fertilizantes conteniendo amonio, la dosis de aplicación de la zeolita fueron de 4 y 8 Ton. métricas/Ha para nabo y pepino y de 8 Ton. métricas/Ha.

para maíz.

Los resultados indican que no se afectaron significativamente los parametros de producción de nabo y pepino ó la concentración de $\text{NH}_4\text{-N}$ y $\text{NO}_3\text{-N}$, mientras que en maíz la dosis de aplicación de clinoptilolita no tuvo efectos significativos sobre el total de materia seca ó la concentración de nitrógeno en el tejido. Sin embargo una disminución significativa en la producción de grano de maíz de 336 Kg/Ha ocurrió posiblemente al efecto de la zeolita sobre la disponibilidad de ciertos iones en el suelo. Debido a que ésta clinoptilolita es alta en sodio intercambiable, el intercambio de amonio por la estructura de la zeolita fué indudablemente acompañado en la liberación de sodio; ésta liberación del ión sodio es probablemente una razón para la reducción en la producción de grano de maíz.

En el siguiente cuadro se observa el efecto de la clinoptilolita en producción de grano, materia seca y el contenido de nitrógeno en maíz a nivel campo.

(1) Aplicación CP. (Ton/Ha)	Producción grano (Kg/Ha)	Total de materia seca (Ton/Ha)	(2) Contenido de N (%)
0	10,009	13.0	2.6
8	9,673	13.2	2.6
Significancia	*	NS	NS

(1) Clinoptilolita

(2) En tejidos

8 toneladas métricas/Ha de zeolita en maíz disminuyeron la concentración de NH_4 -N en los perfiles del suelo comparados con el testigo, en la primera y segunda muestra del suelo e incrementaron en la tercera, indicando ésto que algo de amonio fué liberado con el tiempo. (16)

Para el cultivo de nabo, las dosis de clinoptilolita no tuvieron efecto significativo sobre cualquiera de los parámetros medidos. Ninguna diferencia estadísticamente significativa fueron notados en el % de sacarosa ó azúcar recogible. La dosis de aplicación de nitrógeno produjeron un efecto significativo sobre la producción de raíces. El efecto de la dosis de clinoptilolita sobre el amonio y nitrógeno y el NO_3 -N en el perfil del suelo para cada fecha de muestreo no mostraron tendencias significantes.

En el cultivo de pepino la producción total y cantidad de nitrógeno en los peciolo, afectados por la dosis de aplicación de la clinoptilolita no tuvo efectos significantes sobre los parámetros de producción medidos.

La dosis de aplicación de nitrógeno no afectó la producción pero significativamente incrementó el contenido de nitrógeno en el peciolo de 2.8 a 3.3%. Este incremento es esperado. La falta de la influencia de la producción fué probablemente debido al hecho de que suficiente nitrógeno residual en el suelo fué disponible, y ningún nitrógeno adicional fué requerido para producir los máximos rendimientos. El efecto de la clinoptilolita sobre el

nitrógeno en forma de amonio y el nitrógeno en forma de nitrato en el suelo para cada fecha de muestreo no mostraron tendencia significativas. (16)

Orduño y Correa llevaron a cabo una investigación en el campo experimental de la escuela de agricultura y ganadería de la Universidad de Sonora, para evaluar los efectos de la zeolita natural en el rendimiento del sorgo (Sorghum bicolor). La dosis a evaluar fué de 0, 1000, 1500, y 2000 Kg/Ha de clinoptilolita, con iguales condiciones de fertilización, riego y manejo.

Los resultados obtenidos indican que el mejor de los tratamientos utilizados fué el de 2000 Kg/Ha. de clinoptilolita, superando al testigo en la producción de grano con un 10.06%.

Para la producción de forraje en materia fresca se pudo comprobar que el mejor de los tratamientos empleados fué de 1000 Kg/Ha. de clinoptilolita, superando al testigo con un 7.08% más de forraje. (4)

Lewis en 1981 utilizó una clinoptilolita tratada con NH₄ y una clinoptilolita no tratada, en una aplicación en banda y la comparó con (NH₄)₂SO₄ cuando se aplicaron a los tomates (Lycopersicon esculentum Mill). La zeolita no tuvo efecto sobre la producción de tomate. Los suelos experimentales tuvieron 85 Kg de NO₃-N/Ha. La cantidad de nitrógeno aplicado, incluyendo 56 Kg/H de fertilizante de

nitrógeno fué además estimado ser 276 Kg N/Ha. Esta cantidad fué más que un suplemento de nitrógeno adecuado para los tomates y pudo haber opacado cualquier efecto de la clinoptilolita. (1)

MATERIALES Y METODOS

El presente experimento se llevó a cabo en los invernaderos del campo experimental de la escuela de Agricultura y Ganadería de la Universidad de Sonora, localizado en el Km.21 de la carretera Hermosillo - Bahía Kino. Con una altura sobre el nivel del mar de 149 mt, una latitud norte de $29^{\circ} 00' 52''$ y una longitud oeste de $111^{\circ} 27' 56''$.

El diseño experimental utilizado fue completamente al azar, consistente en 7 tratamientos, incluyendo al testigo comercial con 4 repeticiones, teniéndose un total de 28 unidades experimentales, para lo cual se utilizaron 28 charolas de frigolit de 128 cavidades, ocupando un área total de 5.18 M^2 en el interior del invernadero.

La formulación de las distintas mezclas se hicieron en base a volumen (cuadro 1).

Una vez que se tenían los medios de enraice, se procedió a esterilizarlos con bromuro de metilo en dosis de $1 \text{ lb}/10 \text{ M}^2$. Al igual que los medios de enraice, las charolas también fueron esterilizadas con cloro al 8%, sumergiendo éstas durante varios segundos en esta solución.

Posteriormente se obtuvieron los análisis de la arena y la zeolita, resultando esta última con las siguientes propiedades; 34% de saturación, un pH de 7.25, $\text{CE}=2.1$

35

mmhos/cm, PSI=1.0, CIC=270 meq/100 gr de suelo. La arena tuvo las siguientes propiedades; un RAS=0.85, % de saturacion=21.6, un pH=6.85, CE=2.1 mmhos/cm, un PSI bajo, y una CIC de 9.85 meq/100 gr de suelo.

Al igual que en la zeolita y la arena, los tratamientos fueron analizados en el laboratorio, antes y después del experimento.

