

125  
2ej



**UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTONOMA DE MEXICO**

**FACULTAD DE CIENCIAS**

**Desarrollo de la Comunidad de Arvenses  
Durante un Ciclo Agrícola en una  
Parcela Experimental en San Francisco  
Pichataro, Michoacán**

**T E S I S**  
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
**B I O L O G O**  
P R E S E N T A  
*Oscar Morales Martínez*



**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

México, D. F.

1993



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

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

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

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

# C O N T E N I D O

Dedicatorias

Agradecimientos

1.	Introducción.....	1
1.1.	Agroecosistemas y Agricultura Tradicional.....	2
1.2.	Las Plantas Arvenses.....	8
1.3.	Efectos Perjudiciales de las Arvenses.....	10
1.4.	Plantas Arvenses y Metabolitos Secundarios.....	13
2.	Zona de Estudio.....	16
2.1.	Clima.....	19
2.2.	Vegetación.....	19
2.3.	Características del Suelo.....	20
3.	Estrategias de Manejo Agrícola.....	22
3.1.	Barbecho.....	24
3.2.	Limpia, Quema y Cruza.....	24
3.3.	Selección de la Semilla.....	24
3.4.	El Abono Natural.....	25
3.5.	Siembra (Juskani).....	26
3.6.	Escarda.....	27
3.7.	Segunda Escarda o "Segundeada".....	27
3.8.	Chaponeo.....	27
3.9.	Avana y Trigo.....	28
3.10.	Cosecha de Maíz o "Pizca".....	28
4.	Justificación del Trabajo.....	29
5.	Objetivos Generales.....	30
5.1.	Objetivos Específicos.....	31

6.	Metodología.....	32
6.1.	Entrevistas.....	32
6.2.	Diseño Experimental.....	33
6.3.	Desarrollo del Experimento.....	35
6.4.	Arvenses.....	36
6.5.	Producción.....	37
6.5.1.	Maíz.....	37
6.5.2.	Frijol.....	38
6.5.3.	Amaranto.....	38
6.6.	Colecta de Insectos.....	38
6.7.	Muestreo de Suelos.....	39
6.8.	Datos Climáticos.....	39
6.9.	Índice de Diversidad de Shannon-Weaver e Índice de Similitud de Sørensen y Motyka.....	40
6.10.	Bioensayos en el Laboratorio.....	41
7.	Resultados y Discusión.....	44
7.1.	Datos Climáticos.....	44
7.2.	Análisis Estadístico de la Biomasa Total de Arvenses	44
7.2.1.	Comparaciones Múltiples de Duncan y Newman-Keuls....	51
7.3.	Índices de Diversidad de Shannon-Weaver y de Similitud Sørensen y Motyka.....	58
7.4.	Número de Especies Arvenses.....	62
7.5.	Especies Arvenses Importantes, Reportadas como más Agresivas al Cultivo.....	65
7.6.	Producción de Cultivos en los Diferentes Tratamientos.....	70
7.6.1.	Maíz.....	71
7.6.2.	Frijol.....	71
7.6.3.	Amaranto.....	73
7.6.4.	Producción Total.....	76

8.	Plagas y Enfermedades.....	78
9.	Suelos.....	79
10.	Consideraciones Finales.....	86
	Bibliografía.....	89
	Apéndice	

## Índice de Cuadros y Figuras.

Figura 1.	Localización de la Meseta Tarasca.....	18
Figura 2.	Localización de San Francisco Pichátaro.....	18
Figura 3.	Diseño Experimental.....	34
Tabla 1.	Especies de Arvenses Recolectadas y Clasificadas dentro de las parcelas del experimento durante el ciclo agrícola.....	43
Cuadro 1.	Datos Climáticos Registrados para San Francisco Pichátaro, Michoacán.....	45
Figura 4.	Gráfica de Datos Climáticos de Pichátaro (1986-1990).....	46
Figura 5.	Gráfica de Datos Climáticos de Pichátaro (1990).....	46
Cuadro 2.	Biomasa de Arvenses por Repetición Tratamiento y Época de Muestreo (gr/m <sup>2</sup> ).....	48
Cuadro 3.	Análisis de Varianza (Biomasa).....	49
Figura 6.	Gráfica de Biomasa Promedio de Arvenses en los Monocultivos.....	50
Figura 7.	Gráfica de Biomasa Promedio de Arvenses en los Policultivos.....	50
Cuadro 4.	Análisis de Varianza (Bloque A).....	54
Cuadro 5.	Análisis de Varianza (Bloque B).....	54
Cuadro 6.	Análisis de Varianza (Bloque C).....	56
Cuadro 7.	Análisis de Varianza (Bloque D).....	56
Cuadro 8.	Análisis de Varianza (Bloque E).....	57
Cuadro 9.	Índice de Diversidad de Shannon-Weaver.....	59
Cuadro 10.	Índice de Similitud de Sørensen e Índice de Similitud de Motyka.....	61
Cuadro 11.	Número de Especies por Tratamiento y Época.....	63
Cuadro 12.	Análisis de Varianza del Número de Especies.....	64
Cuadro 13.	Frecuencia y Porcentaje de Biomasa de las especies más comunes en los tratamientos.....	66
Figura 8.	Gráfica de Barras de Lixiviados de Plantas Arvenses Frescas Sobre Crecimiento de Amarantho.....	67

Figura 9.	Gráfica de Barras de Lixiviados de Plantas Arvenses frescas Sobre Crecimiento de Echinochloa.....	67
Figura 10.	Gráfica de Barras de Lixiviados de PLantas Arvenses Secas Sobre Crecimiento de Amaranto.....	68
Figura 11.	Gráfica de Barras de Lixiviados de Plantas Arvenses Secas Sobre Crecimiento de Echinochloa.....	68
Figura 12.	Gráfica de Barras de Lixiviados de Plantas Arvenses Secas Sobre Crecimiento de Maíz.....	69
Cuadro 14.	Tabla de Producción de Maíz (gr/m <sup>2</sup> ).....	72
Cuadro 15.	Análisis de Varianza de Producción de Maíz.....	72
Cuadro 16.	Tabla de Producción de Frijol (gr/m <sup>2</sup> ).....	74
Cuadro 17.	Análisis de Varianza de Producción de Frijol.....	74
Cuadro 18.	Tabla de Producción de Amaranto (gr/m <sup>2</sup> ).....	75
Cuadro 19.	Análisis de Varianza de Producción de Amaranto....	75
Cuadro 20.	Tabla de Producción Total.....	77
Cuadro 21.	Tabla de las Características Físicas y Químicas del Suelo durante el Ciclo Agrícola.....	80

## I. Introducción.

El uso, el conocimiento y el manejo de las plantas por el hombre, son aspectos relacionados principalmente con la etnobotánica, la agronomía y la ecología. Estas tres ramas de la ciencia en realidad han trabajado en forma paralela, pero hasta hoy sin la debida coordinación, la que por cierto se hace cada vez más apremiante por los graves problemas que la humanidad enfrenta en relación con la producción de alimentos y otros satisfactores básicos que se obtienen por medio de las prácticas agrícolas.

México es fundamentalmente un país agrícola que en las últimas décadas ha ido perdiendo poco a poco su capacidad productiva y de autoconsumo. Las causas de esta merma son complejas: políticas, sociales y económicas, y dependientes de éstas, las relativas a la aplicación en el campo de tecnologías no apropiadas que han provocado disminución de la producción, han ocasionado erosión y contaminación del suelo, pérdida del germoplasma silvestre y una creciente dependencia de insumos externos (fertilizantes, herbicidas, plaguicidas etc.); al mismo tiempo, conducena la pérdida constante de nuestra cultura agrícola tradicional, lo que se traduce en el uso de estrategias diferentes cuyos objetivos ponen énfasis en la cantidad de la producción a corto plazo.

A pesar de ello aun se mantienen algunas generaciones campesinas que hacen uso de los recursos utilizando estrategias agrícolas tradicionales.

Por otro lado, desde el punto de vista etnobotánico, México es el país mejor conocido dentro del marco latinoamericano



(Toledo, 1980). En la actualidad existen uno o más estudios etnobotánicos en 28 de los 50 grupos indígenas que se localizan en México. Según estos estudios, el conocimiento botánico de los grupos de plantas reconocidas y utilizadas, coincide con lo encontrado a nivel mundial por Brow en 1985 (citado por Toledo, 1990), y confirma el hecho de que el universo vegetal es el dominio más finamente percibido por las culturas rurales.

Esto resulta lógico, pues el hombre del campo mantiene un contacto más estrecho con la naturaleza, en especial con las plantas, las que le han proporcionado siempre sus satisfactores básicos: alimentos, madera, fibras, forrajes, medicinas, ornato, etc.

## 1.2. Agroecosistemas y Agricultura Tradicional.

La relación hombre-naturaleza ha permitido en especial que, los campesinos arraigados y familiarizados con su entorno, conozcan y manejen una gran variedad de recursos naturales en diversos tipos de ecosistemas y agroecosistemas, y por esto mismo, realicen un uso racional de los recursos de manera permanente. De este modo, el hombre del campo ha desarrollado lo que se conoce, como sistemas tradicionales de manejo de los recursos, según sea la complejidad espacial del entorno natural (Krebs, 1978), la diversidad natural y las circunstancias particulares de cada localidad. En México la mayoría de estos sistemas se originaron durante el período prehispánico (Harrison y Turner, 1978; Sieneus, 1983).

Actualmente, no existe uniformidad de criterios en cuanto a la definición de agroecosistema, pero la mayoría de los autores

coinciden en que el concepto se refiere a un sistema ecológico mantenido por las actividades humanas (Jiménez y Schultz, 1981).

Para entender lo anterior, debe recordarse que: " cualquier unidad que incluye la totalidad de los organismos de una área determinada, los que actúan en reciprocidad con el medio físico de modo que una corriente de energía conduzca a una estructura trófica, una diversidad biótica y a ciclos materiales claramente definidos dentro del sistema, es un sistema ecológico o ecosistema " (Odum, 1980).

Con base en lo anterior, un agroecosistema puede ser considerado como un ecosistema que cuenta por lo menos con una población de utilidad agrícola. Sin embargo, la diferencia fundamental entre los agroecosistemas y los ecosistemas, radica no sólo en la existencia de poblaciones agrícolas, sino en el desempeño que tiene el hombre dentro de los primeros. La intervención humana está generalmente programada, es decir, el agricultor tiene un propósito definido respecto al sistema y por ello lo maneja siguiendo un plan preconcebido, que teóricamente le permite alcanzar objetivos específicos (Hart, 1985).

Las actividades del hombre dentro de los agroecosistemas mantienen a estos en un estado de perturbación generalizada y permanente, que favorece a algunas especies de plantas, particularmente a las que poseen cualidades que permiten clasificarlas como especies típicas de etapas sucesionales tempranas (especies "r"). Por medio de la selección natural, estas especies se encuentran en habitats efímeros y han desarrollado adaptaciones características que les permiten vivir en estos ambientes perturbados, por ejemplo: son plantas de

desarrollo rápido, que producen tempranamente una gran cantidad de semillas y plántulas, las cuales alcanzan la maduración en poco tiempo: estas plantas son independientes de la densidad y reducen su crecimiento vegetativo, por lo que gran parte de la energía que consumen, es canalizada hacia la reproducción; tienen además, un ciclo de vida corto, lo que se traduce en una mayor productividad. En oposición a las anteriores, las especies vegetales de etapas sucesionales más avanzadas o que viven en hábitats con una mayor estabilidad (tipo "k"), se caracterizan por ser dependientes de la densidad, presentar un desarrollo lento y una mayor capacidad competitiva; su reproducción es tardía y ponen en ella un menor gasto de energía, su tamaño es mayor, dado que durante su ciclo de vida la planta va incrementando la eficiencia en la utilización de los recursos naturales (Planka, 1970; Parry, 1981).

La mayor parte de las plantas cultivadas (entre ellas los cereales), y también las plantas arvenses, mal llamadas "malezas", pertenecen a las especies tipo "r". Sus adaptaciones les permiten vivir en ambientes perturbados e inestables característicos de las primeras etapas de la sucesión secundaria.

Hay muy pocas especies vegetales que pueden explotar la totalidad de los recursos de un ecosistema, por lo que generalmente estos recursos son compartidos por un conjunto heterogéneo de plantas. En el caso de los agroecosistemas, para lograr una utilización óptima de los recursos el agricultor actual trata de reducir dos cosas en particular:

1.-) el espacio del ecosistema que elige para las actividades agrícolas; esto lo hace porque casi nunca es capaz de manejar el

ecosistema entero.

2.-) la diversidad biológica de ese espacio agrícola, ya que sólo le interesa aprovechar una o pocas especies.

En relación con esto, el cultivo de una o más especies en un espacio agrícola dado, determina dos efectos principales:

1) la perturbación del ecosistema natural, especialmente en lo que se refiere a la eliminación de la vegetación original y a la alteración del suelo, y, 2) el disparo de la sucesión secundaria, determinado por esta perturbación, lo que significa la aparición de especies arvenses, que conviven con los cultivos, y poseen al igual que ellos características de especies "r".

