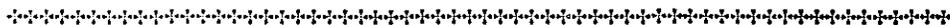


UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA



ESCUELA DE GRADUADOS



BIOLOGIA Y CONTROL QUIMICO DE Castilleja
arvensis EN CULTIVOS DE MAIZ TEMPORALERO
EN TENAMAXTLAN, JALISCO

TRABAJO QUE CON EL CARACTER DE

T E S I S

PRESENTA EL

C. ABUNDIO RODRIGUEZ DE LA O.

PARA OPTAR AL GRADO DE

Maestro en Ciencias en Manejo de Areas de Temporal

GUADALAJARA, JALISCO, 1989.

DEDICATORIA

Dedico este sencillo trabajo a mi esposa y nuestros hijos:

Alejandro

Alicia

Alberto

Ariana



AGRADECIMIENTOS

Agradezco al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por haberme otorgado la beca que me permitió poder cursar el programa de estudios de maestría.

A los siguientes profesores por sus valiosas sugerencias y revisión de esta tesis:

M.C. Salvador Hurtado de la Peña. Director de Tesis.

M.C. Santiago Sánchez Preciado. Asesor.

Dr. José Ron Parra. Asesor.

A la Universidad de Guadalajara por haberme brindado la oportunidad de realizar estudios de postgrado.

C O N T E N I D O

	Página
INDICE DE CUADROS	
INDICE DE FIGURAS	
RESUMEN	1
I. INTRODUCCION	2
1.1 Objetivos	2
1.2 Hipótesis	3
II. REVISION DE LITERATURA	4
2.1 Descripción botánica de la familia <u>Scrophulariaceae</u> y del género <u>Castilleja</u> spp	4
2.2 Características más importantes de las plantas parásitas o semiparásitas	6
2.2.1 Plantas vasculares parásitas	7
2.3 Hábitos semiparasíticos del género <u>Castilleja</u>	9
2.4 Factores ecológicos de <u>Castilleja arvensis</u>	20
2.4.1 Aspectos básicos de los factores ecológicos	20
2.4.2 Concepto de ecología	22
2.4.3 Ecología de la región	22
2.5 Métodos de dispersión	33
2.6 Métodos de control usados en el lugar	34
2.7 Descripción y modo de acción de los herbicidas usados	37
III. MATERIALES Y METODOS	40
3.1 Descripción fisiográfica del área de estudio	40

	V.
3.1.1 Localización del sitio experimental	40
3.1.2 Clima	40
3.1.3 Topografía	42
3.1.4 Uso actual del suelo	42
3.2 Materiales	44
3.2.1 Materiales físicos	44
3.2.2 Materiales genéticos	44
3.3 Métodos	44
3.3.1 Metodología experimental	44
3.3.2 Variables en estudio	47
3.3.3 Métodos estadísticos	47
3.3.4 Desarrollo del experimento	47
3.3.4.1 Biología de <u>C. arvensis</u>	50
IV. RESULTADOS Y DISCUSION	54
4.1 Germinación de semillas de <u>C. arvensis</u>	54
4.2 Ciclo vegetativo	56
4.3 Control químico	57
4.3.1 Rendimiento de maíz	58
V. CONCLUSIONES	66
VI. RECOMENDACIONES	67
VII. LITERATURA CONSULTADA	68
VIII. APENDICE	72

INDICE DE CUADROS

Cuadro		Página
1	Disminución del peso de mazorcas de maíz ocasionado por el parasitismo de <u>C. arvensis</u> .	28
2	Resultados de la prueba de comparación de Duncan (5%) entre medias de rendimiento de maíz, con los productos químicos evaluados para el control de <u>Castilleja</u> spp., en condiciones de temporal. El Salatillo, Tenamaxtlán, Jalisco, 1985.	36
3	Sustancias que contienen los sustratos o medios de cultivo Knudson, Vacin-Went y Murashige-Skoog.	45
4	Concentración de las soluciones Ethrel-agua para las pruebas de germinación de semillas de <u>Castilleja arvensis</u> .	46
5	Descripción de los tratamientos, dosis de herbicida y etapas de aplicación para el control de <u>C. arvensis</u> (Experimento "A"). El Salatillo, Tenamaxtlán, Jalisco. Ciclo verano de 1988.	48
6	Descripción de los tratamientos, dosis de herbicida y etapas de aplicación para el control de <u>C. arvensis</u> (Experimento "B"). El Salatillo, Tenamaxtlán, Jalisco, Ciclo verano de 1988.	49
7	Promedios de malezas de <u>C. arvensis</u> contadas en el experimento "A", en las fechas que se indican. El Salatillo, Tenamaxtlán, Jalisco. Ciclo verano de 1988.	59

- 8 Promedios de malezas de C. arvensis contadas en el experimento "B", en las fechas que se indican. El Salatillo, Tenamaxtlán, Jalisco Ciclo verano de 1988. 60
- 9 Comparación de las medias del número de malezas de C. arvensis, habido en el experimento "A" el 2 de octubre. El Salatillo, Tenamaxtlán, Jalisco. Ciclo verano de 1988. 61
- 10 Comparación de las medias del número de malezas de C. arvensis, habido en el experimento "B" el 2 de octubre. El Salatillo, Tenamaxtlán, Jalisco. Ciclo verano de 1988. 62
- 11 Comparación de medias de rendimiento de maíz en mazorca del experimento "A". El Salatillo, Tenamaxtlán, Jalisco. Ciclo verano de 1988. 63
- 12 Comparación de las medias de rendimiento de maíz en mazorca del experimento "B". El Salatillo, Tenamaxtlán, Jalisco. Ciclo verano de 1988. 64
- 13 Número de plantas de C. arvensis que se contaron el 29 de agosto en el experimento "A". El Salatillo, Tenamaxtlán, Jal. Verano de 1988. 73
- 14 Número de plantas de C. arvensis que se contaron el cinco de septiembre en el experimento "A". El Salatillo, Tenamaxtlán, Jal. Verano de 1988. 74
- 15 Número de plantas de C. arvensis que se contaron el 18 de septiembre en el experimento "A". El Salatillo, Tenamaxtlán, Jal. Verano de 1988. 75
- 16 Número de plantas de C. arvensis que se contaron el dos de octubre en el experimento "A". El Salatillo, Tenamaxtlán, Jal. Verano de 1988. 76

- 17 Número de plantas de C. arvensis que se contaron el 29 de agosto en el experimento "B" El Salatillo, Tenamaxtlán, Jal. Verano de 1988. 77
- 18 Número de plantas de C. arvensis que se contaron el cinco de septiembre en el experimento "B". El Salatillo, Tenamaxtlán, Jal. Verano de 1988. 78
- 19 Número de plantas de C. arvensis que se contaron el 18 de septiembre en el experimento "B". El Salatillo, Tenamaxtlán, Jal. Verano de 1988. 79
- 20 Número de plantas de C. arvensis que se contaron el dos de octubre en el experimento "B". El Salatillo, Tenamaxtlán, Jal. Verano de 1988. 80
- 21 Rendimiento de maíz, kg por parcela útil en mazorca obtenidos en el experimento "A". El Salatillo, Tenamaxtlán, Jal. Verano de 1988 81
- 22 Rendimiento de maíz, kg por parcela útil en mazorca obtenidos en el experimento "B". El Salatillo, Tenamaxtlán, Jal. Verano de 1988 82
- 23 Resultados del análisis de varianza para rendimiento de maíz en mazorca del experimento "A" en una distribución en bloques al azar con 14 tratamientos y cuatro repeticiones. El Salatillo, Tenamaxtlán, Jalisco. Verano de 1988. 83
- 24 Resultados del análisis de varianza para rendimiento de maíz en mazorca del experimento "B" en una distribución en bloques al azar con 14 tratamientos y cuatro repeticiones. El Salatillo, Tenamaxtlán, Jalisco. Verano de 1988. 85
- 25 Conversión del rendimiento promedio de maíz en mazorca de los tratamientos del experimento "B" a kg/ha. El Salatillo, Tenamaxtlán, Jal. Verano de 1988. 86

INDICE DE FIGURAS

Figura		Página
1	Fotomicrografía de una sección fina de una conexión de raíz entre <u>C. rhexifolia</u> y <u>Festuca</u> <u>of. brachyphylla</u> .	10
2	Haustorio de <u>Rhinanthus</u> ilustrando una morfología superficial. (después de Kuijt, 1969).	11
3	A y B Sección longitudinal del haustorio de <u>Castilleja</u> . C Y D Sección longitudinal del haustorio de <u>Castilleja</u> , perpendicular a la raíz.	13
4	A. Células digitales en dirección próxima al xilema del hospedero. B. Sección longitudinal a través del endofito ilustrando la continua conexión vascular entre parásito y hospedero (flecha) (100 x).	14
5	A. Sección longitudinal a través del colénquima medular del haustorio. B. Sección longitudinal a través del endofito. Tiene filamento xilémico diferenciado dentro (200 x).	15
6	A. Sección longitudinal del haustorio joven después que el endofito se inició (100 x). Dobbins y Kuijt.	16

- 6 B. Sección longitudinal del haustorio bajo luz polarizada. 16
- 7 A. Sección longitudinal de células digitales del endofito.
B. Micrografía electrónica de porciones de células digitales. 17
- 8 A. Micrografía electrónica de como se lleva a cabo la transferencia celular.
B. Elemento xilémico del hospedero en estado inicial de degradación. Flechas punteadas en dirección al plano vesicular presumiblemente es el resultado de un desperfecto del tonoplasto (3000 x) Dobbins y Kuijt (1973). 18
- 9 A. Miembros vasales dentro del endofito, contiene material granular frecuentemente (flecha) (450 x).
B. Sección longitudinal a través del endofito. 19
- 10 Dibujo de un haustorio de cúscuta al hacer contacto con un tubo criboso en el floema del huésped. Citado por Bidwell (1983). 27
- 11 Mapa del Estado de Jalisco, ubicación del municipio de Tenamaxtlán y lugar del experimento. 41

RESUMEN

Poco se sabe en México sobre las pérdidas de maíz causadas por el parasitismo de la maleza Castilleja arvensis.

Este trabajo tuvo el fin de conocer con mayor precisión su biología y la identificación de algún herbicida, dosis y época más adecuada para su combate en cultivos de maíz.

El 21 de febrero y 23 de mayo de 1989, se probó germinación de sus semillas in vitro sobre medios Knudson, Vacin-Went, Murashige-Skoog y; tratadas con Ethrel.

El verano de 1988, en el municipio de Tenamaxtlán, Jal. se establecieron dos experimentos para evaluar su control con herbicidas a base de atrazina, terbutrin, metolachlor y bromoxinil, aplicados superficialmente en pre y postemergencia al cultivo y a la maleza en cuestión.

Los sustratos para germinación contenían agar y sales minerales a un pH de 5.4, se tomó nota de algunos estadios de la maleza, se sembró la variedad de maíz "Copo blanco", los herbicidas se aplicaron manualmente.

Los resultados fueron los siguientes; la germinación de semillas inició a los 16 días en los medios Knudson, Vacin-Went y Murashige-Skoog. No germinaron las tratadas con Ethrel.

La maleza apareció a los 65 días, inició su floración a los 81, a los 107 principió la producción de semillas y su muerte sucedió a los 128 días. La acción de los herbicidas no fué eficaz debido a que las semillas germinan sobre las raíces de las plantas de maíz a gran profundidad. El análisis estadístico no reportó diferencia significativa entre tratamientos para el número de malezas. Para rendimiento de maíz, solo el testigo enhierbado todo el ciclo, resultó estadísticamente diferente al resto de los tratamientos en ambos experimentos.

I. INTRODUCCION

El maíz sigue siendo el cultivo de temporal más importante en México. Por ejemplo; en 1986 se sembraron alrededor de 6 300 000 hectáreas, de las que aproximadamente la mitad se sembraron en condiciones más favorables y la otra mitad en condiciones de baja precipitación (SARH-INIFAP, 1986).

En 1988, en Jalisco se sembraron 732 218 hectáreas cuya producción fue de 1 345 816 toneladas (SARH, 1988).

En siembras realizadas en los municipios de Tenamaxtlán, Juchitlán, Unión de Tula y Tecolotlán, ha surgido la maleza Castilleja arvensis conocida localmente como "rosa", como un problema que disminuye los rendimientos de maíz (aunque no se han cuantificado con precisión) al parasitar las raíces de estas plantas.

El ejido San Ignacio, perteneciente al municipio de Tenamaxtlán, Jal., con una superficie cultivada de 1000 hectáreas aproximadamente, con dicho grano, la maleza citada ha infestado prácticamente el 100 % de los suelos, lo que los ha convertido en muchos casos en incosteables para esta explotación.

1.1 Objetivos.

Los objetivos que se pretende lograr con este trabajo son:

1. Conocer con mayor precisión la biología de C. arvensis
2. Identificar algún producto herbicida, dosis y época más oportuna para combatir esta maleza en cultivos de maíz de temporal.

1.2 Hipótesis.

- a) Las semillas de C. arvensis germinan a los 30 días después de sembradas in vitro sobre sustratos nutritivos Knudson, Murashige-Skoog, Vacin-Went y; al ser tratadas con soluciones de Ethrel en distintas concentraciones.
- b) El ciclo vegetativo de esta maleza es diferente al de otras malezas que crecen en cultivos de maíz de temporal.
- c) Mediante el uso de herbicidas a base de atrazina, terbutrin, metolachlor y bromoxinil, en diferentes dosis, mezclas y aplicaciones desde pre y postemergencia al cultivo y a la maleza, se controlará su aparición y el tratamiento que tenga el menor número de éstas, tendrá el mayor rendimiento de maíz.



BIBLIOTECA CENTRAL

II. REVISION DE LITERATURA

2.1 Descripción botánica de la familia Scrophulariaceae y del género Castilleja spp.

Según Reiche (1975), sus características botánicas son: Flores cigomorfas, hermafroditas. Cáliz persistente de 4 a 5 divisiones. Corola semipétala, generalmente pentámera y más o menos bilabiada. Cuatro estambres didínamos, rara vez 5 ó 2. Frecuentemente hay un estaminodio en las flores bilabiadas. Un disco debajo del ovario, es bilocular, con varios ovulos en cada división. Estigma sencillo o bipartido. El fruto es una cápsula dehiscente en dos valvas. Hierbas, arbustos, rara vez árboles, con las hojas alternas u opuestas sin estípulas. Flores axilares, solitarias o cimoso-paniculadas.

Se compone de las siguientes subfamilias:

1. Subfamilia de las Pseudosoláneas; cuyo género principal es Verbascum L.

2. Subfamilia Antirrinóideas; cuyos géneros son:

Calceolaria L; Antirrhinum L; Linaria Juss; Pentstemon Nitch; Herpestis Gaertn; Mimulus L; Limosella L.

3. Subfamilia de las Rinantoideas.

sus géneros principales son:

Sibthorpia L; Verónica L; Escobedia L; Buchnera L; Seimeria Pursh; Lilvia Benth; Castilleja L; Pedicularis Lamourouxia H. B. Kath.

Es una familia extensa, compuesta principalmente de hierbas y unos pocos arbustos y lianas.

Powlonia es el único género de árbol. Algunos géneros de hierbas son semiparasíticos, forman parte de su alimentación muchas plantas, frecuentemente miembros de las gramíneas.

La Universidad de Oxford (1979), registró que esta enorme familia es de limitados usos económicos; quizá los más importantes son los de tipo medicinal y las de hábitos parásitos o semiparásitos de plantas hospederas a quienes les roban agua y minerales para su nutrición.

Rzedowski (1985), citó la siguiente descripción botánica del género Castilleja L:

Plantas herbáceas, anuales o perenes, a veces leñosas en la base; tallos erectos o decumbentes; hojas sésiles, alternas o en ocasiones opuestas en la base de los tallos, enteras o pinnatifidas; flores sésiles o pediceladas, solitarias o axilares, en espigas terminales, o bien, en racimos, brácteas generalmente prominentes, conspicuas, verdes, o con frecuencia parcial o totalmente de color rojo, amarillo, naranja o púrpura; cáliz a menudo también coloreado, tubuloso, comprimido con dos a cuatro lóbulos o segmentos; corola con el tubo incluido en el cáliz, limbo bilabiado, labio superior erecto, angosto, en forma de casco (gálea), labio inferior reducido a tres cortos lóbulos y en ocasiones con una especie de callosidades; estambres 4, didínamos, insertos en el tubo de la corola, anteras oblongo-lineares; estilo filiforme; fruto capsular, ovoide u oblongo, bilocular, con dehiscencia loculícida; semillas numerosas, con la testa floja, reticulada. Plantas a menudo hemiparásitas de raíces. Género de más de 200 especies enteramente americano a

excepción de una especie que se conoce en Siberia.

