



UNAM CAMPUS IZTACALA
 U. D. C. PROCESOS TECNICOS
 PAPELETA DE DEVOLUCION

NOTA:
 EL PRESTADOR SE OBLIGA A DEVOLVER ESTE LIBRO
 COMO LIMITE EN LA FECHA INDICADA EN
 EL ULTIMO SELLO.

UNAM CAMPUS
 IZTACALA

Escuela Nacional de Estudios Profesionales
 Iztacala

EFFECTO DE COBERTURAS DE ORIGEN ORGANICO
 E INORGANICO SOBRE EL REGIMEN HIDRICO
 DEL SUELO Y SU INFLUENCIA EN EL DESARROLLO
 DEL CULTIVO DE HABA (*Vicia Faba L.*)

TESIS

Que Para Obtener el Título de:

BIOLOGO

Presenta :

GERARDO SERGIO BENEDICTO VALDES

- 1986 -





Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

AGRADECIMIENTOS

- Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, por el financiamiento otorgado para la realización del presente trabajo de Tesis de Licenciatura.
- A la Universidad Nacional Autónoma de México, por la oportunidad concedida para aprender nuevos conocimientos.
- Al Colegio de Postgraduados por las enormes facilidades otorgadas para la realización del presente trabajo de investigación.
- Al Ing. y M. en C. Jorge L. Tovar Salinas, por la valiosa dirección del presente trabajo y por el desinteresado apoyo y estímulos recibidos.
- Al Ing. Quím. César Merino Bazán, por su ayuda en el análisis químico del laboratorio.
- Al Sr. Angel Sánchez Pineda por su asistencia en el establecimiento del presente trabajo.
- A la Sra. Angelina Méndez Cruces, por su participación en la corrección del original y por su excelente trabajo de mecanografía.
- Al personal del laboratorio de la Sección de Física de Suelos, del Centro de Edafología por la colaboración en los análisis de laboratorio.
- A cada una de las personas que de alguna manera permitieron y colaboraron en la realización de este trabajo.

DEDICATORIA

A mis padres:
Cuya forma de afrontar
la vida, es motivo de
aliento y superación de
adversidades.

A quienes hicieron
posible el término
de gran parte de mi
formación profesio
nal...mi respeto y
admiración.

Mis Tíos
(Juan Z. y Teresa Valdés)

A mis hermanos
Motivo de afecto y
comprensión, esperanza
de superación a sí
mismos. Especialmente
a Alejandro, deseando
su vida sea ejemplo de
rectitud.

A mi pueblo, TEMASCALINGO,
cuya existencia tiene los
grandes amigos, los grandes
recuerdos y los grandes pro
yectos.

Ya hace mil años entre ayer y
(hoy.

Ya el pasado ha pasado a otro
(pasado.

Ya ese mundo en que fuimos se
(murió.

Pero aún me llega de tu claridad
el resplandor de un día.

C O N T E N I D O

	Página
RESUMEN	
I. INTRODUCCION.....	1
1.1 Objetivos.....	5
II. MARCO DE REFERENCIA.....	6
2.1 Leguminosas.....	6
2.1.1. Importancia.....	6
2.1.2. Adaptaciones.....	8
2.2 Importancia del haba.....	8
2.2.1. Componentes del rendimiento biológico.....	9
2.2.2. Factores que afectan los componentes del rendimiento.....	12
2.3 Conservación del agua de lluvia.....	13
2.3.1. Evaporación.....	14
2.3.2. Uso de coberturas.....	15
2.3.3. Coberturas orgánicas.....	16
2.3.4. Coberturas inorgánicas.....	21
2.4 Conclusiones del marco de referencia.....	24
2.5 Supuestos.....	26
2.6 Hipótesis.....	26
III. MATERIALES Y METODOS.....	28
3.1 Ubicación del sitio experimental.....	28
3.2 Factores y niveles de estudio.....	28
3.3 Diseño experimental.....	29

	Página
3.3.1. Unidad experimental.....	30
3.4 Características del suelo.....	32
3.4.1. Preparación del suelo.....	32
3.4.2. Constantes de humedad del suelo...	32
3.5 Siembra.....	33
3.6 Control de plagas y malezas.....	33
3.7 Parámetros medidos.....	36
3.7.1. Consumo hídrico durante el ciclo..	36
3.7.2. Producción de materia seca.....	36
3.7.3. Altura del tallo principal.....	37
3.7.4. Número de vainas llenas.....	37
3.7.5. Número de folíolos perdidos.....	37
3.7.6. Relación vástago: raíz.....	37
3.7.7. Frecuencia estomática.....	38
IV. RESULTADOS Y DISCUSION.....	40
4.1 Manejo de coberturas.....	40
4.2 Consumo hídrico durante el ciclo, conside rando las tres etapas bajo sequía.....	41
4.2.1. Consumo hídrico, considerando la etapa final bajo sequía.....	45
4.3 Producción de materia seca.....	47
4.3.1. Producción de materia seca conside rando la etapa final bajo sequía..	48
4.4 Altura del tallo principal.....	52
4.5 Número de vainas llenas.....	54
4.5.1. Número de vainas llenas conside ^{ran} do la etapa final bajo sequía.....	56

	Página
4.6 Número de folíolos perdidos.....	58
4.6.1. Número de folíolos perdidos consi- derando la etapa final bajo sequía	59
4.7 Relación vástago: raíz.....	61
4.8 Frecuencia estomática.....	64
4.8.1. Frecuencia estomática de tratamien- tos con la condición de sequía en la etapa final.	66
4.9 Índice de eficiencia en el uso del agua..	70
4.9.1. Índice de eficiencia en el uso del agua de los tratamientos con condi- ción de sequía en la etapa final.	72
V. CONCLUSIONES	75
VI. SUGERENCIAS	77
VII. BIBLIOGRAFIA	78
VIII. APENDICE	83

INDICE DE CUADROS

Figura		Página
1	Curva de retención de humedad estimada con el método descrito por Palacios y Jaspeado (1978).....	34
Cuadro		
1	Relación de los tratamientos utilizados y su numeración correspondiente.....	31
2	Determinaciones físicas y químicas efectuadas en las muestras de suelo, métodos y resultados para la caracterización del material edáfico utilizado.....	35
3	Síntesis de los análisis de varianza para las variables cobertura, sequía en etapa y su interacción.....	40
4	Síntesis de los análisis de varianza para los tratamientos cuya etapa fenológica final estuvo sujeto a condición de sequía..	40
5	Análisis de varianza para el consumo hídrico durante el ciclo.....	42
6	Prueba de Tukey para los factores cobertura y sequía en etapa, en el consumo hídrico.....	42
7	Duración y porcentaje respecto al total del ciclo para cada etapa fenológica....	44
8	Análisis de varianza para el consumo hídrico de tratamientos con condición de sequía en la etapa final.....	46

Cuadro		Página
9	Prueba de Tukey para el consumo hídrico de tratamientos con condición de sequía en la etapa final.....	46
10	Análisis de varianza para la producción de materia seca de la parte aérea.....	47
11	Prueba de Tukey para el factor cobertura en la producción de materia seca de la parte aérea.....	47
12	Temperaturas correspondientes a las profundidades de 5 cm y 10 cm para cada tratamiento.....	49
13	Análisis de varianza para la producción de materia seca de la parte aérea de tratamientos con condición de sequía en la etapa final.....	51
14	Prueba de Tukey para la producción de materia seca de la parte aérea de tratamientos con condición de sequía en la etapa final.....	51
15	Análisis de varianza para la altura final del tallo principal.....	53
16	Análisis de varianza para la altura final del tallo principal para los tratamientos con condición de sequía en la etapa final.	53
17	Análisis de varianza para la producción de vainas llenas.....	55
18	Prueba de Tukey para el factor sequía en etapa, en la producción de vainas llenas.	55
19	Análisis de varianza para la producción de vainas llenas en los tratamientos con condición de sequía en la etapa final....	57

Cuadro		Página
20	Análisis de varianza para el número de foliolos perdidos.....	57
21	Prueba de Tukey para el factor época de sequía, en la pérdida de foliolos.....	60
22	Análisis de varianza para el número de foliolos perdidos en tratamientos con la condición de sequía en la etapa final....	60
23	Análisis de varianza para la relación vástago: raíz.....	62
24	Análisis de varianza para la relación vástago: raíz de los tratamientos con condición de sequía en la etapa final.	62
25	Análisis de varianza para la frecuencia estomática.....	65
26	Prueba de Tukey para el factor cobertura y el factor sequía en etapa.....	65
27	Prueba de Tukey para el número de estomas por mm ² en la interacción cobertura-sequía.....	67
28	Análisis de varianza para la frecuencia estomática de los tratamientos con la condición de sequía en la etapa final.....	68
29	Prueba de Tukey para la frecuencia estomática de los tratamientos con la condición de sequía en la etapa final.....	68

Cuadro		Página
30	Análisis de varianza para el índice de - eficiencia en el uso del agua.....	71
31	Prueba de Tukey para el índice de eficien- cia en el uso del agua.....	71
32	Análisis de varianza para el índice de - eficiencia en el uso del agua de los tra- tamientos con condición de sequía en la etapa final.....	73
33	Prueba de Tukey para el índice de eficien- cia en el uso del agua de los tratamient ^o s con condición de sequía en la etapa final.	73

INDICE DE CUADROS DEL APENDICE

Cuadro		Página
A1	Valores correspondientes al registro del consumo hídrico durante el ciclo (e/ciclo).....	83
A2	Valores correspondientes al registro de la producción de materia seca de la parte aérea (g/ ³ pl.).....	84
A3	Valores correspondientes al registro de la altura del tallo principal.....	85
A4	Valores correspondientes al registro del número de vainas llenas.....	86
A5	Valores correspondientes al registro de los fluidos perdidos.....	87
A6	Valores correspondientes al registro de la relación vástago-raíz.....	88
A7	Valores correspondientes al registro de la frecuencia estomática (estomas por mm ²).....	89
A8	Valores correspondientes al índice de eficiencia en el uso del agua (g/l).....	90

RESUMEN

Con el objeto de reducir las pérdidas de agua bajo condiciones simuladas de sequía, se aplicaron 24 tratamientos generados por la interacción de los materiales de cobertura: aserrín, composta, estiércol, paja, rastrojo, asfalto y polietileno, así como períodos de sequía: inicial, medio y final caracterizado por el rango de humedad aprovechable del 0 al 33% aplicado a cada etapa fenológica en que se dividió al ciclo del cultivo de haba (*Vicia faba* L.).

Se observó el efecto sobre la pérdida de agua del suelo por evaporación, sobre el desarrollo y características morfológicas de la planta, bajo condiciones de invernadero.

En esta investigación se concluye que las coberturas de estiércol, paja y aserrín tuvieron mayor eficiencia en cuanto a la conservación de la humedad. La condición de sequía, afectó la producción de materia seca, aceleró la senescencia de la planta y disminuyó el número de vainas drásticamente cuando se aplicó al final del ciclo del cultivo.

I. INTRODUCCION

Los recursos naturales representan, mediante un manejo adecuado, un amplio potencial que permite satisfacer demandas a favor de la población humana, cuyas necesidades de alimentación aumentan constantemente.

En México, la alimentación básica de la población tanto rural como urbana, está constituida por maíz y frijol, cuyo consumo es en proporción de 3.1 aproximadamente, Wellhausen (1976). Es decir, las leguminosas constituyen habitualmente una parte relativamente pequeña de los regímenes alimenticios, por lo que es necesario vincular el conocimiento tradicional con el uso de técnicas apropiadas y el estudio de alternativas de aprovechamiento, según los recursos existentes.

En particular, el recurso natural "lluvia" constituye la base de la productividad en el campo, puesto que en la República Mexicana, la agricultura se practica en una superficie de 16 millones de hectáreas, de las cuales 11 millones se siembran en condiciones de temporal, es decir, en México el 68.75% de la superficie cultivada depende de las condiciones climatológicas (Martínez, 1974).

Para conocer la eficiencia del temporal en cuanto a precipitación, se han clasificado a los terrenos de temporal en:

- a) Terrenos de excelente temporal, que permiten más de una cosecha por ciclo y cubren el 9.4% de la superficie total.
- b) Terrenos de buen temporal, que permiten obtener por lo menos una cosecha aceptable. Estos cubren el 11% de la superficie.
- c) Terrenos de temporal deficiente, que producen cosechas variables según las condiciones del tiempo y que cubren el 16.6% de la superficie.
- d) Terrenos de temporal malo, con cosechas deficientes y con bastantes riesgos, que cubren el 63% de la superficie total, (Op. cit., 1974).

Lo anterior refleja que aproximadamente el 80% de los terrenos de temporal no cuentan con el agua suficiente para el desarrollo de los cultivos; además, suelen presentar pendientes pronunciadas, de más del 20%; pedregosidad en la superficie y susceptibilidad a inundaciones; factores que caracterizan a los ecosistemas potencialmente degradables, con una baja estabilidad productiva de las tierras y una alta variación de las condiciones climatológicas, (Anaya, 1975). Lo que muchas veces provoca el deterioro y abandono de los sistemas de producción agrícola bajo estas condiciones.

Sin embargo, observamos que la población dedicada y que depende de las actividades del campo, ante la creciente demanda del suministro de alimentos e ingresos económicos extras, se ve en la necesidad de no sólo basarse exclusivamente en cultivos como maíz y frijol, sino que recurren a el cultivo de otras leguminosas como el haba, que básicamente se realiza bajo condiciones de temporal y en asociaciones con maíz, como primer cultivo (Crispín et al. 1978).