Desde tiempos antiguos, el hombre ha tratado de aminorar estos dos efectos, con base en el conocimiento empírico de la naturaleza, obtenido por medio de una actividad agrícola cotidiana.

En la agricultura tradicional el uso de los recursos naturales se realiza gracias a: a) una prolongada experiencia que ha conducido a configurar los actuales procesos de producción campesina y las prácticas de manejo utilizadas; b) un íntimo conocimiento físico y biótico del medio por parte de los campesinos; c) una educación no formal, caracterizada por la transmisión oral de los conocimientos y las habilidades requeridas para el manejo, y, d) una amplia cultura agrícola, consecuencia de los tres primeros puntos. Por ello en los agroecosistemas tradicionales las actividades agrícolas tienen una racionalidad ecológica y muestran una relación con la superestructura social emanada de la cosmovisión particular de las sociedades (Hernández, 1985).

El conjunto de labores agrícolas en un sistema tradicional puede adaptarse al autoconsumo o a la producción comercial, y puede responder a diferentes formas de organización social. De igual modo, se adoptan "innovaciones tecnológicas modernas", según los propios razonamientos de los campesinos (Hernández, op. cit.).

Un ejemplo de tales sistemas los tenemos en los "camellones" de Tlaxcala, donde se realiza un manejo intensivo del agua, abonos orgánicos, cultivos, combinación (y rotación de éstos) y animales domésticos, permitiendo que se obtengan dos o tres cosechas al año y varios cultivos simultáneos. En los "camellones" se han registrado rendimientos de maíz en grano seco hasta de siete toneladas por hectárea, y la producción se destina, simultáneamente al autoconsumo y al mercado (Gliessman, 1984; González-Jácome, 1984; Anaya et al., 1988).

Otro ejemplo, es el de los huertos familiares, que son pequeños agroecosistemas integrados por plantas y animales. Se afirma que la alta diversidad de especies y la organización estructural de los huertos, es una forma de reproducir la eficacia ecológica del ecosistema natural en una unidad destinada a fines de producción agrícola (Ewel et al., 1982). Tal diversidad permite la producción de pequeñas cantidades de diversos productos durante todo el año.

El campesino tradicional busca siempre trabajar en medios naturales o transformados, con un gran número de unidades ecogeográficas o de etapas sucesionales, y mayor diversidad biológica, para garantizar la diversidad de productos en pequeña escala. En este contexto, los conocimientos tradicionales pueden

visualizarse como componentes intelectuales y utilitarios de un enorme valor para establecer las estrategias de uso múltiple (Toledo et. al., 1976; González-Jácome, 1981; Gliessman et al., 1981; Toledo, 1989).

Según Krishnamurthy (1984), la agricultura tradicional puede aportar grandes beneficios a la producción, por ejemplo:

- a) Se reduce el riesgo de pérdida que se corre cuando sólo se siembran monocultivos.
- b) Se mantiene baja la variabilidad del rendimiento entre ciclo y ciclo de cultivo.
- c) Se presentan patrones distintos de crecimiento entre las diferentes plantas cultivadas que se manejan, y consecuentemente, una más uniforme distribución de las labores en el tiempo.
- d) Se logra una menor susceptibilidad a plagas, enfermedades y malezas.
- e) Se asegura un ingreso sostenido y disponible, en aquellos casos donde los cultivos destinados al auto consumo alimenticio se mezclan con cultivos de valor económico.

Toledo y colaboradores (1976), afirman que los agroecosistemas tradicionales han sido seleccionados y mejorados por el hombre durante centurias, mediante un proceso dinámico, que denominan "uso múltiple del ecosistema". Dentro de éste, las plantas arvenses son consideradas como parte integral del agroecosistema, y por ello son manejadas empíricamente, aprovechadas como recurso o controladas cuando deben controlarse.

### 1.3. Las Plantas Arvenses. ..

La aparición del concepto "plantas arvenses" coincide con el

inicio de la agricultura, hace aproximadamente 10,000 años, (Godwin, 1956), ya que las especies tanto de lo que hoy conocemos como "arvenses" y las especies de plantas cultivadas, existían y compartían frecuentemente los mismos habitats mucho antes que se iniciara la agricultura.

Las técnicas agrícolas, desde las más rudimentarias, hasta las más modernas y mecanizadas, han influido a las arvenses desde diversos puntos de vista, lo que ha ocasionado una dependencia tal, que muchas especies de ellas desaparecerían si el hombre dejara de labrar la tierra (Espinoza, 1981).

Rzedowski (1978), denomina al conjunto de plantas arvenses como la flora que acompaña inevitablemente a los cultivos.

Los sistemas agrícolas favorecen la selección de arvenses altamente competitivas y oportunistas, que son estimuladas por los disturbios regulares, ocasionados por el manejo agrícola. Espinoza (1978), menciona que también son llamadas "plantas ruderales" cuando sus poblaciones se desarrollan en medios perturbados por el hombre con fines no agrícolas, como son poblados y vías de comunicación.

Estas plantas han sido designadas también como malezas, yuyos, plantas invasoras, yerbas, malas hierbas, etc., nombres que enfatizan su carácter competitivo; en el idioma Náhuatl se les conoce como acahuals, jehuites o jihuites (King, 1966).

Las arvenses se distribuyen en función de las condiciones climáticas y edáficas, pero sobre todo, del tipo de acción humana que las favorece. Este grupo de plantas presenta características especiales: son autógamas (polinización de una flor por medio de su propio polen) o alógamas (polinización de una flor, por medio

de otra de la misma especie), con entomofilia generalizada (polinización por insectos) o anemofilia (polinización por viento); tienen adaptaciones que les permiten sincronizarse con el levantamiento de las cosechas; sus semillas poseen estructuras especiales y dimensiones tales que pueden fijarse a los animales y al hombre, o bien ser dispersadas por el viento (Espinoza, 1978).

Baker (1974), menciona que tienen un genotipo generalista (puede estar en cualquier habitat) que les confiere una plasticidad muy amplia y la capacidad de colonizar y persistir en medios perturbados muy diversos. Por ejemplo, la especie Cynodon dactylon (L) Pers. es muy abundante en el Valle de México, donde se le puede encontrar como ruderal en las banquetas, o como arvense en lugares altamente salinos, como el ex-lago de Xaltocan, México.

Una de las características más relevantes de este tipo de plantas, es que poseen un potencial reproductivo muy efectivo.

Sagar y Mortiner (1976), afirman que si el total de semillas de cualquier cultivo que esté a punto de sembrarse, se contamina un 4% con semillas de Avena fatua (que es una arvense muy agresiva), esto sería suficiente para que la avena produjera diez semillas por m<sup>2</sup> en la superficie sembrada.

Otra característica de las arvenses, es que las semillas de muchas de ellas permanecen viables dentro del banco del suelo por períodos mayores de dos años, llegándose a encontrar especies, como la lengua de vaca Rumex crispus, y el quelite cenizo Chenopodium album, que pueden ser viables dentro del banco por períodos hasta de diez años (Feast, 1972; Lewis, 1973).



Cabe hacer notar que las semillas de las especies cultivadas, permanecen viables en el suelo por periodos mucho más cortos, generalmente de un año (Toole, 1946).

#### 1.4. Efectos Perjudiciales de las Arvenses.

Por todo lo anterior, las arvenses tienden a competir con los cultivos y producen por ello, un efecto negativo sobre la producción. Sin duda, este es el factor que más pesa para considerarlas como nocivas, pues muchos cultivos que son descuidados en sus primeras fases de desarrollo y son invadidos por las "malezas", pueden sufrir un deterioro en su rendimiento, hasta del 60 o 70% (Espinoza, 1981). En general las arvenses constituyen entre el 30 y el 50% del total de materia seca de una superficie cultivada (Vengris, et al., 1965).

Algunos estudios (Akobundo, 1977; Moody, 1975), han demostrado que el maíz puede bajar su producción hasta un 40% por efecto de las malezas. Este porcentaje traducido a términos económicos, representa enormes pérdidas al agricultor y, sobre todo, significa un decremento significativo en la producción de grano para la alimentación. Estas cifras coinciden con las de Carballo (1966) quien menciona que en el Bajío, el rendimiento del maíz se reduce desde un 25% hasta un 60% debido a la competencia con las plantas arvenses.

Otro de los perjuicios que provocan estas plantas, se refiere al daño que algunas especies que contienen metabolitos tóxicos, producen sobre el ganado que las ingiere. Si las vacas comen *Baphanus raphanistrum* (Villegas, 1979), la leche y otros derivados adquieren mal sabor, otros como *Solanum rostratum*

(duraznillo, abrojo) puede causar daño al ganado porque tiene espinas que lo lastiman, sobre todo en las patas.

Los daños directos que las arvenses pueden producir al hombre se refieren a: intoxicación por ciertos metabolitos secundarios y reacciones alérgicas por contacto o aspiración, como sucede con las especies Ambrosia artemisifolia, Urtica dioica, Urtica urens, Cynodon dactylon y algunos Amaranthus spp. (Espinoza, op. cit).

No obstante lo anterior, las arvenses, apropiadamente manejadas, pueden aportar a los sistemas agrícolas, diversos beneficios, como por ejemplo: al cubrir el suelo, disminuyen la erosión; favorecen a los insectos parásitos de los insectos plaga; algunas fijan nitrógeno o son utilizadas como abono verde que se incorpora durante la preparación del suelo, y otras pueden ser utilizadas para controlar otras arvenses e insectos perjudiciales (Hart, 1985).

Las arvenses también tienen una gran importancia como alimento y fuente de nuevos cultivos, pues no debemos olvidar que las plantas cultivadas se originaron gracias a la selección de plantas silvestres que diversos grupos humanos llevaron a cabo hace miles de años; estas plantas prosperaron bajo condiciones de perturbación causados por el hombre mismo. Un ejemplo de ellas es el amaranto, cuyas semillas se utilizan actualmente para fabricar el dulce conocido como "alegría" que tiene proteínas de alta calidad alimenticia (Espinoza, op. cit). Esta planta que ha sido clasificada por Huzinquer (1943) como Amaranthus hybridus esp leucocarpus, fue seleccionada y cultivada por los aztecas, probablemente a partir de una variante del A. hybridus "quelite" con semilla blanca. El amaranto aún no ha sido completamente

domesticado, ya que es capaz de dispersarse naturalmente, cruzarse con otros amarantos y crecer en forma silvestre en los campos de cultivo.

Como el amaranto, hay numerosas especies de arvenses comestibles que no han sido domesticadas y que son consumidas por la gente, como el quelite (*Amaranthus blitoides*: S. Wats., y *A. hybridus*: L.), la verdolaga (*Portulaca oleracea*: L.), el epazote (*Chenopodium ambrosioides*: L.), el diente de león (*Taraxacum officinale*: Wiggers), y muchas otras.

La visión y el concepto que se tiene de las arvenses, depende de los objetivos que el agricultor persigue al cultivar la tierra, de su cultura y de su cosmovisión. Para el agricultor "moderno", todas las plantas que no pertenecen a la principal especie cultivada deben eliminarse, pues el objetivo de sus actividades es básicamente económico. Este enfoque ha provocado grandes daños a los ecosistemas: erosión, contaminación, pérdida de especies silvestres y por lo tanto de germoplasma.

La agricultura moderna se fundamenta en los monocultivos, en el uso de maquinaria, de plaguicidas y de fertilizantes químicos, que efectivamente, aportan máximos beneficios económicos a corto plazo, pero que a través del tiempo, han provocado grandes daños al ambiente.

El enfoque de una agricultura que persigue básicamente objetivos económicos ha despreciado y marginado a los agroecosistemas diversos y tradicionales, muchos de los cuales han desaparecido, víctimas de la aplicación irracional de las técnicas agrícolas modernas, un verdadero ecocidio.

¿Cómo lograr que esto cambie para restaurar lo dañado y

evitar mayores perjuicios? ¿cómo conciliar los beneficios económicos, con el uso múltiple y racional de los recursos? La respuesta a estas preguntas es uno de los retos más grandes que la especie humana tiene por delante.

Desde hace aproximadamente diez años, existe un movimiento en los países desarrollados llamado "agricultura orgánica", que surgió con la finalidad de encontrar sistemas agrícolas que respondan a la demanda creciente de alimentos y otros satisfactores, pero sin dañar al ambiente, buscando la utilización de recursos de manera racional, diversa y permanente. La agricultura orgánica y la tradicional tienen grandes semejanzas, y en realidad la primera tiene sus fundamentos en la segunda, que posee todos los elementos necesarios para crear (o recrear) la agricultura del futuro.

#### **1.5. Plantas Arvensas y Metabolitos Secundarios.**

Sin duda, una aportación importante al conocimiento del manejo de las arvenses en los agroecosistemas tradicionales, se refiere al descubrimiento del uso empírico que se le da al contenido de metabolitos secundarios que muchas especies contienen. Desde luego, el uso más extendido y directo en este sentido es el de las plantas medicinales, cuyos productos naturales les confieren estas propiedades. Pero en el caso que nos ocupa, la importancia radica en que muchos compuestos secundarios son importantes desde el punto de vista ecológico, ya que pueden mediar diversas interacciones entre los organismos. En este hecho precisamente se fundamenta el papel que juegan muchas arvenses en los agroecosistemas.

