

UNIVERSIDAD AUTONOMA CHAPINGO

DEPARTAMENTO DE PARASITOLOGIA AGRICOLA
MAESTRIA EN PROTECCION VEGETAL

INTERFERENCIA ENTRE LA MALEZA Y EL TOMATE DE CASCARA (*Physalis ixocarpa* Brot.) EN CHAPINGO, MEXICO.



DIRECCION ACADEMICA
DEPTO. DE SERVICIOS ESCOLARES
OFICINA DE EXAMENES PROFESIONALES

T E S I S

Q U E P R E S E N T A :

EL C. WILSON ILDEFONSO AVILES BAEZA

COMO REQUISITO PARCIAL

PARA OBTENER EL GRADO DE

MAESTRIA EN CIENCIAS EN PROTECCION VEGETAL



CHAPINGO, MEXICO.

JULIO 1993

Esta tesis fue realizada bajo la dirección del M. Sc. José Alfredo Domínguez Valenzuela, ha sido revisada y aprobada por el Comité Asesor que a continuación se indica, como requisito parcial para obtener el grado de:

MAESTRIA EN CIENCIAS

EN

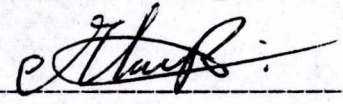
PROTECCION VEGETAL

COMITE ASESOR

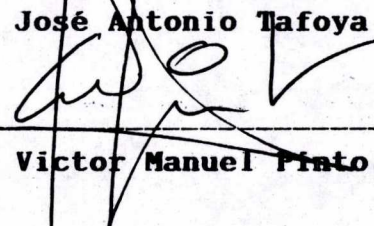
PRESIDENTE


M. Sc. José Alfredo Domínguez Valenzuela.

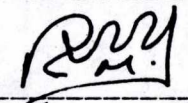
SECRETARIO

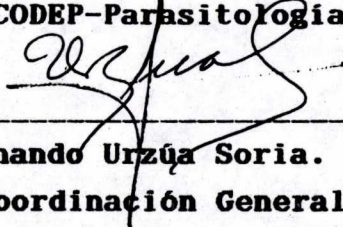

M. C. José Antonio Tafuya Razo.

VOCAL


M. C. Víctor Manuel Pinto.

REVISORES


Dr. Guillermo Mondragón Pedrero.
Revisor por el CODEP-Parasitología Agrícola.


M. C. Fernando Urzúa Soria.
Revisor por la Coordinación General de Maestría.

26395

AGRADECIMIENTOS

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología por el apoyo económico para la realización de mis estudios.

Al Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias por brindarme la oportunidad de superarme como profesionista.

Al M. Sc. José Alfredo Domínguez Valenzuela, por la dirección del trabajo de investigación, sus valiosas sugerencias y su dedicación en la revisión del escrito.

A los Maestros en Ciencias, Victor Manuel Pinto y José Antonio Tafoya Razo, por la revisión minuciosa y sugerencias para la elaboración del documento final.

Al Dr. Tito Roque Vásquez Rojas, por su desinteresada asesoría en el aspecto estadístico del trabajo de tesis.

A mis maestros del Departamento de Parasitología Agrícola de la UACH, especialmente a los Maestros en Ciencias, Carlos Viesca González y Antonio Segura Miranda; por su amistad y su apoyo.

A mi compañero y amigo, Francisco Lara Ascencio por su decidida y desinteresada colaboración en el trabajo de campo. Gracias Pancho.

Al Departamento de Fitotecnia de la UACH, especialmente al M. C. Aureliano Peña Lomelí y al Ing. Mario Pérez Grajales, quienes amablemente proporcionaron las plantas de tomate para la realización de los experimentos.

Al Dr. Guillermo Mondragón Pedrero y al M. C. Fernando Urzúa Soria, por la revisión minuciosa del escrito final.

DEDICATORIAS

A MI ESPOSA: TOMY

Por todo el amor que siempre me has demostrado y que transformas en apoyo incondicional, uniendo cada día más a nuestra familia.

A MIS HIJOS: KEVIN ALEJANDRO Y ROBERTO CARLOS

Para ustedes que son el sentido de mi vida, la fuerza que me impulsa a la superación, con el deseo de ofrecerles el mejor ejemplo. Que este modesto trabajo lo superen ampliamente.

A MIS PADRES: MENALIO Y CRISANTA

Por los años de sacrificio dedicados a cuidarme y a procurarme un techo, educación, seguridad y el calor de una familia unida. Con cariño.

A MIS SUEGROS: CIRILO Y ROBERTA

Por su apoyo siempre decidido y su preocupación constante por la seguridad de mi familia. Con todo mi afecto y mi agradecimiento eterno.

A MIS HERMANOS:

**Juan Hernando
Jorge Abraham
Yara Mayté
Mary**

A LA FAMILIA BETANZOS LOPEZ:

**Héctor, Silvia, Hectorín,
Adrianita y Mago.**

Pedro, Marisela y Alex.

Quienes con su afecto y actitudes positivas, me alentaron siempre a concluir esta obra, en los buenos y difíciles momentos.

A MI PUEBLO: DZILAM DE GONZALEZ, YUCATAN.

Como un pequeño ejemplo de que aún viviendo en las condiciones más precarias, podemos levantarnos y ser mejores.

Es hora ya de despertar y luchar por una vida mejor para los nuestros, ellos la merecen.

DEDICATORIA ESPECIAL

PARA MIS COMPAÑEROS DE ESTUDIO:

FRANCISCO LARA ASCENCIO, AGUSTIN CRUZ ALCALA, JOSE ISIDRO RINCON CARREON, WILLIAM DE LA ROSA REYES, ISIDRO RUBEN LEON GRANADILLO, YESENIA ALVAREZ NEGRETE, JOSE BENITO ALADRO APARICIO Y MARCO ANTONIO SANTIAGO VERA.

Son indescriptibles los momentos vividos en estos últimos dos años, e infinitamente provechosos; lo único que lamento es no habernos encontrado antes.

INDICE DE CUADROS.....	i
INDICE DE FIGURAS.....	ii
RESUMEN.....	iii
I. INTRODUCCION.....	1
II. OBJETIVOS.....	3
III. REVISION DE LITERATURA.....	4
3.1. El fenómeno de interferencia entre maleza y cultivo. 4	
3.1.1. Factores que afectan la interferencia maleza- cultivo.....	5
3.2. El fenómeno de competencia maleza-cultivo.....	5
3.2.1. Definición.....	5
3.2.2. Principios generales de la competencia.....	6
3.2.3. Bases fisiológicas de la competencia.....	6
3.2.4. Factores que afectan la competencia maleza- cultivo.....	7
3.2.5. Período crítico de competencia (PCC).....	8
3.2.6. Determinación de los efectos competitivos....	9
3.2.7. Variables a evaluar en la determinación del PCC.....	14
3.2.8. Efectos de la competencia de <i>Chenopodium album</i> L. con diversos cultivos.....	15
3.3. El fenómeno de competencia entre maleza y cultivo... 16	
3.3.1. Origen del término y definiciones.....	16
3.3.2. Diferenciación entre los términos alelopatía y competencia.....	17

3.3.3. Compuestos identificados con propiedades alelopáticas.....	18
3.3.3.1. Terminología para los compuestos involucrados.....	18
3.3.3.2. Naturaleza química de los inhibidores..	19
3.3.3.3. Liberación de inhibidores y mecanismos involucrados.....	20
3.3.4. Métodos de estudio para determinar los efectos alelopáticos de la maleza sobre los cultivos.....	21
3.4. Requerimientos para la germinación y el establecimiento de malezas.....	23
IV. MATERIALES Y METODOS.....	25
4.1. Experimento 1: Determinación del período crítico de competencia (PCC).....	25
4.1.1. Ubicación del experimento.....	25
4.1.2. Preparación y siembra del almácigo.....	25
4.1.3. Preparación del terreno definitivo.....	25
4.1.4. Transplante y labores al cultivo.....	25
4.1.4.1. Riegos.....	26
4.1.4.2. Fertilización.....	26
4.1.4.3. Control de plagas.....	27
4.1.5. Metodología experimental.....	28
4.1.5.1. Variables evaluadas en el cultivo.....	31
4.1.5.2. Variables evaluadas en la maleza.....	33
4.1.6. Análisis estadístico.....	34
4.2. Experimento 2: Efecto de exudados radicales de maleza sobre el crecimiento de tomate de cáscara.....	34
4.2.1. Ubicación del experimento.....	34
4.2.2. Metodología experimental.....	34
4.2.3. Variables evaluadas y análisis estadístico...	36

4.3. Experimento 3: Efecto de exudados radicales de tomate de cáscara sobre semillas de maleza.....	37
4.3.1. Ubicación del experimento.....	37
4.3.2. Metodología experimental.....	37
4.3.3. Variables evaluadas y análisis estadístico...	38
V. RESULTADOS Y DISCUSION.....	39
5.1. Experimento 1: Determinación del período crítico de competencia (PCC).....	39
5.1.1. Especies presentes en el experimento.....	39
5.1.2. Variables evaluadas en el cultivo.....	41
5.1.2.1. Altura de planta.....	41
5.1.2.2. Porcentaje de cobertura.....	42
5.1.2.3. Materia seca.....	44
5.1.2.4. Variables del rendimiento.....	46
5.1.2.5. Discusión general sobre las variables del cultivo.....	49
5.1.3. Variables evaluadas en la maleza.....	51
5.1.3.1. Definiciones.....	51
5.1.3.2. Porcentaje de cobertura.....	52
5.1.3.3. Materia seca.....	54
5.1.3.4. Altura de planta.....	55
5.1.3.5. Densidad poblacional.....	58
5.1.3.6. Discusión general sobre las variables evaluadas en la maleza.....	60
5.2. Experimento 2: Efecto de exudados radicales de maleza sobre el crecimiento de plantas de tomate de cáscara.....	61
5.2.1. Altura de planta.....	61
5.2.2. Materia seca de raíz.....	62
5.2.3. Materia seca de la parte aérea.....	63

5.3. Experimento 3: Efecto de exudados radicales de tomate de cáscara sobre semillas de maleza.....	64
5.3.1. Porcentaje de germinación.....	64
5.3.2. Longitud de plántulas.....	65
VI. CONCLUSIONES.....	67
VII. BIBLIOGRAFIA.....	68
VIII. APENDICE.....	73

INDICE DE CUADROS

NUMERO	DESCRIPCION	PAGINA
1	NUMERO Y CALENDARIO DE RIEGOS EN TOMATE DE CASCARA BAJO DIFERENTES PERIODOS DE LIMPIEZA Y ENHIERBE. CHAPINGO, MEXICO. 1992.	26
2	CALENDARIO DE APLICACIONES DE INSECTICIDA EN TOMATE DE CASCARA. CHAPINGO, MEXICO. 1992.	28
3	TRATAMIENTOS EVALUADOS PARA DETERMINAR EL PERIODO CRITICO DE COMPETENCIA ENTRE LA MALEZA Y EL TOMATE DE CASCARA. CHAPINGO, MEXICO. 1992.	28
4	CALENDARIZACION DE LOS DESHIERBES EN TOMATE DE CASCARA, BAJO DIFERENTES PERIODOS DE LIMPIEZA Y ENHIERBE. CHAPINGO, MEXICO. 1992.	30
5	CALENDARIO DE CORTES EN TOMATE DE CASCARA BAJO DIFERENTES PERIODOS DE LIMPIEZA Y ENHIERBE. CHAPINGO, MEXICO. 1992.	32
6	CALENDARIZACION DE EVALUACIONES DE LA MALEZA EN TOMATE DE CASCARA BAJO DIFERENTES PERIODOS DE LIMPIEZA Y ENHIERBE. CHAPINGO, MEXICO. 1992.	33
7	CALENDARIO DE RIEGO PARA LA DETERMINACION DE EFECTOS ALELOPATICOS SOBRE EL CULTIVO POR EXUDADOS RADICALES DE MALEZA. CHAPINGO, MEXICO. 1993.	36
8	PRUEBAS REALIZADAS PARA DETERMINAR LOS EFECTOS DE EXUDADOS RADICALES DEL TOMATE DE CASCARA SOBRE SEMILLAS DE MALEZA. CHAPINGO, MEXICO. 1992.	37
9	CALENDARIO DE APLICACION DE EXUDADO Y RIEGOS EN EL EXPERIMENTO 3. CHAPINGO, MEXICO. 1993.	38
10	CARACTERISTICAS POBLACIONALES DE LAS ESPECIES PRESENTES EN EL EXPERIMENTO SOBRE PCC DE LA MALEZA EN TOMATE DE CASCARA. CHAPINGO, MEXICO. 1992.	40
11	ALTURA DE PLANTAS DE TOMATE DE CASCARA BAJO DIFERENTES PERIODOS DE LIMPIEZA Y ENHIERBE. CHAPINGO, MEXICO. 1992.	41

12	PORCENTAJE DE COBERTURA EN TOMATE DE CASCARA BAJO DIFERENTES PERIODOS DE LIMPIEZA Y ENMALEZADO. CHAPINGO, MEXICO. 1992.	43
13	PRODUCCION DE MATERIA SECA DE PLANTAS DE TOMATE DE CASCARA BAJO DIFERENTES PERIODOS DE LIMPIEZA Y ENMALEZADO. CHAPINGO, MEXICO. 1992.	45
14	NUMERO TOTAL DE FRUTOS DE TOMATE DE CASCARA (NFT)/ 5 PLANTAS, PRODUCIDOS BAJO DIFERENTES PERIODOS DE LIMPIEZA Y ENMALEZADO. CHAPINGO, MEXICO. 1992.	47
15	RENDIMIENTO TOTAL DE TOMATE DE CASCARA BAJO DIFERENTES PERIODOS DE LIMPIEZA Y ENHIERBE. CHAPINGO, MEXICO. 1992.	49
16	COBERTURA DE MALEZA EN TOMATE DE CASCARA BAJO DIFERENTES PERIODOS DE LIMPIEZA Y ENHIERBE. CHAPINGO, MEXICO. 1992.	53
17	PRODUCCION DE MATERIA SECA DE MALEZA EN TOMATE DE CASCARA BAJO DIFERENTES NIVELES DE LIMPIEZA Y ENMALEZADO. CHAPINGO, MEXICO. 1992.	54
18	ALTURA DE MALEZA EN TOMATE DE CASCARA, BAJO DIFERENTES PERIODOS DE LIMPIEZA Y ENHIERBE. CHAPINGO, MEXICO. 1992.	56
19	DENSIDAD DE MALEZA EN TOMATE DE CASCARA BAJO DIFERENTES PERIODOS DE LIMPIEZA Y ENMALEZADO. CHAPINGO, MEXICO. 1992.	58
20	ALTURA DE PLANTAS DE TOMATE DE CASCARA CON LA APLICACION DE EXUDADOS RADICALES DE DIFERENTES ESPECIES. CHAPINGO, MEXICO. 1993.	62
21	MATERIA SECA DE RAIZ DE TOMATE DE CASCARA CON LA APLICACION DE EXUDADOS RADICALES DE DIFERENTES ESPECIES. CHAPINGO, MEXICO. 1993.	62
22	MATERIA SECA DE LA PARTE AEREA DE PLANTAS DE TOMATE DE CASCARA CON LA APLICACION DE EXUDADOS RADICALES DE DIFERENTES ESPECIES. CHAPINGO, MEXICO. 1993.	64
23	PORCENTAJE DE GERMINACION DE MALEZAS CON Y SIN LA APLICACION DE EXUDADO RADICAL DE TOMATE DE CASCARA. CHAPINGO, MEXICO. 1993.	65

INDICE DE FIGURAS

NUMERO	DESCRIPCION	PAGINA
1.a	RELACION SIGMOIDAL ENTRE LA DENSIDAD DE LA MALEZA Y EL RENDIMIENTO DEL CULTIVO.	11
1.b	MODELOS RESULTANTES DE EXPERIMENTOS CON SERIES DE REEMPLAZO. ADAPTADO DE Radosevich y Holt (1984) y Fischer (1988).	12
1.c	DIAGRAMA DEL DISEÑO DE ABANICO (Nelder, 1962; citado por Fischer, 1988).	13
1.d	DIAGRAMA DEL DISEÑO DE ESCALERA PARA EL ESTUDIO DE EFECTOS ALELOPATICOS POR EXUDADO DE RAICES (Radosevich y Holt, 1984).	22
1	SUPERFICIE UTILIZADA Y DISPOSICION DE LOS TRATAMIENTOS EN LAS UNIDADES EXPERIMENTALES, EN LA DETERMINACION DEL PCC EN TOMATE DE CASCARA. CHAPINGO, MEXICO. 1992.	30
2	DISPOSICION DE LAS MACETAS CON MALEZA Y PLANTAS DE TOMATE PARA LA DETERMINACION DE EFECTOS ALELOPATICOS SOBRE EL CULTIVO POR EXUDADOS RADICALES. CHAPINGO, MEXICO. 1992.	35
3	UBICACION DEL PCC DE LA MALEZA EN EL TOMATE DE CASCARA CON BASE EN LA COBERTURA DEL CULTIVO. CHAPINGO, MEXICO. 1992.	44
4	EFFECTO DE LA INTERFERENCIA DE LA MALEZA SOBRE LA PRODUCCION DE TOMATE DE CASCARA. CHAPINGO, MEXICO. 1992.	45
5	UBICACION DEL PCC DE LA MALEZA EN BASE AL NUMERO TOTAL DE FRUTOS DE TOMATE DE CASCARA. CHAPINGO, MEXICO. 1992.	48
6	UBICACION DEL PCC DE LA MALEZA EN TOMATE DE CASCARA EN BASE AL RENDIMIENTO TOTAL DE FRUTOS. CHAPINGO, MEXICO. 1992.	49
7	UBICACION DEL PCI DE LA MALEZA EN TOMATE DE CASCARA EN BASE A SU COBERTURA. CHAPINGO, MEXICO. 1992.	53
8	UBICACION DEL PCI DE LA MALEZA EN TOMATE DE CASCARA EN BASE A SU PRODUCCION DE MATERIA SECA. CHAPINGO, MEXICO. 1992.	55

9

**COMPORTAMIENTO DE LA ALTURA DE LA MALEZA
BAJO EL EFECTO DE DIFERENTES PERIODOS DE
LIMPIEZA Y ENHIERBE. CHAPINGO, MEXICO.
1992.**

57

10

**COMPORTAMIENTO DE LA DENSIDAD DE MALEZA
BAJO EL EFECTO DE DIFERENTES PERIODOS DE
LIMPIEZA Y ENHIERBE. CHAPINGO, MEXICO.
1992.**

59

RESUMEN

Para conocer las relaciones de interferencia entre la maleza y el tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.), se realizó este estudio a través de tres experimentos: 1) determinación del Período Crítico de Competencia (PCC), 2) efecto de exudados radicales de maleza sobre el crecimiento de tomate de cáscara y 3) efecto de exudados radicales de tomate sobre semillas de maleza.

En la determinación del PCC se evaluaron la altura, cobertura, materia seca (M. S.), rendimiento en número y peso de frutos del cultivo y, para la maleza, se midieron la altura, la cobertura, la producción de M. S. y la densidad poblacional por especie. A excepción de la altura, todas las variables del cultivo fueron claramente afectadas por la presencia de maleza, no obstante que algunas no fueron de gran utilidad para la ubicación del PCC, por la variabilidad que mostraron. Con base en la consistencia de las variables cobertura, número de frutos y rendimiento del cultivo, se ubicó un período de tolerancia (PT) al enmalezamiento de 20 días después del trasplante (ddt) y un PCC de 30 días, ubicado entre los 20 y 50 ddt. Dichos resultados fueron apoyados por la variables cobertura de maleza.

En la determinación de los efectos de los exudados radicales de maleza sobre el tomate se siguió la metodología propuesta por Radosevich y Holt (1984), con ligeras modificaciones. En este caso las especies *Chenopodium album*, *Galinsoga parviflora*, *Portulaca oleracea* y *Erodium cicutarium*, se usaron como plantas donadoras de exudados y el tomate de cáscara como planta receptora. Las variables evaluadas fueron la altura de planta y producción de M. S. del tomate. El análisis de varianza no detectó diferencias significativas entre los tratamientos, por lo que no fue posible determinar la existencia de efectos alelopáticos maleza-cultivo.

Finalmente en la determinación del efecto de exudados radicales del tomate de cáscara sobre maleza, se emplearon las especies de maleza antes descritas, como receptoras y al cultivo como donador. El experimento se realizó a nivel de laboratorio, en cajas de petri. El análisis estadístico indicó que los exudados radicales del cultivo no afectaron la germinación y desarrollo de plántulas de maleza.

I. INTRODUCCION

El cultivo del tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.), constituye una actividad de gran importancia social y económica, sobre todo en los estados del centro de la República, en donde se dedica una superficie considerable para la siembra (Bernal, 1988).

Anteriormente este cultivo sólo se reportaba en nueve estados del país bajo siembras comerciales, entre los cuales destacaban Guanajuato y Morelos, en donde se le destinaban anualmente 3,000 y 2,500 hectáreas, respectivamente (Saray y Loya, 1977; citados por Cantú, 1983; Bernal, 1988).

Recientemente, de 1989 a 1991, el tomate es reportado como cultivo comercial en 24 estados, entre los cuales destacan por la superficie que le dedican: Michoacán, Puebla, Guanajuato, Hidalgo, México, Morelos y Jalisco; los cuales representaron el 80% de la superficie sembrada en este período, misma que en estos años se incrementó de 15,931 has. en 1989 a 25,885 has. en 1991 (SARH, 1989; SARH, 1990; SARH, 1991).

Cabe destacar que del total de la producción, el 77.6% se realiza bajo riego y el 22.4% bajo temporal. Por otra parte, toda la producción se destina al consumo nacional, sobre todo en la región centro (Pérez, 1991).

El incremento en la superficie y su ampliación a nuevas regiones del país, indica que el tomate de cáscara es al mismo tiempo que un componente alimenticio de cierta relevancia, una fuente de trabajo y de ingresos para los productores hortícolas de 24 estados, que se dedican a su cultivo.

Sin embargo, a pesar de su relativa importancia, esta planta ha recibido poca atención por parte de la investigación agrícola, considerándose en muchas ocasiones como maleza o bien de interés taxonómico o evolutivo (Cárdenas, 1981); de hecho se menciona que prácticamente sus características agronómicas más importantes

todavía se desconocen (Montes, 1989).

