

206  
2 e



# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MEXICO

FACULTAD DE CIENCIAS

RESISTENCIA A LA SEQUIA XXVIII: EL TRASPLANTE,  
COMO UNA ALTERNATIVA PARA REDUCIR EL  
USO DE HERBICIDAS EN CULTIVO DE MAIZ  
(Zea mays L.) BAJO CONDICIONES  
DE TEMPORAL

T E S I S  
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
B I O L O G O  
P R E S E N T A :  
RICARDO TOVAR ESPINOSA

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

México, D. F.

1990



Universidad Nacional  
Autónoma de México



## **UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso**

### **DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

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

## Contenido.

	Página.
Resumen	vii.
I. Introducción	1.
II. Objetivo e Hipótesis	6.
III. Revisión de Literatura	7.
1. Ecología de un terreno de cultivo	7.
1.a. El agroecosistema	7.
1.b. Interacciones entre los organismos de un agroecosistema	8.
2. Los productos químicos en la agricultura	9.
3. La competencia entre las plantas	10.
3.a. Tipos de competencia entre las plantas	11.
4. Factores de competencia entre las plantas	12.
4.a. Luz	13.
4.b. Agua	13.
4.c. Nutrientes del suelo	14.
4.d. Bióxido de carbono	15.
4.e. Oxígeno	15.
4.f. Espacio	16.
4.g. Viento, polinizadores y dispersores	16.
5. Formas de medir el efecto de la competencia	17.
6. Definición y características de las arvenses	17.
6.a. El empleo del término arvense	17.
6.b. Características de las arvenses	18.
6.c. Usos de las arvenses	19.

6.d. Efecto de las arvenses en los cultivos	20.
7. Período crítico de competencia en los cultivos	22.
8. Métodos para contrarrestar la competencia de las arvenses con los cultivos	22.
8.a. El control manual	23.
8.b. El control mecánico	24.
8.c. El control químico	25.
8.d. Otros tipos de control	27.
9. Efectos de la competencia de las arvenses en la fisiología y morfología del maíz	27.
10. Efecto de la competencia de las arvenses sobre el rendimiento agronómico del maíz	28.
11. El cultivo de maíz en condiciones de temporal	30.
12. Período crítico de competencia en maíz de temporal	30.
13. Recomendaciones para el control de arvenses en maíz de temporal	32.
14. El trasplante de maíz y frijol en condiciones de temporal	33.
IV. Materiales y Métodos.	35.
15. Ubicación	35.
16. Clima	35.
17. Suelo	36.
18. Preparación del terreno	36.
19. Diseño experimental	36.
20. Tratamientos	37.
21. Parcela útil	37.
22. Variedad de maíz utilizada	38.
23. Construcción de almácigos	38.

24. Siembra	39.
a) Siembra directa en seco	39.
b) Siembra directa en húmedo	40.
c) Trasplante	40.
25. Fertilización	41.
26. Control de arvenses	41.
a) Control manual	41.
b) Control químico	42.
c) Sin control	42.
27. Historia del cultivo	42.
28. Cosecha	43.
29. Datos obtenidos	43.
A) Arvenses	43.
i. Identificación	43.
ii. Densidad de población	43.
iii. Peso seco	45.
iv. Eficiencia de uso del agua para la producción de materia seca	46.
B) Maíz	46.
v. Densidad de población	46.
- Abatimiento de la población originalmente sembrada y esta- blecimiento	46.
- Población final y población final con mazorca	46.
vi. Tiempo transcurrido para la emi- sión de los estigmas	47.
vii. Altura final	47.
viii. Tiempo transcurrido para llegar a la madurez fisiológica	47.
ix. Peso seco	47.
x. Índice de cosecha	48.
xi. Eficiencia de uso del agua para la producción de materia seca	48.
C) Arvenses-maíz.	49.
xii. Transmisión relativa de luz con respecto al dosel superior	49.
xiii. Biomasa total	49.

30. Análisis estadístico.	49.
V. Resultados	51.
A) Arvenses	51.
i. Identificación	51.
ii. Densidad de población	51.
iii. Peso seco	54.
iv. Eficiencia de uso del agua para la producción de materia seca	55.
B) Maíz	55.
v. Densidad de población	55.
- Abatimiento de la población originalmente sembrada y esta- blecimiento	55.
- Población final	56.
- Población final con mazorca	57.
vi. Tiempo transcurrido para la emisión de los estigmas	58.
vii. Altura final	59.
viii. Tiempo transcurrido para llegar a la madurez fisiológica	60.
ix. Peso seco	60.
- Grano	60.
- Rastrojo	62.
- Olote	62.
x. Índice de cosecha	63.
xi. Eficiencia de uso del agua para la producción de materia seca	63.
- Grano	63.
- Rastrojo	64.
- Olote	65.
C) Arvenses-maíz	65.
xii. Transmisión relativa de luz	65.
xiii. Biomasa total	66.
Figuras 1-12.	
VI. Discusión.	67.
VII. Conclusiones.	77.
VIII. Bibliografía.	79.
Apéndice.	88.

## Resumen.

La principal estrategia para aumentar la producción agrícola en zonas de temporal, ha sido la apertura de cada vez mayores espacios causando así una enorme destrucción de la vegetación natural. La carencia de recursos económicos en los sitios donde se produce la mayor parte de los alimentos básicos en México —las áreas temporales—, obliga a buscar estrategias para el mejor aprovechamiento de los costosos insumos agrícolas, y evitar a la vez, el deterioro ambiental.

La competencia de las arvenses con los cultivos, es una de las principales causas de reducción en los rendimientos y obliga al agricultor a usar cantidades enormes de trabajo y energía para lograr su control. El uso indiscriminado de herbicidas fué una consecuencia lógica cuando se presentaron como opción. Se presenta al Trasplante de maíz, como una estrategia viable para reducir el empleo de herbicidas en zonas de temporal. Con el trasplante sin control de arvenses, se logró obtener igual o mayor rendimiento agronómico que con la siembra directa tradicional, en la que se usaron herbicidas para el control de arvenses. Se discuten las repercusiones para el cultivo de maíz en áreas de temporal y para la protección ecológica.

## I. Introducción.

La necesidad de aumentar la producción de alimentos en los países en vías de desarrollo, se ha hecho cada vez más urgente desde que se reconoció que el crecimiento de la población había superado a la producción de alimentos "per cápita" en casi un 25% (Biswas y Biswas, 1975). Desde entonces, la estrategia a seguir, fué la aplicación de más energía en forma de pesticidas, fertilizantes, irrigación y maquinaria para lograr un rápido aumento en los rendimientos de los cultivos (Biswas y Biswas, 1976). Sin embargo, la implementación de este tipo de agricultura intensiva en lugar de la agricultura tradicional, requiere el empleo de recursos técnicos y económicos que difícilmente pueden tener países que han estado en constante crisis económica.

En México, los alimentos básicos se producen fundamentalmente en condiciones de temporal. En la actualidad, más de las dos terceras partes de la agricultura del país, se realiza en áreas donde es variable la precipitación que se registra de un año al siguiente. Dentro de esta agricultura riesgosa, se encuentra casi un 80% del sector agropecuario y representa para la economía nacional el 60% de la producción agrícola (Turrent, 1978).



La apertura de mayores espacios para la agricultura, ha sido por muchos años la principal estrategia para aumentar la producción en zonas temporales. Esta práctica ha resultado ser una de las formas más dramáticas de destrucción de la vegetación natural.

Los sectores agrícola y ganadero son causantes de la extinción de diversas especies que habitan en las zonas boscosas de México. En la actualidad, son escasos los ecosistemas naturales que sobreviven en zonas aisladas. Una vez implantadas las actividades agrícolas y ganaderas en las tierras aptas para estas actividades, se establecen nuevos ecosistemas que desplazan a los anteriores. Paralelamente, se ha desarrollado una tecnología y una industria que amenaza seriamente con exterminar a todas las especies silvestres del país.

Una revisión superficial de los daños ocasionados solo en 1988 (Excelsior Abril-October, 1988), puede evidenciar la magnitud del desastre:

-En Morelos. 135 hectáreas de bosque al norte del estado fueron destruidos por fuego causado por campesinos al abrir nuevas tierras para los cultivos de temporal. Un incendio en el Parque Nacional del Tepozteco, que duró 12 días, causó la pérdida de 500 hectáreas poniendo en peligro a aves como el

### *Alternativa para no usar herbicidas 3*

gavilán, el quebrantahuesos, la golondrina y el gorrión canario; al armadillo huitacuache y al tejón de cola roja. 81 hectáreas de pastizales, renuevo de pino, encino y matorrales fueron arrasadas en Tepoztlán afectando a la mitad de la fauna silvestre. En 1988 se ocasionaron 8 de los mas grandes siniestros en la historia del estado.

-En Jalisco. 46 000 hectáreas de terrenos arbolados y pastizales, fueron destruidas por incendios forestales causados por los campesinos al quemar la maleza para poder sembrar.

- En Chiapas. 26 000 hectáreas de pastos, arbustos y selvas se perdieron en incendios causados por la "tumba-roza" de los campesinos. En total se registraron 186 incendios. En 1987, se perdieron por la misma causa 133 523 hectáreas.

- En Guerrero. 2 500 hectáreas en diferentes zonas del estado fueron destruidos por los campesinos que queman el monte para los cultivos de temporal. Se destruyeron bosques de maderas finas con pérdidas de 1 000 millones de pesos.

- En Colima. 2 000 hectáreas fueron arrasadas por el fuego debido al desmonte para sembrar. En 1987 fueron destruidas 1 300 hectáreas. Los daños a la flora y fauna fueron severos.

La agricultura intensiva, que se practica principalmente en los distritos de riego, ha sido causa de deterioro ambiental: los pesticidas empleados cotidianamente han afectado el equilibrio ecológico y han llevado prácticamente a la extinción a infinidad de especies sensibles a su acción; la irrigación ha ocasionado la inutilidad de los suelos al precipitar gran cantidad de sales sobre ellos; con el empleo de maquinaria se ha acelerado la erosión; el uso indiscriminado de fertilizantes ha provocado contaminación y alteraciones en la estructura vegetal de hábitats delicadamente equilibrados.

En México, las fuentes mas importantes de alimentos las constituyen básicamente los cultivos de maíz y frijol, los cuales se siembran principalmente con técnicas tradicionales y en condiciones de temporal, donde no es posible, predecir con certeza la producción de un año a otro.

Es evidente que cualquier esfuerzo por aumentar la producción de alimentos básicos, debe estar enfocado hacia el uso mas eficiente de las zonas agrícolas de temporal.

El conocimiento amplio de los métodos tradicionales de producción agrícola en conjunción con la investigación científica actual, puede llevar a proponer métodos para incrementar la producción de alimentos. El análisis de la agricultura tradicional mexicana ha revelado que el empleo de almaci-

#### *Alternativa para no usar herbicidas 5*

gos y la práctica del trasplante pueden ser alternativas para lograr este fin.

El proyecto Resistencia a la Sequía, tiene como objetivo lograr la optimización de insumos en cultivos de maíz y frijol. Para las zonas de temporal, el agua es el insumo más importante.

Como parte de este proyecto, el trasplante de maíz y frijol se ha planteado como una opción viable para ser utilizada en terrenos de temporal. La investigación al respecto realizada hasta el momento indica: que el trasplante de maíz y frijol prospera en condiciones de temporal; que la producción de grano se incrementa en forma significativa; que aumenta la eficiencia de uso del agua de temporal y que se reducen las pérdidas causadas por la depredación de las semillas, muy común en el método de siembra directa. Además, por las características de este método de siembra, se planteó la posibilidad de evitar el empleo de herbicidas (Larqué, 1981; 1986).

## II. Objetivo e Hipótesis

El presente trabajo tuvo como objetivo principal: proporcionar mayor evidencia experimental, sobre la posibilidad de reducir el uso de herbicidas, en el control de las arvenses que crecen asociadas al cultivo de maíz de temporal, por medio del empleo de la técnica del trasplante.

Se plantea como hipótesis de trabajo: que el empleo de la técnica del trasplante de maíz, elimina la necesidad de usar herbicidas sin afectar el rendimiento.

### III. Revisión de literatura.

#### 1. Ecología de un terreno de cultivo.

Los organismos no pueden vivir en aislamiento, todos reciben la influencia de su ambiente, tanto biótico como no biótico, la influencia total de estos factores constituye el hábitat en el cual vive el organismo.

A la interacción funcional que existe entre los organismos, considerados como una comunidad, y el ambiente físico, se le denomina ecosistema (Vickery, 1987). La concepción de ecosistema abarca dos aspectos: el de estructura y el de transferencia de energía. La estructura es el arreglo espacial de los organismos, mientras que la transferencia de energía se realiza a través de las cadenas tróficas (C.E.D.O.C., 1981).

#### 1.a. El agroecosistema.

Un sistema de producción ó agrosistema, comprende los atributos del ambiente, el cultivo que se va a implementar y la historia del manejo (Rindos, 1984).

El agroecosistema consiste en la transferencia de energía entre el ambiente y las comunidades de organismos, en donde

el hombre condiciona el establecimiento y permanencia de la comunidades mediante trabajo (Rindos, 1984).

Puede definirse el agroecosistema desde los términos de un pedazo de parcela de un agricultor, hasta los del área de la agricultura de temporal; y desde la preparación del terreno, hasta la cosecha o hasta la mineralización de los desechos orgánicos (Rindos, 1984).

**1.b. Interacciones entre los organismos de un agroecosistema.**

Las plantas dependen y reciben la influencia de diversos organismos. Un gran número de plantas dependen de aves, mamíferos o insectos para polinizar sus flores y dispersar sus semillas. Ciertas enfermedades ocasionadas por lesiones producidas por animales herbívoros, se presentan en casi todas las plantas (Vickery, 1987).

Las interacciones entre organismos que se dan en un agroecosistema, son las mismas que se dan en cualquier otro ecosistema. Entre éstas interacciones están: competencia, simbiosis, comensalismo, mutualismo y parasitismo (Vickery, 1987; Brewer, 1979; Krebs, 1985).

## 2. Los productos químicos en la agricultura.

Debido a las interacciones entre los organismos que existen en un agroecosistema, el hombre ha tenido que inventar métodos mediante los cuales pudiera obtener más beneficios de un cultivo que los demás organismos. Así, ha tenido que intervenir para disminuir la competencia con los insectos por los mismos alimentos, usando insecticidas; la competencia de otras plantas sobre sus cultivos usando herbicidas; prevenir enfermedades por hongos usando fungicidas o por algunos nemátodos usando nematicidas, etc.

Con el desarrollo de los agroquímicos, ciertamente se logró aumentar la producción en todas las áreas de la agricultura. Sin embargo, actualmente se reconocen una serie de problemas que ha traído su uso intensivo y el desconocimiento de sus efectos a largo plazo.

Los pesticidas son agroquímicos usados para matar organismos (bacterias, plantas, hongos, insectos, nemátodos, roedores, aves, etc.), que consumen, dañan o destruyen productos agrícolas (Hay, 1981).

Los beneficios inmediatos que se obtuvieron con el empleo de los pesticidas, se vieron minimizados en poco tiempo por: la aparición de individuos resistentes a su acción debido a la presión de selección artificial que significaron; la afecta-



ción a otras especies útiles a quienes no iban dirigidos los objetivos de control; la pérdida de calidad para el mercado; la afectación de la salud de los consumidores por productos contaminados directa o indirectamente; el reconocimiento del daño ecológico a gran escala que causan a prácticamente todos los organismos, algunas veces, llevando a niveles de extinción a múltiples especies (Schweizer y Zimddahl, 1984).

### 3. La competencia entre las plantas.

En condiciones naturales, a menos que las características ambientales sean muy adversas, un área de suelo desnudo llegará a ser colonizada por una comunidad vegetal, ocupando cada especie un nicho ecológico diferente. Durante el desarrollo de la comunidad se inicia la competencia entre plantas que tratan de ocupar el mismo nicho. En consecuencia, la disponibilidad física de un área para una especie particular no asegura que la especie crecerá allí. Esto depende de la naturaleza de la demás especies que tratan de colonizar la misma área (Brewer, 1979; Vickery, 1987).

La competencia entre especies ha sido definida de muchas formas de acuerdo a los intereses y criterios particulares de los diferentes autores:

"Las especies que ocupan nichos ecológicos diferentes en el mismo ecosistema viven juntas en armonía, pero las que ocu-

pan el mismo nicho están en competencia unas con otras" (Vickery, 1987).

"La competencia es una combinación entre un exceso de demanda y un aporte insuficiente" (Brewer, 1979).

"La competencia es un fenómeno que ocurre cuando dos o más individuos requieren un factor en particular, y cuando la disponibilidad de ese factor está sujeto a la demanda simultánea de los organismos" (Rhodes, 1970).