En el presente trabajo se hará referencia especial a aquellas arvenses benéficas que pueden ser manejadas de tal modo, que eliminan a las arvenses indeseables; esto puede lograrse en ocasiones cuando las primeras, con los compuestos secundarios que producen y liberan al ambiente afectan negativamente el desarrollo de las segundas.

Para comprender este efecto nos referiremos a la definición dada por Rice (1984) del fenómeno conocido como alelopatía; que es una forma de interacción química mediada por metabolitos secundarios. Según este autor, la alelopatía se refiere a cualquier efecto perjudicial, directo o indirecto, de una planta (incluyendo microorganismos) sobre otra, por medio de la producción y liberación de compuestos secundarios al medio. Estos compuestos pueden ser de índole diversa: ácidos orgánicos, aldehídos, alcaloides, terpenos, pigmentos, auxinas, fenoles, aminoácidos no esenciales, cumarinas y glucósidos, entre otros (Anaya, 1976).

Tukey (1969), propone cuatro mecanismos de liberación de los alelopáticos: a) por volatilización del follaje; b) lixiviación por el agua de lluvia de las partes aéreas de la planta; c) exudación; d) descomposición de la materia orgánica muerta. Sea cual fuere el mecanismo de liberación, los alelopáticos actúan generalmente a través del suelo.

La alelopatía como proceso ecológico, se presenta de manera simultánea y/o sinérgica junto con otros procesos, como la competencia. Cuando la alelopatía y la competencia actúan conjuntamente se habla entonces de interferencia, y en este caso es sumamente difícil diferenciar a ambos efectos en el medio

natural. Lo que si es obvio, es que la interferencia es doblemente perjudicial comparada con los dos procesos que la originan, cada uno por separado. Por esta razón, las arvenses con potencial alelopático, que son capaces de afectar a los cultivos, resultan más perjudiciales que otras. Y a su vez, las arvenses con potencial alelopático, que no afectan a los cultivos, pero si a otras arvenses, pueden ser muy útiles, si se les maneja adecuadamente.

En un proceso de interferencia entre plantas, ésta puede darse en todos los sentidos: especies arvenses afectando cultivos agrícolas, o viceversa, cultivos afectando cultivos y malezas afectando malezas (Rice, 1979).

Fay y Duke (1977), estudiaron más de 3000 ejemplares de la colección mundial de avena cultivada, en relación a su capacidad para producir y liberar ácido 6-methoxy-7-hydroxicumárico (escopoletina), el cual está catalogado como un compuesto natural capaz de inhibir el crecimiento de raíces. En este estudio se encontró que 4 variedades de esta planta excretaban hasta 3 veces más escopoletina que la media general en las plantas, y al cultivar una de ellas (la PI-1261281) durante 16 días, interplantada con mostaza silvestre (*Sinapsis arvensis*), el desarrollo de ésta última fue significativamente menor que el de la avena y mostró además clorosis severa, achaparramiento y crecimiento torcido, lo que los autores atribuyeron a efectos alelopáticos y no a un simple mecanismo de competencia.

Estos y otros experimentos permitieron constatar que también algunas plantas cultivadas poseen en mayor o menor grado, un potencial alelopático, y que éste es capaz de afectar a plantas

de la misma ó diferente especie (Jiménez y Schultz, 1981; Anaya, et al., 1987).

Gliessman (1982), menciona que las arvenses benéficas son denominadas por los campesinos de Tabasco como "buen monte" y que a las perjudiciales se les conoce como "mal monte". Los campesinos saben que algunas de las primeras pueden eliminar a las segundas (quizá por un efecto alelopático) e interfieren con ellas, pero no con los cultivos.

También Jiménez y Schultz (1981), y Anaya, et al., (1987), mencionan algo semejante para los cultivos de maíz interplantado con calabaza, donde generalmente se tiene una menor invasión de malezas, por el efecto de sombra de la calabaza en el microhábitat y por su acción alelopática sobre muchas malezas.

Todo lo anterior sirve de marco al presente trabajo, que se refiere al desarrollo de la comunidad de arvenses durante un ciclo agrícola en una parcela experimental en San Francisco Pichátaro, Michoacán.

## 2. Zona de Estudio.

Pichátaro se encuentra en el estado de Michoacán, cerca de la cuenca del lago de Pátzcuaro, en la región denominada Meseta Tarasca (Figura 1).

La formación orográfica conocida como Meseta Tarasca, está limitada geográficamente por los paralelos 19° 15' y 19° 51' de latitud norte y los meridianos 101° 19' y 102° 30' de longitud oeste, con respecto al meridiano de Greenwich.

La extensión de la Meseta Tarasca es aproximadamente de 3,500 km<sup>2</sup>. Esta es una región formada por numerosos conos

volcánicos, distribuidos indistintamente en toda el área, formando a la vez una sucesión de laderas, colinas someras y pequeños valles planos de ceniza volcánica consolidada y no consolidada, la cual absorbe rápidamente, la mayor parte de la lluvia, lo que implica, que esta sea una región con escaso número de corrientes fluviales.

Dentro de la Meseta, la comunidad de San Francisco Pichátaro (figura 2), se ubica a los 19° 34' de latitud norte y 101° 40' de longitud oeste, a una altitud de 2,350 m. Esta comunidad está situada al suroeste del lago de Pátzcuaro, en una subcuenca conformada por los valles de Canangulo y de Pichátaro (Toledo y Barrera, 1983), y se encuentra rodeada de varios cerros, entre los que destacan el cerro de Las Estacas (2900 m), al noreste; el Ichatzcun (2640 m), al este y el de Cuixo (2660 m), al norte (INEGI, 1974; Alvarez, 1988).

Pichátaro, limita al norte con el rancho San Isidro y la Zarzamora; al sur con Tingambato, cabecera del municipio; al este con los pueblos de Uricho y Erongaricuaru, y al oeste con la comunidad de Comachuén.

En la actualidad Pichátaro es la agrupación de siete poblados que existieron antes del siglo XVII, los cuales estaban dispersos por la zona de los asentamientos de las laderas de los cerros. Alrededor de 1532, fueron concentrados por los españoles para facilitar la dominación en el actual asentamiento de lo que hoy es el pueblo de Pichátaro.



FIGURA 1  
LOCALIZACION DE LA MESETA TARASCA.

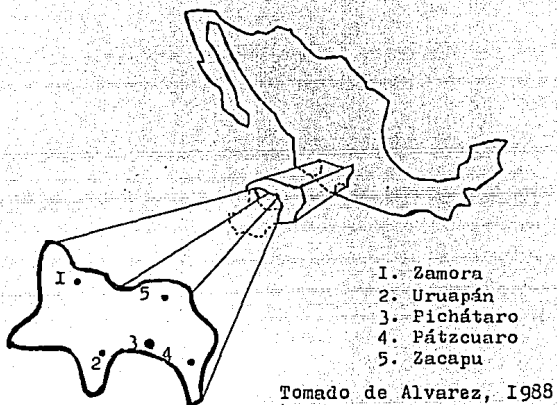
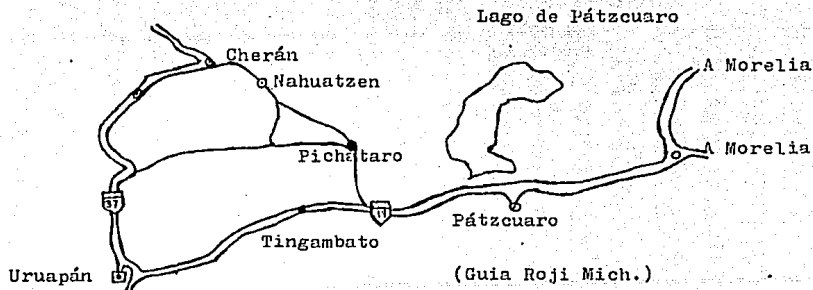


FIGURA 2  
LOCALIZACION DE SAN FRANCISCO PICHATARO.



## 2.1. Clima.

Segun el sistema de Köppen (modificado por Garcia, 1981), el tipo de clima de Pichátaro, es c(w2)(w)b(l')g; que corresponde a templado subhúmedo, el más húmedo de los subhúmedos, con lluvias de verano retrasadas a parte del otoño; el porcentaje de lluvia invernal es menor al 5% del total anual; el régimen térmico se caracteriza por un verano fresco y largo, con poca oscilación térmica; la temperatura máxima se presenta antes del solsticio de verano (García, 1981). La precipitación pluvial se inicia en junio y termina en septiembre, el mes más lluvioso es julio y la intensidad máxima es de 40 mm en 24 horas. Se presentan alrededor de 100 días con lluvia al año las que producen, en total, entre 1,000 y 1,500 mm. La temperatura media anual oscila entre los 12°C y los 18°C. Existen en promedio, de 50 a 60 heladas al año, en su mayoría, entre los meses de noviembre y enero.

Se presentan en el lugar de 120 a 160 días nublados al año. De junio a octubre se registran aproximadamente 20 días nublados al mes, y de noviembre a mayo menos de 10 días. Este fenómeno tiene gran relación con la humedad relativa que existe en la zona, ya que la formación de neblina en la mañana impide una buena insolación y mantiene una alta humedad en el área. Además, la capa superficial del suelo, presenta un drenaje moderado que evita la evaporación del agua y mantiene una humedad favorable para las plantas (S.P.P., 1985).

## 2.2. Vegetación:

En Pichátaro, se encuentra predominantemente bosque de pino, asociación pino-encino y en menor escala oyamel, Abies sp.,

madroño, Arbustus xalapensis, árboles frutales como el capulín, Prunus capuli, y el tejocote, Crataegus pubescens (Toledo, et al., 1984). En la asociación pino-encino, encontramos especies como Pinus pseudostrabus, Pinus hartwegii, Pinus montezumae Lamb, Pinus oocarpa, y Pinus michoacana, var cornuta. Entre las especie de encino destacan Quercus castanea Nee, Quercus laeta, Quercus laurina y Quercus obtusata.

### 2.3.- Características del Suelo.

El 61.8% de las tierras de Pichátaro, presentan un relieve de tipo volcánico erosivo denudatorio, con una fase de montaña y con una fase de pie de monte (Toledo y Barrera, 1983). La litología de la primera, se refiere a coladas lávicas masivas de fracturamiento escaso y moderado, de permeabilidad mediana y alta, e intemperismo profundo; la fase de pie de monte, es la zona de transición entre la montaña y el valle; esta subunidad actúa como captadora de aguas, alimentando a los mantos freáticos, en ellas se localizan manantiales como los de Cananguío y Puerto Pomio (Toledo y Barrera op. cit.).

La zona que rodea a Pichátaro se distingue por ser una sierra volcánica con llanuras (valles intermontaños) (Trinidad y Odon, 1984), y esto ha conferido al suelo de la región características muy particulares por derivarse de cenizas volcánicas.

Estos suelos de origen volcánico (andosoles), se caracterizan por la presencia de alófono, que es un compuesto poroso de gran superficie, lo que permite alta permeabilidad, con gran cantidad de intra-agregaciones de óxidos de fierro, y

Esta agricultura de humedad se logra principalmente gracias al tipo de suelo, el cual tiene una textura suelta y fina, que conserva la humedad residual que cae en forma de lluvias, neblinas y rocíos, y a las humedades provocadas por el relieve y la topografía. La agricultura de humedad, se realiza por arriba de los 2300 m y es característica de pueblos como el de Pichátaro y otras comunidades serranas de la Meseta Tarasca (Mapes, et al., 1990), donde se desarrolla una agricultura de temporal, principalmente en las planicies y laderas de los valles intermontaños, en los cuales se cultiva principalmente el maíz.

En este tipo de agricultura, se realizan dos ciclos productivos. El que va de marzo a diciembre, y el de agosto a marzo. En el primer ciclo, la siembra se realiza en marzo y abril, en los terrenos que se siembran en "año y vez" (cuando las parcelas se cultivan un año y se dejan descansar otro), de esta manera se garantiza que para noviembre y diciembre la mazorca del maíz se encuentra ya desarrollada y se evita el efecto de las heladas, más fuertes en estos meses. En el segundo caso, se siembra en mayo en los "ekuaros" (huertos familiares), para obtener cosechas entre agosto y septiembre.

De esta manera, la agricultura tradicional ha predominado como la principal actividad productiva enfocada hacia la subsistencia. En algunos casos se llegan a producir excedentes, los cuales, se comercializan principalmente en los mercados regionales de Pátzcuaro y Quiroga, así como en los pueblos aledaños (Lise y Pietri, 1973).

En los últimos años, los campesinos han notado rendimientos decrecientes en sus cosechas, debido a lo que parece

manganeso, este material determina un pH ácido y una alta capacidad de fijación de fósforo (Fassbender, 1975).

Por otro lado, los andosoles, son arcillas amorfas que contienen un silicato de aluminio con capacidad de retener aniones, especialmente fosfatos, y presentan además una baja mineralización de la materia orgánica.

