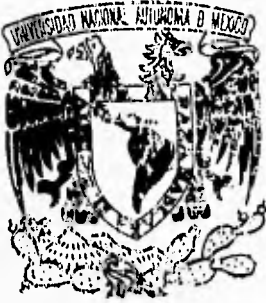


182
2ej



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
~~SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA~~

FACULTAD DE CIENCIAS

**PAPEL ECOLÓGICO DE LAS PLANTAS AROMÁTICAS:
UN ESTUDIO EXPERIMENTAL SOBRE SU EFECTO EN LA
DENSIDAD POBLACIONAL DE INSECTOS PLAGA Y
ARVENSES EN UN CULTIVO ASOCIADO DE MAÍZ Y
FRIJOL**



**FACULTAD DE CIENCIAS
SECCION ESCOLAR**

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
B I Ó L O G O
PRESENTA
MARÍA GUADALUPE SÁNCHEZ DIRZO

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

México, D.F.

1996

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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



UNIVERSIDAD NACIONAL
AVENIDA DE
MEXICO

M. en C. Virginia Abrín Batule
Jefe de la División de Estudios Profesionales de la
Facultad de Ciencias
Presente

Comunicamos a usted que hemos revisado el trabajo de Tesis:
"PAPEL ECOLOGICO DE LAS PLANTAS AROMATICAS: UN ESTUDIO EXPERIMENTAL
SOBRE SU EFECTO EN LA DENSIDAD POBLACIONAL DE INSECTOS PLAGA Y
ARTRÓPODOS EN UN CULTIVO ASOCIADO DE MAIZ Y "PIJOL"
realizado por

MARIA GUADALUPE SANCHEZ CIRCO,
con número de cuenta 7709047-3, pasante de la carrera de BIOLOGIA

Dicho trabajo cuenta con nuestro voto aprobatorio.

Atentamente

Director de Tesis Propietario DR. ANA LUISA ANDRÉS LAMAY

Propietario DR. ERICK ESTRADA LÓPEZ

Propietario DR. ALEJANDRO PARRON RIOS

Suplente DR. ARMANDO GÓMEZ CÁRDENAS

Suplente DR. ERNESTO VILLALBA

FACULTAD DE CIENCIAS

Consejo Departamental de Biología

DR. ALEJANDRO MARTINEZ MENA.
COORDINACIÓN GENERAL
DE BIOLOGIA

A CRISTINA Y RAFAEL
PERSONAJES IMPRESCINDIBLES DE MI HISTORIA.

De cómo los saberes y *la pequeña ayuda de los amigos* se fueron interrelacionando en la construcción de este trabajo y de cómo una voz salió de mis profundidades y dijo: de corazón gracias.

A Ana Luisa Anaya Lang por todo su apoyo.

A Alejandro Moron Rios por acercarme a las pensaderas desde otro punto de vista,

A Alejandro Tecpa Jimenez hermano entrañable, que inspirado por los selenitas, aportó su granito neuronal,

A Erick Estrada Lugo por transmitirme su percepción acerca de los agroecosistemas, de las plantas vistas por los chamanes y del sentido humano de nuestro trabajo.

A Armando Gómez Campos por comentarios y sugerencias.

A Eduardo Bin Cifuentes por cuestionar todo.

A José Hernández Herrera por buscarles a los áfidos y mosquitas blancas su identidad.

A Ernesto Vega Peña por destrabar el proceso que hallabase atorado en la confusión de un gogol de datos.

A Raúl Muñiz por aportarme enriquecedores comentarios acerca de las relaciones bióticas que se llegan a establecer en una parcela agrícola

A Nicasio López García, Luis Salvador a Leandro Llanos y a Arturo López, por el tequio y azadón en mano.

A Jorge Castellanos con su patética parsimonia en el manejo del titipuchal de datos y que gracias a su estolicismo las andevas vieron luz.

A Alfredo Nuñez por confiarme la identidad de las familias de arvenses.

A Irma Mohtoya por su buena mano en la cosecha del frijol.

A Mario Castillo Hernández por el legado de su energía y creatividad en cada una de las etapas del proceso y porque sus manos transcribieron el espitiru de las flores en una hoja de papel.

A mis ahijados por su inextinguible vuelo

A Greiz Sánchez Dirzo porque su sola presencia tuvo un efecto directo en beneficio de la culminación de esta Tesis, que parafraseando a Borges "dejó de ser una tentación".

Y a Chiquillo por supuesto, también.

RESUMEN.

En el presente trabajo se examina el efecto que tienen 5 plantas aromáticas: ajenjo, *Artemisia absinthium*; mejorana, *Origanum mejorana*; ruda, *Ruta graveolens*; romero, *Rosmarinus officinalis*; y toronjil morado *Agastache mexicana*, sembradas en combinación con un cultivo asociado de maíz y frijol, sobre la densidad poblacional de insectos plaga y sobre la densidad de las arvenses vecinas a éstas.

El estudio experimental se efectuó en campo, en el pueblo de San Pablo Oztotepec, Milpa Alta D.F. durante el ciclo agrícola de 1994. Se utilizó un diseño de bloques completos al azar con 6 tratamientos (cultivo asociado-ajenjo, cultivo asociado-mejorana, cultivo asociado-romero, cultivo asociado-ruda, cultivo asociado-toronjil, cultivo asociado-testigo -sin planta aromática-) y 4 repeticiones por tratamiento. Durante el ciclo agrícola se realizaron 12 muestreos de insectos plaga, para evaluar su densidad; 3 muestreos de arvenses, para evaluar la densidad, la biomasa y el área de éstas plantas y al final del ciclo agrícola se evaluó la producción de los cultivos en los diferentes tratamientos.

En el laboratorio se efectuaron, bioensayos de lixiviados de plantas aromáticas para evaluar su potencial alelopático, utilizando maíz y frijol como especies de prueba.

Las plantas aromáticas afectaron la densidad poblacional de los insectos fitófagos que se presentaron en los cultivos de maíz y frijol: áfidos de las especies *Rhopalosiphum maidis* y *Rhopalosiphum padi*, y mosquita blanca *Trialeurodes vaporarum*. Las dos primeras especies tuvieron una densidad poblacional menor en el tratamiento con

Toronjil; la mosquita blanca tuvo las poblaciones más bajas en los tratamientos con plantas aromáticas.

La biomasa de arvenses vecinas a las plantas aromáticas no fue afectada por estas plantas. El área y la abundancia de arvenses fue menor en todas las plantas aromáticas, con excepción de la ruda.

El rendimiento del maíz y frijol no fue alterado por la presencia de las plantas aromáticas.

Los bioensayos con lixiviados de las plantas aromáticas no mostraron ningún efecto negativo en la germinación de las semillas de maíz y frijol. El lixiviado de la ruda estimuló el crecimiento radicular del maíz y frijol. El tratamiento con mejorana inhibió el crecimiento radicular del frijol.

Los resultados obtenidos señalan la importancia que las plantas aromáticas pueden tener como un elemento de control de insectos plagas y arvenses en los cultivos básicos.



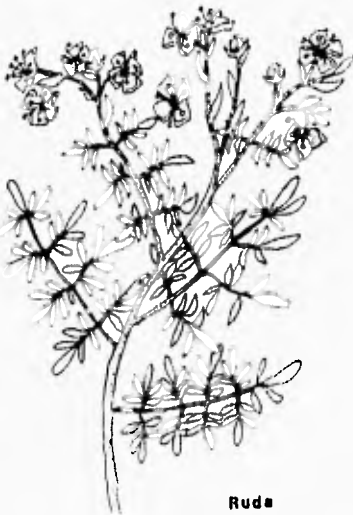
Ajeno



Romero



Toronil



Ruda



Mejorana

INDICE

INTRODUCCION	1
I. El lenguaje de las interacciones bióticas	1
II. Los agroecosistemas	3
-Mensajes en monocultivos y policultivos. Planta-insecto-enemigos naturales	4
-Plantas arvenses: organismos polifacéticos	7
-Mensajes alelopáticos	8
III. Las Plantas aromáticas	9
OBJETIVOS	12
ZONA DE ESTUDIO	13
Un Pueblo llamado San Pablo Oztotepec	15
METODO	17
1. Diseño experimental	17
2. Calendarización y descripción de prácticas agrícolas	20
3. Muestreo de insectos, arvenses, suelo y cultivos	23
4. Bioensayos en el laboratorio. Potencial alelopático de las plantas aromáticas	26
ANALISIS DE RESULTADOS Y DISCUSION	28
Pitófagos	28
Maíz	28
Frijol	30
Arvenses	34
Biomasa	34
Area	35
Riqueza de especies.	39
Abundancia	39
Producción: Maíz, frijol	43
Bioensayos con lixiviados de plantas aromáticas	44
suelo	47
Una visión global	49
CONCLUSIONES	52
Anexo de Datos.	54
Bibliografía.	61

INTRODUCCION

I. El lenguaje de las interacciones bióticas.

En la naturaleza, se producen diversos y continuos mensajes procesados en lenguajes que han ido evolucionando para organizar la vida a todos los niveles. Son mensajes constituidos por señales físicas o moléculas químicas que pueden ser transportadas por el viento, el agua, el suelo u otro medio. Los seres vivos no solo perciben esta información, sino que a su vez, en sus formas, sus movimientos, sus colores, sus aromas, sus sonidos, son fuente de información para los demás organismos.

Las sociedades humanas hechan mano de la escritura, la palabra, las imágenes y los símbolos para comunicarse, los organismos se comunican a través de señales físicas o moléculas orgánicas específicas.

Los mensajes químicos emitidos por millares de especies contribuyen a que cada individuo pueda nutrirse, acoplarse, cuidar a su progenie y defenderse. Para llevar a cabo estas actividades, es vital comunicarse continuamente con el mundo exterior, enviar mensajes, recibir respuestas (Contreras y Wolf, 1995, Murray 1982, Schoonhoven, 1989), ningún organismo puede aislarse y cada individuo, bien avizoraba Engels, "apenas si roza los confines de la individualidad".

Durante las reacciones metabólicas primarias, se producen compuestos, a través de vías diversas, cuya presencia en los seres vivos es común: aminoácidos, proteínas, carbohidratos, lípidos y ácidos nucleicos. A estos compuestos se les conoce con el nombre de compuestos primarios, porque su papel en los procesos biológicos es primordial. Paralelamente a la producción de estos, y generalmente a

través de las mismas vías metabólicas, se producen otro tipo de compuestos que por sus características peculiares se denominan compuestos secundarios, los cuales varían en su naturaleza bioquímica, concentración y localización de acuerdo a la especie. (Anaya, en prensa).

Cuando los organismos liberan al ambiente los diversos compuestos químicos que producen, afectan las condiciones de éste, e influyen sobre el crecimiento y la conducta de otros organismos. Este hecho determina la comunicación química entre organismos (Anaya, en prensa).

Los compuestos secundarios desempeñan a menudo un papel ecológico muy importante, ya que son los instrumentos de comunicación entre los diversos organismos. Incluso en términos didácticos, podríamos imaginarlos como una "comisión negociadora" del organismo con su entorno; de acuerdo con Balandrin y Klocke, 1988 pueden servir como atrayentes de polinizadores, pueden representar adaptaciones químicas al estrés producido por el ambiente, pueden servir como protección o defensa contra microorganismos, insectos herbívoros, predadores o contra otras plantas superiores.

A los compuestos secundarios se les denomina feromonas cuando median interacciones entre organismos de la misma especie y aleloquímicos, cuando median interacciones entre organismos de diferentes especies. Si estos aleloquímicos favorecen al organismo que los produce se les llama alomonas; si su acción favorece al organismo que los recibe se les llama kairomonas; si las ventajas son tanto para el emisor como para el receptor, entonces se llaman sinomonas (Anaya,1989; Heinrichs,1988; Balandrin y Klocke, 1988).

Algunos componentes de las plantas pueden actuar como alomonas para algunos insectos y kairomonas para otros (Waage y Hedin, 1989).

Estos compuestos mediadores se siguen biosintetizando, gracias a las interacciones bióticas inter e intraespecíficas y a la continua evolución de los organismos.

II. Los agroecosistemas.

Los sistemas ecológicos manejados por el hombre para producir alimentos y materias primas diversas, se ajustan a las mismas leyes que rigen a los ecosistemas naturales. Un sistema agrícola es una réplica domesticada/simplificada de los sistemas naturales, donde los ciclos de nutrientes y las múltiples y complejas interacciones también ocurren (Odum, citado por Hurtubia, 1980; Altieri, 1987; Odum, 1984).

Los mismos elementos presentes en los ecosistemas naturales, como el agua, aire, energía y recursos biológicos son imprescindibles para que el sistema agrícola funcione y pueda ser manipulado. Su dinámica está sujeta a factores biológicos, culturales, socioeconómicos y ambientales, insertos dentro de los cuatro procesos ecológicos: el energético, el hidrológico, el biogeoquímico y el de regulación biótica.

Las interrelaciones que existen en un agroecosistema se crean y se desarrollan con base en el flujo unidireccional de energía y el movimiento cíclico de los materiales, lo que genera una formidable complejidad organizacional. La biodiversidad en los agroecosistemas depende de que tan variados sean los cultivos, las arvenses, los animales y los microorganismos que los constituyen, de acuerdo a la localidad geográfica, al clima, al suelo, al manejo humano y a factores socioeconómicos. En los agroecosistemas las interacciones entre los

diversos componentes bióticos pueden también ser de naturaleza múltiple. Algunas de estas interacciones pueden utilizarse para inducir efectos positivos y directos en el control biológico de arvenses y plagas específicas de los cultivos y en la regeneración y/o aumento de la fertilidad del suelo y su conservación. La explotación de estas interacciones en situaciones reales, incluye el diseño y manejo del agroecosistema y requiere del entendimiento de las numerosas relaciones entre suelo, microorganismos, plantas, insectos herbívoros y enemigos naturales (Altieri, 1992).

Mensajes en monocultivos y policultivos: Planta, insecto herbívoro y enemigos naturales.

Las plantas emiten mensajes físicos y químicos que están involucrados en la comunicación con los insectos. Estos mensajes pueden ejercer efectos directos o indirectos, positivos o negativos y afectar de muchas maneras su desarrollo (Waage y Hedin, 1989; Renwick, 1989; Montheith, 1960).