El mismo autor cita la clasificación de Castilleja arvensis Cham y Schlecht:

Hierba anual, tallos erectos de 25 a 80 cm de alto, hispido-pubescentes, la parte basal generalmente cubierta de pequeños tubérculos (berrugas), hojas espatulado-lanceoladas a lanceolado-oblongas, de 1.5 a 7 cm de largo, ápice agudo u obtuso, base atenuada, hispido-hirsutas trinervadas, inflorescencia en espiga con numerosas flores subsésiles, brácteas de color rojo, abovadas, de 1.6 a 1.8 cm de largo, ápice redondeado, pilosas, cáliz de 0.9 a 1.8 cm de largo, sus segmentos hispidos, obtusos o redondeados y teñidos de color rojo en el ápice, corola de 1.7 a 2.2 cm de largo, de color rojo-amarillento, gálea de más o menos 7 mm de largo, labio inferior dividido en tres lóbulos y con un par de callosidades en la base, anteras de más o menos 3 mm de largo, estigma bilobulado, cápsula de 7 a 8 mm de largo, semillas oblongas de 0.8 a 1 mm de largo, de color café. "Cresta de gallo", "Cola de borrego", "Rosilla", "Copete de grulla", etc. Zumpango y Villa Nicolás Romero, Tlalpan, Milpa Alta, Texcoco, Juchitepec y Amecameca. Altura 2250 - 2800 m s. n. m. Se le encuentra en bosques de Abies, Quercus y Pinus, en matorrales, orillas de caminos y sobre todo como arvense en cultivos de maíz. Fuera del área se distribuye de Sinaloa a Veracruz y al Sur hasta Sudamérica.

2.2 Características más importantes de plantas parásitas o semiparásitas.

Algunas especies han desarrollado la capacidad de obtener parte o todo su alimento directamente de los te-

jidos de otras plantas. Un organismo así se conoce como un parásito y su víctima como huésped. Los tejidos de la planta huésped son perforados por raíces pequeñas modificadas, los órganos chupadores o haustorios que pueden crecer ya sea de la raíz o del tallo de la parásita. Penetran a los haces vasculares o regiones de almacenamiento del huésped y extraen de allí su provisión de alimento elaborado. Las parásitas muestran ciertas modificaciones estructurales características, notablemente la ausencia o mal desarrollo de raíces normales, una reducción en el tamaño de las hojas y una pérdida total o parcial de la clorofila. Algunas parásitas, particularmente las que atacan a las raíces de otras plantas, pueden ser solo parcialmente parásitas, (Sinnott Edmund W. Wilson Katherine S. 1983).

2.2.1 Plantas vasculares parásitas.

La cúscura (Cúscura spp), es una hierba ampliamente distribuida, trepadora filiforme que crece sobre las plantas vasculares. Sus semillas germinan produciendo tallos verdes muy delgados que crecen sobre la superficie del suelo hasta que alcanzan un huésped adecuado alrededor del cual se enredan. Las raíces adventicias emergen del tallo de la cúscura para penetrar en el huésped, donde se ponen en contacto tanto con el xilema como con el floema. Estas raíces especializadas, así como otro tipo de órganos de absorción de los parásitos son denominados haustorios. Una vez que la cúscura se ha establecido en su huésped pierde contacto con el suelo pero continúa su crecimiento extrayendo el agua y los alimentos de la planta huésped, hasta que finalmente produce flores y semillas.

La cúscura no tiene hojas y tiene un color pardo amarillento, pero sus tallos contienen clorofila, de tal forma que la planta depende completamente de su soporte en lo que al agua se refiere. Por lo tanto se denomina parásito parcial (Doubenmire, 1982).

Así mismo las orobancas (Doubenmire, ibid), entre las que están : Orobanche, Conopholis, Epifagus y otras Orobanchaceae, son hierbas completamente parásitas de las raíces de plantas con semillas. Las raíces de sus plántulas están conectadas a las raíces de las huéspedes adecuadas y en algunos casos las semillas no germinan a menos de que estén en contacto con la raíz del huésped adecuado. Las partes aéreas son sencillamente inflorescencias de color pardo que carecen de clorofila. Esta familia está muy relacionada con Scrofulariaceae, en la cual muchos géneros comunes son parásitos facultativos de las raíces, por ej., Castilleja, Pedicularis, Melampyrum y Gerardia u obligadas como Striga. En el caso de esta última, sus semillas son estimuladas para germinar al tener contacto con las raíces de las especies que pueden parasitar, la rotación de los cultivos ayuda a controlar la planta.

Rafflesia, es un género de plantas malayas parásitas de las raíces de Vitis. Sus partes vegetativas son de forma miceloide y se encuentran totalmente contenidas en las raíces de su huésped (Doubenmire, ibid).

El muérdago (Loranthaceae), es una planta enana en forma de arbusto que crece arraigada en las ramas de los árboles, sus haustorios están conectados con los tejidos vasculares del hospedero, pero por poseer clorofila son parásitos parciales (Doubenmire, ibid).

2.3 Hábitos semiparasíticos del género Castilleja.

Son muchas las especies que comprende este género. Dobbins y Kuijt en 1973, señalaron que se conoce más de un centenar de miembros verdaderos de la Scrophulariaceae-Rhinantoideae que son parásitas de raíces. A esta subfamilia pertenece Castilleja arvensis.

El criterio considerado para definir a C. arvensis como maleza semiparasítica de raíces de plantas de maíz, se tomó después que las raíces de la maleza se unían con las raíces de las plantas de maíz y que estas últimas experimentaban deficiencia de nutrimentos, agua, madurez prematura y baja en el rendimiento de grano en condiciones consideradas adecuadas de humedad, fertilización o cultivo (Rodríguez, 1986).

La forma en que las raíces de las plantas vasculares parásitas o semiparásitas se unen a las raíces de sus hospederos, es por órganos especializados llamados haustorios. Douglas (1973), señaló que Castilleja rhexifolia Rydb, parasita raíces de Festuca of. Brachyphylla Schultes, la unión entre raíces se efectúa mediante un sistema continuo de tráqueas o nódulos que penetran en el tejido de Festuca. Figura 1.

Dobbins y Kuijt (op cit), consignaron lo siguiente sobre los haustorios de Castilleja lutescens y C. oussickii:

Los haustorios de Castilleja lutescens y C. oussickii tienen forma esférica de un tamaño superior a 1 ó 2 mm de diámetro. Figura 2.

El haustorio se compone de epidermis, región cortical y la región asociada al sistema vascular (endofito), es raro encontrar floema en estos órganos (aunque sí exis

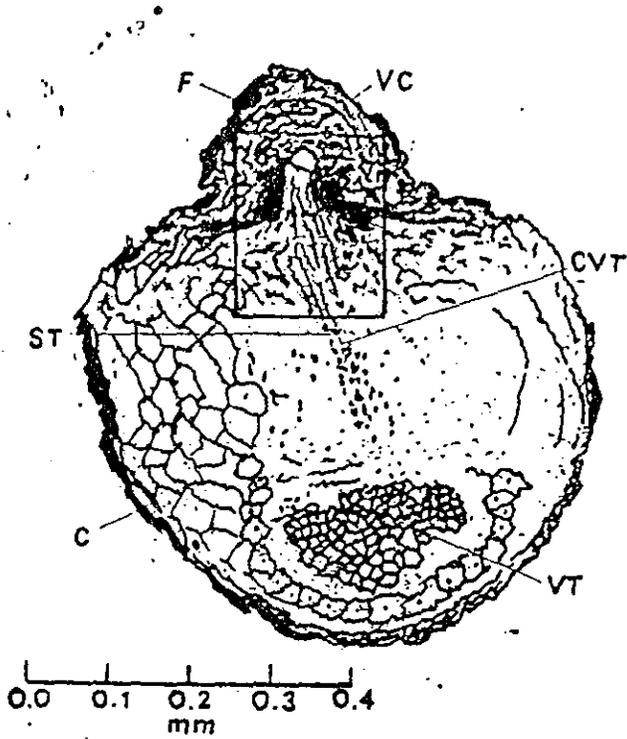


Figura 1. Fotomicrografía de una sección fina de una conexión de raíz entre C. rhexifolia y Festuca cf. brachyphylla.

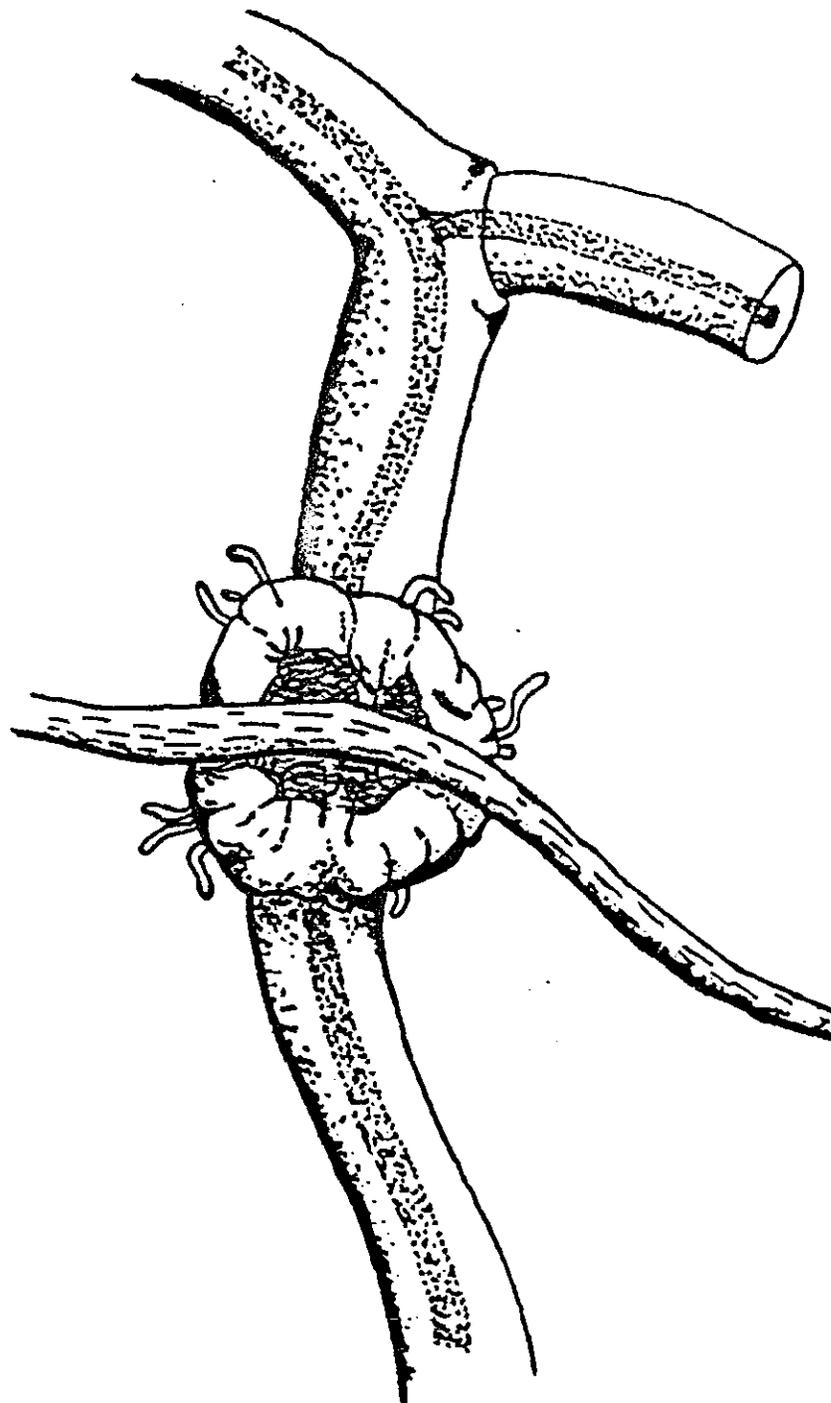


Figura 2. Haustorio de Rhinanthus ilustrando una morfología superficial. (después de Kuijt, 1969).

te, ver Kuijt y Dobbins, 1971).

La etapa inicial de la formación haustorial resulta de un alargamiento de células corticales. El centro del haustorio se compone de células del colénquima, tejido nunca antes reportado para haustorios. Cuando la punta del haustorio penetra al xilema del hospedero lo abre y lo separa del floema. Las células endofitas (penetrantes) del haustorio, contienen abundante lípido, mientras que las células epidérmicas de éste (haustorio) en contacto con las raíces del hospedero aparecen incrustadas. Figuras 3 y 4 (Dobbins y Kuijt, ibid).

Los elementos de diferenciación vasal del haustorio están localizados a lo largo de la periferia medular del colénquima y descienden desde el xilema radical principal del parásito, hacia el xilema del hospedero. Figura 5. Las células digitales del haustorio se ponen en contacto con las células del xilema del hospedero, desintegran sus paredes y toman sus materiales inorgánicos y agua. Figuras 6 y 7. Las células del hospedero son degradadas con la invasión del haustorio, las membranas celulares, el retículo endoplásmico, los tonoplásmos y el plasmalema aparentemente se rompen y forman pequeñas vesículas. Figura 8. Los organelos desaparecen y después el lumen de las traqueidas jóvenes se llenan con un material granular, (Dobbins y Kuijt, ibid). Figura 9.

No se conocen los componentes que toma Castilleja arvensis de las raíces de las plantas de maíz, pero de acuerdo a los síntomas que presentan las últimas, es de esperarse que agua, sustancias inorgánicas o carbohidratos, estén implicados como las fuentes principales extraídas.



Figura 3. A y B Sección longitudinal del haustorio de Castilleja.

C y D Sección longitudinal del haustorio de Castilleja, perpendicular a la raíz.

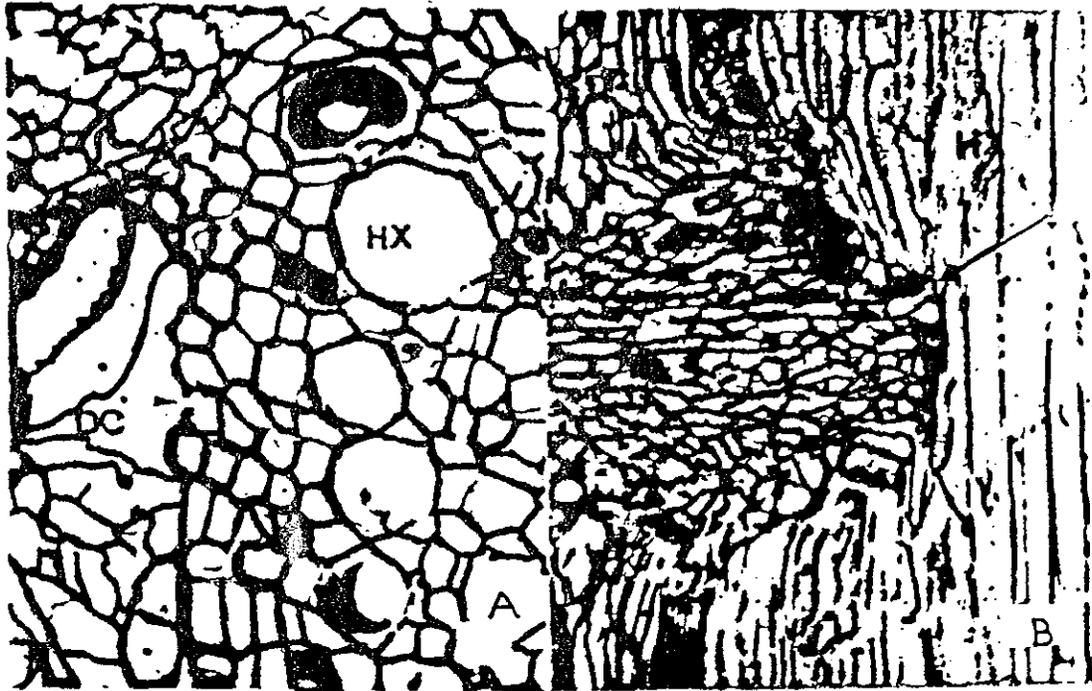


Figura 4. A. Células digitales en dirección próxima al xilema del hospedero.
B. Sección longitudinal a través del endofito ilustrando la continua conexión vascular entre parásito y hospedero (flecha) (100 x).



Figura 5. A. Sección longitudinal a través del colénquima medular del haustorio.

B. Sección longitudinal a través del endofito. Tiene filamento xilémico diferenciado dentro (200 x).

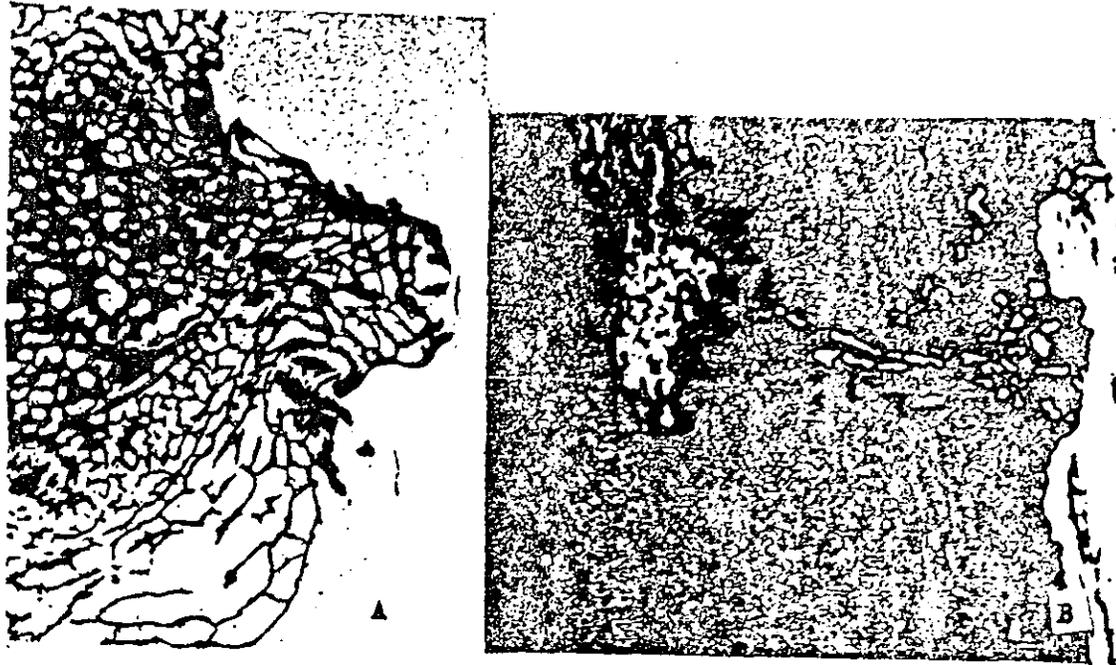


Figura 6. A. Sección longitudinal del haustorio joven después que el endófito se inició (100 x). Dobbins y Kuijt.

