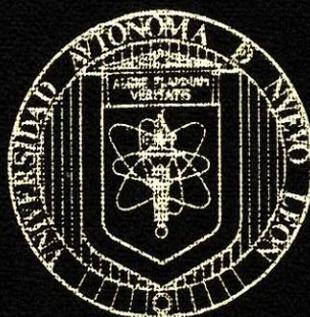


UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE AGRONOMIA



EVALUACION DE POLIMEROS AGRICOLAS  
EN EL CULTIVO DE CHILE SERRANO  
(Capsicum annuum L.) CULTIVAR "HIDALGO"

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERO AGRONOMO FITOTECNISTA

PRESENTA

NORMA ANGELICA VELASCO PERALES

T

SB351

.C5

V4

C.1



1080063147

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE AGRONOMIA



EVALUACION DE POLIMEROS AGRICOLAS  
EN EL CULTIVO DE CHILE SERRANO  
(*Capsicum annum* L.) CULTIVAR "HIDALGO"

INGENIERO AGRONOMO FITOTECNISTA

COMITE TESIS  
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERO AGRONOMO FITOTECNISTA

PRESENTA

NORMA ANGELICA VELASCO PERALES

Asesor auxiliar

Ing. M.Sc. Fermín Muñoz Velasco

Asesor auxiliar

  
Dra. Elizabeth Cárdenas Carda

MARIN, N. L.

AGOSTO DE 1993

011627 e

T  
5B351  
.C5  
V4

040.635

FA3

1993

C.5.



Biblioteca Central  
Magna Solidaridad

Tesis

**UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON**

**FACULTAD DE AGRONOMIA**

**DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA**

**EVALUACION DE POLIMEROS AGRICOLAS EN EL CULTIVO DE CHILE**

**SERRANO (*Capsicum annum L.*) cultivar "Hidalgo"**

**TESIS**

**ELABORADA POR:**

**NORMA ANGELICA VELASCO PERALES**

**ACEPTADA Y APROBADA COMO REQUISITO PARCIAL**

**PARA OBTENER EL TITULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO AGRONOMO FITOTECNISTA**

**COMITE SUPERVISOR DE TESIS**

**Asesor principal**



**Ph.D. Emilio Olivares Sáenz**

**Asesor auxiliar**



**Ing. M.Sc. Fermín Montes Cavazos**

**Asesor auxiliar**



**Dra. Elizabeth Cárdenas Cerda**

**DEDICATORIA:**

**A DIOS.**

**A MIS PADRES: Sr. Salomón Velasco Molina y Sra. Bellarmina**

**Perales de Velasco.**

**A MIS HERMANOS: Ma. del Rocío, Jesús y Eduardo.**

**A MIS TIAS: Sras. Dora María Escudero Martínez, Maricela**

**Perales Martínez e Inocencia Perales Martínez.**

**Y DE UNA MANERA MUY ESPECIAL**

**A UNA SEÑORA QUE SABE INSPIRAR EL AMOR Y VALOR NECESARIO**

**PARA SALIR SIEMPRE ADELANTE: Sra. BELEN MARTÍNEZ CAMARGO**

**Gracias abuelita.**

**A MIS AMIGOS Y A LAS PERSONAS QUE ME QUIEREN Y CREEN EN**

**MI.**

## **AGRADECIMIENTOS:**

Al Ph. D. Emilio Olivares Sáenz por su asesoría y tiempo dedicado en la realización y revisión de esta tesis.

A la Dra. Elizabeth Cárdenas Cerda por su disponibilidad para la revisión de esta tesis.

Al Ing. M. Sc. Fermín Montes Cavazos por su ayuda en la asesoría y revisión de esta tesis.

A los maestros de la facultad de agronomía que se dedican a su profesión de una manera honesta y que me ayudaron a formarme como profesional.

A todos mis compañeros de clase y a todo el personal que trabaja en bien de la facultad de agronomía de la U.A.N.L.

**A LA F.A.U.A.N.L. Y AL PUEBLO DE MEXICO POR DARME  
EDUCACION.**

**UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON**

**FACULTAD DE AGRONOMIA**

**DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA**

**EVALUACION DE POLIMEROS AGRICOLAS EN EL CULTIVO DE CHILE**

**SERRANO (*Capsicum annuum L.*) cultivar "Hidalgo"**

**TESIS**

**ELABORADA POR:**

**NORMA ANGELICA VELASCO PERALES**

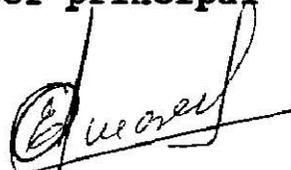
**ACEPTADA Y APROBADA COMO REQUISITO PARCIAL**

**PARA OBTENER EL TITULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO AGRONOMO FITOTECNISTA**

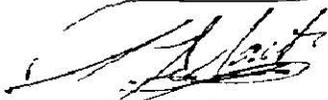
**COMITE SUPERVISOR DE TESIS**

**Asesor principal**



**Ph.D. Emilio Olivares Sáenz**

**Asesor auxiliar**



**Ing. M.Sc. Fermín Montes Cavazos**

**Asesor auxiliar**

**Dra. Elizabeth Cárdenas Cerda**



"Bendita seas tú, áspera Materia, gleba estéril, dura roca,  
tú que no cedes más que a la violencia y nos obligas a  
trabajar si queremos comer.

"Bendita seas, poderosa Materia, evolución irresistible,  
realidad siempre naciente, tú que haces estallar a cada  
momento nuestros cuadros y nos obligas a buscar,  
cada vez más lejos, la Verdad.

Himno a la Materia.

PIERRE THEILARD DE CHARDIN.

## INDICE

I. INTRODUCCION.....	1
II. REVISION DE LITERATURA.....	3
2.1. El Cultivo del Chile.....	3
2.1.1 Descripción del Chile Serrano Var. "Hidalgo".....	3
2.1.2 Necesidades Edáficas y Climáticas del Chile.....	3
2.1.2.1 Suelo.....	3
2.1.2.2 Humedad.....	4
2.1.2.3 Humedad del Suelo.....	5
2.1.2.4 Temperatura.....	6
2.1.2.5 Luz.....	6
2.2. El Agua en el Suelo y la Planta.....	6
2.2.1 Importancia del Agua.....	6
2.2.2 El Agua en el Suelo.....	8
2.2.3 Retención del Agua en el Suelo.....	9
2.2.4 Requerimiento de Agua por las Plantas.....	10
2.2.5 Eficacia del Empleo del Agua.....	11
2.2.6 Respuestas de la Planta a la Deficiencia de Agua.....	12
2.2.6.1 Cambios Morfológicos.....	12
2.2.6.2 Cambios Fisiológicos.....	13
2.3. Polímeros.....	15
2.3.1 Utilización de los Polímeros en la Agricultura.....	15
2.3.2 Características Físicas y Químicas de los polímeros.....	16
2.3.3 Protección al Ambiente.....	16
2.3.4 Ventajas de la Incorporación de polímeros al Suelo.....	17
2.4. Trabajos Relacionados.....	18

<b>III. MATERIALES Y METODOS.....</b>	<b>23</b>
3.1 Localización.....	23
3.2 Clima.....	23
3.3 Suelo.....	23
3.4 Experimento 1	
(ciclo Prim-Ver. de 1992).....	24
3.4.1 Materiales.....	24
3.4.2 Métodos.....	25
3.4.3 Descripción de Tratamientos	
y Diseño Experimental.....	25
3.4.4 Variables Estudiadas.....	28
3.5 Experimento 2	
(ciclo Prim-Ver. de 1993).....	29
3.5.1 Materiales.....	29
3.5.2 Métodos.....	30
3.5.3 Descripción de Tratamientos	
y Diseño Experimental.....	30
3.5.4 Variables Estudiadas.....	31
<b>IV. RESULTADOS Y DISCUSION /.....</b>	<b>32</b>
4.1 Experimento 1.....	32
4.1.1 Polímeros.....	32
4.1.2 Humedad.....	36
4.2 Experimento 2.....	36
<b>V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>40</b>
<b>VI. RESUMEN.....</b>	<b>42</b>
<b>VII. BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>44</b>
<b>VIII. APENDICE /.....</b>	<b>47</b>

## INDICE DE CUADROS Y FIGURAS.

### Cuadros del texto.

- Cuadro 1: Comparación de medias de polímeros para el peso de chiles en el segundo corte..... 33
- Cuadro 2: Comparación de medias de polímeros para el número total de chiles..... 34
- Cuadro 3: Comparación de medias de polímeros para el peso total de chiles..... 35
- Cuadro 4: Medias de tratamientos para la variable peso seco de raíz..... 35