"La competencia es la acción recíproca entre dos organismos que están empeñados en conseguir la misma cosa" (Odum, 1972).

"La competencia es una clase de interferencia, que ocurre cuando: a) dos plantas extraen un requerimiento de una misma fuente; b) el suministro de ese requerimiento es reducido al menos a una planta por la presencia de la otra y c) esta reducción influye en el crecimiento, reproducción o supervivencia de la planta" (Newman, 1983).

### 3.a Tipos de competencia entre las plantas.

- Competencia intraespecífica.

Tiene lugar entre plantas de la misma especie y asegura que solo los miembros más aptos de una especie sobrevivan (Krebs, 1985; Brewer, 1979).

- Competencia interespecífica.

Ocurre entre plantas de diferentes especies que tratan de ocupar el mismo nicho ecológico. Muchos factores contribuyen en la competencia interespecífica y las especies en pugna pueden ser eliminadas en grupo o forzadas a ocupar un nicho diferente (Krebs, 1985; Vickery, 1987; Brewer, 1979).

Debe entenderse como óptimo ecológico a la serie de condiciones bajo las cuales una especie prospera en compañía de otras especies (Vickery, 1987).

4. Factores de competencia entre las plantas.

Debido a que un hábitat contiene recursos insuficientes para sostener a todas las especies capaces de sobrevivir ahí, la competencia es inevitable y el éxito de una planta particular depende de su capacidad para competir por los diversos factores que requiere (Vickery, 1987).

Los factores ambientales por los que compiten las plantas son principalmente la luz, la humedad y los nutrientes del suelo. El bióxido de carbono, el oxígeno y la disponibili-

dad de espacio pueden ser factores importantes de competencia. Además, otros factores externos como la presencia de polinizadores, agentes dispersores de semillas, y las alteraciones del ambiente ocasionadas por el hombre, afectan también los niveles de supervivencia de una especie y pueden llegar a ser elementos de competencia (Grime, 1982; Newman, 1983; Donald, 1963; Vickery, 1987). Todos estos factores están íntimamente relacionados y al ser afectado uno de ellos puede interferir en la obtención o aprovechamiento de otro (Vickery, 1987).

#### 4.a. Luz.

Es el factor más importante en la competencia entre plantas. La luz no se puede almacenar por lo que debe usarse a un máximo nivel de eficiencia (Donald, 1963; Vickery, 1987). La competencia por la luz se presenta tanto entre hojas de una misma planta, como entre las de diferentes plantas (Newman, 1983; Vickery, 1987).

#### 4.b. Agua.

El agua interviene en procesos fundamentales de las plantas. La fotosíntesis y la asimilación y conducción de nutrientes solo pueden realizarse si hay suficiente agua (Vickery, 1987).

El déficit de humedad en el suelo afecta sensiblemente el crecimiento de las plantas (Wilsie, 1962).

La demanda de agua es variable y depende de muchos factores como temperatura, humedad relativa, tasa de fotosíntesis, edad de la planta (Devlin, 1980) así como la morfología de las hojas (Vickery, 1987).

#### 4.c. Nutrientes del suelo.

La formación de metabolitos, y la actividad eficiente de las enzimas en procesos fundamentales, radica en la obtención de nutrientes del suelo (Ray, 1975).

La incapacidad para competir por los nutrientes se manifiesta en la reducción del crecimiento de los brotes siendo la planta finalmente eliminada por sus vecinas más fuertes. La asimilación de nutrientes depende de la tasa de crecimiento radical, y esta, a su vez, de la fotosíntesis (Vickery, 1987; Newman, 1983).

La escasa existencia de algunos nutrientes en el suelo provoca la competencia intensa entre plantas vecinas (Radosevich y Holt, 1984). El nitrógeno parece ser el nutriente esencial que provoca los más altos niveles de competencia (Tanaka y Yamaguchi, 1981; Blackman y Templeman, 1938).

#### 4.d. Bióxido de carbono.

La competencia entre las plantas por el bióxido de carbono se observa en áreas con alta incidencia de luz (Vickery, 1987). Cuando la captación de bióxido de carbono por las hojas no excede el 10% de la concentración inicial, la competencia por éste no afecta la fotosíntesis (Newman, 1983).

La adaptación de las plantas las ha llevado a desarrollar diferentes estrategias para la obtención y el aprovechamiento eficiente del bióxido de carbono. Las plantas tropicales con metabolismo C4 están en una ventaja considerable sobre las plantas C3, ya que no pierden bióxido de carbono mediante la fotorrespiración. Las plantas CAM, al absorber bióxido de carbono durante la noche, cuando las otras plantas cierran sus estomas, alcanzan el mayor éxito al competir por el bióxido de carbono (Vickery, 1987; Devlin, 1980; Salisbury, 1979).

#### 4.e. Oxígeno.

La mayoría de los suelos son deficientes en oxígeno. Las raíces no pueden funcionar si la concentración de oxígeno en el suelo es menor del 10%. Si el contenido de oxígeno de la atmósfera edáfica se reduce violentamente, la planta se marchita, deja de sintetizar clorofila y muere (Vickery, 1987).

#### 4.f. Espacio.

Entre plantas de la misma especie, la competencia por el espacio se hace mas intensa. En el estadio de plántula la importancia del espacio se acentúa, ya que por su fragilidad las plantas mas débiles pueden dañarse (Vickery, 1987). Puede ocurrir, sin embargo, que por otros factores el crecimiento se vea limitado antes que todo el espacio sea ocupado (Newman, 1983).

#### 4.g. Viento, polinizadores y dispersores.

La reproducción de las plantas está en muchos casos íntimamente relacionada con agentes externos como el viento, insectos, aves, mamíferos, etc. Los cuales intervienen en la polinización y dispersión de semillas y de partes vegetativas.

La interacción planta-insecto es ampliamente conocida, y se sabe que ha alcanzado niveles muy altos de especificidad. Lo mismo ocurre en las interacciones de las plantas con otros animales donde la coevolución es característica para explicar la existencia de ambos tipos de organismos.

El papel del viento como polinizador es evidente. El viento también interviene en la dispersión de semillas y de partes vegetativas (Lamda, 1978; Vickery, 1987; Krebs, 1985).

**5. Formas de medir el efecto de la competencia.**

Cualquier medida de la competencia debe consistir obviamente en el manejo y control de los factores de competencia. Estos factores se reflejan de una u otra forma en las plantas. Lo principal es en todo caso la producción de biomasa o materia seca. Debido a la influencia que tiene la competencia sobre algunos aspectos fisiológicos, es importante considerarlos para explicar las causas de la reducción de la biomasa producida. Estas determinaciones deben realizarse a las especies que se supone están en competencia (Odum, 1972; Radosevich, 1984; Krebs, 1985).

**6. Definición y características de las arvenses.**

**6.a. El empleo del término arvense.**

El término arvense define a un grupo artificial de plantas cuya única característica en común es que crecen en sitios perturbados por el hombre afectando de una u otra forma sus intereses. Por lo mismo, la definición del término depende de diversos criterios:

"Las arvenses o malezas son plantas cuyas poblaciones crecen en sitios perturbados por el hombre" (Baker, 1974).



"Las arvenses son plantas que crecen espontáneamente en terrenos cultivados" (Hernández X., 1985).

"Una maleza es aquella planta que crece fuera de lugar", por lo que una planta domesticada puede ser una maleza si se le halla creciendo entre otro cultivo (Muzik, 1970; Klingman, 1961).

Una maleza es una planta que interfiere con el hombre o en el área de sus intereses (Muzik, 1970; Gupta y Lambda, 1978).

"Las malezas son pioneras de sucesiones vegetales secundarias" (Bunting, 1960).

#### 6.b. Características de las arvenses.

Las arvenses han coevolucionado con las plantas cultivadas desde el inicio de la agricultura hace diez mil años, y probablemente de esto, han adquirido ventajas para su propia protección y dispersión (Rindos, 1984). Muchas de ellas pueden desarrollarse en casi todos los tipos de suelo y poseen una amplia tolerancia a condiciones ecológicas diversas (Baker, 1974; Young y Evans, 1976; Klingman y Ashton, 1980). Algunas arvenses se han adaptado a condiciones de alta humedad, otras a zonas secas, y otras a zonas del trópico húmedo (Crafts, 1975).

Las arvenses llegan a los campos de cultivo debido a la dispersión por el viento, el agua, los animales y sobre todo el hombre. La mayoría de las arvenses de importancia económica en América fueron introducidas por el hombre desde Europa y Asia (Nac. Acad. of Sci, 1982; Gupta y Lamda, 1978; Muzik, 1970).

Para permanecer en sitios de disturbio, las arvenses presentan gran longevidad de semillas, rápido desarrollo, precocidad y gran flexibilidad en los requerimientos ambientales para la germinación y desarrollo (Baker, 1974). La mayoría son plantas anuales, existiendo algunas especies que son perennes. Las especies anuales presentan una alta tasa relativa de crecimiento, una alta proporción de recursos dirigidos a la producción de semillas y una marcada tendencia a la germinación diferencial que ocasiona la formación de un amplio banco de semillas en el terreno (Salisbury, 1961; Sagar y Mortimer, 1976; Vazquez y Drosco, 1984). Las arvenses desarrollan rápidamente su sistema radical con lo que pueden obtener con ventaja agua y nutrientes (Muzik, 1970).

#### **6.c. Usos de las arvenses.**

Las arvenses son utilizadas comúnmente por los agricultores, algunas se consumen como alimento, o son utilizadas como medicamentos y para elaborar adornos y utensilios diversos. Es

frecuente el empleo de las arvenses como forraje de animales y como abono para las parcelas (Villegas, 1979; Díaz, 1983).

Algunas arvenses llegan a ser comercializadas por los agricultores (Esqueda, 1983).

#### 6.d. Efecto de las arvenses en los cultivos.

Las arvenses disminuyen la calidad de los productos; aumentan el costo de operación de la siembra y cosecha y pueden ser hospederos de insectos y patógenos. Al hombre pueden causarle alergias y molestias por las espinas ó pelos urticantes que poseen algunas. Sin embargo, el daño principal se refleja en el rendimiento cuya disminución se debe a la competencia que se establece entre el cultivo y las arvenses por agua, luz y nutrientes principalmente (Gupta y Landa, 1978).

Algunas especies de arvenses exudan sustancias fitotóxicas provocando efectos alelopáticos que afectan al cultivo (Acosta y Agundis, 1976; Agundis, 1984). *Simsia amplexicaulis* induce anormalidad y reduce el porcentaje de germinación del rábano debido a la alelopatía (Rivas y García, 1984).

La reducción del rendimiento es mayor en cuanto se va incrementando la densidad de las arvenses (Zimdhal, 1980; Knake y Slife, 1962).

*Amaranthus hybridus* reduce el rendimiento de la soya mas del 50% debido al sombreado sobre el cultivo (Moolani y Sli-fe, 1960). También por el sombreado de las arvenses, el rendimiento de materia seca del frijol es muy afectado (Carvalho, 1980; Dawson, 1964).

La competencia de las arvenses con los cultivos es mas importante a nivel de raíz por la obtención de agua y nutrientes siendo ésta competencia mas importante en los 10 ó 15 centímetros superiores del suelo (Clarke, 1958; Buston y Wedin, 1970). Las arvenses son mejores competidoras que las plantas cultivadas por nitrógeno y especialmente potasio (King, 1966). Compiten con el frijol por nitrógeno, fósforo, potasio, luz y agua causando reducción en el rendimiento (Alvarado, 1976).

Los efectos perjudiciales de la competencia de arvenses por un cultivo, pueden incrementarse si se aplican fertilizantes sin haber deshierbado (Ashrif, 1968; Heinz y Linke, 1970).

El efecto negativo de la competencia temprana por las arvenses en *Brassica oleracea* no es compensado con la adición posterior de dosis normales de fertilizantes, requiriéndose en dicho caso dosis tres veces mayores (Hamerton, 1968).

7. Periodo crítico de competencia en los cultivos.

El efecto de la competencia es mas severo en los estadios tempranos de crecimiento (Knake y Slife, 1962; Nieto, Martinez y Gonzalez, 1965; Jennings y Aquino, 1968), en los cuales las plantas tienen gran demanda por los factores esenciales (Lee, 1960; Feltner, Hurst y Anderson, 1969).

La época mas sensible a la competencia corresponde al 25 ó 30% del ciclo de vida de las especies involucradas (Kasasian y Seeyave, 1969).

Todos los cultivos anuales tienen etapas en las cuales las arvenses afectan el rendimiento. Una de estas etapas se localiza en las primeras semanas después de la emergencia del cultivo (Nieto, 1968). Las arvenses que nacen posteriormente tienen poco o ningun efecto negativo sobre el cultivo (Burnside y Wicks, 1969). Por esto no solo efectuar el deshierbe es importante, sino también la época en el que éste se efectúa (Zimdahl, 1980).

B. Métodos para contrarrestar la competencia de las arvenses con los cultivos.

Al aplicar medidas de manejo durante varios ciclos de siembra, se espera que la densidad de las poblaciones de arvenses tienda a reducirse pues se evita que haya producción de

semillas. Esto se ha intentado con la rotación de cultivos en combinación con la aplicación de métodos manuales y químicos de control (Roberts, 1968; Warnes y Andersen, 1984), así como la labranza intensa del suelo (Roberts y Dawkins, 1976).

Para lograr reducir la densidad de las arvenses, la utilización de un mismo método de control por lo general no resulta eficaz a largo plazo. Aunque se logre disminuir la densidad de algunas especies, es muy frecuente que aumente la de otras (Chávez, 1987; Burnside, 1978).

El control de la competencia de las arvenses se realiza de varias formas. El uso del azadón, maquinaria y sustancias químicas son las formas más frecuentes.

#### 8.a. El control manual.

El control manual o deshierbe con azadón efectuado después de la siembra, es el método más usado por la mayoría de los agricultores. Casi siempre se efectúa cuando las condiciones lo permiten, y sin tener en cuenta el estado de desarrollo del cultivo ni las especies de arvenses (CIAT, 1982).

El azadón causa un menor disturbio que el causado por los herbicidas (Fuentes, 1985) y al no tener efectos residuales no provoca otras alteraciones importantes en el ambiente ni

a otros cultivos. Su efectividad depende de la oportunidad con que se aplique, de las características del cultivo y de la extensión del terreno.

Las plantas con posibilidad de reproducción vegetativa son las mas difíciles de controlar con este método. El deshierbe con azadón aumenta la densidad de las poblaciones de *Galinsoga parviflora* y de gramineas. Con este método de control, estas plantas serian las mas abundantes después de pocos ciclos de cultivo (Fuentes, 1985; Chávez, 1987).

#### B.b. El control mecánico.

La labranza comprende todas las operaciones de trabajo del suelo, barbecho, rastreo, surcado, cruzado, siembra y algunas labores culturales tempranas. La labranza primaria constituye el primer paso en la roturación del suelo, el entierro de residuos y desperdicios, el aflojamiento de la capa arable y la eliminación de malezas. La labranza secundaria consiste en el paso de rastras y de operaciones de compactación y suavizado del suelo para compactar, aflojar y alisar el suelo; así como romper terrones, cortar residuos o pasto y matar las malezas (Aldrich y Leng, 1974; Mendoza, 1981).

Las prácticas de labranza afectan de diferente manera a las poblaciones de arvenses. Algunas especies se ven favorecidas por la labranza reducida (pasada de cilcel), otras son afec-

tadas negativamente y un tercer grupo de especies no es afectada en ningún sentido (Pollard y Cussans, 1981).

Con la labranza reducida del suelo las gramíneas en general son dominantes por su capacidad para reproducirse vegetativamente. En cambio las dicotiledóneas y monocotiledóneas perennes se presentan frecuentemente en ausencia de laboreo (Hammerton, 1968; Burnside y Wick, 1982).

Cuando se efectúa un régimen constante de labranza, la relación entre el banco de semillas y la flora de arvenses que emerge es constante año tras año (Roberts y Ricketts, 1979).

El agotamiento de la reserva de semillas de arvenses en el suelo por la labranza continua (Roberts y Dawkins, 1967), es causado por la inducción de una mayor germinación de las semillas al remover el suelo (Roberts y Feast, 1972).

#### B.c. El control químico.

Se efectúa por medio de herbicidas. Estas sustancias afectan la fisiología de las plantas hasta matarlas (Calderón, 1983).

Los herbicidas más empleados para el control de las arvenses en el cultivo de maíz son: Ametrina, Amitrol, Atrazina, CDAA, CP-31393, 2, 4-D, Dalapón, Diurón, EPTC, Fenac, Linu-



ron, Prometrina, Alaclor y Simazina (Beherens y Lee, 1964 cit. p. Esqueda, 1985).