B. Sección longitudinal del haustorio bajo luz polarizada.



Figura 7. A. Sección longitudinal de células digitales del endofito.

B. Micrografía electrónica de porciones de células digitales.

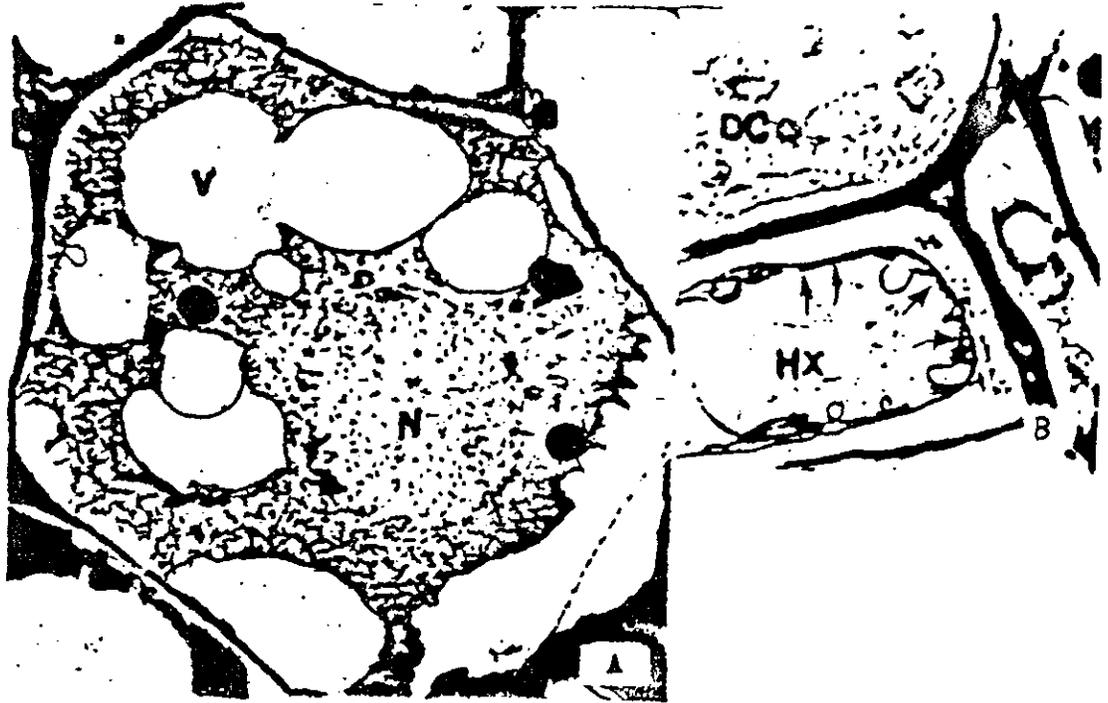


Figura 8. A. Micrografía electrónica de como se lleva a cabo la transferencia celular.

B. Elemento xilémico del hospedero en estado inicial de degradación. Flechas punteadas en dirección al plano vesicular presumiblemente es el resultado de un desperfecto del tonoplasto (3000 x) Dobbins y Kuijt (1973).

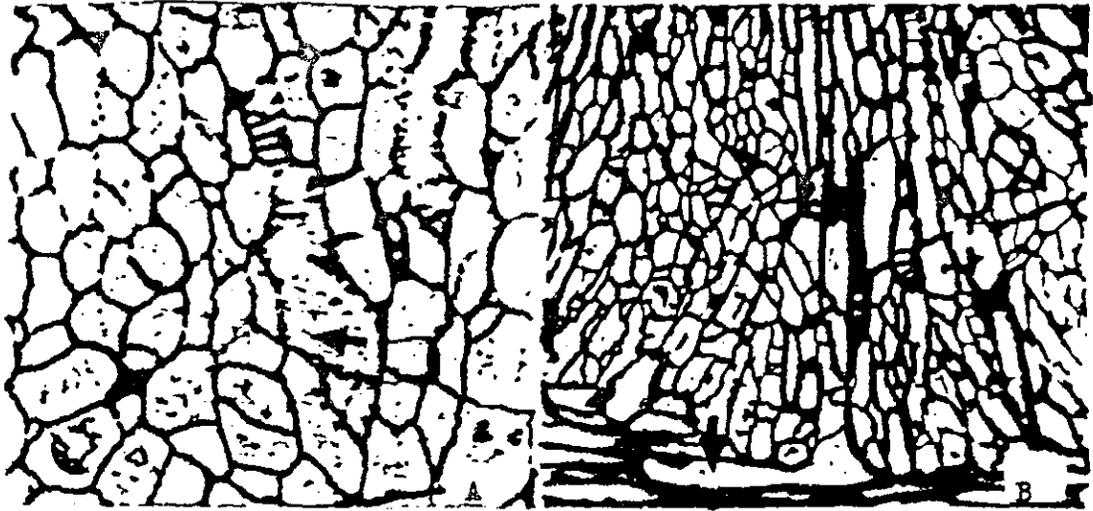


Figura 9. A. Miembros vasales dentro del endofito, contiene material granular frecuentemente (flecha)(450 x).
B. Sección longitudinal a través del endofito.

2.4 Factores ecológicos de Castilleja arvensis.

No está al alcance de este trabajo exponer con todo detalle el habitat de Castilleja arvensis, aquí se habla de los aspectos más marcados de esta maleza en su relación hemiparásita con cultivos de maíz de temporal.

Según Wilson-Loomis (1980), los factores ecológicos más importantes que determinan el crecimiento de plantas en una área determinada son:

A) Climatológicos, B) Edafológicos, C) Bióticos

A) Climatológicos:

1. Temperatura
2. Humedad atmosférica
3. Precipitación
4. Duración del día
5. Viento
6. Intensidad de la luz

B) Edafológicos:

1. Acidez del suelo
2. Alcalinidad
3. Salinidad
4. Profundidad
5. Condiciones de drenaje

C) Bióticos:

1. Aprovechamiento de la planta
2. Su relación con otras plantas
3. Su relación con animales superiores e insectos

2.4.1 Aspectos básicos de los factores ecológicos:

Temperatura. La temperatura influye en todas las actividades de las plantas; en la absorción del agua, la

fotosíntesis, la transpiración, la germinación, el crecimiento y la respiración. No solo son importantes las temperaturas extremas, sino también su duración en relación con la longitud de la estación de crecimiento (Wilson-Loomis, ibid).

Agua. La precipitación pluvial anual es el factor más importante en la determinación de los límites de distribución de las plantas. Sin embargo, su influencia puede ser modificada por factores secundarios como: la repartición de las precipitaciones a lo largo de todo el año, el volúmen de cada precipitación, el declive del terreno, la permeabilidad del suelo y su capacidad de retención de agua, la velocidad del viento y la temperatura (Wilson-Loomis, ibid).

Luz. La luz es el tercer factor ecológico importante que determina la distribución de las plantas y la formación de las comunidades vegetales.

Algunas especies se desarrollan con luz de poca intensidad y se dice que son especies tolerantes de la sombra (Wilson-Loomis, ibid).

Temperatura del suelo. La temperatura del suelo es un factor importante en el crecimiento de las plantas, especialmente por su acción sobre la absorción del agua y de los minerales. Cuando la temperatura es baja, disminuye la intensidad de la respiración de las raíces, éstas crecen más lentamente y avanzan menos en nuevas áreas donde hay agua y minerales disponibles. La absorción de agua y sustancias minerales en contacto efectivo con las raíces decrece también al bajar la temperatura, (Wilson-Loomis, ibid).

p.H. del suelo. Muchas plantas silvestres y cultivadas crecen en suelos con pH muy variable, en tanto que otras solo crecen en suelo ácido o alcalino (Wilson-Loomis, ibidem).

Competencia. Mientras la planta vive como individuo aislado, su crecimiento es afectado solo por factores ambientales, como el clima y el suelo. Pero cuando las plantas se reúnen en grupos o comunidades, se inicia entre ellas la competencia en todas las etapas de su desarrollo. Esta competencia se observa principalmente en lo que se refiere al agua, la luz y los elementos esenciales del suelo (Wilson-Loomis, ibidem).

2.4.2 Concepto de ecología.

La Academia Nacional de Ciencias de los Estados Unidos de Norteamérica (1986), definió que ecología es el estudio de las relaciones recíprocas entre organismos y su medio ambiente.

La misma Academia cita que: la ecología de las plantas nocivas, explotan los nichos ecológicos que quedan abiertos en los lugares que el hombre ha alterado para su uso.

2.4.3 Ecología de la región.

A) Clima.

El clima de esta región es semicálido y semiseco, según lo consignó INEGI en 1986, con un régimen de lluvias en los meses de junio a octubre, que representan el 84 % del total anual. La precipitación media está comprendida entre 600 y 700 mm.

Se observa que la precipitación influye en la cantidad de esta maleza semiparásita en la medida que permite

un buen desarrollo vegetativo del cultivo, o sea; un mejor cultivo crea las condiciones para un mayor número de Castilleja arvensis.

La misma fuente, citó que los meses más calurosos son mayo y junio, con temperaturas medias de 20°C a 22°C y una máxima de 40°C. El rango de heladas es de 0 a 22 días anuales en diciembre, enero y febrero. Las granizadas van de 0 a 4 días anuales en julio y agosto principalmente.

La maleza crece de agosto a octubre, en un medio con poca luz directa del sol, ya que vive al pié de las milpas cuando el cultivo ya cerró, generalmente no llega a crecer 1.00 m.

B) Topografía.

La topografía es muy accidentada, la mayor parte son suelos con pendientes onduladas cuyo declive es superior al 5%.

Los suelos predominantes en la región son Vertisoles y Feozem (S.P.P. 1981).

Donde más frecuentemente crece Castilleja arvensis es en lomas con suelos de buen drenaje interno y superficial, de poca profundidad (15 - 30 cm), de textura media (porosos) a gruesa. También se ve creciendo en mesetas semiplanas y partes bajas cuya capa arable es mayor a 1.00 m. El color de los suelos oscila entre gris claro, semi-rojo y negro.

Rodríguez (op cit), señaló que el análisis químico de nueve muestras de suelo, de las que cinco fueron tomadas de campos altamente infestados y cuatro de donde se ve menos, reportaron los siguientes pH:

Las cinco primeras: 6.9; 7.6; 8.0; 7.8 y 7.8 .

Las cuatro últimas: 6.8; 6.9; 6.5; y 6.6 .

Las semillas de la maleza son incorporadas al suelo con las labores de preparación y cultivo. La cantidad de plantas por metro cuadrado depende del grado de infestación, de las condiciones de manejo del cultivo. En suelos altamente infestados, bien manejados, libres de otras malezas y un buen desarrollo vegetativo del cultivo, se ve en mayor cantidad.

C) Aspectos bióticos.

1. Aprovechamiento de la planta.

En la región no tiene ningún aprovechamiento esta maleza hemiparasita.

2. Su relación con plantas de maíz.

C. arvensis, parasita las raíces de las plantas de maíz. Las semillas al estar en contacto con raíces de plantas de maíz en alguna forma empiezan a tomar sustancias nutritivas para germinar, después de esto, se adhieren a ellas y toman las sustancias necesarias hasta que crecen lo suficiente para alcanzar la superficie del suelo e iniciar la fotosíntesis. Este periodo es el más crítico para la planta de maíz ya que presenta los estragos del parasitismo de que es objeto, como: amarillamiento, marchitamiento, vejes prematura y tallos delgados. Esto sucede generalmente a partir de la floración o poco antes y continúa durante el resto de vida del cultivo, esto origina bajas importantes (no cuantificadas) en los rendimientos de maíz.

Considerando la forma de acción de los haustorios, es de esperarse que los tejidos de conducción de las raf-

ces (floema y xilema) extraen sustancias elaboradas, sales minerales y agua para su crecimiento y desarrollo normal. Font Quer (1978), citando a De Candolle, define al haustorio como equivalente a chupador y agrega:

"Los haustorios penetran en los tejidos de las plantas hospederas. En ellos pueden distinguirse una porción externa más o menos engrosada, y el verdadero chupador, que es interno. Los haustorios pueden originarse a partir de las raíces, como en algunas plantas llamadas semiparasitas (Thesium y diversas Scrophulariaceae rinantoideas) y asirse a las raíces de sus hospederos".

C. arvensis se ve al pié de las milpas a partir de la segunda quincena del mes de agosto, llegando a su máximo desarrollo a fines de septiembre, cuando el maíz se encuentra en llenado de grano, considerando que el temporal de lluvias se inició en la segunda quincena de junio.

Otros factores que influyen en su prematura aparición son:

Al ser eliminada la población de otras especies de maleza C. arvensis aparece como dominante, pero en suelos mal trabajados con abundancia de malas hierbas, su aparición es más tardía y en menor número.

Las primeras Castillejas del ciclo se ven cuando el cultivo de maíz alcanza una altura mayor de un metro. Los síntomas visuales de daño a las milpas (ya señalados) son:

Marchitamiento. Aún en buenas condiciones de humedad en el suelo.

Color verde claro. Tal como si tuvieran deficiencia de nutrientes, aún en buenas condiciones de fertilización.

Tallos delgados. De tal forma que cuando florecen presentan las siguientes características:

- a) Si C. arvensis aparece antes de que la milpa espi gue (floración masculina) la floración femenina se presenta anormalmente tarde y rara vez se logra formar una mazorca normal.
- b) Si aparece después de la floración masculina y femenina, la mazorca no llena normalmente y su peso es más bajo comparado con mazorcas que crecieron en partes no infestadas de la maleza.
- c) En los lugares (manchones) donde hay Castilleja la milpa envejece prematuramente, esto trae consecuentemente un forraje de mala calidad.

Bidwell (1983), señala que las plantas que padecen parasitismo ven alterada su función de fotosíntesis, respiración, metabolismo del nitrógeno y translocación. La fotosíntesis disminuye. Aumenta hasta 10 veces la respiración comparada con un tejido sano, debido quizá a la ruptura de barreras que separan sustratos y enzimas o a la respiración de azúcares y otros compuestos solubles que se movilizan de manera característica al sitio infectado. El hospedero usa grandes cantidades de nitrógeno para formar proteína del parásito. Muchas enfermedades se caracterizan por marchitez o "damping off" causada por interferencia del transporte del agua. Figura 10.

Shaw (1962), consigna que una planta de maíz puede tener adheridas desde una hasta más de veinte plantas parásitas. En el lugar de este trabajo se han contado más de 80.

Cuando se extrae una planta de maíz parasitada, se

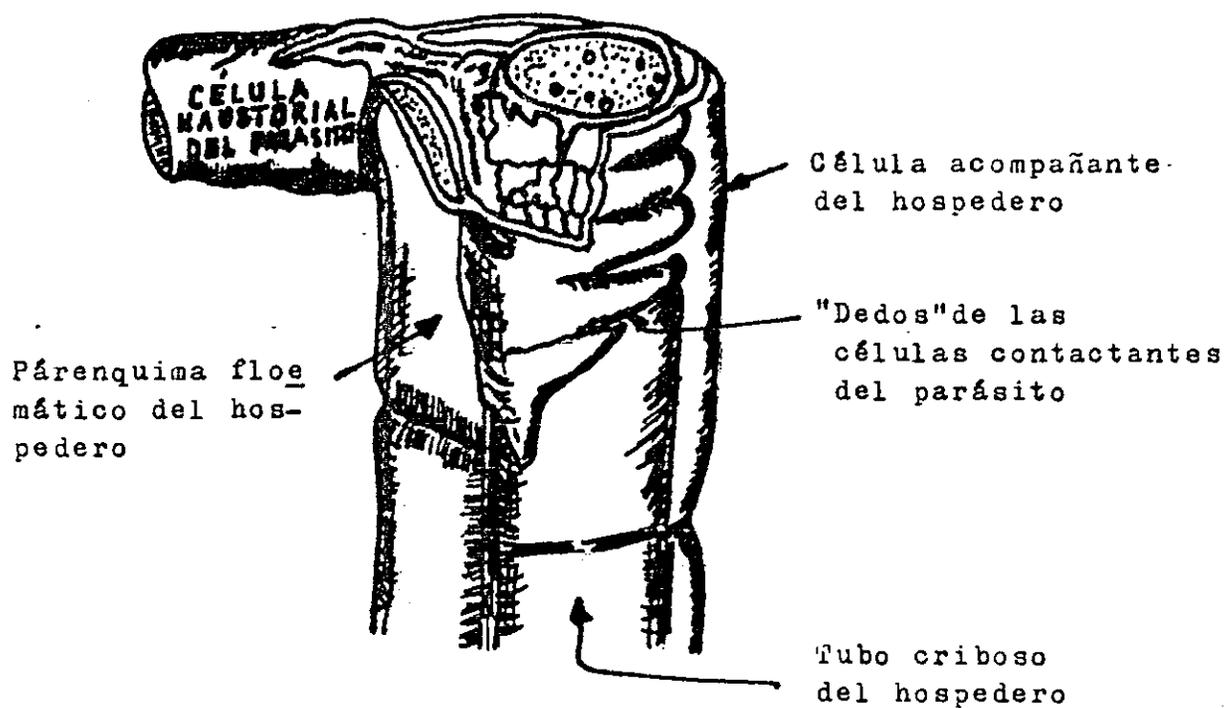


Figura 10. Dibujo de un haustorio de cúscura al hacer contacto con un tubo criboso en el floema del huésped. - Citado por Sidwell (1983).

ve que las plántulas se adhieren a su raíz desde diferentes profundidades (hasta 15 cm), éstas se originan como diminutas verrugas blancas que luego van tomando la forma de tallos suculentos de diámetro aproximado a un lápiz o poco más delgadas, con pequeños residuos alternos que son hojas deformadas por falta de espacio y luz. Los tallos se vuelven verdes al emerger a la superficie.