### Figuras del texto.

- Figura 1: Croquis del experimento 1 evaluación de polímeros agrícolas en el cultivo de chile serrano (*Capsicum annuum L.*) cultivar Hidalgo..... 28
- Figura 2: Croquis del experimento 2 evaluación de polímeros agrícolas en el cultivo de chile serrano (*Capsicum annuum L.*) cultivar Hidalgo..... 31

### Cuadros del Apéndice.

- Cuadro A1: Cuadrados medios obtenidos en los análisis de varianza para las variables: altura a los 15 días, altura a los 30 días, altura a 45 días, altura a los 60 días, altura a los 75 días y altura a los 90 días..... 46
- Cuadro A2: Cuadrados medios obtenidos en los análisis de varianza para la variable: número de chiles por tratamiento del primer, segundo y tercer corte..... 46

Cuadro A3: Cuadrados medios obtenidos en los análisis de varianza para las variables: peso de chiles del primero, segundo y tercer corte.....	47
Cuadro A4: Cuadrados medios obtenidos en los análisis de varianza para las variables: diámetro de tallo, materia verde y materia seca.....	47
Cuadro A5: Cuadrados medios obtenidos en los análisis de varianza para la variable: peso y número total de chiles de los tres cortes y peso seco de raíz.....	48
Cuadro A6: Medias de tratamientos para la variable altura quincenal.....	48
Cuadro A7: Medias de tratamientos para la variable número de chiles.....	49
Cuadro A8: Medias de tratamientos para la variable peso de chiles.....	49
Cuadro A9: Medias de tratamientos para las variables diámetro de tallo, materia verde y materia seca.....	50
Cuadro A10: Medias de tratamientos para las variables número total de chiles, peso total de chiles y peso seco de raíz.....	50
Cuadro A11: Cuadrados medios del experimento 2 obtenidos en los análisis de varianza para las variables: altura de plantas y materia seca.....	51

## I. INTRODUCCION.

La escasez de agua, la baja retención de humedad, el encostramiento superficial y la acumulación de sales en los suelos, son problemas comunes en las zonas áridas y semiáridas. En México el principal factor que limita la producción agropecuaria es el agua, pues generalmente la única fuente de este líquido son las lluvias, las cuales en su mayoría no satisfacen las necesidades hídricas de los cultivos. La captación de agua de lluvia y la conservación de humedad en el suelo deben formar parte importante de las tecnologías involucradas en los diversos sistemas de producción utilizados en la agricultura, ya que eso permitirá mayor disponibilidad de agua en las raíces y reducirá los efectos de las sequías, lo cual redundará en mayores rendimientos unitarios.

El uso de mejoradores del suelo con fines agrícolas, es una necesidad que enfrenta la agricultura moderna, logrando mediante ello un incremento sustancial en la productividad de las tierras.

Una opción que puede ser empleada para aumentar la capacidad de almacenamiento del agua en el área de raíces, es la aplicación de un polímero que además de aumentar la humedad aprovechable, reduce la densidad aparente y eleva la capacidad de intercambio catiónico de los suelos. De acuerdo a los estudios de laboratorio en relación a las propiedades del

producto, conducidos por Legaspi y Lara (17) se puede plantear la hipótesis de que el uso del polímero hidratable aplicado al suelo es una alternativa que permite incrementar la eficiencia de captación de agua; y para comprobar la veracidad de esta hipótesis se planteó un experimento para probar la eficiencia de dos marcas comerciales de polímero (poliacrilamida) utilizando como planta indicadora chile serrano cultivar Hidalgo, ya que además de ser un cultivo de alta rentabilidad, se consideró que podría reflejar mediante los rendimientos la diferencia inducida por el polímero ante la presencia de un período crítico de humedad.

#### OBJETIVOS.

Comprobar si la aplicación de polímeros al suelo mejoran el crecimiento, producción y acumulación de materia seca en las plantas de chile.

Establecer si existe diferencia entre los polímeros sobre el crecimiento, producción y acumulación de materia seca en plantas de chile con estres de humedad, comparadas con plantas cultivadas con buena humedad.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA.

### 2.1. El Cultivo de Chile.

#### 2.1.1 Descripción de Chile Serrano Var. "Hidalgo".

Las plantas de esta variedad son más compactas que las de otras variedades, desarrollan de 50 a 60 cm de altura, el tallo central es robusto circular presentando de 6 a 8 ramas secundarias que crecen en forma opuesta del cuarto nudo hasta el final, las ramas crecen dicotómicamente del octavo al noveno nudo dando una elevación o crecimiento en 20 a 30 diferentes ramas terciarias, estas plantas son muy precoces. La variedad "Hidalgo" se formó para realizar una adecuada cosecha mecánica, presenta una cualidad que es la de pubescencia, la cual incrementa la tolerancia al minador de la hoja, picudo del chile y otros insectos. Este cultivar tiene las hojas grandes, de color verde claro, los frutos son más grandes y largos que los de otros cultivares, son de un color verde claro atractivo, tienen una pulpa gruesa, una pungencia más baja que la de otros cultivares y terminan en forma obtusa (29).

#### 2.1.2. Necesidades Edáficas y Climáticas del Chile.

2.1.2.1 Suelo. Dentro de las características físicas, los suelos adecuados para este cultivo son los arenosos-limosos, sueltos, profundos, bien trabajados, ricos en materia orgánica y en

los cuales no exista posibilidad de estancamientos de agua porque pueden sufrirse pérdidas de plantas por asfixia de raíces y presencia de enfermedades criptogámicas, por lo cual los suelos arcillosos no son convenientes.

En cuanto a las características químicas del suelo, se considera que el pH óptimo para este cultivo, varía de 6.5 a 7. En terrenos arenosos crece bien incluso con un pH comprendido entre 7 y 8. En los suelos salinos la planta se desarrolla poco y los frutos alcanzan menor tamaño que el normal. Es menos resistente a la salinidad del suelo que el tomate (24).

**2.1.2.2 Humedad.** El cultivo de chile bajo condiciones de invernadero requiere humedad relativa óptima entre el 50 y el 70 %. Con exceso de humedad relativa y debido a las temperaturas que se presentan en el invernadero se crea un ambiente idóneo para la aparición de múltiples enfermedades criptógamas (24).

En estudios realizados sobre el crecimiento de la planta de chile con diferentes porcentos de humedades relativas se observó que a los 54 días del trasplante, las plantas que presentaron mayor altura fueron las que crecieron con alta humedad relativa (95 %), no existiendo diferencias significativas con las que crecieron a 55% y 80% de humedad relativa; pero presentó efectos negativos sobre la polinización por lo que afectó el número de frutos por planta. La baja humedad del

aire afectó el peso promedio del fruto, siendo mayor el peso del fruto con alta humedad, sin embargo el número de semillas por fruto se incrementó con alta humedad relativa (12).

### 2.1.2.3 Humedad del suelo.

Una condición uniforme de humedad en el suelo es esencial para un buen crecimiento y amarre de frutos. Las plantas de Chile son exigentes a la humedad del suelo debido a la morfología de su sistema radicular. La deficiencia de humedad en el suelo afecta el rendimiento, y aumenta la cantidad de frutos deformes. Largos períodos secos pueden causar una lenta recuperación después del daño por sequía (25).

El período crítico de humedad en el Chile es en la etapa de diferenciación floral, ya que la sequía en esta etapa reduce el contenido de fracciones nitrogenadas y fosforadas en las partes apicales o meristemos florales (9).

Suelos con óptimos contenidos de humedad así como de nutrientes reducen la severidad de la compactación de suelo sobre la raíz y brotes de la planta de Chile. No obstante, se debe procurar en realidad una condición óptima de humedad evitando sobrierriegos ya que estos estimulan el desarrollo de organismos causantes de pudrición radicular (25).

**2.1.2.4 Temperatura.** El chile es un cultivo de clima templado, sensible al frío; la temperatura media mensual que requiere es 18 a 22 °C. La temperatura ideal para su desarrollo es de 20 a 25 °C durante el día y 16 a 18 °C por la noche.

Durante la floración conviene evitar temperaturas mínimas a 18 °C, así como durante la germinación de la semilla se requieren temperaturas superiores a 13 °C e inferiores a 40 °C; siendo 25 °C la temperatura óptima para la germinación (24).

**2.1.2.5 Luz.** Esta planta presenta exigencias en cuanto a luminosidad durante todo su ciclo, principalmente durante la floración. Cuando hay poca luz, los entrenudos de los tallos se alargan demasiado quedando muy débiles para soportar la producción de frutos; bajo estas condiciones las plantas florecen menos y las flores son más débiles. Cuando las plantas están expuestas a una deficiente luminosidad, se afectan morfológica y fisiológicamente (12).