Los herbicidas controlan en forma efectiva a las arvenses no importando el sitio de la parcela en el que se establezcan, presentan residualidad y su aplicación se realiza en forma rápida (Young "et al.", 1978; Rojas, 1978).

Muchas desventajas se han identificado para el empleo de los herbicidas: su residualidad causa que cultivos subsiguientes sean afectados; muchos pueden ser tóxicos para el hombre o los animales; el acarreo por el viento y por el agua puede provocar el daño de otros cultivos cercanos y contaminación en zonas naturales (Burnside y Schultz, 1978; Rojas, 1978; Vickery, 1987).

El uso continuo de un herbicida sobre poblaciones de arvenses puede crear una presión de selección en favor de genotipos resistentes, aunque no se ha observado la suficiente evidencia de esto (Holliday y Putwain, 1977). La selección de las arvenses ocurre comunmente cuando herbicidas relativamente persistentes han sido aplicados repetidamente en una misma área por muchos años. En contraste, con el uso de herbicidas no residuales en el suelo es menos probable el desarrollo de resistencia (Holliday y Putwain, 1977; Warwick y Marriage, 1982).

El conocimiento de las consecuencias por aplicar herbicidas es muy importante para la agricultura intensiva, ya que la aplicación de éstos es una práctica común efectuándose generalmente sobre un mismo terreno (Horowitz "et al.", 1974)

#### B.d. Otros tipos de control.

La rotación de cultivos es un método indirecto de control de arvenses y se ha utilizado junto con los controles mecánico y químico con buenos resultados (Roberts, 1968; Burnside y Schultz, 1978; Schweizer y Zimdahl, 1984).

Otras formas de reducir el efecto de la competencia de las arvenses han sido: manejo de la fertilización, establecimiento de distintas fechas de siembra y siembra a diferentes densidades para el cultivo (King, 1966; Parra, 1981; Williams, 1969).

#### 9. Efectos de la competencia de las arvenses en la fisiología y morfología del maíz.

Las deficiencias tempranas de nitrógeno y potasio son las más perjudiciales para el maíz (Banden y Buchholtz, 1964; King, 1966). El maíz con arvenses toma solamente 53% de nitrógeno y el 44% de potasio de lo que usa cuando crece solo, siendo el contenido de potasio de las arvenses tres veces más alto y el de nitrógeno el doble que en el maíz asociado

(King, 1966). La acumulación de N, P, K, Ca y Mg es mayor en *Chenopodium album*, *Portulaca oleracea* y *Galinsoga parviflora* (entre otras especies de arvenses) que en el maíz (Vengris "et al.", 1953).

La competencia a densidades de población cada vez mayores de *Amaranthus hybridus* causa la reducción en la altura del maíz (Moolani "et al.", 1964).

El área foliar del maíz se reduce en forma significativa cuando crece asociado con *S. amplexicaulis* o con *A. hybridus* (Castañeda, 1976).

La madurez fisiológica del maíz y la floración se retrasan por competir con *Ch. album* (Sibuga y Bandeen, 1979).

10. Efecto de la competencia de las arvenses sobre el rendimiento agronómico del maíz.

Estudios realizados por Aldrich y Leng (1974), demuestran que el rendimiento del maíz es reducido cuando las arvenses tienen entre 15 y 20 cm. de altura. También indican que las arvenses no solo compiten por nutrientes, lo que podría compensarse con una mayor cantidad de fertilizantes, sino también por agua y por luz.

En cultivos de maíz, las especies de hoja ancha o dicotiledóneas son más competitivas con este cultivo que las de hoja angosta o gramíneas (Nieto y Agundis, 1962).

Existen reportes que relacionan el aumento en la densidad de las arvenses con un decremento en el rendimiento del maíz. Young "et al." (1984), reportaron que al aumentar la densidad de población de *Agropyron repens* se reduce el rendimiento del maíz hasta un 37%.

Cuando se sembró *Simpisia amplexicaulis* (una de las principales arvenses en los cultivos de maíz en México) para que compitiera durante todo el ciclo con el maíz, y a una densidad de población de 6.5 plantas por metro cuadrado, se redujeron los rendimientos de grano y rastrojo en 56 y 22% respectivamente; una densidad de 32.6 plantas por metro cuadrado redujo estos mismos rendimientos hasta 83 y 36%. Este efecto no se observó cuando *S. amplexicaulis* fué sembrada 50 días después de la siembra del maíz (Villegas, 1970; Kohashi y Flores, 1982).

La disminución en el rendimiento de la mazorca es proporcional a la densidad de población de *S. amplexicaulis* cuando se siembran en condiciones de temporal, además en ambas especies se reduce el crecimiento por competencia recíproca (Flores, 1976).

La competencia de las arvenses sobre el maíz, ocasiona la formación de un alto número de mazorcas vanas, mazorcas pequeñas de reducido número de granos y plantas que no logran formar mazorca, reduciéndose la producción de grano como consecuencia (Navia, 1972).

#### 11. El cultivo de maíz en condiciones de temporal.

Las zonas temporales se definen por la dependencia de la precipitación pluvial con la capacidad de producción de biomasa vegetal. La agricultura de temporal en México se caracteriza por realizarse en sitios donde la irregularidad en la distribución de las lluvias es un factor común. Es frecuente que las prácticas de cultivo se deban retrasar o suspender a causa de la sequía que generalmente se presenta (Esqueda, 1985; Larqué, 1981). En esta situación se encuentra alrededor del 80 % de los predios agrícolas en México, de los cuales, casi el 70 % son empleados en el cultivo de maíz (Turrent, 1978).

#### 12. Periodo crítico de competencia en maíz de temporal.

La determinación del periodo crítico de competencia en maíz, se ha llevado a cabo tomando en cuenta las especies más comunes que se distribuyen en la región de evaluación. Su duración varía con las especies y con las características de la región donde se determine.

### *Alternativa para no usar herbicidas 31*

Para que el rendimiento de grano no sea afectado, es suficiente mantener limpio al maíz las primeras 7 semanas (Remison, 1979).

En Chihuahua, mantener limpio al maíz los primeros 30 días, permite que el maíz se desarrolle al máximo de su potencialidad de producción (Obando, 1981).

En Toluca, el periodo crítico de competencia mas largo estuvo entre los 60 y 70 días debido a que las variedades de maíz de la región tienen un ciclo vegetativo mas largo (Aleman y Nieto, 1968).

Después de tres años de experimentación, se determinó que el periodo crítico de competencia para el maíz en el área de Chapingo, es de 30 días a partir de la emergencia (Nieto, 1968). Para esta misma zona, el Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas, recomienda mantener libre de arvenses al maíz por lo menos 40 ó 60 días después de la siembra para variedades precoces y tardías respectivamente (I.N.I.A, 1981).

13. Recomendaciones para el control de arvenses en maíz de temporal.

El control químico con 1 Kg de Atrazina mezclado con 1 lt de 2,4-D amina en 300 lt de agua por hectárea es recomendado por Arellano y Carballo (1981), cit. p. Esqueda, (1985), para el cultivo de maíz de temporal en el área de Chapingo. Debe asperjarse la mezcla después de la siembra, pero antes de la emergencia o cuando mucho 15 días después de la emergencia del maíz. Como los herbicidas requieren humedad para actuar, recomiendan que el terreno esté húmedo.

La aplicación de los herbicidas Atrazina + Alaclor en preemergencia es recomendada por Fischer y cols., (1981), cit. p. Esqueda, (1985) también para el área de Chapingo, en dosis de 1.2 y 1.44 Kg de ingrediente activo por hectárea y para 200 lt de agua.

El Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (1981), recomienda, también para Chapingo, eliminar a las arvenses con la aplicación de 2 lt de 2,4-D amina o con la mezcla de 0.5 Kg de Gesaprim H-50 + 1 lt de 2,4-D amina por hectárea, aplicando los herbicidas en preemergencia o cuando el maíz tenga de cinco a diez días de nacido. El mismo efecto puede lograrse con dos o tres escardas efectuadas oportunamente y con deshierbes manuales.

Obando (1981), señala que en la región de General Trias-Satevó, Chihuahua, el control de las arvenses puede lograrse con dos deshierbes mecánicos complementados con dos deshierbes manuales, realizando el primero a los 10 ó 15 días después de la siembra y el segundo a los 25 ó 35 días después de la misma. Pueden también utilizarse los herbicidas Gesaprim H-50 de 1 a 2 Kg por hectárea ó la mezcla de Gesaprim H-50 + 2,4-D amina en dosis de 1 a 1.5 Kg + 1 a 1.5 lt por hectárea aplicados inmediatamente después de la siembra.

14. El trasplante de maíz y frijol en condiciones de temporal.

El trasplante es una práctica común para la siembra de diversos cultivos. El empleo de ésta técnica para el cultivo de maíz y frijol no ha sido utilizada comúnmente. Sin embargo, se tiene información que el trasplante fué utilizado en el centro de México antes de la llegada de los españoles, y que aún en la actualidad, se sigue empleando en las chinampas asociadas a terrenos de temporal de Xochimilco, al sur del Valle de México. Es probable, que una mayor inversión de fuerza de trabajo, sea la causa por la que el trasplante de maíz no se practique en la actualidad en mas sitios en México (Peña, 1980). Sin embargo, con la evaluación cuidadosa de la relación costo-beneficio, principalmente para la siembra en zonas agrícolas de alto riesgo, podría encontrarse la justificación para el empleo actual del trasplante.



El trasplante de maíz y frijol, se realiza estableciendo en el campo plántulas previamente sembradas y desarrolladas en almácigos, una vez que el temporal haya iniciado.

Un gran número de aspectos ventajosos para la siembra de maíz y frijol se han revelado con el empleo de esta técnica. Uno de los más importantes, es el indudable incremento en la eficiencia para el uso del agua, pues el agua ocupada para la germinación, el crecimiento y la producción solo es utilizada para el crecimiento y la producción. Ahorro importante cuando el agua disponible es una seria limitante para el desarrollo del cultivo, como ocurre en las zonas temporales (Larqué, 1981; 1989).

La investigación realizada hasta el momento ha revelado además, que con la práctica del trasplante: el rendimiento agronómico se incrementa en forma significativa, se disminuye el riesgo de pérdidas por el retraso de las lluvias, por la poca precipitación durante el temporal, por heladas tempranas y por la depredación sobre las semillas. La posibilidad de eliminar por lo menos el primer deshierbe, el cual se efectúa generalmente alrededor de los 30 días después de la siembra en el cultivo de maíz, es un planteamiento lógico al conocer las condiciones en las que se efectúa el trasplante (Larqué, 1981; 1986; 1989; Larqué y Delgado, 1989).

#### IV. Materiales y métodos.

##### 15. Ubicación.

El experimento se estableció durante el ciclo de temporal de 1988, en un terreno de la Universidad Autónoma de Chapingo, la cual se ubica en el municipio de Texcoco, Estado de México. La altitud de ésta localidad es de 2250 msnm y está situada geográficamente a los 19°29' de latitud norte y 98°53' de longitud oeste (García, 1973).

En los alrededores se practica la agricultura tanto de riego como de temporal, cultivándose principalmente maíz, frijol, alfalfa y sorgo.

##### 16. Clima.

El clima es templado subhúmedo, con régimen de lluvias en verano y una precipitación promedio de 670 mm anuales. La temperatura media anual varía entre 12° y 18°C y las temperaturas medias mensuales tienen una oscilación de menos de 5°C. La fórmula climática es C(Wo)(W)b(i')g (García, 1978). Generalmente se presentan heladas tempranas en Octubre y tardías en Febrero y Marzo (Delgado, comunicación personal).

17. Suelo.

El estrato superficial de los suelos de la serie Chapingo es de textura media color pardo. En los estratos inferiores el contenido de arcilla va aumentando gradualmente hasta encontrarse con un estrato de textura gruesa. En general son suelos profundos con alta capacidad de retención de humedad. El pH es casi neutro con ligeras variaciones ácidas y alcalinas. El contenido de materia orgánica no es muy alto ni muy bajo (Cachón "et al.", 1974).

18. Preparación del terreno.

El terreno se preparó para la siembra efectuando el barbecho, rastreo, cruzado y surcado.

19. Diseño experimental.

El experimento fué de tipo bifactorial. El arreglo combinatorio fué parecido a uno de tres x tres pero eliminando un tratamiento que de acuerdo a los objetivos planteados carecía de lógica aplicar. La distribución en el terreno se hizo en bloques al azar con cuatro repeticiones.

20. Tratamientos.

Se combinaron tres tipos de siembra (directa en seco, directa en húmedo y trasplante), con tres métodos de control de arvenses (manual, químico y sin control), eliminando el caso de la combinación entre trasplante y control químico por carecer de lógica con los objetivos planteados. Por lo tanto los tratamientos fueron en total ocho (Tabla 1).

---

Tabla 1. Tratamientos.

---

1. Trasplante sin control	(TSC).
2. Trasplante con control manual	(TCM).
3. Siembra directa en húmedo con control químico	(HCQ).
4. Siembra directa en húmedo sin control	(HSC).
5. Siembra directa en húmedo con control manual	(HCM).
6. Siembra directa en seco con control químico	(SCQ).
7. Siembra directa en seco sin control	(SSC).
8. Siembra directa en seco con control manual	(SCM).

---

21. Parcela útil.

El área por parcela experimental fué de 16 m<sup>2</sup>, con cuatro surcos de 5 m de longitud y una separación entre éstos de 0.80 m. Como parcela útil se consideró a toda la parcela ex-

perimental ya que no se notaron diferencias en lo que se produce entre los surcos centrales y los laterales.

## 22. Variedad de maíz utilizada.

Para todos los tratamientos se utilizó el híbrido H-30. Semilla liberada por el Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas, con el fin de ser utilizada para las siembras de temporal en las localidades de Zumpango, Texcoco, Chalco y Otumba. La emergencia ocurre a los 7 días y se espera su madurez a los 140 días. La necesidad de controlar la variabilidad genética entre los individuos de la población, justifica el empleo del híbrido H-30 en lugar de razas nativas de maíz.

## 23. Construcción de almácigos.

De acuerdo al régimen de lluvias de la localidad se planeó el establecimiento de los almácigos. Se decidió que el 13 de mayo era una fecha adecuada para este fin, esperando que las lluvias se presentaran oportunamente para que las plántulas tuvieran una edad adecuada para el trasplante.

A un costado del terreno donde se estableció el experimento se construyeron dos almácigos. Para ésto, se hicieron excavaciones de 1.5 m de largo por 1.0 m de ancho y 0.20 m de profundidad. Se cubrió el fondo y costados con polietileno

grueso y se llenó todo el hueco con tierra esteril (tratada con bromuro de metilo); se cuidó que la tierra quedara nivelada para que la humedad fuera homogénea.

Se trazaron ocho surquillos donde se sembraron 80 semillas por cada uno para obtener 640 plántulas por almácigo. Se regó cada almácigo con 20 litros de agua (un litro de agua aplicada a los almácigos, equivale a 0.666 mm de lluvia). Diariamente se efectuaron otros riegos con 8 litros de agua cada uno en promedio hasta el momento del trasplante.

Los almácigos se cubrieron con malla para protegerlos de aves y roedores. La emergencia de plántulas ocurrió a los 7 días observándose un 100 % de germinación.

Aunque la técnica para el establecimiento de los almácigos prevé la fertilización y el acondicionamiento de las plántulas para resistir el trasplante (Larqué, 1981), ésto no se realizó ya que las lluvias se presentaron antes.

#### 24. Siembra.

##### a) Siembra directa en seco.

Entre el 10 y 29 de abril, antes que se presentaran las lluvias, se sembraron las 12 parcelas para los tratamientos de siembra directa en seco.

En cada surco se sembraron 20 semillas, con 2 semillas por golpe a una distancia de 50 cm uno de otro. En cada parcela por lo tanto se sembraron 80 semillas con el fin de obtener una densidad de siembra de 50 000 plantas/ha.

b) Siembra directa en húmedo.

Igual que para la siembra directa en seco se sembraron las 12 parcelas para los tratamientos de siembra directa en húmedo. En este caso, la siembra se realizó una vez que las lluvias se establecieron (28 de mayo).

c) Trasplante.

En la misma fecha (28 de mayo) en que se realizó la siembra directa en húmedo, se trasplantaron las plántulas de los almácigos al terreno, en las 8 parcelas para estos tratamientos.

Las plántulas con 15 días de edad y la segunda hoja expuesta se extrajeron con mucho cuidado de los almácigos para evitar dañarlas. Después de separar la tierra adherida a las raíces, las plántulas se colocaron en una cubeta con agua manteniendo sus raíces sumergidas y se trasladaron así a las parcelas.

Para trasplantar se abrieron con el azadón pequeños surcos en el fondo de los surcos de la parcela y se colocaron las plántulas a 25 cm una de otra con el fin de obtener la misma densidad que los otros métodos de siembra. Posteriormente las plántulas se levantaron con la mano y se les arrimó con el azadón la tierra suficiente para mantenerlas erguidas.