Considerando la importancia del agua de lluvia como el principal factor limitante en la agricultura de temporal, se hace necesario considerar técnicas que van desde el empleo de microcuencas de captación de lluvia para incrementar la cantidad de agua en la zona de raíces, (Anaya, 1975 y Tovar 1977), hasta la aplicación de coberturas de origen orgánico e inorgánico con el fin de reducir la evaporación del agua del suelo, para obtener un aprovechamiento adecuado de éste recurso e incrementar la producción agrícola y por ende, mejorar la calidad de vida de los agricultores de escasos recursos.

El presente estudio consta de una etapa de evaluación en condiciones de invernadero, la cual se reporta en este trabajo de Tesis de Licenciatura, y otra posterior de aplicación en condiciones de campo. El objetivo general, es contribuir al conocimiento de tecnologías que apoyen el uso adecuado del

recurso agua de lluvia en zonas donde la producción agrícola depende de las condiciones de temporal. Asimismo, contribuir al conocimiento del desarrollo de éste cultivo, cuyo amplio potencial nutritivo y forrajero, entre otros, aún no ha sido explorado.

1.1 Los objetivos particulares del presente trabajo, fueron:

- a). Determinar el efecto de coberturas sobre el régimen hídrico del suelo, a través del ciclo vegetativo y su eficiencia para la agricultura de temporal.
- b). Evaluar los efectos de coberturas orgánicas e inorgánicas sobre el desarrollo del cultivo de haba (*Vicia faba* L.), en condiciones de invernadero.

II. MARCO DE REFERENCIA

2.1. Leguminosas

Las leguminosas se cultivan en todo el mundo, tanto en los trópicos como en las zonas templadas. Tienen un alto contenido de proteínas, que oscila desde el 17 al 25% en los granos secos, mientras que en los cereales esa oscilación se produce del 6 al 14%. Aunque las leguminosas se cultivan en menor cantidad que los cereales de primera necesidad, su contribución al suministro mundial de proteínas es considerable, probablemente del orden del 8%, constituyendo por tanto, un alimento importante para el consumo humano que reviste un interés bastante destacado desde el punto de vista de la nutrición (Whyte et al. 1955; Aykroyd y Doughty 1982).

2.1.1. Importancia

Después de las gramíneas, ésta familia es la más importante, ya que proporciona grano y forraje prácticamente sin necesidad de aplicar fertilizantes nitrogenados. En todo caso, los miembros de esta familia son la segunda fuente de proteínas vegetales en forma de grano, por orden de importancia.

Sinha (1978), menciona que las leguminosas se utilizan con los siguientes fines:

a) Mejora de suelos.

Al incorporarse al suelo los residuos de algunos cultivos como el trébol, la alfalfa, el haba, etc., mejoran la estructura, elevan el contenido de materia orgánica y mejoran la disponibilidad de fósforo en suelos que tienen problemas de fijación de este macronutriente vital para los vegetales.

b) Forrajes.

Muchas leguminosas proporcionan un forraje de gran contenido proteico en diferentes partes del mundo.

c) Hortalizas.

Los guisantes, el frijol de lima, el chícharo, el haba, etc., como hortalizas, son muy apreciadas por su sabor - tanto de semillas tiernas como de algunas vainas. De hecho, el tegumento constituye una fuente muy rica de alimentos.

d) Granos secos.

Corresponden a las dos categorías siguientes:

- Oleaginosas, como la soya y el cacahuate
- Las leguminosas de grano, garbanzo, frijol común, haba, que se emplean o bien cocidas en diversas formas o bien desgranadas.

2.1.2. Adaptaciones

Las leguminosas alimenticias crecen y tienen rendimientos en una amplia gama de terrenos con precipitaciones comprendidas entre 250 y 1000 mm, y en un rango de temperatura de 10° a 20°C (Sinha, 1978; Saxena, 1978).

El Nadi (1970) y Saxena (1978), reportan que las necesidades hídricas en el haba son máximas y de gran importancia cuando el cultivo llega a la etapa de florecimiento y que períodos de sequía en esta etapa abaten el rendimiento de grano, además de que es la menos resistente a la sequía de todos los cultivos de leguminosas señalan (Aykroyd y Doughty 1982).

2.2. Importancia del haba

El haba (*Vicia faba* L.) es un cultivo del cual dependen millones de habitantes de grandes naciones como: Egipto y Sudán, puesto que es el principal alimento por su alto contenido proteico (ICARDA, 1982).

En la República Mexicana, la mayor producción se concentra en la región que comprende los estados de: México, Puebla, Tlaxcala y Michoacán, donde se produce el 75.29% de las 40,983 hectáreas que se siembran en condiciones de temporal, con un rendimiento promedio de 2,043 kg/ha (DGEA, 1983), el cual está caracterizado por numerosas razas criollas, pues

to que actualmente no se cuenta con variedades mejoradas, provocando diferencias en rendimiento y susceptibilidad a enfermedades (Montes, 1977).

En forma general, es una fuente extra de ingresos económicos como segundo cultivo, ya que se siembra asociado con maíz como primer cultivo, donde la producción se utiliza para el autoconsumo y los excedentes se destinan al mercado (Crispín et al. 1978).

Sin embargo, se observa que a medida que aumentan los incentivos económicos para con este cultivo, ha habido un incremento gradual en la superficie cosechada y en el rendimiento medio del cultivo de haba en años recientes (DGEA, 1983).

2.2.1. Componentes del rendimiento biológico

Las características del crecimiento de una planta son la suma de sus actividades funcionales durante su ciclo vital. Sinha (1978), define las siguientes fases de la vida de una planta como elementos que determinan el rendimiento.

- a) Germinación y crecimiento de la plántula, gracias al cual el cultivo se mantiene en el campo.
- b) Desarrollo vegetativo básico, al que corresponde la producción total de materia seca de una planta.

- c) Desarrollo reproductivo, que en la mayoría de los cultivos de grano, es la fase que determina su potencial de rendimiento.
- d) Distribución de la materia seca entre las partes económicamente útiles, los granos y el resto, que determinan el rendimiento real.

Kohashi (1979), consideró que el rendimiento biológico tiene su expresión morfológica en las estructuras de la planta: la raíz, que rara vez se toma en consideración, y los diferentes órganos aéreos; tallo, hojas, flores y frutos. Por otro lado, el rendimiento económico tiene su expresión morfológica de interés antropocéntrico en el grano, el cual se considera como la resultante de una secuencia de otros componentes llamados morfológicos, tales como vainas, pericarpio, flores, yemas y otros.

El Nadi (1969), distinguió tres etapas de crecimiento en haba (*Vicia faba* L.) en experimentos realizados en invernadero y en cámaras de crecimiento, al estudiar la respuesta relativa del haba a las tensiones de humedad durante las etapas de crecimiento vegetativo y de floración, definiéndolas de la siguiente manera:

- Etapa I: Desde la expansión de la primer hoja verdadera, hasta la aparición macroscópica de las primeras yemas florales, las cuales nacían a partir del séptimo o posteriores nudos.
- Etapa II: Desde el fin de la etapa I, hasta la apertura de las flores más precoces.
- Etapa III: Desde el fin de la etapa II, cubriendo el total del período de floración y finalizando con la fructificación de las inflorescencias más viejas en los nudos inferiores del tallo.

El Nadi (1970), encontró que los más altos rendimientos para esta especie, por parcela, se debieron a los incrementos en los llamados componentes del rendimiento; vainas por plantas y peso de semillas como resultado de una alta eficiencia en la utilización del agua, resaltando la importancia del régimen de humedad durante la aparición macroscópica de las primeras yemas florales y la apertura más temprana de las flores, lo cual se refleja en una alta contribución al rendimiento debido a los incrementos del peso seco de la semilla.

Ishag (1973), estudiando el rendimiento de 4 variedades de haba, obtuvo un 40% más de rendimiento con 5.7 plantas por m^2 (7100 kg/ha) que con 3.6 plantas por m^2 (5100 kg/ha).

El rendimiento estuvo estrechamente correlacionado con el número de vainas por planta; el peso promedio de semillas y el número de semillas por vaina varió poco entre las densidades de siembra.

2.2.2. Factores que afectan los componentes del rendimiento

En los efectos de tensiones de humedad inducidas en diferentes etapas del desarrollo de la planta de haba, se observó que dependiendo de la etapa, hubo reducciones significativas en el número de nudos, en la altura de la planta y en la tasa de crecimiento; también que las plantas de haba produjeron más ramas y retoños, luego de una etapa inicial de sequía, seguida por un régimen favorable de humedad. Además, que las temperaturas de 24 a 29°C, favorecen el crecimiento vegetativo, desde la expansión de la primera hoja verdadera hasta la apertura de las flores más tempranas, más que la temperatura de 18°C, pero que durante la etapa de floración, las temperaturas menores fueron más favorables para el crecimiento (El Nadi, 1969).

En un estudio sobre la distribución espacial, densidad de siembra y componentes del rendimiento en haba (López, 1978), se menciona que el mejor tratamiento en cuanto a la densidad de siembra fue el que tuvo un arreglo de 100-70-3, lo cual significa que:

- a) La distancia óptima entre surcos con la que hubo mejores rendimientos fué de 100 cm.
- b) La distancia adecuada entre matas fué de 70 cm.
- c) En relación al número de plantas por mata, el mejor rendimiento fué obtenido con el nivel 3.

Con una densidad de población de 42,857 plantas/ha y un rendimiento de 8,703 kg/ha.

Mientras que Crispín et al. (1978), mencionan que para la siembra en los Valles Altos de México, se recomienda una distancia entre surcos de 80 cm dejando 2 semillas cada 50 cm, es decir, de arreglo 80-50-2; con lo que se obtiene una población aproximada de 50,000 plantas/ha, registró producción baja debido principalmente al intenso ataque de plagas y enfermedades, nula tecnología en su explotación, así como limitaciones socioeconómicas.

2.3. Conservación del agua de lluvia

Con el propósito de encontrar técnicas que conduzcan a la disminución de las pérdidas de humedad por evaporación de la superficie del suelo, de modo que haya una mayor cantidad de agua disponible para los cultivos, muchos trabajos se han realizado al respecto. Sin embargo, es evidente que el fenómeno de evaporación es de carácter complejo y varía en

función de las condiciones climatológicas y la naturaleza de la superficie evaporante. Para lo cual se requiere comprender su comportamiento, pues revisten gran importancia las pérdidas de humedad en los suelos con cultivos.

2.3.1. Evaporación

La evaporación del agua puede darse desde cualquier superficie húmeda, ya sea del agua de los lagos, de los ríos o del mar, la tierra mojada, del follaje húmedo o las células turgentes del parénquima esponjoso de las hojas (Winter, 1979).

El fenómeno de la evaporación depende en primer lugar del calor, contenido de humedad, movimiento y presión del aire y de la naturaleza de la superficie de evaporación. En ésta última, a medida que se incrementa la rugosidad en la superficie del suelo aumenta la evaporación y también depende de la vegetación que el suelo soporta, la cual es a su vez afectada por la abundancia del follaje, la altura y el tipo de hojas de la planta (Fauser, 1965).

De modo semejante ejercen influencia sobre la evaporación del agua, factores que intervienen en el calentamiento del suelo, éste es: su calor específico, su exposición solar, la dirección del viento dominante, pendiente, profundidad del manto freático y la frecuencia y cantidad de lluvia (Thompson, 1965).

2.3.2. Uso de coberturas

Cualquier material aplicado sobre la superficie del suelo, sea de naturaleza orgánica o inorgánica, con la función de cubrirlo, se designa como cobertura y se usan primordialmente para incrementar la infiltración, reducir la evaporación, modificar las temperaturas del suelo amén de modificar otras condiciones físicas, químicas y biológicas del suelo, las cuales en su mayoría son en beneficio del cultivo en cuestión.

Hardy (1970), Takatori et al. (1963) y Mildner, (1963), entre otros, mencionan materiales de cobertura tales como:

- a) Restos de vegetación: hierba cortada, hojas secas, plantas de maíz, pasto, paja, heno, desechos de caña de azúcar, bagazo, desechos de bananas, tallos de arroz y trigo.
- b) Productos de bosque: madera picada, viruta, aserrín, pulpa de papel.
- c) Cáscaras de frutos: cáscaras de café, de cacao, de arroz.
- d) Material mineral: grava, arena y cascajo.

- e) Abonos orgánicos: gallinaza, estiércol de caballo y vacuno, composta y abonos verdes.
- f) Mantillo de papel.
- g) Mantillo de plástico.
- h) Emulsiones de petróleo.

Las coberturas influyen favorablemente en las condiciones físicas del suelo, porque aíslan la superficie de la acción de las gotas de lluvia, disminuyen la escorrentía, incrementan la infiltración y reducen la evaporación (Fournier, 1975).

El efecto de éstas, en períodos muy secos o muy húmedos tiende a ser igual al de los suelos sin cobertura y sólo ocurre antes de que el cultivo pierda agua por transpiración. Sin embargo, el efecto es mayor sobre el régimen térmico del suelo que sobre las pérdidas por evaporación (Baver et al. 1973). Lo cual significa que el efecto benéfico de las coberturas depende principalmente de la frecuencia y cantidad de lluvia.

2.3.3. Coberturas orgánicas

Un hecho común, es el de mantener residuos vegetales sobre la superficie, pues pueden impedir en cierto grado la

evaporación del agua del suelo en las zonas donde las lluvias son estacionales y se producen tormentas en rápida sucesión. Al ocultarse el sol, el suelo se enfría y se reduce la velocidad del viento, por lo tanto, la evaporación disminuye durante breves períodos de tiempo después de las lluvias. Sin embargo, si las precipitaciones son menos continuas y sobre todo de baja intensidad, no se produce una reducción apreciable en la evaporación (FAO, 1972).