## **2.2 El Agua en el Suelo y la Planta.**

### **2.2.1 Importancia del Agua.**

El agua resulta indispensable para la existencia y evolución de los ecosistemas vegetales y animales. Es un factor de condiciones climáticas y edafológicas, por lo que su

cantidad en la atmósfera y en el suelo tiene una repercusión directa en los ecosistemas (4).

Según Aceves Navarro (1), el agua ocupa el primer lugar de importancia en muchos fenómenos y reacciones de la naturaleza dentro del sistema agua-sales-suelo-planta-atmósfera, y éstos se explican en base a reacciones de hidratación y deshidratación así como por cambios de estructura del agua cuando ésta reacciona para formar soluciones, suspensiones coloidales o entra en contacto con otros compuestos iónicos o moleculares.

El agua tiene cuatro funciones en las plantas: es el mayor constituyente del protoplasma (85 a 95%); es esencial para la fotosíntesis y la conversión de almidones a azúcar; es el solvente en el cual los nutrientes se mueven a través de la planta y provee turgencia para mantenerla en la forma y posición propias para que logre un mejor aprovechamiento de la luz solar.

Las precipitaciones atmosféricas son la fuente más importante de agua dulce, no solamente en su totalidad sino también en lo que respecta a frecuencia y distribución de las lluvias con relación a las diversas fases de desarrollo vegetativo. En la agricultura las lluvias persistentes tienen más utilidad que las torrenciales o de tormenta, gran parte de las cuales se pierden por escurrimientos superficiales (2).

La importancia fisiológica del agua se refleja en su importancia ecológica, pues la distribución de las plantas en la superficie de la tierra está dominada por la disponibilidad de agua siempre y cuando la temperatura les permita el crecimiento. Su importancia es el resultado de sus múltiples propiedades exclusivas, muchas de las cuales proceden del hecho de que las moléculas de agua están organizadas en una estructura definida que se mantiene ensamblada mediante enlaces de hidrógeno. Además, el agua fijada en las proteínas, paredes celulares y demás superficies hidrófilas tiene efectos importantes.

Las plantas esenciales para la alimentación del hombre merecen especial atención, pero ninguna técnica agrícola puede alterar el hecho de que se requieran de 400 o más litros de agua, para producir un solo kilogramo de materia seca (2).

### **2.2.2. El Agua en el Suelo.**

El suelo almacena agua pero también la deja escapar. Cuando mucha agua es añadida, el exceso corre a capas más profundas. El agua del suelo está retenida en gran parte por fuerzas mátricas que fijan el agua a las partículas del suelo y, en grado mucho menor, por fuerzas osmóticas producidas por sales. La disponibilidad del agua del suelo para las plantas depende de la conductividad hidráulica del suelo. El agua disponible para las plantas se produce en los límites entre capacidad de

campo y punto de marchitez permanente. La capacidad de campo se define como el contenido de agua de la porción húmeda del suelo, después que el exceso se drenó y la velocidad de descenso disminuye en grado considerable (potencial hídrico de  $-0.3$  bars o menos). El punto de marchitez permanente es el contenido hídrico que marchita las plantas permanentemente, y corresponde a un potencial hídrico de  $-10$  a  $-20$  bars (14).

### **2.2.3. Retención del Agua en el Suelo.**

El suelo, debido a su carácter granular y coloidal, es capaz de retener la humedad aportada por las lluvias y el riego. Esta propiedad es de la mayor importancia, tanto como para la comprobación del proceso edafogénico, como para la vida de las plantas. El estudio del comportamiento de la humedad de los suelos debe considerarse, por lo tanto, como el grupo más importante de sus problemas físicos (21). La cantidad y el estado energético del agua en el suelo influyen en las propiedades físicas del suelo más que ningún otro factor (3).

El agua es retenida en los suelos por fuerzas adhesivas de las superficies minerales, humus y por fuerzas cohesivas menos fuertes en las porciones externas de películas de agua. La fortaleza de esta succión es usada como una medida para clasificar el agua del suelo. Agua gravitacional es retenida entre  $.3$  y  $15$  bars y es el agua almacenada accesible a las plantas y agua no

no disponible es retenida a succiones mayores de 15 bars, lo que la hace más difícil a ser removida por las plantas (7).

#### **2.2.4. Requerimiento de Agua por las Plantas.**

Las demandas de agua por los diferentes cultivos pueden ser las mismas si se desarrollan en un mismo suelo y en una misma estación. Las funciones que desempeña el agua son numerosas, pero la cantidad de agua directamente requerida para estos propósitos es limitada; el total de los requerimientos marginales de agua por la planta son para transpirar a fin de conservar su temperatura dentro de los límites de la tolerancia.

La idea de que cada planta tiene una "relación de transpiración" o que una determinada cantidad de materia seca debería ser producida por unidad de agua transpirada ha sido abandonada por los botánicos; se reconoce ahora que para una determinada producción de materia seca, la cantidad de agua transpirada puede variar grandemente con el clima y otras circunstancias.

Al indicar las necesidades de agua para el desarrollo de las plantas no es suficiente indicar nada más la proporción por volumen de agua necesaria en el suelo (mm de agua/cm de profundidad del suelo). En todos los casos, la máxima capacidad

de retención de agua varía grandemente con los tipos de suelo, siendo los más bajos las arenas gruesas y los más altos los migajones arcillosos, y además, las plantas no necesitan contenidos de agua en el suelo que se aproximen a su capacidad de campo. El coeficiente importante es la cantidad de energía que las raíces de las plantas tienen que ejercer para extraer el agua del suelo y sobre lo cual hace falta más investigación (18).

#### 2.2.5. Eficacia del Empleo del Agua.

La eficacia del uso de agua en términos de unidades de agua utilizada por unidad de materia producida resulta importante, en especial donde hay un abastecimiento limitado de agua. La eficacia varía entre 200 y 500 para cosechas de alto rendimiento, hasta 2000 o más tratándose de tierras áridas con vegetación dispersa, porque la producción de materia seca aumenta más rápidamente que la pérdida de agua. La eficacia aumenta cuando se emplean variedades de alto rendimiento y raíces profundas, cultivadas con densidad óptima y una fertilización adecuada (14). La eficiencia del empleo del agua se puede explicar mediante la siguiente relación:

$$\text{eficacia del empleo de agua} = \frac{\text{producción de materia seca}}{\text{agua empleada}}$$

Cualquier método que promueva el desarrollo vegetal y un uso más eficaz de la energía solar en la fotosíntesis para

incrementar la producción de materia seca también incrementa la eficacia del empleo del agua (28).

Sin embargo, Doorenbos y Kassam citados por Ortiz (18), han propuesto el uso de un índice de eficiencia de utilización del agua para la producción de cosecha. Estos autores reportan un índice de la utilización del agua para la producción de chile de 1.5 - 3.0 Kg/m<sup>3</sup> (Kg de producto/m<sup>3</sup> de agua suministrada) y requerimientos de agua de 600 a 900 mm por ciclo.

#### **2.2.6. Respuestas de la Planta a la Deficiencia de Agua.**

Entre las variables ambientales que intervienen en el crecimiento y desarrollo de la planta, la deficiencia de agua o tensión hídrica es una de las más importantes.

Los cultivos responden al efecto hídrico desarrollando mecanismos relacionados a la adaptación para reducir la tensión (4). Entre los mecanismos se encuentran algunos cambios morfológicos y fisiológicos:

##### **2.2.6.1 Cambios Morfológicos.**

a) Desprendimiento de las hojas. El área foliar disminuida puede reducir naturalmente el proceso fotosintético total de la

planta. El decaimiento pasivo, enrollamiento, o marchitamiento de la hoja reduce también su energía acumulada.

b) Cambios del ángulo de la hoja. Estos cambios sean activos o pasivos, son respuestas ordinarias a la deficiencia de agua; en leguminosas se han encontrado frecuentemente estos cambios.

c) Factores de la raíz. Incluyen una relación mayor raíz/tallo que puede deberse a una disminución del crecimiento del tallo, al aumento del crecimiento de la raíz o a ambos.