En el cuadro 1 se presenta la disminución del peso de mazorcas de maíz ocasionado por el parasitismo de C. arvensis, según el PLAT (1968).

Cuadro 1. Disminución del peso de mazorcas de maíz ocasionado por el parasitismo de C. arvensis

Plantas parásitas por mata o planta	Mazorcas muestreadas	Peso \bar{X} de la mazorca (g)	Reducción en peso %	Plantas sin mazorca (%)
San Antonio Juanacastle, Jalisco, noviembre de 1967				
0	363	198	0	2
1 - 3	262	154	23	4
4 - 6	164	140	29	5
7 +	190	77	39	19
Las cruces, Jal., (Municipio de Ixtlahuacán) dic., de 1967				
0	118	130	0	0.8
1 - 3	287	95	27	17
4 - 6	75	77	41	27
7 +	45	61	54	29

Rodríguez y Calderón (1985) realizaron trabajos de eliminación manual de la maleza en tres ocasiones en el mismo sitio y se observó que aparecía una nueva generación igualmente abundante (hasta 100 plantas por m²), esto su-

giere que solo germinan las semillas que pueden parasitar la planta de maíz momentáneamente.

Poco se conoce en relación con la germinación de estos órganos, observaciones de campo indican que las semillas que se producen en un ciclo no germinan al siguiente año, sino hasta que pasa cierto tiempo en el suelo (latencia) y hay un sustrato adecuado se inicia el ciclo vegetativo de otra generación de este hemiparásito.

Agrios (1985), refiriéndose a semillas de Striga asiática, menciona que este parásito inverna en forma de semillas, la mayoría de las cuales en general, requieren un periodo de reposo de 15 a 18 meses antes de germinar, aunque algunas de ellas germinan sin pasar por un estado de reposo.

Conocer el proceso de germinación de semillas de cualquier maleza, es determinante para controlarla, esto ha sido demostrado en la práctica por el uso de herbicidas de acción preemergente, los que actúan durante dicho proceso bloqueándolo.

Pero hay semillas que necesitan como condición, un hospedero adecuado para provocar el proceso de germinación, de lo contrario no germinan comunmente, tal es el caso de S. asiatica y por las características que presenta C. arvensis es posible también que suceda algo semejante.

En ciertas ocasiones es necesario probar germinación de semillas sobre medios preparados artificialmente (in vitro), ya sea porque las condiciones del medio natural no lo permiten en cualquier momento o por tratarse de semillas muy pequeñas que necesitan de medios especiales para este proceso biológico.

Knudson (1922), estableció que las semillas de orquídeas pudieran ser sembradas sobre agar esterilizado, medio con teniendo azúcar y sales minerales esenciales para el crecimiento y desarrollo de las plántulas, para ello desarrolló una formulación (medio) que lleva su nombre.

Vacin y Went (1949), expusieron que el pH del medio de cultivo inventado por Knudson cambiaba rápidamente mientras las plántulas crecían, este cambio se hacía finalmente ácido, el resultado era que las plantas crecían más lento de lo normal. Para remediar este factor propusieron una formulación de nutrimentos en agar esterilizado que igual al anterior llevó sus nombres.

Murashige y Skoog (1962), inventaron otro medio de cultivo nutritivo, siguiendo una metodología semejante a la propuesta por Knudson. (Universidades del Este, 1979).

La Academia Nacional de Ciencias de los Estados Unidos de Norteamérica (op cit), establece que S. lutea ataca a : maíz, sorgo, caña de azúcar, arroz, trigo, avena, cebada y muchas otras especies de gramíneas. Así mismo agrega que; una sola de estas plantas puede producir hasta medio millón de semillas casi microscópicas, que pueden permanecer en el suelo durante 20 años siendo viables En general para su germinación necesitan de un estimulante segregado por las raíces de la planta huésped o de otras plantas. Después de la germinación la raíz de la planta tiene que entrar en contacto y penetrar las raíces de la planta huésped, de la que se sustenta durante unos 30 días antes de que brote del suelo. Después de esto, produce su propio alimento, pero sigue dependiendo de su hospedero en lo referente a agua y minerales. Las flores aparecen tres o cuatro semanas después del brote y

y las vainas de semilla maduran y abren tres semanas más tarde. La germinación y el parasitismo siguen durante toda la temporada mientras haya plantas huésped.

Después de su descubrimiento, tomó medidas importantes para erradicarla. Entre los estudios realizados para tal efecto se mencionan los siguientes:

Egley y Dale (1960), señalan que en condiciones de laboratorio se logró hacer germinar semillas de S. asiatica mediante etileno en concentraciones de 0.01 y 0.1 ppm., diluido en agua. Los mismos investigadores (1970) haciendo aplicaciones de Ethrel a concentración de 32 y 64 en campos sembrados de maíz infestados, establecieron que se previno el parasitismo y el rendimiento de grano no se vió afectado. En el mismo año, demostraron que tratando semillas con Ethrel sobre suelos con pH de 5.5 y 6.5 germinaron bien.

Eplee (1975), consigna que Strigol es un regulador de crecimiento formado en el exudado de raíces de ciertas plantas. Al ser sintetizado artificialmente y aplicado al suelo a concentración de 0.3 ppm (0.7 kg/ha) indujo germinación de semillas de Striga asiatica. Este mismo autor menciona que el gas etileno estimula la germinación de dichas semillas, el gas se difundió más allá de 120 cm horizontalmente desde el punto de inyección y más allá de 90 cm abajo de la superficie del suelo. Índices de 0.42 kg/ha inducen germinación de semillas en suelo arenoso y 1.1 kg/ha en suelo arcilloso. En Carolina del Norte y Carolina del Sur, aplicaciones de este producto, redujeron en un 90 % la infestación de esta mala hierba con solo un tratamiento, las máximas respuestas se obtuvieron entre abril y julio.

Johnson, Rosebery y Parker (1976), señalan que Strigol al ser aplicado en concentración de 10^{-9} M estimula germinación de semillas de Striga y Orobanche.

Eplee, Carter y Moody (1976), consignan que el gas etileno es inyectado al suelo agrícola infestado de semillas de maleza bruja (S. asiatica) desde un equipo especial, el cual consiste de un depósito o cilindro de 11 cm X 68 cm (conteniendo el gas) con un regulador y probador. El probador es insertado al suelo, la valvula de aire se prueba, se calibra y se libera el etileno, los tratamientos deben aplicarse sobre una parrilla de un metro, asegurando la saturación del área.

Upchurch (1974), cita que el etileno es usado sobre más de 14 000 acres de granjas en Carolina del Norte y C. del Sur para el control de la maleza bruja (S. asiatica), al grado que en dos años con tratamientos de 1.5 libras de etileno por hectárea se redujo la infestación en más del 80%, sin dejar residuos perjudiciales en el suelo a los cultivos. El mismo investigador señala que el costo de un tratamiento de etileno es estimado entre 0.75 y 1.5 dolares por acre.

Según lo anterior, el etileno es el producto que más uso ha tenido en los E.U.A., para erradicar las infestaciones de S. asiatica sin necesidad de un hospedero, ello se ha logrado a un costo económico.

Ethrel, es el producto hormonal comercial, que al ser aplicado sobre semillas, suelo u otros órganos como frutos, tallos, etc., es absorbido y posteriormente se descompone liberando etileno. Seguramente este gas puede ser importante en trabajos relacionados con germinación de semillas de Castilleja arvensis.

La maleza en estudio no parasita cultivos de sorgo, frijol o trigo, rara vez se ve creciendo fuera de los maizales en la región, cuando esto sucede siempre se encuentra parasitando raíces de algún arbusto o maleza que crecen en las orillas de los campos cultivados. Es posible que esta planta haya invadido los cultivos de maíz después que la vegetación natural (hierbas, arbustos y árboles), o sea, sus huéspedes originales, fueron eliminados al ser abiertos estos campos para el cultivo de dicho grano, o bien fue introducida a la región junto con semillas de maíz u otro objeto procedente de otro lugar, dispersándose luego ampliamente hasta convertirse en un verdadero problema.

3. Relación con animales superiores e insectos.

La C. arvensis, no es una maleza apetecida por el ganado, además su ciclo vegetativo concluye antes de que el maíz sea cosechado, y como se dijo; es rara en campos no cultivados. Pierde sus hojas y sus tallos suculentos al final de sus ciclo vegetativo se convierten en imperceptibles talluelos arrastrados por el viento o por el paso de quienes realizan labores de colecta del maíz.

Suele verse parasitada por mosquita blanca (Trialeurodes sp), mordida por pequeños chapulines y sus frutos a veces son parasitados por pequeñas larvas no identificadas. Quizá el aspecto más importante que jueguen los insectos y colibríes sea ayudar en la polinización de sus flores, ya que de acuerdo con Duffield (1971), los géneros de Castilleja con brácteas rojas, en gran parte son polinizados por colibríes.

2.5 Métodos de dispersión.

Castilleja arvensis produce gran cantidad de semi-

llas en una cápsula de aproximadamente ocho mm en su diámetro mayor y tres mm en el menor. Su viavilidad no ha sido investigada. Su tamaño es menor a un milímetro, esto le permite una gran facilidad para dispersarse a grandes distancias a través del viento, aperos de labranza, cuerpo de animales, el agua, las semillas y el forraje de maíz entre otros. Su invasión en los campos de cultivo es lenta, principiando por unas cuantas malezas aisladas en grandes superficies, a las que no se les da importancia y se les deja producir su enorme cantidad de semillas, que sin embargo, no se ve que germinen en los dos o tres años siguientes. Su proceso de propagación seguramente es lento pero prolongado, hasta llegar finalmente a ser tan abundante que pueden ser contadas hasta 100 plántulas alrededor de una planta de maíz, como es el caso del predio de este trabajo.

2.6 Métodos de control usados en el lugar.

Ha sido relativamente poco lo que se ha hecho hasta el momento para tratar de erradicar a C. arvensis en los cultivos de maíz de la región, ello quizá se debe a la poca concientización o desconocimiento que el campesino tiene sobre el daño que le causa y el método más efectivo para controlarla, aunque sabe que origina bajas en el rendimiento de maíz. Otro factor importante que hace que el campesino desatienda y no le de importancia suficiente a esta maleza, es que aparece en un período fuera de toda labor cultural, o sea; después que se han realizado la siembra y la escarda y el cultivo está libre de otras malezas. A veces se arranca manualmente, con machete o se asperja algún herbicida de contacto, pero no en la forma ni en el momento más oportuno, ya que lo adecuado es evi-

tar su producción de semillas y generalmente dichas limpias se hacen solo una vez y cuando no todas las malezas han aparecido, dejándose muchas plantas que producirán se milla suficiente para seguir infestando los campos.

Los herbicidas de contacto, entre los que figuran los elaborados a base de 2,4-D y otros, pueden ser muy importantes y de fácil manejo si se les aplica sobre el follaje de esta maleza semiparásita antes de que madure y de ser necesario hacer una segunda aplicación cuando sea necesario.

Cuando el número de malezas es escaso, lo recomendable será eliminarla a mano.

Durante el ciclo de temporal (1985), Rodríguez y Calderón realizaron un estudio en que se evaluaron algunos productos cuyos resultados se muestran en el cuadro 2. Los resultados que se obtuvieron fueron muy semejantes en lo que se refiere a control de C. arvensis y otras malezas, así como al rendimiento de maíz, no obstante que este suelo estaba muy infestado de la maleza en cuestión.

Casi todas las medias de rendimiento fueron iguales estadísticamente, pues solo hay diferencias significativas entre el tratamiento con Primagram 500 FW en dosis de 6.0 Lts/ha., y los tratamientos con Esteron 47 (T.R.) y Brominal en dosis de 4.0 y 0.5 Lts/ha., respectivamente.

Los rendimientos de grano son relativamente buenos, considerando que se trataba de una variedad de maíz criollo (copo blanco) y que para el ejemplo tenía una densidad de plantas por hectárea de 33 500 aproximadamente, sembradas en mata (con tres plantas) y con una distancia entre éstas de 80 a 90 cm, entre surcos de 90 cm aproximadamente.

Cuadro 2. Resultados de la prueba de comparación de Duncan (5%) entre medias de rendimiento de maíz, con los productos químicos evaluados para el control de Castilleja spp., en condiciones de temporal. El Salatillo, Tenamaxtlán, Jalisco, 1985.

No. Orden	Tratamientos	Dosis Lts. o Kg/ha.	Rendimiento Kg/ha.	
1.	Primagram 500 F.W.	6.0	5156.41	a
2.	Gesaprim 50 P.H.	6.0	4889.27	ab
3.	Brominal	1.0	4637.13	ab
4.	G.Combi + Primagram 500	2+2	4606.77	ab
5.	Primagram 500 FW	4.0	4331.06	ab
6.	Brominal	1.5	4296.06	ab
7.	Gesaprim 50 P.H.	4.0	4199.63	ab
8.	Gesaprim Combi	4.0	4178.20	ab
9.	Gesaprim Combi	6.0	4166.42	ab
10.	Hierbamina	3.0	4124.63	ab
11.	G.Combi + Primag. 500	3+3	4098.56	ab
12.	Hierbamina	2.0	3957.13	ab
13.	T.E.T.C.		3941.06	ab
14.	T.L.T.C.		3811.77	ab
15.	Esteron 47 (T.R.)	4.0	3429.63	bc
16.	Brominal	0.5	3258.56	bc

Media general

4198.89

C.V.

23 %

T.E.T.C. = Testigo enhierbado todo el ciclo.

T.L.T.C. = Testigo limpio todo el ciclo.

T.R. = Testigo regional.

2.7 Descripción y modo de acción de los herbicidas usados

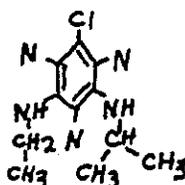
Los herbicidas que se usaron en este trabajo fueron: Atrazina, terbutrin, metolachlor y bromoxinil.

Klingman y Ashton (1980), consignan lo siguiente sobre las triazinas:

Atrazina.

Nombre químico. 2-cloro-4-(etilamino)-6-(isopropilamino)-s-triazina.

Fórmula estructural.



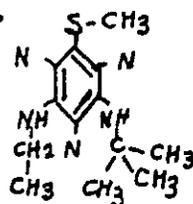
Es un sólido cristalino de color blanco con una solubilidad en el agua de 33 ppm. La LD_{50} es de 3 080 mg/kg. Es efectivo cuando es aplicado en preemergencia para las malezas anuales. Este producto se deriva de las triazinas actúa aparentemente inhibiendo la reacción de Hill de la fotosíntesis, causa clorosis foliar, hace que se pierda la integridad de la membrana y destruye los cloroplastos.

Todos los herbicidas tipo triazinas son rápidamente absorbidos por las raíces y fácilmente translocados a través de la planta por el conducto de transpiración. Se considera que son translocados casi exclusivamente en el sistema apoplástico. La translocación a través de las hojas es nula. Se ha postulado que en la inhibición de la fotosíntesis hay una interacción luz-clorofila-triazina que produce una sustancia fitotóxica secundaria.

Terbutrin.

Nombre químico. 2-(ter-butilamino)-4-(etilamino)-6-(metil-tio)-s-triazina.

Fórmula estructural.



Es un sólido cristalino de color blanco con una solubilidad en el agua de 58 ppm. Su dosis oral aguda LD₅₀ es de 2400 - 2980 mg/kg.

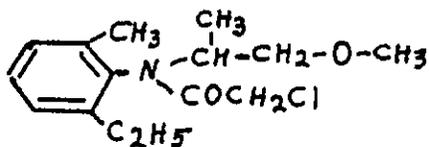
El terbutrin es un herbicida derivado también de las triazinas, su modo de acción es semejante al anterior (Atrazina). Es selectivo, usado para el control de malezas anuales gramíneas o de hoja ancha. Puede ser aplicado antes o después de que emerja el tallo.

Los herbicidas tipo triazinas son relativamente persistentes en la mayoría de los suelos.

Metolachlor.

Nombre químico. 2-(etil)-6-(metil)-N-(2-metoxi-1-metil-etil)cloroacetanilida.