El día 27 de mayo de 1988, se llevó a cabo la siembra en húmedo, colocando 2 semillas de chile (Capsicum annuum L.) de la variedad Anaheim por cavidad. Una vez terminada la siembra se aplicó un riego de 15 minutos. Posteriormente se aplicaron 2 riegos diarios de 5 minutos cada uno, uno en la mañana y otro en la tarde, para lo cual se utilizaron microaspersores con un gasto de 35 lt/hr.

A los 13 días después de haber emergido las plántulas, se realizó una aplicación de Benomyl (Benlate) en dosis de 2 gr/lt ya que se presentó problemas de secadera provocada por Rizoctonia solani Kuhn. volviendo a repetir la misma operación a los 10 días después de la primera. Esta operación se hizo asperjando en una forma total todos los tratamientos.

A los 35 días después de la emergencia, se realizó una aplicación de permetrina en dosis de 6 ml/lt en forma preventiva contra minador de la hoja (Liriomyza sp).

Se realizaron 2 aplicaciones de solución nutritiva con un intervalo de 3 días, 2 aplicaciones de Bayfolán líquido en dosis de 2 cc/lt con un intervalo de 5 días y una aplicación de 100 ppm de Nitrógeno en base a urea (46-0-0).

Se evaluaron las variables de dinámica de crecimiento, tales como diámetro de cuello y altura de las plántulas, tomándose 3 lecturas de cada una de las variables con un intervalo de 12 días respectivamente. Estas lecturas se obtuvieron tomando 12 plántulas del centro hacia la orilla de cada repetición, obteniéndose un total de 48 lecturas por tratamiento.

Para evaluar la variable % de emergencia, se tomaron 5 lecturas, realizando un conteo de plántulas emergidas por repetición de todos y cada uno de los tratamientos.

Los análisis de suelo y foliares se llevaron a cabo en el laboratorio de la siguiente manera:

A los 56 días después de haberse realizado la siembra, fueron extraídas las plántulas y suelo de cada tratamiento respectivamente.

El análisis de suelo se llevó a cabo tomando 1 Kg de muestra de cada repetición de cada uno de los tratamientos, el cual se dejó secar a temperatura ambiente por 24 horas, para que posteriormente se determinara el contenido de N,P,K,CIC,CE,pH y % de saturación.

Para obtener los niveles foliares, se tomaron 50 plántulas del centro de la charola de cada repetición, eliminandose así el efecto de orilla. Una vez obtenidas todas las muestras, se procedió a darles un lavado con agua destilada y tomado su peso húmedo, para después ser colocadas en la estufa a una temperatura de 70 C por 24 horas para obtener el peso seco y poder molerlas de esta manera para obtener los niveles foliares de N,P,K,Fe,Zn y Na.

RESULTADOS

Análisis del porcentaje de emergencia

A los 11 días después de haberse realizado la siembra empezaron a emerger las plántulas, obteniéndose los resultados comprendidos en el cuadro No.2.

Los resultados indican que para la primera fecha del 8 de Junio, el tratamiento que mejor se comportó fue el No.5, con 8.98% de plántulas emergidas y el más bajo fue el tratamiento No.7, con 0.58%. Para la segunda fecha del 11 de Junio el tratamiento que mejor se comportó fue el No.6, con 42% y el más bajo fue el tratamiento No.7, con 10.15% de plántulas emergidas, encontrándose diferencias significativas en el porcentaje de emergencia entre la fecha 1 y 2 en todos los tratamientos (gráfica No. 1).

En la tercera fecha del 13 de Junio el tratamiento No.4 fue el que mejor se comportó, con 91.40% de emergencia de plántulas y el más bajo fue el tratamiento No.7, con 65.63%, presentándose diferencias significativas en el porcentaje de emergencia entre las fechas 2 y 3 en todos los tratamientos. Para la cuarta fecha del 15 de Junio el mejor tratamiento fue el No.4, con 95.92 % de emergencia de plántulas y el más bajo fue el tratamiento No.7, con 82.42% de emergencia, obteniéndose diferencias significativas entre la fecha 3 y 4 en los tratamientos 1, 2 y 7.

En la última fecha del 21 de Junio no hubo diferencias significativas en el porcentaje de emergencia de plántulas entre las fechas 4 y 5 en todos los tratamientos.

Analisis de la Dinámica de crecimiento

Para evaluar la Dinámica de crecimiento se evaluaron 2 parámetros:

- a) Altura de las plántulas dada en (cm) y
- b) Diámetro del tallo dado en (mm).

Los datos se obtuvieron tomando mediciones en 3 fechas, siendo estas las mismas para cada parámetro (cuadro 3 y 4)

En la primera fecha del 24 de Junio el tratamiento que mejor se comportó en cuanto a la altura de las plántulas fue el tratamiento No.2, con 2.88 cm y el más bajo fue el tratamiento No.7, con 2.41 cm, encontrándose diferencias significativas entre las fechas 1 y 2 en todos los tratamientos. (grafica 2).

Para la segunda fecha del 6 de Julio el tratamiento No.2 fue el mejor con 3.84 cm y el más bajo fue el tratamiento No.1, con 3.34 cm, no encontrándose diferencias significativas en la altura de las plantulas entre las fechas 2 y 3. En la última fecha el tratamiento No.6 (testigo) fue el mejor con 4.38 cm y el más bajo fue el tratamiento No.1, con 3.67 cm en altura de las plántulas.

En cuanto al diámetro del tallo, los resultados indican que hubo diferencias significativas en la altura de las plántulas entre las fechas, para todos los tratamientos. (grafica 3).

En la primera fecha del 24 de Junio el tratamiento NO.7 fué el que mejor se comportó en cuanto al diámetro del tallo con 1.15 mm y los tratamientos más bajos fueron los tratamientos 2, 3 y 4, con 0.75 mm. Para la segunda fecha del 6 de Julio los tratamientos que mayor diámetro tuvieron fueron los tratamientos 6 y 7, con 1.35 mm. Y para la última fecha del 19 de Julio el tratamiento que mejor se comportó fué el No.6 (testigo), con 2.00 mm y el tratamiento de menor diámetro fué el No.1, con 1.45 mm.

Cabe señalar que los tratamientos 2, 3 y 4 de cada fecha se comportaron de igual manera en cuanto al diámetro del tallo.