La alta permeabilidad de los suelos, se debe también a sus texturas medianas, con tendencia hacia las gruesas. Su coloración va de café claro a oscuro, con dominio de este último debido a su origen geológico y al alto contenido de materia orgánica, lo cual les confiere una gran capacidad de intercambio catiónico y una alta fertilidad natural, con excepción de la escasez de fósforo que los limita para su explotación agrícola (Tavera, D. 1984). Localmente se les conoce como "t'upuri", cuando son de color café y de textura gruesa y media; y "charanda", cuando son rojos y de textura fina.

Como el suelo tiene tendencia a la acidez (pH menor de 5.5), el aluminio y el fierro se vuelven solubles y se combinan con los iones de fosfato para formar compuestos insolubles que no son aprovechados por las plantas cultivadas (Ortiz y Ortiz, 1984). Estas características provocan problemas de baja fertilidad agrícola en los suelos de la región.

### **3. Estrategia de Manejo Agrícola.**

En esta región, la estrategia del proceso agrícola se lleva a cabo bajo el sistema llamado "agricultura de humedad", que se caracteriza por el especial aprovechamiento que hacen los campesinos del agua residual en los suelos.

ser una fatiga de suelo. Afirman que esto es una consecuencia del abuso de fertilizante químico y la desaparición de los períodos de descanso de la tierra (Núñez, 1989), además de que año con año, se ha incrementado el sistema de siembra en monocultivo, que tiende a ser el sistema agrícola predominante.

Es fácil notar que el desarrollo de la agricultura en Pichátaro, al igual que en otras muchas comunidades, atraviesa por un proceso de transformación y tecnificación agrícola, pero que aun así, hay campesinos que se resisten a adoptar por completo estos cambios, que en conjunto acarrean una serie de modificaciones no sólo culturales, sino también sociales y por consiguiente, afectan el sistema de manejo agroecológico.

En Pichátaro, al igual que en el resto de los pueblos de la cuenca, la agricultura, que es la ocupación principal, se encuentra combinada con otras actividades productivas, como las artesanías, la explotación del bosque y el trabajo asalariado (Mapes, op. cit.). El calendario agrícola, consiste en una secuencia de actividades de diferente ritmo, intensidad y duración, relacionadas con las diferentes tareas de cultivo. Estas coinciden además con el calendario de fiestas religiosas (Medina et al., 1986).

De esta manera, el campesino principia el ciclo agrícola con el barbecho (Tarhentani) en las tierras cultivadas de "año y vez" en los meses de septiembre y octubre.

### 3.1. Barbecho.

Por lo general, el barbecho se efectúa con yunta, arado egipcio o de vertedera de fierro. La actividad consiste en

voltear la superficie arable hasta una profundidad aproximada de unos 30 cms., y romper los terrones grandes con el objeto de ventilar la tierra, destruir los insectos patógenos e incorporar los restos de la cosecha anterior, así como de las malezas, que son aprovechadas como abono para las plantas.

### **3.2. Limpia, Quema y "Cruza".**

Estas tres actividades se realizan en forma simultánea. La limpia y quema consiste en cortar y juntar con macheta y rastrillo todo el material vegetal que se encuentra en la parcela, con él se forman hileras en dirección al viento para prenderles fuego.

La "cruza" es la primera práctica del ciclo de los terrenos cultivados año con año; consiste en pasar el arado en sentido perpendicular a los realizados con anterioridad. Los terrenos previamente barbechados también se cruzan. Esta labor se lleva a cabo en los meses de enero y febrero, su función es la misma que la del barbecho, además de "esponjar" la tierra ayuda a retener mejor la humedad.

### **3.3. Selección de la Semilla.**

La selección de la semilla para la siembra, se hace durante el almacenaje del grano cosechado. Y consiste en seleccionar las mazorcas de maíz más grandes, de mejor aspecto y que tengan el grano más grande. Algunas de estas mazorcas son colgadas para adornar las "trojes" (silos o graneros), y son símbolo de prestigio y "buena mano". El desgrane del maíz es manual y se practica comúnmente durante la luna llena, e inclusive algunos agricultores prefieren sembrar también en ese momento (Ramírez,

1987).

Para la siembra se eligen los granos de la parte central de las mejores mazorcas. Parte de estas semillas son sembradas en los ekuaros (huertos familiares) o parcelas cercanas a sus casas, por ser lugares que reúnen condiciones óptimas para la producción, estos sitios son sumamente fértiles ya que son abonados regularmente, son regados con frecuencia y se les cuida más por la cercanía con la casa. Los huertos constituyen una forma de mantener un banco de germoplasma permanente.

### 3.4. El Abonado Natural.

Durante el tiempo que las parcelas no son trabajadas, estas son utilizadas por los campesinos para que en ellas, pascen el ganado, el cual a la vez que limpia el terreno, lo abona su excremento.

Otro método consiste en tener un corral semimóvil que se coloca sobre el área del terreno que se quiere abonar. En él se encierran principalmente borregos. Durante el año, el campesino observa el crecimiento de la milpa y localiza aquellas partes donde el maíz muestra un desarrollo débil; cuando esta área se encuentra en descanso, coloca el corral en los espacios en donde hace falta el abono, y cada día después de que los borregos pastan, los mete al corral para que durante la noche abonen la tierra. Cada determinado tiempo mueve el corral a otro espacio que lo requiera.

### 3.5. Siembra "Juskani".

En las zonas más altas y frías se realiza regularmente en la segunda quincena de marzo. Se comienza sembrando en las "Joyas",



terrenos más húmedos y sombreados, continuando con los "planos" y "laderas", terrenos más soleados, y terminando con la siembra en las tierras bajas, durante los meses de abril y mayo (Beals, 1946). Siempre se cultivan primero las parcelas más alejadas y paulatinamente las demás.

Para sembrar se utiliza de preferencia el arado egipcio o el de doble vertedera. Una persona va abriendo el surco, y otra, generalmente un niño, va atrás colocando las semillas en el fondo de los surcos y tapándolas con el pie. Luego, otra persona aplica sobre los surcos una mezcla de fertilizante químico con tierra (generalmente, fosfato de amonio 18-46(80-90-0)). Por último, viene otro yuntero con un arado egipcio tirado por caballos, los que tienen una "orejera" atravesada (saliente de madera perpendicular al arado), que sirve para tapar ligeramente con tierra las semillas. Para tapar las semillas en los lugares con poca humedad, el arado egipcio con orejera es sustituido por un tronco que corre perpendicular al surco, de modo que arrastra tierra, tapando la semilla con una capa más somera que la que el arado egipcio con orejera, vierte sobre las semillas.

La distancia entre surcos y plantas varía entre 80 y 85 cm aproximadamente. Cuando se siembra maíz asociado con frijol, este último es colocado entre cada dos surcos de maíz; (Núñez, 1989).

El maíz utilizado para la siembra, generalmente es maíz criollo y proviene de la selección previamente descrita.

### **3.6. Escarda.**

La escarda se realiza durante los meses de junio y julio, y se lleva a cabo al comienzo de la temporada de lluvias, con el

arado egipcio con reja. Consiste en quitar las plantas arvenses que en este periodo de crecimiento del maíz pueden perjudicarlo al competir con él por los nutrimentos y luz. También se hace para desenterrar larvas e insectos nocivos y para acumular tierra alrededor de los maíces y proporcionarles sostén. En este periodo, el maíz tiene aproximadamente 30 cm de altura.

Durante la escarda, también se levantan las plantas de maíz que se caen al paso de la yunta y se les quita la tierra acumulada encima; además, se resiembran aquellas partes donde aun no ha germinado el cultivo. En este momento se hace una segunda aplicación de fertilizante químico.

### 3.7. Segunda Escarda o "Segundeada".

Se realiza entre el mes de julio y agosto, cuando el cultivo tiene entre 80 cm y 1 m de altura. Esta operación se lleva a cabo regularmente con el arado tipo egipcio. El procedimiento es el mismo que en la primera escarda, arrimando la tierra a las matas para favorecer el desarrollo de las raíces adventicias y dar más sostén a las plantas de maíz.

### 3.8. Chaponeo.

Consiste en cortar con una guadaña las malezas que hay entre el maíz; esta técnica está indicada para el momento en que las plantas de maíz están ya crecidas y sus raíces (que están muy extendidas), pueden ser arrastradas, ó destruídas por el arado. Esta labor se efectua en tiempos muy variables, principalmente en el periodo de lluvias.

En el chaponeo, las arvenses no solo se cortan por ser competidoras del maíz; algunas son recolectadas por ser fuente de

alimento o por ser medicinales.

### 3.9. Avena y Trigo.

Durante julio y agosto los camoesinos tambien realizan la labor de sembrar dos cultivos mas: avena (*Avena sativa*.L) y trigo (*Triticum aestivum*.L). con la finalidad de tener recursos alternativos en caso de que el maiz haya sido atacado por una plaga, arrastrado por una creciente, o simplemente no se alcanzo a sembrar a tiempo. La avena es sembrada en los espacios vacios de las milpas que han sido dañadas se usa como alimento verde y en grano, para el ganado; el trigo, para fabricar harina para consumo humano.

### 3.10. Cosecha del Maiz o "Pizca".

La cosecha (p'ikunskua) se inicia desde mediados de noviembre en las partes más cercanas a la comunidad. En los ekuaros, se realiza antes, entre agosto y septiembre.

En la "pizca", participa toda la familia, con la concurrencia de otros parientes, compadres, mujeres y niños pequeños (Alvarez, 1988).

Para cosechar se usa un instrumento llamado "pizcador", que es una especie de navaja, sin filo, con la punta doblada. Cuando la mazorca esta en alto, se dobla el tallo, con el pizcador se rasgan las vainas que cubren la mazorca "totomoxtle", se jalan hacia abajo, de manera que los granos quedan al descubierto (mazorca desvestida), y se rompe la mazorca por el tallo de la misma mediante un quiebre rapido. Mientras mejor desvestida este la mazorca, será mas facil desprenderla (Mapes, et al. 1990; Nuñez, 1989).

Las mazorcas son depositadas en el " chunde" (canasto de fibras duras que se cuelga en la espalda y que puede guardar unos 70 Kg de mazorca) y posteriormente, son depositadas en costales que se llenan totalmente y se amarran para su traslado y almacenado al tapanco de las trojes.

La cosecha de avena y trigo se realiza entre los meses de enero y marzo, aunque hay cosechas tempranas entre noviembre y diciembre, porque gran parte de estos cereales se utilizan como forraje verde. Estos cultivos se cortan con la "guadaña", y se van amarrando en manojos. Después se transportan a las trojes y se ponen en un lugar asoleado para que se sequen y sea más fácil el desgrane.

#### 4. Justificación del Trabajo.

El presente trabajo se realizó dentro del proyecto de Ecología Química y manejo de recursos del Instituto de Fisiología Celular y se hizo en colaboración con el centro de Ecología y el "Programa de Aprovechamiento Integral de Recursos" (PAIR). Los cuales plantearon la posibilidad de una evaluación integral del manejo del recurso natural en la Cuenca del Lago de Pátzcuaro, Michoacán enfocándose a problemas relacionados con plagas de bosque, suelos y prácticas agrícolas tradicionales; en este último tema se desarrolló el presente trabajo.

Las razones por las cuales fue elegida la comunidad de San Francisco Pichátaro, Mich., son las siguientes:

- 1.- Es un lugar donde se utilizan las técnicas tradicionales en las prácticas agrícolas.
- 2.- Existe el interés y la disposición de algunos campesinos del lugar ella, de colaborar con el trabajo.
- 3.- Se han presentado crecientes problemas de plagas y malezas en las parcelas cultivadas del lugar.
- 4.- El lugar es cercano a Pátzcuaro y se llega fácilmente a él.

#### 5. Objetivos Generales.

Los principales objetivos de este trabajo fueron:

- a) Conocer la estrategia general del manejo agrícola tradicional en el lugar elegido.
- b) Evaluar la dinámica de arvenses que aparecen en asociación con los sistemas de monocultivo y policultivo.
- c) Observar la interacción entre arvenses y especies cultivadas en ambos sistemas de cultivo.

d) Evaluar la producción agrícola obtenida con el sistema tradicional.

### 5.1. Objetivos Específicos.

a) Evaluar la biomasa total de arvenses en el sistema de monocultivo y policultivo.

b) Determinar los índices de similitud tanto en la diversidad taxonómica (Sørensen), como en la distribución de biomasa (Motyka) de las arvenses asociadas con los monocultivos y policultivos.

c) Estimar la producción en ambos sistemas, evaluando la interrelación entre especies cultivadas.

d) Valorar el contenido de compuestos secundarios con actividad biológica en las arvenses dominantes y más representativas, tanto en los monocultivos como en los policultivos.

e) Estimar el daño producido por el "gusano trozador" (*Agrotis* sp.) en los diferentes tratamientos de mono y policultivo.

f) Comparar el suelo en cuanto a su composición orgánica y elementos básicos al final del ciclo agrícola.