Los residuos vegetales aplicados a la superficie del suelo o dejados sobre ella a partir del cultivo precedente, se utilizan para reducir la pérdida del suelo y conservar la humedad. El estiércol con paja filtra lentamente el agua y permite una mejor penetración y cuando se incrementan progresivamente la cantidad de estos materiales se incrementa el ciclo vegetativo de algunos cultivos y disminuye la temperatura del suelo (Tisdale y Nelson 1982).

Thompson (1965) y FAO (1967), señalan que es benéfica la remoción del suelo superficial dejando todos los residuos en la superficie del suelo, sobre todo, cuando la velocidad de absorción del agua en el suelo es lenta, resultando particularmente útil en años de sequía; además de que tienden a disminuir la temperatura del suelo e incrementar la humedad, impidiendo que el suelo se caliente durante el día y se enfríe durante la noche.

Investigaciones realizadas en Iowa (FAO, 1967), indican que la temperatura del suelo al mediodía en los primeros 2.5 cm de profundidad, en la época de siembra puede ser hasta de 2.2°C más baja en un suelo protegido con cobertura vegetal, que en un suelo descubierto, lo cual puede retardar la germinación de las semillas de maíz, y el desarrollo prematuro del mismo. En las temperaturas frías y húmedas, puede ocasionar una cierta reducción de los rendimientos de maíz, comparados con los obtenidos con métodos corrientes de labranza, donde los residuos de cosecha se entierran.

En otras partes del Sur de Estados Unidos, también han descendido las temperaturas por la aplicación de coberturas, y parece ser que la aplicación puede proporcionar algunas ventajas.

Los resultados obtenidos en la isoyeta de 50.8 mm en Texas, EUA, muestran que después de una lluvia de verano la humedad penetró hasta 76.2 cm en donde se había aplicado 39.5 ton de paja y estiércol por hectárea y que sólo penetró 38.1 cm en donde no se aplicaron (Burnet, citado por Tamhane et al. 1978).

Al estudiar el efecto de la cobertura de aserrín, White et al. (1959) observaron que mediante la aplicación de esta cobertura se incrementó la producción de maíz, frijol y tomate, resultado del aumento en el agua disponible.

El registro de la humedad al punto de marchitamiento no manifestó diferencias entre los tratamientos a cualquiera de las profundidades. Mientras que la fluctuaciones de la temperatura fueron inferiores que las parcelas sin cobertura, es decir, de 30 °C a 42.5°C a los 5.08 cm de profundidad para el suelo descubierto y de 28.3°C a 32°C a la misma profundidad para el de cobertura.

Moody et al. (1963) en estudios sobre la influencia de la cobertura de paja de trigo, evidencia que ésta es efectiva para mantener un nivel óptimo de humedad durante toda la época de desarrollo del maíz.

La conservación de la humedad del suelo fue más evidente en el año de 1959 en los meses de julio y agosto cuando llovió intensamente. Las pérdidas por evaporación en este período fueron de 61.7 mm en el suelo descubierto y solamente 9.1 mm en el suelo con cobertura.

Las temperaturas máximas del suelo a la profundidad de 10 cm fueron más bajas con los tratamientos con coberturas. Las diferencias de estas temperaturas entre el suelo con cobertura y el suelo descubierto fueron de 35 y 41°C durante mayo y 42 y 44°C para junio respectivamente. Estos datos de la temperatura del suelo, ilustran el efecto del aislamiento de la cobertura en la superficie del suelo al reducir la cantidad de calor que ingresa o sale del suelo.

Adams (1965), al evaluar la cobertura de paja, de arena, grava, y un tratamiento al suelo con el producto químico cloruro dioctadecildimetil de amonio (DDAC), encontró que con la cobertura de paja hubo poca fluctuación en la temperatura del suelo puesto que tuvo un efecto aislante. La temperatura del suelo a la profundidad de 7.6 cm varió de 32 a 35°C para el suelo descubierto y con la cobertura de paja estuvo cercana a 26°C.

Waters et al. (1980), utilizando residuos de arroz como cobertura encontraron que se redujeron las temperaturas a la profundidad de 10 cm e incrementaron el contenido de humedad. Antes del florecimiento del frijol "Puebla 152", la temperatura del suelo en la tarde disminuyó un promedio de 1.3°C e incrementó la humedad del suelo 2.2%. El peso fresco de nódulos, raíces, hojas y planta total se incrementaron en un 50%, 49%, 24% y 38% respectivamente, con la aplicación de la cobertura, pero el número de vainas y peso final de las semillas no se afectaron.

Drapeau (1983), al estudiar el efecto del método de surcado, fertilización y el uso de una cobertura de paja sobre la producción en el cultivo de haba, encontró que con la cobertura se incrementaron los rendimientos durante los años de 1978 y 1980, además que ésta puede influir en el régimen de humedad y los granos de cereales presentes, al crecer pueden contribuir a reducir parcialmente la insolación de las plantas, especialmente en el momento de la floración.

2.3.4. Coberturas inorgánicas

La expansión de la agricultura en naciones cuyo territorio está constituido por suelos arenosos y calcáreos características de regiones áridas y semiáridas, como es el caso de Egipto, depende de la recuperación de estos suelos. Para lo cual es necesario mejorar algunas propiedades físicas como la capacidad de retención del agua, mediante la adición de productos químicos.

Según FAO (1982), los productos químicos poseen las siguientes características:

- a) Promover la agregación del suelo.
- b) Reducir la evaporación y la excesiva permeabilidad.
- c) Proteger al suelo contra la erosión y la lixiviación.
- d) Elevar la temperatura en la zona de siembra.
- e) Establecer una óptima posición de algunos cultivos.

- f) En general, producir mejores condiciones para el desarrollo de la planta y lograr altos rendimientos.

Mildner (1963), menciona que la cobertura de petróleo es económica y se usa en forma asperjada sobre el suelo en la agricultura de temporal para mejorar el crecimiento y producción de cualquier cosecha. Posee además cuatro funciones básicas; reducir la tasa de evaporación, absorber y retener el calor de modo que pueda aumentar la temperatura 20°C arriba de lo normal, proteger de la erosión y retardar la pérdida de nutrientes.

En experimentos realizados en Arizona en 1960 con plantas de algodón encontró que después de 20 días de la plantación, 31225 plantas/ha emergieron contra 21525 plantas/ha del área sin cobertura Resultando una producción final en pacas por hectárea de 5.4 con cobertura y 4 sin cobertura, con un incremento del 34%.

Takatori et al. (1963), comparando la cobertura de petróleo, cuya aplicación fue de 11.3, 22.7, 45.4 y 90 litros en bandas con anchura de 7.6, 15.2, 30.4 y 60.9 cm, contra las coberturas de plástico oscuro y transparente encontró que las más altas temperaturas ocurrieron bajo la cobertura de petróleo en la banda de 15.2 cm; esto en comparación con el control a la profundidad de 7.6 cm incrementó 6.7°C.

Las coberturas de plástico retuvieron mejor la humedad del suelo que las de petróleo y el control sin cobertura.

Experimentos realizados en suelos arenosos bajo irrigación en el Sector Sur de la Provincia de Tahreer (Egipto), para estudiar el efecto de la aspersion de emulsiones de asfalto en el crecimiento de trébol (*Trifolium alexandrinum*) y linaza (*Linum usitatissimum*), (Abd El Naim citado por FAO, 1982), indica que la emulsión de asfalto incrementó significativamente el contenido de humedad, especialmente en las capas profundas, a medida que la aplicación de asfalto se incrementaba hasta 2380 litros por hectárea.

Doss et al. (1966), estudiaron el efecto de la cobertura de plástico, el herbicida y la labranza sobre la utilización de humedad y el rendimiento del maíz, encontrándose que la cubierta de plástico sobre la superficie del suelo redujo las pérdidas de humedad durante el inicio y el final del período vegetativo; además incrementó la tasa de crecimiento, el rendimiento en grano y la producción de rastrojo en comparación con el método convencional. Mencionan también, que las coberturas con residuos vegetales tienen como principales ventajas el incrementar la penetración de la humedad en el suelo y reducir la evaporación.

Carranza (1973), estudiando el efecto de los tratamientos de cobertura sobre el contenido de humedad del suelo, encontró que el mejor material de cobertura, en cuanto a la conservación de la humedad del suelo, fue el polietileno, el cual incrementó la humedad aprovechable del suelo en 20 y 14% de 0 a 20 cm y 20 a 40 cm de profundidad comparado con el asfaleno, que a la vez fue mejor que el rastrojo y éste último, mejor que el testigo.

2.5. Conclusiones del marco de referencia

Los factores morfológicos que directa e indirectamente intervienen en el rendimiento de las plantas, entre los cuales rara vez se toma en consideración la raíz, determinan la cantidad de material cosechable en una superficie del suelo en un determinado período. A su vez, pueden ser influenciados por factores tales como: períodos de sequía, fluctuaciones de temperatura, enfermedades, etc., repercutiendo por lo tanto en los componentes de interés antropocéntrico.

Los materiales a utilizar como coberturas existen en una amplia diversidad. Su aplicación es importante, puesto que reducen las fluctuaciones de temperatura y las pérdidas de humedad por evaporación desde la superficie del suelo, aíslan la superficie de la acción de las gotas de la lluvia. Asimismo, mejoran otras condiciones físicas, químicas y biológicas cuyo propósito está en función de promover microclimas óptimos para el crecimiento y desarrollo de los cultivos.

No obstante, su utilidad depende de las características del material de cobertura y de la frecuencia y cantidad de lluvia básicamente.

2.6. Supuestos

Para alcanzar los objetivos planteados y validar las hipótesis se realizó este trabajo en condiciones de invernadero y bajo los siguientes supuestos:

- Las condiciones del invernadero son homogéneas.
- El cultivo a utilizar es genéticamente homogéneo.
- El material edáfico a utilizar es homogéneo.
- Los niveles estudiados para los diferentes tratamientos son los adecuados para los objetivos que se pretenden desarrollar.

2.7. Hipótesis

- a). La pérdida de agua por evaporación puede reducirse en mayor grado por la aplicación de coberturas inorgánicas.
- b). Los tratamientos con coberturas impermeables disponen de un mayor período de tiempo con humedad aprovechable.
- c). El comportamiento del régimen hídrico es regular y constante a través del ciclo vegetativo y reproductor para un mismo tratamiento en condiciones de invernadero.
- d). El haba (*Vicia faba* L.) es un cultivo que incrementa su desarrollo en respuesta al empleo de coberturas.

e). El crecimiento y desarrollo del cultivo de haba es diferente para cada cobertura y cada rango de humedad aprovechable a utilizar.

Estas hipótesis se validaran estadísticamente mediante análisis de varianza y sus respectivas pruebas de Tukey, ambas a un nivel de significados de $\alpha = 0.05$

III. MATERIALES Y METODOS

3.1. Ubicación del sitio experimental

El presente trabajo de investigación se realizó en los invernaderos pertenecientes al Colegio de Postgraduados, ubicados en las instalaciones de Montecillos, Méx.

3.2. Factores y niveles de estudio

Como primer factor se consideró la variable "cobertura", cuyos niveles estuvieron dados por los siguientes materiales:

- a) Aserrín de pino, obtenido de los talleres de carpintería de la UACH.
- b) Composta, procedente de la planta industrializadora de desechos sólidos, ubicada en Aragón, D.F.
- c) Paja de cebada, seca.
- d) Rastrojo seco de maíz.
- e) Estiércol vacuno, seco.
- f) Asraleno.
- g) Polietileno.
- h) Testigo, sin cobertura.

A excepción del asfaleno y polietileno, el resto de los materiales de cobertura se aplicaron formando una capa de 3 cm de espesor.

Considerando que durante el transcurso del desarrollo de la planta, se presentan períodos de sequía que afectan este desarrollo, se optó para emplear dos niveles de humedad aprovechable, los cuales se mantuvieron en los rangos:

- a) 0 al 33%.
- b) 66 al 100%.

De éstos, el primer rango sirvió para mantener bajo condición de "sequía" a cada una de las etapas en que se dividió el ciclo del cultivo, ésta división se hizo de acuerdo a lo establecido por El Nadi (1969).

3.3. Diseño experimental

El diseño experimental utilizado equivale a un factorial completamente aleatorizado 8x3; con el factor tipo de coberturas: aserrín, composta, paja de cebada, rastrojo de maíz, estiércol vacuno, asfaleno, polietileno y testigo, y el segundo factor "sequía en etapa" inicial, media y final.

Se consideraron 3 repeticiones, en donde las macetas das se rotaron al azar cada 15 días para homogeneizar las condiciones de radiación y evitar efectos externos.

3.3.1. Unidad experimental

En este trabajo bajo condiciones de invernadero, la unidad experimental fué una maceta con 3 plantas. Se utilizaron 108 macetas metálicas con capacidad para 8 kg de suelo seco.

De las 108 macetas, 72 correspondieron a los tratamientos en estudio y 36 se utilizaron para la extracción de plantas cada 15 días para llevar a cabo los ajustes por el incremento en biomasa. El análisis de los datos obtenidos se llevó a cabo por medio del análisis de varianza para un diseño factorial completamente aleatorizado. La comparación de tratamientos se realizó utilizando las diferencias mínimas significativas honestas (DMSH), calculadas en base de la prueba de Tukey al nivel de significancia del 5%.

El arreglo de los rangos de humedad, estuvo dado de la siguiente manera:

<u>ETAPA I</u>	<u>ETAPA II</u>	<u>ETAPA III</u>
(0 al 33%)	(66 al 100%)	(66 al 100%)
(66 al 100%)	(0 al 33%)	(66 al 100%)
(66 al 100%)	(66 al 100%)	(0 al 33%)

La relación de los tratamientos utilizados, se muestra en el cuadro 1.

Cuadro 1. Relación de los tratamientos utilizados y su numeración correspondiente.