#### 25. Fertilización.

La fertilización se efectuó el 20 de junio en todos los métodos de siembra, empleando la fórmula 80-60-0. Como fuente de nitrógeno se utilizó sulfato de amonio y como fuente de fósforo se utilizó superfosfato de calcio simple. En todos los casos la fórmula se aplicó completa en una sola ocasión.

#### 26. Control de arvenses.

##### a) Control manual.

Se realizaron dos deshierbes con azadón durante todo el ciclo de cultivo. Simultáneamente al primer deshierbe se efectuó el aporque arrimando tierra a las plantas para evitar el acame. El primer deshierbe se realizó el 28 de junio y el segundo el 12 de agosto.



b) Control químico.

Se asperjaron las 8 parcelas para éste método de control con la mezcla de los herbicidas Hierbamina (2,4-D amina) + Gesaprim H-50 (Atrazina) producidos por Ciba-Geigy, en dosis de 1 lt + 0.5 Kg/ha de material comercial. El ingrediente activo del 2,4-D amina fué del 49% y el de la atrazina del 50 %.

Para aplicar los herbicidas se utilizó una bomba de mochila accionada manualmente cuya boquilla se calibró para tener un gasto de agua de 400 lt/ha aproximadamente. La aplicación de éste tratamiento se realizó el 10 de junio cuidando que la lluvia llegara a aportar la humedad suficiente para el buen funcionamiento de los herbicidas.

c) Sin control.

Las arvenses se desarrollaron libremente durante todo el ciclo de cultivo. Puede considerarse sin embargo, tanto para este caso como para el de control químico, que el aporte de las parcelas en ámbos tratamientos suministró cierto grado de control a las arvenses.

27. Historia del cultivo.

Durante el experimento se presentaron acontecimientos que es necesario reseñar para explicar mejor los resultados. En la

Tabla 2, se indican las fechas en que estos se presentaron. La Figura 1, muestra la precipitación en Chapingo durante el año de 1988 y las fechas de siembra y de aplicación de tratamientos en relación con la lluvia que cayó.

#### 28. Cosecha.

Se cosecharon las parcelas cuando el maíz llegó a la madurez fisiológica. Esto ocurrió entre el 17 y el 28 de octubre.

#### 29. Datos obtenidos.

##### A) Arvenses.

##### i. Identificación.

Las especies de arvenses que se presentaron fueron identificadas directamente en el campo con ayuda del Sr. José García Pérez del personal del herbario del Centro de Botánica del Colegio de Postgraduados.

##### ii. Densidad de población.

Se realizaron conteos de arvenses en el interior de dos cuadros fijos de 0.5 m x 0.5 m, colocados al azar en cada una de las parcelas experimentales.

Tabla 2. Historia del cultivo.

<u>Fecha:</u>	<u>Acontecimiento:</u>
Abr-10.....	Siembra directa en seco con control manual.
Abr-25.....	Siembra directa en seco sin control.
Abr-29.....	Siembra directa en seco con control químico.
May-13.....	Establecimiento y siembra de almácigos. Se aplicó riego a los almácigos (20 l. c/u).
May-15.....	Segundo riego a los almácigos (4 l. c/u).
May-16.....	Tercer riego a los almácigos (8 l. c/u).
May-18.....	Cuarto riego a los almácigos (12 l. c/u).
May-20.....	Quinto riego a los almácigos (8 l. c/u). Emergencia del maíz sembrado en los almácigos.
May-24.....	Sexto riego a los almácigos (8 l. c/u).
May-28.....	Trasplante y siembra directa en húmedo.
Jun-2.....	Emergencia en siembras directas.
Jun-7.....	Emergencia de arvenses.
Jun-10.....	Aplicación de herbicidas para el control químico de arvenses.
Jun-20.....	Fertilización.
Jun-28.....	Aporque en todas las parcelas y primer deshierbe en las parcelas con control manual. Determinación de la densidad de población de las arvenses, primer conteo.
Jul-8.....	Se aplicó Sevín para prevenir el ataque de insectos chupadores.
Ago-12.....	Segundo deshierbe en las parcelas con control manual. Determinación de la densidad de población de las arvenses, segundo conteo.
Sep-5.....	Se registró un incremento notable en la precipitación debido a un ciclón que afectó a la costa del Pacífico.
Sep-10.....	Se presentó una helada por la madrugada. Algunas hojas del maíz se quemaron.
Oct-10.....	Se observó alguna depredación de roedores sobre las mazorcas que estaban por madurar.
Oct-17.....	Madurez fisiológica y cosecha en el trasplante con control manual.
Oct-18.....	Madurez fisiológica y cosecha en la siembra directa en seco con control manual.
Oct-20.....	Madurez fisiológica y cosecha en la siembra directa en seco con control químico.
Oct-24.....	Madurez fisiológica y cosecha en la siembra directa en seco sin control.
Oct-25.....	Madurez fisiológica y cosecha en el trasplante sin control.
Oct-28.....	Madurez fisiológica y cosecha en las siembras directas en húmedo.

Los conteos se hicieron para cada una de las especies presentes. En total se realizaron tres conteos durante el desarrollo del experimento. Los dos primeros conteos hechos en las parcelas con control químico y sin control de arvenses no fueron destructivos, pero en el último conteo las arvenses se arrancaron para determinar el peso seco. En las parcelas con control manual, las arvenses arrancadas al momento del deshierbe fueron contadas y se les determinó su peso seco para ser añadido al final.

### iii. Peso seco.

Se determinó el peso seco por especie de las arvenses encontradas en los dos cuadros de muestreo que se fijaron en cada parcela. En los tratamientos de control manual, se tomaron en cuenta tanto las arvenses arrancadas al momento del deshierbe como las que se arrancaron en el conteo final. Para los tratamientos con control químico y sin control de arvenses únicamente se determinó el peso seco de las arvenses halladas al final del ciclo de cultivo. En todos los casos se cortó la parte aérea de las plantas y se secaron en bolsas de papel, utilizando una estufa de aire forzado donde se dejaron a 70-90 °C durante 72 horas o hasta que no se notó más reducción en el peso.

iv. Eficiencia de uso del agua para la producción de materia seca.

Se dividió el peso seco total de arvenses (Kg) entre la cantidad de lluvia recibida (mm) durante todo el ciclo de cultivo.

B) Maíz.

v. Densidad de población.

- Abatimiento de la población originalmente sembrada y establecimiento.

Desde el momento de la emergencia y durante las primeras etapas de desarrollo del cultivo, se hicieron conteos periódicos para determinar la reducción en la población originalmente sembrada, ya sea la causada por roedores y pájaros o por la falta de agua para continuar su desarrollo. Por ningún motivo se repusieron las plantas dañadas o muertas. Se realizaron 4 conteos cada 10 días.

- Población final y población final con mazorca.

Al momento de la cosecha se contaron las plantas de maíz que lograron desarrollarse en cada parcela experimental, contando al mismo tiempo a aquellas que produjeron mazorca.

vi. Tiempo transcurrido para la emisión de los estigmas.

Se determinó que una parcela estaba en floración femenina al momento en que el 50% del número total de plantas presentaban los estigmas completamente expuestos.

vii. Altura final.

En diez plantas por parcela - cuando fué posible - se midió su altura en el momento en que todas las plantas completaron su floración. Se midió desde el nudo donde se desarrollaron las últimas raíces adventicias, hasta el nudo donde se formó la espiga.

viii. Tiempo transcurrido para llegar a la madurez fisiológica.

Cuando el 50% de las plantas de cada parcela presentaron de color obscuro la capa del nucelo que une al grano de maíz con el olote, se consideró que habían llegado a la madurez fisiológica.

ix. Peso seco.

Se cortaron las plantas de maíz a ras del suelo y se separaron en rastrojo (tallo, hoja, brácteas y espigas), olote y

grano. Para determinar el peso seco del rastrojo, se pesaron en el campo todas las plantas cosechadas, se tomaron 4 muestras representativas de 0.5 Kg, y en bolsas de papel, se secaron éstas en una estufa de aire forzado a 70-90 °C hasta peso constante. Con el valor promedio de las muestras y con el peso total del rastrojo al momento de la cosecha, se calculó el peso seco del total del rastrojo obtenido. A partir de todas las mazorcas cosechadas se determinó el peso seco del olote y del grano. En los tres casos se hicieron los cálculos necesarios para transformar Kg/parcela en Ton/ha.

x. Índice de cosecha.

Se determinó el índice de cosecha, dividiendo la producción de grano seco por parcela entre la producción total de materia seca de las plantas de maíz.

xi. Eficiencia de uso del agua para la producción de materia seca.

El peso seco de rastrojo, olote y grano por separado (Kg), se dividió entre el agua recibida (mm) durante todo el ciclo de cultivo para todos los tratamientos. Para el caso del trasplante se consideró además, el agua recibida en los almácigos, convertida en mm de lluvia.

C) Arvenses-maíz.

xii. Transmisión relativa de luz con respecto al dosel superior.

Se midió la transmisión relativa de luz en dos repeticiones de cada tratamiento escogiendo las parcelas al azar. Se midió a cada 50 cm a lo largo de una planta cercana a algún cuadro de muestreo de arvenses. Para esto, se utilizó un medidor *Quantum (Li-Cor LI-188 B Integrating Quantum/Radiometer/Photometer)*, con sensor en forma de barra de 1 m. de longitud, colocando a este último en forma perpendicular a los surcos y se integró la luz recibida durante 1 segundo. Esta medición se realizó una sola vez, durante la etapa de llenado de grano, en un día despejado y alrededor de las 12 horas.

xiii. Biomasa total.

La suma de los pesos secos de arvenses, rastrojo, olote y grano permitió determinar la biomasa total que se produjo en cada parcela experimental.

30. Análisis estadístico.

Se realizó el análisis de varianza para bloques al azar.

Cuando fue necesario se efectuaron pruebas de significancia



con Duncan  $\alpha = 0.05$ . Para los resultados mostrados en el apéndice se aplicó el análisis de covarianza.

## V. Resultados.

### A) Arvenses.

#### i. Identificación.

Se identificaron 21 especies de arvenses comprendidas en 16 familias botánicas. No se puede decir que hubo algunas especies más importantes que otras, ya que se fueron presentando en diferentes etapas del cultivo, y afectaron de diferente manera, a causa de la competencia, el crecimiento del maíz (Tabla 3).

#### ii. Densidad de población.

La densidad de población de las arvenses se vió afectada por la precipitación y por el método de control.

En el conteo realizado el 28 de Junio no se encontraron diferencias significativas para la densidad de población de las arvenses en ningún tratamiento (Figura 2). Obsérvese que las arvenses comenzaron a emerger a partir del 7 de Junio, influyendo la precipitación en el grado de germinación de semillas y en el desarrollo de las plantas durante el

Tabla 3. Especies de arvenses identificadas.

<u>Especie:</u>	<u>Familia:</u>
<i>Acalypha indica</i> (Muell.Arg. Pax et Hoffm)	Euphorbiaceae
<i>Amaranthus hybridus</i> L.	Amaranthaceae
<i>Argemone ochroleuca</i> Sweet.	Papaveraceae
<i>Bidens odoratus</i> Cav.	Compositae
<i>Chenopodium album</i> L.	Chenopodiaceae
<i>Chenopodium graveolens</i> Lag.& Rodr.	Chenopodiaceae
<i>Descurainia impatiens</i> (Cham.& Schl.)O.E.Schl	Cruciferae
<i>Galinsoga parviflora</i> Cav.	Compositae
<i>Ipomoea purpurea</i> Lamm.	Convolvulaceae
<i>Lopezia racemosa</i> Cav.	Onagraceae
<i>Malva parviflora</i> L.	Malvaceae
<i>Oxalis</i> sp. L.	Oxalidaceae
<i>Portulaca oleracea</i> L.	Portulacaceae.
<i>Simsia amplexicaulis</i> (Cav.)Pers.	Compositae
<i>Sisymbrium irio</i> Linn.	Cruciferae
<i>Solanum rostratum</i> Dunal	Solanaceae
<i>Tithonia tubiformis</i> (Jacq.)Cas.	Compositae
<i>Urocarpidium limense</i> (L.)Krapovickas.	Malvaceae
Varias especies	Gramineae
Varias especies	Cruciferae
Varias especies	Solanaceae

período que comprendió esta evaluación.

HSC=HCM=SCM=TCM=TSC=HCQ=SSC=SCQ (\*)  
 a a a a a a a a

En el segundo conteo, efectuado el 12 de Agosto, se observó que los tratamientos con control químico de arvenses presentaron la menor densidad de población, no existiendo diferencias significativas en ningún otro tratamiento (Figura 2).

[TCM=SSC=TSC=SCM=HSC=HCM] > [HCQ=SCQ]  
 a a a a a a b b

En el último conteo (30 de Octubre), la población de arvenses presentó notables diferencias (Figura 2). El mayor número de plantas estuvo en la siembra directa en húmedo con control manual, siguiéndole la siembra directa en seco con control manual. La menor población se observó en las parcelas sin control, sin haber entre éstas diferencias significativas. Debe notarse, que una menor población no correspondió con una menor producción de materia seca de arvenses, como se discutirá en su oportunidad.

HCM ≥ SCM ≥ [HCQ=TCM] ≥ [SCQ=SSC=HSC=TSC]  
 a ab bc bc c c c c

\*Se indica el orden de cada tratamiento de acuerdo al valor medio de sus repeticiones y a la prueba de Duncan. Las letras iguales indican que no hay diferencias significativas para un nivel de 0.05. T=trasplante; H=siembra directa en húmedo; S=siembra directa en seco; CM=control manual; CQ=control químico; SC=sin control.

Haciendo una evaluación total de la densidad de las arven-  
ses, considerando la suma de los tres muestreos realizados,  
se observó que los tratamientos con control químico de ar-  
venses, fueron significativamente menores que los otros tra-  
tamientos. La mayor población la presentaron los tratamien-  
tos con control manual (Figura 3).

HCM ≥ SCM ≥ TCM ≥ HSC ≥ [TSC=SSC] > [HCQ=SCQ]  
a ab abc bc c c d d

iii. Peso seco.

La mayor producción de materia seca, en todo el ciclo de  
cultivo, se observó en los tratamientos de siembra directa  
en seco con control manual y sin control, que junto con la  
siembra directa en húmedo con control manual, fueron signi-  
ficativamente mayores a todos los otros tratamientos (Figura  
4). No se hallaron diferencias entre los tratamientos con  
control químico y el trasplante, ni con la siembra directa  
en húmedo sin control.

[SCM=SSC] ≥ HCM ≥ TSC ≥ [SCQ=TCM=HCQ=HSC]  
a a ab bc c c c c

iv. Eficiencia de uso del agua para la producción de materia seca.

La eficiencia del uso de agua por las arvenses, evidentemente se relacionó con la producción de materia seca, observándose que también los tratamientos de siembra directa en seco con control manual y sin control, y de siembra directa en húmedo con control manual, fueron significativamente mayores que los otros tratamientos (Figura 5). Tampoco se observaron diferencias entre los tratamientos con control químico, el trasplante con y sin control de arvenses y la siembra directa en húmedo sin control.

[SCM=SSC] ≥ HCM ≥ TSC ≥ [SCQ=TCM=HCQ=HSC]  
a a ab bc c c c c

B). Maíz.

v. Densidad de población.

- Abatimiento de la población originalmente sembrada y establecimiento.

Con los conteos hechos a la población de maíz durante las primeras etapas del cultivo, se logró determinar el nivel de pérdidas en el número de plantas originalmente sembradas y el tiempo en el que esto ocurrió en mayor magnitud (Fig. 6).

Las siembras directas en seco fueron las que mayor afectación sufrieron en su población original, siguiéndoles las siembras directas en húmedo y por último el trasplante.

A partir del primer conteo realizado, se observó que la población original sufrió reducción en su número y pudo determinarse que es durante la etapa de germinación-emergencia donde el maíz es más afectado. Los siguientes conteos no reflejaron más pérdidas en la población indicando el momento en que se había alcanzado el establecimiento del maíz.

Como ya se indicó, las siembras directas en seco sufrieron las mayores pérdidas, habiendo diferencias significativas con respecto a las siembras directas en húmedo y el trasplante.

$$\begin{array}{ccccccc}
 \text{SCM} & \leq & \text{SSC} & \leq & \text{SCQ} & < & \text{HCM} & < & [\text{HSC}=\text{HCQ}] & < & [\text{TCM}=\text{TSC}] \\
 \text{e} & & \text{de} & & \text{d} & & \text{c} & & \text{b} & \text{b} & \text{a} & \text{a}
 \end{array}$$

- Población final.