Entre las limitantes de la producción que se han identificado, pero que sin embargo, no han recibido la atención necesaria, se encuentra el manejo de malezas.

En relación a este problema, se encuentran algunas referencias de control a base de cultivos con maquinaria y deshierbes con azadón (Cárdenas, 1981) o solamente con el uso de cultivadoras (Villanueva y Loya, 1977; citados por Cantú, 1983). Sin embargo la época de realización de las labores no parece estar bien definida, puesto que el primer autor recomienda dos pasos de cultivadora a los 31 y 47 días después del transplante y tres deshierbes con azadón a los 19, 32 y 104 días; mientras que los segundos recomiendan un paso de cultivadora a los 30 días después del transplante.

Por otra parte, Cantú (1983), indica que para siembra directa los deshierbes deben efectuarse después del primer aclareo (de 8-10 días después de la siembra), o cuando se considere necesario.

Esta variación en cuanto a la época de realización del control, sugiere un desconocimiento de las relaciones de interferencia que se establecen entre el tomate de cáscara y la maleza, la magnitud de los efectos competitivos y/o alelopáticos de esta última sobre el cultivo, la respuesta del tomate a estos efectos y el periodo de tiempo durante el ciclo, en el cual ocurren.

Con estos antecedentes, se llevó a cabo el presente estudio considerando la necesidad y la importancia de contar con esta información básica, que permita en un momento dado hacer un uso óptimo de los recursos, al dirigir de una manera más precisa las actividades de control y, en trabajos de investigación, enfocar las evaluaciones a la etapa del ciclo en que la maleza ejerce su influencia negativa sobre el cultivo.

II. OBJETIVOS

2.1. Realizar un estudio que permita conocer las relaciones de interferencia que se establecen entre la maleza y el cultivo de tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.) en Chapingo, México.

2.2. Determinar el periodo crítico de competencia entre la maleza y el tomate de cáscara a nivel de campo.

2.3. A nivel de invernadero, detectar la presencia de posibles efectos alelopáticos entre el cultivo y las principales especies de malezas con él asociadas en el campo.

III. REVISION DE LITERATURA

3.1. El fenómeno de interferencia entre maleza y cultivo

En la naturaleza, así como en la agricultura, una multitud de organismos están interactuando continuamente. Sólo algunas de estas interacciones son simples y directas, la mayoría son complejas e involucran tanto relaciones directas como indirectas (Akobundu, 1987).

Algunas de las interacciones biológicas que se han identificado y que podrían establecerse entre los organismos son: neutralismo, competencia, amensalismo mutualismo, protocooperación, comensalismo y parasitismo. Pero de estas sólo tres presentan efectos negativos en la asociación cultivo-maleza: Competencia, amensalismo y parasitismo (Radosevich y Holt, 1984; Akobundu, 1987).

La maleza presenta interacciones positivas y negativas con los demás componentes bióticos del agroecosistema. En este sentido, las principales interacciones negativas con los cultivos, desde un punto de vista meramente biológico, son la competencia por los elementos esenciales para el crecimiento y la alelopatía como interacción de amensalismo entre plantas superiores (Dominguez y Medina, 1992).

Otro tipo de interacciones negativas se dan cuando la maleza actúa como hospedera de plagas insectiles o de patógenos de las plantas de interés económico, las cuales se consideran como presiones ambientales que tienen efectos negativos sobre el cultivo de una manera indirecta, considerando su relación con la maleza (Pitelli, 1985).

Todas estas interacciones negativas que se establecen entre la maleza y el cultivo, se han agrupado en un solo término que se ha convenido en llamar "Interferencia" (Pitelli, 1985) y se ha definido como los efectos detrimentales de una especie sobre otra

como resultado de sus interacciones, de las cuales las más importantes son la competencia y la alelopatía (Akobundu, 1987).

3.1.1. Factores que afectan la interferencia maleza-cultivo

Diversos autores han hecho referencia a una amplia variedad de factores que afectan en diferente magnitud a las interacciones maleza- cultivo (Gupta y Lamba, 1979; Radosevich y Holt, 1984). Entre otros, se mencionan:

- a) Factores de la maleza: Período de crecimiento, densidad, especies.
- b) Factores ambientales: Fertilidad del suelo, humedad, pH, influencia climática.
- c) Factores del cultivo: Fecha y método de siembra, densidad y distribución, especies y cultivares.

3.2. El fenómeno de competencia maleza-cultivo

3.2.1. Definición

Odum (1982), indica que en un sentido amplio, la competencia se refiere a la acción recíproca entre dos organismos que están empeñados en conseguir la misma cosa; o es toda acción recíproca entre dos o más poblaciones de especies que afectan adversamente su crecimiento y supervivencia.

Desde el punto de vista agrícola, se ha definido como las relaciones entre dos o más plantas, en las cuales el suministro de un factor de crecimiento se encuentra por abajo de las demandas combinadas (Zimdahl, 1980).

Radosevich y Holt (1984), mencionan la existencia de dos tipos de competencia: Intraespecífica e interespecífica y las definen como la interacción negativa entre plantas de la misma especie, en el primer caso; y entre plantas de especies diferentes, en el segundo.

3.2.2. Principios generales de la competencia

Tanto malezas como cultivos son plantas y por tanto tienen básicamente los mismos requerimientos para su crecimiento y desarrollo. Debido a ello, se han consignado algunos principios generales relativos a esta forma de interacción (Muzik, 1970; CIAT, 1979):

- a) La preparación del suelo permite la germinación de semillas de malezas.
- b) Las primeras plantas en ocupar cualquier área tienden a excluir a las que aparecen posteriormente.
- c) Cualquier condición del medio ambiente o práctica que favorezca el desarrollo del cultivo, reduce la competencia de malezas.
- d) Especies de maleza de hábitat y desarrollo similar al del cultivo, ocasionan las más grandes pérdidas en la producción.
- e) Dos plantas no compiten si hay suficiente disponibilidad de agua, nutrimentos, luz, espacio y CO₂.
- f) Una infestación moderada es a veces tan seria como una fuerte.

Varios autores coinciden en el hecho de que casi todos los cultivos demandan un control temprano de las malezas durante el periodo de crecimiento, particularmente en el primer tercio o mitad de su ciclo. Se menciona que en general, para los cultivos de primavera la competencia ocurre en un periodo comprendido entre las tres y ocho semanas después de la emergencia (Anderson, 1977; Mercado, 1979; Roberts, 1982).

3.2.3. Bases fisiológicas de la competencia

Con el desarrollo de la agricultura y con el uso de los diversos métodos de control, además de la selección natural; se ha ejercido una alta presión de selección hacia los genotipos que presentan cualidades de adaptación a condiciones adversas (Dominguez y Medina, 1992). Esta situación, aunada al hecho de que los cultivos se han desarrollado únicamente por selección artificial y por tanto sus mecanismos de adaptación son menos eficientes; hacen que las malas hierbas resulten definitivamente

mas competitivas.

Mercado (1979), menciona en este sentido, que la tasa de crecimiento de las plantas esta en primer lugar en función de la asimilación del carbono en el proceso fotosintético. Se ha dividido a las plantas de acuerdo a su capacidad fotosintética, en eficientes y no eficientes.

La mayoría de las malezas pertenecen al grupo fotosintético C_4 . Una especie eficiente (C_4), asimila dos o tres veces más CO_2 a cualquier intensidad de luz debido al ciclo C_4 seguido en el proceso de fotosíntesis, no "desperdician" CO_2 en la fotorrespiración, su capacidad fotosintética no se satura a elevadas intensidades luminicas y pueden fotosintetizar con estomas casi cerrados en condiciones de alta temperatura y déficit de humedad; es decir, el tipo C_4 es más eficiente en la conversión del CO_2 y el uso del agua. A diferencia de éstas, la capacidad fotosintética de las plantas C_3 se satura a elevadas intensidades luminicas y son por tanto menos eficientes en la conversión del CO_2 (Fischer, 1988).

También se han encontrado diferencias entre la anatomía vascular y estructura de cloroplastos en ambos grupos de plantas, lo cual también contribuye a explicar la diferencia en la habilidad fotosintética (Mercado, 1979).

3.2.4. Factores que afectan la competencia maleza-cultivo

La intensidad de la competencia varia de un lote a otro, de una a otra región y de un año a otro, debido a diferentes factores (CIAT, 1979).

Estos factores se han agrupado en cuatro categorías según CIAT (1979) y Akobundu (1987):

a) Características adaptativas de la maleza

- Ciclo de vida
- Plasticidad de poblaciones

- Germinación dispareja
- Producción de inhibidores
- Producción de gran cantidad de semillas y estructuras vegetativas
- Fácil adaptación a las variaciones del medio ambiente

b) Complejo de malezas

- Especie de maleza
- Tipo de maleza (Hoja ancha, hoja angosta)
- Efectos de los diferentes métodos de control
- Inicio y duración de la asociación maleza-cultivo
- Efecto sobre los factores del crecimiento

c) Factores del cultivo

- Tipo y densidad de siembra
- Arreglo espacial
- Arquitectura de la planta
- Disponibilidad de los factores del crecimiento
- Patrones de cultivo

d) Factores ambientales

- Factores climáticos
- Fertilidad del suelo
- Manejo de la cubierta

3.2.5. Período crítico de competencia (PCC)

Durante el ciclo del cultivo, hay una etapa de particular duración, en la cual el cultivo es muy sensible a la competencia por malezas, y la presencia de ellas arriba de cierta densidad (nivel crítico), puede causar una reducción significativa en la producción (Mercado, 1979); esta etapa es conocida como período crítico de competencia.

Pitelli y Durigan (1984), citados por Pitelli (1985), lo han denominado también como "Período total de prevención de la interferencia (PTPI)"; definiéndolo como: El período a partir de

la siembra o de la emergencia, en que el cultivo debe ser mantenido libre de la presencia de comunidades infestantes para que la producción no sea afectada cuantitativa y/o cualitativamente.

No siempre es necesario comenzar el control de malezas desde la emergencia de éstas, sino que en algunos casos es posible esperar cierto tiempo en virtud de una "tolerancia inicial" que el cultivo puede presentar (Fischer, 1988). A medida que las plantas crecen y sus sistemas radicales exploran mayores volúmenes de suelo, se alcanza un punto en el que el suministro de agua o nutrientes es limitado y la competencia comienza (Roberts, 1982).

El límite máximo de este período de tolerancia, representa la época en que la interferencia comienza a dañar irreversiblemente la producción económica del cultivo y teóricamente marca el momento ideal para el inicio del control de la vegetación infestante (Pitelli, 1985).

La tolerancia inicial aparentemente aparece si sólo se tiene competencia por luz en ese período. Para lo cual el suministro de agua y nutrientes debe cubrir las demandas de las malezas y del cultivo, además, los efectos alelopáticos deben ser irrelevantes.

Generalmente los estudios de competencia o interferencia tienen una validez regional bastante restringida. De forma que extrapolaciones de datos obtenidos en agroecosistemas relativamente diferentes pueden ser no válidos o deben considerarse con mucha precaución (Fischer, 1988).

3.2.6. Determinación de los efectos competitivos

Muchas veces hay que cuantificar la magnitud del efecto de las malezas sobre el cultivo, así como el período crítico en que la competencia sucede, para justificar la necesidad del control y ayudar a la búsqueda de soluciones (Burril *et al.*, 1977).

Nieto *et al.* (1968), han propuesto un diseño de experimento para determinar el período crítico de competencia, el cual se conforma por dos series de tratamientos. La primera serie consiste en deshierbar el cultivo al principio y posteriormente dejarlo enmalezar, en la segunda, se deja al cultivo enmalezado al principio y más tarde se deshierba en períodos específicos del ciclo. En el primer caso, los resultados indican el número mínimo de días que un cultivo debe permanecer libre de malezas para obtener la máxima producción; en el otro caso, los resultados dan un indicativo aproximado de la fecha más temprana a la cual las malezas comienzan a causar daño (etapa de tolerancia). Por la comparación de las dos series de tratamientos, es posible determinar teóricamente, el periodo en el cual las malezas deben ser eliminadas.

Esta metodología es también sugerida por Burril *et al.* (1977) y Roberts (1982), este último autor indica que las relaciones entre rendimiento y la presencia de malezas en los diferentes periodos pueden ser expresadas en una gráfica para su análisis.

En México, esta metodología ha sido ampliamente utilizada para la determinación del PCC en diversos cultivos como cártamo, cebada, cebolla, sorgo, cempasuchitl, la asociación maíz-frijol y henequén (Mondragón, 1982; Medina, 1983; Avilés, 1990 y 1991; Contreras, 1991; Bolaños y Pérez, 1992; Treviño *et al.*, 1992; Escobar y Avila, 1992).

Además del periodo crítico de competencia, han sido estudiadas las relaciones entre plantas que crecen mezcladas, a traves de diseños experimentales que incluyen arreglos aditivos. sustitutivos y sistemáticos de especies. Radosevich y Holt (1984), han descrito este tipo de diseños de la siguiente manera:

a) Diseños aditivos. En este diseño, dos especies crecen juntas; por ejemplo un cultivo y una maleza. En este caso, la densidad de una especie, generalmente el cultivo, se mantiene constante; mientras que la otra es variada. En general existe una relación

sigmoideal entre el rendimiento del cultivo y la densidad de la maleza (Figura 1.a). El valor de este diseño se encuentra en que permite determinar directamente las pérdidas en el cultivo, asociadas con la ausencia de control.

La desventaja de esta técnica, es que no se puede determinar cual especie es la más competitiva y parece tener un valor limitado en la predicción del resultado final de las interacciones maleza-cultivo.

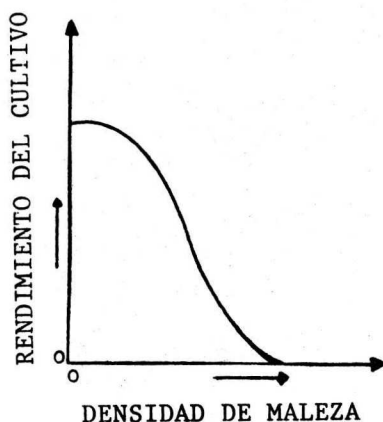


FIGURA 1.a. RELACION SIGMOIDAL ENTRE DENSIDAD DE LA MALEZA Y EL RENDIMIENTO DEL CULTIVO.

b) Diseños sustitutivos. El supuesto de esta estrategia, es que la producción en mezcla puede ser determinada de la producción de cada especie creciendo separadamente. El diseño sustitutivo o series de reemplazo, trabaja con densidades "saturantes" y requiere que la densidad total (especie A más especie B) sea constante y que las dos especies ocurran en una proporción entre 0 y 1.0. Cada especie también debe crecer sola para determinar competencia intraespecífica. La Figura 1.b representa cuatro posibles resultados de estos experimentos.

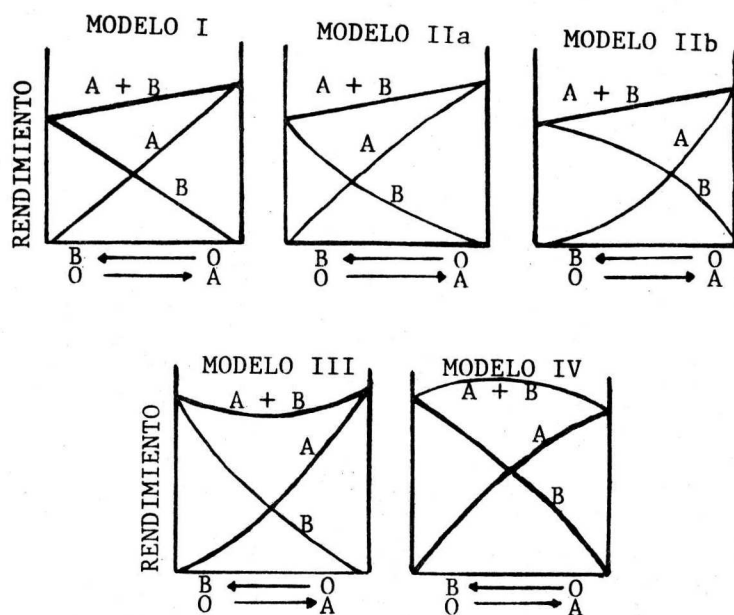


FIGURA 1.5. MODELOS RESULTANTES DE EXPERIMENTOS CON SERIES DE REEMPLAZO. ADAPTADO DE Radosevich Y Holt (1984) Y Fischer (1988).

- (I): NO HAY INTERFERENCIA O LA INTERFERENCIA INTRA E INTERESPECIFICA ES EXACTAMENTE IGUAL PARA AMBAS ESPECIES.
- (IIa): HAY INTERFERENCIA, LA ESPECIE A INTERFIERE CON EXITO A LA ESPECIE B (A ES MAS COMPETITIVA).
- (IIb): HAY INTERFERENCIA, LA ESPECIE B INTERFIERE CON EXITO A LA ESPECIE A (B ES MAS COMPETITIVA).
- (III): MUTUO ANTAGONISMO. PUEDE HABER ALELOPATIA.
- (IV): PUEDE SER UN MODELO DE SIMBIOSIS.

El valor de las series de reemplazo esta en su predictividad, pero tiene la desventaja de que bajo muchas condiciones de campo, las densidades de los cultivos son fijas y no varían mucho. Es ideal para estudios de invernadero, pero más difícil y aparentemente artificial bajo condiciones de campo.

c) Diseño sistemático. En estos diseños se considera la densidad de la planta de interés, así como su arreglo individual en relación a las otras. Consisten en una red de puntos, generalmente en forma de arco, representando cada punto la posición de una planta. Además tanto el área por planta o la cantidad de espacio disponible para la planta cambia en forma consistente en las diferentes partes de la red (Figura 1.c).

En este diseño se tiene la ventaja de proporcionar un amplio rango de densidades sin cambiar el patrón de arreglo.

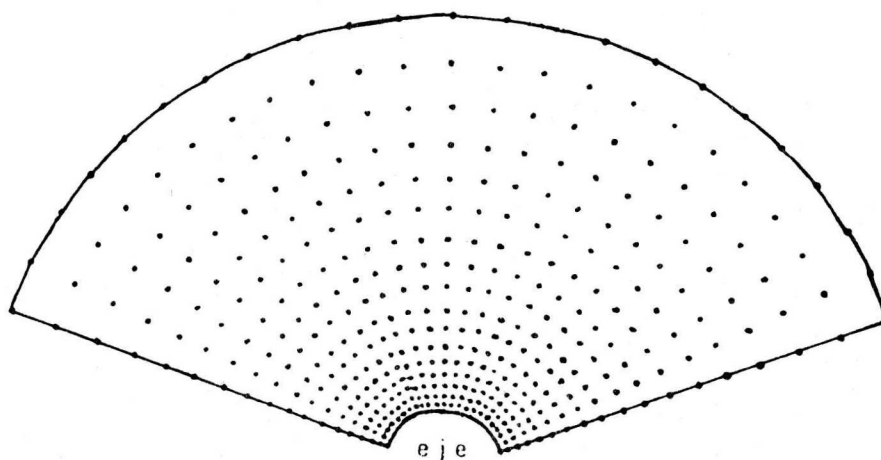


FIGURA 1. c. DIAGRAMA DEL DISEÑO DE ABANICO (Nelder, 1962; citado por Fischer, 1988).

3.2.7. Variables a evaluar en la determinación del período de competencia entre maleza y cultivo

En general, se coincide en que en este tipo de estudios se debe hacer una cuantificación del desarrollo del cultivo, el rendimiento total y la calidad de éste; así como de la comunidad de malezas presente (Nieto *et al.*, 1968; Burril *et al.*, 1977; Radosevich y Holt, 1984).

Radosevich y Holt (1984), indican que dependiendo de los objetivos del estudio y el tipo de diseño, a veces es suficiente con medir únicamente la producción (generalmente al cultivo), para expresar las pérdidas debidas a la otra especie; pero recalcan que los estudios que involucran la determinación de la producción de cada especie que ocurre en el experimento son de mucho más valor.

También puede hacerse una evaluación de la facilidad de cosecha un poco antes de ésta, usando una escala de cero a cinco; donde cero va a representar un buen acceso al cultivo, sin interferencia por parte de la maleza y cinco va a representar un cultivo imposible de cosechar a causa de las malezas. Pueden evaluarse además, la incidencia de insectos y enfermedades (Burril *et al.*, 1977).

En el caso de cultivos hortícolas, Bhowmick y Reddy (1988) estudiando la interferencia de *Chenopodium album* sobre jitomate (*Lycopersicon esculentum*), registraron como variables de respuesta en el cultivo los efectos en su desarrollo, el peso y número de frutos comercializables; así como las concentraciones de N, P, K y Ca en las hojas.

Aguado (1991), menciona que en un estudio sobre efectos competitivos de maleza en tomate de cáscara se evaluaron variables como altura a la primera bifurcación, altura total, número de flores, número total de frutos, peso total de frutos, número de frutos por corte y volumen de frutos; aunque para definir el PCC solamente se utilizó el rendimiento total, relegando las demás

variables.

3.2.8. Efecto de la competencia de *Chenopodium album* L. sobre diversos cultivos

Chenopodium album L. es una especie que a nivel mundial se ha estudiado ampliamente en cuanto a sus efectos competitivos sobre diversos cultivos; algunos de ellos son los siguientes:

a) Cultivos de gramíneas. Se ha encontrado que al cultivo del trigo, esta maleza le ocasiona reducción del crecimiento al competir con él durante los primeros 35-40 días después de la siembra (Magrin *et al.*, 1984) y se tienen evidencias de que esta afectación es consecuencia de una mayor extracción de P y en cierto grado de N (Bhaskar y Vyas, 1988). En el rendimiento se ha observado disminución en el número y tamaño de granos/espiga, y en la calidad; aunque no en el peso del grano (Magrin *et al.*, 1984; Bhaskar y Vyas, 1988).

En el caso de cebada, Conn y Thomas (1987) han reportado pérdidas máximas en la producción, atribuibles a esta maleza, que fluctúan entre 23 y 36%; además, se ha encontrado que la mayor competitividad la presenta al inicio del ciclo del cultivo, con un marcado decremento en etapas posteriores (Gustavsson, 1987).