Fórmula estructural.

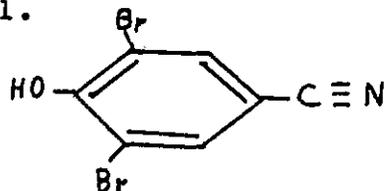


CIBA-GEIGY (1986), cita que su dosis letal aguda es de 2780 mg/kg. Este producto pertenece al grupo de las amidas. Penetra por los brotes tiernos de la maleza en germinación, siendo absorbido más activamente por el epicotilo que por el hipocotilo, sobre todo en monocotiledóneas.

Bromoxinil.

Nombre químico. 3,5-dibromo-4-hidroxibenzonitrilo.

Fórmula estructural.



Klingman y Ashton (op cit), citan que es un sólido ligero con una solubilidad en el agua de 0.02 ‰; se presenta en forma líquida. La dosis LD₅₀ es de 250 mg/kg.

El bromoxinil es inhibidor tanto de la respiración como de la fotosíntesis; es fácilmente absorbido por las hojas, pero su translocación es limitada. Este producto pertenece al grupo de los nitrilos.

III. MATERIALES Y METODOS

3.1 Descripción fisiográfica del área de estudio.

3.1.1 Localización del sitio experimental.

El predio está ubicado en el municipio de Tenamaxtlán Jalisco, al sur del mismo, entre las localidades de El Saltillo (SE) y San Ignacio (NE), a 2.0 km de distancia aproximada entre ambas, en el potrero "Los Arcos" y en los barbechos llamados "Las Anonas". Su localización geográfica está entre las coordenadas siguientes: $104^{\circ} 08.5'$ longitud W., $20^{\circ} 02.6'$ latitud N., y una altura de 1440 msnm aproximadamente, consignado por SPP (1980), ver figura 11.

3.1.2 Clima.

La estación meteorológica más cercana se encuentra a 4.5 km., de distancia aproximada en dirección NE., en la población de Juchitlán, Jalisco, localizado entre las coordenadas geográficas: $104^{\circ} 05.9'$ longitud W y $20^{\circ} 05'$ latitud N., con una altura de 1290 msnm (SPP, 1980).

Para este trabajo se tomaron como base los datos de la estación indicada.

INEGI (1986), registró que el clima es semiseco. La precipitación media anual es de 600 a 700 mm, con un régimen de lluvias en los meses de junio a octubre que representan el 84% del total anual. Los meses más calurosos son mayo y junio, con temperaturas medias de 20°C a 22°C y una máxima de 40°C . El rango de heladas es de 0 a 22 días anuales en diciembre, enero y febrero. Las granizadas van de 0 a 4 días anuales, principalmente en julio y agosto. La di-

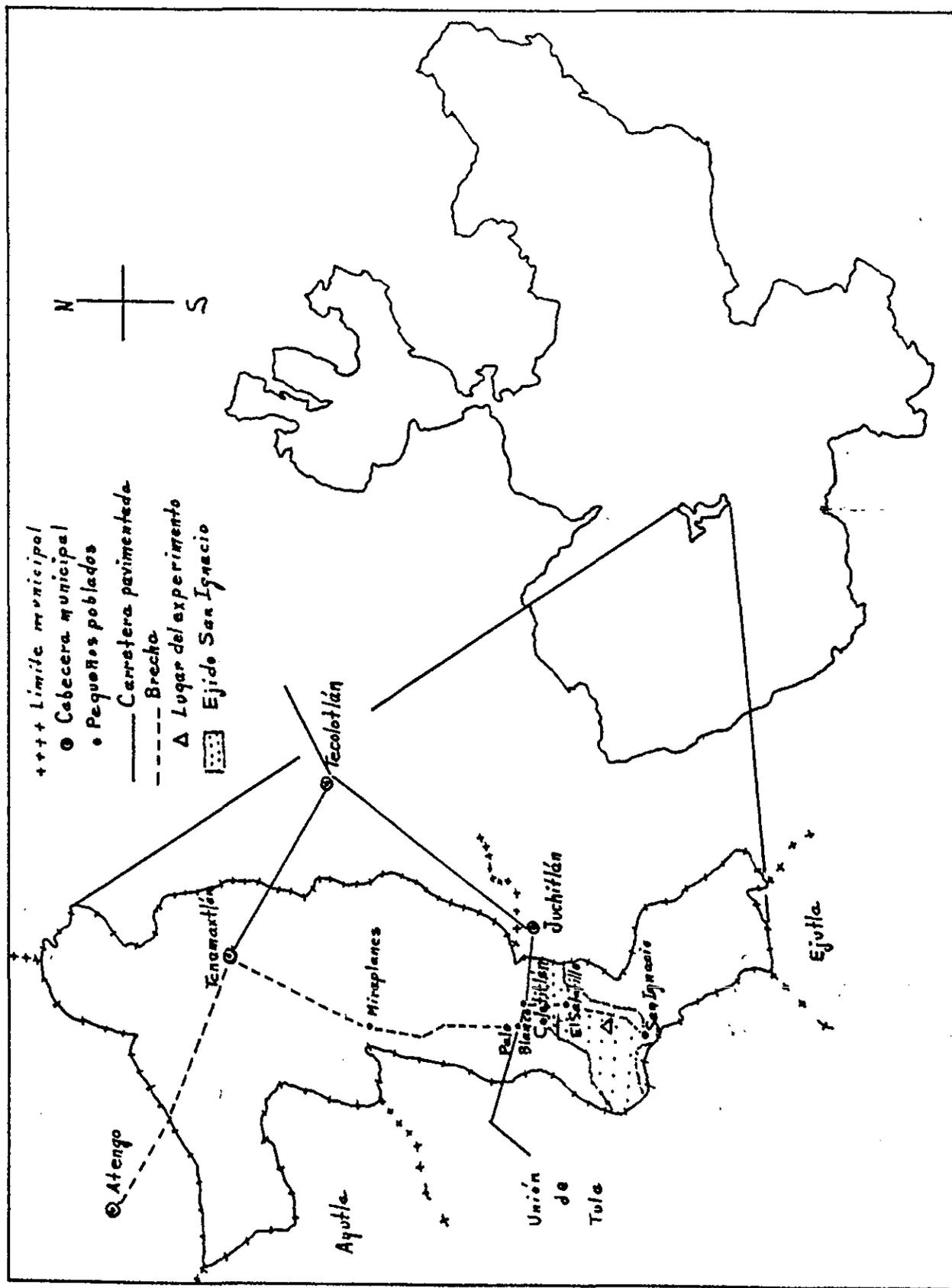


Figura 11. Mapa del Estado de Jalisco, ubicación del municipio de Tenamaxtlán y lugar del experimento.

recepción general de los vientos es de NE., a SW., con una velocidad media de 4 km/h.

3.1.3 Topografía.

La topografía es irregular, con declives suaves y abruptos cuya pendiente es superior al 3%, sujeta a fuerte erosión que se incrementa por el exceso de ganado que pasta sobre el suelo y a la tala exagerada de los bosques de las montañas para sembrar maíz.

3.1.4 Uso actual del suelo.

Este suelo (del experimento) está clasificado por CETENAL (1971) como Feozem háplico, su análisis químico presentó un pH de 7.

Los suelos de la región son de regular calidad agrícola, de profundidad variable que va de 20 a 70 cm en lomeríos y laderas de montaña, hasta más de 1.0 m en las cañadas o mesetas bajas. La mayoría son de textura fina, drenaje interno deficiente y por tener gran inclinación superficial se ven afectados por la erosión hídrica.

El cultivo principal es el maíz, aunque también se siembra sorgo, frijol y garbanzo. El sistema de producción agrícola predominante es el de año y vez, cuyo inicio es con la preparación del suelo en el mes de agosto, haciendo el barbecho con tractor en la mayoría de los casos (80%). A veces se da inmediatamente después del barbecho un paso de rastra. La siembra de garbanzo se hace a partir de la primera quincena de septiembre para aprovechar la humedad residual. Para esta labor se usa el tronco de mulas (tiro) o se siembra juntamente con el paso de rastra del tractor al voleo. Después de levantada la cosecha de garbanzo (febrero y marzo), se da otra bar-

bechada a estos suelos (en mayo), ya sea mediante un paso de rastra o con el tiro, quedando listos para sembrarse una vez que inicie el temporal de lluvias.

La siembra se hace en seco o a tierra venida, esta labor se hace con tiro, cuando se hace en seco se utiliza la última semana de mayo y la primera quincena de junio en suelos arcillosos. En suelos livianos (con buen drenaje) la siembra se realiza una vez que la humedad es suficiente para que germine la semilla.

Se siembra manualmente y en general mateado, a distancias de 80 - 90 cm, entre surcos y 80 cm entre matas, se depositan tres semillas por mata. Las variedades usadas son oriollas de la región (Amarillo "San Clemente" y "Copo blanco").

Aproximadamente quince días después de nacido el cultivo, se lleva a cabo la escarda y fertilización, se usa tiro para esta actividad, en este momento se aplica la mitad del fertilizante nitrogenado y todo el fosforado, no es común aplicar potasio, el tratamiento más usado es 100-40-00, el 50% restante de nitrógeno se aplica cuando el cultivo está en bandera.

El combate de malezas se realiza mediante la aspersión manual de herbicidas preemergentes o de contacto, los productos más usados son: Gesaprim 500 FW, Gesaprim Combi, Hierbamina, Esteron 47, Gramoxone y otros. Raramente se controlan plagas y enfermedades. Entre las plagas más importantes están: gusano cogollero (Spodoptera frugiperda), gusano elotero (Heliothis zea), gusano soldado (Pseudaletia unipuncta) y otros. Las enfermedades más comunes son: pudriciones del tallo y mazorcas, producidas por hongos.

3.2 Materiales.

3.2.1 Materiales físicos.

Los materiales físicos que se utilizaron en este trabajo fueron:

- a) Para probar germinación de semillas in vitro se utilizaron frascos de vidrio, Ethrel 250 y en el cuadro 3 se presentan las sustancias que constituyeron los medios de cultivo Knudson, Vacin-Went y Murashige-Skoog.
- b) Herbicidas a base de atrazina, terbutrin, metolachlor y bromoxinil.
- c) Un aspersor manual de mochila (Swissmex) de 10 litros de capacidad y boquilla tipo Tee Jet 8004.
- d) Una cinta metálica graduada con unidades lineales.
- e) Una balanza.
- f) Se usó un tratamiento de fertilización 100-00-00, la fuente de nitrógeno fue sulfato de amonio.

3.2.2 Materiales genéticos.

El material genético fue semilla de maíz oriolla de la región de la variedad "Copo blanco".

Para las pruebas de germinación se colectaron semillas de C. arvensis el 24 de octubre de 1988 del lugar del experimento.

3.3 Métodos.

3.3.1 Metodología experimental.

En las pruebas de germinación de semillas de C. arvensis, cada sustrato representó un tratamiento, cada tratamiento tuvo tres repeticiones (frascos). El testigo tuvo cuatro repeticiones, su medio fue agar y agua.

Cuadro 3. Sustancias que contienen los sustratos o medios de cultivo Knudson, Vacin-Went y Murashige-Skoog.

Medio Knudson	
Sustancias	1 litro
Nitrato de calcio ($\text{Ca} \cdot (\text{NO}_3)_2$)	0.5 g
Fosfato monobásico de potasio ($\text{NH}_2 \text{PO}_4$)	0.125 g
Sulfato de magnesio (Mg SO_4)	0.125 g
Sulfato de amonio ($\text{NH}_4)_2 \text{SO}_4$	0.25 g
Sucrosa (azúcar)	10.0 g
Sulfato ferroso (Fe SO_4)	0.0125 g
Sulfato de manganeso (Mn SO_4)	0.00375 g
Agar	7.5 g
Agua bidestilada	1000.0 ml
Medio Vacin-Went (modificado)	
Sulfato de amonio ($\text{NH}_4)_2 \text{SO}_4$	500.0 mg/lt.
Sal sódica de etilendinitril tetracetato (Na_2EDTA)	37.3 mg/lt.
Sulfato ferroso (Fe SO_4)	27.8 "
Sulfato de magnesio (Mg SO_4)	250.0 "
Sulfato de manganeso (Mn SO_4)	7.5 "
Nitrato de potasio (K NO_3)	250.0 "
Fosfato de potasio monobásico (KH_2PO_4)	325.0 "
Nitrato de calcio ($\text{Ca} (\text{NO}_3)_2$)	400.0 "
Agar	14.0 g/lt.
Agua bidestilada	1000.0 ml
Medio Murashige-Skoog	
Nitrato de amonio (NH_4NO_3)	1650.0 mg/lt.
Nitrato de potasio K NO_3	1900.0 "
Cloruro de calcio (Ca Cl_2)	440.0 "
Sulfato de magnesio (Mg SO_4)	370.0 "
Fosfato de potasio (KH_2PO_4)	170.0 "
Sal sódica de etilendinitril tetracetato (Na_2EDTA)	37.3 "
Acido bórico (H_3BO_3)	6.3 "
Sulfato de manganeso (Mn SO_4)	16.9 "
Sulfato de zinc (Zn SO_4)	8.6 "
Yoduro de potasio (K I)	0.83 "
Molibdato de sodio ($\text{Na}_2\text{Mo O}_4$)	0.25 "
Sulfato cúprico (Cu SO_4)	0.025 "
Cloruro de cobalto (Co Cl_2)	0.025 "
Sulfato ferroso (Fe SO_4)	27.8 "
Agar	14.0 g/lt.
Agua bidestilada	1000.0 ml

El método seguido para probar germinación usando Ethrel 250, se basó en el remojo de semillas sobre las soluciones a las concentraciones que se presentan en el cuadro cuatro. Cada tratamiento (incluyendo al testigo) tuvo cuatro repeticiones (cuatro frascos). Las semillas se distribuyeron uniformemente sobre la superficie de los sustratos.

Cuadro 4. Concentración de las soluciones Ethrel-agua para las pruebas de germinación de semillas de C. arvensis.

Tratamientos	Repeticiones	ml de Ethrel (producto comercial)	Lts. agua
1. 1: 100 000	4	0.05	5.0
2. 1: 10 000	4	0.05	0.5
3. 1: 1000	4	0.05	0.05
4. 1: 100	4	0.05	0.005
5. Testigo	4		

Para determinar su ciclo vegetativo en el cultivo de maíz (experimento) se midió altura y se contó individualmente la maleza en cada estadio. Se tomaron como parcelas básicas los ocho testigos enhierbados todo el ciclo, cuya superficie fue de 21.6 m^2 cada una, de los dos experimentos que se describen en este trabajo.

El diseño utilizado para su control químico fue el de bloques completos al azar, con 14 tratamientos y cuatro repeticiones, se incluyeron testigos limpio y enhierbado todo el ciclo. Se establecieron dos experimentos (A y B), en los cuadros 5 y 6 se describe cada uno.

La unidad experimental fue de cuatro surcos de seis metros de largo y 90 cm de ancho entre surcos, esto da

una superficie de 21.6 m^2 , el área total de cada experimento fue de 1209.6 m^2 . La parcela útil constó de dos surcos centrales de cinco metros de largo, dando una superficie de nueve metros cuadrados.

3.3.2 Variables en estudio.

Las variables en estudio fueron:

- a) Pruebas de germinación de semillas de C. arvensis.
- b) Determinación de su ciclo vegetativo, para lo cual se tomaron como base los siguientes estadios; aparición sobre la superficie del suelo del cultivo; inicio de la floración; comienzo de la producción de semillas y la maleza concluyó su ciclo vegetativo (muerte).
- c) Población de malezas de C. arvensis en cuatro fechas diferentes.
- d) Rendimiento en kg/ha de maíz en mazorca.

3.3.3 Métodos estadísticos.

- a) Para las pruebas de germinación se tomó como base los porcentajes promedios observados de semillas que germinaron en cada sustrato.
- b) Para los diferentes estadios de su ciclo vegetativo se hicieron conteos y se tomó como base el promedio.
- c) Para la población de malezas se hicieron conteos en cuatro fechas, se obtuvieron promedios por tratamiento y se realizó el análisis de varianza y la prueba de comparación de medias (Duncan 5%)
- d) Para rendimiento de maíz, se promedió el peso de cada tratamiento, se realizó el análisis de varianza y la prueba de comparación de medias (ver apéndice).

3.3.4 Desarrollo del experimento.

Cuadro 5. Descripción de los tratamientos, dosis de herbicida y etapas de aplicación para el control de C. arvensis (Experimento "A"). El Salatillo, Tenamaxtlán, Jalisco. Ciclo verano de 1988.