#### **2.2.6.2 Cambios Fisiológicos.**

a) Cera cuticular de la hoja. La baja humedad y la alta energía radiante son condiciones que favorecen la producción de cera. Clark y Levitt citados por Christiansen (4) señalaron que, en la superficie de las hojas de soya afectadas por la deficiencia hídrica, se acumularon más lípidos que en las plantas que tuvieron un suministro adecuado de agua.

b) Ajuste osmótico. Se han observado en un gran número de especies, gradientes y cambios del potencial osmótico. Se sabe que la turgencia es esencial para el alargamiento celular y para el crecimiento. De aquí que la conservación de la turgencia sea esencial para mantener el crecimiento, la

turgencia puede mantenerse incrementando la concentración osmótica.

c) Alargamiento de la hoja. En particular el aumento de tamaño de la hoja es sensible a la tensión hídrica si es moderada, la influencia hídrica puede activar también la senescencia de hojas.

d) Comportamiento de los estomas. Se ha demostrado la relación entre el potencial hídrico de la hoja y la conductancia de los estomas para varias especies. El potencial hídrico, al cual se cierran los estomas, está afectado por la edad, las condiciones de crecimiento, la ubicación de la hoja y los antecedentes de influencia hídrica de la planta.

e) Fotosíntesis. La capacidad fotosintética de una planta está principalmente determinada por el área foliar total y por la actividad fotosintética de varias hojas. El cierre de los estomas dará por resultado la reducción en la pérdida de agua y también, la fotosíntesis reducida. La reducción inicial de la fotosíntesis se debe al cierre de los estomas y a la absorción reducida de  $\text{CO}_2$ .

f) Traslocación. La traslocación es un proceso menos sensible que la fotosíntesis a la tensión hídrica. La deficiencia de agua reduce la velocidad de distribución de los

productos asimilados, desde las células fotosintéticas hacia el interior de los sistemas de conducción, pero la vía de traslocación puede operar de manera eficiente bajo tensión hídrica, ya que es resistente a la pérdida de agua (4).

### **2.3. Polímeros.**

#### **2.3.1. Utilización de los Polimeros en la Agricultura.**

En los años 60's fueron creados una clase de polímeros de tipo superabsorbente. Este nuevo producto entró a formar parte del grupo de materiales llamados copolímeros (poliacrilamidas) y su manufactura se hizo con múltiples moléculas unidas que juntas forman una red, resultando con ello la absorción de agua (30). A partir de entonces, se han desarrollado polímeros que actuando como esponjas pueden absorber hasta cerca de 300 veces su peso en agua ordinaria y con una duración media del producto entre tres y cinco años.

El uso de los mejoradores de suelos con fines agrícolas, es una necesidad de la agricultura moderna; mediante su aplicación se acondicionan y preservan las propiedades físicas, químicas y biológicas, lográndose a la vez un incremento sustancial de la productividad de las tierras. Los mejoradores de suelos que pueden ser empleados se clasifican en: orgánicos naturales, biológicos, minerales naturales y agentes químicos

(15). En el primer grupo se han clasificado a los polímeros, los cuales tienen la facultad de mejorar algunas propiedades edáficas, entre otras, las constantes de humedad, las condiciones físicas y las químicas (17).

### 2.3.2. Características Físicas y Químicas de los Polímeros.

1. Composición Química	% Peso.
Poliacrilamida, no menos de _____ (Co-polímero)	99.00
Acrilamida, no más de _____	1.00

#### 2. Propiedades Físicas

Apariencia de polvo fino ó granos sólidos.

Olor Ninguno.

Gravedad Específica : 0.66 (en agua = 1.0)

% Volatilidad Ninguno.

pH Neutral.

Solubilidad en Agua Limitada por viscosidad.

### 2.3.3. Protección al Ambiente.

Se considera un producto que no afecta al medio ambiente debido a las siguientes características.

- 1.- Posee un pH Neutral.

- 2.- No es tóxico ni contamina el suelo, el agua o los organismos ecológicamente indispensables.
- 3.- En su descomposición no deja residuos peligrosos.
- 4.- No es volátil.
- 5.- Es inocuo.

#### **2.3.4. Ventajas de la Incorporación de Polímeros al Suelo.**

Algunas ventajas que citan las compañías que distribuyen polimeros son las siguientes:

- a) Mejoran el drenaje y la aireación del suelo.
- b) Favorecen el crecimiento de las raíces.
- c) Disminuyen la frecuencia de riegos.
- d) Reducen el grado de estres hídrico en las plantas.
- e) Mejoran la tolerancia de los cultivos que se desarrollan en suelos salinos (10).
- f) Es seguro y fácil de usar en todos los tipos de vegetación y suelos.
- g) Eficientiza la absorción y asimilación de fertilizantes por las plantas.
- h) Adicionado con el compost, se elimina la necesidad de agregar agentes humectantes (31).

#### 2.4. Trabajos Relacionados.

A mayor concentración de hidrogel aplicado al suelo se mejoran las propiedades físicas de suelos con texturas arenosas, limosas y arcillosas, esto está relacionado con la capacidad de absorción del agua y la expansión del hidrogel. En experimentos realizados por Rodríguez, Alcantar y Jasso (22), mezclaron concentraciones de 4, 8, 12 y 16 Kg/m<sup>3</sup> con suelos de diferente textura (arena, limo y arcilla) reportando que la textura arenosa presentó mayor capacidad de humedad retenida. En las texturas limosas y arcillosas el incremento fue menor. La conductividad hidráulica se incrementó, en mayor grado en el suelo limoso; la porosidad, aireación, capacidad de recipiente y capacidad de expansión al agua fueron mejoradas a mayor dosis de hidrogel.

Osorio y Chávez (19), evaluaron cuatro dosis de poliacrilamida (de 0, 0.01, 0.1 y 1.0 % con respecto al peso del suelo seco) combinadas con 4 soluciones salinas (300, 1000, 2000 y 3000 ppm de NaCl) agregando 1 litro de solución a macetas de 3 Kg de suelo de textura franca con problemas de encostramiento. Encontraron que aún en condiciones salinas el polímero (en dosis de 1.0 %) duplicó el almacenamiento de agua, y concluyeron que la poliacrilamida mejoró las condiciones físicas del suelo aún en condiciones de severa salinidad.

Legaspi y Lara (17) analizaron la dinámica de las propiedades de un suelo xerosol lúvico. En muestras de un Kg aplicaron dosis de poliacrilamida (PAA) de 0.0, 0.5, 1.0 y 2.0 g (tratamientos 1, 2, 3 y 4, respectivamente); donde efectuaron determinaciones de densidad aparente (Da), capacidad de intercambio catiónico (CIC) y humedad aprovechable (HA); observando que en todos los tratamientos la Da tuvo un ligero ascenso, la CIC tuvo una marcada reducción en el tratamiento con mayor dosis de PAA, y la HA se alteró con mayor intensidad en este mismo tratamiento. Concluyeron que los suelos mejoran sustancialmente sus propiedades utilizando PAA, su duración es aceptable y, en relación a las dosis de aplicación, deben realizarse estudios con plantas indicadoras para conocer la respuesta de las mismas bajo condiciones de cero labranza, humedad crítica y escasez de nutrimentos para generar recomendaciones de aplicación.

Legaspi (16) evaluó el efecto de poliacrilamida y la densidad de siembra en el rendimiento de frijol de temporal, utilizando como planta indicadora la variedad de frijol Bayo Fresnillo, probando las dosis de PAA de 0, 6, 9 y 12 Kg.ha<sup>-1</sup> (P1, P2, P3 y P4) y tres densidades de siembra: 88900, 111100 y 148150 pl/Ha (D1, D2 y D3). No encontró diferencias entre las dosis de polímero, densidad de siembra ni para la interacción entre las variables, esto lo atribuyó a la falta de un déficit hídrico dentro del período de crecimiento del cultivo, no sien-

do posible que a las dosis estudiadas se manifestaran los efectos de la PAA; por lo que recomendó conveniente conducir trabajos bajo condiciones similares de sequía inducida para concluir con mayor certeza acerca de las condiciones en que se manifiestan los efectos positivos del producto.

En un experimento donde se evaluó el efecto de lapoliacrilamida en la producción de frijol bajo el sistema de captación de agua de lluvia se estudiaron cuatro tamaños de microcuencas (0.8, 1.2, 1.3 y 1.6 m) y tres dosis de polímero que fueron de 0, 6 y 9 Kg.ha<sup>-1</sup>. Se encontró que hubo diferencias significativas entre el tamaño de microcuencas pero no para la dosis de polímero ni para la interacción entre ambas variables, debido a que la humedad del suelo se mantuvo cerca de capacidad de campo por lo que no se manifestaron los posibles efectos positivos que pudiera tener el polímero. Se recomendó realizar este estudio bajo condiciones de humedad controlada (17).