La población de maíz que fué cosechada casi no sufrió reducción con respecto a la que logró establecerse. Las parcelas trasplantadas fueron las que mayor población final tuvieron, siguiéndoles las de siembra directa en húmedo y por último las de siembra directa en seco (Figura 7).

Para cada tipo de siembra, cuando las arvenses no se controlaron, siempre se cosechó mayor número de plantas que cuando fueron controladas manualmente. Cuando se aplicó el control químico se cosechó mayor población que en control manual y sin control.

Se observó que la mayor población de maíz cosechada se obtuvo en el trasplante sin control de arvenses, habiendo diferencias significativas con respecto a todos los demás tratamientos.

TSC ≥ TCM ≥ HCQ ≥ HSC > HCM > SCQ ≥ SSC ≥ SCM  
 a ab bc c d e ef f

- Población final con mazorca.

Los tratamientos de trasplante con control manual y sin control y la siembra directa en húmedo con control químico tuvieron la mayor población de plantas con mazorca, siendo estadísticamente iguales entre sí y distintos a los demás tratamientos. La menor población de plantas con mazorca la tuvieron los tratamientos de siembra directa en seco sin haber diferencias por controlar o no a las arvenses (Figura 7).

[TCM=TSC] ≥ HCQ ≥ HSC > HCM > [SCQ=SSC=SCM]  
 a a ab b c d d d



Relacionando a las plantas totales con mazorca con el total de plantas cosechadas, se encontró que cuando no se controló a las arvenses, se obtuvo el menor porcentaje de plantas con mazorca, siendo este mayor cuando hubo control químico o manual de arvenses. El mejor tratamiento fué la siembra directa en seco con control químico (Tabla 4).

---

Tabla 4. Relación entre plantas con mazorca y plantas totales cosechadas (% de plantas con mazorca).

---

<u>Tratamiento:</u>	<u>Plantas con mazorca (%):</u>
TSC	67
TCM	70
HCQ	70
HSC	67
HCM	71
SCQ	73
SSC	61
SCM	71

---

vi. Tiempo transcurrido para la emisión de los estigmas.

Comparando dentro de cada tipo de siembra, se observó que cuando no se controló a las arvenses el maíz tardó mas tiempo en emitir los estigmas.

Entre tipos de siembra, hubo una tendencia a emitir los estigmas en menos tiempo (después de la siembra) cuando se sembró en húmedo (94.6 días), siguiendo cuando se trasplantó (99.5 días) y por último cuando se sembró en seco (126.6 días) (Tabla 5).

---

Tabla 5. Tiempo transcurrido para la emisión de los estigmas y la madurez fisiológica (Días después de la siembra).

---

<u>Tratamiento:</u>	<u>Emisión de estigmas:</u>	<u>Madurez fisiológica:</u>
TSC	108	165
TCM	91	157
HCQ	98	153
HSC	103	153
HCM	83	153
SCQ	122	174
SSC	131	182
SCM	127	191

---

vii. Altura final.

En el trasplante sin control de arvenses el maíz alcanzó la mayor altura, siendo diferente estadísticamente a cualquier siembra directa con o sin control de arvenses. La menor al-

tura se obtuvo en la siembra directa en seco sin control de arvenses (Figura 8).

TSC ≥ TCM ≥ HCQ ≥ HSC ≥ SCQ ≥ SCM ≥ [HCM=SSC]  
a ab bc cd cde de e e

viii. Tiempo transcurrido para llegar a la madurez fisiológica.

Las parcelas con siembra directa en seco tardaron mas tiempo en madurar, siguiendo el trasplante y por último la siembra directa en húmedo.

No se observó una tendencia lógica en el tiempo necesario para la maduración del maíz, que pudiera haber sido consecuencia del método de control de las arvenses (Tabla 5).

ix. Peso seco.

- Grano.

Los tratamientos de trasplante superaron o igualaron al mejor tratamiento de siembra directa con o sin control de arvenses (Tabla 6, Figura 7). El mayor peso seco de grano se obtuvo en el trasplante sin control de arvenses, superando en 32 % al mejor tratamiento de siembra directa con control de arvenses (siembra directa en húmedo con control químico). Los tratamientos de siembra directa en húmedo con control

Alternativa para no usar herbicidas 61

químico, trasplante con control manual y siembra directa en húmedo sin control, fueron semejantes estadísticamente y siguieron en rendimiento de grano al trasplante sin control. En la siembra directa en húmedo con control manual y las siembras directas en seco, se obtuvieron los menores rendimientos, sin hallarse diferencias significativas entre estos tratamientos.

TSC > [HCQ=TCM] ≥ HSC ≥ HCM ≥ [SCQ=SCM=SSC]  
 a        b    b        bc    cd        d    d    d

Tabla 6. Peso seco de grano, rastrojo y olote (Ton/Ha).

Tratamiento:	Grano:	Rastrojo:	Olote:
TSC	1.802 (147 %)*	1.667 (113 %)	0.349 (117 %)
TCM	1.220 ( 99 %)	1.700 (116 %)	0.292 ( 98 %)
HCQ	1.228 (100 %)	1.470 (100 %)	0.298 (100 %)
HSC	0.942 ( 77 %)	0.761 ( 52 %)	0.240 ( 81 %)
HCM	0.563 ( 46 %)	0.688 ( 47 %)	0.179 ( 60 %)
SCQ	0.405 ( 33 %)	0.466 ( 32 %)	0.125 ( 42 %)
SSC	0.166 ( 14 %)	0.245 ( 17 %)	0.045 ( 15 %)
SCM	0.175 ( 14 %)	0.198 ( 13 %)	0.046 ( 15 %)

\* Se indica el porcentaje que representa el rendimiento obtenido, con respecto a la siembra directa en húmedo con control químico, la cual se considera como el 100 %.

- Rastrojo.

Los dos tratamientos de trasplante igualaron al mejor tratamiento de siembra directa con control de arvenses (siembra directa en húmedo con control químico) superando a todos los demás tratamientos. El menor peso seco de rastrojo se obtuvo siempre de los tratamientos de siembra directa en seco (Tabla 6, Figura 7).

[TCM=TSC=HCQ] > [HSC=HCM] ≥ SCQ ≥ [SSC=SCM]  
 a a a b b bc c c

- Olate.

También en este caso, se observó que el trasplante igualó e incluso superó a la siembra directa en húmedo con control químico de arvenses, que fué el mejor tratamiento de siembra directa (Tabla 6, Figura 7). Los menores pesos secos se obtuvieron también en las siembras directas en seco no habiendo diferencias significativas por el control de las arvenses.

TSC ≥ [HCQ=TCM] ≥ HSC ≥ HCM ≥ SCQ ≥ [SCM=SSC]  
 a ab ab bc cd de e e

x. Índice de cosecha.

No se observaron diferencias significativas entre los índices de cosecha de casi todos los tratamientos (Figura 9). Sin embargo, puede notarse que los tratamientos de siembra directa en húmedo sin control, trasplante sin control y siembra directa en húmedo con control químico tuvieron los valores más altos. La siembra directa en seco sin control, tuvo el valor más bajo y fue el único tratamiento estadísticamente diferente.

[HSC=TSC=HCQ] ≥ [SCQ=SCM=HCM=TCM] ≥ SSC  
a a a ab ab ab ab b

xi. Eficiencia de uso del agua para la producción de materia seca.

- Grano.

Los tratamientos con trasplante igualaron e incluso superaron al mejor tratamiento de siembra directa, en la eficiencia para utilizar el agua (Tabla 7, Figura 10).

El trasplante sin control fue el mejor de todos los tratamientos siendo igual estadísticamente a la siembra directa en húmedo con control químico.

Las siembras directas en seco fueron las menos eficientes,

no habiendo diferencias significativas entre ellas y las siembras directas en húmedo con control manual y sin control de arvenses.

TSC ≥ HCQ ≥ TCM ≥ HSC ≥ HCM ≥ [SCQ=SCM=SSC]  
 a ab b bc cd d d d

Tabla 7. Eficiencia de uso del agua para la producción de materia seca de grano, rastrojo y olote (Kg/Ha/mm lluvia).

Tratamiento:	Grano:	Rastrojo:	Olote:
TSC	3.808 (134 %)*	3.520 (104 %)	0.737 (107 %)
TCM	2.578 ( 91 %)	3.593 (106 %)	0.616 ( 90 %)
HCQ	2.835 (100 %)	3.395 (100 %)	0.687 (100 %)
HSC	2.173 ( 77 %)	1.755 ( 52 %)	0.555 ( 81 %)
HCM	1.298 ( 46 %)	1.585 ( 47 %)	0.413 ( 60 %)
SCQ	0.878 ( 31 %)	1.015 ( 30 %)	0.271 ( 39 %)
SSC	0.360 ( 13 %)	0.533 ( 16 %)	0.099 ( 14 %)
SCM	0.380 ( 13 %)	0.433 ( 13 %)	0.100 ( 15 %)

\*Se indica el porcentaje que representa la eficiencia de uso del agua obtenida, con respecto a la siembra directa en húmedo con control químico, la cual se considera como el 100%.

- Rastrojo.

También el uso mas eficiente del agua para producir rastrojo lo efectuaron el trasplante con control manual, trasplante

sin control y siembra directa en húmedo con control químico, no habiendo diferencias entre ellos (Tabla 7, Figura 10). Siguieron a estos tratamientos la siembra directa en húmedo sin control y la siembra directa en húmedo con control manual. La menor eficiencia correspondió a las siembras directas en seco.

[TCM=TSC=HCQ] > HSC ≥ HCM ≥ SCQ ≥ [SSC=SCM]  
 a a a b bc cd d d

- Olate.

Los tratamientos de trasplante también igualaron e incluso superaron a los mejores tratamientos de siembra directa (siembra directa en húmedo con control químico y siembra directa en húmedo sin control) superando a todos los demás. La menor eficiencia de uso del agua la efectuaron las siembras directas en seco (Tabla 7, Figura 10).

[TSC=HCQ] ≥ [TCM=HSC] ≥ HCM ≥ SCQ ≥ [SCM=SSC]  
 a a ab ab bc cd d d

C). Arvenses-maíz.

xii. Transmisión relativa de luz.

La tasa de transmisión relativa de luz a través del dosel, está representada por la pendiente de la recta ajustada



(Figura 11). Los tratamientos con control manual de arvenses tuvieron la mayor transmisión relativa de luz mientras que los tratamientos con control químico y sin control fueron muy semejantes al respecto. La menor tasa de transmisión relativa de luz ocurrió en la siembra directa en húmedo con control manual y la mayor en la siembra directa en seco con control químico. Debe recordarse que las lecturas se efectuaron en la etapa de llenado de grano.

SCQ > SSC > HSC > HCQ > TSC > TCM > SCM > HCM

xiii. Biomasa total.

La mayor biomasa total se obtuvo en los tratamientos de trasplante y en la siembra directa en húmedo con control químico, los cuales superaron a todos los demás (Figura 12). Comparando entre tipos de siembra, se observó que los tratamientos de trasplante superaron a los de siembra directa en húmedo y éstos a los de siembra directa en seco.

TSC ≥ TCM ≥ HCQ > HSC ≥ HCM ≥ SCQ ≥ (SCM=SSC)  
a ab b c cd de e e

- (1) Siembras directas en seco
- (2) Trasplante y siembra directa en húmedo
- (3) Aplicación de herbicidas
- (4) Cosecha

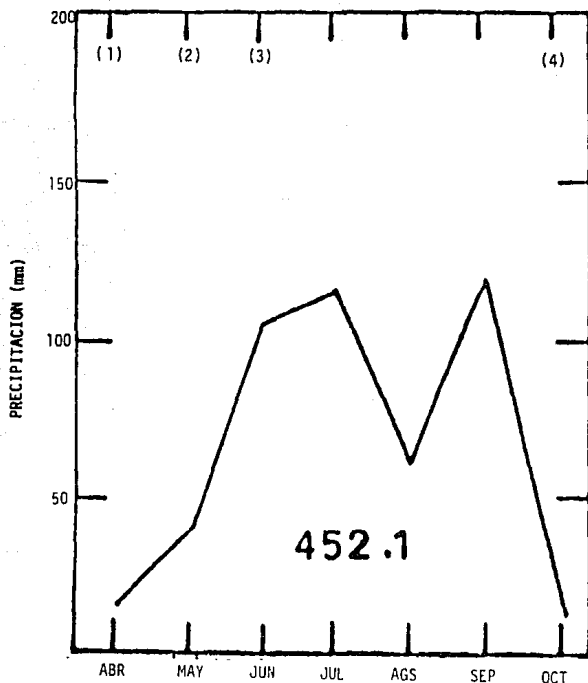


Figura 1. Distribución de la precipitación pluvial (mm) recibida en el área de Chapingo, en los meses de abril a octubre de 1988. Durante este período se han llevado a cabo las experiencias con trasplante. Cada punto es la precipitación mensual.

Población de arvenses (millones/ha).

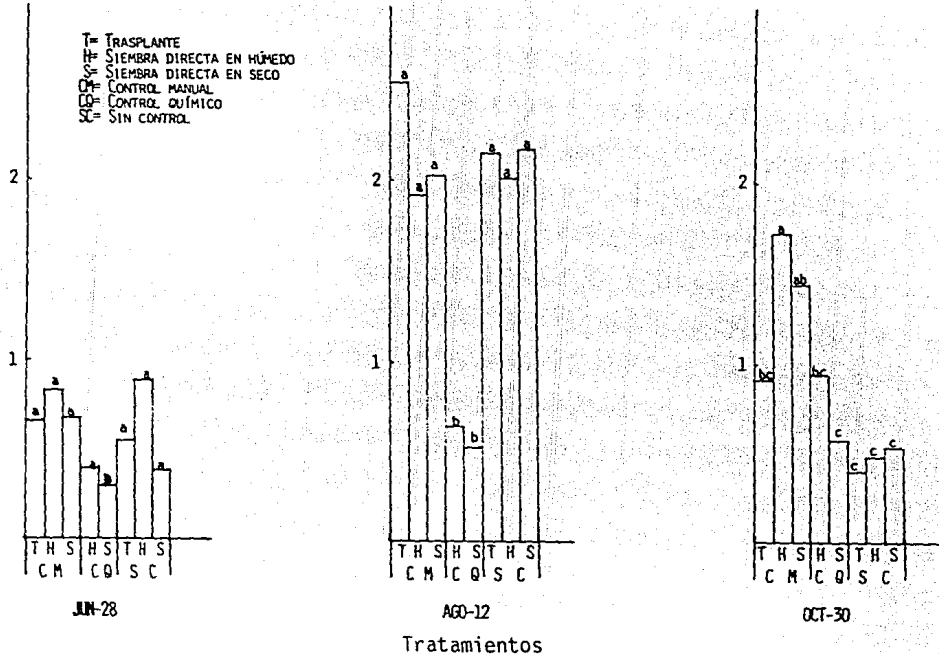


Figura 2. Densidad de población de arvenses asociadas a maíz H-30 cultivado en condiciones de temporal. Datos de tres tipos de siembra de maíz y tres formas de control de arvenses en tres fechas de muestreo. Los valores en la gráfica son la media de cuatro repeticiones. Las letras minúsculas representan la prueba de Duncan: letras iguales indican que no hay diferencia significativa para un nivel de 0.05. Chapingo, Méx., 1988.

Trasplante de maíz Fig. 3.

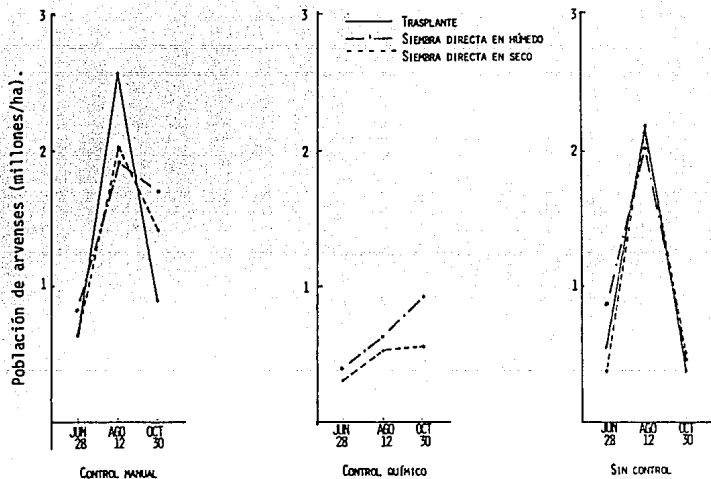


Figura 3. Densidad de población de arvenses asociadas a maíz H-30 cultivado en condiciones de temporal. Resumen de tres fechas de muestreo. Datos de tres tipos de siembra de maíz y tres formas de control de arvenses. Los valores en la gráfica son la media de cuatro repeticiones. Chapingo, Méx., 1988.

Trasplante de maíz Fig. 4.