En el terreno teórico existen modelos que tratan de explicar los diferentes mecanismos de regulación de las poblaciones de insectos fitófagos y sus hospederos en monocultivos y policultivos. Algunos parten de la hipótesis del aumento de la estabilidad promovido por la diversidad, aunque un sistema agrícola ya es de por sí una simplificación de la biodiversidad (Altieri, 1992.).

Root (1973) (citado por Coll y Bottrell, 1994; y Risch, 1981), incorpora en dos hipótesis algunos elementos que ayudan a elucidar lo que sucede con la densidad poblacional de insectos herbívoros en un ambiente de mono y policultivo.

La hipótesis de concentración de recursos se refiere a los cambios en la conducta de los insectos herbívoros, determinada por los estímulos químicos y visuales de las plantas hospederas y no hospederas, y plantea que los factores del primer nivel trófico (densidad de plantas, tamaño, cobertura, presencia de plantas no hospederas, complejidad en la estructura de la vegetación, arreglo/distribución espacial), determinan la densidad poblacional de insectos herbívoros, ya que propician condiciones que pueden dificultar la localización de la planta hospedera por parte del herbívoro.

La segunda hipótesis propone que los *enemigos naturales* regulan la abundancia de herbívoros en un habitat. En los monocultivos los herbívoros pueden colonizar y permanecer sobre los cultivos hospederos ya que encuentran cubiertos sus requerimientos vitales. En estas condiciones donde no hay fuentes alimenticias alternativas, ni espacios suficientes para el apareamiento o factores ambientales adecuados, para muchos animales, entonces se reducen las alternativas para el tercer nivel trófico (enemigos naturales). Como resultado, las poblaciones de herbívoros especializados alcanzan una mayor abundancia. En cambio en un policultivo, aumenta el número de interacciones, se amplía la red de mensajes, el ambiente biótico y abiótico da cabida a los enemigos naturales, por consiguiente, en un policultivo los depredadores y parasitoides generalistas y especialistas son más abundantes que en un monocultivo.

La densidad de herbívoros también puede ser influida por una *resistencia* basada en la asociación, que de acuerdo con Root(1975) y Tahvanainen y Root (1972) (citados por Perrin, 1977; Altieri, 1992 y Risch,1981), se presenta en un ecosistema en que las especies de

plantas están entremezcladas, lo cual propicia que factores bióticos y abióticos actúen en forma sinérgica para producir la disminución del ataque de herbívoros sobre la totalidad del sistema de cultivo. La búsqueda de la planta hospedera por los insectos, involucra a menudo mecanismos olfatorios; las plantas no hospederas asociadas con plantas hospederas pueden constituir un componente importante en la defensa contra los herbívoros, especialmente si son aromáticas, ya que sus aromas interfirieren en la de búsqueda de las hospederas por los insectos, la cual se lleva a cabo con base en claves olfatorias. Este tipo de protección deriva del efecto de enmascaramiento de los olores de la hospedera por la planta no hospedera (Perrin, 1977; Altieri, 1992).

Thahvanainen y Root (1972) (Citados por Perrin, 1977) encontraron que el tomate y la ambrosia en asociación con la crucifera *Brassica oleraceae* interfieren con el comportamiento de *Phyllotreta cruciferae*, herbívoro especialista de *Brassica*; sucede lo mismo en el caso de la mosca de la zanahoria en cultivos de zanahorias interplantadas con cebollas (Uvah y Coaker, 1984). McClure, S. (1994) sugiere una lista de combinaciones de plantas y cultivos que han demostrado empíricamente el efecto negativa que tienen estas plantas acompañantes sobre los herbívoros.

Los vegetales asignan parte de su presupuesto energético a la elaboración de mecanismos defensivos procurando con ello optimizar su adecuación individual. A partir de los estudios de las interacciones planta-herbívoro realizadas por diversos autores, Feeny (1976) y Rhoades y Cates (1976) (mencionados por Altieri, 1992) desarrollaron la llamada *teoría de la defensa química* esta teoría analiza la clasificación de la plantas en aparentes o predecibles y no aparentes o impredecibles, dependiendo la susceptibilidad de las plantas hacia las

plagas. En los sistemas agrícolas la apariencia de una planta de cultivo es aumentada por su asociación cercana con especies relacionadas, así la apariencia del cultivo puede ser aumentada o disminuida ya sea por diversidad policultural o por cultivos de alta densidad.

Hasta la fecha no se han agotado los posibles mecanismos que están involucrados en la regulación poblacional de los insectos fitófagos. La búsqueda sigue latente y se orienta a considerar los diferentes niveles tróficos, así como a los posibles emisores y receptores de mensajes que estén interviniendo/ interfiriendo en la interacción de los fitófagos y sus hospederos.

Plantas arvenses: organismos polifacéticos.

La agricultura ha tenido gran influencia sobre la evolución de las plantas arvenses. Estas plantas han sobrevivido a los disturbios humanos y se han adaptado plenamente a ellos. Como cualquier organismo, las arvenses tienen multitud de relaciones con su medio biótico y abiótico, explotan diferentes habitats de los sistemas agrícolas y establecen múltiples relaciones con otras plantas y con los cultivos, además, su potencial reproductivo es muy alto, así como su plasticidad, lo cual a menudo hace impredecible su comportamiento (Espinosa, 1981).

Ciertas especies de arvenses son usadas con fines medicinales y culinarios; en muchos casos, la presencia de las poblaciones de arvenses da como resultado una mayor efectividad del control biológico de plagas y enfermedades en los agroecosistemas, así como una mayor cantidad de materia orgánica útil para la conservación del suelo (Altieri, 1989). Sin embargo, por toda una serie de atributos (alojan parásitos de los cultivos, algunas son tóxicas y pueden causar

enfermedades tanto a animales como al ser humano, tienen alta capacidad competitiva y algunas son alelopáticas en perjuicio de los cultivos) las arvenses son consideradas "malas hierbas".

Al considerar la problemática de las arvenses, lo que es necesario buscar, es su control y manejo adecuados pero no su exterminio en los sistemas agrícolas. Según Espinosa (1981) está comprobado que si se controlan las arvenses por cualquier medio durante un periodo crítico de competencia, variable según el cultivo, generalmente ya no representan un problema. Ahora bien, este medio de control puede ser otra planta que influya sobre la densidad de las arvenses, ya sea físicamente (exclusión espacial) y/o químicamente (metabolitos secundarios liberados al medio).

Mensajes alelopáticos.

Las interacciones planta-planta pueden atribuirse a factores ambientales físicos y químicos; cuando un aleloquímico está involucrado en esta interacción, la interpretamos en términos alelopáticos, lo cual significa "el efecto inhibitorio o estimulante de diversos metabolitos secundarios liberados al medio por un organismo (generalmente una planta), sobre el crecimiento, metabolismo y desarrollo de otros organismos" (Anaya, 1989)

El concepto de alelopatía puede ser separado del concepto de competencia ya que esta última es la lucha entre las plantas que conviven estrechamente por los recursos del medio: luz, nutrimentos, agua o espacio (Grime, 1982); en cambio, la alelopatía ocurre cuando se liberan aleloquímicos al ambiente. Cuando actúan juntas, alelopatía y competencia, se transforman en interferencia (Gliessman, 1982; Rice 1984). Los compuestos alelopáticos pueden ser expulsados al medio

por volatilización (v.g. aceites esenciales contenidos en hojas y flores), exudación de raíces, lixiviación o lavado de la parte aérea por lluvia, niebla, rocío y descomposición de la materia orgánica (Tukey, 1982; Anaya, 1989).

En la actividad agrícola se ha demostrado la importancia del papel alelopático entre los diferentes cultivos y las arvenses. La alelopatía ha sido utilizada para el control biológico de las arvenses, ya sea inhibiendo la germinación de las semillas, inhibiendo el crecimiento de las plantas y la producción de propágulos o frutos. Los componentes alelopáticos pueden ser producidos por diferentes caminos: por los cultivos existentes, por los residuos de cultivos anteriores o de otras plantas asociadas con los cultivos (Gliessman, 1982).

Se ha sugerido que un arreglo de cultivos puede inhibir, o en el mejor de los casos, regular el crecimiento de las arvenses por medio de interacciones alelopáticas. Plantas asociadas con cultivos o plantadas en rotación con ellos, ofrecen posibilidades para un control alelopático de las arvenses, al ejercer un efecto negativo sobre las mismas pero no sobre los cultivos. La manipulación de estas plantas ofrece evidentemente una considerable ventaja (Anaya, 1989; Gliessman, 1982). Diversos bioensayos en el laboratorio, han puesto en evidencia el papel de la alelopatía como un posible mecanismo de esta inhibición (Gliessman, 1982).

III. Plantas aromáticas.

Las características que diferencian a las plantas aromáticas de otras, a pesar de que pertenecen a diferentes familias, es la producción química de compuestos secundarios de bajo peso molecular, cuya

mezcla en los aceites esenciales, le dan la fragancia característica a cada una de estas plantas. Los aceites esenciales son un grupo de productos químicos naturales bien estudiados, usados en las industrias farmacéuticas, cosméticas y alimenticias (Vokou,1992).

Las plantas aromáticas desempeñan un papel importante dentro de los cultivos asociados, tienen una influencia debido al efecto producido por sus emanaciones, aromas y secreciones de sus raíces, sobre el control de insecto plaga y arvenses, aunque se ha efectuado escaso trabajo experimental que demuestre esta aseveración (Altieri, 1992).

Sin embargo, es posible valorar estas asociaciones en los sistemas agrícolas, como una alternativa viable, sobre todo, cuando el manejo y la administración humana de los agroecosistemas, frecuentemente han alterado la estructura, diversidad, patrones de flujo de energía, nutrimentos y los mecanismos de control de las poblaciones de organismos, repercutiendo negativamente en el ambiente (Mendoza de Gives,1994). Estas asociaciones de plantas aromáticas con los cultivos permitirían modificar el microclima, trampar y ahuyentar insectos nocivos o atraer insectos benéficos, controlar malezas mediante mecanismos alelopáticos y nutrir/conservar el suelo además de aprovechar el uso potencial (medicinal, comestible, aromatizante, saborizante, etc.) de las plantas aromáticas.

De modo muy general, la introducción de plantas aromáticas a una parcela agrícola se puede vislumbrar en dos niveles de influencia: ambiental y biótico. Evidentemente estamos englobando bajo *nivel de influencia* muchos procesos y efectos interrelacionados, pero lo importante, es destacar que el nivel de influencia ambiental de las plantas aromáticas se refiere a los posibles cambios en las condiciones

físicas y químicas de la parcela, ya sea por la forma, el tamaño, el color, el aroma y los compuestos químicos, o bien, porque al introducir una cantidad mayor de plantas probablemente varíen las condiciones microclimáticas aumentando la humedad, modificando el gradiente de temperatura y disminuyendo la insolación. El nivel de influencia biótico, se basa en una expectativa teórica razonable: a mayor riqueza de especies, mayor diversidad de interacciones biológicas (Anaya y Dirzo, 1989). Estas interacciones envuelven a diferentes niveles tróficos, lo que propicia que las interrelaciones bióticas sean más heterogéneas: plantas hospederas y no hospederas, herbívoros, enemigos naturales, arvenses, microorganismos y otros. Estos dos niveles de influencia son fuentes de información que podrían incidir directa o indirectamente sobre la conducta de los fitófagos de manera repelente, atrayente, complicando la búsqueda del alimento o bien desplazando o propiciando el crecimiento de las arvenses. Estos niveles de influencia se reflejan tanto sobre la densidad poblacional de los herbívoros, en los cultivos, como sobre la densidad de las arvenses vecinas a las plantas aromáticas.

OBJETIVOS

* Evaluar, mediante un experimento de campo, el efecto de la presencia de 5 especies de plantas aromáticas (Ajenjo, Mejorana, Romero, Ruda y Toronjil) sobre la densidad poblacional de insectos plaga y la densidad de arvenses vecinas a las plantas aromáticas en un cultivo asociado de maíz y frijol.

*Comparar el rendimiento del maíz y del frijol en los diferentes tratamientos del experimento de campo.

* Evaluar mediante bioensayos en el laboratorio, el efecto de los lixiviados de las plantas aromáticas sobre la germinación y el crecimiento radicular del maíz y frijol.

ZONA DE ESTUDIO

Entre el volcán silencioso del Tehutli y la Sierra del Chichinautzin se encuentra una docena de pueblos que tienen como centro y cabecera a la Delegación de Milpa Alta. Se trata del sureste del Distrito Federal, una región agrícola y forestal. La delegación de Milpa Alta limita al norte con Xochimilco y Tlahuac, al oriente con Tlahuac y el estado de México, al poniente con Xochimilco y Tlalpan y al sur con el estado de Morelos. Ocupa una extensión territorial de 26,863 Ha, que corresponden al 18% de la superficie total del D.F. (Mapa 1).

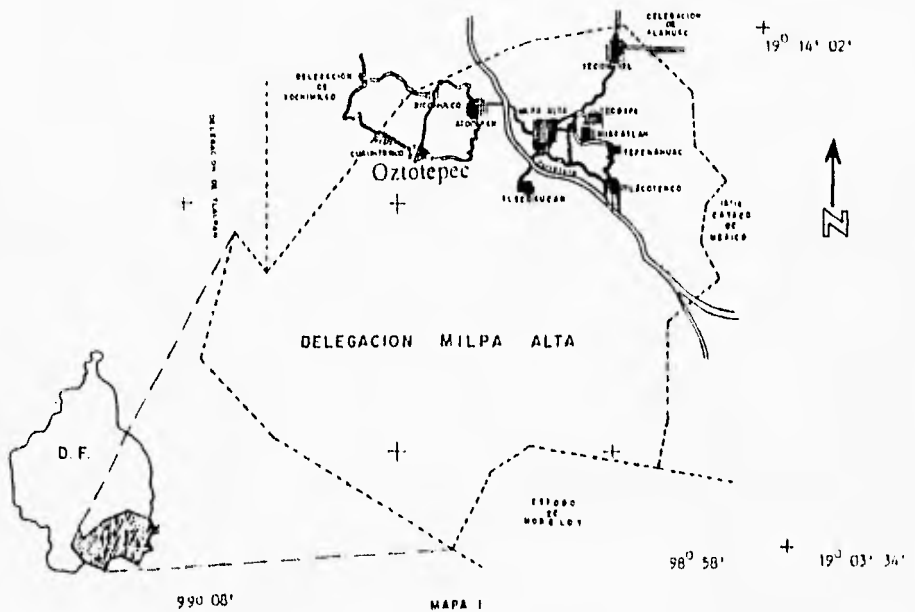
Existen en la delegación dos zonas características como consecuencia de su orografía, una de valles en la parte norte (aproximadamente el 30 % de la superficie total), donde se practica la agricultura de temporal desde hace cientos de años, y la zona sur, de declives y montañas cubiertas de bosques templados mixtos (de propiedad comunal) que tiene gran relevancia a nivel regional para la recarga de los mantos acuíferos de la ciudad de México.