No.	Tratamientos		Número de cada U. exp.		
	Sequia en Etapa	Coberturas	Repetición/Tratamiento		
01		Aserrín	101	201	301
02		Composta	102	202	302
03		Estiércol	103	203	303
04		Paja	104	204	304
05	Inicial	Rastrojo	105	205	305
06		Asfaleno	106	206	306
07		Polietileno	107	207	307
08		Testigo	108	208	308
09		Aserrín	109	209	309
10		Composta	110	210	310
11		Estiércol	111	211	311
12		Paja	112	212	312
13	Media	Rastrojo	113	213	313
14		Asfaleno	114	214	314
15		Polietileno	115	215	315
16		Testigo	116	216	316
17		Aserrín	117	217	317
18		Composta	118	218	318
19		Estiércol	119	219	319
20		Paja	120	220	320
21	Final	Rastrojo	121	221	321
22		Asfaleno	122	222	322
23		Polietileno	123	223	323
24		Testigo	124	224	324

3.4. Características del suelo

El material edáfico con el cual se desarrolló el presente trabajo, procede del campo experimental Lomas de San Juan, perteneciente al Colegio de Postgraduados, corresponde a la Serie Nativitas, (Cachón et al. 1976), cuyos suelos son de origen coluvial, de topografía plana con una pendiente de 2%, con buen drenaje, textura de migajón arenoso, fase somera, de profundidad variable desde 40 a 100 cm.

3.4.1. Preparación del suelo

Una vez seleccionado el suelo en el campo, se llevó al invernadero donde se procedió a secarlo y tamizarlo con tamiz de malla de 2 mm para homogeneizarlo.

De acuerdo al tipo de suelo y sus constantes de humedad, se les agregó a las macetas el volumen de agua respectivo.

3.4.2. Constantes de humedad del suelo

Los contenidos de humedad del suelo a Capacidad de Campo (0.3 bars) y de Porcentaje de Marchitamiento Permanente (15 bars) se determinaron en la olla y membrana de presión respectivamente. Para el porcentaje de saturación del suelo se buscó la relación volumen de suelo-agua de acuerdo a las metodologías descritas en el Manual de Agricultura No. 60

(1980) y la curva de retención (ver figura 1), se calculó de acuerdo al sistema propuesto por Palacios y Jaspeado (1978).

Los métodos utilizados en el laboratorio para las diferentes determinaciones se muestran en el cuadro 2.

3.5. Siembra

Se utilizaron semillas criollas de haba (*Vicia faba* L.), de la región de Texcoco, Méx., las cuales se sembraron el 18 de febrero de 1985, colocando 5 semillas por maceta uniformemente espaciadas.

Una vez que las plantas emergieron y alcanzaron una altura de 10 cm se aclarearon, dejando sólo 3 plantas por maceta. Inmediatamente después de la siembra se aplicaron las coberturas; en el caso del asfaleno y polietileno se ajustaron a las paredes de las macetas con cinta adhesiva masking-tape.

3.6. Control de plagas y malezas

Durante el desarrollo del cultivo se presentaron infestaciones de pulgón (*Aphis fabae* L.) y mosquita blanca (*Trialeurodes vaporariorum* West.), cuyo control se hizo con la aplicación de Tamarón 600 E* (6, S-dimetil fosforoamidatiato), en

*Dosis recomendada por el personal de los invernaderos del Colegio de Postgraduados, Chapingo, Méx.

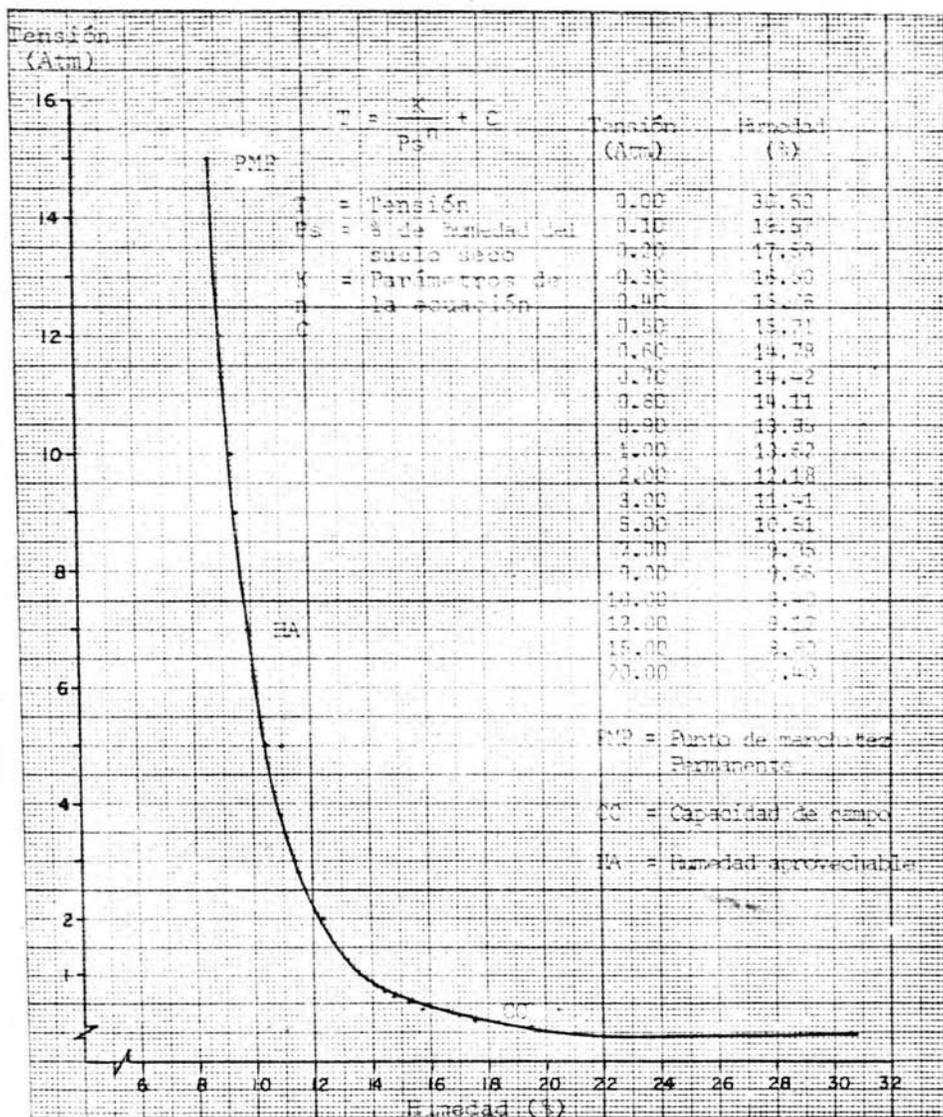


Figura 1. Curva de retención de humedad estimada con el método descrito por Palacios y Jaspeado (1978).

Quadro 2. Determinaciones físicas y químicas efectuadas en las muestras de suelo, métodos y resultados para la caracterización del material edáfico utilizado.

Determinaciones	Método	Resultado
FISICAS		
Textura	Hidrómetro	Migajón arcillo arenoso
CC	Olla de presión	16.5%
PMP	Membrana de presión	8.8%
QUIMICAS		
Materia orgánica	Walkley y Black	2.06%
Conductividad eléctrica	Puente de Wheatstone	1.11 mmhos/cm
N total	Kjeldahl	24%
Fósforo	Olsen	0.696 ppm
Potasio	Flamometría	0.82 meq/l
Calcio	Flamometría	28.55 meq/l
Magnesio	Flamometría	46.75 meq/l
PH	Potenciómetro	7.1

Análisis realizado por el personal de la Sección de Física de Suelos del Centro de Edafología del Colegio de Postgraduados, Chapingo, Méx.

dosis de 1 cm³/litro de agua.

3.7. Parámetros medidos

Los parámetros o variables que se registraron durante el establecimiento y desarrollo de ésta investigación fueron las siguientes:

3.7.1. Consumo hídrico durante el ciclo

El registro de las pérdidas de agua por evaporación, se realizó cada tercer día en cada tratamiento y unidad experimental, mediante el sistema de pesadas con una balanza de precisión de $\pm 1.0g$ reponiendo la humedad perdida en cada unidad experimental, manteniendo el rango de humedad correspondiente.

3.7.2. Producción de materia seca

Se evaluó la producción de materia seca considerando toda la parte aérea el final del ciclo del cultivo, cuya cosecha se realizó el 5 de agosto de 1985, para lo cual se procedió al secado de las plantas en una estufa durante 72 horas a 80°C, lapso donde se logra alcanzar el peso constante, posteriormente se pesaron en una balanza eléctrica (Mettler 2000) con precisión de $\pm 0.01 g$.

3.7.3. Altura del tallo principal

Debido a que se observaron diferencias en el crecimiento del cultivo de haba, se consideró conveniente registrar la altura de las plantas, al final del ciclo.

3.7.4. Número de vainas llenas

Dada la importancia de este componente cuyo interés antitropocéntrico es de suma importancia, se procedió a registrar el número de vainas llenas

3.7.5. Número de folíolos perdidos

Partiendo de la observación visual a través del ciclo del cultivo, se apreció mayor caída de folíolos cuando se sometían las plantas al rango de humedad correspondiente al período de "sequía", optándose por evaluar esta variable a través del conteo del número total de folíolos, al cual se le restó el número de folíolos existentes, al final del ciclo.

3.7.6. Relación Vástago: Raíz

Primeramente se realizó la separación de las raíces a través de un corte al ras del suelo, posteriormente mediante el lavado del suelo se extrajeron, de inmediato se secaron y llevaron a una estufa donde se mantuvieron 72 horas a 60°C,

determinándose el peso seco. Posteriormente, se determinó la relación entre el peso seco de la parte aérea dividido en tre el peso seco de la raíz.

3.7.7. Frecuencia estomática

Para ellos se utilizó el método de réplica de la superficie abaxial de la hoja (Sevilla 1983; citado por Arriaga, 1985). Esta consistió en colocar una gota de pega mento instantáneo Krazy-Kola loka sobre un portaobjetos para luego presionar la superficie abaxial de la hoja a la altura de la porción media durante 5 minutos aproximadamente. Al separar la hoja del portaobjetos permaneció en éste, una ré plica de la epidermis.

La muestra obtenida, fue examinada con un microscopio Carl Zeiss a 125 aumentos en la porción central, entre el mar gen de la hoja y la vena principal. Previamente a la determinación del área del campo del microscopio (con el micrómetro ocular y micrómetro objeto), se calculó el número de esto mas por mm^2 considerando las lecturas de 5 campos del microscopio por preparación.

IV. RESULTADOS Y DISCUSION

Se presentan y discuten en este apartado, los resultados obtenidos en el siguiente orden: Consumo hídrico durante el ciclo, producción de materia seca, altura del tallo principal, número de vainas llenas, número de foliolos perdidos, relación vástago-raíz y frecuencia estomática. Se analiza por separado la información obtenida de los tratamientos sometidos durante la etapa final del ciclo a condiciones de sequía, dado que bajo esta condición con todas las coberturas evaluadas se logró el completo desarrollo del cultivo, no siendo así cuando a las etapas fenológicas inicial y media se sometieron a la misma condición de sequía con las coberturas de asfaleno y polietileno, las cuales impidieron el crecimiento y desarrollo del cultivo, implicando para ésto un análisis de varianza factorial y otro simple, cuyas síntesis se aprecian en los cuadros 3 y 4 respectivamente, y los análisis de varianza completos en los capítulos subsiguientes.

4.1. Manejo de coberturas

Durante el transcurso del ciclo del cultivo se presentaron diferencias en cuanto a la aplicación y manejo de las coberturas, considerándose pertinente señalar tales diferencias.

Cuadro 3. Síntesis de los análisis de varianza para las variables cobertura, sequía en etapa y su interacción.

F.V.	(A)	(B)	(C)	(D)	(E)	(F)	(G)
Cobertura	+	NS	NS	NS	NS	NS	+
Sequía/etapa	+	+	+	NS	+	NS	+
Cobertura x Sequía	NS	NS	NS	NS	NS	NS	+

NS = No significativo

+ = Significancia 5%

Cuadro 4. Síntesis de los análisis de varianza para los tratamientos cuya etapa fenológica final estuvo sujeta a condición de sequía.

F.V.	(A)	(B)	(C)	(D)	(E)	(F)	(G)
Tratamiento	+	+	NS	NS	NS	NS	+

NS = No significativo

+ = Significancia 5%

(A) = Consumo hídrico l./trat.

(B) = Materia seca g/3 pl.

(C) = Vainas llenas/3 pl.

(D) = Altura del tallo, cm/pl.

(E) = Folíolos perdidos/3 pl.

(F) = Relación Vástago/Raíz

(G) = Frecuencia estomática, estomas por mm².

Respecto a las coberturas orgánicas, las semillas presentes en la cobertura de paja, tuvieron condiciones que propiciaron su germinación, resultando un problema como maleza, el cual se evitó al eliminar manualmente las plántulas.

Con los de composta hubo problemas sobre la infiltración del agua, pues se notó que era lenta, además las plantas sometidas a este tratamiento tuvieron un crecimiento y desarrollo retardado.

Las de rastrojo, estiércol y aserrín no presentaron problemas de mayor importancia.

Las coberturas de polietileno y asfaleno impidieron la germinación de las semillas, además la perforación por la cual emergieron las plántulas, obstaculizaron en cierta medida el desarrollo de ramificaciones, las cuales se tuvieron en el resto de tratamientos. Fue necesario ajustar repetidamente estos materiales con masking tape a las paredes de las macetas, pues la humedad provocaba su desprendimiento y consecuentemente el maltrato de las plantas.