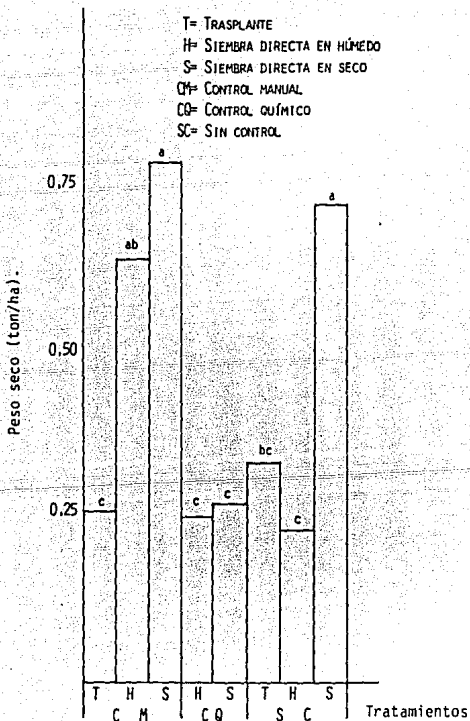


Figura 4. Peso seco de arvenses asociados a maíz H-30 cultivado en condiciones de temporal. Los datos son el total de biomasa producida hasta la cosecha de maíz. Datos de tres tipos de siembra de maíz y tres formas de control de arvenses. Los valores en la gráfica son la media de cuatro repeticiones. Las letras minúsculas representan la prueba de Duncan: letras iguales indican que no hay diferencia significativa para un nivel de 0.05. Chapinco, Méx. 1988.

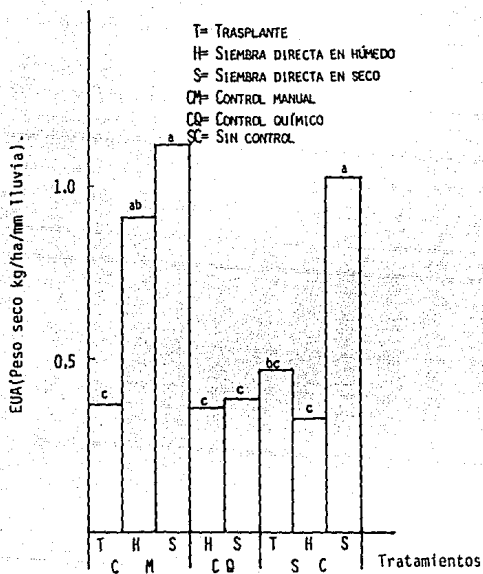


Figura 5. Eficiencia de uso de agua (EUA), para la producción de materia seca en arvenses asociadas a maíz H-30, cultivado en condiciones de temporal. Datos de tres tipos de siembras de maíz y tres formas de control de arvenses. Los valores en la gráfica son la media de cuatro repeticiones. Las letras minúsculas representan la prueba de Duncan: letras iguales indican que no hay diferencia significativas para un nivel de 0.05. Chapingo, Méx. 1988.

Trasplante de maíz Fig. 6.

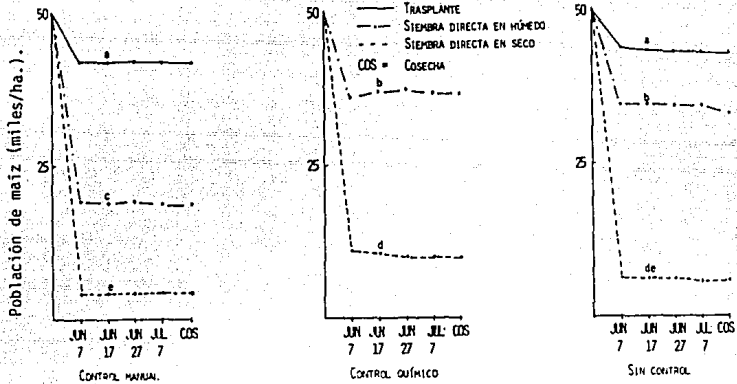


Figura 6. Abatimiento de la población de maíz H-30 originalmente sembrada en condiciones de temporal. Datos de tres tipos de siembra de maíz y tres formas de control de arvenses. Los valores en la gráfica son la media de cuatro repeticiones las letras minúsculas representan las pruebas de Duncan: letras iguales indican que no hay diferencias significativas para un nivel de 0.05. Chapingo, Méx. 1988.

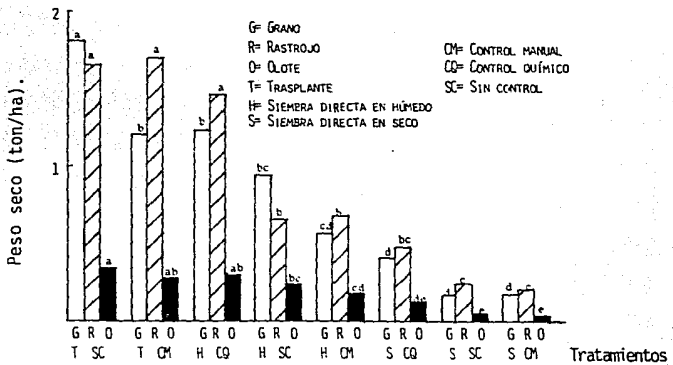
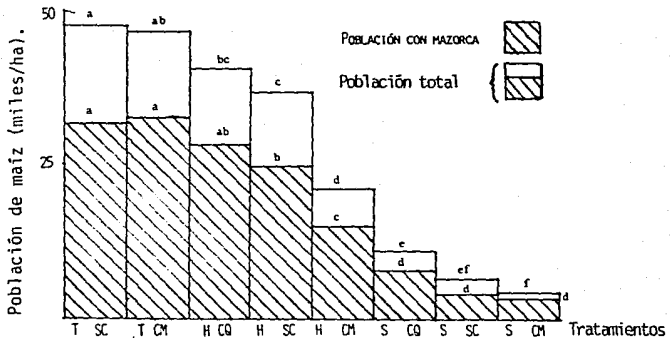


Figura 7. Población cosechada y población con mazorca, y su relación con el rendimiento (peso seco) de grano, rastrojo y olote de maíz H-30 cultivado en condiciones de temporal. Datos de tres tipos de siembra de maíz y tres formas de control de arvenses. Los valores en la gráfica son la media de cuatro repeticiones. Las letras minúsculas representan la prueba de Duncan: letras iguales indican que no hay diferencias significativas para un nivel de 0.05. Chapingo, Méx, 1988.



Trasplante de maíz Fig. 8.

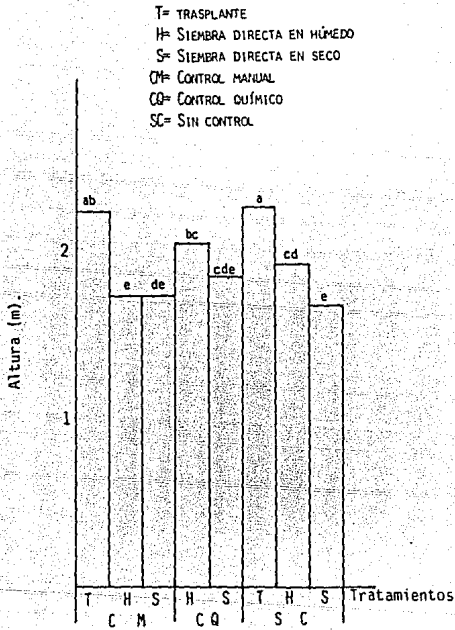


Figura 8. Altura final de plantas de maíz H-30 cultivado en condiciones de temporal. Datos de tres tipos de siembra de maíz y tres formas de control de arvenses. Los valores en la gráfica son la media de cuatro repeticiones. Las letras minúsculas representan la prueba de Duncan: letras iguales indican que no hay diferencias significativas para un nivel de 0.05. Chapingo, Méx. 1988.

Trasplante de maíz Fig. 9.

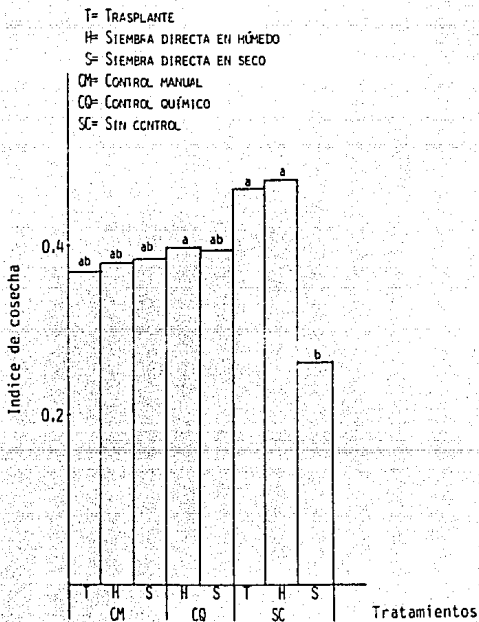


Figura 9. Índice de cosecha en maíz H-30 cultivado en condiciones de temporal. Datos de tres tipos de siembra de maíz y tres formas de control de arvenses. Los valores en la gráfica son la media de cuatro repeticiones. Las letras minúsculas representan la prueba de Duncan: letras iguales indican que no hay diferencias significativas para un nivel de 0.05. Chapingo, Méx. 1988.

Trasplante de maíz Fig. 10.

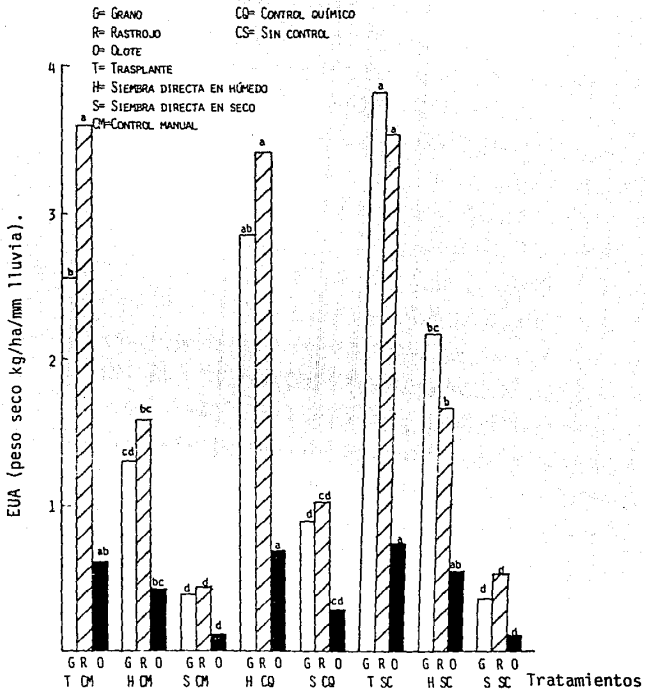


Figura 10. Eficiencia de uso del agua (EUA) para la producción de materia seca en maíz H-30 cultivado en condiciones de temporal. Datos de tres tipos de siembra de maíz y tres formas de control de arvenses. Los valores en la gráfica son la media de cuatro repeticiones. Las letras minúsculas representan la prueba de Duncan: letras iguales indican que no hay diferencias significativas para un nivel de 0.05. Chapingo, Méx., 1988.

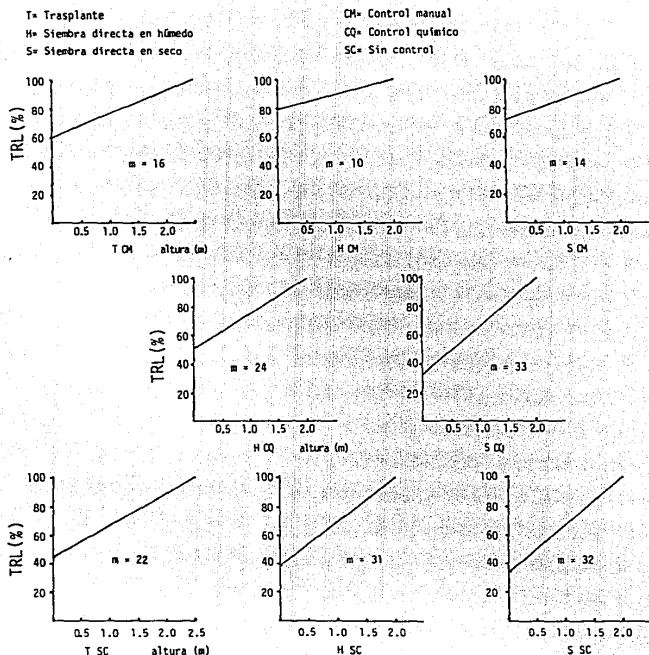


Fig. 11. Transmisión relativa de luz (TRL) a través del dosel de maíz H-30 cultivado en condiciones de temporal. Datos de tres tipos de siembra de maíz y tres formas de control de arvenses. La pendiente de la recta ajustada representa la tasa de transmisión relativa de luz a través del dosel durante el llenado de grano. Chapingo, Méx. 1988.

Trasplante de maíz Fig. 12.

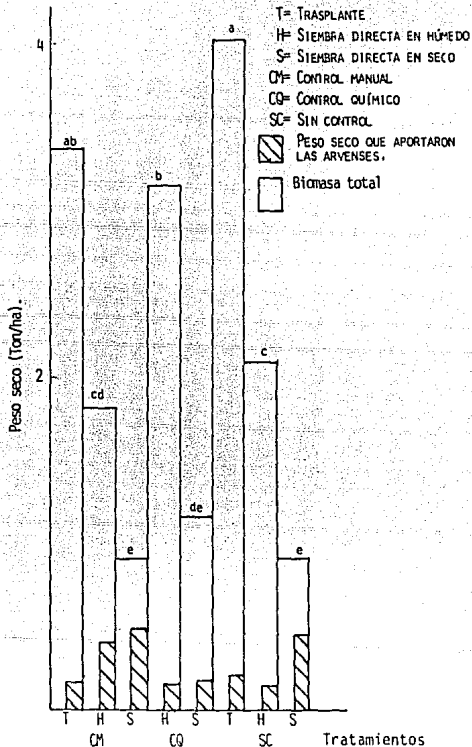


Figura 12. Biomasa total producida en la parte aérea de maíz H-30 cultivado en condiciones de temporal y por las arvenses asociadas. Datos de tres tipos de siembra de maíz y tres formas de control de arvenses. Los valores en la gráfica son la media de cuatro repeticiones. Las letras minúsculas representan la prueba de Duncan; letras iguales indican que no hay diferencias significativas para un nivel de 0.05. Chapingo, Méx. 1988.

## VI. Discusión.

En el planteamiento del proyecto del trasplante de maíz, bajo el cual se realizó este experimento, se establecen una serie de ventajas que podría tener la utilización de este método de siembra. Una de las ventajas señaladas es la probable eliminación de la competencia que ejercen las arvenses sobre el maíz, principalmente durante la primera etapa del cultivo (Larqué, 1981).

Es bien conocido, que reduciendo el efecto de la competencia de las arvenses sobre el maíz durante los primeros 30 ó 40 días, se obtienen los mayores rendimientos (INIA, 1981). Esto explica porqué el trasplante podría eliminar la competencia de las arvenses; pues el maíz se coloca en el terreno con casi un mes de ventaja en su crecimiento sobre las arvenses, que apenas comienzan a germinar cuando la lluvia les aporta la humedad necesaria. Debe tenerse en cuenta, que si bien la competencia con las arvenses es prácticamente eliminada con el trasplante, en los almácigos debe darse cierto nivel de competencia intraespecífica que no ha sido considerada ni evaluada aún.

Las variables principales de este experimento son los rendimientos de grano, rastrojo y olote del maíz. Al evaluarlas,

se pretendió determinar el efecto de la competencia de las arvenses con el maíz, con diferentes métodos de siembra y formas de control de arvenses.

Un aspecto importante que debe ser discutido inicialmente, es el abatimiento de la población de maíz originalmente sembrada. En cualquier parcela sembrada con maíz se dan diferentes niveles de depredación, ya sea directamente sobre la semilla antes de germinar o sobre las plántulas cuando apenas acaban de emerger. Esta depredación es realizada por roedores o aves y depende directamente del tiempo que esté la semilla en el terreno, de la población de depredadores y de la disponibilidad de otras fuentes de alimento para estos.

Se considera que las plantas de maíz que alcanzaron un determinado desarrollo han logrado establecerse. En este experimento, se consideró que el establecimiento ocurrió cuando no se registraron más pérdidas de plantas, ni más emergencia por germinación tardía de semillas. Para determinar esto, se realizaron conteos hasta que el número de plantas de maíz no varió más. Al mismo tiempo se determinó el momento en el que las pérdidas ocurrieron en mayor magnitud.