La actividad económica descansa principalmente en la agricultura, en la pequeña ganadería y en el comercio, aunque a últimas fechas se han ido cediendo paulatinamente, tierras agrícolas a la urbanización. La tierra actualmente tiene mayor valor como zona habitacional que como productora agropecuaria. La atomización en la tenencia de la tierra, la baja rentabilidad de los cultivos, la falta de créditos y apoyos, los vicios de la intermediación son "cañonazos" que van aniquilando la actividad agrícola.

Milpa Alta cuenta con 5251 unidades de producción en una superficie total de labor de 7,847.809 ha, de las cuales más del 50%

son de autoconsumo. Los principales cultivos son el nopal, el maíz, el frijol, el haba y la avena forrajera (INEGI, 1993).

LOCALIZACION GEOGRAFICA
DEL AREA DE ESTUDIO



Fuente: D.D.F. Milpa Alta 1994.

Un pueblo llamado San Pablo Oztotepec (Cerro de las cuevas).

Aquí se ratificó el Plan de Ayala. Con algarabía de bandas y flores el pueblo recibió a Zapata. Allí tenía su cuartel. Tocaron el Himno para recibirlo. Sus soldados estaban repartidos por todas partes, toda su gente lo reporteo, por si enemigo lo quiere rodear su gente ya está repartida, no era mucha su gente - carraspea- veinte mil, dice ufanándose. Llegó a las 10 am. "Vine a visitar a este pueblo que es el famoso San Pablo Oztotepec que vive en las orillas del monte y vine a saludar y estoy viendo que estoy cerca de las goteras de la ciudad". (Testimonio oral de Silvano Hernández, Comunero San Pabloño).

San Pablo Oztotepec es uno de los 9 pueblos comuneros de Milpa Alta. Se localiza entre los volcanes Tehutli y Cuautzin, en las coordenadas 19°12' LN y 99°04' LW a una altitud de 2650 m. Hacia el norte se localiza la ciudad de México y los poblados de San Bartolome Xicomulco y San Pedro Actopan, al oriente el Popocateptl y el Ixtacihuatl y Villa Milpa Alta, al sur el bosque comunal de Milpa Alta, y al poniente San Salvador Cuautenco.

El clima es templado subhúmedo con alto grado de humedad C(W 2) (w). Con una temperatura promedio anual de 15.9°C, una temperatura máxima extrema de 32.5°C y una mínima extrema de -5°C. La precipitación pluvial es variada debido a lo accidentado de la región, siendo la precipitación media anual de 800 mm. Los vientos dominantes son en dirección noroeste-suroeste cambiando en invierno de sur a norte. (INEGI, 1985; INEGI, 1992).

Durante el año de estudio la mayor precipitación se presentó en los meses de junio a septiembre (Fig 1).

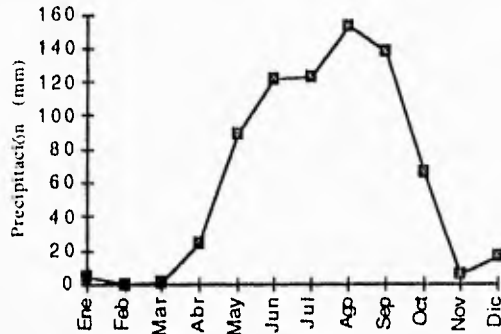


Figura 1. Precipitación pluvial durante el año de 1994, en la región de Milpa Alta, D.F.

El suelo es montañosos de origen volcánico, de tipo Feozem, lítico profundo (lecho rocoso entre 50 y 100 cm de profundidad), ligeramente ácido y de textura migajón-limoso. Las características edáficas para el ciclo agrícola de 1994 fueron las siguientes: al inicio del ciclo, el pH fue ligeramente ácido (6.3), medianamente rico en materia orgánica (2.4%), extremadamente pobre en potasio (1.12 meq/100g), pobre en calcio disponible (.8 meq/100g), rico en N (3010 ppm) y en fósforo (590 ppm).

Las pocas especies arbóreas que se han librado del exterminio en la zona agrícola de San Pablo son: el encino *Quercus spp*, el aile *Alnus spp*, capulín *Prunus capulli*, tejocote *Crataegus mexicana*, tepozán *Buddleia spp*, además de algunos magucyes *Agave spp*.

Las especies de mamíferos asociadas a la zona agrícola norte del pueblo son la tuza *Papogeomys merriami*, el ardillón *Spermophyllus variegatus*, el conejo *Sylvilagus sp.* y algunas especies de cricétidos.

METODO

1. Diseño experimental

Durante el ciclo agrícola de temporal de 1994 en la localidad llamada "Tectliquialhuatl" en San Pablo Oztotepec, se llevó a cabo el experimento de campo sembrando un cultivo asociado de maíz y frijol acompañado con plantas aromáticas. Las prácticas agrícolas se realizaron a la usanza tradicional.

La parcela experimental se dividió en 24 subparcelas de 4 X 4.5 m² cada una. Se definieron 6 tratamientos y 4 repeticiones por tratamiento, estas repeticiones se dispusieron en un diseño de bloques completos al azar. Entre cada bloque se dejó una distancia de un metro. (Fig 2).

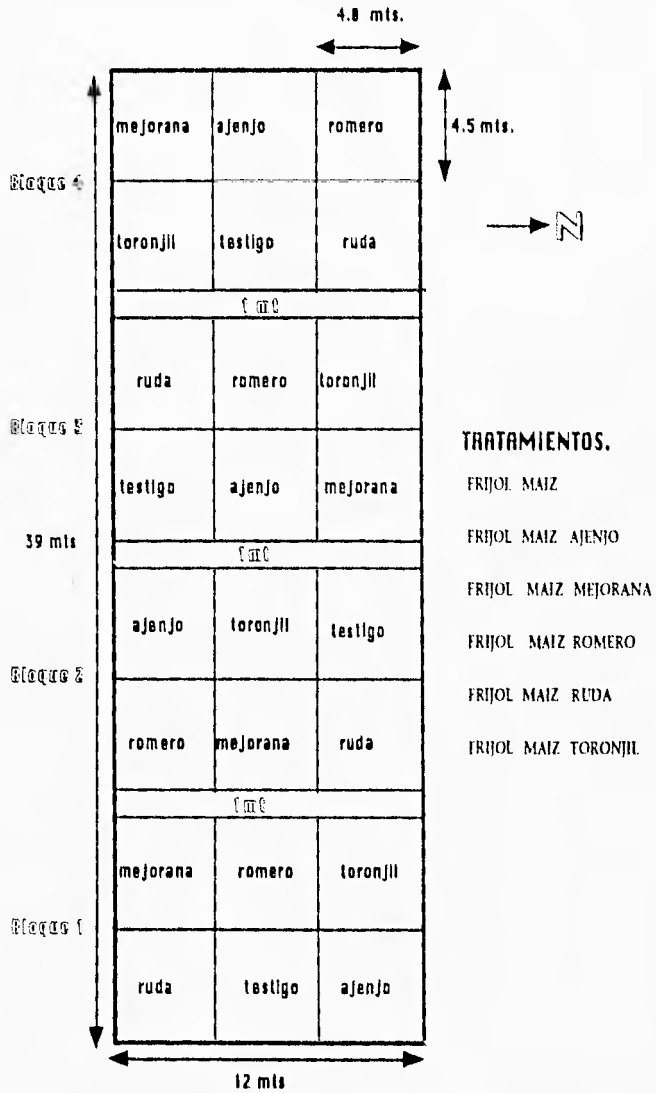


Figura 2. Distribución de los tratamientos en la parcela experimental, los cuales se asignaron aleatoriamente dentro de cada bloque.

Cada subparcela incluyó 5 surcos separados 80 cm entre si. En los surcos se sembraron de forma intercalada frijol y maíz a una distancia aproximada de 65 cm. Las plantas aromáticas, se ubicaron entre los surcos y fueron 9 en cada subparcela (Fig 3).

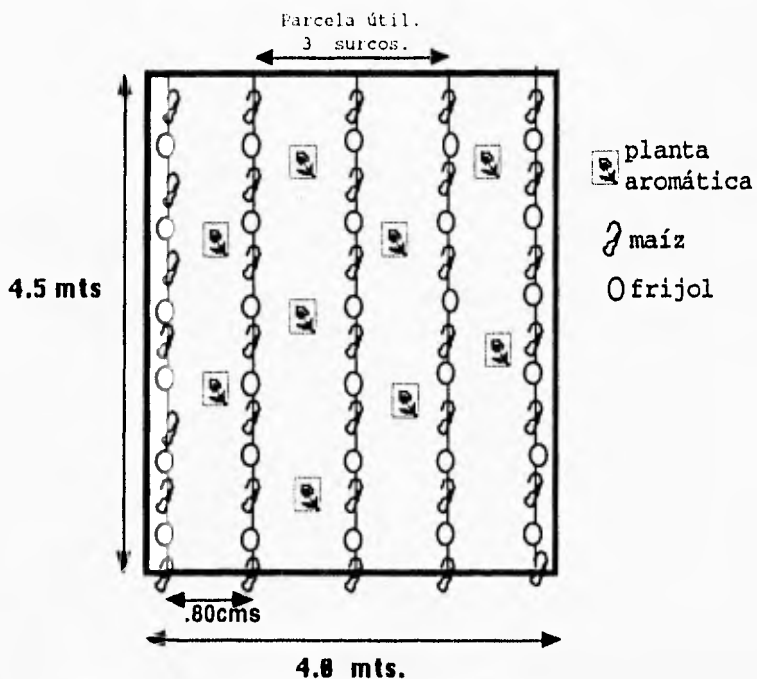


Figura 3. Distribución de las plantas aromáticas en una subparcela del cultivo asociado de maíz y frijol.

2. Calendarización y descripción de prácticas agrícolas.

Preparación del suelo:

El barbecho, rastreo y nivelación se realizó con yunta, durante el mes de enero.

Surcado y siembra de maíz y frijol: 23 de abril

La variedad de maíz sembrado fue la H-30 y la variedad de frijol fue "negro jamapa". El surcado se realizó con una yunta de caballos. La siembra de maíz y frijol se llevó a cabo utilizando una coa.

Resiembra de maíz: 21 de mayo

Después de un mes de la fecha de siembra, se contó el número de plántulas de maíz, resembrando las semillas necesarias para completar 5 plantas por mata. En el caso del frijol, no hubo necesidad de resembrar. Cada mata de frijol contenía de 2 a 3 plantas.

Siembra de plantas aromáticas:

Del 23 de abril al 2 de junio se presentaron solo algunas lluvias que permitieron la germinación y las primeras etapas de crecimiento del maíz y el frijol. Sin embargo, se consideró que la escasa humedad (Fig 1), de este período no hubiera permitido el desarrollo adecuado de las plantas aromáticas. Por esta razón, se sembraron el 2 de junio, cuando ya se habían establecido las lluvias.

Las plantas aromáticas sembradas fueron identificadas y cotejadas con los especímenes que se encuentran en los herbarios de la Facultad de Ciencias y del Instituto de Biología de la UNAM. Las plantas se obtuvieron de las chinampas de San Luis Tlaxialtenango, Xochimilco. Las plantas seleccionadas tienen propiedades insecticidas (romero, ajenjo, ruda), alelopáticas (ajenjo, romero), antibióticas (mejorana)

(Ver sección Monografías de las plantas aromáticas).

36 plantas de AJENJO	<i>Artemisia absinthium</i>
36 plantas de MEJORANA	<i>Origanum mejorana</i>
36 plantas de ROMERO	<i>Rosmarinus officinalis</i>
36 plantas de RUDA	<i>Ruta graveolens</i>
36 plantas de TORONJIL	<i>Agastache mexicana</i>

Número total de plantas sembradas: 180.

Sección de Monografías de las Plantas aromáticas
Familias Lamiaceae, Asteraceae y Rutaceae.

Las tres familias botánicas tienen una amplia distribución en nuestro país y una importancia farmacológica, económica y agrícola. La familia Lamiaceae (Labiatae) está representada en México por 40 géneros y más de 500 especies. Muchas de las especies contienen aceites esenciales en sus tejidos foliares. La mayoría de las especies que integran esta familia tienen una corola bilabiada y tallos prismáticos de sección cuadrangular (Wagner, 1977). La familia Asteraceae (Compositae) abarca aproximadamente 1000 géneros representados por unas 20,000 especies. La característica principal de esta familia es la presencia de flores pequeñas dispuestas en capítulos. (Heywood et al., 1977). La familia Rutaceae abarca unas 1600 especies. La mayoría de las especies producen aceites esenciales en la corteza del tallo, en las hojas, flores y frutos (Wagner, 1977). A continuación bosquejamos algunos de los aspectos más relevantes de las plantas aromáticas empleadas en el presente estudio.

Ajenjo.

Artemisia absinthium. L. Asteraceae. .

El ajenjo pertenece a la familia de las asteráceas. Es una hierba perenne nativa de Europa. Llega a alcanzar una altura de 1.60m. Las hojas afelpadas (tomentosas) son simples y alternadas, de color verde grisáceo, aromáticas y elípticas, de 5 a 13 cm de largo. Sus flores pequeñas de color amarillo pálido están reunidas en cabezuelas (Linares, et al.,1990). Las hojas como las cabezuelas tienen intenso sabor amargo, debido a la absintina y a la anabsintina. Otros componentes principales son las tuyoñas a y b, cariofilenos, a y b pineno, felandreno, canfeno, cadineno, camazuleno, bisaboleno (Martínez,1969; Masada,1976). El aceite volátil es un depresor del sistema nervioso. Ha sido usado como antihelmíntico, antiséptico, antiespasmódico, carminativo, sedativo, vermífugo, digestivo y tónico; en la elaboración de bebidas es materia prima del famoso licor francés: absinthe , cuyo exceso puede trastornar los nervios, causar estupor, convulsiones y muerte. El uso regular de la planta crea adicción. El ajenjo es un agente contra los tumores y el cáncer. (Simon, et al.,1980).