4.2. Consumo hídrico durante el ciclo, considerando las tres etapas bajo sequía.

Los datos sobre el consumo hídrico por tratamiento se muestran en el cuadro A1 del apéndice, y en los cuadros 5 y 6 se observa el análisis de los datos obtenidos para esta variable.

Cuadro 5. Análisis de varianza para el consumo hídrico durante el ciclo.

FV	GL	SC	CM	Fc	
Tratamiento	17	-	-	-	
Efecto (A)	5	161.764	32.353	5.78	+
Efecto (B)	2	151.161	75.580	13.51	+
Efecto (AB)	10	71.091	7.109	1.27	NS
Error	36	201.318	5.592		
Total	70				

(A) = Coberturas

(B) = Sequía

+ = Significancia 5%

NS = No significativo

Cuadro 6. Prueba de Tukey para los factores cobertura y sequía por etapa, en el consumo hídrico.

Cobertura	\bar{X} (l/ciclo)	Sequía	\bar{X} (l/ciclo)
Aserrín	29.686 a	Media	30.445 a
Composta	31.030 a	Inicial	31.325 a
Estiércol	31.087 a	Final	34.351 b
Paja	32.815 b		
Rastrojo	32.815 b		
Testigo	35.159 b		

DMSH 0.05 = 3.389 litros DMSH 0.05 = 1.94 litros

Medias con igual letra son estadísticamente iguales

Respecto al factor cobertura, los tratamientos esta
dísticamente iguales: aserrín, composta y estiércol presen-
tan la tendencia a ser en promedio 14% más eficientes que el
testigo. Cabe señalar que tales diferencias entre tratamien-
tos fueron notorias en la mayor parte del ciclo del cultivo
puesto que el volumen de agua a aplicar fue relativamente me
nor para los tratamientos con cobertura, independientemente
del grado de desarrollo del cultivo, lo cual significa que la
aplicación de estos materiales con el fin de reducir las pér-
didas de agua por evaporación es positiva, ya que conservan
la humedad aprovechable por un mayor período de tiempo, como
lo han demostrado (Fournier, 1975, Tisdale y Nelson, 1982, FAO,
1967).

Se encontró que hubo 12.8% y 2.8% mayor consumo de
agua en los tratamientos con condición de sequía en la etapa
final e inicial respectivamente, en comparación con la etapa
media, sometida a esta misma condición. Lo cual parece es-
tar relacionado con los cambios morfológicos ocurridos a tra
vés del ciclo debido a que la condición de sequía a que fue-
ron sometidas las tres etapas fenológicas, modificó la dura-
ción de cada etapa, resultando que la duración de las etapas
inicial y final respecto a la duración total del ciclo, fueron
del 39.4% y 43.3% respectivamente, cuadro 7, mientras que a
la duración de la etapa media correspondió sólo el 15.8%, lo
cual significa que el menor consumo hídrico correspondió a
la etapa fenológica con menor duración en días.

Asimismo, el efecto de la condición de sequía provocó en la planta, cambios fenológicos que como se verá posteriormente repercutieron en mayor grado sobre algunos de los componentes del desarrollo estudiados, que en otros.

Cuadro 7. Duración y porcentaje del número de días respecto al total del ciclo para cada etapa fenológica.

	Etapa I		Etapa II		Etapa III	
	Días	%	Días	%	Días	%
Sequía inicial	42	43.3	15	12.5	53	44.1
Sequía media	44	36.6	24	20.0	48	40.0
Sequía final	45	38.3	18	15.0	56	46.6
\bar{X}	44.0	39.4	19.0	15.8	52.3	43.6

Asimismo, el menor consumo de agua resultante en donde se aplicó la condición de sequía en la etapa media del cultivo, tal vez se debió a que cuando se redujo la humedad del suelo, las pérdidas por evapotranspiración disminuyeron, provocando que la planta presentara como mecanismo de evasión a la sequía cambios fenológicos, manifestados posteriormente, de tal manera que en lo sucesivo pudo lograr un óptimo desarrollo.

4.2.1. Consumo hídrico, considerando la etapa final bajo se quía.

Respecto al análisis de los datos de los tratamientos sometidos a condición de sequía en la etapa fenológica final, presentados en los cuadros 8 y 9 se aprecia que los materiales empleados como cobertura tuvieron efectos positivos sobre la conservación de la humedad aprovechable.

De acuerdo a la comparación de tratamientos, fue evidente que los tratamientos impermeables de polietileno y asfaleno, tuvieron el menor consumo de agua y comparados con el tratamiento de mayor consumo que fue el testigo, éstos presentan la tendencia a disminuir las pérdidas de agua en proporción de 185% y 115% respectivamente, debido a que éstos materiales por su naturaleza mantienen la disponibilidad de la humedad aprovechable por mayor tiempo (Doss et al., 1966; Carranza, 1973). Considerando las coberturas con comportamiento semejante; las de aserrín, composta y estiércol, mantuvieron en promedio la disponibilidad de humedad aprovechable respecto al testigo en un 14% mayor, mientras que las de composta y rastrojo conservaron esta disponibilidad también en comparación con el testigo en un 7% mayor. Esto significa que para que exista el efecto positivo sobre la conservación de la humedad aprovechable durante un período mayor de tiempo, lo cual permita el incremento del desarrollo y rendimiento de los cultivos, en su aplicación deben contemplarse

Cuadro 8. Análisis de varianza para el consumo hídrico de los tratamientos con condición de sequía en la etapa final.

FV	GL	SC	CM	Fc	
Tratamientos	7	1722.421	246.060	65.476	+
Error	16	60.138	3.758		
Total	23	1782.559			

+ = Significativo 5%

Cuadro 9. Prueba de Tukey para el consumo hídrico de los tratamientos con condición de sequía - en la etapa final.

Cobertura	\bar{X} (1/ciclo)
Poliétileno	13.186 a
Asfaleno	17.476 a
Aserrín	31.865 b
Paja	32.299 bc
Estiércol	32.854 bc
Composta	34.909 bc
Rastrojo	35.503 bc
Testigo	37.680 c

DMSH 0.05 5.49

Medias con igual letra son estadísticamente iguales.

Cuadro 10. Análisis de varianza para la producción de materia seca de la parte aérea.

FV	GL	SC	CM	Fc	
Tratamiento	17	-	-	-	
Efecto (A)	5	2111.346	422.269	3.650	+
Efecto (B)	2	49.158	24.579	0.212	NS
Efecto (AB)	10	238.552	23.855	0.205	NS
Error	36	4170.121	115.836		
Total	70	6572.180			

(A) = Coberturas

(B) = Sequía

+ = Significancia 5%

NS = No significativo

Cuadro 11. Prueba de Tukey para el factor cobertura en la producción de materia seca de la parte aérea.

Cobertura	\bar{X} (g/3 pl)
Estiércol	62.712 a
Paja	61.989 a
Rastrojo	61.031 ab
Aserrín	52.943 ab
Testigo	50.845 ab
Composta	46.342 b

DMSH 0.05 = 15.426 g

Medias con las misma letra son estadísticamente iguales.

además aspectos de disponibilidad y de manejo de estos materiales.

Las coberturas de aserrín, paja y estiércol en promedio mantuvieron la disponibilidad de la humedad aprovechable en un 14% superior al testigo. Esto significa que la aplicación de estos materiales, dada su eficiencia y considerando aspectos como accesibilidad, manejo y disponibilidad de los mismos, pueden ser benéficos para incrementar el desarrollo y rendimiento de los cultivos.

4.3. Producción de materia seca.

Los datos de producción de materia seca de la parte aérea se reportan en el cuadro A2, del apéndice y mediante el análisis de varianza, cuadro 10, se detecta que el uso de estos materiales causaron diferencias significativas en la producción de materia seca. Los tratamientos con mayor producción, cuadro 11, resultaron ser los de estiércol y paja los cuales comparados con el de la más baja producción, el de composta, en promedio produjeron 34.5% mayor cantidad de materia seca, mientras que los tratamientos de aserrín y el testigo comparados también con el de composta, produjeron en promedio 11.9% más materia seca que ésta.

De acuerdo con esto, podemos mencionar que el incremento en la producción de materia seca se debió a que hubo conservación de la humedad aprovechable por un lapso mayor

gracias a la aplicación de estos materiales, según se apreció en el análisis sobre el consumo de agua durante el ciclo donde estos materiales aparecen dentro de los más eficientes, vease cuadro 6. Se confirma también lo señalado para el tratamiento con composta, puesto que al impedir el crecimiento y desarrollo del cultivo, resultó con la más baja producción de materia seca.

Considerando la condición de sequía a que fueron sometidas cada una de las tres etapas fenológicas, resultaría particularmente útil la aplicación de las coberturas cuando se presentasen deficiencias hídricas en los períodos de mayor importancia en el ciclo de un cultivo como lo sería en la etapa de floración. Esto significa que al conservar por mayor tiempo la humedad disponible del suelo pudo darse el óptimo desarrollo de la planta, como se observó con los materiales de estiércol, paja y rastrojo que presentaron mayor producción de materia seca.

4.3.1. Producción de materia seca considerando la etapa final bajo sequía.

El análisis de varianza para los tratamientos sujetos a sequía en la etapa fenológica final, cuadro 13, confirma lo encontrado anteriormente puesto que hubo efectos positivos de los tratamientos sobre esta variable.

Cuadro 12. Temperaturas correspondientes a las profundidades de 5 cm y 10 cm para cada tratamiento.

Cobertura	Hora	Secuía inicial				Secuía media				Secuía final			
		8:00		16:00		8:00		16:00		8:00		16:00	
		5 cm	10 cm	5 cm	10 cm	5 cm	10 cm	5 cm	10 cm	5 cm	10 cm	5 cm	10 cm
Aserrín	18.4	18.2	28.4	29.0	18.4	17.8	28.4	27.2	19.2	18.8	27.6	28.2	
Composta	21.8	19.4	30.3	29.9	18.2	15.8	30.0	30.3	19.4	17.9	28.9	29.6	
Estiércol	19.6	18.2	29.3	29.7	18.4	16.5	29.8	29.5	17.8	16.3	28.8	29.2	
Paja	21.3	20.5	29.1	29.9	20.3	19.7	28.3	29.1	20.0	19.0	27.7	28.3	
Rastrojo	20.7	19.8	29.1	29.7	19.1	18.3	27.3	28.0	19.4	18.5	27.4	27.9	
Asfalteno	16.6	21.7	33.5	32.6	21.2	17.5	34.0	32.6	23.4	18.2	32.1	31.4	
Poliétileno	25.5	19.2	32.8	31.9	24.9	18.7	33.6	32.4	26.9	20.1	33.0	32.0	
Testigo	23.3	19.1	26.4	27.5	20.8	18.0	25.7	27.9	21.4	18.1	26.5	28.7	

Temperaturas dadas en °C.

Se apreció en el cuadro 14, una amplia diferencia de la mayor parte de las coberturas orgánicas, incluyendo el testigo, respecto a las coberturas inorgánicas, las cuales presentaron la más baja producción de materia seca de la parte aérea en un 188% menor.

Estos tratamientos, por su naturaleza impermeable resultaron ser los mejores, puesto que conservaron por mayor tiempo la humedad disponible. Sin embargo, las semillas bajo estos tratamientos al inicio del experimento no germinaron, puesto que como pudo observarse mediante el registro de la temperatura del suelo en las dos primeras semanas, cuadro 12, presentaron temperaturas cercanas a 30°C, lo que pudo impedir el proceso de germinación, resultado que concuerda con experimentos realizados por Bierhuizen and Wagenvoort (1974), y Wagenvoort y Bierhuizen (1977), quienes reportaron que temperaturas entre 5 y 22°C permiten un porcentaje de germinación aceptable para el haba (*Vicia faba* L.) y que temperaturas cercanas a 30°C impiden la germinación.

Las temperaturas más altas se registraron a la profundidad de 5 cm y en mayor grado con la cobertura de asfaleno y polietileno, es decir presentaron temperaturas cercanas a 30°C lo cual impidió el proceso de germinación y desarrollo de las plantas sometidas al rango de humedad aprovechable entre 9 y 33%. A causa de esto se tuvo que resembrar, encontrándose que sólo aquellas plantas sujetas a sequía en la etapa final lograron su desarrollo.

Cuadro 13. Análisis de varianza para la producción de materia seca de la parte aérea de los tratamientos con condición de sequía en la etapa final.

FV	GL	SC	CM	Fc	
Tratamientos	7	6649.331	949.904	14.292	+
Error	16	1063.414	66.463		
Total	23	7712.745			

+ = Significancia 5%

Cuadro 14. Prueba de Tukey para la producción de materia seca de la parte aérea de los tratamientos con condición de sequía en la etapa final.

Tratamientos	\bar{X} (g/3 pl)
Rastrojo	64.583 a
Estiércol	63.060 a
Paja	59.776 a
Aserrín	51.106 a
Testigo	47.240 ab
Composta	43.413 ab
Asfaleno	26.203 bc
Poliétileno	14.940 c

DMSH 0.05 = 23.0635 g

Medias con igual letra son estadísticamente iguales.

Se observó que las plantas con las coberturas de polietileno y asfaleno, no presentaron amacollamiento como el resto de las plantas, lo cual pudo contribuir a esta baja producción de materia seca. Experiencias realizadas con otros cultivos (Adams, 1965; Doss et al. 1966), indican lo contrario, es decir, un incremento en la producción de biomasa y la producción de grano con la aplicación de estos materiales.