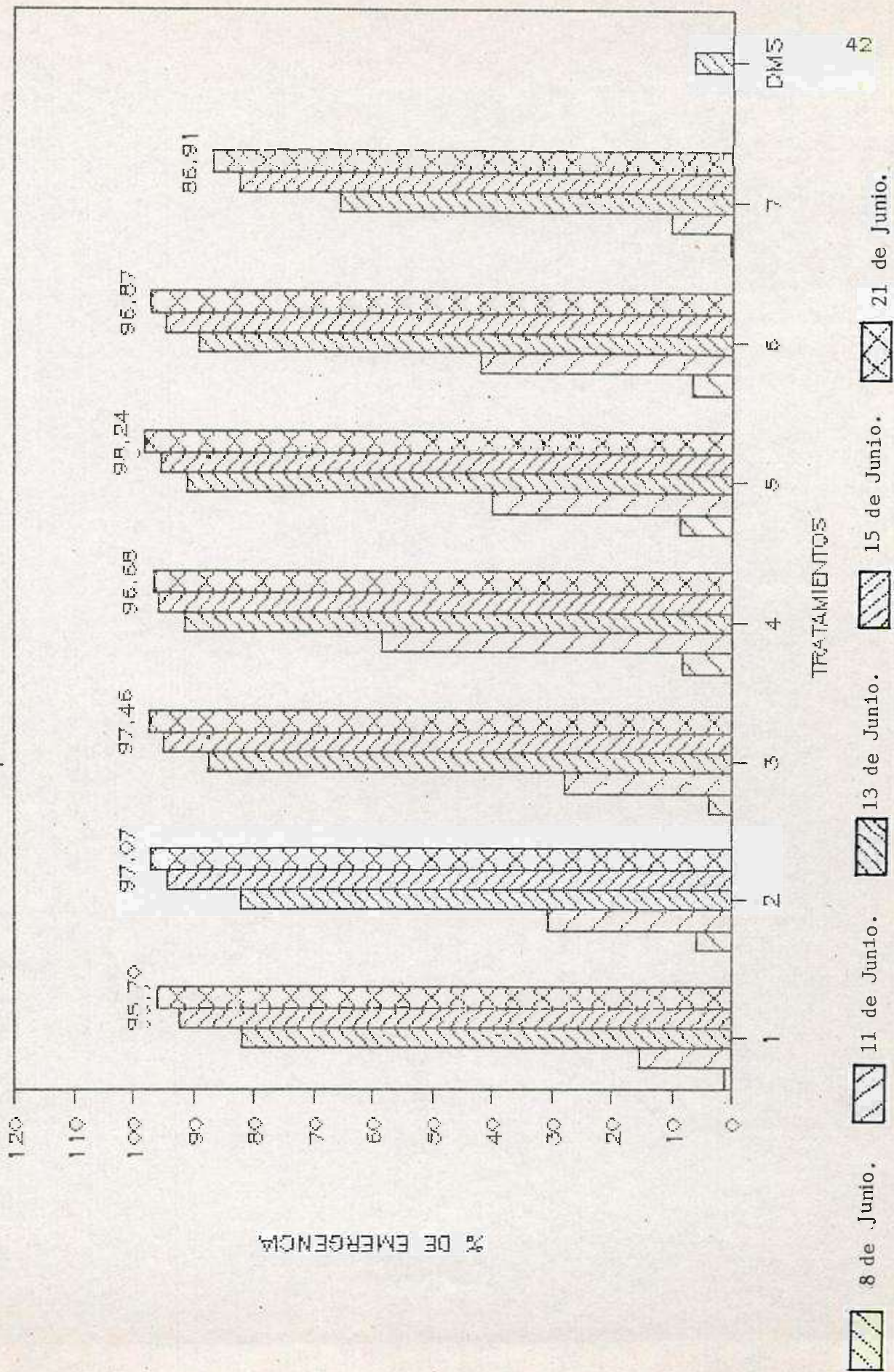
Los resultados en cuanto a materia húmeda, materia seca y analisis foliares los podemos ver claramente en los cuadros (5-11).

Cuadro # 2.- Por ciento de emergencia de las plantulas de chile bajo condiciones de invernadero.

	TRATAMIENTOS			FECHA 1	FECHA 2	FECHA 3	FECHA 4	FECHA 5
	% Z	% A	% F.C.	8 DE JUNIO	11 DE JUNIO	13 DE JUNIO	15 DE JUNIO	21 DE JUNIO
1	10	45	45	1.36	15.62	82.03	92.38	95.70
2	20	40	40	5.86	30.66	82.03	94.14	97.07
3	30	35	35	3.90	28.13	87.50	94.92	97.46
4	40	30	30	8.20	41.01	91.40	95.92	96.68
5	50	25	25	8.98	40.04	91.21	95.31	98.24
6	* PEAT-MOSS			6.83	42.0	89.06	94.53	96.87
7	50	50	0	0.58	10.15	65.63	82.42	86.91

* TESTIGO COMERCIAL

Figura # 1.— Porciento de emergencia en plantulas de chile en sus fechas.