La planta es reconocida como un repelente de insectos, insecticida y con propiedades alelopáticas. (Ellis, Marshall,1992; Grainge y Sallem,1987; Balandrin y Klocke, 1988; Garland,1989; McClure, 1994; Duke,1985)

Mejorana

Origanum majorana. L. Lamiaceae.

Es una hierba de la familia de las lamiáceas, es perenne nativa del norte y suroeste de África. Alcanza hasta 40 cm de altura. Sus hojas son opuestas, ovaladas y pecioladas. Las ramas floríferas también son opuestas y tienen hojitas menores y flores blancas aglomeradas en su extremo. El aceite esencial obtenido por destilación contiene a hajueno, a pineno, canfeno, sabineno, myrceno, a felandreno, a terpineno, limoneno, p-cimeno, g terpineno, alcohol terpénico, isothujilalcohol, linalool, terpineol-4, nerol, a terpineol, carlofileno, b bisaboleno. (Martínez, 1969; Masada, 1976). Las hojas y flores son fuertemente aromáticas y son usadas frescas y secas como condimento de varios platillos, así como en perfumería y cosméticos. La planta tiene propiedades antioxidantes y antifúngicas. Como planta medicinal la mejorana ha sido usada contra el asma, la indigestión, reumatismo, dolor de muelas; también ha sido usada en el tratamiento del cáncer. (Simon, et al.,1980; Garland,1989; McClure,1994) y como antibiótico, antiséptico y antimicrobiano (Grainge y Sallem Ahmed,1987).

Romero

Rosmarinus officinalis L. Lamiaceae.

Arbusto perenne semileñoso que pertenece a la familia de las lamiaceas, originaria del sur de Europa, alcanza hasta 2 m de altura, tiene hojas opuestas, gruesas y algo coriáceas, con el borde doblado de color verde oscuro por arriba y blanquizco por abajo. La flor es bisexual de color azul. (Linares, et al.,1990; Martínez,1969). Tiene un ligero aroma. El aceite volátil está compuesto de cineol, a y b pineno, alcanfor, terpineno, terpineol, linalool y acetato de isobornyl. (Atlas de las plantas de la medicina tradicional mexicana, 1994; Martínez,1969; Masada,1976; Verota,1985). El romero es ampliamente utilizado como sazónador de productos alimenticios, en perfumería y cosméticos, y como ornamental (Garland,1989). Como planta medicinal es empleado como digestivo, depurativo, reconstituyente, antiespasmódico, colagogo, antirreumático, antinervioso, anticancerígeno. (Martínez, 1969; Simon, et al., 1980). Es usado como cubierta de suelo (Simon, et al.,1980; Garland, 1989)

El romero es usado como repelente de insectos. (Grainge y Sallem Ahmed, 1987. Simon, et al.,1980; Ellis y Marshall, 1992; Tunón, et al., 1994; McClure,1994; Duke,1985).

Ruda

Ruta graveolens L. Rutaceae.

Es un arbusto de la familia de las Rutáceas, perenne, originario de Europa, fue introducido a América con propósitos medicinales y ornamentales; llega a medir hasta 1 metro de altura. Sus hojas son verde-azulosas, compuestas y redondeadas, con puntos glandulares translúcidos. Las flores pequeñas y amarillas son distribuidas en racimos con la flor terminal pentámera y algunas flores tetrámeras. (Martínez,1969; Garland,1989) Toda la planta tiene un aroma fuerte debido a su aceite volátil, el cual está constituido por los siguientes compuestos: 2-Nonanona, 2-Nonil acetato, 2-Decanona, 2-Nonanol, 2-Nonil propionato, Linalool, 2-Decyl acetato, n-Nonil acetato, 2-Undecanona, 2-Nonil 2- metil butirato, 2-Nonil 3- Metil butirato, 2-Undecil acetato, 2-undecanol, 2-Undecil propionato, 2-Dodecil acetato, 2-Undecil 2-metil butirato, 2-Undecil 3-metil butirato, a y b Pineno, Cineol, p-Cimeno, Camfeno, Alcanfor, Limoneno, Pregeijereno, Greijereno, Mirreno, Elemol. (Kubeczka,1971,1974, citado por Petit-Paly, et al., 1989)

La ruda tiene diversas aplicaciones medicinales debido a las cumarinas y alcaloides de que se compone, tiene propiedades antihemorrágicas, antihelmínticas, antiespasmódicas, antibióticas, antirreumáticas y a altas dosis tiene efectos abortivos (Petit-Paly, et al., 1989). Además es usada en la elaboración de alimentos y cosméticos. (Petit-Paly, et al., 1989; Simon, et al.,1980).

La planta también es reconocida por sus propiedades anti-insecto y como repelente de insectos. (Ellis, Marshall,1992; Grainge y Sallem Ahmed 1987; Simon, et al.,1980; Balandrin y Klocke 1988; Duke, 1985).

Toronjil morado.

Agastache mexicana. Lamiaceae.

Hierba perenne de la familia de las labiadas y nativa de México, se encuentra silvestre o cultivada. Llega a alcanzar una altura aproximada de 180 cm. El tallo es cuadrangular, presenta hojas simples y opuestas, lanceoladas a ovalolanceoladas con ápice acuminado y aserradas, base obtusa peciolada. Inflorescencia en racimos terminales interrumpidos, con 5 a 20 flores por racimo. Flor bisexual, cáliz cilíndrico con 5 dientes, corola unida tubulosa, limbo bilabiado de color rojo o morado (Linares, et al.,1990). Los principales componentes del toronjil son:

Terpenos:

Acido usólico, Acido oleanólico, b sitosterol,

Flavonoides:

Acacetina 7-O- glucósido, Pelargonidina, Cianidina, Caenferol, Quercitina.

Aceites esenciales: Pulegona, Isopulegona, mentona, Antranilato de metilo, Geraniol (Contreras, et al.,1986, citado por Chávez,1986).

El toronjil es utilizado como un anti espasmódico, estomático y antinervioso (Linares, et al., 1990).

Preparación de composta: 1 de mayo.

Una práctica común en Milpa Alta es la fertilización del suelo mediante abonos químicos u orgánicos, por lo que se decidió elaborar una composta utilizando estiércol de cerdo, caballo y vaca mezclados con rastrojo de avena y enzimas (nitrogenasas y celulosas) que ayudan a agilizar la descomposición de la composta. La pila de composta contruida para este experimento, midió 90 cms de altura por 3 m de ancho. En la base se colocó una capa de rastrojo, luego una capa de estiércol espolvoreados con enzimas, cada una de las capas se humedeció. Se repitió esta operación hasta terminar con una capa de rastrojo. Ya terminada la pila de composta, se cubrió con un plástico y cada 8 días se humedeció hasta que estuvo lista.

Aplicación de la composta: 13 de junio.

A cada una de las matas de maíz y frijol se le "hecho montón" (amontonar tierra alrededor con una pala) y una palada de la composta.

Escarda o deshierbe: 3 de noviembre

Solo se realizó un deshierbe al final del ciclo agrícola para no interferir en el crecimiento natural de arvenses y de esta manera poder evaluar algún posible efecto de las asociaciones y además para facilitar los trabajos de la cosecha.

3. Muestréos de insectos, arvenses, suelo y cultivos.

Muestreo de insectos:

Con la finalidad de examinar la influencia de las plantas aromáticas sobre la densidad de las poblaciones de insectos plaga, se realizaron 10 muestréos de mosquita blanca en el frijol (del 15 de junio al 24 agosto) y 7 muestréos de áfidos en el maíz (del 20 de julio al 5 de octubre) (Tabla 1). Los muestréos se efectuaron en los tres surcos centrales de cada subparcela (parcela útil, Fig 3), dejando los surcos extremos sin muestrear para evitar los efectos de "orilla". Estos muestréos se llevaron a cabo en cada una de las repeticiones.

En el caso del maíz, se escogieron 5 matas al azar en cada subparcela, cada mata tenía 5 plantas de maíz, se escogió aleatoriamente una planta por mata, es decir 20 plantas por tratamiento en cada muestréo, y se contaron los áfidos que permanecían en las hojas y tallo de cada una de las plantas.

En el frijol, se eligieron aleatoriamente 5 matas por subparcela, 20 por tratamiento en cada muestréo efectuado, y se contaron los

individuos de mosquita blanca que saltan volando al mover pausadamente la planta tres veces; cabe señalar que este modo de conteo, pudo efectuarse debido a la baja densidad de estos insectos en las matas de frijol, en cada muestreo realizado.

Tablal. Fechas de muestreos.

Num.	Fecha	Num.	Fecha	Num.	Fecha
1°	15 de junio	5°	12 de julio	9°	14 de agosto
2°	23 de junio	6°	20 de julio	10°	24 de agosto
3°	29 de junio	7°	27 de julio	11°	16 de sep
4°	06 de julio	8°	04 de agosto	12°	05 de octubre

Muestreo de arvenses

Con el fin de evaluar el efecto de las plantas aromáticas sobre las arvenses, se efectuaron 3 muestreos de éstas, en las siguientes fechas:

- 1° 06 de julio
- 2° 14 de agosto
- 3° 12 de octubre

Los muestreos se ubicaron al azar en cada subparcela, abarcando el área alrededor de 7 plantas aromáticas; 2 de ellas quedaron como reserva por si alguna planta perecía durante el ciclo agrícola. En general la mayoría de las subparcelas se pudo muestrear de acuerdo al esquema de la figura 4.

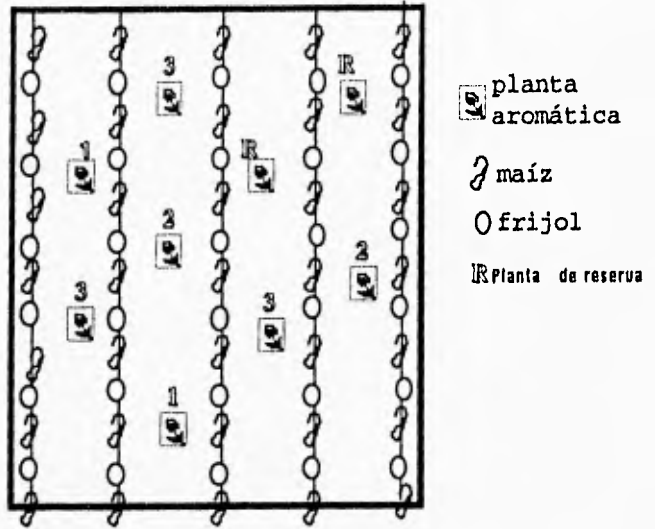


Figura 4. Ubicación de los tres muestreos de arvenses en una subparcela.

- 1 Primer muestreo
- 2 Segundo muestreo
- 3 Tercer muestreo

Los muestreos se realizaron en una área de 1 m^2 alrededor de la planta aromática. En el primer y segundo muestreo se trabajaron 2 plantas aromáticas por subparcela es decir, 2 m^2 por bloque, en total 8 m^2 por tratamiento. Las arvenses que estaban incluidas dentro del cuadrante, fueron colectadas, clasificadas por especie, secadas en una estufa durante 3 días y por último se pesaron para determinar su biomasa. Además se cuantificó la abundancia y la riqueza de especies para cada uno de los tratamientos. En el tercer muestreo se trabajó con 3 plantas aromáticas por subparcela, 3 m^2 por bloque, en total 12 m^2 por tratamiento. En este muestreo se estimó el área ocupada (cobertura vegetal) por la planta aromática, el área y abundancia de arvenses y la riqueza de especies, así como el área del suelo sin cubierta vegetal. El área de las plantas aromáticas, de las arvenses y del suelo descubierto, se estimó visualmente, atribuyéndoles un porcentaje (Pianka, 1978).

Muestreo de suelo

Para conocer las características edáficas de la parcela se llevó a cabo un muestreo del suelo antes de la siembra (9 de abril); para ello se excavaron 10 cepas al azar muestreando el horizonte A(0-20 cm de profundidad) y el horizonte B (20-40cm de profundidad) de cada una.

Al final del experimento (5 de noviembre) se muestrearon 8 cepas por tratamiento, cada una se ubicó a un lado de la planta aromática. Se utilizó el mismo procedimiento que en el primer muestreo.

Las muestras fueron enviadas al Laboratorio de Análisis Químico del Centro de Ecología de la UNAM para la determinación de pH, %de materia orgánica, concentración de nutrimentos Ca, Mg, N, P, K y textura.

Cosecha de maíz: 5 de noviembre

Para evaluar la producción de maíz se muestrearon al azar dentro de la parcela útil 40 plantas de maíz por tratamiento (10 plantas por repetición). Las mazorcas fueron secadas al sol durante tres semanas, posteriormente se desgranaron y se cuantificó el peso seco del grano y del olote.

Cosecha de frijol: 19 de octubre

Para evaluar la producción del frijol se tomaron al azar 20 plantas de frijol por tratamiento (5 plantas por bloque). Las vainas fueron secadas en una estufa durante 2 días, después se cuantificó el peso seco del frijol y de la vaina.

4. Bioensayos en el laboratorio. Potencial alelopático de las plantas aromáticas.

Se realizaron pruebas del potencial alelopático en el laboratorio para observar el efecto de los lixiviados acuosos de las hojas de cada planta aromática (al 2.5%), sobre la germinación y crecimiento radicular de maíz y frijol. El material vegetal se puso a remojar en agua destilada durante 2 horas. Después se filtró y los lixiviados se mezclaron con agar al 1.5% en cajas de petri por separado. Las semillas de prueba (frijol y maíz) se colocaron sobre el agar, se pusieron a germinar en la oscuridad en una estufa con 4 rejillas, a 27°C durante el tiempo necesario para que germinaran (72 hrs) y la longitud de su raíz pudiera medirse. Este experimento se realizó con un diseño de bloques completos al azar con 4 repeticiones por tratamiento.

Análisis de datos.

Los datos, se analizaron con el programa Statistica Ver. 3.2. y se hicieron pruebas de normalidad, homogeneidad de varianzas y comportamiento de residuales, para corroborar que se cumplieran los supuestos de normalidad y homocedasticidad. Cuando los datos no presentaban homogeneidad de varianzas, ni normalidad o había tendencia en los residuales, se aplicó la transformación logarítmica (rendimiento de frijol) o raíz cuadrada (densidad de mosquitas blancas). El conteo de mosquitas blancas, se analizó con un ANDEVA de medidas repetidas y los factores de variación: tratamiento y tiempo, y se realizaron 6 contrastes para los muestreos 1, 5, 7, 8, 9 y 10. Se realizó un ANDEVA con un criterio de clasificación para los datos de insectos plaga del maíz; arvenses; rendimiento del cultivo y bioensayos con plantas aromáticas. Cuando el ANDEVA mostraba alguna diferencia significativa, se aplicó la prueba de Tukey para determinar diferencias entre las medias de los tratamientos. En todos los casos se consideró que una diferencia fue significativa con $P < 0.05$.