4.4 Altura del tallo principal

Los resultados del análisis de varianza para los datos sobre la altura de tallo principal, cuadro A3 del apéndice, reportados en los cuadros 15 y 16, muestran que no existe efecto ni interacción de los factores en estudio, ni de tratamientos en el caso con condición de sequía en la etapa fenológica final. Pudiéndose explicar que no hubo diferencias en la altura final de las plantas, debido a que el cambio de régimen hídrico permitió su recuperación y por lo tanto crecer similarmente, desapareciendo las diferencias que en algún momento pudieron haber existido, lo cual indica que luego de aplicar los tratamientos con sequía, al cambiar al régimen con mayor humedad, el crecimiento y desarrollo fue semejante, lo cual concuerda con lo encontrado por El Nadi (1969), quien encontró que después de aplicar un tratamiento con sequía, al cambiar al régimen con mayor humedad, éste permitió la recuperación y el completo desarrollo de la planta.

Cuadro 15. Análisis de varianza para la altura final del tallo principal.

FV	GL	SC	CM	Fc	
Tratamiento	17				
Efecto (A)	5	528.631	105.726	2.271	NS
Efecto (B)	2	27.480	13.740	0.295	NS
Efecto (AB)	10	936.969	93.696	2.012	NS
Error	36	1675.850	46.551		
Total	70	3168.938			

(A) = Cobertura

NS = No significativo

(B) = Sequía

Cuadro 16. Análisis de varianza para la altura final del tallo principal para los tratamientos con condición de sequía en la etapa -- final.

FV	GL	SC	CM	Fc	
Tratamiento	7	866.820	123.831	2.499	NS
Error	16	792.602	49.537		
Total	23	1659.423			

NS = No significativo

Esto significa, como lo han observado Hsiao (1973) y Acevedo et al. (1971), que la división celular es menos susceptible que el alargamiento celular cuando una planta sufre deficiencias hídricas de modo que el número de células es generalmente el mismo en plantas con un suministro adecuado de agua, lo cual permitió la recuperación en el crecimiento de la planta; no obstante, pueden ocurrir cambios en otros procesos que son de mayor importancia como la floración o la formación y llenado del grano, los cuales al ser afectados directamente merman el rendimiento.

4.5. Número de vainas llenas

Los datos obtenidos para el número de vainas llenas se presentan en el cuadro A4 del apéndice y el análisis de varianza para esta variable se reporta en el cuadro 17. Es te indica que el factor que influyó sobre el número de vainas llenas es el correspondiente a la condición de sequía.

Se observó un incremento gradual en el número de vainas llenas, como se aprecia en el cuadro 18, donde se manifiesta que las plantas con la condición de sequía en las etapas inicial y media presentaron 58% y 10% respectivamente, mayor número de vainas llenas en comparación con aquéllas plantas bajo condición de sequía al final del ciclo debido a que las plantas,

Cuadro 17. Análisis de varianza para la producción de vainas llenas

FV	GL	SC	CM	Fc	
Tratamiento	17				
Efecto	5	105.259	21.051	1.071	NS
Efecto (B)	2	211.814	105.907	5.390	+
Efecto (AB)	10	328.185	32.818	1.670	NS
Error	36	707.333	19.648		
Total	70	1352.592			

(A) = Coberturas

(B) = Sequía

+ = Significancia 5%

NS = No significativo

Cuadro 18. Prueba de Tukey para el factor sequía por etapa, en la producción de vainas llenas.

Sequía	\bar{x} (No. vainas/3 pl)
Inicial	12.388 a
Media	8.666 ab
Final	7.833 b

DMSH 0.05 = 3.646 vainas

Medias con igual letra son estadísticamente iguales.

sobre todo aquéllas con sequía en la etapa fenológica inicial, después del tratamiento con sequía, al cambiar el régimen con mayor humedad se recuperaron pudiendo producir un mejor llenado de vainas.

Se desprende también, de acuerdo a lo anterior, que el suministro de agua para este cultivo resulta de suma importancia durante la formación y llenado de las vainas, como lo han demostrado El Nadi (1970) y Sprent et al. (1977). De esta manera puede ser favorable el uso de materiales de cobertura sobre todo en esta etapa de desarrollo donde la conservación de la humedad disponible por mayor tiempo sería de vital importancia. De tal manera que cuando la humedad disponible sea mayor, el desarrollo del cultivo pueda darse favorablemente.

4.5.1. Número de vainas llenas considerando la etapa final bajo sequía.

Respecto a aquellos tratamientos con la condición de sequía en la etapa final del desarrollo, cuadro 19, no se apreció efecto significativo, dado que el número de vainas llenas, que fue bajo, fue similar para todos, confirmándose que si el período de sequía ocurre en la etapa fenológica correspondiente a la fructificación, ésta resulta ser la de mayor importancia, bajo estas condiciones, puesto que se abatió el llenado de vainas, lo cual concuerda con lo encontrado

Cuadro 19. Análisis de varianza para la producción de vainas llenas en los tratamientos con condición de sequía en la etapa final.

FV	GL	SC	CM	Fc	
Tratamiento	7	154.5	22.071	1.435	NS
Error	16	246.0	15.375		
Total	23	400.5			

NS = No significativo

Cuadro 20. Análisis de varianza para el número de folíolos perdidos.

FV	GL	SC	CM	Fc	
Tratamiento	17	-	-	-	
Efecto (A)	5	245387.24	49077.448	2.469	NS
Efecto (B)	2	367656.41	183828.210	9.250	+
Efecto (AB)	10	156064.15	15606.950	0.785	NS
Error	36	715408.80	19872.467		
Total	70				

(A) = Coberturas

(B) = Sequía

+ = Significancia 5%

NS = No significativo

por El Nadi (1969, 1970). Sin embargo, Acevedo et al. (1971) y Slayter (1973) entre otros, señalan que la etapa fenológica más sensible a la sequía es la correspondiente al inicio y durante la floración, lo cual no se apreció visual ni estadísticamente en este experimento.

4.6. Número de folíolos perdidos

Los datos obtenidos para el número de folíolos perdidos se reportan en el cuadro A5 del apéndice, y el análisis de varianza para esta variable se muestra en el cuadro 20, notándose que solamente el factor concerniente a la condición de sequía influyó sobre la pérdida de folíolos. Se encontró (cuadro 21), que las plantas sujetas, durante la etapa fenológica final, a la condición de sequía presentaron mayor pérdida. Estos tratamientos presentaron la tendencia a perder 76.5% más folíolos en comparación con aquellos que estuvieron sujetos a sequía durante la etapa fenológica inicial los cuales perdieron menor cantidad.

Comparando también los tratamientos sujetos a sequía durante la etapa final con los que estuvieron sujetos a sequía en la etapa media, la tendencia que presentaron los primeros, es a perder 28% mayor cantidad de folíolos.

Esta situación concuerda con el hecho de que las plantas cuyas etapas inicial y media con la condición res-

pectiva de sequía, lograron recuperarse de tal manera que tuvieron menor pérdida de folíolos, implicando la existencia de una mayor proporción de fotosintatos disponibles para el adecuado llenado de las vainas.

Analizando el cuadro 21, se comprueba que donde hubo menor pérdida de folíolos correspondió el aumento en el número de vainas llenas. También que estas plantas redujeron su área foliar como mecanismo para reducir la transpiración, especialmente aquéllas con la condición de sequía en la etapa final. Esto significa, como lo señalan Begg y Turner (1976), que las plantas en condiciones diferentes de humedad aceleran la senescencia de la planta, lo cual implica la formación restringida de fotosintatos que trae por consiguiente una disminución en cantidad y calidad de la producción.

4.6.1. Número de folíolos perdidos considerando la etapa final bajo sequía.

El análisis de varianza para los tratamientos cuya etapa final estuvo bajo condición de sequía (cuadro 22), indica que existe un comportamiento semejante de los materiales de cobertura ante la deficiencia hídrica. Sin embargo, en la práctica, ver cuadro A5 del apéndice, los tratamientos impermeables registraron menor pérdida de folíolos que el

Cuadro 21. Prueba de Tukey para el factor época de sequía, en la pérdida de folíolos.

Sequía	\bar{X} (folíolos/3pl.)
Inicial	263.944 a
Media	363.832 ab
Final	466.055 b
DMSH 0.05 =	115.961 folíolos

Medias con igual letra son estadísticamente iguales.

Cuadro 22. Análisis de varianza para el número de folíolos perdidos en los tratamientos con la condición de sequía en la -- etapa final.

FV	GL	SC	CM	Fc	
Tratamientos	7	457694.67	65384.953	2.244	NS
Error	16	466132.66	29133.291		
Total	23	923827.33			

NS = No significativo

resto de tratamientos, incluyendo el testigo, lo cual modificó en mayor o menor grado las pérdidas de fotosintatos que pudieron haber disminuido el número de vainas llenas. Pudiéndose pensar que a menor área foliar correspondió la presencia del menor número de folíolos y por tanto la menor pérdida en los tratamientos con asfaleno y polietileno.

4.7. Relación vástago: raíz

En el cuadro A6 del apéndice, se presentan los datos obtenidos para la relación vástago: raíz y los análisis de varianza para esta variable se presentan en los cuadros 23 y 24, donde se aprecia que no existe efecto ni interacción de los factores en estudio, tampoco existe efecto para el caso donde se aplicó la condición de sequía en la etapa fenológica final.

Observando el cuadro A6 del apéndice se puede notar que las diferencias tanto para las coberturas como para el período con sequía no son tan marcadas debido a que los cambios de regímenes hídricos efectuados, permitieron al cultivo crecer satisfactoriamente aún cuando pudiese haber existido tensión hídrica en cada etapa fenológica.

De acuerdo a la definición de la proporción vástago: raíz, los valores encontrados con la mayoría de los tratamientos implican la existencia del predominio de la parte

Cuadro 23. Análisis de varianza para la relación Vástago-Raíz.

FV	GL	SC	CM	Fc	
Tratamiento	17	-	-		
Efecto (A)	5	48.474	9.694	2.422	NS
Efecto (B)	2	0.433	0.216	0.054	NS
Efecto (AB)	10	50.682	5.068	1.266	NS
Error	36	144.092	4.002		
Total	70	243.249			

(A) = Coberturas

(B) = Sequía

NS = No significativo

Cuadro 24. Análisis de varianza para la relación Vástago-Raíz de los tratamientos con condición de sequía en la etapa final.

FV	GL	SC	CM	Fc	
Tratamiento	7	37.731	5.390	1.513	NS
Error	16	56.994	3.562		
Total	23	94.675			

NS = No significativo

aérea. Tal situación concuerda con lo encontrado en el análisis de varianza para producción de materia seca de la parte aérea, el cual tuvo comportamiento semejante en la mayor parte de tratamientos.

Para los tratamientos sujetos, durante la etapa fenológica final, a condición de sequía se encontró, (véase cuadro A6 del apéndice) que las coberturas de polietileno y asfaleno presentaron las más bajas proporciones vástago: raíz. Fenómeno observado por Rivera, (1983) citado por Arriaga (1985) en donde la condición de sequía aplicado durante esta etapa fenológica, estimuló el predominio del sistema radical.

4.8. Frecuencia estomática

Los datos para el número de estomas por mm^2 , se reportan en el cuadro A7 del apéndice y en el cuadro 25 se muestra el análisis de varianza, el cual evidenció diferencias significativas entre los materiales de cobertura evaluados. La condición de sequía aplicada a cada etapa fenológica y la interacción de ambos factores.

En el cuadro 26, se comparan las medias respectivas de los tratamientos. Los correspondientes al estiércol y composta presentaron mayor número de estomas, éstos comparados con el de aserrín, cuya frecuencia estomática fue la menor, muestran la tendencia a presentar 25.5% mayor número de estomas, de manera que las coberturas de paja, rastrojo y aserrín al impedir en menor grado la evaporación del agua pudieron haber permitido una expansión foliar adecuada.

Por otra parte, según se aprecia en el cuadro 26, la condición de sequía correspondiente a la etapa fenológica final tuvo 30% mayor número de estomas por mm^2 en comparación con las dos etapas fenológicas restantes, debido a que esta condición de sequía durante la etapa final, además de que presentó la mayor pérdida de folíolos según se apreció en el cuadro 21, pudo repercutir también sobre la disminución de la superficie de la hoja de modo que el número de estomas se incrementó al permanecer el mismo número, pero en un área más

Cuadro 25. Análisis de varianza para la frecuencia estomática

FV	GL	SC	CM	Fc
Tratamiento	17	-	-	-
Efecto (A)	5	2241.836	448.367	7.454 +
Efecto (B)	2	3532.659	1766.329	29.367 +
Efecto (AB)	10	1628.122	162.812	2.706 +
Error	36	2165.235	60.145	
Total	70	9567.854		

(A) = Coberturas

+ = Significancia 5%

(B) = Sequía

Cuadro 26. Prueba de Tukey para el factor cobertura y el factor sequía por etapa.

Cobertura	\bar{X} (Estomas/mm ²)	Sequía	\bar{X} (Estomas/mm ²)
Estiércol	74.799 a	Final	73.573 a
Composta	63.962 ab	Inicial	57.798 b
Testigo	63.465 b	Media	55.305 b
Paja	57.208 b		
Rastrojo	58.258 b		
Aserrín	55.258 b		

DMSH 0.05 = 11.116 estomas DMSH 0.05 = 6.379 estomas

Medias con igual letra son estadísticamente iguales.

reducida, lo cual concuerda con lo encontrado por McCree y Davies, (1974).

En el cuadro 27, se puede confirmar que la mayor parte de los tratamientos bajo condición de sequía en la etapa final son los que presentaron mayor número de estomas. Esto significa que la condición de sequía al afectar en mayor grado el número de estomas por mm^2 , así como el número de vainas formadas, la pérdida de folíolos permite afirmar que la etapa fenológica final es la de mayor importancia en este cultivo bajo estas condiciones, y que a la vez apoya el uso de coberturas en esta etapa.

4.8.1. Frecuencia estomática de tratamientos con la condición de sequía en la etapa final.

El análisis de varianza para esta variable, cuadro 28, indicó que con las coberturas se afectó el número de estomas por mm^2 cuando la condición de sequía se aplicó durante la etapa fenológica final.