Los resultados obtenidos, demuestran que el menor abatimiento en la población de maíz sembrado se obtuvo en el trasplante, debido a que las plantas fueron protegidas fácilmente.

te en los almácigos durante el periodo de siembra-emergencia; esto no puede lograrse cuando se siembra directamente en el terreno.

Las mayores pérdidas se observaron en la siembra directa en seco porque las semillas y plántulas estuvieron disponibles para los depredadores un tiempo mayor, y tal vez porque la humedad disponible antes del establecimiento de las lluvias fué suficiente para la germinación de las semillas pero no para que las plántulas lograran desarrollarse.

En la siembra directa en húmedo, el abatimiento en la población de maíz fué menor que en la siembra directa en seco, porque al ser sembradas las semillas con humedad suficiente, éstas germinaron rápidamente y las plántulas se desarrollaron a una velocidad mayor, por lo que no estuvieron mucho tiempo a disposición de roedores y aves, reduciéndose así, la tasa de depredación. Recuérdese que una vez que el maíz alcanzó cierta talla, ya no fué depredado, pues las plántulas dejaron de ser un alimento atractivo (las aves consumen la semilla "reventada" por la humedad y los restos de ésta que quedan adheridos a la raíz de la plántula cuando el maíz acaba de emerger).

La pérdida de plántulas, observada en este experimento, concuerda con las observaciones hechas por Larqué (1986) quien señala que, durante los experimentos con maíz efectuados en-



tre 1981 y 1986, la depredación sobre las plántulas no fué mayor al 1% en el trasplante. En cambio en la siembra en seco se perdieron más del 50 ó 60% de las semillas sembradas. También Esqueda (1985), observó algo parecido para las siembras directas en seco y en húmedo.

La población de maíz establecida fué casi idéntica a la que logró cosecharse en todos los tratamientos. Evidentemente, el rendimiento de grano, rastrojo y olote que se obtuvo, está estrechamente relacionado con las plantas cosechadas. En las figuras donde se muestran la población de maíz cosechada y el rendimiento obtenido, se observa claramente lo antes expuesto. De esta forma, puede deducirse que la principal ventaja del empleo de la técnica del trasplante, es la capacidad que se tiene para lograr un mayor establecimiento y por lo tanto una mayor cosecha. Esto por sí solo, justifica la siembra del maíz con esta técnica, y hace innecesario el uso de herbicidas bajo la premisa de lograr mas rendimiento.

Debido a que el rendimiento de rastrojo, olote y grano estuvo fuertemente influenciado por el abatimiento de la población de maíz, el efecto de la competencia de las arvenses, no puede evaluarse directamente a partir de los datos obtenidos, en forma satisfactoria. Algo semejante, discute Esqueda (1985). Una forma en que podría hacerse, es relacionando estadísticamente la población cosechada de maíz con su rendimiento mediante el análisis de covarianza y el ajuste

del rendimiento. En el apéndice A se muestran los datos ajustados del rendimiento, y puede observarse que el trasplante, representa una buena opción para reducir el efecto de la competencia de las arvenses sobre el rendimiento agrónómico del maíz.

El análisis de otros datos, proporciona información de algunos aspectos del cultivo de maíz, que son favorecidos (o al menos comparables a la siembra directa con el mejor método de control de arvenses) cuando se emplea el trasplante.

La determinación del tiempo transcurrido para la emisión de los estigmas, es importante porque permite evaluar la capacidad para producir mazorcas. El retraso en la emisión de los estigmas provoca la disminución en la fecundación y por lo tanto del rendimiento de grano. Entre el trasplante y la siembra directa en húmedo no se observó mucha diferencia en el tiempo para emitir los estigmas, por lo que no se esperaba que con uno u otro método de siembra ocurriera menor fecundación. Esto mismo se observó, aunque las arvenses se controlaran con el mejor método, que fué siempre el control con herbicidas. Sin embargo, la población final con mazorca fué mayor en el trasplante que en los demás métodos de siembra. Debe señalarse que la población con mazorca también está relacionada con el número de plantas cosechadas. El efecto de la competencia de las arvenses, se ve reflejado si se relacionan las plantas con mazorca y el total de plantas

cosechadas, de esta forma, se observa que cuando no se controló a las arvenses, el porcentaje de plantas con mazorca fué menor que cuando hubo control químico o manual. Si las arvenses compiten con el maíz por recursos como agua, nutrientes del suelo y luz solar durante el llenado de grano, se esperaría un mayor número de mazorcas abortivas, sumadas a las que no hubieran podido ser fecundadas (Navia, 1972). A distancias cortas de siembra, el porcentaje de plantas infértiles se incrementa debido a la deficiencia de nitrógeno. Esto se debe al incremento en la demanda por el nitrógeno disponible y no a la disminución de la capacidad para absorberlo (Tanaka y Yamaguchi, 1981).

Las plantas de maíz trasplantadas alcanzaron mayor altura que las que se sembraron en directo. En el trasplante sin control de arvenses también se alcanzó mayor altura que cuando éstas fueron controladas. La influencia de las arvenses sobre la talla del maíz, no se vió reflejada en el trasplante, aunque no hubiera control de aquellas. La producción de rastrojo (relacionada con esta variable) no justifica el uso de herbicidas ni de cualquier otro método de control de arvenses usando el trasplante.

El índice de cosecha no presentó diferencias significativas entre ningún tratamiento. Si la competencia de las arvenses afecta a la planta de maíz completa, es comprensible que la relación grano-parte vegetativa se comporte en forma similar

en todos los tratamientos. Por esto, el índice de cosecha indica que la competencia de las arvenses afectó a toda la planta y no únicamente al grano u otra parte en especial.

Independientemente de la población cosechada de maíz, la eficiencia de uso del agua fué comparable entre el trasplante y la siembra directa en húmedo con control químico. Lo que indica, que usando cualquiera de éstos métodos de siembra: se hace el mejor uso del agua, se hace innecesario el uso de herbicidas para mejorarlo y se disminuye la competencia por el agua entre el maíz y las arvenses. Larqué (1989), logró un aumento de la eficiencia de uso del agua con el trasplante de maíz entre 33 y 81%, con respecto a la siembra directa en húmedo, en los experimentos que realizó entre 1981 y 1985. También Solano (1983) y Gutiérrez (1984) encontraron que el trasplante hace más eficiente la utilización del agua de temporal.

Una característica de las arvenses, es la tendencia a la germinación diferencial de sus semillas, lo que les permite formar un banco de semillas. La aparición en el terreno de una u otra especie, depende de las condiciones ambientales que se presenten, ya sean accidentales o cíclicas, para permitir la germinación de las semillas. El banco de semillas da a las arvenses una gran ventaja, pues solo esperan que en alguna ocasión se presenten las condiciones propicias para aparecer. Este "oportunismo" hace difícil su control, y más

aún, su eliminación (Sagar y Mortimer, 1976; Vazquez y Orosco, 1984). La germinación diferencial y el banco de semillas, son las causas por las que se producen cambios en la estructura de la vegetación de arvenses, como efecto de los métodos de control. Este fenómeno, reportado por Fuentes (1985) y Chávez (1987), fué observado también en el presente trabajo. Así, especies como *Galinsoga parviflora* y *Amaranthus hybridus*, que sufrieron reducciones en su población al ser controladas, fueron sustituidas por *Lopezia racemosa*.

En cada conteo que se realizó, se observaron diferencias en las poblaciones de arvenses. En el primer conteo, se detectaron bajas poblaciones en general porque la humedad disponible no había permitido que una gran cantidad de semillas germinaran. En el segundo conteo, la influencia de los herbicidas fué evidente, reduciendo drásticamente las poblaciones de arvenses en las parcelas donde se aplicó. En el último conteo, la composición de las poblaciones de arvenses varió. Aparecieron especies no detectadas en los anteriores conteos que sustituyeron a las que fueron controladas. Las especies iniciales se mantuvieron en las parcelas sin control.

En general, las parcelas con control manual presentaron un mayor número de individuos debido a que se contabilizaron aquellos que aparecieron inicialmente y las que se desarro-

llaron después de haber efectuado el deshierbe. Las parcelas con control químico fueron las que menor número de individuos presentaron dando evidencias de la residualidad de los herbicidas.

La mayor producción de materia seca de arvenses, se detectó en las siembras en seco. En este caso, las arvenses presentes en las parcelas compitieron con un número reducido de plantas de maíz desde el inicio del experimento y se desarrollaron completamente produciendo mucha materia seca por individuo. Por esto, aunque el número de individuos no fué mayor que en los tratamientos con control manual, si hubo mas materia seca producida pues el escaso sombreado del maíz sobre las arvenses no inhibió su crecimiento. El maíz trasplantado compitió mejor que las arvenses, evitando que éstas acumularan materia seca. La eficiencia de uso del agua siguió la misma tendencia.

Al medir la transmisión relativa de luz durante la etapa de llenado de grano, se pretendía evaluar el efecto de las arvenses sobre el maíz cuando los productos de la fotosíntesis se derivaban hacia el grano. Aunque las arvenses fueron controladas por los herbicidas en forma eficiente en las primeras etapas del cultivo, la transmisión relativa de luz fué muy semejante en las parcelas con control químico y en las que no hubo control de arvenses, durante el llenado de grano. Sin embargo, la menor cantidad de luz solo afectó a las

hojas inferiores y no a las que contribuyen al desarrollo de la mazorca. Aunque las arvenses no competían con el maíz en este caso por la luz, probablemente si había competencia por otros factores como agua y nutrientes del suelo, lo que no pudo evitarse al usar herbicidas pues estos no afectaron a las especies que aparecieron al final. Para ésto, el control manual fué mas eficiente.

La biomasa total producida, fué mayor en los tratamientos de trasplante. Esto es importante, si se considera que muchas arvenses son útiles para el agricultor. El empleo del trasplante, además de permitir una buena cosecha de maíz, permite también el aprovechamiento integral del terreno cultivado.

La necesidad de producir mas alimentos para cubrir los requerimientos de una población que crece rápidamente, y la comprensión de que el ambiente debe protegerse para evitar la pérdida irremediable de recursos naturales, deben ser fundamentos básicos para el aprovechamiento integral de los campos de cultivo. Se presentó al trasplante de maíz, como una opción viable para ser implementada como estrategia para protección del ambiente, sin descartar la obtención de un rendimiento agronómico suficiente. Lograr esto en condiciones de temporal, incrementa la importancia de la técnica evaluada.

VII. Conclusiones.

- El empleo de la técnica de trasplante para la siembra de maíz en condiciones de temporal, hace innecesario el uso de herbicidas para el control de las arvenses, bajo la premisa de lograr un mayor rendimiento.

- El trasplante representa una buena opción para reducir el efecto de la competencia de las arvenses sobre el rendimiento agronómico del maíz.

- El abatimiento de la población originalmente sembrada se disminuye significativamente al emplear el trasplante, logrando así, un mayor establecimiento y por lo tanto una mayor cosecha.

- Con la aplicación de herbicidas no puede evitarse la competencia por agua y nutrientes del suelo, durante la etapa de llenado de grano.

- El trasplante permite el aprovechamiento integral del terreno en el cultivo de maíz.



- El trasplante es una opción viable para ser implementada como parte de las estrategias de protección ecológica por eliminar el empleo de herbicidas.

**ESTA TESIS NO DEBE  
SALIR DE LA BIBLIOTECA**

VIII. Bibliografía.

Acosta N., S. y D. Agundis M. 1976. Época de emergencia de las principales malas hierbas de la región norte de Tamaulipas. Agricultura Técnica en México 3: 437-441.

Agundis M., D. 1984. Logros y aportaciones de la investigación agrícola en el combate de la maleza. SARH. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas. México, D.F. 19 pp.

Aldrich, S.R. y E.R. Leng. 1974. Producción moderna del maíz. 1a. Ed. Hemisferio Sur. Buenos Aires, Argentina.

Alemán R., F. y J. Nieto H. 1968. Determinación de las épocas críticas de competencia entre las malas hierbas y el maíz en los valles altos de Toluca, Méx. En: Abstracts. Weed Sci. Soc. of Amer. Meeting New Orleans, Louisiana. p. 150.

Alvarado Martínez, J.J. 1976. Dinámica de la extracción de N, P, K y de algunos parámetros fisiológicos en asociaciones de *Sisya amplexicaulis* (cav.) Pers. y *Amaranthus* spp. en dos densidades de población con frijol *Phaseolus vulgaris* L. Tesis de Maestría en Ciencias. Centro de Botánica, Colegio de Postgraduados, Chapingo, México. 101 p.

Ashrif, M.I. 1968. Effects of fertilizer weeding and pre-emergence MCPB on groundnuts in the Gambia. Weed Abstracts. 17(1):11.

Baker, H.G. 1974. The evolution of weeds. Annual Review of Ecology and Systematics 5: 1-24.

Banden, J.D. y Buchholtz, K.P. 1964. Competitive effects of quackgrass upon crop. North Cent. Weed Control Conf. Proceedings. Michigan. 48-49 pp.

Behrens, R. and Lee, O.C. 1964. Weed control. In: W.H. Pierre, S.R. Aldrich and W.P. Martin (eds.). Advances in corn production; principles and practices. The Iowa State University Press. Ames. p. 331-352.

Biswas, M.R. y Biswas, A.K. 1975. World Food Conference: a perspective. Agric. Environm. 2:15-37.

Biswas, A.K. y Biswas, M.R. 1976. Energy and food production. Agro-Ecosystems, Elsevier Scientific Publishing Company, Amsterdam. 2:195-210.

Blackman, G.E. and Templeman, W.G. 1938. The nature of competition between cereal crops and annual weeds. J. of Agr. Sci. 28:247-271.

Brewer, R. 1979. Principles of ecology. Saunders College. Philadelphia, Pa. 299 p.

Bunting, A.H. 1960. Some reflections on the ecology of weeds. En: Harper, J. L. (Ed.). The biology of weeds. Blackwell's, Oxford. 11-26 pp.

Burnside, O.C. 1978. Mechanical cultural and chemical control of weeds in a sorghum-soybean (*Sorghum bicolor*) (*Glycine max*) rotation. Weed Science 26: 362-369.

Burnside, O.C. and Schultz, M.E. 1978. Soil persistence of herbicides for corn, sorghum, and soybeans during the year of application. Weed Sci. 26(2):108-113.

Burnside, O.C. y G.A. Wicks. 1969. Influence of weed competition on sorghum growth. Weed Science. 17(3):332-334.

Burnside, O.C. and G.A. Wick. 1982. Weed corn planted into untilled winter wheat stubble. Agronomy Journal 74: 521-526.

Buston, D.R. y W.F. Wedin. 1970. Establishment of perennial forages: II Subsequent root development. Agron. Jour. 62(1):97-99.

Cachón, L.E., Nery, G.H. y Cuanalo de la Cerda, H.E. 1974. Los suelos del área de influencia de Chapingo. Colegio de Postgraduados. Chapingo, Méx. 79 pp.

Calderón F., E. 1983. Combate de maleza. En: Anónimo. 1983: Metodologías de investigación en maíz. SARH-INIA-CIAMEC. Campo Agrícola Experimental Valle de México. Publicación especial Núm. 4. Chapingo, Méx. p. 29-33.

Carvalho, D.A.DE. 1980. Estudio sobre a competição específica de malervas na cultura do feijoeiro. I. Efeito competitivo do campin marmelada *Brachiaria plantaginea* (Link.) Hitch. e picão preto *Bidens pilosa* L. em diferentes densidades, sobre o crescimento e nutrição mineral do feijoeiro *Phaseolus vulgaris* L. Ciencia e Prática 4: 171-179.

Castañeda Castro, R. 1976. Efecto de la asociación intraespecífica de *Zea mays* L. y dos densidades de población de *Simsia amplexicaulis* (Cav.) Pers. y *Amaranthus spp.* sobre el área foliar, peso seco y contenido de N, P, K. Tesis de Maestría en Ciencias. Centro de Botánica, Colegio de Postgraduados, Chapingo, México. 132 p.

Chávez C.M. 1987. Poblaciones, biomasa y banco de semillas de arvenses en cultivos de maíz *Zea mays* L. y frijol *Phaseolus vulgaris* L. Efecto de métodos de control y rotaciones. Tesis de Maestría en Ciencias. Colegio de Postgraduados. Chapingo, Méx. 179 pp.

Centro Internacional de Agricultura Tropical. 1982. El Coquito (*Cyperus rotundus* L.): Biología y control. Guía de estudio para ser usada como complemento de la Unidad Auditorial sobre el mismo tema. Contenido científico: Dietrich Leihner, Jerry Doll y Cilia Fuentes de Piedrahita. Producción: Cilia Fuentes de Piedrahita. Cali, Colombia. CIAT. 56 p. (serie O4SC-02-06).

Clarke, G.L. 1958. Elementos de ecología. (Trad. de la 2a. ed. en inglés por Miguel Fusté). Editorial Omega. Barcelona. 615 pp.