ANÁLISIS DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

Fitófagos

Maíz.

Afidos

Las especies de áfidos que se albergaron en el cultivo de maíz fueron *Rhopalosiphum padi* (Fitch) y *R. maidis* (L.), estos empezaron a aparecer a principios de julio, precisamente cuando se presenta toda una serie de cambios metabólicos en el maíz, ya que por esas fechas este cultivo entraba en su fase reproductiva. Se observó primero la presencia de individuos alados sobre las hojas, luego se hicieron evidentes las colonias tanto en las hojas como en los tallos, además de individuos aislados sobre las espigas del maíz. La mayoría de las plantas muestreadas presentaba un constante ir y venir de hormigas. Esto es importante señalarlo porque de acuerdo con Meglitsch (1978), está demostrado que los áfidos que son cuidados por hormigas se reproducen a un ritmo superior que los que no lo son. También se observó que algunas avispas eligieron a la ruda como sitio de apareamiento.

En la parcela agrícola experimental, algunas colonias de áfidos fueron parasitadas por avispas. Los pulgones que se llevaron a determinar confirman lo anterior. Se registraron 29 familias de insectos durante el ciclo agrícola (ver lista de familias). Algunas especies de insectos de la familia de los chrysomelidae son fitófagos, otras especies de la familia coccinelidae son depredadores de insectos, entre ellos los áfidos. (Com. pers. del M. en C. Raúl Muñiz).

Respuesta poblacional de áfidos a las plantas aromáticas.

Realizando un promedio de los muestreos, obtuvimos que la densidad poblacional de áfidos tendió a ser más baja en los tratamientos con plantas aromáticas, con excepción del tratamiento con ajeno donde la densidad de áfidos fue semejante a la del tratamiento testigo (Fig 5).

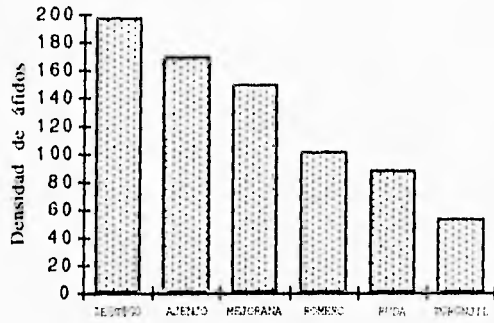


Figura 5. Densidad promedio de áfidos por tratamiento, durante el periodo de estudio.

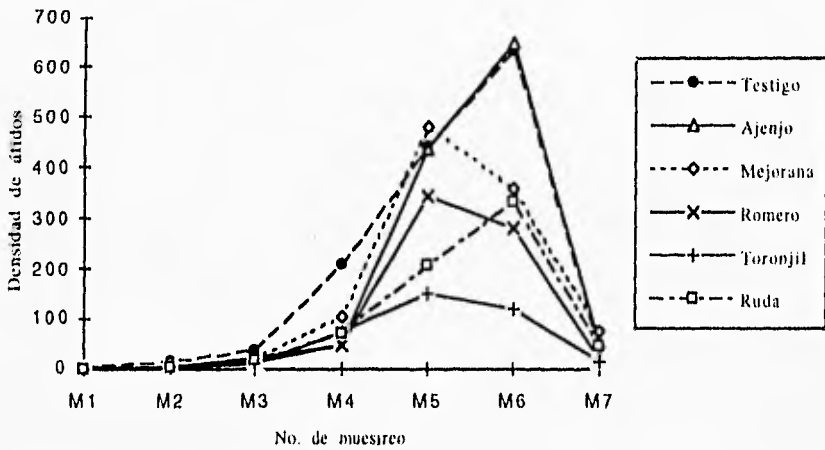


Figura 6. Fluctuación del promedio poblacional de áfidos *Rhopalosiphum padi* (Fitch) y *R. maidis* (L.) durante el ciclo agrícola.

A lo largo de los muestreos se incrementa la densidad poblacional de áfidos. Hasta el muestreo 3, todos los tratamientos tienen una densidad similar, en el muestreo 4 se empieza a evidenciar el efecto de los tratamientos, los áfidos disminuyen con la presencia de plantas aromáticas. Los tratamientos con mejorana, romero y toronjil alcanzan el pico más alto en el muestreo 5, los demás tratamientos -testigo, ruda y ajeno- tienen su mayor densidad en el muestreo 6. Al final del ciclo agrícola, decae la población (Fig 6).

El ANDEVA indicó que hubo un efecto significativo del tratamiento ($F_{5,18} = 4.301$; $P < 0.01$). En particular el toronjil disminuyó significativamente la densidad de áfidos en el cultivo y en comparación con el testigo y el Ajeno

La presencia de la mayoría de las plantas aromáticas (mejorana, romero, ruda y ajeno) fue imperceptible para los áfidos, ya que no interfirieron o confundieron la localización del maíz, su radio de influencia fue limitado. Al parecer, no hubo algún impedimento visual u olfatorio para que las poblaciones de áfidos no difirieran de las del testigo, luego entonces, los áfidos no respondieron al efecto de estos tratamientos. Sin embargo, es muy diferente su densidad (Fig 5) sobre todo en los tratamientos con romero ruda y toronjil.

El efecto del tratamiento con toronjil morado fue notable. Esta planta se desarrolló a la par del maíz; llegó a alcanzar una altura promedio de 170 cm lo que nos hace suponer que pudo haber ejercido un impedimento visual hacia las plantas de maíz, de acuerdo con Perrin (1977), las plantas altas pueden afectar los estímulos visuales por medio de los cuales las plagas de insectos se orientan hacia las plantas hospederas, o bien confundirlos con sus aromas, lo que podría explicar la menor densidad de áfidos.

Frijol
Mosquita blanca

La especie de mosquita blanca presente en el cultivo de frijol fue *Trialeurodes vaporariorum*. Esta se estableció desde la fase vegetativa del frijol.

Crispín y Cifuentes (1970) mencionan que el daño directo que causan ninfas y adultos es mínimo, sin embargo su importancia agrícola es relevante porque son transmisores de virus. En un ciclo agrícola de frijol puede haber hasta tres generaciones de este insecto.

Respuesta poblacional de mosquita blanca a las plantas aromáticas.

En general la densidad de mosquitas fue baja sobre la variedad de frijol, debido posiblemente a que los muestreos coincidieron con los meses en que se dió la mayor precipitación pluvial (Fig 1).

Los tratamientos con plantas aromáticas tuvieron las poblaciones más bajas de mosquita blanca. (Fig 7).

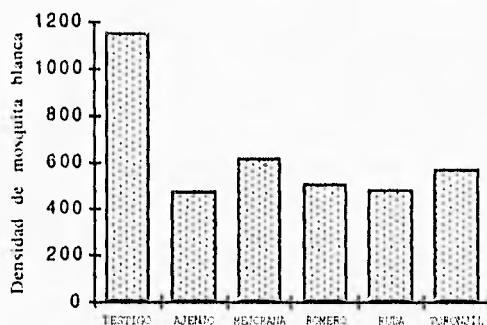


Figura 7. Densidad total de mosquitas blancas por tratamiento, durante el periodo de estudio.

Podemos observar en la figura 8 la fluctuación poblacional de mosquita blanca en cada tratamiento, que puede explicarse por las presiones ambientales a las que estuvo sujeta, ya que las fuertes lluvias llegan a mermar la población. Por otra parte el efecto directo o indirecto de la textura de la vegetación (densidad de plantas, diversidad de especies, complejidad estructural) podría haber afectado sus movimientos, alterando la orientación hacia las plantas de frijol. Sin embargo, hay mucha diferencia entre las parcelas con plantas

aromáticas y las testigo, sobre todo en los muestreos 6,7 y 8, éstas diferencias son atribuibles a los tratamientos y no a las presiones ambientales (lluvia, viento, etc).

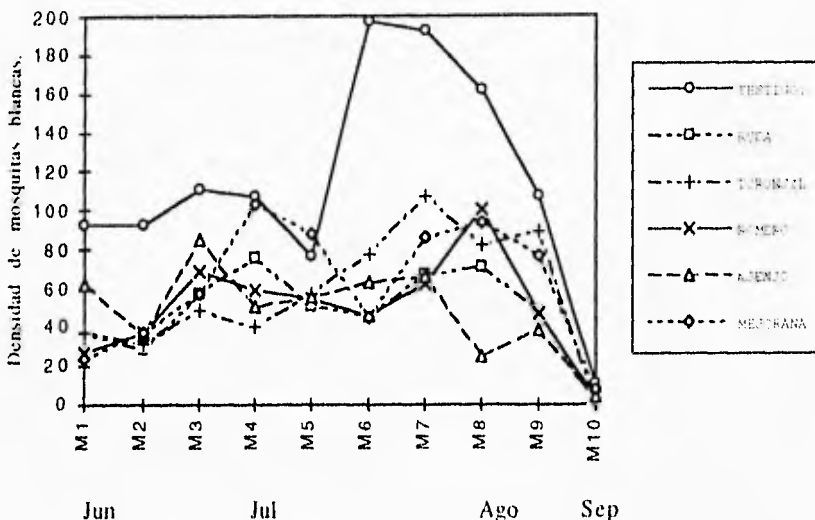


Figura 8. Fluctuación poblacional de mosquita blanca *Trialeurodes vaporariorum* por tratamiento.

El ANDEVA mostró que el efecto de las plantas aromáticas fue altamente significativo ($F_{5,96}=27.37128$; $P<0.01$), al igual que el efecto del tiempo ($F_{5,96}=39.62777$; $P<0.01$).

Desde el muestreo inicial, todos los tratamientos con plantas aromáticas diferían del testigo, la densidad de mosquita blanca fue mayor en el testigo que en cualquiera de los tratamientos con plantas aromáticas, muestreo 1 ($F_{1,96}=21.83$; $P<0.01$). En el muestreo 5 no hay diferencias significativas entre tratamientos ($F_{1,96}=261$; $P>0.05$), posiblemente la lluvia mermó la población de mosquita blanca en todos ellos. En los muestreos 7 y 8, se vuelve a manifestar el efecto de las plantas aromáticas, todos los tratamientos con estas plantas

difieren del testigo ($F_{1,96}=36.34; P<0.01$), ($F_{1,96}=25.95; P<0.01$), en el muestreo 9 sigue presentandose un efecto significativo de las plantas aromáticas, el testigo difiere de los tratamientos con ruda, ajeno y romero, pero no difiere del toronjil y la mejorana. Finalmente en el muestreo 10, todavía se presenta un efecto del tratamiento, el testigo difiere de la ruda ($F_{1,96}=4.28; P<0.05$) y el toronjil ($F_{1,96}=4.28; P<0.05$).

Los tratamientos con plantas aromáticas disminuyeron la densidad de mosquitas blancas en el cultivo del frijol a lo largo del ciclo agrícola, lo que podría atribuirse a una serie de factores interactivos, como: cambios microclimáticos e interferencias visuales y olfatorias de las plantas aromáticas.

Arvenses

BIOMASA

El promedio de producción de biomasa en los diferentes tratamientos tiene una marcada diferencia el ajeno, el romero y el toronjil tienen los promedios más bajos de biomasa en relación al testigo (tabla 2).

Tabla 2. Promedio de biomasa (peso seco) de arvenses por tratamiento.

TRAT	TESTIGO	AJENJO	MEJORANA	ROMERO	RUDA	TORONJIL
PROM	8.326	3.575	5	4.482	6.751	4.713

En la tabla 9 (anexo) se presentan la densidad total de biomasa (peso seco) de arvenses organizados por tratamiento, repetición, muestreo y número de individuos. Con estos datos se realizó un ANDEVA, el cual indicó que no hubo un efecto significativo del tratamiento en ninguno de los dos muestreos (muestreo 1: ($F_{5,18} = 1.5852$; $P > 0.05$) y muestreo 2: ($F_{5,18} = 1.6448$; $P > 0.05$)).

La ausencia de algún efecto de las plantas aromáticas sobre la biomasa de arvenses, posiblemente se debió al crecimiento diferencial de estas últimas entre el 6 de julio y 14 de agosto, fechas en que se llevan a cabo los dos muestreos. En este período se presenta la mayor precipitación (Fig 1), la cual es decisiva para el establecimiento y desarrollo de cada planta arvense. Las arvenses en su gran mayoría, se encontraban en su etapa fenológica de plántula, otras se veían poco desarrolladas vegetativamente; también se observaron individuos adultos creciendo de manera esporádica y manchones de pasto con sus espigas, este crecimiento diferencial probablemente evitó algún

cambio en la variable analizada. En estas fechas, los cultivos crecían al parecer, sin ninguna interferencia.

AREA

Cuando se realizó el tercer muestreo (12 de octubre), todas las plantas aromáticas ya habían alcanzado su madurez. La máxima altura y expansión foliar la desarrollaron el ajenjo, la mejorana y el toronjil; la ruda y el romero, tuvieron un crecimiento más lento (Tabla 5).

Tabla 5. Cobertura (%) y altura (cm) de las plantas aromáticas.

TRATAMIENTO	AREA PAROM. %	ALTURA PROM cm
TESTIGO	0	0
AJENJO	47.5	140
MEJORANA	14.58	40
ROMERO	8.75	60
RUDA	16.66	55
TORONJIL	56.25	170

Como la mayoría de las arvenses es de rápido crecimiento, algunas lograron rebasar e incluso cubrir a la planta aromática, como sucedió con algunos individuos de la mejorana, la ruda y el romero; sin embargo, no se observó en ningún caso que las arvenses desplazaran a las plantas aromáticas. Es de hacer notar que por lo menos un 85% de las plantas aromáticas se adaptaron a las condiciones del cultivo.

Al observar las Figuras 9 y 10 del área ocupada por las plantas aromáticas y el área ocupada por las arvenses, notamos que hay una correlación: las primeras ocupan un espacio que no ocupan las arvenses, es decir se da una exclusión de hábitat. El menor porcentaje

de cobertura de arvenses lo tienen proporcionalmente las plantas aromáticas con mayor cobertura: el ajeno y el toronjil. Los tratamientos con mejorana, romero y ruda presentan una cobertura de arvenses semejante, debido probablemente a su velocidad de crecimiento -romero y ruda- y forma de vida -mejorana-.