Se aprecia en el cuadro 29, que a excepción del rastrojo y el aserrín, en el resto de coberturas se presentó un número de estomas prácticamente semejante. Sin embargo se observan coberturas como el polietileno y el asfaleno que presentaron mayor número de estomas, lo cual estaría en desacuerdo con el hecho de que se esperaría que la conservación de la humedad

Cuadro 27. Prueba de Tukey para el número de estomas por mm² en la interacción cobertura-sequía.

Cobertura	Sequía	Promedio
Estiércol	Final	89.48 a
Estiércol	Inicial	76.57 ab
Testigo	Final	74.39 ab
Composta	Final	73.53 ab
Paja	Final	72.21 abc
Composta	Media	70.17 abc
Rastrojo	Final	67.45 abcd
Aserrín	Final	64.32 bcd
Testigo	Inicial	60.65 bcd
Estiércol	Media	58.34 bcde
Paja	Inicial	55.48 bcde
Testigo	Media	55.36 bcde
Rastrojo	Inicial	53.03 bcde
Aserrín	Inicial	52.90 bcde
Aserrín	Media	48.55 cde
Composta	Inicial	48.14 cde
Paja	Media	43.92 de
Rastrojo	Media	35.76 e
DMSH 0.05	=	24.089 estomas

Medias con igual letra son estadísticamente iguales.

Cuadro 28. Análisis de varianza para la frecuencia estomática de los tratamientos con la condición de sequía en la etapa final.

FV	GL			
Tratamientos	7	1352.271	193.181	3.296 +
Error	16	937.519	58.594	
Total	23	2289.797		

+ = Significancia 5%

Cuadro 29. Prueba de Tukey para la frecuencia estomática de los tratamientos con la condición de sequía en la etapa final.

Tratamiento	\bar{X} (Estomas/mm ²)
Estiércol	89.486 a
Asfaleno	81.873 ab
Poliétileno	78.610 ab
Testigo	74.390 ab
Composta	73.573 ab
Paja	72.213 b
Rastrojo	67.453 b
Aserrín	64.323 b

DMSH 0.05 = 21.655 estomas

Medias con igual letra son estadísticamente iguales.

aprovechable por un período mayor de tiempo con estos materiales, haya permitido una expansión foliar tal que el número de estomas hubiese sido menor, lo cual nos conduce a confirmar la importancia del suministro hídrico en esta etapa y garantizar las necesidades hídricas de la planta.

4.9 Índice de eficiencia en el uso del agua

En el cuadro A7 del apéndice se presentan los datos obtenidos para el índice de eficiencia en el uso del agua (materia seca producida/evapotranspiración) y el análisis de varianza para esta variable se muestra en el cuadro 30, donde se aprecia que tanto las coberturas evaluadas como la sequía por etapas influyeron sobre este índice.

La utilización de las coberturas, cuadro 31, comparando la cobertura de estiércol con el testigo, permitió un incremento del 41.5% en cuanto a la eficiencia en el uso del agua y las coberturas de paja, rastrojo y aserrín en promedio, presentan la tendencia a mantener el índice de eficiencia alrededor del 29.7% en comparación con el testigo, lo cual significa que el empleo de estos materiales permiten reducir la evaporación de la humedad del suelo y por ende incrementar la eficiencia en el uso del agua, factor decisivo en zonas con precipitación deficiente.

Se encontró también, cuadro 31, que con la condición de sequía aplicada durante la etapa fenológica inicial, la eficiencia en el uso del agua en comparación con la etapa fenológica final sujeta a la misma condición de sequía tuvo un incremento del 16.9%, debido a que cuando la condición de sequía se aplicó durante esta primer etapa, la plan

Cuadro 30. Análisis de varianza para el índice de eficiencia en el uso del agua.

FV	GL	SC	CM	Fc	
Tratamiento	17	-	-		
Efecto (A)	5	2.578	0.515	5.617	+
Efecto (B)	2	0.665	0.332	3.621	+
Efecto (AB)	10	0.280	0.280	0.306	NS
Error	36	3.305	0.091		
Total	70	6.830			

(A) = Coberturas

(B) = Sequía

+ = Significancia 5%

NS = No significativo

Cuadro 31. Prueba de Tukey para el índice de eficiencia en el uso del agua.

Cobertura	Promedio	Sequía	Promedio
Estiércol	2.015 a	Media	1.974 a
Paja	1.921 ab	Inicial	1.757 ab
Rastrojo	1.837 abc	Final	1.603 b
Aserrín	1.784 abc		
Composta	1.487 bc		
Testigo	1.424 c		

DMSH 0.05 = 0.434 DMH 0.05 = 0.249

ta presentó un desarrollo adecuado, de tal manera que con esta condición, al presentar el mayor número de vainas llenas y una baja pérdida de foliolos, véase cuadros 18 y 21, se refleja una eficiencia en el uso del agua.

La disminución en el número de vainas llenas y alto número de foliolos perdidos en las plantas sujetas a condición de sequía durante la etapa final, por un lado pudo contribuir a disminuir la producción de materia seca y por otro lado según se aprecia en el cuadro 6, en éste caso se tuvo un mayor consumo hídrico lo cual trajo consigo el consiguiente abatimiento en la eficiencia en el uso del agua.

4.9.1. Índice de eficiencia en el uso del agua de los tratamientos con condición de sequía en la etapa final.

Se aprecia en el análisis de varianza para esta variable, cuadro 32, que las coberturas evaluadas con esta condición de sequía modifican la eficiencia en el uso del agua.

En el cuadro 33, se aprecia que tanto el polietileno como el asfaleno permitieron los más altos índices de eficiencia en el uso del agua. Estas coberturas en comparación con las de estiércol, rastrojo, aserrín, testigo y composta, que estadísticamente resultaron ser semejantes, muestran la tendencia a presentar una mejor eficiencia en el uso del agua del 132.0% debido a que la naturaleza impermeable del polietileno y asfaleno permitió la disminución del proceso de

Cuadro 32. Análisis de varianza para el índice de eficiencia en el uso del agua de los tratamientos con condición de sequía en la etapa final.

FV	GL	SC	CM	Fc	
Tratamientos	7	21.925	3.132	13.333	+
Error	16	3.758	0.234		
Total	23	25.683			

+ = Significancia 5%

Cuadro 33. Prueba de Tukey para el índice de eficiencia en el uso del agua de los tratamientos con condición de sequía - en la etapa final.

Tratamiento	Promedio	
Asfaleno	4.005	a
Polietileno	3.429	a
Estiércol	1.919	b
Rastrojo	1.811	b
Paja	1.797	b
Aserrín	1.604	b
Testigo	1.248	b
Composta	1.238	b

DMSH 0.05 = 1.371

evaporación, lo cual se observó durante el registro del con
sumo hídrico, cuadro 9.

Aún cuando con el empleo del polietileno y asfaleno se registraron las más bajas producciones de materia seca, cuadro 14, bajo estas condiciones, su aplicación, por el hecho de mantener la humedad aprovechable en un lapso mayor de tiempo, es importante para promover el desarrollo de cul
tivos de importancia para el hombre.

V CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos en la presente investigación se pueden derivar las siguientes conclusiones:

- a) La aplicación de coberturas redujo las pérdidas de agua por evaporación, permitiendo mayor disponibilidad de humedad aprovechable en un mayor tiempo.
- b) Las coberturas de polietileno y asfaleno impidieron el proceso de germinación del cultivo de haba (*Vicia faba* L.), con el rango de humedad aprovechable del 0 al 33%, debido al incremento en la temperatura del suelo.
- c) Con las coberturas de aserrín, estiércol y paja se tuvo un notable incremento en la producción de materia seca.
- d) La condición de sequía en la etapa fenológica final aceleró la senescencia de la planta, repercutiendo en el llenado de vainas.
- e) El componente del rendimiento-vainas por planta-disminuyó drásticamente cuando la condición de sequía se aplicó en la etapa final del desarrollo del cultivo.
- f) El período de floración fue menos sensitivo que el período de fructificación al rango de humedad aprovechable del 0 al 33%.

- g) Se considera que el nivel de humedad aprovechable del suelo entre el 66 y 100% es de mayor importancia durante la etapa de maduración.
- h) Con las coberturas de paja, rastrojo y aserrín se registró el menor número de estomas por mm^2 .
- i) La condición de sequía en la etapa final, incrementó el número de estomas por mm^2 .
- j) El consumo hídrico con la condición de sequía en la etapa final se redujo bastante con las coberturas de polietileno y asfaleno. Asimismo con estas coberturas se incrementó la eficiencia en el uso del agua.

VI SUGERENCIAS

- a) Se propone evaluar los materiales de coberturas que presentaron respuestas favorables hacia el desarrollo del cultivo, en condiciones de campo para conocer la correlación con los datos de invernadero evaluados, y validar el empleo de estos materiales.

- b) Se propone evaluar el empleo de estos materiales de cobertura junto con otras técnicas cuyo fín es el de aprovechar adecuadamente el agua de lluvia, como las micro-cuencas de captación de lluvia.

- c) Repetir este tipo de experimentos con otros cultivos, con la finalidad de caracterizar la etapa fenológica en donde las necesidades hídricas sean de mayor importancia.

VII. BIBLIOGRAFIA

- Acevedo, E., Hsiao, T.C. and Henderson, J.W. 1971. Immediate and subsequent growth responses of maize leaves to changes in water status. *Plant Physiol.*, 48: 631-636.
- Adams, J.E. 1965. Effect of mulches on soil temperature and grain sorghum development. *Agronomy Journal*. 57(2): 471-474.
- Anaya, G.M. 1975. Captación y aprovechamiento de la lluvia en las zonas temporaleras. VI Congreso Nacional Agronómico. México, .D.F.
- Arriaga, F.A. 1985. Evaluación de la respuesta fisiológica de tres variedades de sorgo bajo el esquema riego-sequia. Tesis de Licenciatura, U.N.A.M., E.N.E.P. Iztacala. 74p.
- Aykroyd, W.R. y Doughty, J. 1982. Las leguminosas en la nutrición. Estudio FAO: Alimentación y Nutrición No. 20. Roma.
- Baver, L., Gardner, W.H. y Gardner, W.R. 1973. Física de sue los Ed. UTEHA, México. pp. 157-198.
- Begg, J.E. and Turner, N.C. 1976. Crop water deficit. *Adv. Agronomy*. 28: 161-217.
- Bierhuizen, J.F. and Wagenvoort, W.A. 1974. Some aspects of seed germination in vegetables. 1: The determination of heat sums and minimum temperature for germination. *Scientia Hortic.*, 2: 213-219.
- Cachón A.H.E., Nery, G.H. y Cuanalo de la C., H.E. 1976. Los suelos del área de influencia de Chapingo. Colegio de Postgraduados, E.N.A. Chapingo, México.

- Carranza de la P.A. 1973. Aplicación de tres materiales de cobertura para captación y conservación "in situ" del agua de lluvia en los cultivos forrajeros de maíz y girasol. Tesis de M. en C. Colegio de Postgraduados, E.N.A., Chapingo, México.
- Crispín, M.A., Pérez, G.P. y Sánchez, P.S. 1978. El cultivo del haba en los Valles Altos de México. Circular CIAMEC No. 98 I.N.I.A., México.
- Dirección General de Economía Agrícola (DGEA), 1983. Consumos Aparentes de productos agrícolas 1925-1982. Departamento de Estudios de la Economía Agropecuaria Nacional. Vol. VII, No. 9.
- Doss, D.B., Bennet, O.L. and Ashley, D.A., 1966. Effect of plastic mulch, herbicide and tillage on moisture use and yield of corn. Jour. Soil Water Conserv. 21(3): 99-101.
- Drapeau, R. 1983. Etude de l'effet des modes de fertilization, du rechauffement et d'un paillis sur la production de la gourgane (*Vicia faba* L. var. major) au Saguenay-Lac St-Jean. Can. Jour. Plant Sci. 63: 365-370.
- El Nadi, A.H. 1969. Water relations of beans. I. Effect of water stress on growth and flowering. Exptl. Agric. 5: 195-208.
- , 1970. Water relations of beans. II. Effect of differential irrigation on yield and seed size of broad bean. Exptl. Agric, 6: 107-111.
- F.A.O., 1967. La erosión del suelo por el agua. Algunas medidas para combatirla en las tierras de cultivo. Cuadernos de Fomento Agropecuario No. 7. Roma. pp. 86-88.
- , 1972. Prácticas y máquinas de labranza y siembra para el cultivo de secano en zonas semiáridas. Cuadernos de Fomento Agropecuario No. 92. Roma. pp. 32-46.
- , 1982. Organic materials and soil productivity in the near east. FAO Soils Bulletin No. 45. Rome. pp. 211-220.

- Fausser, O., 1965. Mejoramiento de suelos agrícolas. Generalidades y Avenamiento. Manuales UTEHA. Tomo I. No. 153. pp. 37-43.
- Fournier, G., 1975. Conservación del suelo. Ed. Mundiprensa, Madrid. Cap. II.
- Hardy, 1970. Edafología Tropical. Ed. Herrero, Hnos. Sucesores S.A., México, D.F.
- Hsiao, T.C. 1973. Plant response to water stress. Ann. Rev. Plant Physiol. 24: 519-570.
- International Center for Agricultural Research in the Dry Areas (ICARDA), 1982. New dimensions for faba bean research and production in Egypt and Sudan Syria. pp. 1-19.
- Ishag, H.M. 1973. Physiology of seed yield in field bean (*Vicia faba* L.). Jour. Agric. Sci. Camb. 80: 181-190.
- Kohashi, S.J. 1979. Fisiología del frijol. En: Contribuciones al conocimiento del frijol (*Phaseolus*) en México. Engleman, M. E. (Editor). Rama de Botánica. Colegio de Postgraduados, Chapingo, México. pp. 46-50.
- Levitt, J., 1972. Responses of plants to environmental stresses. Academic Press. New York. pp. 322-445.
- López, M.C., 1978. Distribución espacial, densidad de siembra y componentes del rendimiento en haba (*Vicia faba* L.). Tesis profesional. E.N.A., Chapingo, México.
- Depto. Agric. EUA. 1980. Diagnóstico y rehabilitación de suelos salinos y sódicos. Ed. Limusa, México (Manual de Agricultura No. 60) pp. 89-105; 112-114
- Martínez, M.M., 1974. Situación actual de la agricultura de temporal en México. Memoria del VII Congreso Nacional de la Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo. Guajuato, Gto. I: 15-29.