Crespo, M.R. (6), determinó las posibilidades del uso de polímeros sintéticos como conservadores de la humedad del suelo en reforestaciones con *Pinus halepensis*, estableciendo aplicaciones de Agrogel-P4 en dosis de 1.5, 3.0 y 5.0 gr con dos variantes en la aplicación del producto: seco e hidratado (en forma de gel). El Agrogel-P4 se aplicó al momento de la plantación en el fondo de la cepa y mezclado levemente con tierra. Durante la fase experimental los árboles recibieron

sólo agua de lluvia. Estadísticamente, las diferencias fueron significativas al nivel del 95%. Todos los tratamientos con excepción del tratamiento en donde se aplicó 1.5 gr/planta Agrogel hidratado fueron en promedio 81% (8cm) superiores al incremento del testigo, atribuido a la incidencia de maleza y plagas en el área de localización, pero a pesar de ello mostró un incremento de 30% superior a los árboles no tratados. Se obtuvo un incremento de diámetro con valores de 25 y 75% superiores a los del testigo. Se resume que el polímero aplicado, además de reducir considerablemente el efecto de la sequía en los árboles recién plantados, induce el crecimiento en forma notable. Recomendándose una aplicación de 1.5 gr de Agrogel-P4 en estado seco puesto que en esta forma se facilita considerablemente su manejo.

La aplicación de Agrogel-P4 podría evitar la pérdida de árboles empleados en reforestaciones y se tendría mayor seguridad de que los arbolitos podrían crecer con mayor rapidez, con los consecuentes beneficios al ecosistema del lugar y especialmente a la optimización de los recursos destinados a los trabajos de reforestación. Por otro lado, las posibilidades de uso de Agrogel-P4 en reforestaciones urbanas puede representar una alternativa muy importante para los ayuntamientos quienes podrían reducir drásticamente los costos de operación debidos a una disminución en el riego de los árboles pequeños (6).

La forma en que se aplican los polimeros al suelo puede ser importante para determinar el efecto en el crecimiento de las plantas. Ouchi S. et al. (20) reportan que, cuando el polímero es mezclado con el suelo hay una menor pérdida de humedad que cuando el polímero no es mezclado. En este experimento encontraron que cuando el polímero es mezclado con el suelo se incrementó el peso fresco y el peso seco de las plantas, así como la altura.

En general, no se recomienda la aplicación de polímeros con fertilizantes. Evans, R. et al. (8) encontró que las sales de fertilizantes redujeron marcadamente la absorción de agua por el polímero. También se reportó que crisantemos en macetas regados con una solución nutritiva completa no respondieron a la aplicación de polímeros en ninguno de los parámetros medidos y se concluyó que no fue benéfica la adición de este producto.

Algunos experimentos han mostrado que el uso de hidrogel no incrementa el desarrollo de las plantas. Keever, et al. (13) estudiaron la aplicación de polímeros en cuatro experimentos en un período de tres años en varias plantas ornamentales. En los experimentos encontraron que la aplicación del polímero no afectó al crecimiento vegetativo y radicular ni disminuyó los requerimientos de irrigación. Concluyeron que el hidrogel no es ventajoso para la producción de plantas en macetas.

### III. MATERIALES Y METODOS.

#### 3.1 Localización.

El presente estudio se realizó durante los ciclos agrícolas Primavera-Verano de 1992 y 1993, en áreas del Campo Agrícola Experimental de la F.A.U.A.N.L.; localizada en la carretera Gral. Zuázua-Marín Km 17.5 en el municipio de Marín, Nuevo León; cuyas coordenadas geográficas son 25° 53' latitud norte y 100° 03' longitud oeste, con una altitud de 367.3 msnm.

#### 3.2 Clima.

El clima de la región, según la clasificación de Koppen, modificado para México por García (1973) es BS1 (h') hx' (e'); el cual corresponde a un clima seco árido con temperaturas inferiores de 18 °C en los meses más fríos (diciembre y enero) y superiores a 28 °C en los meses más cálidos (julio y agosto). La precipitación promedio anual es de 500 mm, la mayor parte distribuyéndose en los meses de Agosto-Octubre y el resto ocurriendo en forma eventual y muy aleatoriamente durante el resto del año.

#### 3.3 Suelo.

El suelo utilizado en el experimento, de acuerdo a la clasificación de DGETENAL (1981), es de tipo Feosem calcárico,

su textura es arcillosa, gris oscuro de origen aluvial, es completamente pesado, presenta grandes grietas en tiempos de sequía y algunos problemas de salinidad, posee un pH alcalino, y un pobre contenido de materia orgánica (1-2%) así como elevados contenidos de  $\text{CaCO}_3$  (>10%) (30).

### 3.4. Experimento 1 (ciclo Prim-Ver. de 1992)

#### 3.4.1. Materiales.

A continuación se presenta una lista de los principales materiales que fueron utilizados para la realización de este experimento.

- 30 macetas de 19 litros con un diámetro de 29 cm.
- 30 sensores de humedad (bloques de yeso).
- Conductivímetro.
- Suelo del Campo Experimental de la F.A.U.A.N.L.
- 110 gramos de polímero Agrosoke.
- 110 gramos de polímero Agrogel-P4.
- 60 plántulas de chile Serrano Var. Hidalgo, con cepellón.
- Recipiente para aplicación de riegos de cuatro litros.
- Estufa de secado.
- Balanza granataria
- Bolsas de papel, tijeras de podar, cinta métrica, vernier.

- Fertilizante : Urea y superfosfato triple de calcio.
- Insecticidas : mavrik 1.5 mm/litro de agua.  
monitor 600 1.5 mm/litro de agua (dos aplicaciones).

#### **3.4.2. Métodos.**

El desarrollo del experimento fue de la siguiente manera: Se utilizaron macetas de 19 litros con pequeños agujeros en el fondo para permitir el drenaje, las macetas fueron llenadas hasta la mitad con una cantidad constante de suelo (10 Kg) y se colocó un sensor de humedad ( bloques de yeso), bajo el suelo; posteriormente se agregaron 11 gramos del polímero en forma de gel previamente hidratado. Los polímeros se asignaron a las macetas correspondientes, de acuerdo al tratamiento establecido. Sobre el producto se colocó una cantidad igual de suelo (10 Kg) a la que se puso inicialmente.

Al siguiente día se trasplantó chile Serrano Var. Hidalgo producida en cajas de poliestireno; colocándose dos plantas con cepellón por maceta.

#### **3.4.3. Descripción de Tratamientos y Diseño Experimental.**

Los tratamientos consistieron en la combinación de dos polímeros más el control bajo dos niveles de humedad. Por lo

que se usó un diseño de tratamientos factorial 3x2 en un diseño experimental completamente al azar con cinco repeticiones.

Los tratamientos fueron:

- T1 Agrosoke - Nivel bajo de humedad.
- T2 Agrosoke - Nivel alto de humedad.
- T3 Agrogel-P4 - Nivel bajo de humedad.
- T4 Agrogel-P4 - Nivel alto de humedad.
- T5 Control - Nivel bajo de humedad.
- T6 Control - Nivel alto de humedad.

Los niveles alto y bajo de humedad fueron monitoreados utilizando bloques de yeso, tomando lecturas con un conductivímetro. En el nivel alto de humedad se aplicó el riego cuando la tensión marcada en el aparato de medición bajaba a 60, lo que equivale a una tensión de humedad de 1.8 bars. En el nivel bajo de humedad se aplicó el riego cuando la tensión bajó a 40 de acuerdo al aparato de lectura, equivalente a una tensión de humedad de 3.5 bares aproximadamente.

La cantidad de agua que se aplicó fue de cuatro litros por maceta.

El modelo estadístico utilizado fue:

$$Y_{ijk} = M + P_j + H_k + PH_{jk} + E_{ijk}$$

$$i = 1, 2, \dots, 5$$

$$j = 1, 2, 3$$

$$k = 1, 2$$

En donde :

$Y_{ijk}$  = Observación en la repetición  $i$ , nivel  $j$  de polímero y nivel  $k$  de humedad.

$M$  = Media verdadera general.

$P_j$  = Nivel  $j$  de polímero.

$H_k$  = Nivel  $k$  de humedad.

$PH_{jk}$  = Interacción del nivel  $j$  de polímero con nivel  $k$  de humedad.

$E_{ijk}$  = Error experimental de la  $ijk$ -ésima observación.

En la Figura 1 se muestra el croquis del experimento. Los cuadros denotan las unidades experimentales (macetas). El número en el centro del cuadro denota el tratamiento y el número en la parte superior derecha del cuadro denota el número de maceta.

Figura 1. Croquis del experimento 1, evaluación de polímeros agrícolas en el cultivo de chile serrano (*Capsicum annuum*) cultivar Hidalgo.

t4 1	t1 2	t6 3	t3 4	t2 5	t5 6
t3 7	t5 8	t2 9	t4 10	t1 11	t6 12
t2 13	t1 14	t3 15	t5 16	t6 17	t4 18
t3 19	t5 20	t6 21	t4 22	t2 23	t1 24
t1 25	t2 26	t4 27	t6 28	t5 29	t3 30

Las macetas 29 y 30 sufrieron daños físicos al inicio del experimento y las plantas crecieron anormalmente, por lo que no fueron consideradas en los análisis estadísticos. Por lo tanto los tratamientos 3 y 5 fueron analizados con cuatro repeticiones, mientras que los tratamientos 1,2,4 y 6 fueron analizados con 5 repeticiones.