Para maíz, se menciona que los efectos de competencia han ocasionado reducciones en el rendimiento de alrededor del 10%, con una población de 6.6 plantas de *C. album*/ m lineal de surco cultivado; estos efectos adversos han iniciado su manifestación de 40-50 días después de la emergencia del maíz (Kheddam, 1988).

b) Cultivos de hoja ancha. La competitividad de *C. album* fue estudiada en remolacha azucarera y se encontró que la maleza reduce la producción de este cultivo cuando la interacción se establece a partir de los 21 días después de la emergencia (Joenje y Kropft, 1987), con una densidad poblacional crítica de la maleza de 2-3 plantas/m² (Pozgai, 1988).

Por su parte Bhowmick y Reddy (1988), al trabajar con jitomate (*Lycopersicon esculentum*), observaron que una población de 16-64 plantas/m lineal de *C. album* no afectó el desarrollo vegetativo del cultivo, pero tuvo un efecto detrimental sobre el peso de los frutos iniciales. La competencia prolongada redujo el número y peso de frutos comercializables en un rango de 17% con 16 plantas de maleza/m lineal y de 36% con 64 plantas/m lineal. Otra consecuencia fue la disminución de N en el follaje en las etapas tempranas de cosecha, en función también, de la densidad de la maleza.

El cultivo de la soya también ha mostrado ser susceptible a la competencia con *C. album*; se han observado reducciones del 20% en la producción cuando la maleza permanece asociada al cultivo durante las primeras cinco a 10 semanas después de la emergencia (Crook y Reener, 1990). Se ha calculado un índice de competitividad para la maleza en el cual por cada kg/ha de biomasa producido, resultó una reducción promedio de 0.26 kg/ha de soya; además de umbrales de densidad de dos plantas/m lineal/cinco semanas de competencia y de una planta/m lineal/siete semanas después de la emergencia (Harrison, 1990).

3.3. El fenómeno de alelopatía entre malezas y cultivos

3.3.1. Origen del término y definiciones

Algunos de los efectos depresivos de las plantas sobre sus "vecinas" son tan notables, que la competencia por un recurso común no resulta suficiente para explicar el fenómeno. En este caso, generalmente es evidente una dramática mortalidad o un incremento en la biomasa de una especie pero no de otra. Una explicación para estas observaciones, es que algunas plantas liberan al ambiente inmediato de otras, ciertas sustancias tóxicas que las dañan o matan (Radosevich y Holt, 1984).

Molisch (1937) citado por Rice (1974), acuñó el término de "alelopatía" para referirse a la interacción bioquímica entre todo

tipo de plantas incluyendo microorganismos; él encaminó el término a cubrir tanto efectos benéficos como detrimentales recíprocos en las interacciones bioquímicas, aunque el término fue derivado de dos palabras griegas que significan "daño mutuo".

Más recientemente, varios investigadores han usado el término para referirse al efecto deletereo que una planta superior ejerce sobre otra a través de la producción de químicos que escapan al ambiente (Rice, 1974); sin embargo, también de forma reciente se ha demostrado que los efectos de cualquier compuesto pueden ser inhibidores o estimuladores dependiendo de su concentración en el medio (Rosales y Rojas, 1985), por lo que la definición de Molisch parece ser, de cualquier manera, la más adecuada.

Aldrich (1984), citado por Akobundu (1988), ha clasificado este fenómeno en dos tipos: Alelopatía verdadera y alelopatía funcional, definiendo a ambas de la siguiente manera:

a) Alelopatía verdadera: Es la liberación al ambiente de compuestos que son tóxicos en la forma en que son producidos por las plantas.

b) Alelopatía funcional: Es la liberación al ambiente de sustancias que son tóxicas, como resultado de la transformación por microorganismos.

3.3.2. Diferenciación entre los términos alelopatía y competencia

Existe todavía desacuerdo, en el sentido de si estos conceptos deben considerarse o no, como complementarios en las relaciones de interferencia entre plantas; mientras algunos autores establecen diferencias funcionales entre los fenómenos, otros sugieren una complementariedad entre ambos.

Por ejemplo, Anderson (1977), sostiene que algunas malezas incrementan su agresividad por la liberación al suelo de inhibidores tóxicos, con lo cual reducen o eliminan la competitividad de los cultivos y de otras especies de maleza.

Mercado (1979), apoya esta afirmación considerando que al disminuir el crecimiento de la vegetación circundante, la especie alelopática tiene mayor accesibilidad a los recursos limitados del ambiente. Incluso Rhoads et al. (1985) afirman que el estrés inducido por la competencia puede incrementar la producción de sustancias alelopáticas, afectando con ello a otras especies circundantes.

Otros autores (Rice, 1974; Zimdahl, 1980; Akobundu, 1987), hacen una clara delimitación de ambos fenómenos, al indicar que la diferencia básica se encuentra en que la competencia es un fenómeno puramente físico, en el cual se involucra la remoción o reducción de algún factor de crecimiento requerido por las especies que están compartiendo el habitat; mientras que la alelopatía se caracteriza por la liberación de compuestos químicos al ambiente.

Se ha reconocido que existen varias carencias que hacen difícil diferenciar la alelopatía de otras formas de interferencia, especialmente la competencia. Incluyen una falta general de nomenclatura para describir adecuadamente las respuestas de las plantas, una falta de técnicas para separar las interacciones alelopáticas de la competencia y la dificultad para probar la existencia de influencias directas o indirectas por otros organismos o modificaciones ambientales (Radosevich y Holt, 1984).

3.3.3. Compuestos identificados con propiedades alelopáticas

3.3.3.1. Terminología para los compuestos involucrados

Con base en conceptos discutidos por Gruner, Waksman y Gaumman; Rice (1974) y Ferreira (1988), sugieren algunos términos especiales para denominar a los inhibidores químicos involucrados en la alelopatía, de acuerdo al tipo de plantas que los producen y el tipo de plantas afectadas, siendo estos los siguientes:

a) Antibiótico. Inhibidor químico producido por un microorganismo,

efectivo contra otro microorganismo.

- b) Fitoncida. Inhibidor producido por una planta superior, que es efectivo contra un microorganismo.
- c) Marasmin. Compuesto producido por microorganismos y que daña a plantas superiores.
- d) Colina. Inhibidor químico producido por plantas superiores y efectivo contra plantas superiores.

Sin embargo, Duke (1985) menciona que algunos de estos términos han causado una confusión considerable por su naturaleza no específica o no descriptiva; por ello, propone que en vez del término "colina", se utilice "fitoinhibidor"; y en lugar de "fitoncida", sea utilizado el vocablo "saproinhibidor".

Una característica que se ha observado en estos compuestos, es que algunos pueden ser polifuncionales. Por ejemplo, hay muchas colinas que inhiben también el crecimiento de microorganismos y muchos fitoncidas que inhiben el crecimiento de plantas superiores (Rice, 1974).

3.3.3.2. Naturaleza química de los inhibidores

Muchos inhibidores químicos son compuestos que han sido denominados por diversos autores como "sustancias secundarias", debido a que son de ocurrencia esporádica y no parecen jugar un papel en el metabolismo básico de los organismos (Rice, 1974). Actualmente se conocen cerca de 10 mil productos secundarios, pero se supone que su número sobrepasa los 100 mil; aunque de los ya conocidos sólo se han identificado un número limitado (Almeida, 1988).

Sin embargo, varios autores (Rice, 1974; Duke, 1985; Almeida, 1988) han agrupado estos compuestos en una clasificación hasta cierto punto arbitraria, quedando esta de la siguiente manera:

- 1) Ácidos orgánicos solubles en agua, alcoholes de cadena abierta, aldehídos alifáticos y cetonas.
- 2) Lactonas insaturadas simples.

- 3) Ácidos grasos de cadena larga.
- 4) Naftoquinonas, antraquinonas y quinonas complejas.
- 5) Terpenoides y esteroides.
- 6) Fenoles simples, ácido benzoico y derivados.
- 7) Ácido cinámico y derivados.
- 8) Cumarinas.
- 9) Flavonoides.
- 10) Taninos hidrolizables.
- 11) Aminoácidos y polipéptidos.
- 12) Alkaloides y cianohidrinias.
- 13) Sulfuros y glicósidos de aceite mostaza.
- 14) Purinas y nucleósidos.
- 15) Gases tóxicos.
- 16) Misceláneos (No encajan claramente en las categorías anteriores).
- 17) Desconocidos.

3.3.3.3. Liberación de inhibidores y mecanismos de acción

Se menciona que en general, son cuatro las formas en que todas estas sustancias pueden ser liberadas por las plantas al ambiente: Volatilización, lixiviados, descomposición de plantas y exudado de raíces (Rice, 1974; Roberts, 1982; Duke, 1985; Akobundu, 1987; Almeida, 1988). En la mayoría de los casos, estos inhibidores han sido encontrados en hojas, tallos, raíces y semillas, más que en flores y frutos. Se menciona que las hojas se han mostrado siempre como la fuente más constante de sustancias alelopáticas y que las raíces generalmente contienen inhibidores en menor cantidad y menos potentes (Rice, 1974; Ferreira, 1988).

Un número considerable de factores afectan la cantidad de inhibidores que una planta puede producir, entre ellos se mencionan los efectos de la radiación lumínica, las deficiencias de nutrientes, estrés por agua, temperatura, edad de los órganos de la planta donadora, la variabilidad genética, e incluso la presencia en el ambiente de agentes alelopáticos producidos por otras plantas (Rice, 1974); sin embargo, una vez que estos

compuestos han sido liberados al ambiente, ejercen su efecto inhibitorio de diversas formas, entre las cuales se citan algunos mecanismos como: Inhibición de la división y elongación celular, inhibición de la giberelina o del ácido indolacético, efecto sobre el aprovechamiento de minerales, retraso en la fotosíntesis, inhibición o estímulo de la respiración y la apertura de estomas, inhibición de la síntesis de proteínas, cambio en el metabolismo de los lípidos y ácidos grasos, inhibición de la hemoglobina en nodulos de *Rhizobium*, cambios en la permeabilidad de las membranas e inhibición de enzimas específicas (Rice, 1974; Duke, 1985; Almeida, 1988).

Desafortunadamente, los mecanismos de acción han sido tocados solo superficialmente; una razón es que es muy difícil separar los efectos secundarios de las causas primarias (Rice, 1974).

3.3.4. Métodos de estudio para determinar los efectos alelopáticos de la maleza sobre los cultivos

Para el análisis de cualquier planta sospechosa de producir sustancias alelopáticas deben probarse las secreciones foliares, exudados radicales, residuos, suelo donde crecieron las plantas en estudio, extractos de hojas, cortezas o raíces y productos de descomposición por microorganismos. Toda esta serie de variantes en el donante, la edad o época en que se producen las sustancias, los factores que intervienen en su formación y acumulación, y los bioensayos para determinar en qué forma el receptor es afectado, dan la base para una amplia gama de técnicas de investigación en el área de la alelopatía (De la Cruz, 1987).

En el caso particular del presente estudio, el método de exudados radicales es de gran importancia por la similitud que presenta con las condiciones observadas en el campo.

El término exudado ha sido utilizado en un sentido muy amplio para referirse a cualquier sustancia que entra al sustrato directamente de las raíces de plantas inhibitorias, por la

descomposición de células que son desechadas por las raíces, o por la acción de microorganismos sobre sustancias que son excretadas por las raíces en cualquier forma (Rice, 1974).

Una técnica atractiva es el diseño de escalera. En este sistema las plantas donadoras y receptoras crecen separadamente en un sustrato de arena con las macetas alternadas en forma de escalones (Figura 1.d). La solución del suelo circula de las donadoras a las receptoras y regresa un cierto número de veces. En estos experimentos se debe asegurar que el agua nutrientes y otras condiciones necesaria para el desarrollo de las plantas, nunca estén limitados (Radosevich y Holt, 1984).

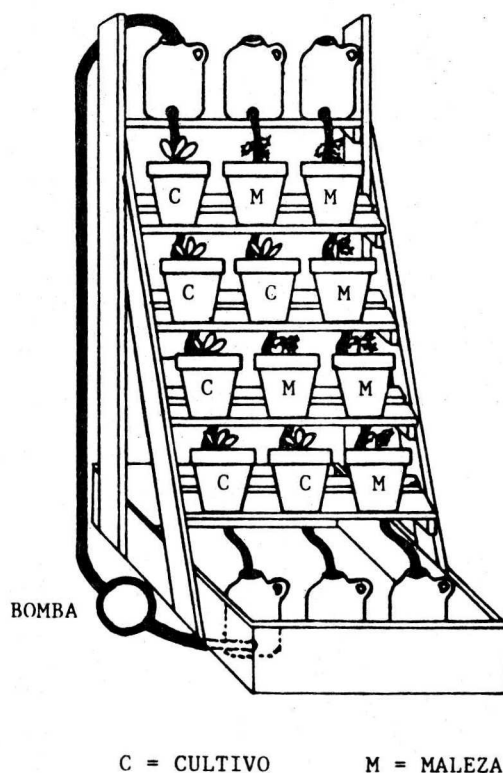


FIGURA 1. d. DIAGRAMA DEL DISEÑO DE ESCALERA PARA EL ESTUDIO DE EFECTOS ALELOPATICOS POR EXUDADO DE RAICES (Radosevich y Holt, 1984).

Sin embargo, Duke (1985) indica que estrictamente para proporcionar pruebas convincentes de la existencia de efectos alelopáticos, son necesarios los siguientes pasos: 1) Demostrar la existencia de interferencia, describir los síntomas y cuantificar la magnitud. 2) Aislar, caracterizar y sintetizar la toxina. 3) Los síntomas de interferencia previamente diagnosticados, deben ser repetidos por la aplicación de toxinas a proporciones presentes en la naturaleza, en un estado de susceptibilidad apropiado. 4) La liberación, movimiento y absorción de la toxina debe ser monitoreada y demostrar que es suficiente para causar interferencia.

3.4. Requerimientos para la germinación y el establecimiento de malezas

Andersen (1968), en una amplia revisión sobre el tema, consignó los efectos de diferentes factores que en mayor o menor grado influyen sobre la germinación y el establecimiento de malezas en estudios con poblaciones artificiales, entre otras cosas reporta lo siguiente:

a) *Chenopodium album* L.

Se ha encontrado que las semillas recién cosechadas generalmente no germinan, pero a medida que se hacen viejas, los porcentajes de germinación se incrementan. Entran en letargo por más de tres años, el cual se puede romper con temperaturas alternadas o suelo como sustrato de germinación. El rango de temperaturas oscila entre 2 a 35 °C, con un óptimo de 20 °C. Todavía hay desacuerdo sobre los efectos de la luz, pero se sabe que las semillas mantienen su viabilidad al menos por cinco años en almacenaje seco.

b) *Galinsoga parviflora* Cav.

Se menciona que la alternancia de temperaturas de 5 a 15 °C proporcionan excelente porcentaje de germinación, incluso ésta

es buena con oscilaciones de 10 a 18 o 25 °C. Un dato importante, es que independientemente de la edad de las semillas, la germinación es fuertemente estimulada por la luz.

c) *Portulaca oleracea* L.

La capacidad de germinación de esta especie se incrementa durante el almacenamiento en seco y la luz es en general benéfica para germinar. Durante los primeros meses después de la colección, los mejores resultados se han obtenido a temperatura constante de 30 °C; pero después de un prolongado almacenamiento (25 a 51 semanas), la germinación es mayor con alternancia de temperaturas de 20 a 30 °C.

d) *Erodium botrys* (Cav.) Berbl.

El factor más importante para la germinación es la edad de la semilla, se ha encontrado que el porcentaje se incrementa de 11 a 91% cuando se siembran semillas de seis meses a dos años, respectivamente; en tanto que el tiempo transcurrido de la siembra a la germinación, va de seis semanas a siete días, para las edades correspondientes; es decir, a mayor edad de la semilla, mayor porcentaje de germinación y menos tiempo entre la siembra y el momento de la germinación.

IV. MATERIALES Y METODOS

4.1. Experimento 1: Determinación del periodo critico de competencia (PCC)

4.1.1. Ubicación del experimento

El estudio de campo para la determinación del PCC se realizó en el Campo Agrícola Experimental de la Universidad Autónoma Chapingo, situada a 19° 29' latitud norte y 98° 53' longitud oeste; con una altura sobre el nivel del mar de 2,250 m (García, 1988), durante el ciclo PV/1992; del 3 de abril al 6 de agosto de 1992.

4.1.2. Preparación y siembra del almacigo

La cama de siembra se preparó en los primeros días del mes de marzo de 1992. Consistió en una cama de suelo de 10-15 cm de altura, un metro de ancho y dos metros de largo; se sembró el 12 de marzo la variedad "Rendidora", recomendada por Saray *et al.*, (1978), con distanciamientos aproximados de un cm entre plantas y 10 cm entre líneas. Inmediatamente después de la siembra, se aplicó Captán 50% en dosis de 3 g/l de agua, para prevenir el ataque de enfermedades fungosas al momento de la germinación.

4.1.3. Preparación del terreno definitivo

El terreno definitivo se preparó aproximadamente 15 días antes del transplante (18/Mar/92), y consistió en un barbecho a 25 cm de profundidad y dos pasos de rastra.

4.1.4. Transplante y labores al cultivo

El transplante se realizó el día 3 de abril, a los 22 días después de la siembra del almácigo, cuando las plántulas tenían de 10-15 cm de altura.

Se colocaron dos plántulas por mata, con una separación de

0.9 m entre surcos y 0.7 m entre matas, con lo cual se logró una densidad aproximada de 31,746 plantas/ha.

Algunas plantas que se observaron poco vigorosas o que no sobrevivieron, se repusieron a los cuatro días, el 7 de Abril; tal como sugieren Villanueva y Loya (1974), citados por Cantú (1983).

4.1.4.1. Riegos

Considerando el riego al transplante, se dieron un total de 12 a diferentes intervalos, dependiendo de la necesidad del cultivo (Cuadro 1).

CUADRO 1. NUMERO Y CALENDARIO DE RIEGOS EN TOMATE DE CASCARA BAJO DIFERENTES PERIODOS DE LIMPIEZA Y ENHIERBE. CHAPINGO, MEXICO. 1992.

RIEGO	FECHA
1	7/Abr/92
2	9/Abr/92
3	12/Abr/92
4	19/Abr/92
5	23/Abr/92
6	29/Abr/92
7	4/May/92
8	15/May/92
9	22/May/92
10	16/Jun/92
11	22/Jun/92
12	27/Jun/92

4.1.4.2 Fertilización

Esta práctica se llevó a cabo a los seis días después del transplante (9/Abr/92), con la fórmula 100-50-00 (Cárdenas, 1981). En esta fecha se aplicó la mitad del N y todo el P, la segunda mitad del N se aplicó a los 35 días después de la primera (14/May/92). Las fuentes utilizadas fueron: Urea (46% de N) y Superfosfato de calcio triple (46% de P_2O_5).

La aplicación de los fertilizantes fue seguida por un riego para incorporarlos y las cantidades por mata fueron: 6.8 g de urea más 6.8 g de superfosfato triple en la primera fertilización y 6.8 g de urea en la segunda.

4.1.4.3. Control de plagas

Se presentaron en bajas poblaciones tres insectos plaga en diferentes etapas del cultivo, los cuales fueron controlados a base de aplicaciones de insecticidas. En los primeros días posteriores al transplante se detectó la presencia de "Mosquita blanca" *Bemisia tabaci* (Gennadius), para cuyo control se realizaron tres aplicaciones del insecticida Tamarón (Metamidophos 48.3%), en dosis de 1.0 l de p. c./ha; esto fue más que nada para prevenir la posible transmisión de enfermedades virales, puesto que la población del insecto se estimó por abajo de una mosquita/planta.

Más adelante, al inicio de la formación del fruto, se presentó el gusano del fruto *Heliothis subflexa* Guenné; el cual se controló con una sola aplicación de Lannate (Metomil 90%), en dosis de 0.4 kg de p. c./ha, según la recomendación de Solís (1992)*.

Durante el periodo de cosecha, después del segundo corte, se presentó el crisomélido *Lema nigrovittata* Guerin, atacando al follaje, el cual también se controló con una sola aplicación de Lannate, en la misma dosis anterior.

La calendarización de las aplicaciones de insecticida por plaga, se presentan en el Cuadro 2.

* Solís A., J. F. 1992. Depto. P. A. UACH. Comunicación Personal.

**CUADRO 2. CALENDARIO DE APLICACIONES DE INSECTICIDA EN
TOMATE DE CASCARA. CHAPINGO, MEXICO. 1992.**

PLAGA		No. DE APLICS.	FECHAS DE APLICS.
NOMBRE COMUN	NOMBRE CIENTIFICO		
MOSQUITA BLANCA	<i>Bemisia tabaci</i> (Gennadius)	3	11/ABR/92 16/ABR/92 26/ABR/92
GUSANO DEL FRUTO	<i>Heliothis subflexa</i> Guenn.	1	24/MAY/92
CATARINITA	<i>Lema nigrovittata</i> Guerin	1	3/JUL/92

4.1.5. Metodología experimental

Se establecieron 14 tratamientos de deshierbe y enmalezado, según la metodología propuesta por Nieto *et al.* (1968), a partir del transplante (Cuadro 3).

**CUADRO 3. TRATAMIENTOS EVALUADOS PARA DETERMINAR EL PERIODO
CRITICO DE COMPETENCIA ENTRE LA MALEZA Y EL
TOMATE DE CASCARA. CHAPINGO, MEXICO. 1992.**

No. DE TRAT.	DESCRIPCION*
1	LIMPIO LOS PRIMEROS 10 DIAS
2	" " " 20 DIAS
3	" " " 30 DIAS
4	" " " 40 DIAS
5	" " " 50 DIAS
6	" " " 60 DIAS
7	TESTIGO SIEMPRE LIMPIO (TSL)
8	ENHIERBADO LOS PRIMEROS 10 DIAS
9	" " " 20 DIAS
10	" " " 30 DIAS
11	" " " 40 DIAS
12	" " " 50 DIAS
13	" " " 60 DIAS
14	TESTIGO SIEMPRE ENHIERBADO (TSE)

* Los tratamientos iniciaron al momento del transplante.

Los deshierbes se realizaron mediante el uso de azadón, a intervalos de tiempo variables según las necesidades (Cuadro 4).

El experimento se estableció bajo un diseño de bloques completos al azar con cuatro repeticiones. El tamaño de la parcela experimental fue de 12.6 m^2 (3.6 m de largo X 3.5 de ancho), la cual estuvo compuesta de cuatro surcos separados a 0.9 m, con 3.5 m de largo cada uno. La densidad por parcela fue de 40 plantas de tomate (20 matas).