- McCree, K.J. and Davies, S.D., 1974. Effect of water stress and temperature on leaf size and number of epidermal cells in grain sorghum. *Crop. Sci.* 14: 751-755.
- Mildner, H.B. 1963. Petroleum mulch. *Nature (London)*. 197 (19): 241-242.
- Montes, M.J., 1977. Componentes del rendimiento y parámetros fisiológicos en 4 variedades de haba (*Vicia faba* L.). Tesis de M. en C., Chapingo, México.
- Moody, J.E., Jones, J.N. and Lillard, J.H. 1963. Influence of straw mulch on soil moisture, soil temperature and the growth of corn. *Soil Sci. Soc. Proc.* 27: 700-703.
- Palacios, V.E. y Jaspeado, J.L. 1978. Método para estimar la tensión del suelo en función de su contenido de humedad. Bol. técnico No. 14, Depto. de Irrigación. Universidad Autónoma Chapingo, Chapingo, México.
- Saxena, M.C. 1978. Some agronomic and physiological aspects of the important food legume crops in West Asia. Proceeding of a workshop held at the University of Aleppo. Aleppo, Syria pp. 155-165.
- Sinha, S.K., 1978. Las leguminosas alimenticias, su distribución, su capacidad de adaptación y biología de los rendimientos. FAO, Producción y Protección vegetal No. 3. Roma, p. 34.
- Slayter, R.O., 1973. Plant response to climatic factors CR.O. Slayter, Ed. UNESCO, Paris. pp. 271-276.
- Sprent, J.I., Bradford, A.M. and Norton, C. 1977. Seasonal growth patterns in field beans (*Vicia faba*) as affected by population density, shading and its relationship with soil moisture. *Jour. of Agric. Sci. Camb.* 88: 293-301.
- Takatori, F.H., Lippert, D.F. and Whiting, F.L., 1963. Petroleum mulch. Univ. of Calif. Division of Agricultural Science. Agricultural Experimental Station, California. pp. 1-12.

- Tamhane, R.V., Motiramani, D.P. y Bali, Y.P. 1978. Suelos: su química y fertilidad en zonas tropicales. Ed. Diana, México, pp. 65-75, 231, 232.
- Thompson, L.M. 1965. El suelo y su fertilidad. Ed. Reverté, S.A., México. p. 69, 85.
- Tisdale, S.L. y Nelson, W.L., 1982. Fertilidad de los suelos y fertilizantes. Ed. UTEHA. México. pp. 639-642.
- Tovar, S.J.L., 1977. Captación y aprovechamiento del recurso lluvia como una alternativa para la producción de grano y forraje de maíz en zonas de temporal deficiente. Tesis de M. en C. Colegio de Postgraduados, Chapingo, México.
- Wagenvoort, W.A. and Bierhuizen, J.F., 1977. Some aspects of seed germination in vegetables. II. The effect of temperature fluctuation, depth of sowing, seed size and cultivar, on heat sum and minimum temperature for germination. *Scientia Hort.* 6: 259-270.
- Waters, L.Jr., Graham, P.H., Breen, J.P., Mack, H.J. and Rosas, J.C., 1980. The effect of rice hull mulch on growth carbohydrate content and nitrogen fixation in *Phaseolus vulgaris*. *Hort Sci.* 15(2): 138-140.
- Wellhausen, E.J., 1976. La agricultura de México. Investigación y Ciencia. 2: 37-109.
- White, A.W.Jr., Giddens, J.E. and Morris, H.L. 1959. Sawdust as mulch. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.* 23: 366-368.
- Whyte, R.O., Nilsson, L.G. and Trumble, H.C., 1955. Las leguminosas en la agricultura. FAO. Estudios Agropecuarios No. 21. Roma, pp. 1-8.
- * Winter, E.J., 1979. El agua, el suelo y la planta. Ed. Diana. México, D.F. pp. 1-36.

VIII A P E N D I C E

Cuadro A1. Valores correspondientes al registro del consumo hídrico durante el ciclo. (1/ciclo).

Factor A Coberturas	Factor B, sequía en etapa			Promedio
	Inicial	Media	Final	
Aserrín	*28.869	24.084	30.288	28.686
	*31.789	28.079	32.175	
	*28.794	29.970	33.132	
Composta	22.454	31.329	35.012	31.932
	30.162	32.240	36.210	
	28.807	29.568	33.507	
Estiércol	27.941	29.119	32.131	31.087
	31.467	28.204	33.601	
	32.165	32.431	32.832	
Paja	31.652	30.269	33.764	32.465
	33.553	26.293	34.532	
	32.137	38.383	31.603	
Rastrojo	33.192	29.869	36.472	32.816
	34.173	29.353	33.264	
	31.259	30.988	36.774	
Testigo	36.860	34.380	38.998	35.159
	34.761	30.717	37.799	
	33.934	32.742	36.244	
Media	31.326	30.445	34.352	
Asfaleno			19.725	17.476
			14.614	
			18.091	
Polietileno			16.871	13.186
			12.121	
			10.566	

*Estos valores corresponden a los obtenidos en las repeticiones 1, 2 y 3 respectivamente para todos los tratamientos.

Quadro A2. Valores correspondientes al registro de la producción de materia seca de la parte aérea. (g/3 pl).

Factor A Coberturas	Factor B, sequía en etapa			Promedio
	Inicial	Media	Final	
Aserrín	* 48.85	37.47	46.91	52.943
	* 62.37	61.63	60.65	
	* 55.67	57.18	45.76	
Composta	20.55	60.41	37.19	52.135
	72.16	47.34	52.37	
	48.23	38.15	40.68	
Estiércol	49.48	55.25	58.78	62.712
	73.67	63.01	61.11	
	61.06	72.76	69.29	
Paja	50.90	63.86	58.79	61.990
	65.95	62.19	60.82	
	64.52	71.16	59.72	
Rastrojo	67.10	58.18	71.24	61.032
	70.90	55.65	52.52	
	41.93	61.78	69.99	
Testigo	63.39	51.01	51.05	50.895
	50.04	52.81	56.05	
	30.41	59.68	34.62	
Media	55.898	57.195	54.863	
Asfaleno			52.33	69.89
			63.36	
			90.98	
Polietileno			62.46	45.853
			43.29	
			31.81	

*Estos valores corresponden a los obtenidos en las repeticiones 1, 2 y 3 respectivamente para todos los tratamientos.

Cuadro A3. Valores correspondientes al registro de la altura del tallo principal. cm

Factor A Coberturas	Factor B, sequía en etapa			Promedio
	Inicial	Media	Final	
Aserrín	*59.73	51.36	60.40	64.206
	*62.43	66.96	73.86	
	*68.63	60.86	73.63	
Composta	49.50	69.66	73.86	58.647
	50.06	60.40	61.33	
	53.93	69.83	52.16	
Estiércol	56.63	65.23	75.26	66.374
	76.43	60.90	64.13	
	54.73	72.10	71.96	
Paja	52.70	68.00	76.26	68.666
	67.86	64.63	62.16	
	76.70	71.06	78.63	
Rastrojo	73.53	54.43	66.33	62.737
	68.23	61.00	64.13	
	56.40	54.16	66.43	
Testigo	68.60	67.60	61.00	62.967
	70.16	64.13	61.20	
Media	63.411	63.446	64.942	
Asfaleno			69.10	65.13
			52.35	
			73.96	
Polietileno			73.60	69.95
			68.00	
			68.25	

*Estos valores corresponden a los obtenidos en las repeticiones 1, 2 y 3 respectivamente para todos los tratamientos.

Cuadro A4. Valores correspondientes al registro del número de vainas llenas.

Factor A Coberturas	Factor B, sequía en época			Promedio
	Inicial	Media	Final	
Aserrín	*17	8	15	11.222
	*11	4	12	
	*13	16	15	
Composta	6	16	7	8.111
	6	13	2	
	7	10	6	
Estiércol	14	0	1	8.111
	9	8	10	
	11	15	5	
Paja	12	5	2	9.000
	12	10	8	
	22	4	6	
Rastrojo	9	0	15	9.666
	17	4	13	
	11	11	7	
Testigo	14	11	13	11.666
	10	14	8	
	22	7	6	
Media	12.388	8.666	7.833	
Asfaleno			5	9.300
			9	
			14	
Polietileno			9	5.600
			5	
			3	

*Estos valores corresponden a los obtenidos en las repeticiones 1, 2 y 3 respectivamente para todos los tratamientos.

Cuadro A5. Valores correspondientes al registro de los foliolos perdidos.

Factor A Coberturas	Factor B, sequía en etapa			Promedio
	Inicial	Media	Final	
Aserrín	*260	203	428	385.555
	*396	571	606	
	*100	476	430	
Composta	208	226	271	281.777
	217	236	790	
	104	262	222	
Estiércol	490	132	350	392.555
	251	412	372	
	462	470	594	
Paja	282	512	701	374.333
	308	296	290	
	84	378	518	
Rastrojo	200	320	592	473.666
	266	740	595	
	374	630	546	
Testigo	383	250	180	279.777
	174	282	432	
	192	153	472	
Media	263.944	363.833	466.055	
Asfaleno			71	65.33
			35	
			90	
Polietileno			44	68.33
			73	
			88	

*Estos valores corresponden a los obtenidos en las repeticiones 1, 2 y 3 respectivamente para todos los tratamientos.

Cuadro A6. Valores correspondientes al registro de la relación Vástago-Raíz.

Factor A Coberturas	Factor B, sequía en etapa			Promedio
	Inicial	Media	Final	
Aserrín	3.486	2.680	3.545	5.274
	4.303	5.592	9.203	
	5.772	5.274	6.613	
Composta	1.613	5.526	4.284	5.810
	8.008	5.301	4.028	
	7.352	6.366	9.812	
Estiércol	3.412	9.768	4.412	6.948
	11.111	9.418	3.991	
	3.521	10.023	7.328	
Paja	3.416	4.229	4.810	4.022
	3.946	3.535	2.704	
	3.759	4.145	5.662	
Rastrojo	5.079	4.905	4.309	4.575
	5.060	3.891	3.652	
	4.043	5.012	5.225	
Testigo	4.695	3.815	6.218	5.003
	5.239	5.455	3.794	
	8.059	1.790	5.967	
Media	5.159	5.373	5.308	
Asfaleno			2.519	3.641
			3.333	
			5.072	
Polietileno			2.527	2.310
			2.328	
			2.075	

*Estos valores corresponden a los obtenidos en las repeticiones 1, 2 y 3 respectivamente para todos los tratamientos.

Cuadro A7. Valores correspondientes al registro₂ de la frecuencia estomática. (estomas por mm²).

Factor A Coberturas	Factor B, según en etapa			Promedio
	Inicial	Media	Final	
Aserrín	*59.57	44.06	66.50	55.258
	*48.14	50.18	62.01	
	*51.00	51.41	64.46	
Composta	45.69	64.05	82.01	63.962
	44.88	79.56	74.66	
	53.85	66.91	64.05	
Estiércol	79.97	57.53	86.90	74.80
	77.93	61.20	91.39	
	71.81	56.30	90.37	
Paja	57.53	55.08	74.66	57.208
	57.93	37.53	68.95	
	51.00	39.17	73.03	
Rastrojo	48.55	59.97	64.05	58.658
	59.97	47.33	66.09	
	50.59	59.16	72.22	
Testigo	50.59	73.44	55.89	63.465
	62.42	43.25	84.86	
	68.95	49.37	82.42	
Media	57.798	55.305	73.573	
Asfaleno			72.62	81.87
			88.54	
			84.46	
Polietileno			75.89	78.61
			75.48	
			84.42	

*Estos valores corresponden a los obtenidos en las repeticiones 1, 2 y 3 respectivamente para todos los tratamientos.

Cuadro A8. Valores correspondientes al índice de eficiencia en el uso del agua (g/l).

Factor A Coberturas	Factor B, sequía en etapa			Promedio
	Inicial	Media	Final	
Aserrín	*1.933	1.555	1.548	1.784
	*1.692	2.194	1.885	
	*1.961	1.907	1.381	
Composta	0.915	1.928	1.062	1.487
	2.392	1.468	1.440	
	1.674	1.290	1.214	
Estiércol	1.770	1.897	1.829	2.015
	2.341	2.234	1.818	
	1.898	2.243	2.110	
Paja	1.608	2.109	1.741	1.921
	1.965	2.365	1.761	
	2.000	1.853	1.889	
Rastrojo	2.021	1.780	1.953	1.837
	2.074	1.895	1.578	
	1.341	1.993	1.903	
Testigo	1.719	1.483	1.309	1.424
	1.439	1.719	1.482	
	0.896	1.822	0.955	
Media	1.757	1.874	1.603	
Asfaleno			2.652	4.005
			4.335	
			5.029	
Polietileno			3.702	3.429
			3.575	
			3.010	

*Estos valores corresponden a los obtenidos en las repeticiones 1, 2 y 3 respectivamente para todos los tratamientos.