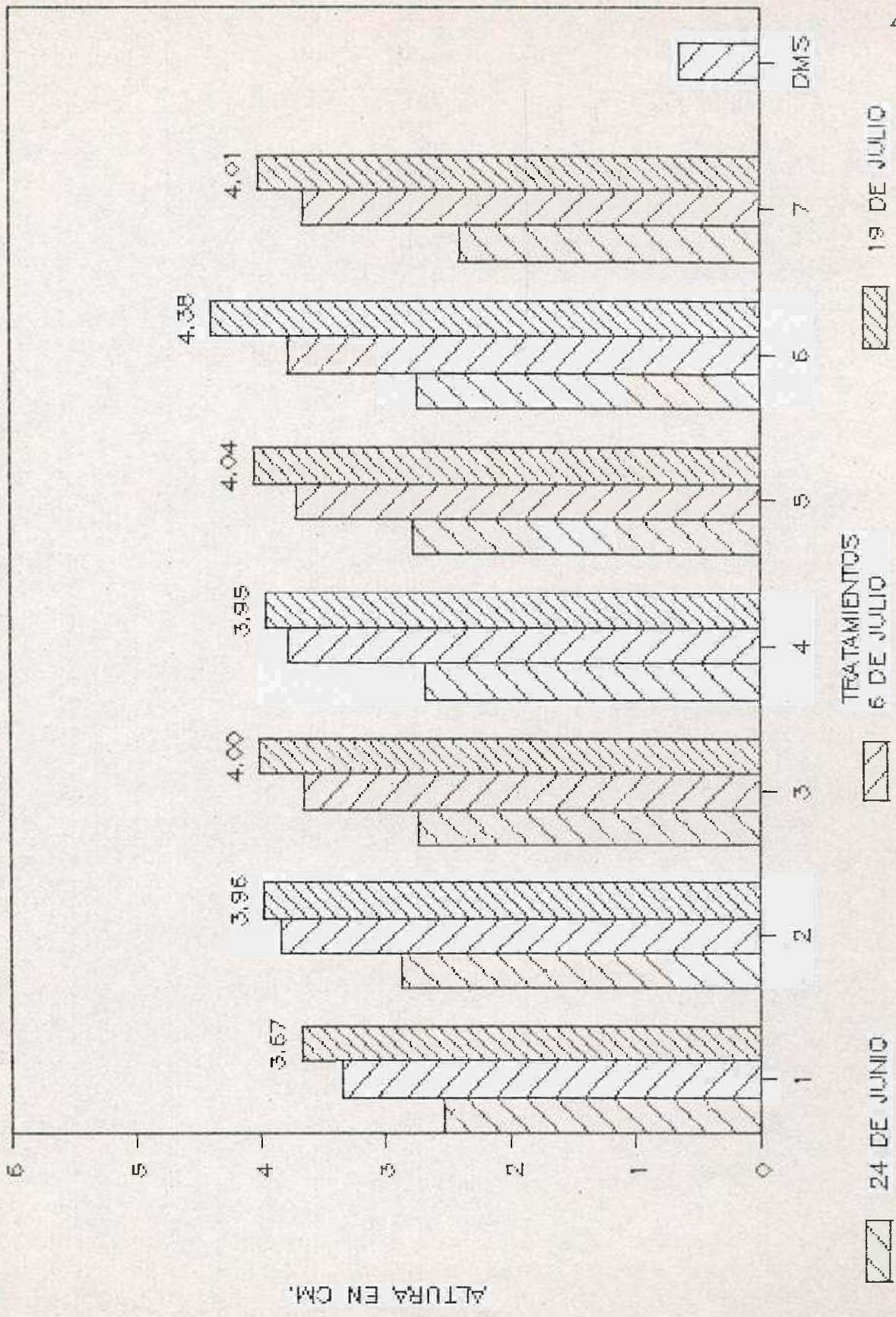


Cuadro 3: Resultados de la dinámica de crecimiento en cuanto a altura de las plántulas de chile(cm.) en sus 3 fechas de medición.

	TRATAMIENTO			FECHA 1	FECHA 2	FECHA 3
	% Z	% A	%F.C.	24 JUNIO	6 JULIO	19 JULIO
1	10	45	45	2.53	3.34	3.67
2	20	40	40	2.88	3.84	3.96
3	30	35	35	2.74	3.65	4.00
4	40	30	30	2.67	3.77	3.95
5	50	25	25	2.78	3.71	4.04
6	PEAT - MOSS *			2.73	3.78	4.38
7	50	50	0	2.41	3.65	4.01

* TESTIGO COMERCIAL.

Figura # 2.- Altura de las plantulas
(cm.) de chile en sus fechas de medicion



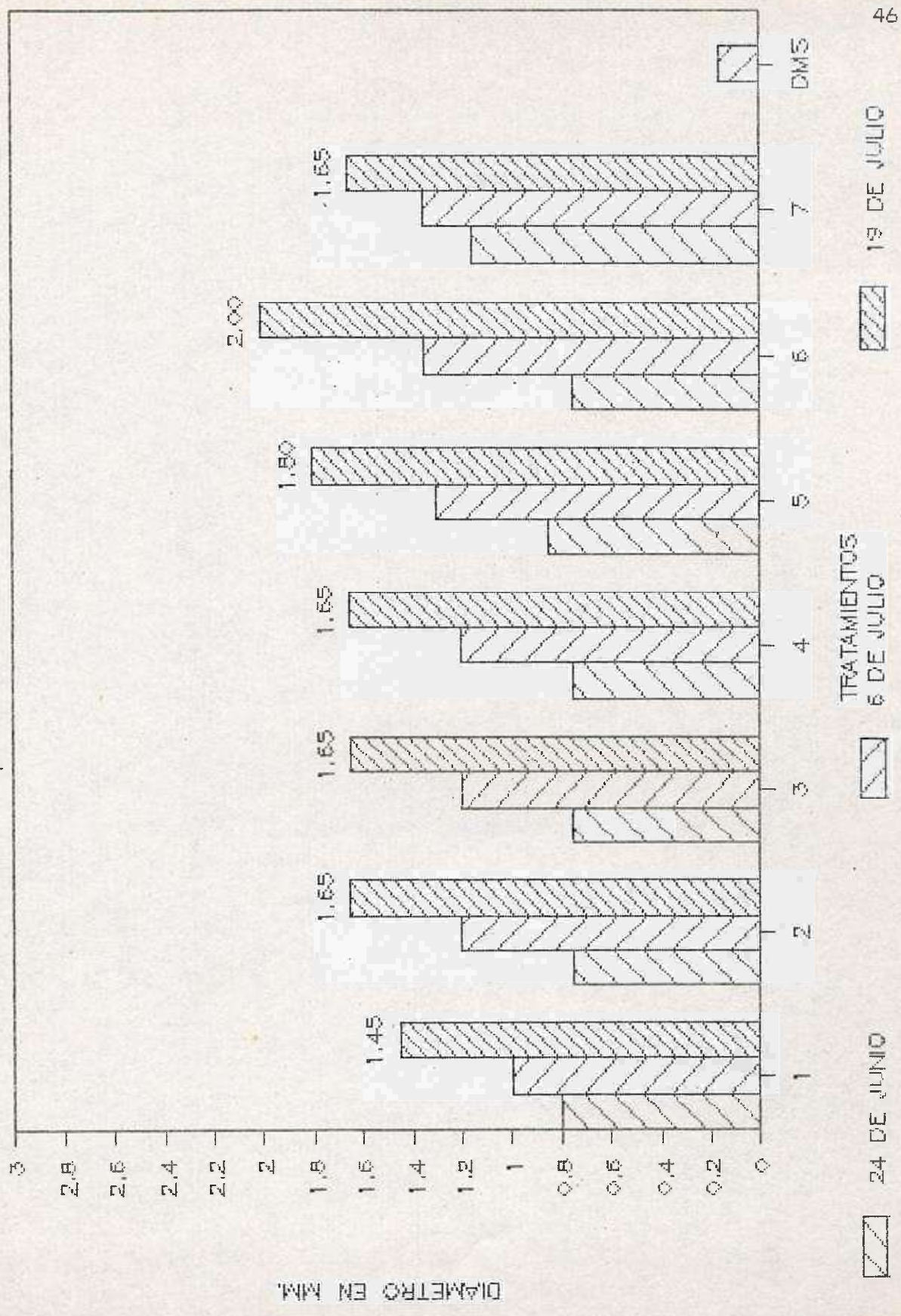
Cuadro 4 : Resultados de la dinámica de crecimiento en cuanto a diámetro del tallo (mm.) de las plántulas de chile en sus 3 fechas de medición.