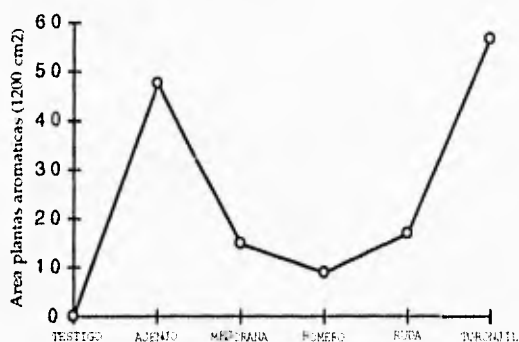


Figura 9. Cobertura porcentual de plantas aromáticas.

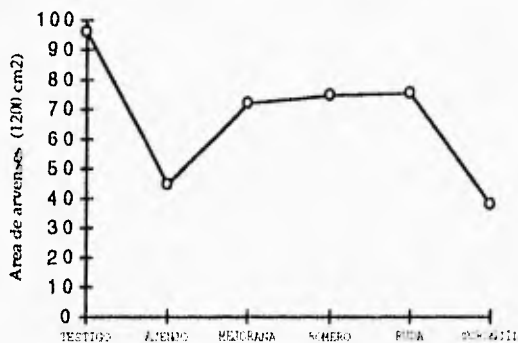


Figura 10. Cobertura de arvenses vecinas a las plantas aromáticas por tratamiento.

La superficie descubierta de vegetación a la que identificamos como el área de suelo se debió a los montículos generados por las tuzas. El mayor porcentaje de área de suelo lo tuvo el tratamiento con romero siguiéndole la mejorana y el ajeno (Tabla 4).

Tabla 4 . Area del suelo (%).

TRATAMIENTO	AREA SUELO %
TESTIGO	4.6
AJENIO	8.3
MEJORANA	14.16
ROMERO	16.66
RUDA	7.08
TORONJIL	6.66

El análisis de los datos de cobertura indicó que si hubo un efecto significativo del tratamiento ($F_{5,18} = 9,87684$; $P < 0.01$). El tratamiento testigo cobertura significativamente mayor en relación con los tratamientos de ajeno y toronjil. Como se vio anteriormente, estas plantas alcanzaron la mayor cobertura. Además el ajeno, difirió significativamente del tratamiento con ruda, y el toronjil difirió de los tratamientos con mejorana, romero y ruda. Por consiguiente, el tratamiento con toronjil, presentó la menor cobertura de arvenses. En la tabla 8 (anexo) se presenta la cobertura total de arvenses organizada en tratamiento, repetición, muestreo y número de individuos, así como la lista de las principales arvenses vecinas de las plantas aromáticas.

Consideremos ahora las arvenses con mayor cobertura y como se comportaron en cada tratamiento.

Las especies de arvenses con mayor cobertura fueron, el acahual, la comelina, la especie 1 y el pasto. Estas 4 especies tuvieron el porcentaje más bajo de cobertura en los tratamientos con ajenjo y toronjil. Al parecer, el desarrollo del acahual y de la comelina no fue afectado en el tratamiento con ruda, por lo que estas arvenses alcanzaron porcentajes semejantes a los registrados en ausencia de plantas aromáticas, lo cual podría indicar que la ruda no interfiere con el desarrollo de estas especies de arvenses (Fig 11).

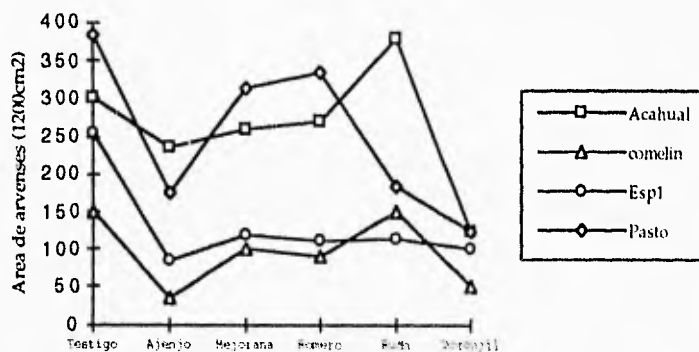


Figura 11. Cobertura total de las principales especies de arvenses en cada tratamiento.

La cobertura de arvenses de las mismas especies creciendo en presencia del romero y la mejorana, presentó porcentajes bajos probablemente al combinarse la presencia de estas plantas aromáticas con una gran densidad de gramíneas y zonas de suelo sin vegetación. En el tratamiento testigo, la especie 1 alcanzó la mayor cobertura y en los demás tratamientos con plantas aromáticas su área fue constante.

RIQUEZA DE ESPECIES.

La tabla 5 muestra los resultados de la diversidad al inicio y al final del experimento.

Tabla 5. Total del número de especies por tratamiento. En los muestreos efectuados al inicio y final del experimento.

TRATAMIENTO	inicio No. especie	final No. especie
TESTIGO	12	10
AJENJO	11	5
MEJORANA	15	10
ROMERO	11	8
RUDA	11	9
TORONJIL.	10	9

Algunos tratamientos tuvieron una disminución en el número de especies de arvenses. El ajenjo (un poco más de la mitad) y la mejorana (una tercera parte), presentaron la menor riqueza de arvenses al final del experimento.

ABUNDANCIA

El número de individuos de arvenses se registró en 3 muestreos. En la tabla 10 (anexo), se presentan los resultados del total del número de individuos por tratamiento, repetición y muestreo. Con estos datos se realizó un análisis de varianza, para cada fecha de muestreo. El análisis indicó que en los primeros dos muestreos no hubo diferencias significativas en la densidad total de malezas, (muestreo1: $F_{5,18} = .171795$; $P > 0.05$ y muestreo 2: $F_{5,18} = .141215$; $P > 0.05$) Sin embargo, el análisis de varianza realizado para el último muestreo indicó una marcada diferencia significativa del efecto del tratamiento, (muestreo3: $F_{5,18} = 8.946877$; $P < 0.0002$) (Fig 12).

Se dieron diferencias entre el tratamiento testigo y los tratamientos con ajeno y toronjil. Además el ajeno, difirió significativamente del tratamiento con ruda, y el toronjil difirió de los tratamientos con mejorana y ruda. El tratamiento con toronjil, presentó la menor densidad de arvenses.

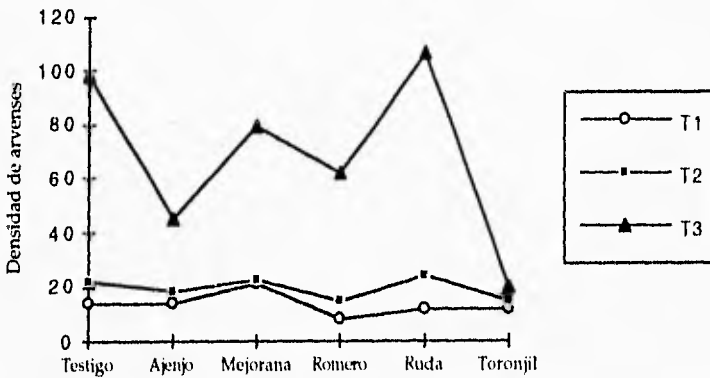


Figura 12. Densidad total de arvenses en 3 diferentes fechas de muestreo (T1, T2 y T3).

A continuación se describen los cambios en la densidad de las arvenses más abundantes

El achual, la comelina y la esp 1 fueron las arvenses con mayor número de individuos (Fig 13) y tuvieron su mayor abundancia en los tratamientos testigo ruda y mejorana (Fig 14).

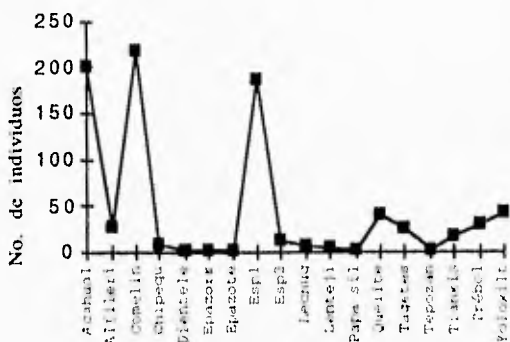


Figura 13. Abundancia total por especie de arvensis.

El acahuatl tuvo menor abundancia en el tratamiento con toronjil y romero. La comelina fue escasa en los tratamientos con ajeno y toronjil, mientras que la especie uno mostró una abundancia semejante en todos los tratamientos (Figura 14).

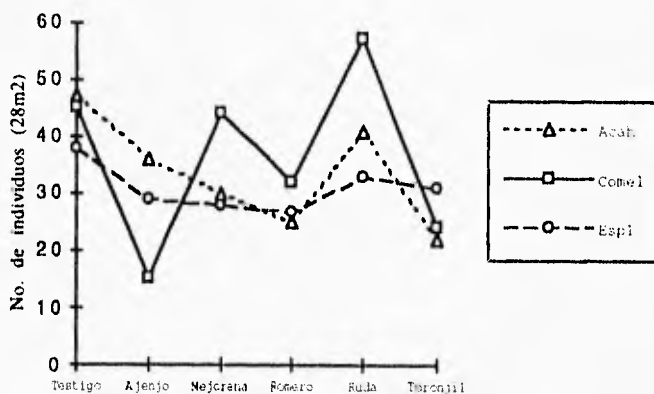


Figura 14. Abundancia total por tratamiento

Las plantas aromáticas de crecimiento rápido (toronjil, ajeno) afectaron el desarrollo de sus vecinas, debido posiblemente a una acción combinada de competencia, ya sea por el efecto de sombra, por la ocupación del espacio, por la competencia de nutrimentos, o la liberación de compuestos alelopáticos. A pesar de que la ruda tiene un 16 % de cobertura y una altura promedio de 55 cm, el número de individuos de plantas arvenses que crece a su alrededor es superior en el tercer muestreo al del testigo, lo cual nos hace suponer que no ejerce influencia negativa alguna en las arvenses vecinas.

Los resultados obtenidos ponen de relieve el papel que la competencia desempeña en las interacciones planta aromática-arvense, el cual aunado al posible efecto alelopático de algunas plantas aromáticas puede determinar un complejo efecto de interferencia que se ve reflejado en la densidad y cobertura de las arvenses.

PRODUCCION MAIZ

La producción de cada cultivo depende de una serie de factores ambientales muy difíciles de separar. La competencia con las arvenses, que por lo general, se supone que durante el primer tercio del ciclo agrícola puede producir un fuerte impacto sobre el rendimiento (Altieri, 1987; Espinosa, 1981), no pareció influir de modo significativo en el presente estudio. Los datos obtenidos tampoco muestran una interferencia entre maíz y plantas aromáticas (Fig.15).

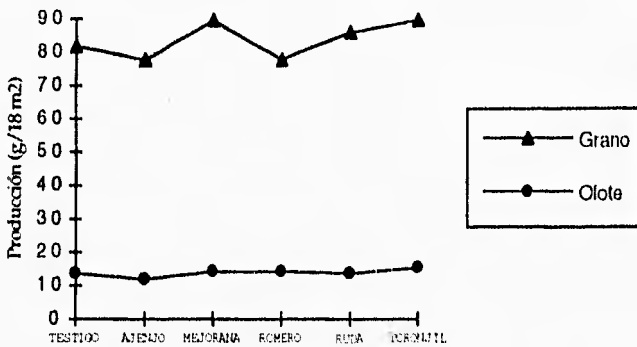


Figura 15. Producción de maíz por tratamiento

El ANDEVA realizado con los datos que se presentan en la tabla 8 (anexo), mostró que no hubo un efecto significativo del tratamiento ($F_{5,18} = .448035$; $P > 0.80$), lo que nos hace suponer que las plantas aromáticas no interfieren con el cultivo de maíz.

FRIJOL

El frijol es un cultivo con poca dependencia de los nutrientes, ya que es una leguminosa que por su asociación con *Rhizobium*, es

capaz de fijar nitrógeno. La Figura 16, muestra los resultados de la producción del frijol.

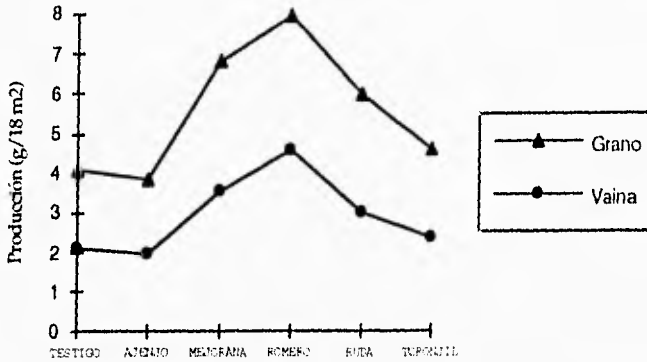


Figura 16. Producción de frijol por tratamiento.

El ANDEVA realizado con los datos que se presentan en la tabla 8 (anexo), mostró que no hubo un efecto significativo del tratamiento ($F_{5,18} = 2.428739$; $P > 0.07$). Sin embargo, puede observarse una tendencia de mayor producción en los tratamientos con plantas aromáticas, excepto en el ajeno y toronjil.

BIOENSAYOS MAIZ

En la tabla 8 (anexo) se presentan los resultados de los bioensayos realizados en el laboratorio, con los que se efectuó el ANDEVA, el cual mostró que si hubo un efecto significativo del tratamiento ($F_{5,18} = 4.384859$; $P < 0.05$).

Los lixiviados de las hojas de la ruda estimularon significativamente el crecimiento radicular de las semillas de maíz.

Este fue el único tratamiento que difirió significativamente del testigo y del toronjil (Tabla 6). Cabe mencionar que el tratamiento con ruda, no afectó el desarrollo de las arvenses vecinas, lo cual posiblemente tenga relación con los resultados de los bioensayos.

La germinación del maíz no fue afectada por ninguno de los tratamientos (Tabla 6).

Tabla 6. Efecto de los lixiviados acuosos de las plantas aromáticas sobre el crecimiento radicular y el porcentaje de germinación del maíz.

TRAT	BIOENSAYOS MAIZ. croc. radicular mm*	% DE GERMINA -CION
TESTIGO	76.37	100
AJENJO	84.59	97.5
MEJORA	95.51	97.5
ROMERO	88.56	90
RUDA	102.92	97.5
TORONJ	77.54	97.5

* Promedio de 4 repeticiones.