En relación a esto, Cárdenas (1981) reporta que parcelas experimentales de 8 m^2 son aceptables para tomate de cáscara; sin embargo, considerando el reducido número de plantas que involucra esta superficie a la densidad de siembra utilizada, se optó por incrementar el tamaño.

La parcela útil para muestreos de maleza y evaluaciones en el cultivo, se ubicó en los dos surcos centrales, eliminando para esto las plantas de las orillas.

Los bloques estuvieron separados a 1.8 m unos de otros, con lo que la superficie experimental total fue de 705.6 m^2 (Figura 1)

CUADRO 4. CALENDARIZACION DE LOS DESHIERBES EN TOMATE DE CASCARA, BAJO DIFERENTES PERIODOS DE LIMPIEZA Y ENHIERBE. CHAPINGO, MEXICO.1992.

No. TRAT.	No. DE DESHIERBES	FECHAS
1	1	11/AB
2	3	11/AB, 13/AB, 20/AB
3	5	11/AB, 13/AB, 20/AB, 25/AB, 1/MAY
4	6	11/AB, 13/AB, 20/AB, 25/AB, 1/MAY, 7/MAY
5	7	11/AB, 13/AB, 20/AB, 25/AB, 1/MAY, 7/MAY, 19/MAY
6	8	11/AB, 13/AB, 20/AB, 25/AB, 1/MAY, 7/MAY, 19/MAY, 29/MAY
7	9	11/AB, 13/AB, 20/AB, 25/AB, 1/MAY, 7/MAY, 19/MAY, 29/MAY, 10/JUN
8	8	13/AB, 20/AB, 25/AB, 1/MAY, 7/MAY, 19/MAY, 29/MAY, 10/JUN
9	6	25/AB, 1/MAY, 7/MAY, 19/MAY, 29/MAY, 10/JUN
10	5	3/MAY, 7/MAY, 19/MAY, 29/MAY, 10/JUN
11	3	19/MAY, 29/MAY, 10/JUN
12	3	23/MAY, 29/MAY, 10/JUN
13	1	10/JUN
14	0	

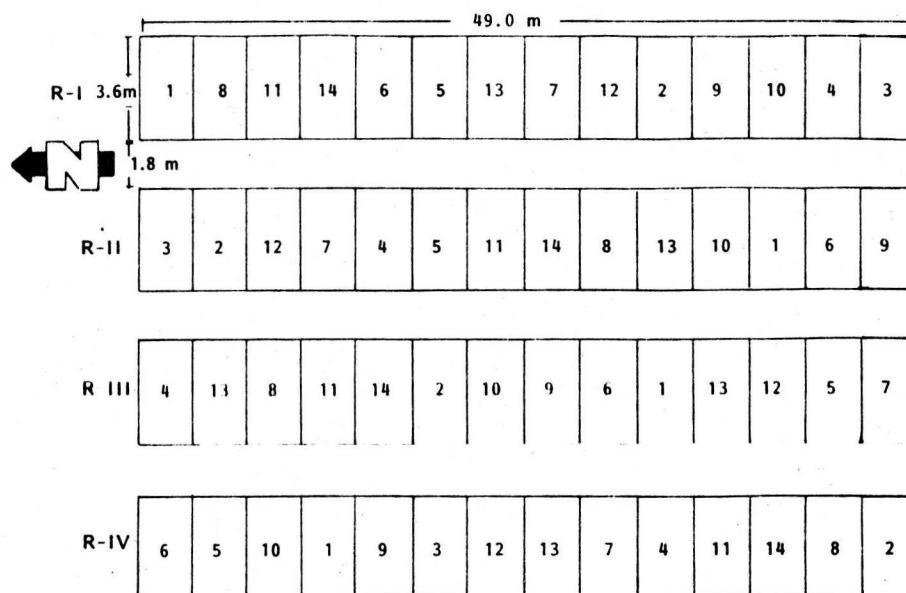


FIGURA 1. SUPERFICIE UTILIZADA Y DISPOSICION DE LOS TRATAMIENTOS EN LAS UNIDADES EXPERIMENTALES EN LA DETERMINACION DEL PCC EN TOMATE DE CASCARA. CHAPINGO, MEXICO. 1992.

4.1.5.1. Variables evaluadas en el cultivo

Para las evaluaciones en el cultivo, se marcaron cinco plantas por parcela, en las cuales se hicieron las siguientes observaciones:

a) Altura de planta

Aún cuando se programaron evaluaciones cada 15 días, solamente se realizaron dos, la primera a los 23 días después del transplante (DDT) (26/Abr) y la segunda a los 53 DDT (26/May). Esto se debió a que el intervalo de 15 días resultó muy corto y fue muy obvio al momento de llegar al campo, que las plantas de tomate presentaban una altura muy similar; por lo que se decidió ampliar el intervalo. Por otra parte, no se continuaron las evaluaciones después del 26 de Mayo, debido a que resultaba también obvio que por el peso de los frutos, el crecimiento de las plantas en altura era nulo y se desarrollaban en forma más postrada; por lo mismo, la cobertura en la gran mayoría de los tratamientos fue tal a estas fechas que existía alto riesgo de dañarlas al intentar caminar por las parcelas para evaluar la altura. Las mediciones se realizaron de la superficie del suelo hasta la hoja más alta.

b) Porcentaje de cobertura

La cobertura del cultivo fue evaluada en una sola ocasión, una vez que todos los tratamientos hubieron cumplido con sus periodos de limpieza y enhierbe; pero antes del inicio de los cortes (19/Jun).

En esta variable, las evaluaciones fueron visuales considerando la cobertura relativa del cultivo en la parcela total.

c) Materia seca

Al final de la cosecha, después del último corte, se cortaron a la altura del cuello las cinco plantas inicialmente marcadas por parcela; se secaron en estufa a 100 °C/24 horas y se pesaron para determinar su producción de materia seca. En esta medición solo se

consideró el peso de ramas y follaje.

En el caso de estas tres variables, se pretendió detectar el efecto de la interferencia sobre el crecimiento y desarrollo del cultivo, expresado en las posibles diferencias que pudieran encontrarse en altura, cobertura y producción de materia seca.

d) Rendimiento de frutos

Se realizaron un total de siete cortes, del 20 de junio al 6 de agosto (Cuadro 5).

En cada corte se evaluaron el número y peso de frutos por cinco plantas. Los frutos se dividieron por calidad de acuerdo a la escala propuesta por Villanueva (1978), citado por Cárdenas (1981), de la siguiente manera:

FRUTOS GRANDES: Diámetro mayor de 4.5 cm

FRUTOS MEDIANOS: Diámetro entre 3.0 y 4.5 cm

FRUTOS CHICOS: Diámetro menor de 3.0 cm

FRUTOS REZAGA: Con daño de plagas, pudriciones, rajaduras, que no son comercializables.

CUADRO 5. CALENDARIO DE CORTES EN TOMATE DE CASCARA BAJO DIFERENTES PERIODOS DE LIMPIEZA Y ENHIERBE. CHAPINGO, MEXICO. 1992.

No. DE CORTE	FECHA DE CORTE
1o.	20-21/JUNIO
2o.	29-31/JUNIO
3o.	5-6/JULIO
4o.	11-12/JULIO
5o.	18-19/JULIO
6o.	25-26/JULIO
7o.	5-6/AGOSTO

4.1.5.2. Variables evaluadas en la maleza

- a) Porcentaje de cobertura
- b) Altura
- c) Materia seca
- d) Densidad poblacional

Estas variables se evaluaron en forma simultánea en las mismas fechas de muestreo, con la ayuda de un cuadrante de 0.25 m^2 (50 X 50 cm); tomando dos observaciones por parcela. En cada cuadrante se tomaron el número de plantas por especie, sus alturas, porcentajes de cobertura en forma visual y se cortó la biomasa aérea para su posterior secado en estufa a $100^\circ\text{C}/24$ horas y la determinación de su peso.

Los tratamientos que iniciaron limpios, al igual que los testigos (TSL y TSE), se muestrearon hasta el final; es decir, previo al inicio de la cosecha; en tanto que los tratamientos que iniciaron enhierbados se muestrearon un día antes del deshierbe (Cuadro 6).

CUADRO 6. CALENDARIZACION DE EVALUACIONES EN LA MALEZA EN TOMATE DE CASCARA BAJO DIFERENTES PERIODOS DE LIMPIEZA Y ENHIERBE. CHAPINGO, MEXICO. 1992.

TRATAMIENTO	FECHA DE EVALUACION
1) LIMPIO LOS PRIMEROS 10 DIAS	18 DE JUNIO
2) " " " 20 DIAS	"
3) " " " 30 DIAS	"
4) " " " 40 DIAS	"
5) " " " 50 DIAS	"
6) " " " 60 DIAS	"
7) TESTIGO SIEMPRE LIMPIO (TSL)	"
8) ENHIERBADO LOS PRIMEROS 10 DIAS	13 DE ABRIL
9) " " " 20 DIAS	23 DE ABRIL
10) " " " 30 DIAS	3 DE MAYO
11) " " " 40 DIAS	13 DE MAYO
12) " " " 50 DIAS	23 DE MAYO
13) " " " 60 DIAS	2 DE JUNIO
14) TESTIGO SIEMPRE ENHIERBADO (TSE)	18 DE JUNIO

4.1.6. Análisis estadístico

Se realizó mediante análisis de varianza (ANVA), en bloques completos al azar y en aquellos casos en que se detectaron diferencias significativas entre tratamientos, se utilizó la prueba de Tukey con $\alpha = 0.05$ para separar los grupos de medias estadísticamente diferentes. Finalmente, se graficaron los promedios de las variables como proponen Nieto *et al.* (1968), para la ubicación del período crítico de competencia (PCC) en las variables del cultivo y el período crítico de infestación (PCI), en las variables de la maleza; con el auxilio de la significancia estadística obtenida en la prueba de medias.

4.2. Experimento 2: Efecto de exudados radicales de maleza sobre el crecimiento de plantas de tomate de cáscara

4.2.1. Ubicación del experimento

El estudio fue realizado en el invernadero del Área de Plaguicidas y Maleza, del Departamento de Parasitología Agrícola, UACH; del 23 de Abril al 24 de Mayo de 1993.

4.2.2. Metodología experimental

Para este experimento, se modificó el diseño de "escalera" descrito por Radosevich y Holt (1984), el cual consiste en hacer crecer plantas en macetas alternadas (donadoras y receptoras) en forma de escalones, haciendo circular entre ellas una solución nutriente, la cual es impulsada de las plantas donadoras a las receptoras por un sistema de bombeo.

La modificación consistió en utilizar únicamente dos escalones, es decir, un grupo de plantas donadoras y otro de receptoras, sin reciclar el producto de lixiviación (Fig. 2).

Se establecieron seis tratamientos con cuatro repeticiones en un diseño completamente al azar. Los tratamientos consistieron en

sembrar semillas de maleza en las macetas superiores (10/Feb/93) y 62 días después (23/Abr/93), se transplantaron plántulas de tomate de cáscara de 25 días de edad en las inferiores, para posteriormente aplicar riego en las macetas superiores. Se realizaron un total de 13 riegos, con un volumen de agua de 300 ml en cada uno (Cuadro 7). En cada maceta se utilizó como sustrato, 1.25 kg de suelo previamente desinfectado con bromuro de metilo.

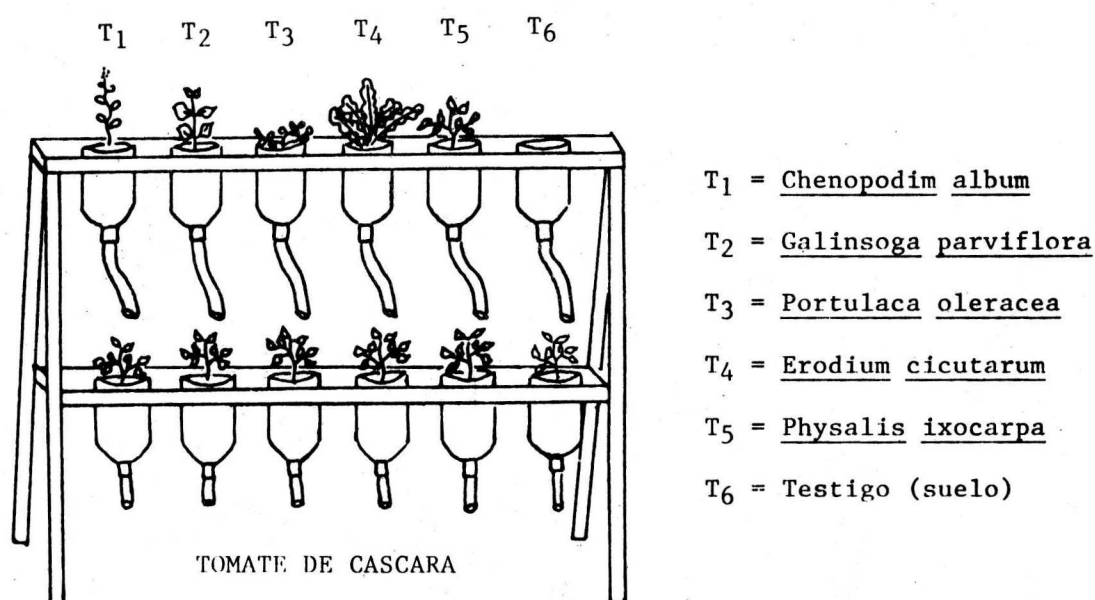


FIGURA 2. DISPOSICION DE LAS MACETAS CON MALEZA Y PLANTAS DE TOMATE PARA LA DETERMINACION DE EFECTOS ALELOPATICOS SOBRE EL CULTIVO POR EXUDADOS RADICALES. CHAPINGO, MEXICO. 1993.

CUADRO 7. CALENDARIO DE RIEGO PARA LA DETERMINACION DE EFECTOS ALELOPATICOS SOBRE EL CULTIVO POR EXUDADOS RADICALES DE MALEZA. CHAPINGO, MEXICO. 1993.

No. DE RIEGO	FECHA
1	23/ABR (INICIO)
2	24/ABR
3	26/ABR
4	10/MAY
5	4/MAY
6	6/MAY
7	10/MAY
8	12/MAY
9	15/MAY
10	17/MAY
11	19/MAY
12	21/MAY
13	23/MAY

Las malezas utilizadas en el ensayo fueron aquellas que en el Experimento 1, se detectaron como dominantes, ya que con base en su densidad poblacional representaron el 84.1% del total de especies presentes y mantuvieron los más altos valores de frecuencia de aparición, cobertura y producción de materia seca, éstas fueron: *Chenopodium album*, *Galinsoga parviflora*, *Portulaca oleracea* y *Erodium cicutarium*. La variedad de tomate fue "Rendidora", al igual que en el Experimento 1.

En el caso de las malezas, se sembraron semillas colectadas en el mes de julio de 1992, depositándose un mínimo de 10 semillas por maceta, para después aclarear a dos plantas en *C. album* y a una planta en las otras especies (4-9/Mar/93), tratando con esto de acercarse lo más posible a las densidades observadas en el campo.

En cuanto al cultivo, se transplantó solamente una planta por maceta (23/Abr/93).

4.2.3. Variables evaluadas y análisis estadístico

a) Altura del cultivo

A los 31 días después del transplante se evaluó la altura de plantas de tomate, haciendo la medición de la superficie del suelo hasta la hoja más alta (24/May/93).

b) Materia seca del cultivo

En la misma fecha de la evaluación de altura, se extrajeron las plantas con todo y raíz, para su posterior secado en estufa a 100 °C/24 horas y la determinación de su peso, con una balanza analítica "Sauter". Ambas variables fueron analizadas a través de ANVA en diseño completamente al azar.

4.3. Experimento 3: Efecto de exudados radicales de tomate de cáscara sobre semillas de malezas

4.3.1. Ubicación del experimento

Este ensayo se llevó a cabo en el laboratorio del Area de Malezas, del Depto. de Parasitología Agrícola, del 6 al 16 de mayo de 1993.

4.3.2. Metodología experimental

Se establecieron tres pruebas con semillas de malezas, a las cuales se aplicaron exudados de raíces de tomate de cáscara para observar su efecto sobre la germinación y crecimiento de plántulas en cajas de Petri (Cuadro 8).

CUADRO 8. PRUEBAS REALIZADAS PARA DETERMINAR LOS EFECTOS DE EXUDADOS RADICALES DEL TOMATE DE CASCARA SOBRE SEMILLAS DE MALEZA. CHAPINGO, MEXICO. 1992.

No. DE PRUEBA	DESCRIPCION
1	<i>Ch. album</i> + EXUDADO RADICAL DE TOMATE <i>Ch. album</i> SIN EXUDADO.
2	<i>G. parviflora</i> + EXUD. RAD. DE TOMATE <i>G. parviflora</i> SIN EXUDADO.
3	<i>P. oleracea</i> + EXUDADO RAD. DE TOMATE <i>P. oleracea</i> SIN EXUDADO.

En cada prueba se utilizaron 10 cajas de Petri con papel absorbente como sustrato, cada una con 30 semillas de maleza previamente desinfectadas con hipoclorito de sodio al 1% durante un minuto. En cinco de las cajas se aplicó el exudado radical de tomate en dos ocasiones (C. E.), colectado de plantas con 59 días de edad, a las cuales se les dió un riego previo para extraer el exudado. La cantidad de exudado fue de 7 ml/caja, al igual que el agua destilada utilizada en los riegos (Cuadro 9). Las otras cinco cajas fueron utilizadas como testigo (S.E.), siendo por tanto, dos tratamientos con cinco repeticiones.

**CUADRO 9. CALENDARIO DE APLICACION DE EXUDADOS Y RIEGOS
EN EL EXPERIMENTO 3. CHAPINGO, MEXICO. 1993.**

RIEGOS Y APLIC. DE EXUDADO	FECHA
RIEGO + EXUDADO	6/MAY
RIEGO + EXUDADO	12/MAY

4.3.3. Variables evaluadas y análisis estadístico

a) Porcentaje de germinación y longitud de plántula

A los 10 días de la primera aplicación del exudado, se evaluó el porcentaje de germinación de las semillas y la longitud de las plántulas de maleza. Esta información fue analizada por el método de parcelas apareadas, como sugiere Reyes (1980) para este tipo de experimentos, con $\alpha = 0.05$.

V. RESULTADOS Y DISCUSION

5.1. Experimento 1: Determinación del periodo crítico de competencia (PCC)

5.1.1. Especies presentes en el experimento

Con los resultados de las evaluaciones en las variables de la maleza, se caracterizó la vegetación presente en el experimento utilizando diversos atributos poblacionales como: Frecuencia de aparición en los muestreos, densidad poblacional, cobertura y producción de materia seca por especie.

Se encontraron un total de 23 especies, de las cuales 20 fueron silvestres y tres cultivadas. De acuerdo a algunos de los parámetros evaluados, principalmente frecuencia, densidad, cobertura y materia seca, se determinó que las especies dominantes fueron: *Chenopodium album*, *Galinsoga parviflora*, *Erodium cicutarium* y *Fertulaca oleracea* (Cuadro 10), por lo cual éstas fueron seleccionadas para los experimentos sobre efectos alelopáticos.

Dentro de este grupo de especies, *C. album* tuvo los valores más altos de densidad, altura, cobertura y materia seca; su frecuencia de aparición en las muestras fue de las más altas, representó el 44.2 y el 53.0% en cuanto a densidad y materia seca total, respectivamente; y de un total de cobertura de maleza del 43.31%, tuvo un valor del 22.8%. Por esto, *C. album* fue considerada como la especie de mayor importancia dentro del experimento.

Sus atributos poblacionales en este caso y la evidencia escrita de su agresividad sobre los cultivos, como lo establecen Magrin *et al.* (1984), Beckett *et al.* (1986), Conn y Thomas (1987), Gustavsson (1987), Joenje y Kropft (1987), Bhaskar y Vyas (1988), Bhowmick y Reddy (1988), Crook y Reener (1990) y Harrison (1990); indican una alta posibilidad de que los efectos detrimentales observados en el tomate de cáscara hayan sido en gran medida por esta especie; máxime que Bhowmick y Reddy (1988) han consignado

estos efectos negativos sobre un cultivo similar que es el jitomate, en el que la competencia con *C. album* redujo el rendimiento de frutos como consecuencia de una disminución de N en el follaje.

CUADRO 10. PARAMETROS POBLACIONALES DE LAS ESPECIES PRESENTES EN EL EXPERIMENTO SOBRE PCC DE LA MALEZA EN TOMATE DE CASCARA. CHAPINGO, MEXICO. 1992.

NOMBRE CIENTIFICO	FREC. (%)	DENSIDAD (pl/m ²)	ALTURA (cm)	COBERT. (%)	M. S. (g/m ²)	
<i>Chenopodium album</i> L.	92.8	117.6	28.8	22.8	66.4	**
<i>Galinsoga parviflora</i> C.	92.8	47.6	18.2	6.4	15.6	**
<i>Erodium cicutarium</i> L.	92.8	26.4	6.1	4.3	7.6	**
<i>Sonchus oleraceus</i> L.	92.8	8.4	10.2	0.9	1.6	
<i>Cyperus esculentus</i> L.	92.8	10.0	18.7	0.5	3.2	
<i>Portulaca oleracea</i> L.	85.7	32.4	3.4	1.6	7.6	**
<i>Oxalis</i> sp	85.7	3.6	5.5	0.6	0.4	
<i>Amaranthus hybridus</i> L.	85.7	5.2	7.2	1.4	3.6	
<i>Simsia amplexicaulis</i> L.	71.4	4.4	11.1	0.4	9.6	
<i>Capsella bursa-pastoris</i> (L.) Medik	71.4	3.2	4.9	1.6	0.8	
<i>Raphanus raphanistrum</i> L.	64.2	0.8	3.1	0.04	3.6	
<i>Chenopodium murale</i> L.	42.8	2.1	2.4	1.4	0.8	
<i>Malva parviflora</i> L.	35.7	0.2	0.4	0.04	0.2	
<i>Medicago sativa</i> L.	35.7	0.36	0.4	0.02	0.16	*
<i>Hordeum vulgare</i> L.	28.5	0.4	0.4	0.02	0.08	*
<i>Solanum rostratum</i> Dun.	28.5	0.24	0.1	0.02	0.02	
<i>Pomoea purpurea</i> (L.) Roth	21.4	0.4	0.3	0.03	0.01	-3
<i>Oxalis stricta</i> L.	14.2	0.02	6.4X10 ⁻³	7.1X10 ⁻⁴	5X10 ⁻³	
<i>Pumex crispus</i> L.	14.2	0.02	7.1X10 ⁻³	7.1X10 ⁻³	0.08	
<i>Brassica campestris</i> L.	14.2	0.8	0.05	0.1	0.04	
<i>Commelina diffusa</i> Burm.	14.2	0.3	0.2	7.1X10 ⁻³	0.08	
<i>Euthonia tubaeformis</i> (Jacq.) Cass.	14.2	0.4	1.4	0.5	2.0	
<i>Phaseolus vulgaris</i> L.	14.5	0.8	0.8	0.1	1.6	*
TOTAL		265.64		43.31	125.07	

* Especies cultivadas.