#### 3.4.4 Variables Estudiadas.

La unidad experimental constó de dos plantas que se establecieron con cepellón en macetas. Se tomaron mediciones de las dos plantas y se consideró el promedio.

Las variables a medir fueron: altura de planta cada 15 días, número de frutos, peso de frutos, diámetro de frutos, longitud de frutos, diámetro de tallos, peso seco de las plantas y peso seco de raíz.

La medición de la altura de planta se realizó cada 15 días a partir del 13 de marzo, tomando como criterio la base del tallo hasta la yema apical. En el caso de las variables número, peso, diámetro y longitud de frutos se midieron en cada corte (tres cortes), utilizándose un vernier para la longitud y diámetro. Una vez realizado el tercer corte se sacaron las plantas y se pesó materia verde utilizando una balanza granataria, después se llevaron las plantas debidamente identificadas por tratamiento a una estufa de secado para pesarse posteriormente para la determinación del peso seco (por separado raíz y follaje).

### **3.5. Experimento 2 (ciclo Prim-Ver. de 1993).**

#### **3.5.1 Materiales.**

Los materiales utilizados fueron los que se usaron en el experimento 1.

#### **3.5.2 Métodos**

Los métodos utilizados fueron similares a los desarrollados en el experimento 1, a excepción de la colocación del polímero y el uso de bloques de yeso.

En este experimento el polímero hidratado se colocó en contacto con el cepellón de las plantas trasplantadas y no se utilizaron bloques de yeso para medir la humedad del suelo.

En el caso del polímero Agrogel-P4, este se sustituyó por la marca comercial Water House, aplicándose a la misma dosis.

### **3.5.3 Descripción de Tratamientos y Diseño Experimental.**

En el experimento 2 no se llevó un control eficiente de humedad, por lo que los tratamientos de humedad que se evaluaron en el experimento 1, no se estudiaron en este segundo experimento, de esta manera los tratamientos fueron:

T1 Agrosoke

T2 Water House

T3 Testigo

Los tratamientos se evaluaron en un diseño experimental completamente al azar con diez repeticiones.

En la figura 2 se muestra el croquis del experimento 2. Los cuadros denotan las unidades experimentales (macetas). El número en el centro del cuadro denota el tratamiento y el número en la parte superior derecha del cuadro denota el número de maceta.

Figura 2. Croquis del experimento 2, evaluación de polímeros agrícolas en el cultivo de chile serrano (*Capsicum annuum L.*) cultivar Hidalgo.

t1 1	t3 2	t1 3	t1 4	t2 5	t3 6
t3 7	t2 8	t1 9	t3 10	t2 11	t1 12
t1 13	t2 14	t2 15	t2 16	t1 17	t3 18
t2 19	t2 20	t1 21	t1 22	t3 23	t3 24
t3 25	t3 26	t1 27	t2 28	t2 29	t3 30

#### 3.5.4 Variables Estudiadas.

En este experimento solo se evaluaron dos variables que fueron la altura final y el peso seco. Estas evaluaciones se realizaron similarmente a las del experimento 1.

## IV. RESULTADOS Y DISCUSION.

### RESULTADOS.

#### 4.1 Experimento 1.

En los cuadros A1, A2, A3 y A4 del apéndice se muestran los cuadrados medios obtenidos en los análisis de varianza de las variables altura cada quince días, número y peso de chiles en los tres cortes, diámetro de tallo, materia verde, materia seca, número total de chiles, peso total de chiles y peso seco de raíz. En ningún análisis de varianza se obtuvo interacción significativa, por lo que los resultados para polímeros y humedad se presentan por separado. En los Cuadros A6, A7, A8, A9 y A10 se presentan las medias de tratamientos para las variables antes mencionadas.

##### 4.1.1 Polímeros

Los análisis de varianza no mostraron diferencias significativas entre los polímeros para las alturas a los 15, 30, 45, 60, 75 y 90 días (Cuadro A1). En cuanto al número de chiles, no se encontró diferencia significativa entre los polimeros en los cortes uno, dos y tres (Cuadro A2).

En la variable peso de chiles no se obtuvo diferencia significativa entre los polímeros en los cortes uno y tres, sin embargo en el caso del segundo corte se obtuvo diferencia

significativa (Cuadro A3). El Cuadro 1 muestra la comparación de medias de polímeros para la variable peso de chiles en el segundo corte.

Cuadro 1. Comparación de medias de polímeros para el peso de chiles en el segundo corte.

Polímero	Media
	- gr -
Agrogel-P4	158.77 A
Testigo	140.34 AB
Agrosoke	130.17 B

Nivel de significancia = 0.05

D.M.S. = 19.00

Como puede observarse en el Cuadro 1, la mayor media para el peso de chiles en el segundo corte correspondió al producto Agrogel-P4 el cual estadísticamente fue igual al testigo. El producto Agrosoke presentó una media menor y, estadísticamente fue diferente al Agrogel-P4 e igual al testigo.

En el análisis de varianza de las variables diámetro de tallo, materia seca y materia verde no se encontró diferencia significativa entre los polímeros (Cuadro A4). Los análisis de

varianza mostraron diferencias significativas entre polímeros para las variables número total de chiles, peso total de chiles y peso seco de raíz (Cuadro A5). En los cuadros 2, 3 y 4 se muestran las tablas de medias de polímeros para el número, peso total de chiles y peso seco de raíz, respectivamente.

En los resultados de la comparación de medias de polímeros para la variable número total de chiles se encontró que el testigo estadísticamente tuvo una respuesta mayor al Agrosoke e igual al polímero Agrogel-P4, estos dos últimos no presentaron diferencias significativas entre sí.

Cuadro 2. Comparación de medias de polímeros para el número total de chiles.

Polímeros	Media
Testigo	84.78 A
Agrogel-P4	72.67 AB
Agrosoke	59.40 B

Nivel de significancia = 0.05

D.M.S. = 16.83

Al igual que para el peso del segundo corte, el peso total de los tres cortes presentó diferencias significativas entre los polímeros. Las medias de Agrogel-P4 y del testigo fueron las mejores mientras que el comportamiento más bajo lo presentó el polímero Agrosoke (Cuadro 3).

Cuadro 3. Comparación de medias de polímeros para el peso total de chiles.

Polímero	Media
	- gr -
Agrogel-P4	273.20 A
Testigo	265.00 A
Agrosoke	213.06 B

Nivel de significancia = 0.05

D.M.S. = 43.94

Y, en el caso de la variable peso seco de raíz, se observó una diferencia significativa entre los tratamientos de polímeros. Las medias de Agrosoke y Agrogel-P4 fueron mayores que la del testigo, e iguales estadísticamente entre sí (Cuadro 4).

Cuadro 4. Medias de tratamientos para la variable peso seco de raíz.

Polímero	Media
	- gr -
Agrosoke	8.26 A
Agrogel-P4	7.72 A
Testigo	5.94 B

Nivel de significancia = 0.05

DMS = 1.43

#### 4.1.2 Humedad

Los análisis de varianza no mostraron diferencias significativas entre los dos niveles de humedad utilizados en el experimento en el caso de las variables alturas cada quince días, número de chiles en el primero y tercer corte. En la variable número de chiles se presentó una diferencia entre humedades en el segundo corte (Cuadros A1 y A2).

En las variables peso de chiles en el primero, segundo y tercer corte así como diámetro de tallo, materia seca y materia verde no se encontró diferencia significativa entre humedades (Cuadros A3 y A4).

En el caso de las dos últimas variables que fueron número y peso total de chiles se presentaron diferencias significativas entre humedades (Cuadro A5).

#### 4.2 Experimento 2.

En el Cuadro A11 del apéndice se presentan los cuadrados medios obtenidos en los análisis de varianza de las variables altura de plantas y materia seca.

Los análisis de varianza no mostraron diferencias significativas en el efecto de los polímeros para las variables estudiadas.

## DISCUSION

Como los resultados lo indican, tanto en el experimento 1 como en el 2 no se observaron efectos importantes de los polímeros sobre el crecimiento de las plantas, ahora es necesario definir las posibles razones del por que se obtuvieron estos resultados.

En lo que respecta a los polímeros según Legaspi y Lara (17) es necesario realizar estudios con plantas indicadoras donde se prueben diferentes dosis de polímero; posiblemente la dosis que se utilizó en este experimento (11 gr/maceta) no fue la más adecuada para el cultivo de chile Serrano.