FRIJOL

En la tabla 8 se presentan los resultados de las mediciones efectuadas sobre el crecimiento radicular de las semillas de frijol. El ANDEVA de estos datos mostró que hubo diferencias significativas en el crecimiento radicular del frijol ($F_{5,18} = 8.086121$; $P < 0.05$).

Los lixiviados de las hojas de la mejorana inhibieron significativamente el crecimiento radicular de las semillas de frijol. Este fue el único tratamiento que difirió significativamente del testigo, ya que ninguna

otra planta aromática tuvo efectos negativos sobre el crecimiento radicular del frijol o de su germinación (tabla 7). La mejorana, difirió además del romero y la ruda. En estos dos tratamientos puede observarse una tendencia de estimulación en el crecimiento radical del frijol, lo que amerita realizar un mayor número de experimentos con el fin de comparar los resultados in vitro con los obtenidos en el campo y ver si entre ellos existe alguna correlación.

Tabla 7. Efecto de los lixiviados acuosos de las plantas aromáticas sobre el crecimiento radicular y el porcentaje de germinación del frijol en cada tratamiento.

TRAT	BIENSAYO. FRIJOL croc. radicular mm *	% DE GERMINA- CION
TESTIGO	52.97	92.5
AJENJO	57.67	90
MEJORA	28.97	92.5
ROMERO	70.22	92.5
RUDA	75.57	87.5
TORONJI	45.42	95

Suelo.

En las tablas 11 y 12 que se muestran en el anexo se presentan los datos del análisis de suelo de la parcela, realizados al inicio y al final del experimento.

Las características edáficas para el ciclo agrícola de 1994 fueron las siguientes: al inicio del ciclo, el pH fue ligeramente ácido, medianamente rico en materia orgánica, extremadamente pobre en potasio, pobre en calcio disponible, rico en N y en fósforo (Anexo. Datos de los nutrimentos del suelo).

El análisis del suelo al final del experimento muestra los siguientes resultados:

El pH varió ligeramente alrededor de la neutralidad en todos los tratamientos. Si tomamos en cuenta que el suelo tiende a volverse más ácido con la lixiviación de los cationes calcio, magnesio y potasio, los cuales son reemplazados por cationes de hidrógeno, podemos observar que en el experimento ocurrió lo contrario, hubo un incremento de los cationes calcio y magnesio, lo que posiblemente contribuyó a esta variación del pH hacia la neutralidad. La materia orgánica disminuyó una unidad aproximadamente en todos los tratamientos. Sin duda, la aplicación de la composta está relacionada con los aumentos presentados en algunos de los elementos del suelo. El potasio se mantuvo aproximadamente dentro de las mismas cifras. El nitrógeno disminuyó, lo cual es congruente ya que el maíz extrae una gran cantidad de este nutriente del suelo. El fósforo total tiende a aumentar en algunos de los tratamientos. La textura migajón limosos del suelo indica que se trata de un suelo poco estable estructuralmente pues retiene pocos nutrimentos y humedad, y por lo tanto es un suelo fácilmente erosionable.

Como vemos, existieron variaciones en la dinámica de los nutrimentos en el suelo en los diferentes tratamientos, algunos como el nitrógeno y la materia orgánica se pueden explicar por las exigencias mismas de los cultivos durante su desarrollo, sin embargo, para explicar el incremento de otros nutrientes como el fósforo, el calcio, el magnesio se tendría que realizar un estudio más detallado.

UNA VISION GLOBAL.

I

La literatura sobre policultivos es muy vasta, pero, cuando se trata de policultivos asociados con plantas aromáticas, los trabajos se reducen, dada la dificultad de valorar estas asociaciones *in vivo-in situ* en los sistemas agrícolas, lo cual implicaría integrar diferentes líneas de investigación, principalmente la ecología química y la agrícola.

Toda planta (sea cultivo o arvense) dentro de una parcela agrícola, abre redes de comunicación y promueve el establecimiento de interacciones, que pueden ser de naturaleza múltiple con otros componentes bióticos. Cuando son introducidas una o más especies de plantas aromáticas es de esperar que su presencia tenga el mismo efecto, el cual puede ser utilizado como control potencial de plagas y arvenses.

a) Por un lado, una mezcla de diversos cultivos puede afectar el estímulo visual que atrae a los insectos plaga sobre la planta hospedera y en caso extremo un cultivo puede camuflar a otro y protegerlo de los insectos voladores. La orientación de los insectos hacia las plantas hospederas a menudo involucra mecanismos olfatorios, la presencia de plantas aromáticas puede interferir en esta búsqueda (Perrin, 1976). De modo tal, que las plantas aromáticas podrían afectar la búsqueda del hospedero, tanto con sus aromas y/o visualmente. También pueden abrir espacios para el desarrollo de los enemigos naturales, dado que los aromas de las plantas son extremadamente importantes en las interacciones del tercer nivel trófico (Whitman, 1988). En un ambiente diverso creado por cultivos múltiples, el número y/o diversidad de enemigos naturales puede

incrementarse o disminuirse. Sin embargo, lo más común es lo primero, aunque los enemigos naturales pueden caer en la misma confusión provocada por los estímulos visuales y olfativos de las plantas aromáticas (Perrin, 1976).

b) Por otro lado, una gran diversidad de compuestos químicos de las plantas aromáticas pueden ser lavados o lixiviados por la lluvia, la neblina y el rocío, éstos incluyen nutrimentos inorgánicos, carbohidratos, aminoácidos, reguladores del crecimiento, vitaminas, alcaloides y sustancias fenólicas, entre otros compuestos. Las sustancias volátiles, tales como los terpenos pueden afectar el crecimiento de las plantas vecinas (Tukey, 1982).

Ahora bien, los compuestos químicos secundarios específicamente los responsables de los aromas, los cuales son en su mayoría terpenos, se encuentran en pequeñas cantidades y son afectados por factores ambientales (suelo, clima), estacionales y fenológicos (Waterman y Mole, 1989; Bye, et al., 1991). De modo que las plantas aromáticas no sintetizan ni en la misma cantidad ni en los mismos tiempos, los aleloquímicos responsables de influir en la conducta de los insectos herbívoros y en el crecimiento de las arvenses vecinas.

Esto es importante señalarlo dado que una evaluación sistemática de las plantas aromáticas en un policultivo, tendría que tomar en cuenta estos aspectos. Así como, la densidad de la siembra, el arreglo/distribución espacial (evitando la competencia entre cultivos y plantas aromáticas) y las características morfológicas, la forma de vida, y el tamaño de las plantas aromáticas. El uso de estas plantas en situaciones reales debe sustentarse en el entendimiento de las

numerosas relaciones que se dan en la parcela agrícola y en la investigación de los sistemas de comunicación de los organismos involucrados en los tres niveles tróficos: planta, hospedero, enemigo natural y en la interacción planta aromática-planta arvense-cultivo.

II

Retomemos los niveles biótico y ambiental en los que influyen las plantas aromáticas en la parcela agrícola. Cinco especies de plantas aromáticas contribuyeron al aumento en las interacciones biológicas, durante el experimento realizado, estas plantas por su forma de vida, sus colores y sus aromas alteraron/afectaron el desarrollo de insectos plaga y plantas arvenses vecinas. Cada planta aromática tuvo un efecto diferente sobre estas poblaciones en algunos casos estos efectos fueron significativos (Tabla13 anexo).

Todas las plantas aromáticas son perennes lo cual, podría aprovecharse como una cubierta vegetal protectora del suelo.

Cabe señalar que las plantas aromáticas evaluadas, tienen una amplia demanda por sus propiedades medicinales y además de las ventajas observadas, podrían constituir una fuente de ingresos económicos adicionales para los productores.

CONCLUSIONES

DENSIDAD

En el presente trabajo se demostró que la presencia del toronjil disminuyó la densidad poblacional de *Rhopalosiphum maidi* y *R. paidi* en las plantas del maíz.

En todos los tratamientos con plantas aromáticas (ajenjo, mejorana, romero, ruda y toronjil), disminuyó la densidad poblacional de *Trialeurodes vaporarum* sobre el frijol.

Las plantas aromáticas que tuvieron las densidades más bajas de arvenses vecinas fueron el ajenjo y el toronjil, las cuales a su vez constituyeron las plantas aromáticas con mayor cobertura.

Los resultados observados nos permiten considerar a las plantas aromáticas podrían ser aprovechadas para el control biológico de la mosquita blanca. El toronjil fue la única planta aromática que disminuyó la densidad de los organismos evaluados (áfidos, mosquita blanca y arvenses vecinas).

RENDIMIENTO

Las plantas aromáticas no afectaron la producción de maíz y frijol.

BIOENSAYOS

En los bioensayos realizados en el laboratorio para evaluar el potencial alelopático de las plantas aromáticas, se comprobó que la mayoría de los lixiviados de estas plantas no afectaron negativamente el crecimiento radicular del maíz y frijol.

El lixiviado de la ruda estimuló significativamente el crecimiento radicular de ambas semillas de prueba.

La germinación del maíz y frijol no fue afectada por ninguna planta aromática.

PERSPECTIVAS

Las tecnologías en los sistemas agrícolas, apoyadas oficialmente, apuntan al uso de la tierra con dependencia en insumos químicos y mecánicos. La diversidad es reducida al mínimo y la manera de mantenerla baja es mediante fertilizantes, insecticidas, herbicidas, etc., esto acarrea elevados costos sociales, biológicos y económicos: se despoja a los campesinos de su ancestral cultura agrícola, la cual podría contribuir en las soluciones a los problemas del aprovechamiento sostenido de los agroecosistemas; el precio de los insumos agrícolas es un círculo vicioso de endeudamientos y baja rentabilidad de las tierras y además se generan problemas de contaminación, deforestación, erosión, envenenamiento de acuíferos, lo que deriva en la extinción de especies y la pérdida de comunidades biológicas,

Por esto se hace necesario una modificación en el actual estilo agrícola que actualmente impera. En los sistemas agrícolas es indispensable el manejo de la diversidad, entendido este, no como la agregación de especies por área sino como el planteamiento de un sistema agrícola complejo donde se promuevan interacciones en beneficio de los cultivos, mediante las combinaciones idóneas entre sus componentes bióticos. Es en este sentido donde las asociaciones de plantas aromáticas y cultivos pueden ser valoradas como un recurso potencial que contribuya a prescindir del uso de insumos químicos en los agroecosistemas.

ANEXO

Tabla 8. Datos por tratamiento y 4 repeticiones, de los parámetros: Área, Rendimiento maíz (peso grano), Rendimiento frijol (peso grano), Longitud radicular del maíz, Longitud radicular del frijol.

Trat	rep	Area	Rmpg	Lixm	Rfpg	lixf
1	1	90	1058.6	588	32.7	505
1	2	100	616.5	877	20.1	459
1	3	93.3	831.6	704	17	654
1	4	98.3	777.9	886	12	342
2	1	30	646	853	17.3	515
2	2	46.6	1105.4	666	26.2	556
2	3	70	665.6	738	15	481
2	4	30	687.6	822	16.1	524
3	1	60	963.4	1176	33.1	221
3	2	56.6	1006.9	811	40.6	244
3	3	78.3	820.3	852	35.1	358
3	4	91.6	794.1	666	27.3	249
4	1	65	972.5	835	41.9	707
4	2	90	855.3	758	57	517
4	3	83.3	697.2	772	56.6	613
4	4	60	586.7	823	13.8	761
5	1	80	899	1066	27	744
5	2	81.6	866	1045	30.8	500
5	3	53.3	1066.4	1022	36.6	836
5	4	90	613	881	24.5	565
6	1	46.6	832.6	668	18.6	439
6	2	35	913.3	681	31.9	508
6	3	36.6	989.5	735	15.5	318
6	4	31.6	852.1	784	25.9	461

Area: Cobertura de arvenses

Rmpg: Rendimiento del maíz. Peso grano (gr/18 m²)

LixM: Longitud radicular del maíz. (mm)

Rfpg: Rendimiento del frijol. Peso grano (gr)

Lixf: Longitud radicular del frijol (mm)

TRATAMIENTOS

1 Testigo, 2 Ajenjo, 3 Mejorana, 4 Romero, 5 Ruda, 6 Toronjil.

Tabla 9. Datos de biomasa de arvenses en el muestreo 1 y 2. (gr).

Trat	rept	t1	t2
1	1	22.59	22.83
1	2	6.31	54.21
1	3	7.28	60.71
1	4	9.76	66.1
2	1	1.38	13.73
2	2	10.24	42.81
2	3	11.08	46.69
2	4	6.03	55.05
3	1	6.45	28
3	2	3.23	23.18
3	3	6.67	29.46
3	4	13.36	32.14
4	1	3.1	56.64
4	2	3.34	17.25
4	3	5.55	22.86
4	4	2.34	23.29
5	1	5.82	62.89
5	2	2.03	37.71
5	3	2.3	29.15
5	4	.59	62.04
6	1	0.17	36.84
6	2	14.09	37.79
6	3	10.07	30.65
6	4	.83	10.96

TRATAMIENTOS

1 Testigo, 2 Ajenjo, 3 Mejorana, 4 Romero, 5 Ruda, 6 Toronjil.

Tabla 10. Datos de densidad de arvenses en los muestreos 1, 2 y 3.

trat	repl	t1	t2	t3
1	1	3	4	27
1	2	6	7	23
1	3	3	6	15
1	4	2	5	33
2	1	2	3	12
2	2	3	4	14
2	3	5	4	15
2	4	4	7	4
3	1	7	6	15
3	2	2	6	26
3	3	5	6	25
3	4	7	5	13
4	1	1	2	17
4	2	1	3	19
4	3	3	6	16
4	4	3	4	10
5	1	1	5	26
5	2	4	5	31
5	3	4	5	24
5	4	3	9	25
6	1	1	4	1
6	2	3	3	1
6	3	4	5	6
6	4	4	3	12

TRATAMIENTOS

1 Testigo, 2 Ajenjo, 3 Mejorana, 4 Romero, 5 Ruda, 6 Toronjil.

Tabla 11. Características edáficas al inicio del experimento.