** Especies dominantes.

Es difícil determinar a ciencia cierta el grado de influencia de una especie en particular sobre el crecimiento y/o rendimiento del cultivo. Existen técnicas para estimar los efectos potenciales de una o más especies sobre el cultivo, como los diseños aditivos

y sustitutivos descritos por Radosevich y Holt (1984), pero ello será discutido con mayor detalle en el capítulo de "Variables evaluadas en la maleza".

5.1.2. Variables evaluadas en el cultivo

5.1.2.1. Altura de planta

En esta variable, el ANVA no detectó diferencias significativas entre tratamientos, en ninguna de las dos evaluaciones realizadas. Al parecer el efecto de la primera fertilización, realizada 17 días antes de la primera evaluación, no permitió apreciar diferencias marcadas en el crecimiento en altura del tomate; pues como se observa en la primera columna del Cuadro 11, las alturas a 23 DDT son muy similares, fluctuando entre los 12.2 y 14.1 cm.

CUADRO 11. ALTURA DE PLANTAS DE TOMATE DE CASCARA BAJO DIFERENTES PERIODOS DE LIMPIEZA Y ENHIERBE. CHAPINGO, MEXICO. 1992.

T	DESCRIPCION	ALTURA DE PLANTAS (cm)	
		1a EVAL (23 DDT)	2a EVAL (53 DDT)
1)	LIMPIO LOS 1os. 10 DIAS	12.6 NS	47.5 NS
2)	" " " 20 DIAS	13.3	46.7
3)	" " " 30 DIAS	12.7	44.1
4)	" " " 40 DIAS	13.2	40.9
5)	" " " 50 DIAS	12.9	39.1
6)	" " " 60 DIAS	12.7	43.9
7)	TESTIGO SIEMPRE LIMPIO	13.0	43.6
8)	ENHIERBADO LOS 1os. 10 DIAS	14.1	45.0
9)	" " " 20 DIAS	13.0	41.2
10)	" " " 30 DIAS	13.1	37.5
11)	" " " 40 DIAS	13.2	38.7
12)	" " " 50 DIAS	12.8	47.8
13)	" " " 60	12.7	47.4
14)	TESTIGO SIEMPRE ENHIERBADO	13.1	46.5
C.V. (%)		10.2	13.8

NS = Diferencias no significativas.

Por otra parte, en la segunda evaluación, cuando el cultivo tenía 53 días de haber sido transplantado; el propio peso de las ramas y los frutos ya "cuajados" obligaron a las plantas a tener un crecimiento más postrado, impidiendo con ello nuevamente observar diferencias marcadas y tendencias claras en el comportamiento de esta variable, aún cuando los valores fluctuaron entre 37.5 y 47.8 cm. En este caso, quizá sería más conveniente medir la longitud de una o más ramas por planta previamente seleccionadas; ya que la altura, por el hábito de crecimiento del cultivo, parece no ser una variable adecuada. Podría ser también el número de ramas, aunque ésta variable puede considerarse como un componente de la producción de materia seca; pero permitiría observar cómo se ve afectado el aparato fotosintético del cultivo por efecto de la competencia.

Con esto, fue evidente que la variable "altura de planta" no mostró tendencia alguna ante los diferentes niveles de competencia a que fue sometido el cultivo; sin embargo, es posible indicar que el tipo de crecimiento propio de las plantas de tomate, mostró a la variable como poco idónea para evaluar una respuesta ante los tratamientos a que fue sometido.

5.1.2.2. Porcentaje de cobertura

La cobertura del cultivo mostró diferencias altamente significativas entre tratamientos según el ANVA ($P < 0.01$). Claramente se observó que el crecimiento y desarrollo del cultivo se vio afectado, con base en su cobertura, cuando se permitió la competencia entre los 20 y 40 DDT; llegándose a observar una diferencia de 89.0% entre el TSL y el TSE (Cuadro 12, Fig. 3).

Construyendo la gráfica con los resultados obtenidos, se pudo observar un periodo crítico para esta variable, que se sitúa entre los 20 y 40 DDT, es decir un periodo de 20 días. Sin embargo, debe considerarse que éste es un periodo detectado en base a una variable que nos expresa el crecimiento y desarrollo del cultivo, como es la cobertura; por lo tanto, y de acuerdo a ello puede decirse que la necesidad mínima de limpieza al cultivo

para que éste creciera y se desarrollara a niveles no diferentes estadísticamente del TSL ($\alpha = 0.05$) fue de 20 días ubicados entre los 20 y 40 DDT, con un período de tolerancia inicial (PT) a los efectos de la interferencia de 20 días (Fig. 3).

CUADRO 12. PORCENTAJE DE COBERTURA EN TOMATE DE DE CASCARA BAJO DIFERENTES PERIODOS DE LIMPIEZA Y ENMALEZADO. CHAPINGO, MEXICO. 1992.

T	DESCRIPCION	% DE COBERTURA *
8)	ENHIERBADO LOS PRIMEROS 10 DIAS	91.2 a
7)	TESTIGO SIEMPRE LIMPIO	90.7 a
6)	LIMPIO LOS PRIMEROS 60 DIAS	78.7 ab
5)	LIMPIO LOS PRIMEROS 50 DIAS	76.2 ab
4)	LIMPIO LOS PRIMEROS 40 DIAS	75.0 ab
9)	ENHIERBADO LOS PRIMEROS 20 DIAS	73.7 ab
10)	ENHIERBADO LOS PRIMEROS 30 DIAS	68.7 b
11)	ENHIERBADO LOS PRIMEROS 40 DIAS	68.7 b
12)	ENHIERBADO LOS PRIMEROS 50 DIAS	47.5 c
3)	LIMPIO LOS PRIMEROS 30 DIAS	43.7 c
13)	ENHIERBADO LOS PRIMEROS 60 DIAS	32.5 cd
2)	LIMPIO LOS PRIMEROS 20 DIAS	18.7 de
1)	LIMPIO LOS PRIMEROS 10 DIAS	3.2 e
14)	TESTIGO SIEMPRE ENHIERBADO	1.7 e
C.V. (%)		12.9
DMS		18.081

* Valores con la misma literal no difieren estadísticamente (Tukey, $\alpha = 0.05$).

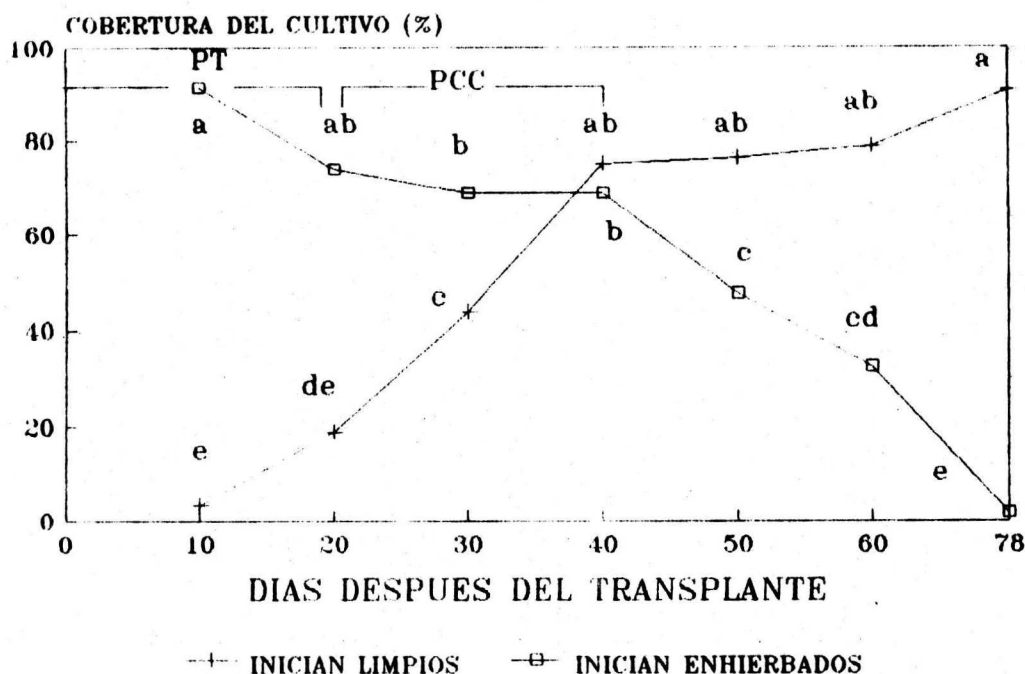


FIGURA 3. UBICACION DEL PCC DE LA MALEZA EN EL TOMATE DE CASCARA CON BASE EN LA COBERTURA DEL CULTIVO. CHAPINGO, MEXICO. 1992.

5.1.2.3. Materia seca

La producción de materia seca de plantas de tomate se vió fuertemente afectada por los efectos de la interferencia, puesto que el ANVA detectó diferencias altamente significativas entre tratamientos ($P < 0.01$). Fue evidente un fuerte efecto sobre la acumulación de materia seca del cultivo causado por la competencia, puesto que el TSE mostró una reducción del 83.6 % con respecto al TSL. Aún con ello, la prueba de Tukey ($\alpha = 0.05$) no logró precisar con claridad una tendencia entre tratamientos, al grado de ubicar un PCC para esta variable (Cuadro 13, Fig. 4).

CUADRO 13. PRODUCCION DE MATERIA SECA DE PLANTAS DE TOMATE DE CASCARA, BAJO DIFERENTES PERIODOS DE LIMPIEZA Y ENMALEZADO. CHAPINGO, MEXICO. 1992.

T	DESCRIPCION	M. S. DEL CULTIVO* (g/ 5 plantas)
7)	TESTIGO SIEMPRE LIMPIO	350.27 a
8)	ENHIERBADO LOS PRIMEROS 10 DIAS	313.67 a
9)	ENHIERBADO LOS PRIMEROS 20 DIAS	312.45 a
5)	LIMPIO LOS PRIMEROS 50 DIAS	272.75 ab
6)	LIMPIO LOS PRIMEROS 60 DIAS	268.35 ab
11)	ENHIERBADO LOS PRIMEROS 40 DIAS	253.07 abc
10)	ENHIERBADO LOS PRIMEROS 30 DIAS	234.12 abc
12)	ENHIERBADO LOS PRIMEROS 50 DIAS	232.54 abc
3)	LIMPIO LOS PRIMEROS 30 DIAS	219.89 abc
4)	LIMPIO LOS PRIMEROS 40 DIAS	207.25 abcd
13)	ENHIERBADO LOS PRIMEROS 60 DIAS	150.64 bcd
2)	LIMPIO LOS PRIMEROS 20 DIAS	135.22 bcd
1)	LIMPIO LOS PRIMEROS 10 DIAS	101.67 cd
14)	TESTIGO SIEMPRE ENHIERBADO	57.42 d
C. V. (%)		28.4
DMS		159.8926

* Valores con la misma literal no difieren estadísticamente (Tukey, $\alpha = 0.05$)

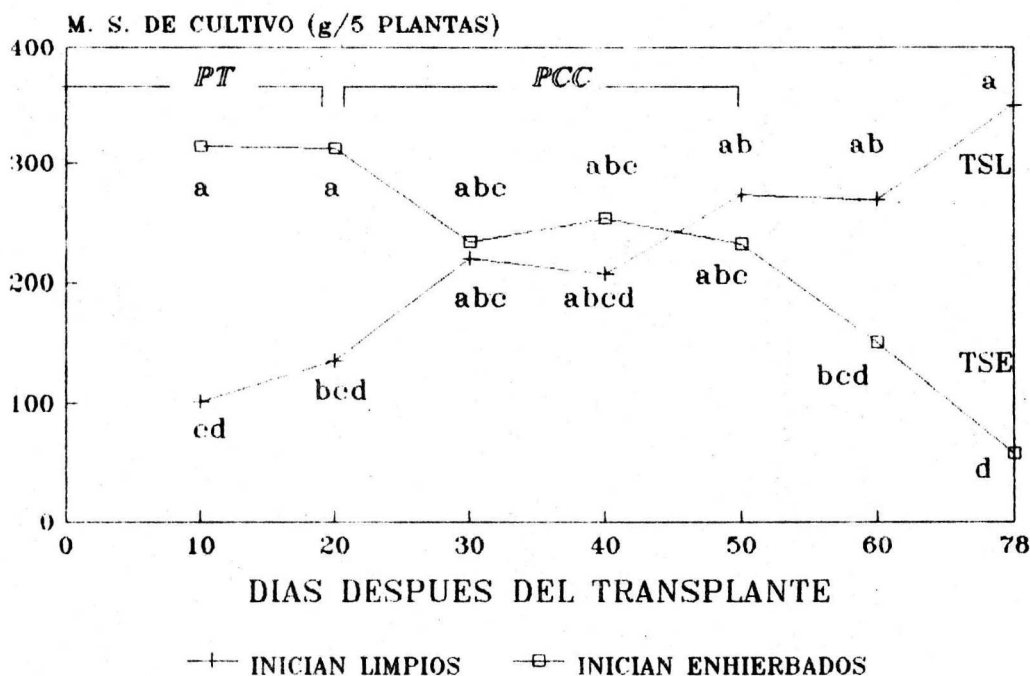


FIGURA 4. EFECTO DE LA INTERFERENCIA DE LA MALEZA SOBRE LA PRODUCCION DE MATERIA SECA DEL TOMATE DE CASCARA. CHAPINGO, MEXICO. 1992

Sin embargo, la tendencia mostrada en esta variable es, por una parte, que el cultivo parece tolerar los efectos negativos de la maleza en los primeros 20 DDT y mientras que por la otra, en la línea que define a los tratamientos que inician limpios, los deshierbes hasta los 50 DDT permiten una producción máxima de materia seca de 272.75 gr/5 plantas, que no difiere estadísticamente del TSL y permite reducir en 28 días el tiempo de las limpiezas (Fig. 4). Es importante indicar sin embargo, que en la serie de tratamientos que inician limpios, la producción de materia seca del cultivo alcanzada a los 50 DDT, llegó a ser comparable a la que se logró a los 20 DDT en la serie en donde los tratamientos inician enhierbados, razón por la que en este intervalo se vislumbra un PCC. Lo importante en este resultado es que tanto la variable cobertura como la producción de materia seca tienen una tendencia similar, lo cual hasta cierto punto es lógico, ya que la producción de materia seca determina el porcentaje de cobertura.

5.1.2.4. Variables de rendimiento

Las variables evaluadas con el objeto de detectar los efectos de la interferencia sobre la calidad de los frutos (número y peso de frutos grandes, número y peso de frutos grandes + medianos/ 5 plantas), mostraron todas una fuerte afectación, al detectar el ANVA en todos los casos, diferencias altamente significativas ($P < 0.01$). Al comparar los valores obtenidos del TSL y el TSE, se encontró que el efecto de la libre interferencia redujo el número y peso de frutos grandes en 93.1 y 92.7%, respectivamente (Cuadros 1A y 2A); mientras que en el caso del número y peso de frutos grandes + medianos, la reducción fue de 80.4 y 82.7%, respectivamente (Cuadros 3A y 4A del apéndice).

Sin embargo, los resultados de la prueba de Tukey al 5% en estas variables, no aportó información lo suficientemente clara para ubicar un PCC, presumiblemente por la variabilidad mostrada, por lo cual la utilidad de estos datos se limitó solamente a evidenciar un efecto sobre la calidad del rendimiento por la presencia de malezas (Figs. 1A, 2A, 3A, 4A del apéndice).

En cuanto al número total de frutos/5 plantas, el ANVA detectó diferencias altamente significativas ($P < 0.01$), observándose una fuerte reducción en el TSE con respecto al TSL (80.0%) (Cuadro 14). En este caso, los resultados de la prueba de medias permitieron delimitar un periodo inicial de tolerancia (PT) a los 20 DDT (Fig. 5), y aunque no se ubica claramente el momento final de las limpiezas, se puede observar en la línea que representa a los tratamientos que inician limpios, que los deshierbes hasta los 50 DDT permiten una producción máxima de 281.2 frutos/ 5 plantas, que, por un lado no difieren estadísticamente del TSL y por otro, permitirían un ahorro de 28 días de deshierbes; por tanto, es factible considerar que la gráfica vislumbra un PCC ubicado entre los 20 y 50 DDT.

CUADRO 14. NUMERO TOTAL DE FRUTOS DE TOMATE DE CASCARA (NTF)/ 5 PLANTAS PRODUCIDOS BAJO DIFERENTES PERIODOS DE LIMPIEZA Y ENMALEZADO. CHAPINGO, MEXICO. 1992.

T	DESCRIPCION	NTF*
9)	ENHIERBADO LOS PRIMEROS 20 DIAS	327.0 a
8)	ENHIERBADO LOS PRIMEROS 10 DIAS	323.5 a
7)	TESTIGO SIEMPRE LIMPIO	314.5 a
10)	ENHIERBADO LOS PRIMEROS 30 DIAS	299.7 ab
11)	ENHIERBADO LOS PRIMEROS 40 DIAS	287.7 ab
5)	LIMPIO LOS PRIMEROS 50 DIAS	281.2 ab
6)	LIMPIO LOS PRIMEROS 60 DIAS	262.0 abc
12)	ENHIERBADO LOS PRIMEROS 60 DIAS	261.7 abc
4)	LIMPIO LOS PRIMEROS 40 DIAS	259.7 abc
3)	LIMPIO LOS PRIMEROS 30 DIAS	224.0 abc
13)	ENHIERBADO LOS PRIMEROS 60 DIAS	182.7 bcd
2)	LIMPIO LOS PRIMEROS 20 DIAS	142.7 cd
1)	LIMPIO LOS PRIMEROS 10 DIAS	88.3 d
14)	TESTIGO SIEMPRE ENHIERBADO	65.2 d
C.V. (%)		20.9
DMS		125.8803

* Valores con la misma literal no difieren estadísticamente (Tukey, $\alpha = 0.05$).

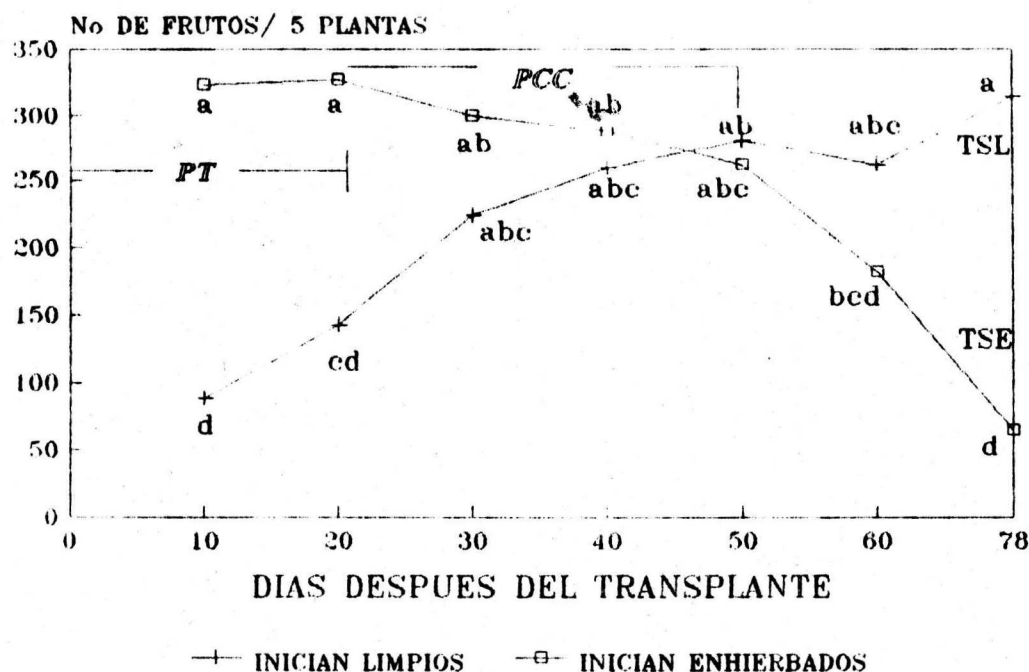


FIGURA 5. UBICACION DEL PCC DE LA MALEZA EN BASE AL NUMERO TOTAL DE FRUTOS DE TOMATE DE CASCARA. CHAPINGO, MEXICO. 1992.

También en el caso del rendimiento total de frutos (ton/ha), se detectaron diferencias altamente significativas entre tratamientos, observándose una fuerte reducción en el peso de los frutos de 49.27 ton/ha en el TSE con respecto al TSL, como efecto de la libre interferencia de la maleza sobre el cultivo, lo que representó una reducción del 83.3% (Cuadro 15).

Al graficar los resultados de la prueba de medias en la Figura 6 para ubicar el PCC, este no se alcanza a apreciar con mucha claridad; sin embargo, las tendencias señaladas por las literales son, en primer lugar, hacia la ubicación de un período de tolerancia inicial (PT) a los efectos de la interferencia en los primeros 20 DDT, coincidiendo con la variable anterior; por otra parte, la línea que representa a los tratamientos que inician limpios, indica que las limpiezas hasta los 60 DDT, permiten un rendimiento máximo de 53.63 ton/ha que no difiere estadísticamente del TSL, permitiendo un ahorro de 18 días en la actividad de limpieza. Con esto, la gráfica sugiere de una manera sutil, la presencia de un PCC entre los 20 y los 60 DDT.

CUADRO 15. RENDIMIENTO TOTAL DE TOMATE DE CASCARA BAJO DIFERENTES PERIODOS DE LIMPIEZA Y ENHIERBE. CHAPINGO, MEXICO. 1992.