	TRATAMIENTO			FECHA 1	FECHA 2	FECHA 3
	% Z	% A	%F.C.	24 JUNIO	6 JULIO	19 JULIO
1	10	45	45	0.80	1.10	1.45
2	20	40	40	0.75	1.20	1.65
3	30	35	35	0.75	1.20	1.65
4	40	30	30	0.75	1.20	1.65
5	50	25	25	0.85	1.30	1.80
6	FEAT - MOSS *			0.75	1.35	2.00
7	50	50	0	1.15	1.35	1.65

* TESTIGO COMERCIAL.

Figura # 3.- Diámetro del tallo (mm.)

de las plantitas de chile en sus fechas



CUADRO 5 : PRODUCCION DE MATERIA HUMEDA Y MATERIA SECA DE LAS PLANTULAS DE CHILE EN INVERNADERO

	TRATAMIENTO			%	%
	%Z	%A	%F.C.		
I	10	45	45	87.29 a	12.70 a
IV	40	30	30	87.15 a	12.85 a
III	30	35	35	86.61 a	13.38 a
V	50	25	25	86.36 a	13.63 a
II	20	40	40	85.71 a	14.29 a
VII	50	50	0	85.13 a	15.37 a
VI	FEAT	-	MOSS *	84.56 a	15.18 a
TESTIGO COMERCIAL				C.V.=1.94%	C.V.=12.00%

Medias con la misma letra, son iguales significativamente según prueba de Duncan al 5%.

CUADRO 6: Contenido de Nitrógeno total en % de las plántulas de chile en invernadero.

TRATAMIENTO				% DE NITRÓGENO TOTAL
	%Z	%A	%F.C.	
VII	50	50	0	1.3000 a
VI	PEAT - MOSS		*	1.2500 a
IV	40	30	30	0.9500 b
I	10	45	45	0.9250 b
V	50	25	25	0.8950 b
III	30	35	35	0.8625 b
II	20	40	40	0.8425 b

* TESTIGO COMERCIAL

C.V.= 10.16%

Medias con la misma letra son iguales significativamente según prueba de Duncan al 5% .

CUADRO 7: Contenido de Fósforo en% de las plántulas de chile en invernadero.

TRATAMIENTO				% DE FOSFORO
%Z	%A	% F.C.		
I	10	45	45	0.1210 a
III	30	35	35	0.0975 a b
V	50	25	25	0.0968 a b
VI	FEAT - MOSS		*	0.0950 a b
II	20	40	40	0.0935 a b
IV	40	30	30	0.0805 b c
VII	50	50	0	0.0600 c

* TESTIGO COMERCIAL

C.V.= 22.69%

Medias con la misma letra son iguales significativamente según prueba de Duncan al 5%.

CUADRO 8 :Contenido de Potasio en % de las plántulas de Chile en invernadero.

	TRATAMIENTO			% DE POTASIO
	%Z	%A	%F.C.	
I	10	45	45	2.990 a
VI	FEAT - MOSS *			2.640 a b
II	20	40	40	2.503 a b
V	50	25	25	2.348 a b
IV	40	30	30	2.270 a b
VII	50	50	0	2.233 a b
III	30	35	35	1.880 b
* TESTIGO COMERCIAL				C.V. = 22.16%

Medias con la misma letra son iguales significativamente según prueba de Duncan al 5%.

Ris. T. 1823

CUADRO 9: Contenido de Sodio en% de las plántulas de chile en invernadero. 51

TRATAMIENTOS				% DE SODIO
%Z	%A	%F.C.		
VI	PEAT - MOSS	*		0.5300 a
I	10	45	45	0.5250 a
II	20	40	40	0.5000 a
IV	40	30	30	0.4750 a
V	50	25	25	0.4650 a
VII	50	50	0	0.4475 a
III	30	35	35	0.3950 a
* TESTIGO COMERCIAL				C.V.= 17.60%

Medias con la misma letra son iguales significativamente según prueba de Duncan al 5%.

CUADRO 10: Contenido de Hierro en ppm de las plántulas de chile en invernadero.

	TRATAMIENTO			PPM DE FIERRO
	%Z	%A	%F.C.	
VII	50	50	0	563.12 a
III	30	35	35	417.48 b
V	50	25	25	361.90 b c
IV	40	30	30	321.12 b c d
I	10	45	45	296.18 b c d
II	20	40	40	231.63 c d
VI	PEAT - MOSS		*	189.65 d

* TESTIGO COMERCIAL

C.V.= 25.46%

Medias con la misma letra son iguales significativamente según prueba de Duncan al 5%.

CUADRO 11: Contenido de Zinc en ppm de las plántulas de chile en invernadero.

	TRATAMIENTO			PPM DE ZINC
	%Z	%A	%F.C.	
II	20	40	40	91.500 a
I	10	45	45	64.000 b
III	30	35	35	57.575 b c
IV	40	30	30	57.400 b c
V	50	25	25	56.400 b c
VI	PEAT - MOSS		*	51.025 b c
VII	50	50	0	46.725 c

* TESTIGO COMERCIAL

C.V. = 15.07%

Medias con la misma letra son iguales estadísticamente según prueba de Duncan al 5% .