Tratamientos	Aplicaciones fraccionadas gr/ha de ingrediente activo.				Dosis total		
	Etapas	1	2	3		4	
1. Atrazina + Terbutrin	446	+	446			1784.0	
2. Atrazina + Terbutrin	669		669			2676.0	
3. Atrazina + Terbutrin	446	+	446	+	446	2676.0	
4. Atrazina + Terbutrin	579.8	+	289.9	+	289.9	289.9	2899.0
5. Atrazina + Metolachlor	450	+	450			1836.0	
6. Atrazina + Metolachlor	675	+	675			2754.0	
7. Atrazina + Metolachlor	450	+	450	+	450	2754.0	
8. Atrazina + Metolachlor	585	+	292.5	+	292.5	292.5	2983.5
9. Atrazina + Terbutrin + Metolachlor	448	+	448			1810.0	
10. Atrazina + Terbutrin + Metolachlor	448	+	448	+	448	2715.0	
11. Atrazina + Terbutrin + Metolachlor	335.5	+	335.5	+	335.5	335.5	2702.0
12. Atrazina + Terbutrin + Metolachlor	558.5	+	558.5	+	224	224	3148.0
13. Testigo limpio							
14. Testigo enhierbado							

Cuadro 6. Descripción de los tratamientos, dosis de herbicida y etapas de aplicación para el control de C. arvensis (Experimento "B"). El Salatillo, Tenamaxtlán, Jalisco, Ciclo verano de 1988

Tratamientos	Aplicaciones fraccionadas gr/ha de ingrediente activo.				Dosis total	
	Etapas	1	2	3		4
1. Atrazina		902	902			1804.0
2. "		1353	1353			2706.0
3. "		902	902	902		2706.0
4. "		902	676.5	676.5	676.5	2931.5
5. Bromoxinil		240				240.0
6. "		360				360.0
7. "		240	240			480.0
8. "		360	360			720.0
9. "		240	240	240		720.0
10. "		240	240	240	240	960.0
11. "		360	360	240	240	1200.0
12. "		360	360	360	360	1440.0
13. Testigo limpio						
14. Testigo enhierbado						

3.3.4.1 Biología de C. arvensis.

a) El 21 de febrero de 1989, en el laboratorio del Instituto de Botánica de la Universidad de Guadalajara, se llevó a cabo la preparación y siembra sobre sustratos nutritivos Knudson, Vacin-Went y Murashige-Skoog de semillas de C. arvensis in vitro de la siguiente forma:

___ Se pesó y midió cada una de las sustancias de cada sustrato usando balanza granataria y pipeta, luego se mezclaron. Este proceso fue individual para cada sustrato

___ Una vez mezcladas las sustancias con agua se ajustó su pH a 5.4 (en todos los sustratos).

___ La mezcla de cada sustrato se agitó y se puso sobre la flama sin que hirviera para homogeneizar las sales con el agar que fue agregado a la mezcla. Luego se distribuyó en los frascos de vidrio.

___ Después de preparado cada sustrato o tratamiento, se procedió a su esterilización en autoclave a una temperatura de 121^oC durante 15 minutos (los frascos con el sustrato).

___ Las semillas se desinfectaron con alcohol de 96^o durante tres minutos y luego fueron tratadas con hipoclorito de sodio al 10% (blanqueador comercial) durante 10 minutos. Inmediatamente después se enjuagaron con agua destilada estéril para luego sembrarse sobre los sustratos. Para evitar contaminación por bacterias o esporas, la siembra se realizó dentro de una cámara con flama permanente.

___ Los frascos se dejaron en una cámara de germinación a

temperatura constante de 27^oC y un fotoperiodo de 18 horas.

___ No se contabilizó el número de semillas sembradas en cada tratamiento debido al desconocimiento de su viabilidad individual.

El 23 de mayo de 1989 se preparó otro experimento para probar germinación de semillas de dicha maleza usando Ethrel disuelto en agua a diferentes concentraciones, su proceso fue el siguiente:

___ Las semillas se desinfectaron en la misma forma antes descrita.

___ Después de desinfectarse se pusieron una hora dentro de cuatro frascos que contenían las distintas concentraciones de Ethrel-agua, para que absorbieran el agente activo (etileno) de dicho producto.

___ El sustrato sobre el que se sembraron todos los tratamientos (incluyendo al testigo) se formó con agar y agua estéril. Después se mezclaron ambas sustancias, se ajustó su pH a 5.4, luego se esterilizó en autoclave a 121^oC durante 15 minutos.

___ Se sacaron las semillas de cada solución y se sembraron en los tratamientos siguiendo la precaución antes citada para evitar contaminación.

___ Las semillas del tratamiento testigo no estuvieron en contacto con Ethrel.

___ Estos tratamientos se dejaron en germinación en las mismas condiciones de temperatura y fotoperiodo anteriormente indicados.

b) Para la determinación del ciclo vegetativo o estadios más importantes de C. arvensis se tomó como punto de partida el día en que se sembró el maíz, el procedi-

miento y observaciones realizados fueron:

___ Para determinar la fecha de aparición de la maleza se hicieron conteos en cada tratamiento hasta el momento en que se tuvo un promedio de 20 plantas en los testigos enhierbados, considerando que este número ya resulta perjudicial a las plantas de maíz.

___ El inicio de la floración se consideró cuando un promedio de 16 plantas en los ocho testigos había iniciado esta etapa biológica.

___ El criterio tomado para determinar el día en que inició la producción de semillas (abrieron los primeros frutos) fue semejante al usado para el inicio de la floración, o sea; después que un promedio de 16 plantas en los ocho testigos estaban expandiendo semillas.

___ Para indicar el día aproximado en que la maleza concluyó su ciclo vegetativo, se escogió el momento en que el tallo de la mayoría de estas malezas estaba seco y los frutos habían abierto.

___ Se midió la altura de cada estadio.

3.3.4.2 Control químico.

El desarrollo que se siguió en los experimentos para el control químico de C. arvensis fue el siguiente:

___ La siembra de maíz se hizo el 24 de junio de 1988, a tierra venida, con tracción animal. Se sembró manualmente y mateado (tres semillas por mata), la distancia entre matas fue de 90 cm y entre surcos de 90 cm también aproximadamente, esto dió una densidad de 33 500 plantas por hectárea en promedio.

- ___ Las aplicaciones de los herbicidas se distribuyeron hasta en cuatro etapas en algunos tratamientos.
- ___ La primera aplicación de herbicida se realizó el 29 de junio de 1988. Esta aplicación fue preemergente al cultivo y a la maleza.
- ___ La segunda aplicación se realizó el 19 de julio, la tercera el ocho de agosto del mismo año. Estas fueron postemergentes al cultivo y preemergentes a C. arvensis.
- ___ La cuarta etapa de aplicación se efectuó el 28 de agosto, ésta fue postemergente al cultivo y a una alta población de la maleza.
- ___ Las aplicaciones fueron hechas en las mismas fechas para ambos experimentos.
- ___ La escarda del cultivo se realizó a los 15 días después de la siembra. En este momento se aplicó la mitad del fertilizante nitrogenado, el restante 50% de incorporó cuando el cultivo estaba en bandera.
- ___ No se llevó a cabo ninguna labor para prevenir o controlar plagas.
- ___ Tampoco se controló enfermedades.
- ___ La cosecha se realizó manualmente durante la segunda quincena de diciembre de 1988.

IV. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1 Germinación de semillas de C. arvensis.

- a) Se tuvo germinación de semillas en los medios de cultivo Knudson, Vacin-Went (modificado) y Murashige-Skoog, a los 16 días después de sembrados.

No hubo germinación en el testigo.

- b) No hubo germinación de las semillas tratadas con Ethrel

No hubo germinación en el testigo tampoco.

Solo unas cuantas semillas (2 ó 3% aproximadamente) germinaron en los medios de cultivo nutritivo Knudson, Vacin-Went y Murashige-Skoog. Esto indica que algunas germinan poco después de desprenderse de los frutos, pero la mayoría de ellas necesitan de un período de dormancia posterior a su formación para madurar fisiológicamente, así sucede con las semillas de S. lutea según lo consigna Agrios (1985).

La germinación sobre los medios citados indica que este tipo de órganos requiere de un sustrato rico en nutrientes y una temperatura adecuada como condición para romper su latencia. En sustratos Knudson a temperatura ambiente, no hubo germinación en los meses de noviembre a marzo, esto se debió posiblemente a que las temperaturas en ese lapso no fueron las adecuadas.

En su medio natural, las condiciones para su nacimiento se presentan en verano, sobre cultivos de maíz de temporal, cuando las plantas de dicho cereal desarrollan su sistema radical secundario, o sea; a partir de que el cultivo alcanza una altura superior a un metro, como lo

consigna Rodríguez (1986). Siendo además esta la razón por la que existe la gran diferencia en los días de su germinación, pues in vitro tardó 16 días, mientras que en el cultivo apareció 65 días después de sembrado el maíz.

Es posible que sustancias inorgánicas (sales minerales), carbohidratos y agua, estén implicados en el parasitismo de dicha maleza.

Otras razones que apoyan lo anterior (parasitismo) son:

1. Siendo una semilla tan pequeña, como es posible que lo gre salir a la superficie desde una profundidad de hasta 15 centímetros.
2. ¿Cómo se explica el hecho de que en su proceso de germinación y salida no solo no se debilita sino que mientras más profundo sea el lugar donde nace, más vigorosa brota a la superficie?
3. Las malezas comunes germinan en los primeros cinco centímetros de la superficie del suelo y es sabido que sus primeras hojas proceden de las plántulas contenidas en las semillas y que viven de las reservas almacenadas en ellas, además estas hojas son generalmente diferentes en su forma y tamaño a las hojas secundarias, en cambio C. arvensis desde que aparece, ya tiene el mismo tipo de hojas que permanece todo su ciclo vegetativo y además ya es propiamente una planta adulta. Las escamas o verrugas subterráneas que tiene en el tallo, son propiamente hojas deformadas.
4. Poco antes de la emergencia a la superficie, la maleza seguramente ya está afectando las milpas, pues las últimas presentan tallos anormalmente delgados, colora-

ción amarillenta de sus hojas, marchitez aún en buenas condiciones de humedad en el suelo, secamiento de hojas inferiores y un deterioro generalizado que culmina con bajos rendimientos de maíz, esto coincide con lo que reporta el PLAT en 1968.

5. Existe una gran semejanza entre el proceso de germinación de C. arvensis y S. lutea. Según lo cita la Academia Nacional de Ciencias de los Estados Unidos (1986) S. lutea después de que germina, sus raíces entran en contacto con las raíces del hospedero, las penetran y se sustentan de sus nutrimentos durante unos 30 días antes de que broten del suelo, producen abundantes semillas pequeñas que germinan en forma natural solo cuando tienen cerca las raíces de un hospedero del cual obtener su alimento.

4.2 Ciclo vegetativo.

- a) C. arvensis apareció en el cultivo en un promedio superior a 20 plantas por testigo enhierbado el 29 de agosto de 1988, o sea 66 días después de la siembra del maíz.
- b) La floración principió el 14 de septiembre, la aparición de brácteas rojas o amarillas es un indicador del inicio de este estadio, en sus axilas se ven los órganos florales. Su altura media era de 28 centímetros. Desde este momento y hasta su muerte, la maleza florece permanentemente.
- c) La producción de semillas inició el 10 de octubre, una vez que ésta empieza continúa hasta la muerte de la maleza.

- d) La muerte de la maleza se presentó el 31 de octubre, su deceso se debió principalmente a la falta de humedad en el suelo. Su crecimiento promedio fué de 46 centímetros.

El ciclo vegetativo de C. arvensis es relativamente corto y diferente al de otras malezas, solo necesita poco más de 60 días a partir del momento en que aparece para efectuar todas sus funciones de reproducción.

4.3 Control químico.

Para determinar el número de malezas de C. arvensis habido en cada tratamiento, se hicieron cuatro conteos en ambos experimentos (A y B) en las siguientes fechas: 29 de agosto, cinco de septiembre, 18 de septiembre y dos de octubre de 1988 (ver apéndice, cuadros del 13 al 20), en los cuadros siete y ocho se presentan los promedios.

Para el número de malezas contado la última fecha, se realizó el análisis de varianza y la comparación de medias de acuerdo a la prueba de Duncan (5%), en los cuadros nueve y diez se presentan los resultados, estos análisis reportaron lo siguiente:

- a) No hubo diferencia significativa según el análisis de varianza en ninguno de los dos experimentos.
- b) Con la comparación de medias mediante el método de Duncan en el experimento "A" solo fueron diferentes los tratamientos 12 y 11 del testigo enhierbado todo el ciclo (T.E.T.C.).

Los herbicidas usados no tuvieron un control adecuado sobre esta maleza, algunas razones pueden ser las siguientes:

- a) Las semillas germinaron a una profundidad a la que no llegó la acción de los herbicidas (recuérdese que la aplicación fue superficial).
- b) Los herbicidas usados son más eficientes cuando las se millas de las malezas están en proceso de germinación o sobre plántulas. Cuando apareció esta mala hierba ya era propiamente una planta adulta y vigorosa, de tal forma que la residualidad de los productos poco o nada la afectaron.

4.3.1 Rendimiento de maíz.

En los cuadros 21 y 22 del apéndice se presentan los rendimientos de maíz en mazorca obtenidos en cada parcela útil de los experimentos A y B.

El análisis de varianza para rendimiento reportó diferencia significativa al menos entre las medias de dos tratamientos (ver cuadros 23 y 24 del apéndice), además se tuvo lo siguiente:

- a) En los cuadros 11 y 12 se presentan los resultados de la comparación de medias de rendimiento en Kg/ha. Según la prueba de Duncan (5%) en el experimento "A" fue ron estadísticamente diferentes los tratamientos 6, 10 5, 3, 8, 2, 9 y 11 del testigo enhierbado todo el ciclo. No hubo diferencia significativa entre tratamientos con herbicida.
- b) En el experimento "B" los tratamientos que resultaron estadísticamente diferentes (Duncan) en rendimiento fue ron el número uno y dos del seis y catorce respectivamente.

Cuadro 7. Promedios de malezas de C. arvensis contadas en el experimento "A", en las fechas que se indican. El Salatlillo, Tenamaxtlán, Jalisco. Ciclo verano de 1988.

Tratamientos	Gr/ha	Fechas			
		de i.a. 29-VIII-88	5-IX-88	18-IX-88	2-X-88
12 Atrazina +Ter	1565+				
butrin + Meto	1115				
lachlor	468	3.00	10.75	104.75	213.50
11 Atrazina +Ter	1342+				
butrin + Meto	892				
lachlor	468	1.75	6.00	85.75	245.25
2 Atrazina +Ter	1338+				
butrin	1338	0.50	3.50	127.00	300.00
13 T.L.T.C.		10.50	43.00	192.25	351.25
3 Atrazina +Ter	1338+				
butrin	1338	5.00	19.75	189.25	374.25
8 Atrazina +Meto	1462.5+				
lachlor	1521	3.25	24.75	186.75	390.00
6 Atrazina +Me-	1350+				
tolachlor	1404	11.25	40.00	253.75	403.75
10 Atrazina +Ter	1344+				
butrin + Meto	669				
lachlor	702	11.00	41.00	249.25	429.00
1 Atrazina +Ter	892+				
butrin	892	4.50	12.75	218.25	443.50
5 Atrazina +Meto	900+				
lachlor	936	17.75	51.75	200.25	460.75
4 Atrazina +Ter	1449.5				
butrin	1449.5	27.50	89.25	310.75	559.75
7 Atrazina +Me-	1350+				
tolachlor	1404	24.75	77.50	346.00	588.25
9 Atrazina +Ter	896+				
butrin + Meto	446				
lachlor	468	42.00	97.50	453.00	676.00
14 T.E.T.C.		89.00	200.75	522.00	775.00

T.L.T.C. = Testigo limpio todo el ciclo

T.E.T.C. = Testigo enhierbado todo el ciclo

Cuadro 8. Promedios de malezas de C. arvensis contadas en el experimento "B", en las fechas que se indican. El Salatillo, Tenamaxtlán, Jalisco. Ciclo verano de 1988.

Tratamientos	Gr/ha	Fechas			
		de i.a. 29-VIII-88	5-IX-88	18-IX-88	2-X-88
12 Bromoxinil	1440	10.25	39.25	262.75	424.25
7 Bromoxinil	480	15.25	57.50	349.00	448.50
11 Bromoxinil	1200	19.00	46.25	309.75	475.25
10 Bromoxinil	960	16.00	68.50	358.25	485.50
1 Atrazina	1804	13.50	51.50	358.00	542.50
9 Bromoxinil	720	29.50	73.25	426.00	615.50
2 Atrazina	2706	65.25	147.75	567.75	622.00
8 Bromoxinil	720	12.25	52.00	387.75	637.00
13 T.L.T.C.		68.25	178.75	501.50	663.00
4 Atrazina	2931.5	93.00	228.00	772.00	802.00
6 Bromoxinil	360	50.00	130.75	651.75	854.50
5 Bromoxinil	240	82.25	174.75	712.50	885.00
3 Atrazina	2706	105.25	226.00	757.75	925.75
14 T.E.T.C.		100.25	230.00	780.00	1010.00

T.L.T.C. = Testigo limpio todo el ciclo

T.E.T.C. = Testigo enhierbado todo el ciclo



BIBLIOTECA CENTRAL

Cuadro 9. Comparación de las medias del número de malezas de C. arvensis, habido en el experimento "A" el 2 de octubre. El Salatillo, Tenamaxtlán, Jalisco. Ciclo verano de 1988.