## 6. Metodología.

### 6.1. Entrevistas.

Se realizó una serie de entrevistas a los campesinos de Pichátaro, con la finalidad de obtener información más precisa y directa acerca de sus técnicas tradicionales de cultivo. Estas entrevistas fueron de tipo abierto, aunque dirigidas principalmente a las labores agrícolas, en particular al manejo que hacen del suelo y al conocimiento que tienen de las arvenses. También se observaron las actividades agrícolas particulares, como la técnica de tapar la semilla arrastrando un tronco durante la siembra, la estrategia del "chaponeo", en vez de una segunda escarda, y otras actividades productivas que la comunidad realiza como la resinación del bosque, la elaboración de artesanías, tallado de madera etc., así como el trabajo asalariado.

Con la información obtenida, se elaboró un calendario de actividades en el campo, tomando en cuenta los tiempos del manejo agrícola tradicional.

-febrero y marzo; realización de encuestas de tipo abierto.

-abril; observación y participación en la siembra y fertilización; realización del primer muestreo de suelo.

-mayo; continuación de las encuestas.

-junio; primer muestreo de arvenses.

-agosto; segundo muestreo de arvenses y segundo muestreo de suelo.

-septiembre; tercer muestreo de arvenses.

-noviembre y diciembre; cosecha de los cultivos en los diversos tratamientos y tercer muestreo de suelo.

## 6.2. Diseño Experimental.

Para dar respuesta a los objetivos planteados, se llevó a cabo un experimento que involucró a 3 cultivos : maiz, frijol y amaranto.

El terreno donde se realizó el experimento es propiedad del señor Leovigildo Matías; este lugar es de temporal y se siembra año con año, por lo que la última cosecha fue de avena y la posterior a ésta, fué de maiz.

El terreno se encuentra en una pendiente de aproximadamente 7°, a dos kilómetros al noroeste del pueblo de Pichátaro; limita al norte con la carretera que va a Cherán, al sur con otros terrenos de cultivo, al oeste con un bosque de pino y al este lo cruza el camino que va a Cherán.

El terreno es malo, según el agricultor, debido a que hay una alta incidencia de malezas, principalmente del "andán" (*Simsia amplexicaulis*), de animales como la tuza, y ultimamente, del gusano trozador (*Agrotis* sp), además, se nota una pérdida de fertilidad del suelo.

En el experimento, se utilizó un diseño de bloques completos al azar, con siete tratamientos, y cuatro repeticiones, distribuidas al azar en los cuatro bloques (FIG. 3); en total se tuvieron 28 subparcelas.

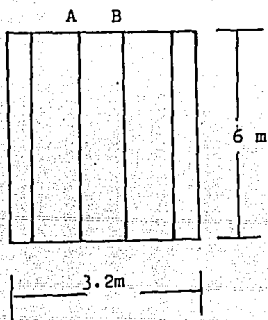
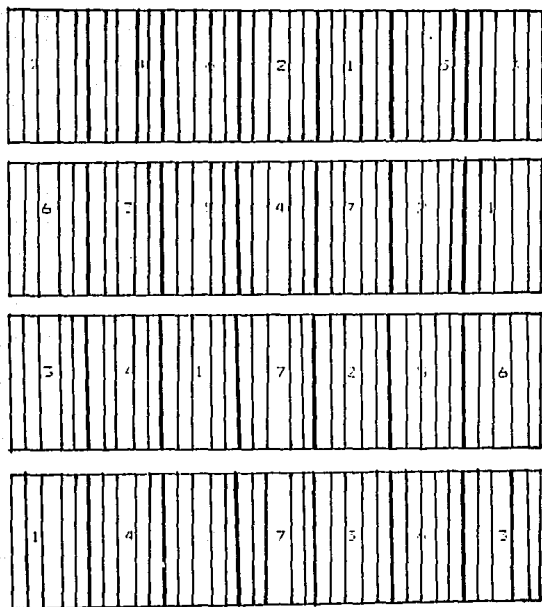
Los 7 tratamientos fueron:

- 1.- Monocultivo de maiz.
- 2.- Monocultivo de frijol.
- 3.- Monocultivo de amaranto.
- 4.- Policultivo de maiz-frijol.
- 5.- Policultivo de maiz-amaranto.
- 6.- Policultivo de frijol-amaranto.
- 7.- Policultivo de maiz-frijol-amaranto.



FIGURA 3

Diseño Experimental



Tratamientos:

- 1.- Monocultivo de Maiz.
- 2.- Monocultivo de frijol.
- 3.- Monocultivo de amaranto.
- 4.- Policultivo maiz - frijol.
- 5.- Policultivo maiz - amaranto.
- 6.- Policultivo frijol - amaranto.
- 7.- Policultivo maiz - frijol - amaranto.

Las dimensiones totales de la parcela experimental fueron de 604 m<sup>2</sup> aproximadamente; cada subparcela consistió de cuatro surcos, con una longitud de seis metros; la distancia entre surco y surco fue de 80 cm.

Entre cada bloque hubo una separación de 1 metro ("calle"), con la intención de poder desplazarse entre los bloques, y disponer de un espacio para observaciones y facilidad para la toma de muestras. A los costados oeste y sur de la parcela experimental se sembró un área con maíz con la finalidad de proteger el experimento.

### 6.3. Desarrollo del experimento.

El terreno se preparó de la manera tradicional en septiembre de 1990; primero se limpió de rastrojo, juntándolo en montones dentro del mismo terreno, para luego quemarlo; de esta manera se facilitan las labores de cultivo. En octubre se barbechó el terreno y quedó listo para la siembra que se realizó en el mes de abril. Por indicaciones del dueño del terreno, los surcos se hicieron en sentido diagonal a la pendiente, esta decisión se tomó con base en la forma en que el señor Leovigildo sembró la cosecha anterior que fue transversal. Se utilizó un arado de madera jalado por un par de caballos guiados por un campesino, se sembró la semilla, se tapó con el sistema llamado de arrastre, en el cual un caballo arrastra un tronco perpendicularmente a los surcos para tapar la semilla. Según los campesinos, esto se hace para que se conserve mejor la humedad en el suelo.

Para delimitar la zona de trabajo se utilizó un cordel que se colocó en el sentido de los surcos, indicando la distancia entre

los bloques; estos fueron marcados con estacas de madera.

En los tratamientos de monocultivo, se sembraron tres semillas cada 50 centímetros. Para el amaranto se sembró a "chorrillo".

En los tratamientos de asociación, las semillas de maíz y frijol, así como las de frijol y amaranto se colocaron juntas para que el frijol pudiera enredarse y tener sostén.

En el tratamiento de maíz y amaranto, los cultivos se sembraron a una distancia de 50 centímetros entre sí.

Se utilizó una variedad criolla de maíz para valles altos de la misma región; el frijol sembrado recibe el nombre de huasharito (*Phaseolus vulgaris*), variedad no determinada originaria también de la región; en el caso del amaranto se utilizó semilla de *Amaranthus hypochondriacus*.

Al momento de sembrar se fertilizó con fosfato de amonio 18-46(80-90-0), aplicando una cantidad equivalente a un puño de la mano, a un lado de la semilla.

#### 6.4. Arvenses.

Se realizaron 3 muestreos de arvenses durante el ciclo agrícola: el primero fue el 17 de junio, el segundo, el 12 de agosto y el último el 23 de septiembre de 1990.

Los muestreos se llevaron a cabo en los dos surcos internos de cada subparcela ("parcela útil"), los cuales se denominaron surco A y surco B; se eliminaron los dos surcos externos; también se eliminó 1 m de cada extremo de los 2 surcos internos para evitar el efecto de borde (FIG 3).

Los surcos A y B se marcaron cada metro, quedando en cada

surco un total de 4 metros. Se utilizó una tabla de números aleatorios, para elegir 1 de los 4 m de cada surco (A y B) en cada una de las subparcelas que corresponden a las repeticiones de cada tratamiento. En los muestreos siguientes se tuvo cuidado de no repetir los sitios ya muestreados, para evitar que la perturbación causada por el muestreo previo, alterara de alguna manera los datos que iban a tomarse de producción de biomasa de arvenses, y perturbara el propio banco de semillas.

El muestreo se realizó con la ayuda de cuadros de madera de 1m de lado. Se colectaron todas las plantas dentro del cuadro, las cuales fueron extraídas del suelo con todo y raíz; se colocaron en bolsas de plástico negro, etiquetadas, con el número de parcela, bloque, tratamiento y surco (A o B). Posteriormente, en el laboratorio se separaron individualmente las especies, se colocaron en bolsas de papel etiquetadas con los datos ya mencionados, incluyendo ahora el nombre común de la especie o clave de la especie, y se secaron en una estufa a una temperatura de 70°C, durante 48 a 76 horas. Paralelamente, se montaron ejemplares de herbario para su determinación taxonómica. Por último, se determinó el peso seco de cada especie.

#### 6.5. Producción.

Para medir la producción de cultivos de cada tratamiento, se pesó la parte vegetativa y las semillas, según el tipo de cultivo que se tratase, de las plantas cosechadas en la parcela util descrita para las arvenses, en cada repetición de cada tratamiento.

### 6.5.1. Maíz.

Se cosechó primero la parcela útil de cada repetición donde se encontraba el maíz, tomándose únicamente la mazorca y depositándola en bolsas de papel previamente etiquetadas con el número de parcela, el tratamiento y el bloque; después en el laboratorio se separó la semilla y se midió su peso seco.

### 6.5.2. Frijol.

Se cosecharon las vainas y guías de la planta de frijol de la parcela útil en cada repetición por tratamiento. El frijol en monocultivo, se dejó crecer sin colocar estacas, como lo hace el agricultor. En el momento de la cosecha, el frijol se arrancó con todo y raíz, para después sacudirlo y de esta manera obtener la semilla.

El frijol en asociación, presentó dificultad para su cosecha ya que éste, se enreda en el otro cultivo; por ello fue necesario desprenderlo manualmente. Se cortaron las plantas enteras y se pusieron en bolsas de papel etiquetadas. En el laboratorio se separaron las vainas, la guía del frijol y la semilla, para pesarlas por separado. Asimismo, se tomaron porcentajes del daño ocasionado por plagas, con base en el número de vainas dañadas.

### 6.5.3. Amaranto.

En el caso de este cultivo, se cosecharon las panojas de las parcelas útiles; se colocaron también en bolsas de papel etiquetadas, y después en el laboratorio, se sacudieron las panojas para separar y limpiar la semilla y luego, pesarla.

#### 6.6. Colecta de Insectos.

Como actividad paralela al ciclo del cultivo, se hicieron colectas periódicas de diversos organismos, presentes tanto en el suelo, como en las plantas de cultivo (en las hojas o el tallo), estos fueron principalmente, larvas e insectos que se fijaron en alcohol al 70% para su posterior identificación.

#### 6.7. Muestreo de Suelos.

Se perforaron pozos de 40 cm de profundidad, en las 4 repeticiones de cada tratamiento; en cada pozo se tomaron 2 muestras, una de 0 a 20 cm y otra de 20-40 cm de profundidad. Así, por cada tratamiento se obtuvieron cuatro muestras de suelo a ambas profundidades. Se mezclaron las 2 muestras de igual profundidad, se homogenizaron manualmente y cuando estaban perfectamente mezcladas, se tomó una sola muestra de un kilogramo, para cada profundidad.

Las muestras fueron analizadas para determinar pH, porcentaje de materia orgánica, potasio (K+), calcio (Ca++), nitrógeno (N), fósforo (P), magnesio (Mg++), capacidad de intercambio catiónico (CIC) y textura. Los análisis se realizaron en el laboratorio de Análisis Químicos del Centro de Ecología de la U.N.A.M.

#### 6.8. Datos Climáticos.

Los datos climáticos fueron proporcionados por la "Red de Conservación de Suelos y Agua", del Campo Estatal Forestal y Agropecuario "B" (CEFAP), y corresponden a la estación meteorológica de Pichátaro, que se encuentra al este del pueblo. Los datos obtenidos de precipitación, temperatura y evaporación,

corresponden al periodo 1986-1990. Solo se obtuvieron datos de temperatura a partir del mes de julio de 1988, cuando se adquirió un termómetro para la estación meteorológica. Con estos valores se elaboró un climograma.

#### 6.9. Índice de Diversidad de Shannon-Weaver e Índices de Similitud de Sørensen y Motyka.

El concepto sobre diversidad de especies considera el hecho de que las distintas poblaciones se encuentran interactuando tanto entre sí, como con el medio, lo cual se refleja en el número de especies presentes y en su abundancia relativa (Mc Naughton, 1977). Por lo tanto, la diversidad de la comunidad se refiere en general a los patrones de distribución ya sea de individuos, biomasa, o productividad de las especies. Según Odum (1972), la relación entre el número de especies y los "valores de importancia" de dichas especies (gran cantidad de individuos, biomasa grande, gran productividad, etc...) se designa como índice de diversidad de especies.

Para los fines de este trabajo, se calculó la diversidad con el Índice de Diversidad de Shannon-Weaver, que maneja tanto el número de especies como su abundancia en unidades de biomasa. También otro de los elementos utilizados es el Índice de Similitud de Sørensen, que compara entre sí dos áreas (en este caso, diferentes tratamientos) y se basa en las especies que son comunes a las dos áreas, expresando que tan similares son (en porcentaje) (Sørensen, 1984).