DISCUSIONES

La discusión se llevó a cabo en base a los resultados obtenidos del experimento y haciendo la comparación entre los parámetros analizados y el testigo, además de los problemas que se tuvieron durante el trayecto del experimento.

En base al porcentaje de emergencia, los resultados indican que a los 11 días los tratamientos 4, 5 y 6 fueron los que tuvieron las primeras plántulas emergidas, pero al finalizar el experimento, todos los tratamientos se comportaron de una manera muy similar, no encontrándose diferencias significativas entre los tratamientos. (cuadro 2). Además se observó que el tratamiento No. 7 fué el que tuvo menos plántulas emergidas hasta la tercera fecha. Esto puede deberse a la gran compactación que existía en este tratamiento.

A partir de la cuarta fecha empezaron a emerger más rápido las plántulas del tratamiento No. 7, alcanzando comportamientos similares entre los demás tratamientos al finalizar el experimento. Estos resultados pueden deberse a las características de deshidratación de la Clinoptilolita, ya que al principio del experimento cuando se regaba el tratamiento No. 7, este no alcanzaba a mojarse totalmente, sino que alcanzaba a mojarse de una manera superficial lo cual formaba una capa superficialmente dura, lo que daba la característica de compactación, posteriormente este se fué

mojando poco a poco hasta llegarse a mojar totalmente, de tal manera que había ocasiones en que se lavaba totalmente todo el material de una cavidad.

Otro de los problemas que se tuvieron por la falta de porosidad en el tratamiento No. 7, fué el de que había plántulas quemadas, esto puede atribuirse a la falta de humedecimiento del medio.

En cuanto a la dinámica de crecimiento, el tratamiento que mejor se comportó en cuanto a altura de las plántulas dado en cm. y el diámetro del tallo en mm. fué el tratamiento No. 6 (testigo). Esto se debe a que el Peat-moss contenía 79.4 ppm de $N-NO_3$ (cuadro 12) antes de ser utilizado, por lo que las plántulas lo aprovecharon y se desarrollaron mas vigorosamente que las plántulas tratadas con Clinoptilolita, las cuales contenian la mínima cantidad de $N-NO_3$ entre 7 y 9 ppm.

3

Al finalizar el experimento y al tratar de sacar el cepellón completo, esto fué imposible, ya que la Clinoptilolita no da la suficiente fuerza para dar cuerpo al cepellón, por lo que al momento de intentar sacarlo, este se desmoronaba, saliendo nada mas la mitad ó menos del cepellón. Esto lo hace incosteable a nivel comercial, ya que sería impráctico en plantaciones de superficies mayores.

CONCLUSIONES

En base al objetivo planteado en esta investigación, el cual era el de tratar de obtener el mejor medio de enraice tratado con clinoptilolita para la obtención de plántulas de chile bajo condiciones de invernadero, podemos concluir que:

- 1.- El tratamiento# 7 fué el que tuvo menos porciento de emergencia, ya que este presentaba una mayor compactación en el medio de enraice, comparado con los demás tratamientos.
- 2.- El tratamiento que mejor se comportó en cuanto a diámetro del tallo y altura de la plántula fué el tratamiento# 6 (testigo), ya que este contenía cerca de 80 ppm de NO₃ en comparación con los demás tratamientos los cuales contenían una mínima cantidad de nitratos.
- 3.- El tratamiento# 7 fué el que tuvo mejores resultados en cuanto al contenido de materia seca, mientras que el tratamiento # 1 fué el que se comportó con mayor cantidad de materia fresca.
- 4.- La gran compactación del tratamiento# 7, se debió a que esta contiene un material puzolánico el cual se utiliza para la elaboración de cementos.
- 5.- La clinoptilolita no aportó la suficiente fuerza para dar cuerpo al cepellón al extraerlo de las charolas

- 6.- Todos los tratamientos eran lo suficientemente porosos ya que escurría todo el exceso de agua.
- 7.- Las plántulas lograron desarrollarse sin ningún tipo de fitotoxicidad.
- 8.- Las plántulas tratadas con clinoptilolita mostraron una deficiencia en cuanto a clorofila, altura y diámetro, ya que esta no se trató con ningún tipo de fertilizante nitrogenado.

RECOMENDACIONES

- 1.- Bajar el % de zeolita en las mezclas de este experimento e incrementar la dosis de materia orgánica.
- 2.- Probar con otros tipos de materia orgánica.
- 3.- No se recomiendan las mezclas de los tratamientos de este experimento.
- 4.- Probar mezclas de clinoptilolita con peat-moss.
- 5.- Probar con otro tipo de clinoptilolita de los yacimientos de nuestro Estado.
- 6.- No se recomienda utilizar la clinoptilolita sin haberla combinado con algún fertilizante nitrogenado.
- 7.- Dar un pretratamiento a la clinoptilolita con amonio antes de hacer las mezclas para ser utilizadas.
- 8.- Continuar las investigaciones tomando como base los resultados obtenidos en este experimento.
- 9.- Disernir la importancia de lo que las zeolitas naturales representan a nivel agrícola.

BIBLIOGRAFIA

- 1.- Barbarick, k.A. and H.J. Pirela. 1983. Agronomic and horticultural uses of zeolites. Colorado. Departament of agronomic, Colorado State University. P. 93
- 2.- Bassett, M.S. ed. 1986. Breeding vegetable crops. University of Florida, Gansville, Florida. AVI publishing company, Inc. Pp. 69, 70.
- 3.- Centro de Investigación y Desarrollo de los recursos naturales de Sonora y Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. 1987. Prioridades hacia el siglo XXI. Sonora, Investigación y Desarrollo. Folleto No. 6. Pp. 16-18.
- 4.- Correa, C. L. 1987. Evaluación del efecto de las zeolitas naturales en el rendimiento del sorgo (Sorghum bicolor L.). Hermosillo, Sonora. Universidad de Sonora, Escuela de Agricultura y Ganadería. (Tesis).
- 5.- Drzaj, B. S. and S. Pejovnik. 1985. Natural Zeolites: Processing, present and possible applications. Yugoslavia. Institute of applied Chemistry, faculty of Engineering, University of Napoles (Italy). Pp. 503, 510.