Tratamientos	Gr/ha de i.a.	Promedio de malezas	
14 T.E.T.C.		775.00	a +
9 Atrazina + Ter- butrin + Meto- lachlor	896 + 446 468	676.00	ab
7 Atrazina + Me- tolachlor	1350+ 1404	588.25	ab
4 Atrazina + Ter- butrin	1449.5 + 1449.5	559.75	ab
5 Atrazina + Me- tolachlor	900 + 936	460.75	ab
1 Atrazina + Ter- butrin	892 + 892	443.50	ab
10 Atrazina + Ter- butrin + Meto- lachlor	1344 + 669 704	429.00	ab
6 Atrazina + Me- tolachlor	1350 + 1404	403.75	ab
8 Atrazina + Me- tolachlor	1462.5 + 1521	390.00	ab
3 Atrazina + Ter- butrin	1338 + 1338	374.25	ab
13 T.L.T.C.		351.25	ab
2 Atrazina + Ter- butrin	1338 + 1338	300.00	ab
11 Atrazina + Ter- butrin + Meto- lachlor	1342 + 892 468	245.25	bc +
12 Atrazina + Ter- butrin + Meto- lachlor	1565 + 1115 468	213.50	bc +

+ = Diferencia entre medias de acuerdo con la prueba de Duncan al 5%.

T.L.T.C. = Testigo limpio todo el ciclo

T.E.T.C. = Testigo enhierbado todo el ciclo

Cuadro 10. Comparación de las medias del número de malezas de C. arvensis, habido en el experimento "B" el 2 de octubre. El Salatillo, Tenamaxtlán, Jalisco. Ciclo verano de 1988.

Tratamientos	Gr/ha de i.a.	Promedio de malezas	
14 T.E.T.C.		1010.00	a
3 Atrazina	2706	925.75	a
5 Bromoxinil	240	885.00	a
6 Bromoxinil	360	854.50	a
4 Atrazina	2931.5	802.50	a
13 T.L.T.C.		663.00	a
8 Bromoxinil	720	637.00	a
2 Atrazina	2706	622.00	a
9 Bromoxinil	720	615.50	a
1 Atrazina	1804	542.50	a
10 Bromoxinil	960	485.50	a
11 Bromoxinil	1200	475.25	a
7 Bromoxinil	480	448.50	a
12 Bromoxinil	1440	424.25	a

T.L.T.C. = Testigo limpio todo el ciclo

T.E.T.C. = Testigo enhierbado todo el ciclo

Los promedios para el número de malezas de C. arvensis en este experimento, fueron estadísticamente iguales según el análisis de varianza y la prueba de Duncan (5%).

Cuadro 11. Comparación de medias de rendimiento de maíz en mazorca del experimento "A". El Salatillo, Tenamaxtlán, Jalisco. Ciclo verano de 1988

Tratamientos	Gr/ha de i.a.	Promedios de rendimiento en Kg/ha.
6 Atrazina + Me- tolachlor	1350 + 1404	4 133.33 a +
10 Atrazina + Ter butrin + Meto- lachlor	1344 + 669 704	4 000.00 a
5 Atrazina + Me- tolachlor	900 + 936	3 944.00 a
3 Atrazina + Ter butrin	1338 + 1338	3 777.78 a
8 Atrazina + Me- tolachlor	1462.5+ 1521	3 700.00 a
2 Atrazina + Ter butrin	1338 + 1338	3 688.89 a
9 Atrazina + Ter butrin + Meto- lachlor	896 + 446 468	3 444.44 a
11 Atrazina + Ter butrin + Meto- lachlor	1342 + 892 468	3 311.11 a
13 T.L.T.C.		3 066.67 ab
12 Atrazina + Ter butrin + Meto- lachlor	1565 + 1115 468	3 044.44 ab
1 Atrazina + Ter butrin	892 + 892	3 000.00 ab
4 Atrazina + Ter butrin	1449.5+ 1449.5	2 992.22 ab
7 Atrazina + Me- tolachlor	1350 + 1404	2 911.11 ab
14 T.E.T.C.		1 777.78 bc +

T.L.T.C. = Testigo limpio todo el ciclo

T.E.T.C. = Testigo enhierbado todo el ciclo

+ = Diferencia entre medias de acuerdo con la prueba de Duncan (5%).

Cuadro 12. Comparación de medias de rendimiento de maíz en mazorca del experimento "B". El Salatillo, Tenamaxtlán, Jalisco. Ciclo verano de 1988.

Tratamientos	Gr/ha de i.a.	Promedios de rendimiento en Kg/ha.		
1 Atrazina	1804	3 255.56	a	+
2 Atrazina	2706	3 177.78	a	+
8 Bromoxinil	720	3 155.56	ab	
5 Bromoxinil	240	3 111.11	ab	
4 Atrazina	2931.5	3 066.67	ab	
3 Atrazina	2706	3 044.44	ab	
13 T.L.T.C.		2 900.00	ab	
11 Bromoxinil	1200	2 888.89	ab	
7 Bromoxinil	480	2 744.44	ab	
9 Bromoxinil	720	2 644.44	ab	
10 Bromoxinil	960	2 444.44	ab	
12 Bromoxinil	1440	2 355.56	ab	
6 Bromoxinil	360	2 222.22	bc	+
14 T.E.T.C.		2 222.22	bc	+

+ = Diferencia entre medias de acuerdo con la prueba de Duncan (5%).

T.L.T.C. = Testigo limpio todo el ciclo

T.E.T.C. = Testigo enhierbado todo el ciclo

c) En el experimento "B" el herbicida Bromoxinil en dosis total de 1200 y 1440 g de ingrediente activo por hectárea, resultó tóxico al cultivo, las milpas presentaron deformación de cogollo y hojas, tallos delgados y quebradizos, así como malformación de raíces adventicias. En cambio las dosis de 240 y 360 g tuvieron poco control sobre las malezas en general..

Es indudable que los rendimientos de maíz y la calidad de éste, deben ser mejores cuando estos suelos estén libres de C. arvensis.

La semejanza en los resultados estadísticos obtenidos para rendimiento de maíz en mazorca entre los tratamientos con herbicida y el testigo limpio todo el ciclo, nos indica que en realidad en todos apareció la maleza y que los afectó semejantemente también.

La diferencia significativa entre tratamientos con herbicida y el testigo limpio, del testigo enhierbado todo el ciclo, es explicable, ya que este último además del parasitismo de la maleza en cuestión, estuvo sujeto a la acción de otras plantas desde el momento en que nació el maíz.

V. CONCLUSIONES

1. Sólo hubo germinación de semillas de C. arvensis en los medios de cultivo Knudson, Vacin-Went (modificado) y Murashige-Skoog.
2. C. arvensis tiene un ciclo vegetativo relativamente corto, que difiere del ciclo de otras malezas propias de temporal.
3. El control químico aquí usado resultó poco efectivo debido a que las semillas de esta maleza germinan sobre el sistema radical de las plantas de maíz a tal profundidad que la acción de los herbicidas no llega a esta zona.
4. Bromoxinil en dosis mayores de 960 g de ingrediente activo por hectárea resultó tóxico al cultivo.
5. En este estudio no se tuvo ningún tratamiento libre de la maleza, el que tuvo mayor número de plantas parásitas fue el testigo enhierbado todo el ciclo.

VI. RECOMENDACIONES

1. Para evitar que C. arvensis produzca semillas, hay que eliminarla antes de que inicie este fenómeno, ya sea en forma manual o con herbicidas de contacto.
2. Probar el control de la germinación de las semillas que hay en los suelos infestados incorporando los herbicidas en un perfil de por lo menos 10 cm de profundidad.

VII. LITERATURA CONSULTADA

- Agrios, G.N. 1985. Fitopatología. Ed. Limusa. México, D.F., pag. 586 - 590.
- Academia Nacional de Ciencias de los Estados Unidos. 1986 Control de plagas de plantas y animales. Plantas nocivas y como combatirlas. Vol. 2. Ed. Limusa. México.
- Bidwell, R.G.S. 1979. Fisiología vegetal. Traducido por Guadalupe Gerónimo Cano Cano y Manuel Rojas Garcidueñas. Ed. AGT. México, D.F., pag. 657 - 671.
- Dale, J.E., Egle, G.H. and Eplee, R.E. 1970. Effect of 2-chloroethylphosphonic acid on witchweed and crops. (Abstract) Proc. 23 rd a . Meet. Sth. Weed Sci. Soc., 328-29 (USDA, Whiteville, N. Carolina).
- Dobbins, R.D. and Kuijt, J. 1973. A study on the haustorium of Castilleja (Scrophulariaceae). Wellesley College Massachusetts, USA. University of Lethbridge. Alberta, Canada. Proc. Eur. Weed Res. Coun. Symp. Parasitic Weeds.
- Douglas, D. 1973. Root parasitism in Castilleja rhexifolia Rydb. Biology Department Oberlin College, Oberlin, Ohio 44074. Arctic and Alpine Research, Vol. 5, pp. 145-147.
- Doubenmire, R.F. 1982. Ecología vegetal "Tratado de autoecología de plantas". Tercera edición. Trad. Gabriela Berrondo de Benavides. Ed. Limusa. México. pag. 371, 372 y 373.

- Eastern Universities Press. 1979. Orchidis their cultivation and hibridixation. Sdn. Bhd.
- Egley, G.H. and Dale, J.E. 1970. Ethylene, 2-chloroethylphosphonic acid and witchweed see germination. (abstract) Proc. 23 rd a. Meet. Sth. Weed Sci. Soc., 327. (En; USDA, Whiteville, N. Carolina, USA).
- Eplee, R.E. 1975 a. Strigol research activities. Plant growth regulator bulletin. 3 (2) 24 - 25 (En) US Dep Agric., Whiteville, North Carolina 28472, USA.
- Eplee, R.E. 1975. b. Ethylene: a witchweed seed germination stimulant. Weed science 23 (5) 433-436 (En, 7 ref.) US Dep. Agric., Whiteville, North Carolina 28472, USA.
- Eplee, R.E.; Carter, E.M.; Moody, A.V., Jr. 1976 a. Backpack ethylene applicator. US, animal and plant health inspection service. No. APHIS 81-25, 4 pp (En) US Dep. Agric; witchweed methods dev. lab., APHIS, PPO, P.O. Box 269, Whiteville, N. Carolina 28472, USA.
- Eplee, R.E.; English, T.J.; White, W.B. 1976 b. Strigol a witchweed germination stimulant. In proceedings 29 th annual meeting southern weed science society. 409-411 (En) USDA, Whiteville, N. Carolina 28472, USA.
- Font, Q.P. 1978. Diccionario de botánica. Ed. Labor, S.A. Barcelona, España., pag. 550-551.
- INEGI. 1986. Anuario estadístico del Estado de Jalisco. Tomo I.
- INEGI-DEPRODE-COPLADEJAL. 1988. Jalisco en síntesis. Segunda edición.

- Johnson, A.W.; Rosebery, A.W.; Parker, C. 1976. A novel approach to Striga and Orobanche control using aynthetic germination stimulants. Weed research 16 (4) 223-227 (En, fr, de, 12 ref.) school molecular sciences, Univ. Sussex, Falmer, Brighton BN1 9QJ, UK.
- Klingman, G.C. y Ashton, F.M. 1980. Estudio de las plantas nocivas, principios y prácticas. Ed. Limusa, México.
- Oxford University Press. 1979. Flowering plants of the world. pag. 243-244.
- PLAT. 1968. Folleto 7855, Guadalajara, Jal.
- Reiche, C. 1975. Flora excursoria en el Valle Central de México. SEP-IPN. México., pag. 150-157.
- Rodríguez de la O, A. 1986. Control químico de Castilleja spp en cultivos de maíz temporalero en Tenamaxtlán, Jalisco. Tesis de Ing. Agrónomo. Fac. de Agric. U. de G.
- Rzedowski y Rzedowski. 1985. Flora fanerogámica del Valle de México. Volúmen II. Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, Instituto de Ecología e IPN México, D.F. pag. 346-347.
- SARH. 1988. Jalisco.
- SARH-INIFAP. 1986. Guía para cultivar maíz de temporal en el norte de Guanajuato. Folleto para productores número cuatro.
- SPP. 1983. X censo general de población y vivienda, 1980. Cartografía geoestadística del Estado de Jalisco. Volúmen I.

CIBA-GEIGY. 1986. Manual técnico control de maleza. CIBA-GEIGY MEXICANA, S.A. de C.V. México.

Sinnot, E.W.; Wilson, K.S. 1983. Botánica, principios y problemas. Ed. CECSA. México., pag. 249.

Upchurch, W. 1974. New find could help eliminate witchweed. Research and farming 33 (1/2) 7 (En).

Wilson-Loomis. 1980. Botánica. Traducido por la Dra. Irina L. de Coll. Ed. Uteha. México., pag. 340, ..., 349.

VIII. APENDICE

Cuadro 13. Número de plantas de C. arvensis que se contaron el 29 de agosto en el experimento "A". El Salatillo, Tenamatlán, Jal. Verano de 1988.

Tratamientos de i.a.	Gr/ha	B l o q u e s				Sumas	\bar{X}
		I	II	III	IV		
1 Atrazina +Ter	892+						
butrin	892	0.0	10.0	5.0	3.0	18.0	4.5
2 Atrazina +Ter	1338+						
butrin	1338	0.0	0.0	0.0	2.0	2.0	0.5
3 Atrazina +Ter	1338+						
butrin	1338	0.0	13.0	0.0	7.0	20.0	5.0
4 Atrazina +Ter	1449.5+						
butrin	1449.5	4.0	0.0	29.0	77.0	110.0	27.5
5 Atrazina +Meto	900+						
lachlor	936	0.0	5.0	65.0	1.0	71.0	17.75
6 Atrazina + Me	1350+						
tolachlor	1404	29.0	0.0	9.0	7.0	45.0	11.25
7 Atrazina + Me	1350+						
tolachlor	1404	41.0	42.0	3.0	13.0	99.0	24.75
8 Atrazina +Me-	1462.5+						
tolachlor	1521	1.0	12.0	0.0	0.0	13.0	3.25
9 Atrazina +Ter	896+						
butrin + Meto	446						
lachlor	468	24.0	7.0	2.0	135.0	168.0	42.0
10 Atrazina +Ter	1344+						
butrin + Meto	669						
lachlor	702	8.0	1.0	5.0	30.0	44.0	11.0
11 Atrazina + Ter	1342+						
butrin + Meto-	892						
lachlor	468	1.0	5.0	1.0	0.0	7.0	1.75
12 Atrazina +Ter	1565+						
butrin + Meto	1115						
lachlor	468	2.0	7.0	3.0	0.0	12.0	3.0
13 T.L.T.C.		3.0	4.0	16.0	19.0	42.0	10.5
14 T.E.T.C.		13.0	16.0	239.0	88.0	356.0	89.0
Total		126.0	122.0	377.0	382.0	1007.0	17.98

T.L.T.C. = Testigo limpio todo el ciclo

T.E.T.C. = Testigo enhiervado todo el ciclo

Cuadro 14. Número de plantas de C. arvensis que se contaron el cinco de septiembre en el experimento "A El Salatillo, Tenamaxtlán, Jal. Verano de 1988.

Tratamientos	Gr/ha de i.a.	B l o q u e s				Sumas	- X
		I	II	III	IV		
1 Atrazina +Ter	892+						
butrin	892	1.0	32.0	8.0	10.0	51.0	12.75
2 Atrazina +Ter	1338+						
butrin	1338	3.0	3.0	0.0	8.0	14.0	3.5
3 Atrazina +Ter	1338+						
butrin	1338	3.0	44.0	6.0	26.0	79.0	19.75
4 Atrazina +Ter	1449.5+						
butrin	1449.5	14.0	4.0	99.0	240.0	357.0	89.25
5 Atrazina +Meto	900+						
lachlor	936	7.0	21.0	176.0	3.0	207.0	51.75
6 Atrazina + Me	1350+						
tolachlor	1404	77.0	3.0	57.0	23.0	160.0	40.0
7 Atrazina + Me	1350+						
tolachlor	1404	123.0	129.0	13.0	45.0	310.0	77.5
8 Atrazina +Me-	1462.5+						
tolachlor	1521	4.0	36.0	46.0	11.0	97.0	24.25
9 Atrazina +Ter	896+						
butrin + Meto	446						
lachlor	468	81.0	38.0	15.0	256.0	390.0	97.5
10 Atrazina +Ter	1344+						
butrin + Meto	669						
lachlor	702	47.0	5.0	13.0	99.0	164.0	41.0
11 Atrazina + Ter	1342+						
butrin + Meto	892						
lachlor	468	7.0	15.0	2.0	0.0	24.0	6.0
12 Atrazina +Ter	1565+						
butrin + Meto	1115						
lachlor	468	5.0	21.0	17.0	0.0	43.0	10.75
13 T.L.T.C.		39.0	26.0	81.0	26.0	172.0	43.0
14 T.E.T.C.		18.0	43.0	380.0	362.0	803.0	200.75
Total		429	420	913	1109	2871	51.27

T.L.T.C. = Testigo limpio todo el ciclo.

T.E.T.C. = Testigo enhierbado todo el ciclo.