Para complementar al anterior, se calculó también el índice de similitud de Motyka, que integra valores cuantitativos

(biomasa), comparando dos áreas, de las especies comunes a dichas áreas. (el índice de Motyka es en si una derivación del de Sörensen).

Para calcular estos índices se usaron los datos de frecuencia absoluta y relativa, densidad absoluta y porcentaje de biomasa de las especies de arvenses.

Las especies de arvenses recolectadas y clasificadas dentro de las parcelas del experimento durante el ciclo agrícola se enlistan en la pagina 43.

Las fórmulas de los índices se presentan en el apéndice.

#### 6.10. Bioensayos en el Laboratorio.

Con el fin de evaluar el contenido de compuestos secundarios con actividad biológica (potencial alelopático), en las principales especies arvenses, se realizó en el laboratorio una serie de bioensayos con cuatro especies que el campesino menciona como más agresivas al cultivo: Simsia amplexicaulis (Cav.) Pers., llamada comunmente "Andan", Avena fatua o "Avena silvestre", Bidens odorata (Cav.) conocida como "Malva" y por último una gramínea Digitaria leucites (Willd), que le llamamos "Pasto terso".

La bioactividad de los lixiviados acuosos, de estas 4 arvenses, se probó sobre el crecimiento radicular de Amaranthus hypocondriacus L., Echinochloa crusgalli L. y maíz criollo de Pichátaro.

Las hojas y las raíces frescas y secas se lixiviaron por separado en agua destilada durante 3 horas, en una proporción de 15 g en 100 ml, para el material fresco, y 1 g en 100 ml para el



seco.

Se filtró el lixiviado, se midió su presión osmótica con un osmómetro de punto de congelación, para asegurar que su concentración no fuera muy elevada y dañará a las semillas de prueba. Cada lixiviado se mezcló con agar al 1.5% y se vació en cajas de petri, donde se pusieron a germinar las semillas con base en un diseño de bloques al azar con 4 repeticiones por tratamiento y 10 semillas por repetición. Las cajas se colocaron en una estufa de germinación a 27°C. El crecimiento radicular se midió a las 24 hrs. para Amaranthus y a las 48 hrs. para Echinochloa y el maíz criollo (Anaya, 1990). Los resultados se procesaron mediante un ANOVA.

Los tratamientos fueron los siguientes:

Plantas frescas:

- 1.- Control de agua destilada.
- 2.- Lixiviado de parte aérea de "andán".
- 3.- Lixiviado de raíz de "andán".
- 4.- Lixiviado de parte aérea de "avena".
- 5.- Lixiviado de raíz de "avena".
- 6.- Lixiviado de parte aérea de "malva".
- 7.- Lixiviado de raíz de "malva".
- 8.- Lixiviado de parte aérea de pasto "terso".
- 9.- Lixiviado de raíz de pasto "terso".

Plantas secas:

- 1.- Control de agua destilada.
- 2.- Lixiviados de parte aérea de "andán".
- 3.- Lixiviados de raíz de "andán".
- 4.- Lixiviados de parte aérea de avena.
- 5.- Lixiviados de raíz de "avena".
- 6.- Lixiviados de parte aérea de "malva".
- 7.- Lixiviados de raíz de "malva".
- 8.- Lixiviados de parte aérea de pasto "terso".
- 9.- Lixiviados de raíz de pasto "terso".

"Las especies arvenses recolectadas y clasificadas dentro de las parcelas del experimento durante el ciclo agrícola se enlistan a continuación."

FAMILIA

GENERO Y ESPECIE

Amaranthaceae	<i>Amaranthus hybridus</i> L.
Carvovillaceae	<i>Spergula arvensis</i> L.
Commelinaceae	<i>Commelina pallida</i> Willd.
Compositae	<i>Bidens odorata</i> Cav.
Compositae	<i>Eriogon longipes</i> DC.
Compositae	<i>Galinsoga paviflora</i> Cav.
Compositae	<i>Gnaphalium viscosum</i> H.B.K.
Compositae	<i>Melanodidum perfoliatum</i> (Cav.) H.B.K.
Compositae	<i>Piqueria trinervis</i> Cav.
Compositae	<i>Simsia amplexicaulis</i> (Cav.) Pers.
Compositae	<i>Tagetes micrantha</i> Cav.
Cucurbitaceae	<i>Sicyos deppii</i> G. Don.
Cruciferae	<i>Rephanus raphanistrum</i> L.
Gramineae	<i>Avena fatua</i> L.
Gramineae	<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers.
Gramineae	<i>Digitaria leucites</i> (Trin.) Henr.
Gramineae	<i>Digitaria ternata</i> (A. Rich.) Stapf.
Gramineae	<i>Setaria geniculata</i> (Lam.) Beauv.
Hydrophyllaceae	<i>Phacelia platycarpa</i> (Cav.) Spreng.
Labiatae	<i>Salvia clinopodioides</i> Kunth.
Labiatae	<i>Stachys agraria</i> C. & S.
Leguminosae	<i>Trifolium amabile</i> HBK.
Liliaceae	<i>Allium longifolium</i> Spreng.
Onagraceae	<i>Lopezia miniata</i> Lag.
Oxalidaceae	<i>Oxalis corniculata</i> Mart. et Gal.
Oxalidaceae	<i>Oxalis decaphylla</i> HBK.
Pteridaceae	<i>Pteridium aquilinum</i> Kuhn.
Rubiaceae	<i>Borreria verticillata</i> (L.) G. Meyer.
Solanaceae	<i>Physalis prinzabae</i> Dunal.
Umbelliferae	<i>Tauschia decumbens</i> (Benth.) C. & P.
Verbenaceae	<i>Verbena teucriifolia</i> Mart. et Gal.

## 7. Resultados y Discusión.

### 7.1. Datos climáticos.

En el cuadro No. 1 se presentan los datos climáticos registrados para Pichátaro de 1986 a 1990.

La temperatura, según los datos de los 2 1/2 años en que se midió, fluctúa entre 11.2 y 17.6°C (figura 4).

El promedio de precipitación, muestra un descenso en 1987 y 1988, y un incremento considerable en 1990; mientras que la evaporación, tiene un ligero incremento en los últimos 3 años.

Los datos registrados en 1990, confirman que el régimen de lluvias se presenta de mayo a septiembre, (figura 5), teniendo un máximo en el mes de junio.

En agosto y septiembre, la precipitación equivalió a un 50% aproximadamente de la precipitación de junio, los campesinos comentaron que, ese año, había caído demasiada agua, y la temporada de lluvias fue más larga, lo que lógicamente afectó a las cosechas.

### 7.2. Análisis Estadístico de la Biomasa Total de Arvenses.

En el cuadro 2, se presentan los valores promedio de la biomasa de arvenses, por tratamiento, repetición y época de muestreo.

Las fuentes de variación consideradas en el análisis fueron: tratamientos, épocas e interacción épocas x tratamientos. Los resultados del análisis se presentan en el cuadro 3.

La tabla del ANOVA muestra que existen diferencias significativas de la biomasa total de arvenses para cada una de las fuentes de variación consideradas.

CUADRO 1

DATOS CLIMATICOS REGISTRADOS PARA  
SAN FRANCISCO PICHATARO, MICH.

	1986			1987			1988			1989		1990	
	Temp. (C)	Pp. (mm)	Evap. (mm)	Temp. (C)	Pp. (mm)	Evap. (mm)	Temp. (C)	Pp. (mm)	Evap. (mm)	Pp. (mm)	Evap. (mm)	Pp. (mm)	Evap. (mm)
Ene	11,7	15	119,8	11,2	36,4	112,2	11,8	6,8	125,5	4,8	122,2	41,85	118,7
Feb	12,1	39,5	166,5	12,1	19,9	115,6	14	3	141,5	0,2	136	52,92	120,7
Mar	12,9	0	179,1	13,6	23,8	190,6	13,6	45,6	162,6	0	218,1	18,6	198,7
Abr	16,5	19,7	191,8	14,9	4	189,1	15,5	0,4	212,1	0	245	18	210,3
Mayo	17,5	23,8	218,5	16,5	6,2	216,6	18	0	281,8	21,6	232,2	89,9	183,8
Jun	16,3	185,6	103,5	17,4	100,6	132,6	17,6	140	167,7	79,6	160,9	322,2	157,2
Jul	15,9	154,7	114,8	16,8	235,4	133,1		0		221	152,8	256,1	120,3
Agos	16	184,9	124,5	17,1	229,6	103,8		206,4	108,8	191,4	55,1	147,3	129,9
Sept	16,3	205,7	98,7	17	104	135,9		175,4	129,9	273,6	156,1	174,6	110,7
Oct	14,9	135,4	98,8	14,5	33	138,6		61,6	127,7	81	121,5		
Nov	14,5	35,8	95,4	13,9	39,4	110,4		0,8	113,1	11,6	98,3		
Dic	12,4	3,8	106,8	13,5	3,9	94,6		1,4	112,5	36,2	94,3		
X	14,5	83,65	134,9	14,87	69,68	139,4	15,08	58,3	153	76,75	149,4	124,6	150

Figura 4

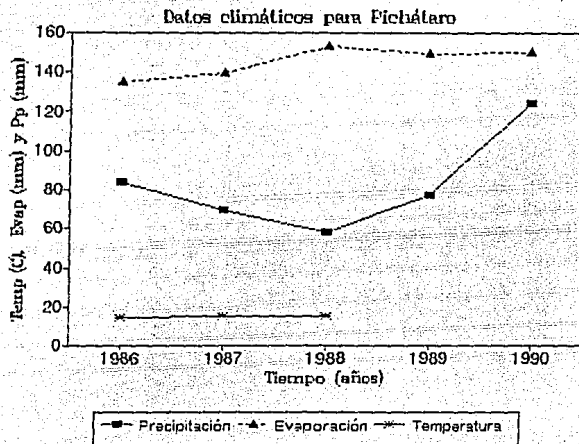
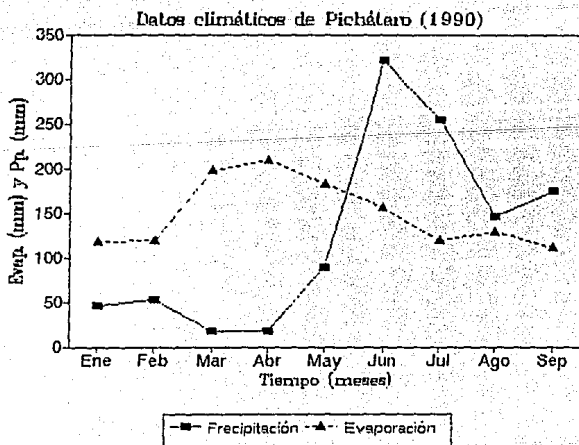


Figura 5



Las diferencias encontradas entre las épocas de muestreo son lógicas, pues las arvenses se empiezan a desarrollar al principio de la época de lluvia y alcanzan su mayor crecimiento al final de esta (septiembre).

Una consideración importante es que durante el cultivo, no se realizó la segunda escarda, lo que permitió un desarrollo ininterrumpido de arvenses, y así, cuando se realizó el tercer muestreo (septiembre), su biomasa era considerable. Por ejemplo, en el caso del monocultivo de amaranto se observa un 163% de incremento en la biomasa de arvenses en el 2° muestreo en comparación con el 1er muestreo y un 977% en el 3° muestreo. El amaranto en monocultivo fue el tratamiento que presentó la mayor biomasa de arvenses en el 3° muestreo (Figura 6).

En el frijol en monocultivo, la biomasa de arvenses se incrementó un 40%, del primero al segundo muestreo. Sin embargo, en el maíz en monocultivo hay un descenso del 20% entre los 2 primeros muestreos lo que puede ser atribuido al trabajo de la primera escarda, y muy probablemente, a la influencia del maíz sobre las arvenses, determinada por su densidad y la sombra que produce y por la interferencia que ejerce.

Comparando la segunda y tercera épocas de muestreo, hay en general, un incremento notable en la biomasa de arvenses en los tres monocultivos; el más significativo, se presenta en el monocultivo de amaranto: 5.3 veces más que en el del maíz, y 4.8 veces más que en el del frijol.

Respecto a los policultivos, (figura 7), comparando junio y agosto, también hay un incremento en la biomasa de cada uno de los tratamientos, principalmente para frijol-amaranto (83%), que

CUADRO 2  
BIOMASA DE ARVENSES POR REPETICION TRATAMIENTO Y EPOCA DE MUESTREO (gr/m<sup>2</sup>).