- 6.- Halfacre, R. G. y J. A. Barden. 1979. Horticultura. México, D. F. AGT Editor. Pp. 532, 533.
- 7.- Hartmann, H. T. y D. E. Kester. 1986. Propagación de plantas. México, D. F. Ed. C.E.C.S.A. Pp. 40, 44.
- 8.- Lefond, S. J. 1975. Industrial Minerals and rocks society of mining engineers. 4th. Edition. Canada. Editor in chief. Pp. 1235, 1265.
- 9.- Lewis, M.D., F. D. Morre and N. L. Gobberry. 1983. Ammonium exchange clinoptilolite and granulated clinoptilolite with urea as nitrogen fertilizers. Colorado. Departament of Collins. Pergamon press. Pp. 107-110.
- 10.- Lorenz, D. A. and D. N. Maynard. 1988. Handbook for vegetable growers. 3rd. Edition. Canada. John Wiley and Sons. Pp. 21, 342.
- 11.- México. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas. 1982. Ciclos de cultivos. Secretaria de agricultura y recursos Hidráulicos. Pp. 28, 29.
- 12.- Mortensen, E. y E. Bullard. 1975. Horticultura tropical y subtropical. México, D. F. Ed. Pax-México. Pp. 98, 99.
- 13.- Mumpton, F. A. 1975. Ocurrence and Utilization of Natural zeolites. Departament of the Earth Science, State University College, New York,

U. S. A. Pp. 215- 218.

- 14.- New Zelad, Ministry of agriculture and Fisheries. 1980. Horticultural produce and practice capsicums: varieties and culture in greenhouses. Boletín. No.1
- 15.- Paz, A. U. y J. M. Domínguez. 1987. Nuevos Métodos de Microscopia para el estudio de las zeolitas. Ciencia y Desarrollo. 13 (77) : 65-67.
- 16.- Pirela, H. J., D. G. Westfall and K. A. Barbarick. 1983. Use of clinoptilolite in combination with nitrogen fertilization to increase plant growth. Colorado. Departament of Agronomy, Colorado State University. Pp. 113, 114.
- 17.- Resh, H. M. 1987. Cultivos Hidropónicos. 2da. Edición. Madrid.España. Ediciones Mundi-Prensa. P. 89, 90.
- 18.- Rochín Hernández, H. A. 1987. Efectos de dos fitoreguladores sobre la germinación y velocidad de emergencia en semillas de chile (Capsicum Annuum L.) California Wonder, a nivel invernadero. Hermosillo, Sonora. Universidad de Sonora. Escuela de Agricultura y Ganadería. Pp. 11-13. (Tesis).
- 19.- Salisbury, E. D. y W. E. Ford. 1976. Tratados de mineralogía. España. C.E.C.S.A. Pp. 510, 512.

- 20.- Samaniego, V. S. 1987. Geología de Depósito "El Alamo" de Agua Prieta, Sonora. Hermosillo Sonora. Dirección General de Fomento Minero. Gobierno del Estado de Sonora. Folleto No. 1 Pp. 3-5.
- 21.- Sanchez del Castillo, F. y E. R. Escalante Robolledo. 1983. Hidroponía: Principios y Métodos de cultivo. México. Universidad Autónoma de Chapingo, Chapingo, México. Pp. 53, 58, 111, 112.
- 22.- Semmens, M. J. 1985. Cation-Exchange properties of natural zeolites. Department of civil and mineral engineers, University of Minnesota. Pp. 43-53.
- 23.- Sims, W. L. and P. G. Smith. 1982. Growing Peppers in California. Division of Agricultural Science. University of California. P. 5.
- 24.- Society of mining engineers of Aime. 1974. Explotation for deposits of natural zeolite minerals in the Western United State. P. 2.
- 25.- Sociedad Geológica Mexicana. 1978. Una nueva localidad de zeolitas volcanosedimentarias en México. México. Tomo XXXIX No. 2. Pp. 136-141.
- 26.- Splittstoesser, W. E. 1984. Vegetable Growing Handbook. 2nd. Edition. U.S.A. AVI Publishing Company Inc. P. 250.

- 27.- Tamaro, D. 1988. Manual de Horticultura. México, D. F. ⁶³
Ediciones G. Gili. Pp. 358-360.
- 28.- Thompson, H. C. and W. C. Kelly. 1957. Vegetable
Crops. 5th. edition. New York. Mc Graw-Hill. Pp.
509, 510.

CUADRO 1: TRATAMIENTOS UTILIZADOS EN EL EXPERIMENTO CON SU COMPOSICION DE ZEOLITA, ARENA Y FIBRA DE COCO EN BASE A VOLUMEN.

TRATAMIENTO	PORCIENTO DE VOLUMEN		
	ZEOLITA	ARENA	FIBRA DE COCO
1	10	45	45
2	20	40	40
3	30	35	35
4	40	30	30
5	50	25	25
6	* PEAT	- MOSS	COMERCIAL
7	50	50	0

* TESTIGO

DENSIDAD DE CADA UNO DE LOS COMPONENTES DE LAS MEZCLAS:

a.- Peat-moss= 220 gr./Lt.

b.- Arena= 1660 gr./Lt.

c.- Zeolita = 1145 gr./Lt.

d.- Fibra de coco= 114 gr./Lt.

Cuadro 12: Características de los tratamientos antes de ser utilizados como medios de enraize.

	PPM N-NO3	PPM P-PO4	PPM K	% SAT.	P.H.	CE(Mmhos/cm.)	C. I.C. (Meq./100gr.)
TRATAMIENTO 1	7.3	33.18	452	41	6.75	1.82	13.69
TRATAMIENTO 2	7.3	24.74	444	40.3	6.75	1.9	14.63
TRATAMIENTO 3	8.0	21	315	37.66	6.8	1.82	13.04
TRATAMIENTO 4	7.65	16.2	248	36.3	6.95	1.46	13.47
TRATAMIENTO 5	7.65	11.93	285	35.6	6.95	1.48	13.48
* TRATAMIENTO 6	79.4	131	231	345	6.4	0.87	65.8
TRATAMIENTO 7	9.35	7.24	147	25.3	7.65	0.61	12.97

* Peat-Moss Comercial

Cuadro 13: Características de los tratamientos después de ser utilizados como medios de enraize.