Cuadro 15. Número de plantas de C. arvensis que se contaron el 18 de septiembre en el experimento "A" El Salatillo, Tenamaxtlán, Jal. Verano de 1988

Tratamientos	Gr/ha de i.a.	B l o q u e s				Suma	-
		I	II	III	IV		
1 Atrazina +Ter	892+						
butrin	892	107.	464	105	197	873	218.25
2 Atrazina +Ter	1338+						
butrin	1338	43	58	10	397	508	127.0
3 Atrazina +Ter	1338+						
butrin	1338	42	378	178	159	757	189.25
4 Atrazina +Ter	1449.5+						
butrin	1449.5	156	32	465	590	1243	310.75
5 Atrazina +Meto	900+						
lachlor	936	101	146	500	54	801	200.25
6 Atrazina + Me	1350+						
tolachlor	1404	498	33	367	117	1015	253.75
7 Atrazina + Me	1350+						
tolachlor	1404	432	508	119	325	1384	346.0
8 Atrazina +Me-	1462.5+						
tolachlor	1521	50	164	410	123	747	186.75
9 Atrazina +Ter	896+						
butrin + Meto	446						
lachlor	468	430	306	143	933	1812	453.0
10 Atrazina +Ter	1344+						
butrin + Meto	669						
lachlor	702	251	42	159	545	997	249.25
11 Atrazina + Ter	1342+						
butrin + Meto-	892						
lachlor	468	100	111	89	43	343	85.75
12 Atrazina +Ter	1565+						
butrin + Meto	1115						
lachlor	468	76	175	158	10	419	104.75
13 T.L.T.C.		159	250	229	131	769	192.25
14 T.E.T.C.		130	217	1000	741	2088	522.0
Total		2575	2884	3932	4365	13756	245.64

T.L.T.C. = Testigo limpio todo el ciclo

T.E.T.C. = Testigo enhierbado todo el ciclo

Cuadro 16. Número de plantas de C. arvensis que se contaron el dos de octubre en el experimento "A"
El Salatillo, Tenamaxtlán, Jal. Verano de 1988

Tratamientos	Gr/ha de i.a.	B l o q u e s				Suma	- X		
		I	II	III	IV				
1 Atrazina +Ter butrin	892+	356	769	191	458	1774	443.5		
2 Atrazina +Ter butrin	1338+	230	159	48	763	1200	300.0		
3 Atrazina +Ter butrin	1338+	69	580	418	430	1497	374.25		
4 Atrazina +Ter butrin	1449.5+	501	88	638	1012	2239	559.75		
5 Atrazina +Meto lachlor	900+	233	253	1135	222	1843	460.75		
6 Atrazina + Me tolachlor	1350+	601	130	704	180	1615	403.75		
7 Atrazina + Me tolachlor	1350+	719	832	249	553	2353	588.25		
8 Atrazina +Me- tolachlor	1462.5+	154	342	820	244	1560	390.0		
9 Atrazina +Ter butrin + Meto lachlor	896+	446	468	656	635	338	1075	2704	676.0
10 Atrazina +Ter butrin + Meto lachlor	1344+	669	702	400	125	318	873	1716	429.0
11 Atrazina + Ter butrin + Meto lachlor	1342+	892	468	258	278	212	233	981	245.25
12 Atrazina +Ter butrin + Meto lachlor	1565+	1115	468	261	299	262	32	854	213.5
13 T.L.T.C.		304	470	330	301	1405		351.25	
14 T.E.T.C.		277	407	1036	1380	3100		775.0	
Total		5019	5367	6699	7756	24841		443.59	

T.L.T.C. = Testigo limpio todo el ciclo

T.E.T.C. = Testigo enhierbado todo el ciclo

Cuadro 17. Número de plantas de C. arvensis que se contaron el 29 de agosto en el experimento "B"

El Salatillo, Tenamaxtlán, Jal. Verano de 1988

Tratamientos	Gr/ha de i.a.	B l o q u e s				Suma	- X
		I	II	III	IV		
1 Atrazina	1804	5	7	27	15	54	13.5
2 "	2706	81	17	131	32	261	65.25
3 "	2706	28	83	177	133	421	105.25
4 "	2931.5	42	275	14	41	372	93.0
5 Bromoxinil	240	54	111	136	28	329	82.25
6 "	360	20	104	8	68	200	50.0
7 "	480	9	31	16	5	61	15.25
8 "	720	33	10	4	2	49	12.25
9 "	720	32	11	74	1	118	29.5
10 "	960	3	9	2	50	64	16.0
11 "	1200	6	37	20	13	76	19.0
12 "	1440	4	24	13	0	41	10.25
13 T.L.T.C.		28	16	152	77	273	68.25
14 T.E.T.C.		53	79	41	80	353	88.25
Total		498	814	815	545	2672	47.71

T.L.T.C. = Testigo limpio todo el ciclo

T.E.T.C. = Testigo enhierbado todo el ciclo

Cuadro 18. Número de plantas de C. arvensis que se contaron el cinco de septiembre en el experimento "B" El Salatillo, Tenamaxtlán, Jal. Verano de 1988

Tratamientos	Gr/ha	B l o q u e s				Suma	-
		de i.a. I	II	III	IV		
1 Atrazina	1804	30	36	102	38	206	51.50
2 "	2706	173	83	259	76	591	147.75
3 "	2706	75	196	326	307	904	226.0
4 "	2931.5	112	640	48	112	912	228.0
5 Bromoxinil	240	137	246	245	71	699	174.75
6 "	360	17	345	17	144	523	130.75
7 "	480	31	114	67	18	230	57.5
8 "	720	123	62	9	14	208	52.0
9 "	720	76	49	152	16	293	73.25
10 "	960	36	36	22	180	274	68.5
11 "	1200	21	56	74	34	185	46.25
12 "	1440	35	58	60	4	157	39.25
13 T.L.T.C.		65	102	392	156	715	178.75
14 T.E.T.C.		195	169	120	213	697	174.25
Total		1126	2192	1893	1383	6594	117.75

T.L.T.C. = Testigo limpio todo el ciclo

T.E.T.C. = Testigo enhierbado todo el ciclo

Cuadro 19. Número de plantas de C. arvensis que se contaron el 18 de septiembre en el experimento "B"
El Salatillo, Tenamaxtlán, Jal. Verano de 1988

Tratamientos	Gr/ha de i.a.	B l o q u e s				Suma	-
		I	II	III	IV		
1 Atrazina	1804	254	351	485	342	1432	358.0
2 "	2706	538	550	860	323	2271	567.75
3 "	2706	259	616	856	1300	3031	757.75
4 "	2931.5	522	1760	364	442	3088	772.0
5 Bromoxinil	240	762	770	873	445	2850	712.5
6 "	360	217	1527	173	690	2607	651.75
7 "	480	169	600	490	137	1396	349.0
8 "	720	714	494	200	143	1551	387.75
9 "	720	410	300	881	113	1704	426.0
10 "	960	222	248	142	821	1433	358.0
11 "	1200	132	392	562	153	1239	309.75
12 "	1440	246	269	460	76	1051	262.75
13 T.L.T.C.		209	389	851	557	2006	501.5
14 T.E.T.C.		950	746	551	875	3122	780.5
Total		5604	9012	7748	6417	28781	513.95

T.L.T.C. = Testigo limpio todo el ciclo

T.E.T.C. = Testigo enhierbado todo el ciclo

Cuadro 20. Número de plantas de C. arvensis que se contaron el dos de octubre en el experimento "B"
El Salatillo, Tenamaxtlán, Jal. Verano de 1988

Tratamientos	Gr/ha	B l o q u e s				Suma	-
		de i.a.I	II	III	IV		
1 Atrazina	1804	344	595	931	300	2170	542.5
2 "	2706	533	591	847	517	2488	622.0
3 "	2706	367	834	1162	1340	3703	925.75
4 "	2931.5	611	1493	489	617	3210	802.5
5 Bromoxinil	1240	696	1048	1203	593	3540	885.0
6 "	360	318	1814	341	945	3418	854.5
7 "	480	227	821	542	204	1794	448.5
8 "	720	1133	733	317	365	2548	637.0
9 "	720	588	462	1188	224	2462	615.5
10 "	960	314	282	219	1127	1942	485.5
11 "	1200	166	525	771	439	1901	475.25
12 "	1440	316	400	838	143	1697	424.25
13 T.L.T.C.		278	436	1225	713	2652	663.0
14 T.E.T.C.		978	954	668	1440	4040	1010.0
Total		6869	10988	10741	8967	37565	670.8

T.L.T.C. = Testigo limpio todo el ciclo

T.E.T.C. = Testigo enhierbado todo el ciclo

Cuadro 21. Rendimiento de maíz, kg por parcela útil en mazorca obtenidos en el experimento "A" El Salatillo, Tenamaxtlán, Jal. Verano de 1988

Tratamientos	Gr/ha de i.a.	B l o q u e s				Suma	-
		I	II	III	IV		
1 Atrazina +Ter	892+						
butrin	892	3.35	3.76	1.67	2.02	10.8	2.7
2 Atrazina +Ter	1338+						
butrin	1338	4.65	2.69	2.46	3.48	13.28	3.32
3 Atrazina +Ter	1338+						
butrin	1338	2.9	3.65	3.3	3.74	13.59	3.4
4 Atrazina +Ter	1449.5+						
butrin	1449.5	2.45	2.6	2.37	3.08	10.5	2.63
5 Atrazina +Meto	900+						
lachlor	936	3.37	3.49	3.52	3.8	14.18	3.55
6 Atrazina + Me	1350+						
tolachlor	1404	4.32	4.03	3.69	2.82	14.86	3.72
7 Atrazina + Me	1350+						
tolachlor	1404	2.91	3.21	1.76	2.6	10.48	2.62
8 Atrazina +Me-	1462.5+						
tolachlor	1521	3.72	2.49	4.19	2.9	13.3	3.33
9 Atrazina +Ter	896+						
butrin + Meto	446						
lachlor	468	3.05	4.2	2.45	2.73	12.43	3.1
10 Atrazina +Ter	1344+						
butrin + Meto	669						
lachlor	702	5.76	2.05	3.19	3.4	14.4	3.6
11 Atrazina + Ter	1342+						
butrin + Meto-	892						
lachlor	468	2.79	2.99	3.16	2.99	11.93	2.98
12 Atrazina +Ter	1565+						
butrin + Meto	1115						
lachlor	468	3.37	2.79	1.8	2.98	10.94	2.74
13 T.L.T.C.		3.26	3.03	3.65	1.08	11.02	2.76
14 T.E.T.C.		2.85	1.46	0.73	1.35	6.39	1.6
Total		48.75	42.44	37.94	38.97	168.1	3.0

T.L.T.C. = Testigo limpio todo el ciclo

T.E.T.C. = Testigo enhierbado todo el ciclo

Cuadro 22. Rendimiento de maíz, kg por parcela útil en
 mazorca obtenidos en el experimento "B"
 El Salatillo, Tenamaxtlán, Jal. Verano de 1988

Tratamientos	Gr/ha de i.a.	B l o c u e s				Suma	- X
		I	II	III	IV		
1 Atrazina	1804	3.62	2.29	3.3	2.51	11.72	2.93
2 "	2706	2.51	3.2	2.28	3.44	11.43	2.86
3 "	2706	1.7	2.39	3.36	3.5	10.95	2.74
4 "	2931.5	3.72	2.57	2.51	2.23	11.03	2.76
5 Bromoxinil	240	2.88	2.93	2.42	2.98	11.21	2.8
6 "	360	1.02	2.48	2.62	1.89	8.01	2.0
7 "	480	2.28	2.56	2.42	2.6	9.86	2.47
8 "	720	2.99	3.31	3.08	1.98	11.36	2.84
9 "	720	2.7	2.29	2.1	2.42	9.51	2.38
10 "	960	2.3	1.89	2.16	2.44	8.79	2.2
11 "	1200	2.85	2.76	2.35	2.44	10.4	2.6
12 "	1440	1.77	2.23	2.14	2.33	8.47	2.12
13 T.L.T.C.		2.91	2.19	2.65	2.68	10.43	2.61
14 T.E.T.C.		1.65	1.75	2.12	2.46	7.98	2.0
Total		34.9	34.84	35.51	35.9	141.15	2.52

T.L.T.C. = Testigo limpio todo el ciclo

T.E.T.C. = Testigo enhierbado todo el ciclo

A continuación se presenta el desarrollo del análisis de varianza para rendimiento correspondiente al experimento "A".

1. F.C. = $X^2_{..}/tr = 168.1^2/56 = 504.6$
2. S.C. total = $\sum X^2_{ij} - F.C. = 548.53 - 504.6 = 43.93$
3. S.C. bloques = $\sum X^2_{.j}/t - F.C. = 5.1$
4. S.C. tratamientos = $\sum X^2_{.i}/r - F.C. = 520.67 - 504.6 = 16.07$
5. S.C. error = S.C. total - (S.C. bloques + S.C. trat.) = 22.76

Cuadro 23. Resultados del análisis de varianza para rendimiento de maíz en mazorca del experimento "A" en una distribución en bloques al azar con 14 tratamientos y cuatro repeticiones. El Salatiello, Tenamaxtlán, Jalisco. Verano de 1988

Causas de variación	G. L.	S. C.	Cuadrado medio	F	F 05	F 01
Tratamientos	13	16.07	1.24	2.14+	2.0	2.66
Bloques	3	5.1	1.7	2.93		
Error	39	22.76	0.58			

$$C.V = \sqrt{0.58} / 3 \times 100 = 25 \%$$

+ = Al menos hay diferencia significativa entre dos promedios de rendimiento.

Usando la prueba de comparación de medias de Duncan (5%) se obtuvo el siguiente resultado:



\bar{X}_6	\bar{X}_{10}	\bar{X}_5	\bar{X}_3	\bar{X}_8	\bar{X}_2	\bar{X}_9	\bar{X}_{11}	\bar{X}_{13}	\bar{X}_{12}	\bar{X}_1	\bar{X}_4
3.72	3.6	3.55	3.4	3.33	3.32	3.1	2.98	2.76	2.74	2.7	2.65

\bar{X}_7	\bar{X}_{14}
2.62	1.6

Conclusión :

1. No hubo diferencia en los rendimientos para tratamientos con herbicida.y testigo limpio todo el ciclo.
2. Solo hubo diferencia entre las medias de los tratamientos 6, 10, 5, 3, 8, 2, 9, y 11 del testigo enhierbado todo el ciclo.

Análisis de varianza para rendimiento correspondiente al experimento "B".

1. F.C. = $141.15^2 / 56 = 355.77$
2. S.C. total = $\sum X^2_{ij} - F.C. = 15.53$
3. S.C. bloques = $\sum X^2_{.j/t} - F.C. = 0.06$
4. S.C. tratamientos = $\sum X^2_{.i/r} - F.C. = 5.56$
5. S.C. error = S.C.total - (S.C.bloques + S.C.trata.) =
9.81

Cuadro 24. Resultados del análisis de varianza para rendimiento de maíz en mazorca del experimento "B" en una distribución en bloques al azar con 14 tratamientos y cuatro repeticiones. El Salati- llo, Tenamatlán, Jalisco. Verano de 1988

Causas de variación	G. L.	S.C.	Cuadrado medio.	F	F 05	F 01
Tratamientos	13	5.66	2.30	9.2 ++	2.0	2.66
Bloques	3	0.06	0.02	0.08		
Error	39	9.81	0.25			

$$C.V. = \sqrt{0.25/2.52} \times 100 = 19.8 \%$$

++ = La diferencia es altamente significativa al menos entre dos medias de rendimiento.

Usando el método de Duncan (5%) para comparar promedios de rendimiento, se obtuvo el siguiente resultado:

\bar{X}_1	\bar{X}_2	\bar{X}_8	\bar{X}_5	\bar{X}_4	\bar{X}_3	\bar{X}_{13}	\bar{X}_{11}	\bar{X}_7	\bar{X}_9	\bar{X}_{10}	\bar{X}_{12}
2.93	2.86	2.84	2.8	2.76	2.74	2.61	2.6	2.47	2.38	2.2	2.12
								\bar{X}_6	\bar{X}_{14}		
								2.0	2.0		

Conclusión:

1. Atrazina en dosis total de 1804 y 2706 g /ha de ingrediente activo correspondiente a los tratamientos 1 y 2 resultó diferente a los tratamientos 6 y 14.

Conversión del rendimiento de maíz en mazorca
de kg/m^2 a kg/ha .

Para convertir el rendimiento promedio de cada tratamiento de kg/parcela útil cosechada a kg/ha se procedió de la siguiente forma:

Se multiplicó el rendimiento promedio por el factor de conversión (F.C.) que resultó de dividir $10\,000\text{m}^2$ de una hectárea, entre 9m^2 que fué el área cosechada de cada parcela.

$$\text{F.C.} = \frac{10\,000\text{m}^2}{9\text{m}^2} = 1111.1111$$

En el cuadro 25 se presenta la conversión del rendimiento de maíz en mazorca que se obtuvo en el experimento "B".

Cuadro 25. Conversión del rendimiento promedio de maíz en mazorca de los tratamientos del experimento "B" a kg/ha . El Salatillo, Tenamaxtlán, Jal. Verano de 1988.

Tratamientos	Gr/ha de i.a.	Rendimiento pro medio kg/9 m^2	Rendimiento en kg/ha
1 Atrazina	1804	2.93	3 255
2 Atrazina	2706	2.86	3 177
8 Bromoxinil	720	2.84	3 155
5 Bromoxinil	240	2.8	3 111
4 Atrazina	2931.5	2.76	3 066
3 Atrazina	2706	2.74	3 044
13 T.L.T.C.		2.61	2 900
11 Bromoxinil	1200	2.6	2 888
7 Bromoxinil	480	2.47	2 744
9 Bromoxinil	720	2.38	2 644
10 Bromoxinil	960	2.2	2 444
12 Bromoxinil	1440	2.12	2 355
6 Bromoxinil	360	2.0	2 222
14 T.E.T.C.		2.0	2 222

T.L.T.C. = Testigo limpio todo el ciclo

T.E.T.C. = Testigo enhierbado todo el ciclo