Prof (cm)	pH 1:5	MO %	K meq/100 g	Ca meq/100g	Mg meq/100g	N.T PPM	P.T PPM	Arc %	Lim %	Are %	text
0-20	6,08	3,60	1,57	0,60	0,32	3370	590	20	60	20	M.L
20-40	6,52	1,39	0,68	1,00	0,08	2640	590	35	45	20	ML A

Tabla 12. Características edáficas al final del experimento.

Prof (cm)	Trat	pH 1:5	MO %	K meq/100 g	Ca meq/100g	Mg meq/100g	N.T PPM	P.T PPM	Arc %	Lim %	Are %	text
0-20	Tes	6,7	1,49	0,92	8,12	3,75	1195	710	26	40	34	ML
20-40		7	1,15	0,57	6,21	2,65	820	590	20	44	36	ML
0-20	Aje	6,8	1,83	1,22	4,56	1,75	1100	520	24	44	32	ML
20-40		6,5	1,63	0,75	5,23	1,25	900	560	24	46	30	ML
0-20	Mej	7,2	1,68	1,60	5,92	2,21	1625	720	20	42	38	ML
20-40		7,1	1,03	0,79	6,32	3,02	1130	680	18	48	34	ML
0-20	Rom	7,1	1,57	1,95	5,62	2,56	1060	550	20	50	30	ML
20-40		6,9	1,12	0,84	6,32	2,9	725	485	30	34	36	MA
0-20	Rud	7	1,91	1,16	4,32	1,69	975	480	24	42	34	ML
20-40		7,1	1,97	0,65	4,5	1,4	1005	650	26	44	30	ML
0-20	Tor	6,8	0,92	0,89	5,76	1,98	910	630	24	44	32	ML
20-40		6,8	1,99	0,52	5,8	1,84	800	430	22	44	34	ML

LISTA DE LAS PRINCIPALES ARVENSES VECINAS DE LAS PLANTAS AROMATICAS.

Achual. *Simsia amplexicaulis*. Compuesta.
 Alfilerillo. *Erodium cicutarium*. Geraniaceae.
 Comelina. *Commelina sp.*. Comelinaceae
 Chipequelite. *Eruca sativa*. Crucifera
 Diente de león. *Taraxacum officinalis*. Compuesta.
 Epazote zorrillo. *Chenopodium ambrosioides*. Quenopodiaceae.
 Esp 1
 Esp2. *Lopecia racemosa*. Onagracea.
 Lechuguilla. *Sonchus oleraceus*. Compuesta.
 Lentejilla. *Lepidium virginicum*. Crucifera.
 Papa silvestre. *Solanum verrucosum*. Solanaceae
 Pasto estrella. Poacea
 Pasto sp
 Quelite. *Chenopodium album*. Quenopodiaceae.
 Tagetes. Compuesta.
 Tepozan *Buddleia cordata*. Loganiaceae.
 Tlanquis *Guilleminea densa*. Amarantacea.
 Trebol. Oxalidacea.
 Yoloxiltic. *Piqueria trinervia*. Compuesta

ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

Principales familias de insectos
durante el ciclo agrcola de 1994.

- 1 Alleculidae
- 2 Asilidae
- 3 Athribidae
- 4 Baridinae
- 5 Bostriptidae
- 6 Chalcididae
- 7 Cerapicidae
- 8 Creadellidae
- 9 Crisomelidae
- 10 Crisomelidae
- 11 Curculionidae
- 12 Elateridae
- 13 Escutelariidae
- 14 Fulgoridae
- 15 Gelechidae
- 16 Geocoridae
- 17 Lampiridae
- 18 Licenidae
- 19 Ligacidae
- 20 Listronotus
- 21 Miridae
- 22 Mordelidae
- 23 Mordelidae
- 24 Nitidunidae
- 25 Noctuidae
- 26 Phoridae
- 27 Staphylinidae
- 28 Tipulidae
- 29 Zygotoma

Tabla 13. Resumen de los parámetros evaluados.

	TESTIGO	AJENJO	MEJORANA	ROMERO	RUDA	TORONJIL
Densidad de áfidos ^o	196.6	169.41	148.63	100.39	87.88	52.86*
Densidad de mosquita blanca ^o	6	2.365*	3.085*	2.515*	2.395*	2.845*
Biomasa arv (g/16m2) ^o	8.326	3.575	5	4.482	6.751	4.713
Area arvenses (12 m2).%	95.41	44.16*	71.6	74.6	75.41	37.5*
Area planta aromática (12m2).%	0	47.5	14.58	8.75	16.66	56.25
Area suelo (12 m2). %	4.6	8.3	14.16	16.66	7.08	6.6
Riqueza de especies (12 m2).	10	5	10	8	9	9
Abundancia de arvenses. (12 m2) ^o	4.359	2.692*	3.061	3.412	3.976	2.868*
Producción mafz (g/ 18m2) ^o	81.61	77.61	89.37	77.79	86.1	89.69
Producción frijol (g/ 18m2) ^o	4.09	3.83	6.805	7.965	5.945	4.595
Crecimiento radicular Mafz.(mm)	76.37	84.59	95.51	88.56	102.92*	73.54
% de germinación mafz	100	97.5	97.5	90	97.5	97.5
Crecimiento radicular Frij. (mm)	52.97	57.67	28.97	70.22*	75.57*	45.42
% de germinación frijol	92.5	90	92.5	92.5	87.5	95
^o Promedio						
* Tratamientos con diferencia significativa con respecto al testigo (p<0.05).						

BIBLIOGRAFIA

- Altieri, M.A. 1992 Biodiversidad, agroecología y manejo de plagas. Ediciones Cetal, Chile.
- Altieri, M.A. 1987 Agroecology the scientific basis of alternative agriculture. Westview Press Boulder, CO U.S.A.
- Altieri, M.A. 1989 Conservación *in situ* de recursos fitogenéticos a través del mantenimiento de sistemas de cultivos tradicionales. *Economic Botany* 41: 1-3.
- Anaya, A.L. 1989 Papel de los aleloquímicos en el manejo de los recursos naturales. *Bol.Soc.Bot. México* 49:85-89.
- Anaya, A.L. Ecología química. UNAM. Conacyt. En prensa.
- Anaya, A.L. y Dirzo R. M. y 1989 I Reunión Nacional de Ecología Química. Memorias. UNAM. México.
- Andow, D.A. 1990 Population dynamics of an insect herbivore in simple and diverse habitats. *Ecology* 71(3) 1006-1017pp
- Atlas de las plantas de la medicina tradicional mexicana. 1994. INI. México
- Balandrin M.F and J.A. Klocke 1988 Medicinal, aromatic, and industrial materials from plants. *Biotechnology in agriculture and forestry. Medicinal and aromatic plants* Springer-Verlag Berlin Heidelberg, U.S.A. Vol. 4
- Bye, R, Estrada, L. E. y Linares M.E. 1991 Recursos genéticos en plantas medicinales de México. En Estrada, L.E. (ed.) *Plantas medicinales de México. Introducción a su estudio.* Universidad Autónoma de Chapingo. México.
- Contreras R. y Wolf R. 1995 De la química subestimada a la señalización molecular de insectos. *Avance y perspectiva.* Vol 14. México. 155-163 pp
- Cool, M. and D.G. Botrell 1994 Effects of nonhost plants on an insect herbivore in diverse habitats. *Ecology* 75(3) 723-731 U.S.A.
- Crowder M.J. and D.J. Hand 1990 Analysis of repeated measures. Editorial Chapman and Hall. U.S.A.
- Crispin, M.A. y Cifuentes, J.A. 1970 Enfermedades y plagas del frijol en México. Folleto de divulgación. No. 39 INIA SAG. México
- Duke A. J. 1985 Handbook of medicinal herbs. CRC Press U.S.A.
- Ellis W. B.; Marshall B. F. 1992 The organic gardener's. Handbook of natural insect and disease control. Rodale Garden Books U.S.A

- Murray, S.B. 1982 Insect pheromones: chemical ecology and emergent role as population regulators. Proceedings of the seminar on allelochemicals and pheromones. 65-75 pp.
- Odum, E.P. 1984 Properties of agroecosystems. In Lowrance, R., B.R. Stinner and House (eds) Agricultural ecosystems. Unifying concepts, Wiley and Sons interscience U.S.A.
- Perrin R.M. 1977 Pest management in multiple cropping systems. Agroecosystem 93(118). U.S.A. 93-115pp
- Petit-Paly,G., K.G. Ramawat, J.C. Chenieux, and Rideau M. 1989 Ruta graveolens: In vitro production of alkaloids and medicinal compounds. In Bajaj Y.P.S. (ed) Biotechnology in agriculture and forestry, vol.7 Medicinal and aromatic plants II.
- Pianka, E.R. 1978 Evolutionary ecology. Harper and Row New York.
- Price, P.W., C.E. Bouton, P Gross, B.A. Mc Pherson, J.N.Tomphson, A E Wride 1980 Interactions among three trophic levels:influence of plants on interaction between insect herbivores and natural enemies. Ann Rev Ecol Syst 11:41-60
- Renwick, J.A. 1989 Oviposition stimulantes and derrents. Handbook of natural pesticides. Insect attractants and repellents. Vol IV. CRC Press INC U.S.A. 161-165 pp
- Rice, E.L. 1984 Physiological ecology. Academy Press. INC. U.S.A.
- Risch, S., D. Andow, M. Althjeri 1983 Agroecosystem diversity and pest control: data, tentative conclusions and new research directions. Environmental Entomology 12(3): 625-629pp
- Risch, S.D. 1981 Insect herbivore abundance in tropical monocultures and policultures: an experimental test of two hypotheses. Ecology 62(5): 1325-1340 pp
- Schoonhoven, L.M. 1989. Insects in a chemical world. Handbook of natural pesticides. Insect attractants and repellents. Vol IV. CRC Press INC U.S.A.
- Simon,J.E., Chadwick, A.F., Lyle, F. C. 1980 Herbs. An indexed bibliography 1971-1989. The scientific literature on selected herbs and aromatic and medicinal plants of the temple zone. Archon. 66;81;101 pp
- Thahvanainen, J.O. y R.B. Root 1972 The influence of vegetational diversity on the population ecology of a specialized herbivore, Phyllotreta cruciferae (Coleoptera: Chrysomelidae). Asociacional resistance: the biotic, structural and microclimatic complexity of multispecies plant associations Oecologia 10:321-346

- Espinosa, F.G. 1981 ¿Las malezas una maldición?. *Naturaleza* Vol 5. México.
- Garland, S. 1989 *Gran libro de las hierbas y especias* Blume S.A. España.
- Gliessman S.R. 1982 Allelopathy and biological weed control in agroecosystems. In Chou, Ch.H. and Waller G.R. (Eds) *Proceedings of the seminar on allelochemicals and pheromones*. Institute of Botany. Academia Sinica monograph Series num. 5: 77-86
- Grainge, M. and Sallem Ahmed 1987 *Handbook of plants with pest-control properties*. John Wiley & Sons U.S.A.
- Grime, J.P. 1982 *Estrategias de adaptación de las plantas y procesos que controlan la vegetación*. Limusa. México.
- Heinrichs, E.A. 1988 *Global food production and plant stress. Plant stress insect interaction environmental science and technology*. John Wiley & Sons. U.S.A. 24-25 pp.
- Heywood, V.H., B.H. Harbone and B.C. Turner 1977 *The biology and chemistry of the compositae*. Academic Press London-New York, San Francisco
- Hurubia, J. 1980 *Ecología y desarrollo: Evolución y perspectivas del pensamiento ecológico*. En Sunkel, O, y Giglio, N. (eds) *Estilos de desarrollo y medio ambiente en América Latina*. Fondo de Cultura Económico. México. 177 pp
- INEGI. 1985 *Cartas 1:50000 (E14; A 49) edafológica, tipo de suelo, topográfica, climática*
- INEGI. 1993. *Censo agrícola y ganadero*.
- INEGI. 1992. *Cuadernos de información básica delegacional de Milpa Alta*.
- Linares, E., Flores, B., Hye, R. 1990 *Selección de plantas medicinales de México*. Editorial Limusa México.
- Martínez, M. 1969 *Las plantas medicinales de México*. Editorial Botas. México
- Masada, Y. 1976 *Analysis of essential oils by gas chromatography and mass spectrometry*. Wiley N.Y.
- McClure, S. 1994 *Companion planting*. Rodale Press. U.S.A.
- Meglitsch, P.A. 1978 *Zoología de invertebrados*. Blume. España.
- Mendoza de Gyves E. 1994 *Agrobiotecnología*. Grupo Editorial Iberoamericana México
- Montheith, L. G. 1960 *Influence of plants other than the food plants of their host on finding by Tachinid parasites*. *Entomology* 92:641-652

- Tukey H.B. 1982 Leaching of metabolites from plants. In Chou, Ch,H. and Waller G.R. (eds) Proceedings of the seminar on allelochemicals and pheromones. Institute of Botany. Academia Sinica Monograph Series num. Taipei. 177-183 pp
- Tunón H., W.Thorsell and L. Bohlin 1994 Mosquito repelling activity of compounds occurring in *Achillea millefolium* L. (Asteraceae). *Economic botany* 48(2) . The New York botanical garden, Bronx, NY U.S.A. 111-120 pp
- Uvah, I.I. J. y T. H. Coaker 1984 Efecto mixed cropping on some insect pests of carrots and onions. *Entomology Experiment Application*. 36:159-167
- Verota, L. 1985 Isolation and high performance liquid chromatographic determination of the actives principles of *Rosmarinus officinalis* and *Gentiana lutea*. *Fitoterapia* 56(1):25-30.
- Vokou, D. 1992 The allelopathic potential of aromatic shrubs in phryganic (east Mediterranean) ecosystems. In Risvi and Risvi (eds) *Allelopathy. Basic and applied aspects*. Chapman&Hall U.S.A.
- Waage, S.K. and P.A. Hedin 1989 Plants stimulants and attractants (Kairomones). *Handbook of natural pesticiides. Insect attractants and repellents*. Vol IV. CRC Press INC U.S.A.
- Wagner H. 1977 Pharmaceutical and economic use of the Labtatae and Rutaceae Families. *Rev. Latinoamericana de Química* (8)16
- Waterman, P. and Mole S. 1989 Extrinsic factors influencing production of secondary metabolites in plants. *Insec-plant interactions*. Vol. 1. CRC Press. U.S.A.
- Whitman,D.W (1988) Allelochemical interactions among plants, herbivores and their predators. In Barbosa, P. and Letourneau, D. (eds) *Novel aspects of insect-plant interactions*. John Wiley&Sous New York. 15-16 pp