TRATAMIENTO	REPETICION	EPOCA 1 JUN-90	EPOCA 2 AGO-90	EPOCA 3 SEPT-90
Maiz	1	42.41	32.66	32.34
	2	32.31	37.86	255.91
	3	54.15	52.23	31.55
	4	88.77	47.33	110.57
	$\bar{x}$	54.41	42.33	107.57
Frijol	1	36.74	262.87	16.69
	2	94.28	12.91	220.86
	3	89.22	88.11	38.07
	4	73.54	50.17	201.72
	$\bar{x}$	73.44	103.51	119.33
Amaranto	1	46.60	156.75	428.84
	2	49.80	98.95	1101.33
	3	63.90	120.38	547.27
	4	52.34	183.04	213.41
	$\bar{x}$	53.16	139.78	572.71
Maiz - Frijol	1	40.0	87.39	82.28
	2	39.34	28.58	8.43
	3	65.30	42.25	129.11
	4	20.63	78.29	70.75
	$\bar{x}$	41.31	59.12	72.64
Maiz - Amaranto	1	44.48	36.40	48.09
	2	35.51	69.54	140.85
	3	36.85	17.60	59.0
	4	47.10	47.18	23.48
	$\bar{x}$	40.98	42.68	67.85
Frijol - Amaranto	1	42.09	96.47	230.13
	2	50.79	154.01	77.11
	3	66.12	99.65	270.83
	4	60.76	52.79	39.37
	$\bar{x}$	54.94	100.73	154.36
Maiz - Frijol - Amaranto	1	57.41	47.21	110.84
	2	38.20	87.35	264.16
	3	67.30	59.77	79.01
	4	50.72	86.20	42.58
	$\bar{x}$	53.40	70.13	124.14

CUADRO 3

ANALISIS DE VARIANZA (BIOMASA)

FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	F-radio	F-Tablas	
					0.05	0.01
TRATAMIENTOS	6	355500.6	59250.09	5.86*	2.25	3.12
EPOCAS	2	226313.1	113156.6	11.19*	3.15	4.98
TRATAMIENTOS POR EPOCAS	12	441996.2	36833.01	3.64*	1.92	2.50
ERROR	63	636886.6	10109.31			
TOTAL	83	1660690	20008.39			

\* Significativo al 1%



Figura 6  
Biomasa promedio de arvenses  
en los monocultivos

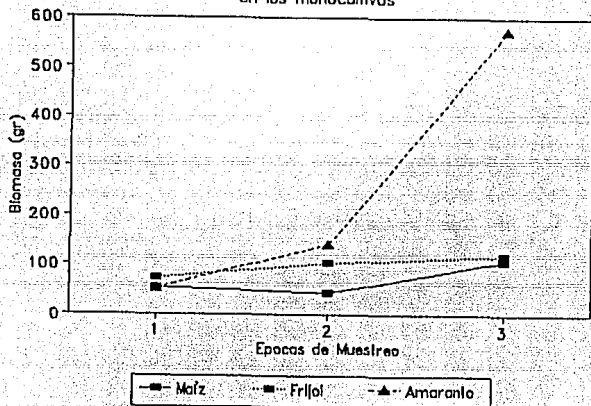
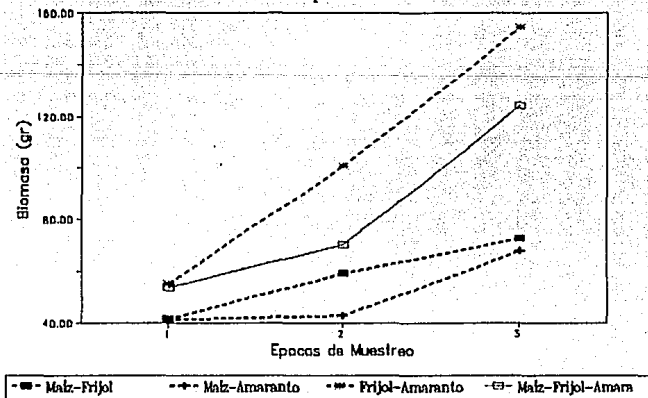


Figura 7  
Biomasa promedio de arvenses  
en los policultivos



resultó dos veces mayor que el de maíz-amaranto.

En la tercera época, comparada con la segunda, la biomasa de arvenses aumentó en los cuatro policultivos; el tratamiento de frijol-amaranto presentó el mayor incremento: 1.2 veces más que el de maíz-frijol-amaranto, 2.1 veces más que el tratamiento de maíz-frijol y 2.2 más que el de maíz-amaranto.

Comparando la biomasa de arvenses en los monocultivos y policultivos, se ve que la mayor acumulación se presenta en los monocultivos. La época en que más se nota esto, es en septiembre, cuando la biomasa promedio de arvenses en los monocultivos fue 2.5 veces mayor que en los policultivos.

Lo anterior es algo que esperábamos encontrar, pues en general, los policultivos son capaces de tener un mayor control sobre las arvenses, en comparación con los monocultivos.

#### **7.2.1. Comparaciones múltiples de Duncan y Newman-Keuls.**

Para obtener mayor información sobre la dinámica de arvenses en los diferentes tratamientos se procedió a analizarlos mediante las comparaciones múltiples de Duncan y Newman-Keuls.

Esto se realizó, con la biomasa total de arvenses en las 3 épocas de muestreo, y se obtuvieron diferencias significativas entre ellas, lo que corroboró los resultados del primer análisis.

Estas pruebas indican la fuente específica de variación en el monocultivo de amaranto, el que presentó una biomasa de arvenses significativamente mayor que la del maíz y el frijol. Una posible explicación de esto se encuentra en los problemas que esta planta tuvo desde su siembra. Su semilla es de germinación rápida, pero requiere humedad constante y estar cerca de la superficie del

suelo.

Por las observaciones hechas durante el periodo de germinación, la semilla de amaranto, no contó con la suficiente humedad, por lo que fué necesaria una resiembra en todos los tratamientos que la incluían. A pesar de la resiembra, sólo germinó un 15% aproximadamente y en algunas parcelas no hubo germinación. Es posible que la falta de humedad no haya sido el unico factor adverso para el establecimiento de este cultivo; otro factor importante fue la profundidad a la que se sembró la semilla; como que en esta región la humedad se conserva en capas más profundas del suelo, el amaranto fué sembrado a una profundidad excesiva y las plántulas no pudieron emerger completamente, sólo aquellas que estuvieron más cerca de la superficie lo lograron.

Debido a la escasa densidad de plantas de amaranto, las semillas de las arvenses, pudieron desarrollarse y establecerse sin la interferencia del cultivo; por ello, se notó una alta variedad de especies, y sobre todo, la dominancia de algunas.

Otro elemento importante fue la precipitación, que favoreció a todas las plantas en general y particularmente, a las arvenses, las cuales pudieron llegar sin obstáculos a su madurez y a su máxima biomasa en el monocultivo de amaranto.

Es importante señalar que los campesinos hacen mención a este problema desde hace tiempo, por eso, el cultivo del amaranto en la zona ya casi no se practica, pues su desarrollo es pobre, lo invaden muchas malezas y requiere de mucha mano de obra. Es necesario realizar un estudio más amplio al respecto, con el fin de conocer las causas reales del abandono de este cultivo en el

lugar.

Para profundizar más en el análisis de los resultados se procedió a realizar un nuevo ANOVA, pero ahora agrupando los tratamientos en los 5 siguientes bloques:

A) Formado por los tratamientos de maíz, frijol, maíz-frijol, maíz-amaranto, frijol-amaranto y maíz-frijol-amaranto (excluyendo el monocultivo de amaranto).

B) Los tratamientos asociados exclusivamente con amaranto: amaranto en monocultivo, maíz-amaranto, frijol-amaranto y maíz-frijol-amaranto.

C) Policultivos que incluyen solamente amaranto (maíz-amaranto, frijol-amaranto y maíz-frijol-amaranto).

D) Los tratamientos en policultivos (maíz-frijol, maíz-amaranto, frijol-amaranto y maíz-frijol-amaranto).

E) Monocultivos de maíz y frijol y la asociación maíz-frijol.

Los resultados sobresalientes del análisis estadístico para el grupo A (cuadro 4) muestran que las variaciones se presentan en la biomasa de arvenses por épocas. La comparación múltiple (Duncan y Newman-Keuls), corrobora que las variaciones se deben especialmente a la tercera época de muestreo.

No se presentaron variaciones entre los tratamientos, lo que indica que el monocultivo de amaranto (ausente en estas comparaciones), es el responsable de las diferencias entre tratamientos (figura 6).

Apoyando lo anterior, el análisis estadístico para el grupo B, (cuadro 5), el cual sí incluye al monocultivo de amaranto, indica, una vez más, que existen diferencias significativas entre pocas, y entre tratamientos. Asimismo, la interacción épocas por

CUADRO 4

## ANALISIS DE VARIANZA (Bloque A)

FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	F-radio	F-tablas	
					0.05	0.01
TRATAMIENTOS	5	28215.95	5643.18	1.50	2.40	3.41
EPOCAS	2	37530.21	18765.1	5.0*	3.18	5.06
TRATAMIENTOS POR EPOCAS	10	10950.25	1095.025	0.29	2.02	2.70
ERROR	54	202632.9	3752.461			
TOTAL	71	279329.3	3934.216			

\* Significativo al 1%

CUADRO 5

## ANALISIS DE VARIANZA (Bloque B)

FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	F-radio	F-tablas	
					0.05	0.01
TRATAMIENTOS	3	297099	99033.02	6.89*	2.86	4.38
EPOCAS	2	285427.8	142713.9	9.93*	3.26	5.25
TRATAMIENTOS POR EPOCAS	6	366943.3	61157.22	4.25*	2.36	3.35
ERROR	36	517628.3	14378.56			
TOTAL	47	1477098	31214.86			

\* Significativo al 1%

tratamientos es muy vigorosa y resulta también significativa.

Al analizar las comparaciones múltiples (Duncan y Newman-Keuls), se sigue observando el comportamiento inicial de acumulación de biomasa en la tercera época de muestreo de las arvenses, con respecto a la primera y segunda. En el caso de los tratamientos, las variaciones vuelven a centrarse en el tratamiento de amaranto en monocultivo.

En el grupo C, el ANOVA (cuadro 6) muestra diferencias significativas, tanto para épocas como para tratamientos. En la comparación múltiple (Duncan y Newman-Keuls), se puede ver que las diferencias significativas se presentan entre los tratamientos de maíz-amaranto y frijol-amaranto, mientras que la asociación maíz-frijol-amaranto no difiere de los dos primeros.

En la figura 7, se muestra la biomasa promedio de arvenses en los policultivos; en cada época de muestreo existe una mayor biomasa de arvenses en los tratamientos maíz-frijol-amaranto y frijol-amaranto, desde la primera época de muestreo; esta diferencia en la biomasa de arvenses se va incrementando hasta ser muy evidente en el 3er muestreo, en especial en el policultivo frijol-amaranto. Los policultivos maíz-frijol y maíz-amaranto, tienen una biomasa de arvenses mucho menor.

El análisis del grupo C, indica que la asociación maíz-amaranto es la que ejerce mayor control sobre las arvenses, y que esto se debe principalmente al efecto de interferencia del maíz.

Las variaciones entre épocas se dieron entre el primer y el tercer muestreo, y como se mencionó anteriormente, la ausencia de la segunda escarda, seguramente fué el factor determinante para que las arvenses se desarrollaran tanto.

CUADRO 6

ANALISIS DE VARIANZA (Bloque C)

FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	F-radio	F-tablas 0.05	F-tablas 0.01
TRATAMIENTOS	2	17004.53	8502.266	2.75*	3.35	5.49
EPOCAS	2	26926.62	13463.31	4.36*	3.35	5.49
TRATAMIENTOS POR EPOCAS	4	5629.88	1407.472	0.46	2.73	4.11
ERROR	27	83373.64	3086.913			
TOTAL	35	132934.7	3798.134			

\* Significativo al 1%

CUADRO 7

ANALISIS DE VARIANZA (Bloque D)

FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	F-radio	F-tablas 0.05	F-tablas 0.01
TRATAMIENTOS	3	21014.59	7004.826	2.68*	2.86	4.38
EPOCAS	2	26762.41	1338.2	5.12*	3.26	5.25
TRATAMIENTOS POR EPOCAS	6	7768.912	1294.819	0.49	2.36	3.35
ERROR	36	94174.67	2615.963			
TOTAL	47	149720.6	3185.544			

\* Significativo al 1%

CUADRO 8

ANALISIS DE VARIANZA (Bloque E)

FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	F-radio	F-tablas	
					0.05	0.01
TRATAMIENTOS	2	10460.72	5230.359	1.19	3.35	5.49
EPOCAS	2	12472.03	6236.013	1.42	3.35	5.49
TRATAMIENTOS POR EPOCAS	4	3977.309	994.3273	0.23	2.73	4.11
ERROR	27	118917.3	4404.345			
TOTAL	35	145829.4	4166.497			



El análisis de varianza para el grupo D (los 4 policultivos) se muestra en el cuadro 7, donde se observan diferencias significativas entre tratamientos y entre épocas.

Las comparaciones múltiples de Duncan y Newman-Keuls, indican diferencias significativas entre los tratamientos maíz-frijol y maíz-amaranto, en comparación con frijol-amaranto. Nuevamente debe mencionarse la falta de germinación del amaranto, como un hecho que pudo haber sido "aprovechado" por las arvenses para invadir el espacio que el cultivo no ocupó.