Crafts, A.S. 1975. Modern weed control. University of California Press. Los Angeles, California. 440 p.

Dawson, J.H. 1964. Competition between irrigated field beans and annual weeds. Weeds 12: 206-208.

Devlin, R. M. 1980. Fisiología Vegetal 3a. Ed. Omega. Barcelona 517 pp.

Díaz P.R. 1983. Valor forrajero de las plantas arvenses (malezas de los cultivos). Tesis profesional Médico Veterinario Zootecnista. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, UNAM. 86 pp.

Donald, C.M. 1963. Competition among crop and pasture plants. Adv. in Agron. 15:1-118.

Esqueda, E.V. 1983. Utilización del *Amaranthus* sp. (quintonil) en la zona de Zacapoaxtla, Puebla. Trabajo presentado en la materia de Etnobotánica. Colegio de Postgraduados. Centro de Botánica. Chapingo, Méx. 20 pp. Cit. p. Esqueda Esquivel, V.A. 1985.

Esqueda, E.V. 1985. Resistencia a la sequía XIX: Efecto de algunas prácticas culturales sobre la competencia arvenses-maíz (*Zea mays* L.) bajo condiciones de temporal. Tesis de Maestría en Ciencias. Colegio de Postgraduados. Chapingo, México. 144 pp.

Feltner, K.C., Hurst, H.R. y Anderson, L.E. 1969. Tall waterhemp competition in grain sorghum. Weed Science. 17 (2):214-216.

Flores, R.D. 1976. Efectos de densidad de población y lapso de competencia de *Sisymbrium amplexicaulis* (Cav.) Pers. y *Zea*

Mays L. Tesis de Maestría en Ciencias. Colegio de Postgraduados. E.N.A. Chapingo, Méx.

Fuentes Delgado, C.L. 1985. Efecto de los tratamientos de control de arvenses sobre las poblaciones y gremios de arvenses en cultivos de frijol *Phaseolus vulgaris* L. y maíz Zea mays L. Tesis de Maestría en Ciencias. Colegio de Postgraduados. Chapingo, México. 194 p.

García, E. 1973. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. Instituto de Geografía. UNAM. Méx. 246 pp.

García, E. 1978. Los climas del Valle de México, Colegio de Postgraduados. Centro de Botánica. Chapingo, Méx. 7-38 pp.

Grime, J.P. 1982. Estrategias de adaptación de las plantas y procesos que controlan la vegetación. Trad. del inglés por C.A. García Ferrer. Limusa, México, D.F. 291 p.

Gupta, D.P. and P.S. Lamda. 1978. Modern weed science in tropics and subtropics. Today and tomorrow's printers and publishers, New Delhi. 421 p.

Gutiérrez Marcos, A. 1984. Resistencia a la sequía IX; trasplante de maíz bajo condiciones de temporal. Observaciones sobre: fechas de siembra, salinidad y precocidad. Tesis profesional. Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Ciencias. 142 pp.

Hammerton, J.L. 1968. Past and futures changes in weed floras. Proc. 9th. British Weed Control Conference. 1136-1149 pp.

Hay, R.K.M. 1981. Chemistry for agriculture and ecology; a fundation course. Blackwell, Boston, Mass. 243 p.

Heinz, K., y E. Linke. 1970. Studies on the competition of some weed under conditions with increased doses of nutritive substances. Biological Abstracts. 51(23):13067.

Hernández X., E. 1985. Biología Agrícola. C.E.C.S.A. México, D.F. 62 p.

Holliday, R.J. and P.D. Putwain. 1977. Evolution of resistance to simazine in *Senecio vulgaris* L. Weed Research 17: 291-296.

Horowitz, M., T. Blumenfeld, G. Herzlinger and N. Hulin. 1974. Effects of repeated applications of ten soil-active herbicides on weed population, residue accumulation and nitrification. Weed Research 14: 97-109.

Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas. 1981. Guía para la asistencia técnica agrícola; Área de influencia del Campo Agrícola Experimental Valle de México. Chapingo, Méx. 135 pp.

Jennings, P.R. y Aquino, R.C. 1968. Studies on competition in rice, III: The mechanism of competition among phenotypes. *Evolution*. 22(3):529-542.

Jiménez, S.L. 1970. El plan Puebla: un programa regional para aumentar los rendimientos de maíz entre agricultores con pequeñas explotaciones. Documento presentado en "Estrategias para aumentar la productividad en zonas de minifundio". Puebla, México. pag 13-20.

Kasasian, L. y J. Seeyave. 1969. Critical periods for weed competition. *PANS* 15: 208-212.

King, J.L. 1966. Weeds of the world; Biological control. London Leonard Hill. Interscience Publisher, Inc. N.Y. 526 P.

Klingman, G.C. 1961. Weed control: As a science. John Wiley, New York. 421 p.

Klingman, G.C. y Ashton, F.M. 1980. Estudio de las plantas nocivas: principios y prácticas. (Trad. de la 1a. ed. en inglés por Roberto E. Thomson Sáenz). Limusa. México. 449 pp.

Knake, E.L. y F.W. Slife. 1962. Competition of *Setaria faberii* with corn and soybeans. *Weeds* 10: 26-29.

Kohashi-Shibata, J. y D. Flores R. 1982. Efecto de densidades de población y época de emergencia del achualillo, *Sida amplexicaulis* (Cav.) Pers., sobre el rendimiento de maíz *Zea mays* L. *Agricultura Técnica en México* 8: 131-154.

Krebs, C.J. 1985. Ecología. Estudio de la distribución y la abundancia. 2a. Ed. Harla. Méx., D.F. 753 pp.

Larqué-Saavedra, A. 1981. El trasplante de maíz y frijol, una posibilidad para las zonas agrícolas temporales. En: Larqué-Saavedra (ed.). El trasplante de maíz y frijol; una posibilidad para las zonas agrícolas temporales. Colegio de Postgraduados. Chapingo, Méx. p. 1-15.

Larqué-Saavedra, A. 1986. El trasplante, estrategia para incrementar la producción de granos básicos. Experiencias en condiciones de temporal con maíz y frijol. Premio Nacional de Alimentación, 1987. México. 24 pp.

Larqué-Saavedra, A. 1989. Incremento en la eficiencia de uso de agua por trasplante. Experiencias con maíz y frijol en condiciones de temporal. En: Larqué-Saavedra, A. El agua en

las plantas cultivadas. Colegio de Postgraduados. Chapingo, México. 117 pp.

Larqué-Saavedra, A. y Delgado, I. 1989. Cantidad y distribución de las lluvias y presencia de heladas para la agricultura de temporal en el área de Chapingo. Memorias de la 2a. Reunión Nacional de Agroclimatología. Universidad Autónoma de Chapingo. México. 241-247 p.

Lee, J.A. 1960. Study of plant competition in relation to development. *Evolution*. 14(1):18-28.

Mendoza, R.R. 1981. Generación de recomendaciones sobre prácticas de producción para el maíz de temporal tardío en el Plan Puebla. Tesis de Maestría en Ciencias esp. en suelos. Colegio de Postgraduados. Chapingo, Méx. 271 p.

Moolani, M.K. y F.W. Slife. 1960. The competitive effects of various intensities of pigweed on the development of corn and soybeans. *North Central Weed Control, Proc.* 17: 26-27.

Moolani, M.K., E.L. Knake y F.W. Slife. 1964. Competition of smooth pigweed with corn and soybeans. *Weeds* 13: 126-128.

Muzik, T.J. 1970. *Weeds biology and control*. Mc Graw-Hill. New York. 273 p.

National Academy of Sciences. 1982. Plantas nocivas y como combatirlas. Trad. del inglés de la primera edición. Limusa. México, D.F. 74 p.

Navia Murgueitio, D. 1972. Efecto de la competencia interespecífica, en poblaciones controladas de *Sisya amplexicaulis* (Cav.) Pers. y *Zea mays* L. Tesis de Maestría en Ciencias. Centro de Botánica, Colegio de Postgraduados, Chapingo, México. 77 p.

Newman, E.I. 1983. Interactions between plants. In: O. L. Lange, P.S. Nobel, C.B. Osmond and H. Ziegler (eds.). *Encyclopedia of Plant Physiology*. Vol. 12 C. Physiological Plant Ecology III. Responses to the chemical and biological environment. Springer-Verlag. Berlin. p. 679-710.

Nieto, J., Martínez, A. y González, J. 1965. Competitive ability of three cultivated species corn, beans, potatoes in the high Valleys of México. *Res. Rep. North Cent. Weed Cont. Conf.* pp. 121.

Nieto H.J. 1968. La importancia de la determinación de las épocas críticas de la competencia entre hierbas y cultivos. Reunión anual de la Weed. Science Soc. of Amer. New Orleans, Louisiana, E.U.A.

Nieto H., J. y O. Agundis M. 1962. Qué tipo de hierbas causan mas daño al maíz. *Agric. Téc. Méx.* 2(2): 58-61 p.

Obando R., A.J. 1981. La maleza y su control en el cultivo del frijol en la región de General Trias-Satevó, Chihuahua. 2do. Congreso de la Sociedad Mexicana de la Ciencia de la Maleza. Resúmenes. Chapingo, México. 8 p.

Odum, E.P. 1972. *Ecología*. 3a. ed. (Trad. de la 1a. ed. en inglés por Carlos G. Ottenwaelder). Interamericana. Méx. 639 pp.

Parra Vázquez, M.R. 1981. Producción de maíz en condiciones de temporal, en Tequezquinahuac, Tezcoco, Edo. de México. Tesis de Maestría en Ciencias. Colegio de Postgraduados. Chapingo, Méx. 282 pp.

Peña, H. E., 1978. El trabajo agrícola en un pueblo chinampero: San Luis Tlaxialtenanco. Tesis de Maestría en Ciencias. Escuela Nacional de Antropología e Historia, México, 223 pp.

Pollard, F. y G.W. Cussans. 1981. The influence of tillage on the weed flora in a succession of winter cereal crops on a sandy loam soil. *Weed Research* 21: 185-190.

Radosevich, S.R., and J.S. Holt. 1984. *Weed ecology: implications to vegetation management*. Willey. New York. 265 pp.

Ray, P.M. 1975. La planta viviente. (Trad. de la 1a. ed. en inglés por Antonio Marino Ambrosio). Compañía Editorial Continental. México. 272 pp.

Remison, S.V. 1979. Effects of weeding and nitrogen treatments on maize fields in Nigeria. *Weed Research* 19: 71-74 p.

Rhodes, I. 1970. Competition between herbage grasses. *Herbage Abstracts*. 40(2):115-121.

Rindos, D. 1984. The origins of agriculture. An evolutionary perspective. Academic Press. Orlando, Florida. 325 p.

Rivas, F. y R. García. 1984. Potencial alelopático de algunas arvenses comunes en el área de Chapingo. Resúmenes 9no. Congreso Mexicano de Botánica. Soc. Bot. de Méx., A.C. México, D.F. p. 187.

Rojas G.M. 1978. Manual teórico-práctico de herbicidas y fitorreguladores. Limusa, Méx. 116 pp.

Roberts, H.A. 1968. The changing population of viable weed seeds in an arable soil. *Weed Research* 8:253-256.



Roberts, H.A. y P.A. Dawkins. 1976. Effect of cultivation on the numbers of viable seed in soil. *Weed Research* 7: 290-301.

Roberts, H.A. y P.M. Feast. 1972. Fate of seeds of some annual weeds in different depths of cultivated and undisturbed soil. *Weed Research* 12: 316-324.

Roberts, H.A. y M. Ricketts. 1979. Quantitative relationships between the weed flora after cultivation and the seed population in the soil. *Weed Research* 19: 269-275.

Sagar, G.R. and A.M. Mortimer. 1976. An approach to the study of the population dynamics of plant with special reference to weeds. *Appl. Biol.* 1:1-47.

Salisbury, F.B., and C. Ross. 1949. *Plant Physiology*. Wadsworth, Belmont, California.

Salisbury, F.B., and C. Ross. 1979. *Plant Physiology*. Wadsworth publishing company. 422 p.

Schweizer, E.E. y R.L. Zimdahl. 1984b. Weed seed decline in irrigated soil after rotation of crops and herbicides. *Weed Science* 32: 84-89.

Sibuga, K.P. and Bandeen, J.D. 1979. An evaluation of green foxtail (*Setaria viridis* (L.) Beauv.) and common lambsquarters (*Chenopodium album* L.) competition in corn. *Weed. Abst.* 28(2):72.

Solano C.E. 1983. Resistencia a la sequía VIII: efecto del Cycocel y Etrhel en el trasplante de maíz (*Zea mays* L.), en condiciones de temporal. Tesis profesional. Universidad Nacional Autónoma de México. Escuela Nacional de Estudios Profesionales Zaragoza. 99 pp.

Tanaka A., y J. Yamaguchi. 1981. Producción de materia seca, componentes del rendimiento y rendimiento del grano en maíz. *Journal of the Faculty of Agriculture, Hokkaido University, Sapporo, Japón*. Vol. 57-Pt. 1, 1972. Traducción por Josué Kohashi Shibata, Colegio de Postgraduados. Chapingo, Méx. 124 p.

Turrent, F. A., 1978. "Perspectivas para incrementar la producción de alimentos en zonas de temporal" En: *Alimentación: Reto de México*. Fomento Cultural Banamex, A. C., 72-82 pp.

Vázquez, Y.C. y Orasco S. A. 1984. Fisiología ecológica de las semillas de árboles de la selva tropical: un reflejo de su ambiente. *Ciencia*. 53S:191-201.

Vengris J., M. Drake, W.G. Colby y J. Bart. 1953. Chemical composition of weeds and accompanying crop plants. *Agron. Jour.* 45: 213-218.

Vickery, M.L. 1987. *Ecología de plantas tropicales*. Limusa. México, D.F. 232 p.

Villegas D., Marina. 1970. Estudio florístico y ecológico de las plantas arvenses de la parte meridional de la cuenca de México. *Ann. Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, México.* 18:17-89.

Villegas D., Marina. 1979. *Malezas de la Cuenca de México*. Instituto de Ecología,

Warnes, D.D. and R.N. Andersen. 1984. Decline of wild mustard (*Brassica kaber*) seeds in soil under various cultural and chemical practices. *Weed Science* 32: 214-217.

Warwick, S.I. and P.B. Marriage. 1982. Geographical variation in populations of *Chenopodium album* resistant and susceptible to atrazine. I. Between and within-population variation in growth and response to atrazine. *Canadian Journal of Botany* 60: 483-493.

Williams, E.D. 1969. Effects of time of sowing of spring wheat and defoliation of *Agropyron repens* (L.) Beauv. on competition between them. *Weed Res.* 9:241-250.

Wilsie, C.P. 1962. *Crop adaptation and distribution*. W.H. Freeman and Co. San Francisco. 448 pp.

Young, D., Miller, S. Fisher, H. and Shenk, M. 1978. Selecting appropriate weed control systems for developing countries. *Weed Sci.* 26(3):209-212.

Young, F.L.; Wyse, B.L.; Jones, R.L. 1984. Quackgrass (*Agropyron repens*) interference on corn (*Zea mays*). *Weed Sci.* 32: 226-234 p.

Young, J.A. and R.A. Evans. 1976. Response of weed populations to human manipulations of the natural environment. *Weed Sci.* 24:186-190.

Zimdahl, R.L. 1980. *Weed-Crop Competition. A review*. International Plant Protection Center. Oregon State University. Corvallis. Oregon. 196 p.

## Apéndice A.

---

Valores ajustados del rendimiento de grano, rastrojo y olote por medio del análisis de covarianza (Ton/Ha).

---

<u>Tratamiento:</u>	<u>Grano:</u>	<u>Rastrojo:</u>	<u>Olote:</u>
TSC	1.288 (146 %)a *	1.206 (104 %)a	0.238 (106 %)a
TCM	0.733 ( 83 %)b	1.263 (109 %)a	0.187 ( 83 %)a
HCR	0.884 (100 %)ab	1.162 (100 %)a	0.224 (100 %)a
HSC	0.699 ( 79 %)b	0.543 ( 47 %)b	0.188 ( 84 %)a
HCM	0.706 ( 80 %)b	0.816 ( 70 %)b	0.209 ( 93 %)a
SCR	0.795 ( 90 %)ab	0.816 ( 70 %)b	0.209 ( 93 %)a
SSC	0.664 ( 75 %)b	0.693 ( 59 %)b	0.153 ( 68 %)a
SCM	0.731 ( 83 %)b	0.698 ( 60 %)b	0.159 ( 71 %)a

---

\* Se indica el porcentaje que representa el rendimiento obtenido, con respecto a la siembra directa en húmedo con control químico, la cual se considera como el 100 %. Las letras minúsculas representan la prueba de Duncan. Letras iguales indican que no hay diferencias significativas para un nivel de 0.05.