Otra cuestión muy importante es el método de aplicación, es decir la forma en que se aplica el producto, ya sea en gránulos mezclado con el suelo o localizado. En el experimento 1 el polímero se aplicó localizado a la mitad de la maceta, por lo que las plantas no aprovecharon el polímero en las primeras fases de crecimiento, sino hasta que el sistema radicular llegó a la mitad de la maceta. En el experimento 2 el polímero se aplicó localizado en contacto con el cepellón, pero en ninguno de los dos experimentos se mezcló completamente con el suelo. Una de las ventajas del polímero, de acuerdo con Rodríguez et al. (22), es que al mezclarse con el suelo se incrementa la conductividad hidráulica, la porosidad y la aireación debido a

que el polímero se expande cuando se hidrata. Sin embargo cuando el polímero no se mezcla completamente con el suelo, sino que se aplica como en los experimentos 1 y 2; la conductividad hidráulica, la porosidad y la aereación no se mejoran de igual forma. Hay reportes de que la colocación del producto tiene efecto sobre el crecimiento de las plantas. Ouchi S. *et al.* (20) reportaron una menor pérdida de humedad en el suelo y un mejor crecimiento de las plantas cuando el polímero fue mezclado a diferencia de cuando no se mezcló con el suelo.

Es muy probable que la aplicación de fertilizantes redujeran la absorción de agua por el polímero ya que se tienen antecedentes de este caso por Evans, R. *et al.* (8), quien observó que las sales del fertilizante redujeron marcadamente la absorción de agua por el polímero.

Durante el desarrollo de los experimentos 1 y 2 se presentaron algunas precipitaciones, y dado que el área donde se realizaron estos trabajos no tenía un techo, no se llevó un control eficiente de humedad; es posible que este hecho contribuyera a los resultados obtenidos ya que las lluvias se presentaron en etapas críticas de la planta que fueron después del trasplante y en el momento de la floración.

En algunos trabajos no se ha encontrado respuesta en el

crecimiento de las plantas debido a la aplicación de polímeros, Keever, et al. (13) evaluaron la eficiencia de polímeros, encontrando resultados similares a los que se obtuvieron en este experimento y concluyeron que el hidrogel no es ventajoso para la producción de plantas en macetas.

## V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 5.1 Conclusiones.

5.1.1 En las variables en donde se presentaron diferencias significativas en los efectos medios de polímeros sobre el crecimiento de las plantas de chile serrano, se observaron respuestas diferentes, por lo cual se puede concluir que existe poca diferencia entre los efectos de los polímeros evaluados.

5.1.2 La aplicación de polímeros Agrogel-P4 y Agrosoke no mejoraron el crecimiento, producción ni acumulación de materia seca.

5.1.3 El crecimiento, la producción y la acumulación de materia seca no fue mejorada con la aplicación de los polímeros Agrogel-P4 y Agrosoke bajo condiciones de estress de humedad.

## 5.2 Recomendaciones.

5.2.1 Dado que no se observó una respuesta general a la aplicación de polímeros que se pudiera considerar como favorable, se recomienda analizar cada uno de los posibles factores que pudieran haber dado estos resultados.

5.2.2 Según la literatura la forma de aplicación es un factor muy importante para obtener respuestas favorables y se recomienda la aplicación en forma de gránulos y mezclado en el suelo.

5.2.3 Para obtener una respuesta certera de los efectos que los polímeros pudieran tener sobre algún cultivo en especial, es necesario tener un control eficiente de factores ambientales y edáficos, por lo que lo mas indicado seria repetir este experimento bajo condiciones controladas de invernadero.

## VI. RESUMEN.

El presente experimento se realizó en el campo agrícola experimental de la Facultad de Agronomía de la U.A.N.L., ubicado en el municipio de Marín, N.L., durante los ciclos primavera-verano de 1992 y 1993. El estudio consistió en evaluar la eficiencia de los polímeros Agrogel-P4, Agrosoke y Water House sobre el rendimiento de chile serrano cultivar "Hidalgo".

El establecimiento del experimento 1 se hizo a partir del 13 de marzo de 1992 en el cual se probaron los polímeros Agrogel-P4 y Agrosoke con dos niveles de humedad los cuales fueron monitoreados por medio de bloques de yeso y utilizando para las lecturas un conductivímetro. El segundo experimento se inició en marzo de 1993 en donde se evaluaron los polímeros Agrogel-P4 y Water House, en este caso no se utilizaron bloques de yeso.

El diseño experimental utilizado para la evaluación estadística en el experimento 1, fue completamente al azar con un arreglo factorial 3x2 con cinco repeticiones, este arreglo se formó con los dos polímeros, el testigo y dos niveles de humedad para cada caso. En el segundo experimento se utilizó un diseño completamente al azar donde se tuvieron tres tratamientos los cuales fueron dos marcas comerciales de polímeros y un testigo con diez repeticiones por cada uno. En ambos casos la unidad experimental constó de una maceta con dos

plantas de chile serrano.

Las variables evaluadas para el experimento 1 fueron altura de planta cada quince días, número de frutos, peso de frutos, diámetro de tallos, materia seca de plantas y materia seca de raíz. En el segundo experimento solo se evaluó altura final de planta y materia seca de planta.

En general los resultados obtenidos en ambos experimentos no mostraron efectos importantes de los polímeros sobre el crecimiento de las plantas de chile serrano cultivar "Hidalgo". Existen varios factores que pudieron haber contribuido a estos resultados, entre los que se encuentran las dosis de polímero, la forma de aplicación el uso de fertilizantes y el manejo del experimento. Sin embargo, se han reportado resultados similares al de estos experimentos en donde han concluido que el hidrogel no es ventajoso para la producción de plantas en maceta.

Se recomienda tomar en cuenta los factores citados para el desarrollo de trabajos futuros y de esta manera ofrecer una respuesta mas certera sobre la eficiencia de polímeros agrícolas.

## VII. BIBLIOGRAFIA.

- 1.- Aceves, N. 1990. Los Científicos Menospreciaron el Agua. Colegio de Postgraduados Centro de Hidrociencias. Montecillo, México. p. 20
- 2.- Aguilera, C. y E. Martínez. 1980. Relaciones Agua Suelo Planta Atmósfera. U.A.Ch., México. pp. 5-11.
- 3.- Baver, Gardner y W. Gardner. 1980. Física de Suelos Ed: U.T.E.H.A. México. p. 299.
- 4.- Christiansen, M.N. 1987. Mejoramiento de Plantas en Ambientes Poco Favorables Ed: Limusa. México. pp. 211 228.
- 5.- Collis-George. Davey/Smiles. 1971. Suelo, Atmosfera y Fertilizantes. Ed: AEDOS. Barcelona, Esp. p. 87.
- 6.- Crespo, M.R. 1989. Posibilidades del Uso de Polímeros Sintéticos como Conservadores de la Humedad del Suelo en Reforestaciones con *Pinus halepensis* spp. Memorias del XXIV Congreso Nacional de la Ciencia del Suelo. Pachuca, Hidalgo. p. 30.
- 7.- Donahue, R.L. 1981. Introducción a los Suelos y al Crecimiento de las Plantas Ed: Prentice/Hall Internacional. México. pp. 68-73.
- 8.- Evans, R. 1989. The effectiveness of hidrogels in container plant production is reduced by fertilizer salts. Department of Environmental Horticulture, University of California, Davis, CA, USA. pp. 5-7
- 9.- García, E. 1973. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Koppen; para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana. 2a. Edición. UNAM., México.
- 10.- Gerbing, J.M. and A.J. Lewis III. 1980. Effect of Hidrogel on Wilting and Moisture Stress of Bedding Plants. J. Amer. Soc. HortScience 105: 311.
- 11.- Henin, S. 1972. El Perfil Cultural; el Estado Físico del Suelo y sus Consecuencias Agronómicas Ed: Mundiprensa. Madrid, Esp. p. 45.
- 12.- Huerres, P.C. y Carballo. 1986. Hortalizas. Facultad de Ciencias Agrícolas de la Universidad Central de las Villas. Habana, Cuba. pp. 35-39.
- 13.- Kever, G.J. 1990. Effect of hydrophilic polymer amendment on growth of container grown landscape plants.

Journal of Environmental Horticulture. U.S.A. pp. 52-56.