T	DESCRIPCION	REND. * (Ton/ha)
8)	ENHIERBADO LOS PRIMEROS 10 DIAS	66.53 a
9)	ENHIERBADO LOS PRIMEROS 20 DIAS	59.74 a
7)	TESTIGO SIEMPRE LIMPIO	59.13 a
10)	ENHIERBADO LOS PRIMEROS 30 DIAS	54.32 ab
6)	LIMPIO LOS PRIMEROS 60 DIAS	53.63 ab
5)	LIMPIO LOS PRIMEROS 50 DIAS	49.63 abc
11)	ENHIERBADO LOS PRIMEROS 40 DIAS	48.80 abc
12)	ENHIERBADO LOS PRIMEROS 50 DIAS	44.69 abc
4)	LIMPIO LOS PRIMEROS 40 DIAS	43.93 abc
3)	LIMPIO LOS PRIMEROS 30 DIAS	41.60 abc
13)	ENHIERBADO LOS PRIMEROS 60 DIAS	28.92 bcd
2)	LIMPIO LOS PRIMEROS 20 DIAS	24.76 cd
1)	LIMPIO LOS PRIMEROS 10 DIAS	13.62 d
14)	TESTIGO SIEMPRE ENHIERBADO	9.86 d
C.V. (%)		23.6
DMS		25.6352

* Valores con la misma literal no difieren estadísticamente (Tukey, $\alpha = 0.05$).

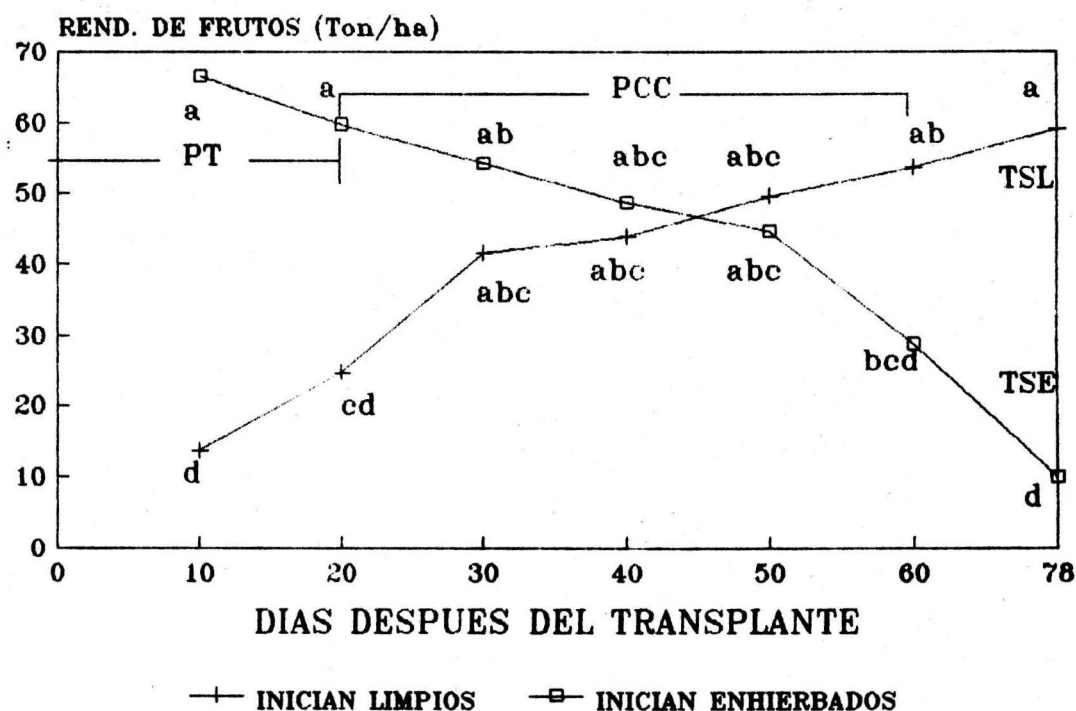


FIGURA 6. UBICACION DEL PCC DE LA MALEZA EN TOMATE DE CASCARA EN BASE AL PESO RENDIMIENTO TOTAL DE FRUTOS. CHAPINGO, MEXICO. 1992.

5.1.2.5. Discusión general sobre las variables del cultivo

Con excepción de la altura, en la cual no se observaron diferencias significativas principalmente por el hábito de crecimiento del cultivo, todas las demás variables como cobertura, materia seca y rendimiento en sus diversos componentes, fueron claramente afectadas por la relación de interferencia establecida con la maleza. No obstante, algunas de éstas manifestaron una variabilidad tal en los datos, que su información fue de poca utilidad para la ubicación del PCC con el apoyo de los resultados de la prueba de Tukey al 5%; tal fue el caso del número y peso de frutos grandes, y el número y peso de frutos grandes + medianos.

Las demás variables como materia seca, cobertura, número y rendimiento total de frutos, a pesar de no aportar resultados definitivos, fueron todas consistentes en delimitar un periodo de tolerancia inicial (PT) a los 20 DDT; es decir, apoyaron el hecho de que el momento óptimo para el inicio de los deshierbes fue a los 20 DDT. La dificultad de la ubicación del PCC, estuvo en la determinación del momento en que las limpiezas ya no causan una respuesta favorable y significativa en el cultivo, ya que este punto fluctuó entre los 40 (% de cobertura) y los 60 DDT (Rendimiento total de frutos).

Sin embargo, con base en la consistencia de las tendencias observadas por variables como cobertura y materia seca del cultivo y número total de frutos, puede afirmarse que la necesidad mínima de limpieza que el cultivo requirió fue de 30 días, ubicados de los 20 a los 50 días después del transplante, para alcanzar su máximo desarrollo y producción.

Estos resultados coinciden con lo reportado por Aguado (1991), quien encontró que *P. uxicarpa* requirió de un periodo de 30 días de limpieza (de los 15 a los 45 DDT). Aunque hay una diferencia de cinco días en los resultados, se debe en gran medida a que este autor trabajó con periodos de 15 días, mientras que en el presente estudio los periodos fueron de 10 días. Desafortunadamente, en el trabajo de Aguado no se reportan datos

sobre la comunidad de maleza que estuvo presente, ya que esta información podría explicar en parte la ligera diferencia en la ubicación del PCC.

Por otra parte, al comparar en las variables los datos del TSE con respecto al TSL, se estimó que la libre interferencia de la maleza puede ocasionar en el cultivo reducciones en su crecimiento y desarrollo entre el 83.6 y 89.5%. Con base en los datos de materia seca y cobertura, respectivamente.

Además, el rendimiento total puede verse reducido en 80.0% en número de frutos y en 83.3% en peso de frutos; mientras que el rendimiento de frutos de alta calidad podría disminuirse en 80.4% en número de frutos y en 82.7% en peso de frutos grandes + medianos.

5.1.3. Variables evaluadas en la maleza

5.1.3.1. Definiciones

Antes de entrar al análisis de estas variables, se ha considerado pertinente hacer mención de algunas definiciones que fueron expresamente acuñadas para estos casos, en base a conceptos mencionados por Nieto *et al.* (1968) en relación a la determinación del periodo crítico de competencia.

a) Período crítico de infestación de la maleza (PCI): Se entiende como el período de tiempo en el cual las labores de limpieza afectan significativamente a la comunidad de maleza, impidiéndoles alcanzar su máximo crecimiento y desarrollo.

b) Serie de tratamientos que inician enhierbados: Esta serie indica el tiempo mínimo de limpieza necesario para evitar que la maleza alcance su máximo crecimiento y desarrollo.

c) Serie de tratamientos que inician limpios: Esta serie indica el tiempo máximo en que deben iniciarse las limpiezas para evitar que la maleza alcance su máximo crecimiento y desarrollo.

Por la comparación de estas dos series de tratamientos y con la significancia estadística obtenida en la prueba de Tukey, se puede determinar en una gráfica la ubicación en el tiempo y la duración del periodo crítico de infestación (PCI).

5.1.3.2. Porcentaje de cobertura

El ANVA para esta variable reportó diferencias altamente significativas entre tratamientos ($P < 0.01$), con lo cual se pudo apreciar un efecto de las limpiezas sobre el desarrollo de la maleza presente. La prueba de Tukey al 5%, expresó con claridad los grupos de tratamientos que difieren estadísticamente en su cobertura, la cual fluctuó de 0.0 en el TSL hasta 98.6% en el tratamiento 1 (Cuadro 16). Esta información indica que hay un PCI ubicado entre los 20 y 50 DDT (Fig. 7).

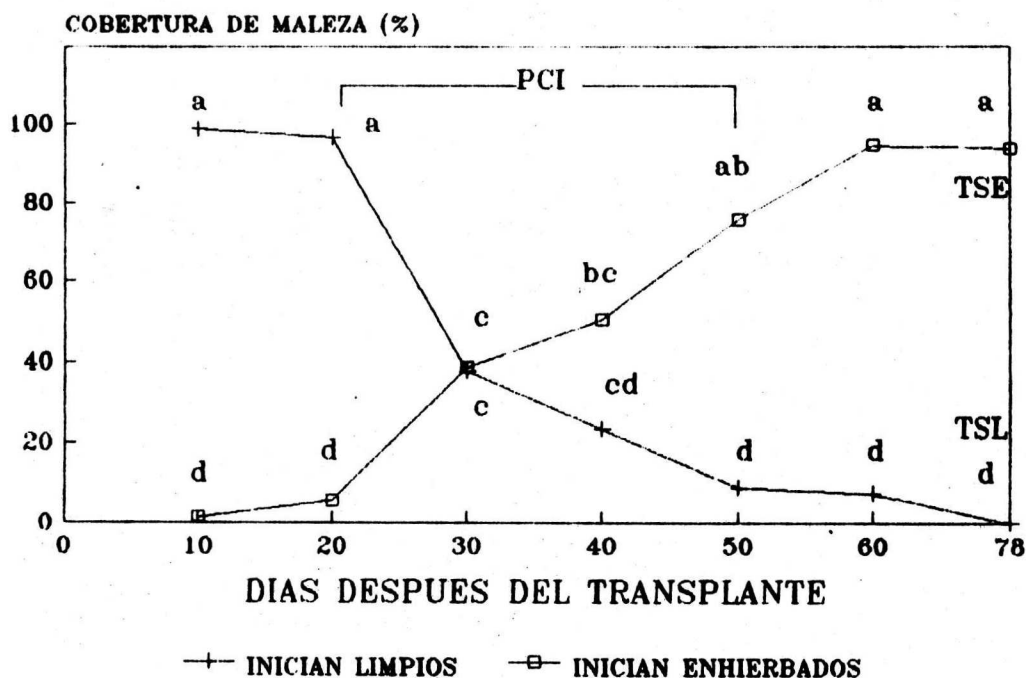
Es muy importante hacer notar en este punto, la exacta coincidencia del PCI con el PCC anteriormente determinado con las variables evaluadas en el cultivo; por tanto, se considera que la información que aporta la cobertura de maleza apoya de manera decisiva a los datos obtenidos en el cultivo en el sentido de ubicar el PCC entre los 20 y 50 DDT.

El hecho de que algunos tratamientos rebasaran en cobertura al TSE (aunque no en forma significativa), se debió a que en algunas repeticiones de este testigo hubo poca germinación de maleza en el fondo de los surcos, quedando espacios vacíos que redujeron el porcentaje de cobertura.

**CUADRO 16. COBERTURA DE MALEZA EN TOMATE DE CASCARA
BAJO DIFERENTES PERIODOS DE LIMPIEZA Y
ENHIERBE. CHAPINGO, MEXICO. 1992.**

T	DESCRIPCION	COBERTURA (%) *
1)	LIMPIO LOS PRIMEROS 10 DIAS	98.6 a
2)	LIMPIO LOS PRIMEROS 20 DIAS	96.5 a
13)	ENHIERBADO LOS PRIMEROS 60 DIAS	94.6 a
14)	TESTIGO SIEMPRE ENHIERBADO	93.6 a
12)	ENHIERBADO LOS PRIMEROS 50 DIAS	75.6 ab
11)	ENHIERBADO LOS PRIMEROS 40 DIAS	50.1 bc
10)	ENHIERBADO LOS PRIMEROS 30 DIAS	38.3 c
3)	LIMPIO LOS PRIMEROS 30 DIAS	37.4 c
4)	LIMPIO LOS PRIMEROS 40 DIAS	23.3 cd
5)	LIMPIO LOS PRIMEROS 50 DIAS	8.7 d
6)	LIMPIO LOS PRIMEROS 60 DIAS	7.2 d
9)	ENHIERBADO LOS PRIMEROS 20 DIAS	5.5 d
8)	ENHIERBADO LOS PRIMEROS 10 DIAS	1.4 d
7)	TESTIGO SIEMPRE LIMPIO	0.0 d
C.V. (%)		24.0
DMS		27.3914

* Valores con la misma literal no difieren estadísticamente (Tukey, $\alpha = 0.05$).



**FIGURA 7. UBICACION DEL PCI DE LA MALEZA EN TOMATE
DE CASCARA, CON BASE EN SU COBERTURA.
CHAPINGO, MEXICO. 1992.**

5.1.3.3. Materia seca

El ANVA para los datos manejados con transformación logarítmica (debido a que mostraron heterogeneidad de varianzas), reportó diferencias altamente significativas entre tratamientos ($P < 0.01$), evidenciándose de nuevo una afectación en el desarrollo de la maleza por efecto de las limpiezas. También en este caso, la prueba de Tukey al 5% mostró cierta claridad en la separación de los grupos de medias que difieren estadísticamente en su producción de materia seca, la cual fluctuó entre 0.0 en el TSL y 718.4 (g/m^2) en el tratamiento 1 (Cuadro 17).

CUADRO 17. PRODUCCION DE MATERIA SECA DE MALEZA EN TOMATE DE CASCARA BAJO DIFERENTES NIVELES DE LIMPIEZA Y ENMALEZADO. CHAPINGO, MEXICO. 1992.

T	DESCRIPCION	M. S_2^* (g/m^2)	Log ¹
1)	LIMPIO LOS PRIMEROS 10 DIAS	718.4	2.85 a
14)	TESTIGO SIEMPRE ENHIERBADO	506.0	2.70 a
2)	LIMPIO LOS PRIMEROS 20 DIAS	348.8	2.54 a
13)	ENHIERBADO LOS PRIMEROS 60 DIAS	312.0	2.49 a
12)	ENHIERBADO LOS PRIMEROS 50 DIAS	95.6	1.98 b
3)	LIMPIO LOS PRIMEROS 30 DIAS	92.8	1.97 b
4)	LIMPIO LOS PRIMEROS 40 DIAS	46.0	1.67 bc
11)	ENHIERBADO LOS PRIMEROS 40 DIAS	42.4	1.63 bcd
10)	ENHIERBADO LOS PRIMEROS 30 DIAS	27.6	1.45 cde
5)	LIMPIO LOS PRIMEROS 50 DIAS	11.6	1.00 def
6)	LIMPIO LOS PRIMEROS 60 DIAS	6.8	0.89 efg
9)	ENHIERBADO LOS PRIMEROS 20 DIAS	5.2	0.85 efg
8)	ENHIERBADO LOS PRIMEROS 10 DIAS	2.0	0.47 fg
7)	TESTIGO SIEMPRE LIMPIO	0.0	0.00 g
C.V. (%)		18.2	
DMS		0.4972	

* Valores con la misma literal no difieren estadísticamente (Tukey, $\alpha = 0.05$).

1. Datos transformados a $\text{Log } X + 1$.

Con los resultados de la prueba de medias, se construyó la Figura 8, con el objeto de corroborar la ubicación del PCI. En este caso, el PCI se observó ubicado entre los 20 y 60 DDT, con una duración de 40 días.

Aun cuando fue evidente una diferencia de 10 días en relación a lo observado en la variable anterior, se considera que esta información corrobora en gran medida lo obtenido con los datos de cobertura.

Por otra parte, de acuerdo a los resultados obtenidos con las variables del cultivo y la misma cobertura de maleza, puede tomarse el PCI con una duración de sólo 30 días; ya que éste fue el tiempo máximo que el cultivo requirió para expresar su máximo desarrollo y producción. Además de ello, la reducción de 10 días en el PCI deja abierta la posibilidad de un ahorro mayor en las labores de limpieza.

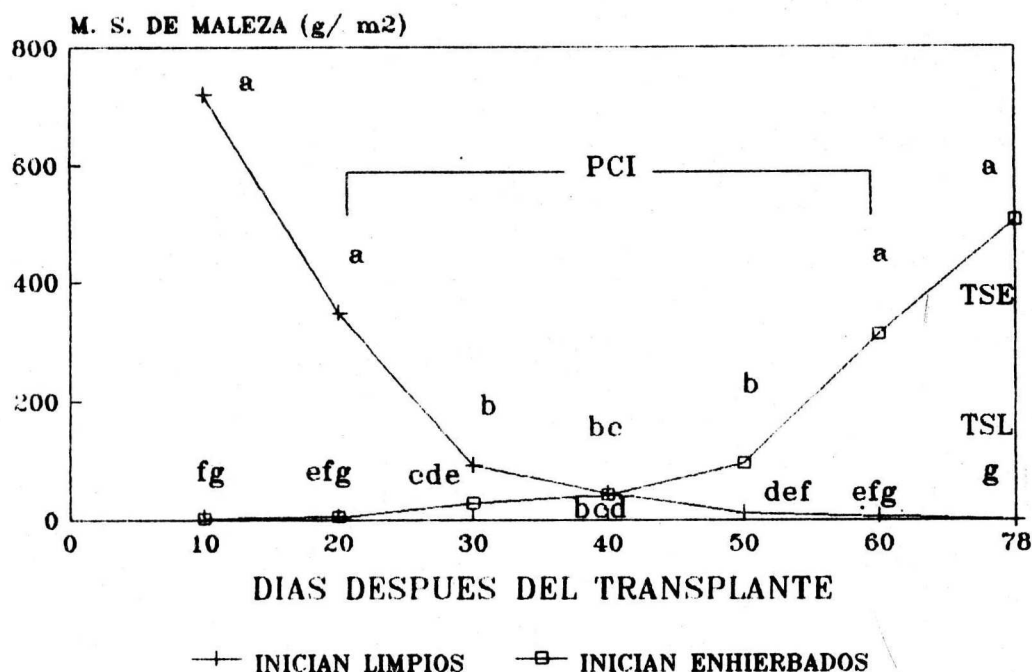


FIGURA 8. UBICACION DEL PCI DE LA MALEZA EN TOMATE DE CASCARA EN BASE A SU PRODUCCION DE MATERIA SECA. CHAPINGO, MEXICO. 1992.

5.1.3.4. Altura

El ANVA reportó también diferencias altamente significativas en esta variable ($P < 0.01$), con lo cual es claro que la maleza fue afectada en su altura por las labores de limpieza; aunque es

obvio que esta afección no fue producto de una inhibición en el crecimiento de las plantas, sino un reflejo de las diferencias en el rebrote de la vegetación en los tratamientos, las cuales, al momento de la evaluación dieron como resultado las diferencias marcadas en altura.

En este caso, la altura demostró una variabilidad relativamente alta, con lo cual los resultados de la prueba de medias no tuvieron mucha claridad, no obstante haberse detectado valores extremos de 0.0 cm en el TSL y de 56.6 cm en el TSE (Cuadro 18).

CUADRO 18. ALTURA DE MALEZA EN TOMATE DE CASCARA, BAJO DIFERENTES PERIODOS DE LIMPIEZA Y ENHIERBE. CHAPINGO, MEXICO. 1992

T	DESCRIPCION	ALTURA (cm)*
14)	TESTIGO SIEMPRE ENHIERBADO	56.6 a
1)	LIMPIO LOS PRIMEROS 10 DIAS	48.1 a
2)	LIMPIO LOS PRIMEROS 20 DIAS	34.0 b
13)	ENHIERBADO LOS PRIMEROS 60 DIAS	29.2 bc
3)	LIMPIO LOS PRIMEROS 30 DIAS	16.2 cd
12)	ENHIERBADO LOS PRIMEROS 50 DIAS	15.8 cd
4)	LIMPIO LOS PRIMEROS 40 DIAS	11.2 de
11)	ENHIERBADO LOS PRIMEROS 40 DIAS	6.6 de
5)	LIMPIO LOS PRIMEROS 50 DIAS	5.5 de
6)	LIMPIO LOS PRIMEROS 60 DIAS	4.5 de
10)	ENHIERBADO LOS PRIMEROS 30 DIAS	3.4 de
9)	ENHIERBADO LOS PRIMEROS 20 DIAS	1.5 e
8)	ENHIERBADO LOS PRIMEROS 10 DIAS	1.0 e
7)	TESTIGO SIEMPRE LIMPIO	0.0 e
C.V. (%)		31.8
DMS		13.4741

* Valores con la misma literal no difieren estadísticamente (Tukey, $\alpha = 0.05$).

Con los resultados de la prueba de Tukey, se construyó la Figura 9 y tal pareciera que en ella el PCI podría ubicarse a partir del día 10 DDT hasta el inicio de cosecha, 78 DDT. Sin embargo, considerando los antecedentes de las variables del cultivo y de la cobertura y materia seca de maleza, resulta que

las limpiezas por un periodo de 68 días son completamente imprácticas e innecesarias, y para ésto, basta observar en la misma Figura 8 que las mayores inflexiones de las líneas ocurren entre los 30 y 50 DDT; por tanto el PCI podría ubicarse aproximadamente de los 20 a los 60 DDT como se mencionó anteriormente, aunque ello en este caso, no deja de ser una apreciación meramente visual apoyada en los resultados más claros obtenidos con la cobertura y materia seca. En todocaso, la "altura de la maleza" podría no ser una variable muy indicativa, ya que se comporta de acuerdo con los periodos de limpieza en cada serie de tratamientos.