	PPM N-NO3	PPM P-PO4	PPM K	% SAT.	P.H.	CE(Mmhos/cm.)	C. I.C. (Meq./100gr.)
TRATAMIENTO 1	0	12.54	220	49	7.05	0.9	14.4
TRATAMIENTO 2	0	36.32	209	47.3	6.92	1.0	14.6
TRATAMIENTO 3	0	10.68	176	42.3	7.22	1.0	14.2
TRATAMIENTO 4	0.40	9.92	226	37.6	7.18	1.1	13.4
TRATAMIENTO 5	0	9.95	185	37	7.18	0.80	13.8
* TRATAMIENTO 6	39.38	19.05	166	300	7.3	0.7	49.78
TRATAMIENTO 7	0	9.40	239	21.6	7.12	1.1	17.8

* Peat-Moss Comercial

CUADRO 14: ANALISIS DE VARIANZA PARA EL % DE EMERGENCIA DE LAS PLANTULAS DE CHILE EN INVERNADERO

FUENTE	G.L.	S.C.	C.M.	F.CAL.	F 0.05	F 0.01
TRATAMIENTO	6	4730.5926	788.4321	39.3 **	2.191	2.988
FECHA	4	191820.2705	47955.0676	2390.55 **	2.463	3.513
TRAT*FECHA	24	2070.7577	86.2815	4.3 **	1.573	1.983
ERROR	105	2106.3293	20.0602			
TOTAL	139	200727.9501				

C.V.=7.28%

CUADRO 15: ANALISIS DE VARIANZA PARA LA DINAMICA DE CRECIMIENTO EN CUANTO ALTURA DE DE LAS PLANTULAS (CM.) DE CHILE EN INVERNADERO

FUENTE	G.L.	S.C.	C.M.	F.CAL.	F 0.05	F 0.01
TRATAMIENTO	6	1.5664	0.261	1.31 NS	2.254	3.119
FECHA	2	26.5238	13.2619	66.74 **	3.15	4.977
TRAT*FECHA	12	0.7182	0.0598	0.3 NS	1.917	2.496
ERROR	63	12.519	0.1987			
TOTAL	83	41.3274				

C.V.=12.90%

CUADRO 16: ANALISIS DE VARIANZA PARA LA DINAMICA DE CRECIMIENTO EN CUANTO A DIAMETRO DEL TALLO(MM.) PARA LAS PLANTULAS DE CHILE EN INVERNADERO

FUENTE	G.L.	S.C.	C.M.	F.CAL.	F 0.05	F 0.01
TRATAMIENTO	6	0.7314	0.1219	9.97 **	2.254	3.119
FECHA	2	10.4638	5.2319	428.06 **	3.150	4.977
TRAT*FECHA	12	0.6828	0.0569	4.66 **	1.917	2.496
ERROR	63	0.7000	0.01220			
TOTAL	83	12.648				

C.V.=8.81%

CUADRO 17: ANALISIS DE VARIANZA PARA EL % DE NITROGENO TOTAL EN LAS PLANTULAS DE CHILE EN INVERNADERO

FUENTE	G.L.	S.C.	C.M.	F.CALC.	F 0.05	F 0.01
TRATAMIENTO	6	0.861	0.1435	13.80 **	2.573	3.812
ERROR	21	0.2183	0.0103			
TOTAL	27	1.0794				

C.V.=10.16%

CUADRO 18: ANALISIS DE VARIANZA PARA EL % DE FOSFORO EN LAS PLANTULAS DE CHILE EN INVERNADERO

FUENTE	G.L.	S.C.	C.M.	F.CALC.	F 0.05	F 0.01
TRATAMIENTO	6	0.0082	0.0013	3.15 *	2.573	3.812
ERROR	21	0.0091	0.0004			
TOTAL	27	0.0174				

C.V.=22.68%

CUADRO 19 : ANALISIS DE VARIANZA PARA EL % DE POTASIO EN PLANTULAS DE CHILE EN INVERNADERO

FUENTE	G.L.	S.C.	C.M.	F.CALC.	F 0.05	F 0.01
TRATAMIENTO	6	2.935	0.4891	1.72 NS	2.573	3.812
ERROR	21	5.9834	0.2849			
TOTAL	27	8.9184				

C.V.=22.15%

CUADRO 20: ANALISIS DE VARIANZA PARA EL % DE SODIO EN PLANTULAS DE CHILE EN INVERNADERO

FUENTE	G.L.	S.C.	C.M.	F.CALC.	F 0.05	F 0.01
TRATAMIENTO	6	0.0535	0.00890	1.27 NS	2.573	3.812
ERROR	21	0.147800	0.00700			
TOTAL	27	0.2014				

C.V.=17.60%

CUADRO 21: ANALISIS DE VARIANZA PARA LAS FPM DE FIERRO EN LAS PLANTULAS DE CHILE EN INVERNADERO

FUENTE	G.L.	S.C.	C.M.	F.CALC.	F 0.05	F 0.01
TRATAMIENTO	6	371574.9821	61929.164	8.26 **	2.573	3.812
ERROR	21	157494.528	7499.739			
TOTAL	27	529069.5096				

C.V.=25.45%

CUADRO 22: ANALISIS DE VARIANZA PARA LAS PPM DE ZINC EN LAS PLANTULAS DE CHIEL DE INVERNADERO

FUENTE	G.L.	S.C.	C.M.	F.CALC.	F 0.05	F 0.01
TRATAMIENTO	6	5114.6271	852.438	10.10 **	2.573	3.812
ERROR	21	1771.6225	84.363			
TOTAL	27	6886.2496				

C.V.=15.07%

CUADRO 23: ANALISIS DE VARIANZA PARA LA PRODUCCION DE MATERIA SECA EN LAS PLANTULAS DE CHILE BAJO INVERNADERO

FUENTE	G.L.	S.C.	C.M.	F.CALC.	F 0.05	F 0.01
TRATAMIENTO	6	27.3812	4.563500	1.64 NS	2.573	3.812
ERROR	21	58.58070	2.789500			
TOTAL	27	85.962				

C.V.=12.00%

CUADRO 24: ANALISIS DE VARIANZA PARA LA PRODUCCION DE MATERIA HUMEDA EN PLANTULAS DE CHILE BAJO INVERNADERO

FUENTE	G.L.	S.C.	C.M.	F.CALC.	F 0.05	F 0.01
TRATAMIENTO	6	25.2692	4.211500	1.50 NS	2.573	3.812
ERROR	21	58.87850	2.803700			
TOTAL	27	84.1477				

C.V.=1.94%