- 14.- Kramer, P.J. 1974. Relaciones Hídricas de Suelo y Plantas. Ed: Edutex. México. p. 79.
- 15.- Lara, H. 1992. Mejoradores del Suelo. Memorias del XXV Congreso Nacional de la Ciencia del Suelo. Acapulco, Guerrero. p.53.
- 16.- Legaspi, G.M. 1991. Producción de Frijol Bajo el Sistema de Captación de Agua de Lluvia y Tres Dosis de Poliacrilamida. Memorias del XXIV Congreso Nacional de la Ciencia del Suelo. Pachuca, Hidalgo. p.145.
- 17.- Legaspi G. y H. Lara 1990. Uso de Poliacrilamida para Aumentar la Eficiencia de las Técnicas de Captación de Agua de Lluvia. Memorias del XXIV Congreso Nacional de la Ciencia del Suelo. Acapulco, Guerrero. p.53
- 18.- Ortíz, V. y S. Ortíz, 1988. Edafología. Séptima edición U.A.Ch., Departamento de Suelos. Chapingo, México. pp. 103, 104, 105.
- 19.- Osorio, A. y C.Chávez 1991. La Poliacrilamida y Soluciones Salinas en la Retención de Agua y Fuerza de Encostramiento del Suelo. En: Memorias del XXIV Congreso Nacional de la Ciencia del Suelo. Pachuca, Hidalgo. p. 29.
- 20.- Ouchi, S. 1990. Soil Improving Effects of a super water absorbent polymer. Japanese Journal of Soil Science and Plant Nutrition. p. 606.
- 21.- Robinson, 1967. Los Suelos, su origen, constitución y clasificación. Ed: Omega. Barcelona, Esp. pp. 248-251.
- 22.- Rodríguez, G. y L. Alcantar. 1992. Efecto de los Hidrogeles de Desecho Sobre Algunas Propiedades Físicas del Suelo. Memorias del XXV Congreso Nacional de la Ciencia del Suelo. Acapulco, Guerrero. p. 63.
- 23.- Sánchez, E. 1989. Dinámica de la urea y sulfato de amonio en suelos calcáreos de Marín, N.L. Tesis de maestro en ciencias. Colegio de posgraduados. Montecillo, México. p. 152.
- 24.- Serrano, C.Z. 1978. Tomate, Pimiento y Berenjena en

Invernadero. Publicaciones de Extensión Agrícola. Madrid, España. pp. 161-164.

- 25.- Solano, G.J., 1984. Ensayo de Variedades y Densidades de Población en Chile Serrano (*Capsicum annum L.*) en la Región de Gral. Terán, N.L. Tesis de Licenciatura. F.A.U.A.N.L. Marín, N.L. pp. 3,4.
- 26.- Tay, D.C.S. 1991. Extraction of seeds of hot peppers using a modified meat mincer. Hort Science 26(10):1334.
- 27.- Teuscher y Adler. 1980. El Suelo y su Fertilidad. Ed: CECSA. México. pp. 421.
- 28.- Tisdale, S. y W.Nelson. 1982. Fertilidad de Suelos y Fertilizantes. Ed: UTEHA. México. pp. 257, 684.
- 29.- Villalón, B. 1986. "Hidalgo" Serrano Pepper. Hort Science. 21 (3) : 540-541.
- 30.- \_\_\_\_\_ 1989. Polímeros Mejorados Pueden Acortar el Consumo de Agua. Datos técnicos del distribuidor de Agrogel: Proveindustrias de Occidente, S.A. de C.V. Guadalajara, Jalisco.
- 31.- \_\_\_\_\_ 1992. Ahorre Agua y Mejore sus Plantas Ornamentales y cultivos en General. Características Físicas y Químicas del Agrogel-P4. Distribuidor: PROMO-GREEN, S.A. de C.V. Monterrey, N.L.

### VIII. APENDICE.

Cuadro A1. Cuadrados medios obtenidos en los análisis de varianza para las variables: altura a los 15 días, altura a los 30 días, altura a los 45 días, altura a los 60 días, altura a los 75 días y altura a los 90 días.

F. V.	G. L.	Altura 15 días	Altura 30 días	Altura 45 días	Altura 60 días	Altura 75 días	Altura 90 días
Polimeros	2	0.635	1.179	.900	13.225	9.100	5.696
Humedad	1	8.239	7.208	6.806	7.168	9.461	0.003
P x H	2	1.314	3.615	3.308	10.701	8.836	6.762
Error	22	2.748	2.857	3.250	4.899	6.838	6.157
Total	27						

Cuadro A2. Cuadrados medios obtenidos en los análisis de varianza para la variable: número de chiles por tratamiento del primero, segundo y tercer corte.

F. V.	G. L.	#chiles corte 1	#chiles corte 2	#chiles corte 3
Polimeros	2	170.610	68.203	418.316
Humedad	1	132.496	611.524 *	266.944
P x H	2	85.491	113.560	68.714
Error	22	101.650	116.177	134.180
Total	27			

\* Diferencia significativa

Cuadro A3. Cuadrados medios obtenidos en los análisis de varianza para la variable: peso de chiles del primero, segundo y tercer corte.

F. V.	G. L.	Peso Ch. corte 1	Peso Ch. corte 2	Peso Ch. corte 3
Polimeros	2	1292.351	1644.169 *	1072.277
Humedad	1	19.228	17770.721 *	830.407
P x H	2	716.206	308.369	120.749
Error	22	1545.081	419.755	472.373
Total	27			

\* Diferencia significativa

Cuadro A4. Cuadrados medios obtenidos en los análisis de varianza para las variables: diámetro de tallo, materia verde y materia seca.

F. V.	G. L.	Diametro de tallo	Materia verde	Materia seca
Polimeros	2	.003	1133.708	8.037
Humedad	1	.004	244.431	40.638
P x H	2	.005	229.759	12.197
Error	22	.006	1656.169	62.504
Total	27			

Cuadro A5. Cuadrados medios obtenidos en los análisis de varianza para la variable: Peso y número total de chiles de los tres cortes y peso seco de raíz.

F. V.	G. L.	No. Total de Chiles.	Peso Total de Chiles.	Peso seco de raíz
Polimeros	2	1534.818 *	9473.091 *	13.042 *
Humedad	1	9.735	10021.023 *	12.131 *
P x H	2	660.335	2367.700	1.168
Error	22	329.161	2244.960	2.410
Total	27			

\* Diferencia significativa

Cuadro A6. Medias de tratamientos para la variable altura quincenal.

Pol.	Hum.	Alt 1	Alt 2	Alt 3	Alt 4	Alt 5	Alt 6
		-cm-	-cm-	-cm-	-cm-	-cm-	-cm-
1	1	20.54	21.69	23.55	26.50	32.60	35.85
1	2	20.27	21.90	23.50	26.70	35.20	36.10
2	1	21.61	23.06	24.38	28.63	34.87	36.63
2	2	20.10	21.90	23.70	28.80	36.71	38.25
3	1	21.69	23.49	25.31	30.38	35.81	37.69
3	2	20.10	21.23	22.95	26.80	34.70	35.85

Cuadro A7. Medias de tratamientos para la variable # de chiles.

Pol.	Hum.	# de chiles 1	# de chiles 2	# de chiles 3
1	1	17.40	25.20	8.20
1	2	18.60	42.20	7.20
2	1	24.25	35.75	19.25
2	2	13.40	41.20	12.80
3	1	27.75	36.25	27.00
3	2	23.60	41.00	15.20

Cuadro A8. Medias de tratamientos para la variable peso de chiles.

Pol.	Hum.	Peso Ch. corte 1	Peso Ch. corte 2	Peso Ch. corte 3
		- gr -	- gr -	- gr -
1	1	62.02	98.64	17.54
1	2	72.10	161.70	14.12
2	1	95.55	135.35	38.58
2	2	73.10	177.50	25.58
3	1	86.25	115.35	44.75
3	2	92.16	160.34	27.42

Cuadro A9. Medias de tratamientos para las variables diámetro de tallo, materia verde y materia seca.

Pol.	Hum.	Diámetro de tallo	Materia verde	Materia seca
		- cm -	- gr -	- gr -
1	1	1.01	155.70	46.73
1	2	1.01	154.86	49.08
2	1	1.00	169.90	46.56
2	2	1.08	170.08	51.36
3	1	1.02	185.98	47.30
3	2	1.02	168.20	47.42

Cuadro A10. Medias de tratamientos para las variables número total de chiles, peso total de chiles y peso seco de raíz.

Pol.	Hum.	# total de Ch.	Peso total de Ch.	Peso de raíz
			- gr -	- gr -
1	1	50.80	178.20	8.66
1	2	68.00	247.92	7.85
2	1	79.25	269.48	8.91
2	2	67.40	276.18	6.76
3	1	91.00	246.35	6.53
3	2	79.80	279.92	5.46

Cuadro A11. Cuadrados medios obtenidos en los análisis de varianza para las variables: altura de plantas y materia seca.

F. V.	G. L.	Altura de planta	Materia seca
Polímeros	2	106.461	40.685
Error	21	20.189	32.224
Total	23	27.691	32.960