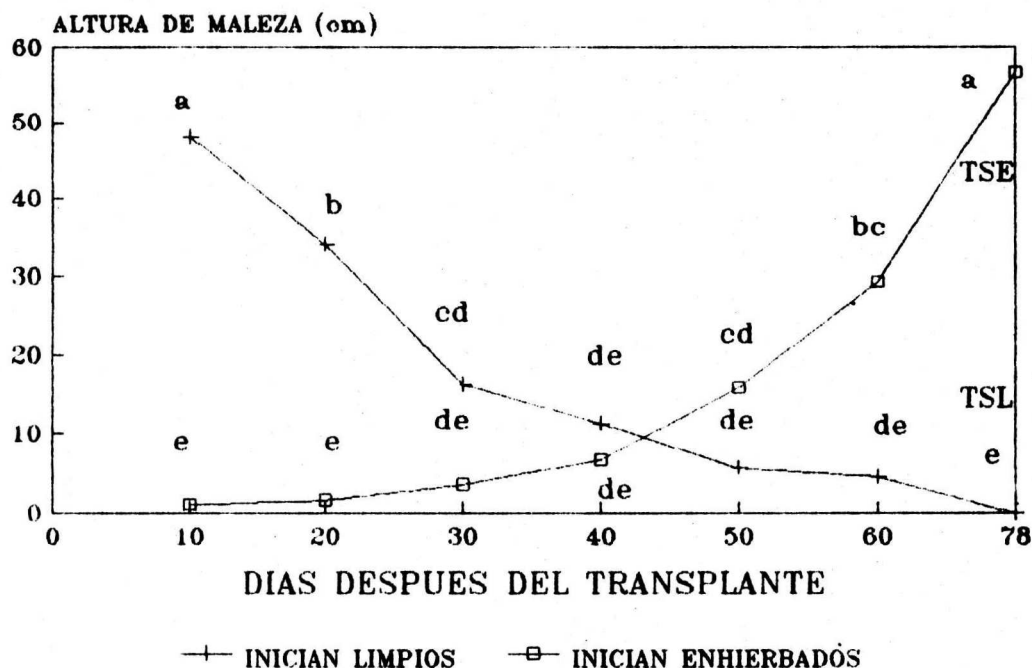


FIGURA 9. COMPORTAMIENTO DE LA ALTURA DE LA MALEZA BAJO EL EFECTO DE DIFERENTES PERIODOS DE LIMPIEZA Y ENHIERBE. CHAPINGO, MEXICO. 1992.

5.1.3.5. Densidad poblacional

La densidad de la maleza observó diferencias altamente significativas en el ANVA ($P < 0.01$). Esta variable mostró ser la más heterogénea, arrojando el coeficiente de variación más alto (63.1%). Con esto, la prueba de Tukey reportó resultados poco claros, aún cuando fueron registrados valores extremos de 0.0 a 470.4 plantas/ m^2 en el TSL y el tratamiento 10, respectivamente (Cuadro 19).

Con esta variabilidad en los datos, al graficar los resultados de la prueba de Tukey con $\alpha = 0.05$ en la Figura 10, no se encontró tendencia alguna que permitiera ubicar el PCI.

CUADRO 19. DENSIDAD DE MALEZA EN TOMATE DE CASCARA BAJO DIFERENTES PERIODOS DE LIMPIEZA Y ENMALEZADO. CHAPINGO, MEXICO. 1992.

T	DESCRIPCION	PLANTAS/ m^2 *
10)	ENHIERBADO LOS PRIMEROS 30 DIAS	470.4 a
8)	ENHIERBADO LOS PRIMEROS 10 DIAS	434.8 a
13)	ENHIERBADO LOS PRIMEROS 60 DIAS	354.0 ab
11)	ENHIERBADO LOS PRIMEROS 40 DIAS	332.4 ab
12)	ENHIERBADO LOS PRIMEROS 50 DIAS	306.0 ab
9)	ENHIERBADO LOS PRIMEROS 20 DIAS	292.0 ab
3)	LIMPIO LOS PRIMEROS 30 DIAS	218.8 ab
14)	TESTIGO SIEMPRE ENHIERBADO	216.8 ab
2)	LIMPIO LOS PRIMEROS 20 DIAS	174.8 ab
4)	LIMPIO LOS PRIMEROS 40 DIAS	162.8 ab
6)	LIMPIO LOS PRIMEROS 60 DIAS	148.8 ab
1)	LIMPIO LOS PRIMEROS 10 DIAS	140.8 ab
5)	LIMPIO LOS PRIMEROS 50 DIAS	138.0 ab
7)	TESTIGO SIEMPRE ENHIERBADO	0.0 b
C.V. (%)		63.1
DMS		96.7648

* Valores con la misma literal no difieren estadísticamente (Tukey, $\alpha = 0.05$).

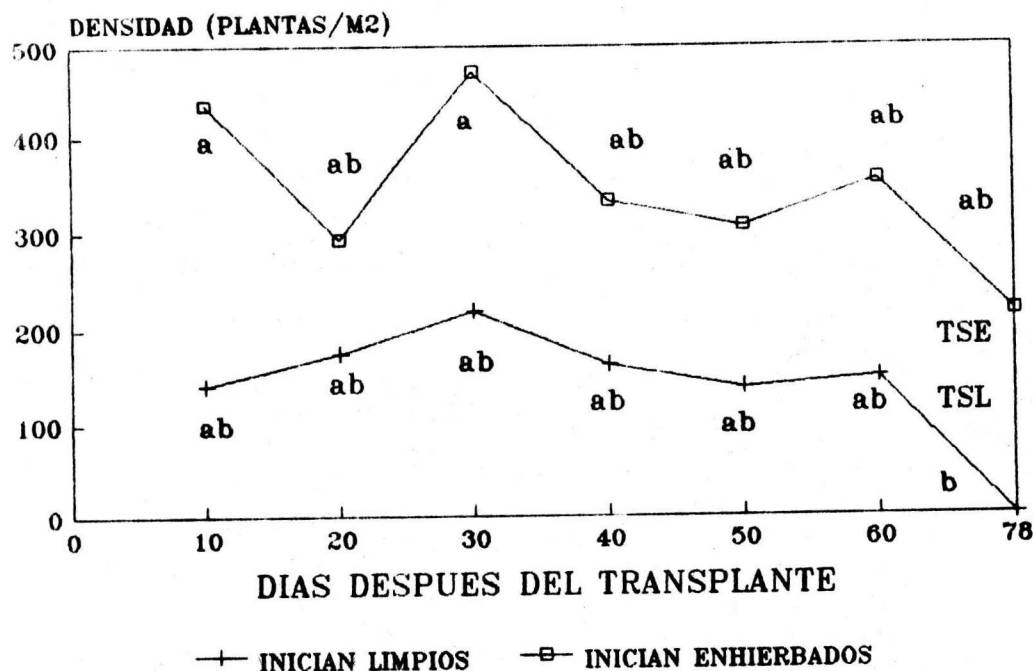


FIGURA 10. COMPORTAMIENTO DE LA DENSIDAD DE MALEZA BAJO EL EFECTO DE DIFERENTES PERIODOS DE LIMPIEZA Y ENHIERBE. CHAPINGO, MEXICO. 1992.

Tiene que entenderse que se trata de la densidad de diferentes especies que conviven bajo la presión misma de estar en una comunidad y de estar sujetas a diferentes periodos de limpieza, que poco a poco van diezmándolas, además de su ciclo estacional. Esta variable en todo caso nos indica la proporción en que estuvieron las diferentes especies. Quizá si se trabajara con una misma especie manejada a una densidad constante, podría determinarse un PCI, ya que este es el procedimiento expuesto por Caussanel (1992) para infestaciones con una sola especie.

Con los resultados poco claros de las últimas dos variables, fue evidente que la cobertura y materia seca fueron las que contribuyeron en mayor proporción a explicar los efectos de las limpiezas y a la ubicación del PCI. Hay que destacar que son también las que menos esfuerzo físico implicaron en la evaluación, por lo que en una selección de variables sería conveniente tomarlas en cuenta en un primer plano de importancia.

5.1.3.6. Discusión general sobre las variables evaluadas en la maleza

El hecho de utilizar en este trabajo el concepto de "Periodo crítico de infestación de maleza" (PCI), es un intento por relacionar las características poblacionales de la vegetación que estuvo asociada con el cultivo del tomate de cáscara, y que éstas contribuyeran a explicar el porqué de los efectos negativos sobre el cultivo en un determinado período de su ciclo. Por otra parte, las variables de este tipo representan un apoyo más, que permite reforzar las tendencias observadas en las variables del cultivo y enriquecen este tipo de estudios, como hacen mención Radosevich y Holt (1984).

Se considera que el resultado de este intento fue altamente positivo, al detectarse un periodo de 30 días ubicados del 20^o al 50^o DDT, en el que las labores de limpieza afectaron significativamente el crecimiento de la maleza; y que además resultó coincidente en duración y ubicación con el PCC antes obtenido con las variables del cultivo.

Sin embargo, al igual que en éstas, algunas variables de la maleza mostraron ser más útiles que otras para la ubicación del PCI, principalmente por la homogeneidad mostrada entre repeticiones y la claridad aportada en los análisis estadísticos, tal fue el caso del porcentaje de cobertura y la producción de materia seca.

La contraparte de esta situación lo fueron las variables altura y densidad poblacional, cuya información fue prácticamente de nula utilidad para la consecución del objetivo, no obstante que indican cuál de las especies creció en mayor abundancia, lo que posiblemente podría mostrar cuál de ellas tiene mayor impacto sobre el crecimiento y desarrollo del cultivo.

Esto es sólo una posibilidad, puesto que en este tipo de experimentos es prácticamente imposible determinar efectos

individuales de alguna especie sobre el cultivo, ya que las malezas no se distribuyen uniformemente a través del tiempo y el espacio; es decir, no se encuentran presentes durante todo el ciclo del cultivo en una población constante. Para determinar el potencial de interferencia de una especie, Radosevich y Holt (1984), han propuesto el manejo de poblaciones controladas a diferentes densidades, que crecen junto con el cultivo durante todo su ciclo; de esta forma puede determinarse de una manera más cercana a la realidad, los efectos particulares de una especie sobre otra cultivada, aunque en estos estudios, son relegadas a un segundo término las interacciones con otras especies que se encuentran también presentes en el campo.

5.2. Experimento 2: Efecto de exudados radicales de maleza sobre el crecimiento de plantas de tomate de cáscara

5.2.1. Altura de planta

El ANVA para la altura no detectó diferencias significativas entre tratamientos. Los valores fluctuaron entre 15.2 y 17.6 cm, siendo numéricamente muy cercanos; incluso el tratamiento testigo, presentó el menor promedio de altura (Cuadro 20). Esto sugiere que la aplicación de exudados radicales de las diferentes especies, no tuvo efecto, al menos no evidente, sobre el crecimiento en altura del tomate de cáscara.

CUADRO 20 . ALTURA DE PLANTAS DE TOMATE DE CASCARA CON LA APLICACION DE EXUDADOS RADICALES DE DIFERENTES ESPECIES. CHAPINGO, MEXICO. 1993.

No.	TRATAMIENTO	ALTURA (cm)
1	<i>Chenopodium album</i>	15.9 NS
2	<i>Galinsoga parviflora</i>	17.5
3	<i>Portulaca oleracea</i>	17.2
4	<i>Erodium cicutarium</i>	17.5
5	<i>Physalis ixocarpa</i>	17.6
6	Testigo (Suelo)	15.2
C. V. (%)		13.1

NS = Diferencias no significativas.

5.2.2. Materia seca de raíz

Tampoco en este caso se detectaron diferencias significativas entre tratamientos. Sin embargo, al observar los valores obtenidos, los cuales fluctuaron entre 0.12 y 0.26 gr; se advierte que el tratamiento con exudado radical de *C. album*, presentó el valor más bajo (0.12 gr), lo cual representó una reducción del 45.4% con respecto al tratamiento testigo (Cuadro 21).

CUADRO 21. MATERIA SECA DE RAIZ DE TOMATE CASCARA CON LA APLICACION DE EXUDADOS RADICALES DE DIFERENTES ESPECIES. CHAPINGO, MEXICO. 1993.

No.	TRATAMIENTO	M. S. (gr)
1	<i>Chenopodium album</i>	0.12 NS
2	<i>Galinsoga parviflora</i>	0.21
3	<i>Portulaca oleracea</i>	0.26
4	<i>Erodium cicutarium</i>	0.22
5	<i>Physalis ixocarpa</i>	0.19
6	Testigo (Suelo)	0.22
C. V. (%)		36.5

NS = Diferencias no significativas.

Aún cuando el ANVA no evidenció significancia entre los tratamientos, es probable que la variabilidad relativamente alta de los datos (C. V. = 36.5%) haya enmascarado el efecto de *C. album* sobre el desarrollo de la raíz del tomate. Por otra parte,

la exposición del cultivo a los exudados radicales de la maleza, por un período de tiempo más largo, podría mostrar con mayor claridad los efectos de esta especie sobre las raíces del cultivo.

5.2.3. Materia seca de la parte aérea

Al igual que en las variables anteriores, el ANVA no detectó diferencias significativas entre tratamientos; pero nuevamente se observó una tendencia similar a la mencionada en la variable "materia seca de raíz", es decir, las plantas de tomate con exudado radical de *C. album*, mostraron el valor promedio más bajo (0.47 gr), el cual representó una reducción del 27.6% con respecto al testigo (Cuadro 22).

Es difícil afirmar de una manera categórica que *C. album* tuvo un efecto negativo sobre el crecimiento de *P. inoocarpa* a través de la liberación de exudados radicales, puesto que la evidencia numérica no fue apoyada por los análisis estadísticos. Dado que anteriormente se ha probado que *C. album* libera sustancias alelopáticas (Bhowmick y Doll, 1980 y 1982; Bhowmick, 1982) lo más probable es que estos no ejerzan efectos significativos sobre el tomate. Quizá, como anteriormente se mencionó, el prolongar el período de exposición del cultivo, podría ayudar a que los resultados se clarificaran; pero en apego a la información que las tres variables aportan, ninguna de las malezas mostró efectos negativos sobre el crecimiento del tomate, que probaran de manera decisiva la presencia de sustancias alelopáticas a través del agua que se filtró del riego.

CUADRO 22. MATERIA SECA DE LA PARTE AEREA DE PLANTAS DE TOMATE DE CASCARA, CON LA APLICACION DE EXUDADOS RADICALES DE DIFERENTES ESPECIES. CHAPINGO, MEXICO. 1993.

No.	TRATAMIENTO	M. S (gr)
1	<i>Chenopodium album</i>	0.47 NS
2	<i>Galinsoga parviflora</i>	0.62
3	<i>Portulaca oleracea</i>	0.73
4	<i>Erodium cicutarium</i>	0.70
5	<i>Physalis ixocarpa</i>	0.64
6	Testigo (Suelo)	0.65
C. V. (%)		22.6

NS = Diferencias no significativas.

Por otra parte, los análisis tampoco detectaron efectos alelopáticos del tomate sobre plantas de su misma especie, ya que este tratamiento (No. 5) no difirió estadísticamente de los demás y sus valores numéricos fueron siempre muy cercanos a los del testigo (Cuadros 19, 20 y 21).

5.3. Experimento 3: Efecto de exudados radicales de tomate de cáscara sobre semillas de maleza

5.3.1. Porcentaje de germinación

El análisis a través del método de parcelas apareadas, no detectó diferencias significativas en la germinación de ninguna de las malezas utilizadas en las pruebas. Aún cuando *C. album* y *G. parviflora* tuvieron promedios de germinación menores cuando se regaron con el exudado radical de tomate, en ninguno de los casos el valor calculado de "t", rebasó o siquiera igualó al valor mínimo significativo de tablas con $\alpha = 0.05$ con cuatro grados de libertad (Cuadro 23).

significativo. Sólo en el caso de *P. oleracea*, la longitud promedio de las plántulas fue visiblemente inferior cuando se regó con el exudado radical de tomate, sin embargo, el análisis estadístico determinó que esta diferencia no fue significativa. La diferencia numérica observada seguramente se debió a que en la repetición número cinco se obtuvo un porcentaje de germinación de cero, y por tanto un crecimiento de cero; lo cual influenció a la media negativamente, disminuyendo su valor y reduciéndose todo a un efecto de cálculo matemático, más que a un efecto alelopático real del cultivo, sobre el crecimiento de *P. oleracea*.

CUADRO 24. LONGITUD DE PLANTULAS DE MALEZA (cm), CON Y SIN LA APLICACION DE EXUDADO RADICAL DE TOMATE DE CASCARA. CHAPINGO, MEXICO. 1993.

<i>Chenopodium album</i> <i>Galinsoga parviflora</i> <i>Portulaca oleracea</i>						
R	C. E.	S. E.	C. E.	S. E.	C. E.	S. E.
1	1.9	1.76	0.4	0.62	1.28	1.11
2	0.68	1.88	0.75	0.9	1.1	1.65
3	2.76	1.96	0.65	0.71	0.86	1.2
4	0.0	0.84	0.63	0.83	0.88	1.2
5	0.71	1.86	1.17	0.72	0.0	6.36
$\bar{x}$	1.2	1.6	0.72	0.76	0.8	1.2
t _c	1.14	NS	0.38	NS	2.018	NS
t _{0.05,4}	2.132		2.132		2.132	

NS = Diferencias no significativas.

VI. CONCLUSIONES

Con base en los resultados obtenidos en los experimentos, se establece que las relaciones de interferencia entre *Physalis peruviana* y la maleza, se caracterizaron por una afectación clara de esta última hacia el cultivo, disminuyendo significativamente su crecimiento, desarrollo y rendimiento, tanto en cantidad como en calidad.

La afectación al cultivo, fue basicamente el resultado de los efectos competitivos de la maleza, puesto que no se obtuvo evidencia de que las especies dominantes involucraran sustancias alelopáticas a través de exudados radicales.

El tomate de cáscara no mostró mecanismos tanto competitivos como alelopáticos suficientes, que le permitieran contrarrestar el efecto detrimental de la maleza, ya que su desarrollo y rendimiento fueron severamente reducidos por la libre competencia y sus exudados radicales no afectaron la germinación y crecimiento de las malezas dominantes.

El período crítico de competencia (PCC) entre la maleza y el tomate, fue de 30 días, ubicados entre los 20 y 50 días después del transplante; con un período de tolerancia inicial de 20 días.

Las malezas dominantes en el campo: *Chenopodium album*, *Galinsoga parviflora*, *Portulaca oleracea* y *Erodium cicutarium*, no ejercieron efectos detrimentales sobre el crecimiento del tomate a través de la liberación de sustancias alelopáticas por las raíces.

VII. BIBLIOGRAFIA

- Aguado M., C. 1991. Determinación del periodo crítico de competencia entre la maleza y el cultivo del tomate de cáscara. Tesis Profesional. UACH. Chapingo, México. 61 p.
- Akobundu, O. I. 1987. Weed science in the tropics. Principles and practices. John Wiley & Sons. G. B. pp 58-68.
- Almeida, F. S. 1988. A alelopatia e as plantas. Fundacao Instituto Agronomico do Paraná. Londrina, Pr. Brasil. pp 6-19.
- Andersen, R. N. 1968. Germination and stablishment of weeds for experimental purposes. Weed Science Society of America. Urbana, Illinois. USA. pp 41-143.
- Anderson, W. P. 1977. Weed science: Principles. West Publishing Company. USA. p 31.
- Avilés B., W. I. 1990. Periodos críticos de competencia de la maleza en henequén (*Agave fourcroydes* L.) (1er año). En: Memorias del XI Congreso Nacional de la Ciencia de la Maleza. U. de Gto.-SOMECIMA. Irapuato, Gto. p 79.
- _____. 1991. Periodos críticos de competencia de la maleza en henequén (*Agave fourcroydes* L.) (2º año). En: Memorias del XII Congreso Nacional de la Ciencia de la Maleza. CSAEG-SOMECIMA. Acapulco, Gro. p 61.
- Bernal S., J. 1988. Control químico del gusano del fruto del tomate de cáscara (*Heliothis subflexa* Guenné) en la región de Cuautla, Morelos, México. Tesis Profesional. UACH. Chapingo, México. p 1.
- Bhaskar, A.; Vyas, K. G. 1988. Studies on competition between wheat and *Chenopodium album* L. In: Weed abstract. 1988. 37(5):194.
- Bhowmick, P. C. 1982. Allelopathic activity of annual weeds on corn (*Zea mays*) and soybeans (*Glycine max*). In: Weed abstract. 1983. 32(12):365.
- _____; J. D. Doll. 1980. Field studies on allelopathic effects of weed and crop residues. In: Weed abstract. 1982. 31(8): 294.
- _____. 1982. Corn and soybean response to allelopathic effects of weed and crop residues. In: Weed abstract. 1983. 32(1):12.
- Bhowmick, P. C.; Reddy, K. N. 1988. Interference of common lambsquarter (*Chenopodium album*) in transplanted tomato (*Lycopersicon esculentum*). In: Weed abstract. 1989. 38(7):207.

- Bolaños E., A.; Pérez S., E. 1992. Determinación del período crítico de competencia de la maleza en el cultivo de cebolla (*Allium cepa* L.) en siembra directa en Atlixco, Puebla. En: Memorias del XIII Congreso Nacional de la Ciencia de la Maleza. UACH-ASOMECEIMA. Chapingo, México. p 2.
- Burril, L. C.; J. Cárdenas E. y E. Locatelli. 1977. Manual de campo para investigación en control de malezas. IPPC Corvallis, Oregon. USA. p 8.
- Cantú T., R. C. 1983. El cultivo del tomate de cáscara (*Physalis spp*). Seminario de Tesis Profesional. UANL. Monterrey, N. L. pp 2-19.
- Cárdenas C., I. E. 1981. Algunas técnicas experimentales en tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.). Tesis de Maestría en Ciencias. C. P. Chapingo, México. pp 1-23.
- Caussanel, J. P. 1992. Modelos biológicos de competencia y umbrales de nocividad en cultivos anuales. En: Memoria del Ier. Simposium Internacional "Manejo de la maleza: Situación actual y perspectivas." ASOMECEIMA-UACH. Chapingo, México. pp 281-303.
- CIAT. 1979. Información básica sobre la competencia entre las malezas y los cultivos. Guía de estudio. Centro Internacional de Agricultura Tropical. Cali, Colombia. pp 5-26.
- Conn, J. S. and D. L. Thomas. 1987. Common lambsquarters (*Chenopodium album*) interference in spring barley. In: Weed abstract. 1988. 37(5):195.
- Contreras de la C., E. 1991. Determinación del período crítico de competencia entre maleza y cártamo. En: Memorias del XII Congreso Nacional de la Ciencia de la Maleza. CSAEG-SOMECEIMA. Acapulco, Gro. p 75.
- Crook, T. M. and A. K. Reener. 1990. Common lambsquarters (*Chenopodium album*) competition and time of removal in soybeans (*Glycine max*). Weed science. 38:358-364.
- De la Cruz, R. 198_. La alelopatía en el manejo de malezas. Material didáctico del curso de malezas. Estudios de Postgrado. Turrialba, Costa Rica. p 1.
- Dominguez V., J. A. y J. L. Medina P. 1992. Ecología de las malezas. Mecanografiado. Chapingo, México. pp 3,4.
- Duke, O. 1985. Weed physiology. Vol. I: Reproduction and ecophysiology. CRS Press. Florida, USA. pp 113-148.
- Escobar S., M. y M. Avila A. 1992. Período crítico de competencia maleza-cultivo de cempasuchilt (*Tagetes erecta* L.) en Xalostoc, Morelos. En: Memorias del XIII Congreso Nacional de la Ciencia de la Maleza. UACH-ASOMECEIMA. Chapingo, México. p 96.

- Ferreira, S. I. 1988. Alelopatia de plantas daninhas. Inf. Agropec. 13(150):75.
- Fischer, A. 1988. La interferencia entre las malezas y los cultivos. En: Principios básicos sobre el manejo de malezas. Editor M. Sheula. MIPH-EAP. No. 60. Honduras. pp 29,30.
- García, E. 1988. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Koppen para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana. INEGI-SPP. 4a. Edición. México, D. F. 217 p
- Gupta, O. P. and P. S. Lamba. 1978. Modern weed science in the tropics and subtropics. TTPP. New Delhi, India. pp 43-57.
- Gustavsson, A. M. D. 1987. Growth of weeds and barley in mixed stands - unit production ratio and competitive ability. In: Weed abstract. 1988. 37(5):27.
- Harrison, S. K. 1990. Interference and seed production by common lambsquarters (*Chenopodium album*) in soybeans. Weed science. 38:113-118.
- Joenje, W. and M. J. Kropft. 1987. Relative time of emergence, leaf area development and plant height as major factors in crop-weed competition. in: Weed abstract. 1988. 37(7):355.
- Kheddam, M.; J. Le Clerch and J. P. Caussanel. 1988. Determination of the critical period of weed competition in a maize crop in Brittany. In: Weed abstract. 1989. 38(7):205.
- Magrin, G.; C. Senigaglesi and E. López Mondo. 1984. Weed competition in relation to sowing density and N fertilizer. In: Weed abstract. 1988. 37(5):27.
- Medina P., J. L. 1983. Determinación del periodo crítico de competencia entre las malezas y un cultivo de asociación maíz (*Zea mays* L.) - frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) bajo dos niveles de fertilización. Tesis profesional. UACH. Chapingo, México. 69 p.
- Mercado, B. I. 1979. Introduction to weed science. SEARCA. College, Laguna, Philippines. pp 18, 117.
- Mondragón P., G. 1982. Determinación del período crítico de competencia entre la cebada (*Hordeum vulgare* L.) y las malezas. Tesis profesional. UACH. Chapingo, México. 56 p.
- Montes H., S. 1989. Evaluación de los efectos de la domesticación sobre el tomate *Physalis peruviana* LAM. Tesis de Maestría en Ciencias. C. P. Montecillos, México. pp 1,2.
- Muzik, Y. 1970. Weed biology and control. Mc Graw-Hill, Inc. New York. 273 p.

- Nieto H., M. A. Brondo and J. T. González. 1968. Critical period of the crop growth cycle for competition from weeds. PANS (c). 14(2):159-165.
- Odum, E. P. 1982. Ecología. 3a. Edición. Editorial Interamericana. México, D. F. pp 236-237.
- Pérez G., M. 1991. Apuntes de Genotecnia de hortalizas. Tesis Profesional. UACH. Chapingo, México. pp 243-275.
- Pitelli, R. A. 1985. Interferencias de plantas daninhas em culturas agrícolas. Inf. Agropec. 11(129):16-23.
- Pozgai, J. 1988. Physiological analyses of the effect of different weeds on sugarbeet. In: Weed abstract. 1989. 38(8):283.
- Radosevich, S. R. and J. S. Holt. 1984. Weed ecology. Implications for vegetation management. John Wiley & Sons. USA. pp 94-121.
- Reyes C., P. 1980. Diseño de experimentos aplicados. 2a. Edición. Editorial Trillas. México, D. F. pp 89-93.
- Rhoads, H.; G. Gogwani; G. Croissant and L. W. Mitich. 1985. Weeds. In: Principles of weed control in California. California Weed Conference. USA. p 26.
- Rice, E. L. 1974. Allelopathy. Academic Press. N. Y., USA. pp 1-311.
- Roberts, H. A. 1982. Weed control handbook: Principles. Black Scientific Publications. London, G. B. pp 2-4.
- Rosales R., E. y M. Rojas G. 1985. Pruebas preliminares sobre el potencial alelopático del zacate Johnson (*Sorghum halepense* (L) Pers). En: Memorias del IV Congreso Nacional de la Ciencia de la Maleza. SOMECIMA. Taxco, Gro. p 663.
- Saray M., C. R.; A. Palacios A. y E. Vilanueva N. 1978. "Rendidora", nueva variedad de tomate de cáscara. Folleto de divulgación No. 73. SARH. INIA. CIAMEC. CAEZACA. Zacatepec, Morelos. pp 3-11.
- SARH. 1989. Anuario estadístico de la producción agrícola de los Estados Unidos Mexicanos. Subsecretaría de Planeación. Dirección General de Estadística. México, D. F. p 214.
- _____. 1990. Anuario estadístico de la producción agrícola de los Estados Unidos Mexicanos. Subsecretaría de Planeación. Dirección General de Estadística. México, D. F. p 215.
- _____. 1991. Anuario estadístico de la producción agrícola de los Estados Unidos Mexicanos. Subsecretaría de Planeación. Dirección General de Estadística. México, D. F. p 226.

Treviño R., J. E.; E. J. Sánchez A.; J. A. Pedroza F. y R. Salinas R. 1992. Periodo crítico de competencia entre malezas y dos variedades de sorgo (*Sorghum bicolor* (L) Moench.) bajo condiciones de riego en Nuevo León. En: Memorias del XIII Congreso Nacional de la Ciencia de la Maleza. UACH-ASOMECA. Chapingo, México. p 90.

Zimdahl, R. L. 1980. Weed-crop competition. A review. IPPC. Corvallis, Oregon. USA. p 12.

VIII. APENDICE

CUADRO 1A. NUMERO DE FRUTOS GRANDES DE TOMATE DE CASCARA (NFG)/ 5 PLANTAS PRODUCIDOS BAJO DIFERENTES PERIODOS DE LIMPIEZA Y ENMALEZADO. CHAPINGO, MEXICO. 1992.

T	DESCRIPCION	NFG *
8)	ENHIERBADO LOS PRIMEROS 10 DIAS	70.5 a
6)	LIMPIO LOS PRIMEROS 60 DIAS	52.5 ab
9)	ENHIERBADO LOS PRIMEROS 20 DIAS	49.1 abc
7)	TESTIGO SIEMPRE LIMPIO	46.7 abc
10)	ENHIERBADO LOS PRIMEROS 30 DIAS	45.5 abc
5)	LIMPIO LOS PRIMEROS 50 DIAS	35.2 abc
12)	ENHIERBADO LOS PRIMEROS 60 DIAS	32.2 abc
4)	LIMPIO LOS PRIMEROS 40 DIAS	31.2 abc
3)	LIMPIO LOS PRIMEROS 30 DIAS	29.2 abc
13)	ENHIERBADO LOS PRIMEROS 60 DIAS	23.2 abc
11)	ENHIERBADO LOS PRIMEROS 40 DIAS	21.0 bc
2)	LIMPIO LOS PRIMEROS 20 DIAS	14.2 bc
1)	LIMPIO LOS PRIMEROS 10 DIAS	6.7 bc
14)	TESTIGO SIEMPRE ENHIERBADO	3.2 c
C.V. (%)		58.4
DMS		48.6919

* Valores con la misma literal no difieren significativamente (Tukey, $\alpha = 0.05$).

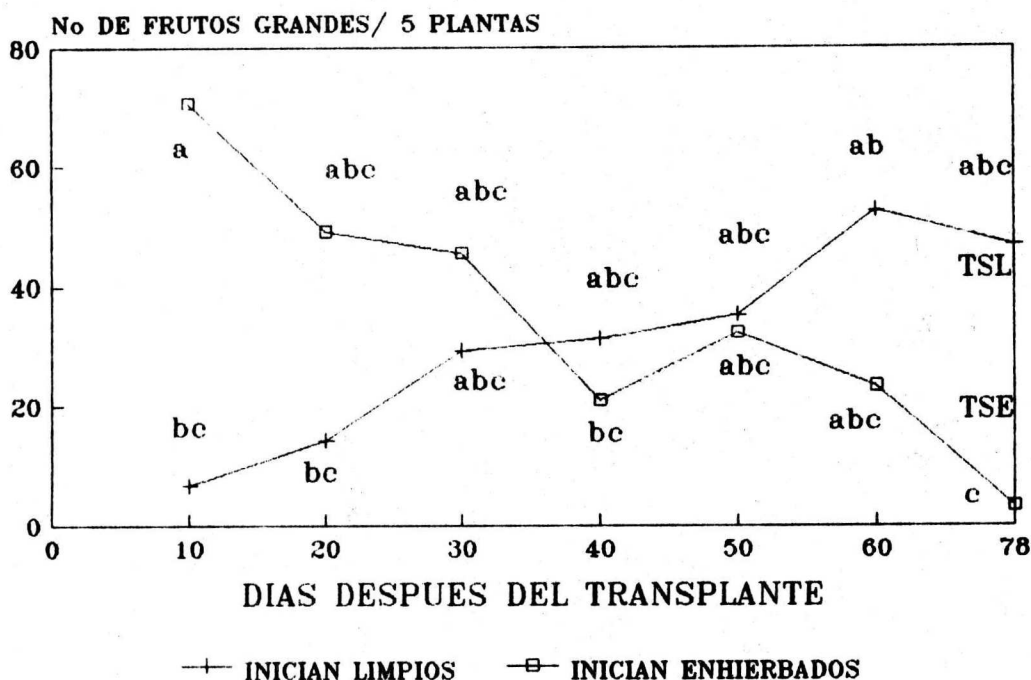


FIGURA 1A. EFECTO DE LA INTERFERENCIA DE LA MALEZA SOBRE LA PRODUCCION DE FRUTOS GRANDES DE TOMATE DE CASCARA. CHAPINGO, MEXICO.

CUADRO 2A. RENDIMIENTO DE FRUTOS GRANDES (RFG) Y PRODUCIDOS BAJO DIFERENTES PERIODOS DE LIMPIEZA Y ENMALEZADO. CHAPINGO, MEXICO. 1992.

T	DESCRIPCION	RFG (Ton/ha)	*
8)	ENHIERBADO LOS PRIMEROS 10 DIAS	23.9	a
6)	LIMPIO LOS PRIMEROS 60 DIAS	17.5	ab
9)	ENHIERBADO LOS PRIMEROS 20 DIAS	17.0	ab
7)	TESTIGO SIEMPRE LIMPIO	16.5	ab
10)	ENHIERBADO LOS PRIMEROS 30 DIAS	15.3	ab
5)	LIMPIO LOS PRIMEROS 50 DIAS	12.2	ab
12)	ENHIERBADO LOS PRIMEROS 60 DIAS	11.3	ab
4)	LIMPIO LOS PRIMEROS 40 DIAS	10.5	ab
3)	LIMPIO LOS PRIMEROS 30 DIAS	9.6	ab
13)	ENHIERBADO LOS PRIMEROS 60 DIAS	8.2	ab
11)	ENHIERBADO LOS PRIMEROS 40 DIAS	7.3	ab
2)	LIMPIO LOS PRIMEROS 20 DIAS	4.9	b
1)	LIMPIO LOS PRIMEROS 10 DIAS	2.1	b
14)	TESTIGO SIEMPRE ENHIERBADO	1.2	b
C.V. (%)		60.4	
DMS		17.2721	

* Valores con la misma literal no difieren estadísticamente (Tukey, $\alpha = 0.05$).

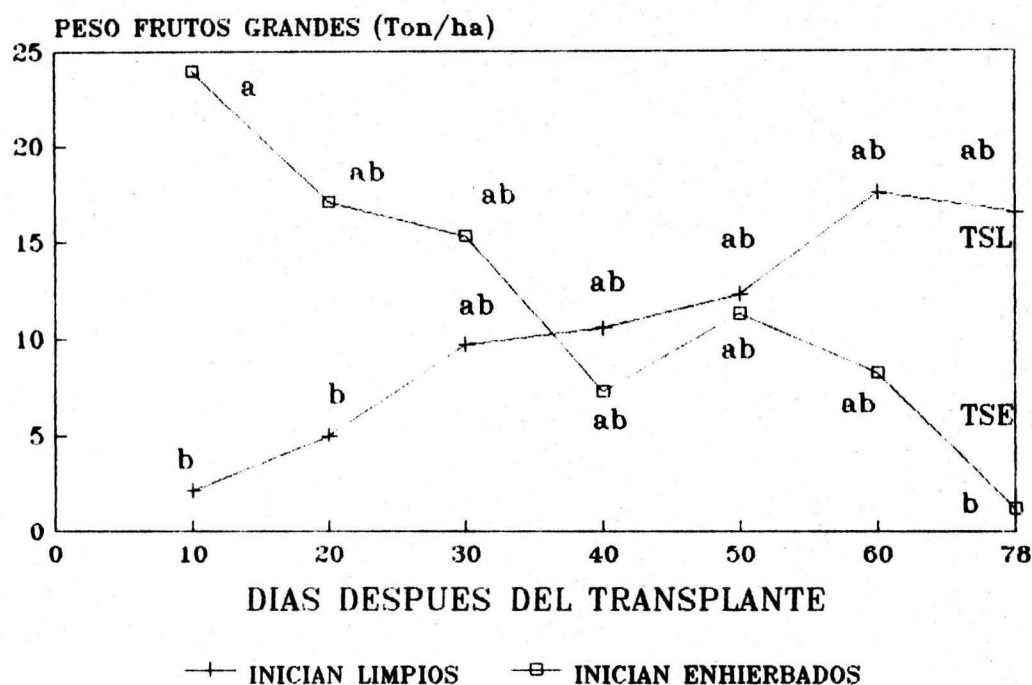


FIGURA 2A. EFECTO DE LA INTERFERENCIA DE LA MALEZA SOBRE EL RENDIMIENTO DE FRUTOS GRANDES DE TOMATE DE CASCARA. CHAPINGO, MEXICO. 1992.

CUADRO 3A. NUMERO DE FRUTOS GRANDES + MEDIANOS DE TOMATE DE CASCARA (NFGM)/ 5 PLANTAS BAJO DIFERENTES PERIODOS DE LIMPIEZA Y ENMALEZADO. CHAPINGO, MEXICO. 1992.

T	DESCRIPCION	NFGM *
8)	ENHIERBADO LOS PRIMEROS 10 DIAS	260.7 a
9)	ENHIERBADO LOS PRIMEROS 20 DIAS	252.0 a
7)	TESTIGO SIEMPRE LIMPIO	249.5 a
10)	ENHIERBADO LOS PRIMEROS 30 DIAS	234.0 a
11)	ENHIERBADO LOS PRIMEROS 40 DIAS	221.7 ab
5)	LIMPIO LOS PRIMEROS 50 DIAS	216.0 ab
6)	LIMPIO LOS PRIMEROS 60 DIAS	206.0 abc
12)	ENHIERBADO LOS PRIMEROS 50 DIAS	205.0 abc
4)	LIMPIO LOS PRIMEROS 40 DIAS	202.0 abc
3)	LIMPIO LOS PRIMEROS 30 DIAS	183.2 abc
13)	ENHIERBADO LOS PRIMEROS 60 DIAS	132.5 bcd
2)	LIMPIO LOS PRIMEROS 20 DIAS	114.0 cd
1)	LIMPIO LOS PRIMEROS 10 DIAS	65.5 d
14)	TESTIGO SIEMPRE ENHIERBADO	48.7 d
C.V. (%)		21.2
DMS		99.4358

* Valores con la misma literal no difieren estadísticamente (Tukey, $\alpha = 0.05$).

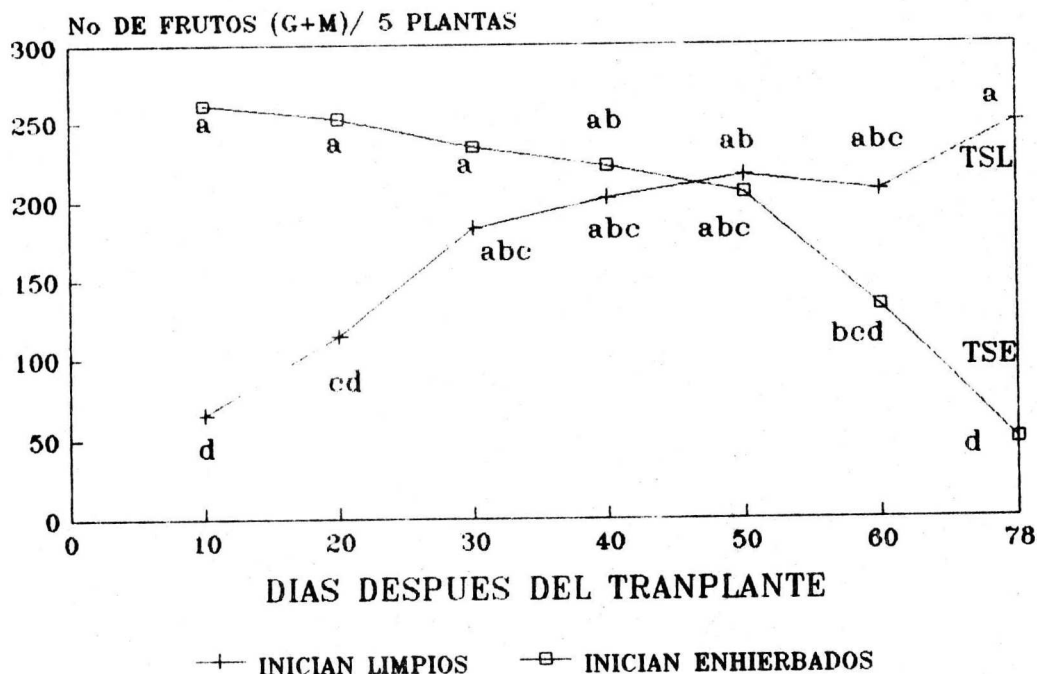


FIGURA 3A. UBICACION DEL PCC DE LA MALEZA EN TOMATE DE CASCARA EN BASE AL NUMERO DE FRUTOS GRANDES + MEDIANOS. CHAPINGO, MEXICO. 1992.

CUADRO 4A. RENDIMIENTO DE FRUTOS GRANDES + MEDIANOS DE TOMATE DE CASCARA (RFGM) BAJO DIFERENTES PERIODOS DE LIMPIEZA Y ENMALEZADO. CHAPINGO, MEXICO. 1992.

T	DESCRIPCION	RFGM * (Ton/ha)
8)	ENHIERBADO LOS PRIMEROS 10 DIAS	62.0 a
9)	ENHIERBADO LOS PRIMEROS 20 DIAS	54.3 ab
7)	TESTIGO SIEMPRE LIMPIO	52.2 ab
10)	ENHIERBADO LOS PRIMEROS 30 DIAS	50.3 ab
6)	LIMPIO LOS PRIMEROS 60 DIAS	49.0 abc
5)	LIMPIO LOS PRIMEROS 50 DIAS	45.0 abcd
11)	ENHIERBADO LOS PRIMEROS 40 DIAS	44.2 abcd
12)	ENHIERBADO LOS PRIMEROS 50 DIAS	41.5 abcd
4)	LIMPIO LOS PRIMEROS 40 DIAS	40.4 abcd
3)	LIMPIO LOS PRIMEROS 30 DIAS	38.9 bcd
13)	ENHIERBADO LOS PRIMEROS 60 DIAS	26.4 cde
2)	LIMPIO LOS PRIMEROS 20 DIAS	23.5 de
1)	LIMPIO LOS PRIMEROS 10 DIAS	12.6 e
14)	TESTIGO SIEMPRE ENHIERBADO	9.0 e
C.V. (%)		23.0
DMS		22.9465

* Valores con la misma literal no difieren estadísticamente (Tukey, $\alpha = 0.05$).

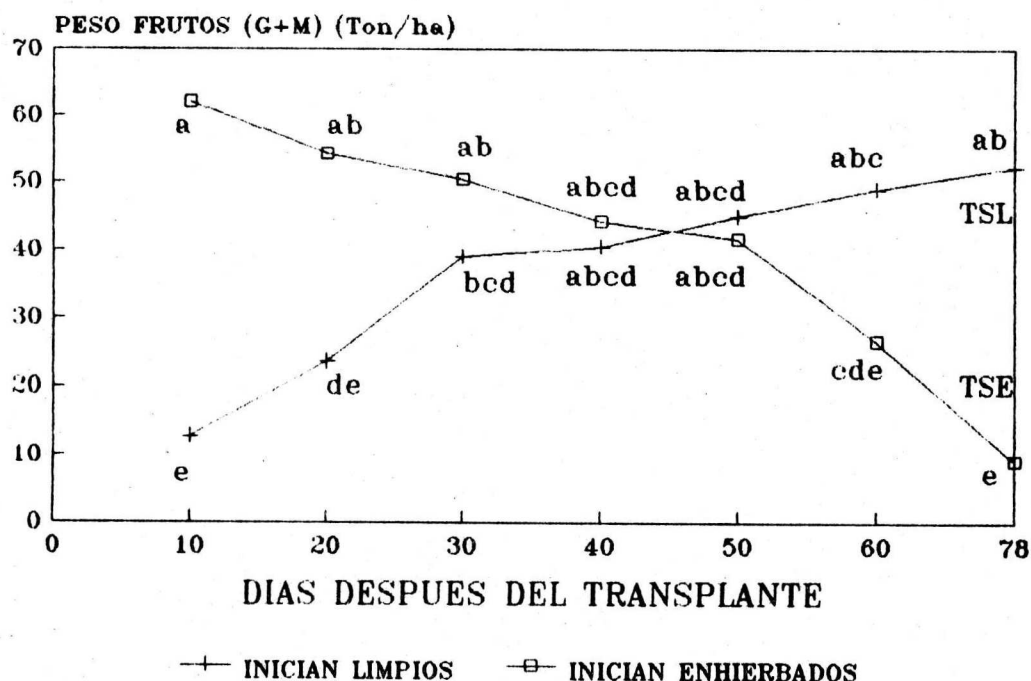


FIGURA 4A. UBICACION DEL PCC DE LA MALEZA EN TOMATE DE CASCARA EN BASE AL PESO DE FRUTOS GRANDES + MEDIANOS. CHAPINGO, MEXICO. 1992.