Por otro lado, aunque el frijol forma una buena cobertura en el suelo, con la que puede interferir el crecimiento de las arvenses, no fue suficiente para controlarlas, al grado que lo hicieron los tratamientos de maíz-frijol y maíz-amaranto (figuras 6 y 7), donde la presencia del maíz fue con seguridad, determinante.

El análisis de varianza del grupo E, no mostró diferencias significativas (cuadro 8), la biomasa promedio por tratamiento y época varía muy poco y sólo en el policultivo maíz-frijol se hace ligeramente evidente (figuras 6 y 7).

### 7.3. Índice de Diversidad de Shannon-Weaver y de Similitud de Sørensen y de Motyka.

Al aplicar este índice de diversidad, se observó que durante el experimento, la diversidad de especies de arvenses va disminuyendo en la mayor parte de los tratamientos, a medida que transcurre el ciclo agrícola (cuadro 9).

En la primera época de muestreo, la diversidad entre tratamientos es muy similar; esto, probablemente está determinado

CUADRO 9

INDICE DE DIVERSIDAD DE SHANNON-WEAVER

Tratamiento	Epoca 1	Epoca 2	Epoca 3
Maiz	1.93	2.02	1.25
Frijol	1.99	1.39	1.05
Amaranto	1.9	1.66	0.95
Maiz-Frijol	1.77	1.88	1.42
Maiz-Amaranto	1.75	1.44	1.72
Frijol-Amaranto	2.0	1.64	1.35
Maiz-Frijol-Amaranto	1.92	1.78	1.64

por la homogeneidad del banco de semillas de arvenses en el suelo de la parcela; al caer las primeras lluvias y recién iniciada la siembra, las semillas germinan en toda la superficie del suelo, con probabilidades similares de desarrollo; en ese momento aun no se dejaba sentir la influencia de los diversos tratamientos (mono y policultivos) sobre la comunidad de arvenses, puesto que las plantas cultivadas apenas iniciaban su desarrollo.

En la segunda época de muestreo, hay dos tratamientos que muestran un aumento en la diversidad de arvenses: el monocultivo de maíz y el policultivo maíz-frijol; en los demás tratamientos se observa una disminución de la diversidad, pues aunque aparecieron nuevas especies que germinaron gracias a las precipitaciones de semanas anteriores a este segundo muestreo, éstas tenían poca biomasa, lo que aunado al efecto del primer deshierbe, no incrementó los valores de diversidad.

En la tercera época de muestreo, la diversidad disminuye en todos los tratamientos; el valor más bajo se presentó en el monocultivo de amaranto, siguiéndole el de frijol y el de maíz. Dentro de los cultivos asociados, el de menor diversidad fue el de frijol-amaranto, y después el de maíz-frijol. Una probable explicación de esto, es que el crecimiento a ras del suelo del frijol pudo haber afectado el desarrollo de ciertas arvenses.

Quizás lo más importante, es que aunque hay una tendencia al aumento en el número de especies de arvenses a medida que avanza el ciclo agrícola, la biomasa de estas se concentra en las dominantes y más agresivas (Simsia amplexicaulis (Cav.) pers., Bidens odorata (Cav.), Avena fatua, Digitaria leucites (Willd)). Esto se pudo ver más claramente en los monocultivos.

CUADRO 10

INDICE DE SIMILITUD DE Sørensen (Iss)

INDICE DE SIMILITUD DE Motyka (Ism)

		Epoca 1		Epoca 2		Epoca 3	
TRATAMIENTO		Iss	Ism	Iss	Ism	Iss	Ism
MAIZ	Frijol	80	72	79	35	81	63
	Amaranto	75	70	73	37	74	27
	Maiz-Frijol	73	68	80	66	65	62
	Maiz-Amaranto	86	73	74	62	92	48
	Frijol-Amaranto	76	79	72	43	77	72
	Ma-Fri-Amar	82	74	76	58	75	37
FRIJOL	Amaranto	79	70	82	66	84	33
	Maiz-Frijol	71	58	84	53	72	56
	Maiz-Amaranto	80	65	83	49	86	44
	Frijol-Amaranto	80	76	76	58	85	73
	Ma-Fri-Amar	71	73	85	67	78	30
AMARANTO	Maiz-Frijol	68	72	75	49	61	17
	Maiz-Amaranto	75	72	82	43	79	14
	Frijol-Amaranto	80	84	76	70	77	38
	Ma-Fri-Amar	72	78	72	50	72	11
MAIZ - FRIJOL	Maiz-Amaranto	66	69	84	71	64	61
	Frijol-Amaranto	73	69	73	55	78	51
	Ma-Fri-Amar	80	75	86	68	54	41
MAIZ - AMARANTO	Frijol-Amaranto	81	71	80	56	80	41
	Ma-Fri-Amar	77	69	89	55	80	25
FRIJOL - AMARANTO	Ma-Fri-Amar	78	81	74	56	71	29

$$Iss = (2C/A + B) \times 100$$

C = No. de especies comunes a las 2 áreas.

A = No. de especies del área A.

B = No. de especies del área B.

$$Ism = 2Jn/(An + Bn) \times 100.$$

Jn = Suma de los valores de biomasa menores de las especies comunes a las 2 áreas.

An = Suma de los valores de biomasa de todas las especies del área A.

Bn = Suma de los valores de biomasa de todas las especies del área B.

Los resultados obtenidos para los índices de similitud de Sørensen y Motyka se presentan en el cuadro 10.

Los valores del índice de Sørensen muestran que los tratamientos son muy similares en cuanto a la diversidad taxonomica de las arvenses (debe recordarse que este índice maneja número de especies comunes); los valores obtenidos oscilan alrededor del 73%, y la similitud se mantiene a lo largo de todo el ciclo agrícola.

Como se comentó anteriormente, al iniciarse el cultivo, el desarrollo de las arvenses se manifiesta de manera más o menos homogénea en todos los tratamientos, pero conforme pasa el tiempo, las diferencias se hacen evidentes, cuando se evalúa la biomasa acumulada de arvenses en cada tratamiento.

En el cuadro 10, pueden apreciarse las diferencias de biomasa de arvenses en especial en la época 3, el entre monocultivo de Amarantho y los demás tratamientos.

Por otro lado, el índice de Motyka, indica que existe menor similitud entre los diferentes tratamientos y que las diferencias van creciendo a lo largo del ciclo agrícola, a medida que se acumulan diferentes cantidades de biomasa de arvenses en los distintos tratamientos.

#### **7.4. Número de Especies de Arvenses.**

En el cuadro 11 se pueden observar los resultados obtenidos en relación al número de arvenses en los tratamientos y épocas.

Los resultados del ANOVA con estos números, muestran diferencias significativas entre épocas y en la interacción épocas-tratamientos. Esto concuerda con la información obtenida

CUADRO 11

NUMERO DE ESPECIES POR TRATAMIENTO REPETICION Y EPOCA

TRAT.	REPET.	JUNIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE
Maiz	1	13	13	22
	2	10	11	16
	3	12	15	14
	4	15	14	14
	$\bar{x}$	12.5	13.25	16.5
Frijol	1	11	13	13
	2	13	16	14
	3	14	15	15
	4	15	15	15
	$\bar{x}$	13.25	14.75	14.25
Amaranto	1	14	18	16
	2	13	16	11
	3	11	17	21
	4	15	15	18
	$\bar{x}$	13.25	16.5	16.5
Maiz - Frijol	1	11	17	10
	2	12	15	7
	3	13	15	15
	4	13	13	11
	$\bar{x}$	12.25	15	10.75
Maiz - Amaranto	1	11	16	15
	2	10	13	19
	3	14	15	19
	4	10	17	16
	$\bar{x}$	11.25	15.25	17.25
Frijol - Amaranto	1	14	15	11
	2	14	11	11
	3	14	16	16
	4	13	17	12
	$\bar{x}$	13.75	14.75	12.5
Maiz - Frijol - Amaranto	1	14	14	18
	2	15	16	13
	3	12	17	15
	4	14	15	17
	$\bar{x}$	13.75	15.5	15.75

CUADRO 12

ANALISIS DE VARIANZA (No. DE ESPECIES)

FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	F-radio	F-tablas	
					0.05	0.01
TRATAMIENTOS	6	14.39286	2.398809	2.04	2.25	3.12
EPOCAS	2	24.25595	12.12798	10.32*	3.15	4.98
TRATAMIENTOS POR EPOCAS	12	36.03571	3.002976	2.55*	1.92	2.50
ERROR	63	74.0625	1.175595			
TOTAL	83	148.747	1.792133			

\* Significativo al 1%

por medio de los índices en el sentido de que nuevas especies de arvenses pueden ir apareciendo en todos los tratamientos, pero que la substitucion de unas por otras mantiene el número de especies muy similar. Lo único diferente es que algunas de ellas acumulan mayor biomasa y son dominantes. Las comparaciones múltiples (Duncan y Newman-Keuls), muestran variaciones en el número de especies entre los tratamientos de maíz-frijol, maíz-frijol-amaranto y el monocultivo de amaranto (cuadro 12).

### 7.5. Especies Arvenses Importantes, Reportadas como más Agresivas al Cultivo.

Con base en los datos de porcentaje de biomasa y frecuencia absoluta de las arvenses en cada tratamiento y época de muestreo (cuadro 13), las especies más importantes fueron: "andan" (*Sisymbrium amplexicaule* (Cav.) Pers., "avena silvestre" *Avena fatua*, "malva" *Bidens odorata* (Cav.), y por último una gramínea que le llamamos "pastro terso" (*Digitaria leucites* (Willd), las que tuvieron un 100% de biomasa y entre un 25% y 100% de frecuencia.

#### Bioensayos en el laboratorio.

Los resultados de los bioensayos realizados con los lixiviados de las principales arvenses con el fin de valorar su potencial alelopático, se pueden observar en las figuras 8 a 12.

En general, los lixiviados de plantas frescas (15%) no tuvieron efectos significativos sobre las semillas de prueba, excepto los lixiviados de raíz de malva y pastro terso que estimularon significativamente al crecimiento radicular del amaranto (39%); y el de la parte aérea de malva que inhibió un 26% el crecimiento radicular de *Echinocloa*.



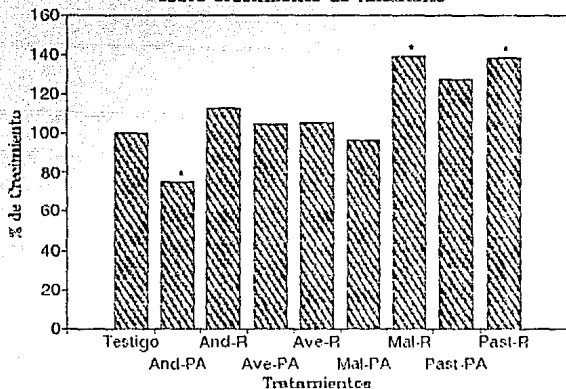
CUADRO 13

FRECUENCIA Y PORCENTAJE DE BIOMASA DE LAS  
ESPECIES MAS COMUNES EN LOS TRATAMIENTOS

TRAT.	ESPECIES	1° MUESTREO		2° MUESTREO		3° MUESTREO	
		%BIO	FREC	%BIO	FREC	%BIO	FREC
MAIZ	ANDAN	29.23	100	20.61	87.5	61.66	100
	AVENA	8.16	87.5	8.87	25	0.23	50
	MALVA	19.42	100	20.81	100	17.08	100
	PASTO	7.14	25	6.01	25	0.8	25
FRIJOL	ANDAN	25.72	100	51.30	100	39.23	100
	AVENA	10.31	87.5	0.53	75	0.25	25
	MALVA	18.43	100	19.25	100	49.21	100
	PASTO	7.49	37.5	0.65	37.5	0	0
AMARANTO	ANDAN	32.66	100	39.73	87.5	63.67	100
	AVENA	12.95	100	4.14	62.5	1.03	100
	MALVA	14.40	87.5	27.57	100	27.91	100
	PASTO	2.28	28	3.31	25	1.39	25
MAIZ - FRIJOL	ANDAN	25.96	100	18.45	87.5	33.74	100
	AVENA	17.73	87.5	4.46	62.5	0	0
	MALVA	10.27	87.5	31.98	100	31.99	100
	PASTO	0	0	7.30	25	0.12	25
MAIZ - AMARANTO	ANDAN	18.22	87.5	18.36	100	8.36	100
	AVENA	8.17	100	3.92	50	3.15	25
	MALVA	29.26	100	52.80	100	41.58	100
	PASTO	0.99	25	1.94	25	3.32	25
FRIJOL - AMARANTO	ANDAN	31.70	100	30	100	48.48	100
	AVENA	13.87	87.5	2.54	75	1.81	75
	MALVA	17	100	40.02	100	29.38	100
	PASTO	0	0	0	0	0	0
MAIZ - FRIJOL - AMARANTO	ANDAN	29.51	100	33.42	87.5	19.61	100
	AVENA	19.99	100	4.73	50	0.58	75
	MALVA	14.73	100	19.95	100	7.22	75
	PASTO	0	0	6.41	12.5	0	0

Figura 8

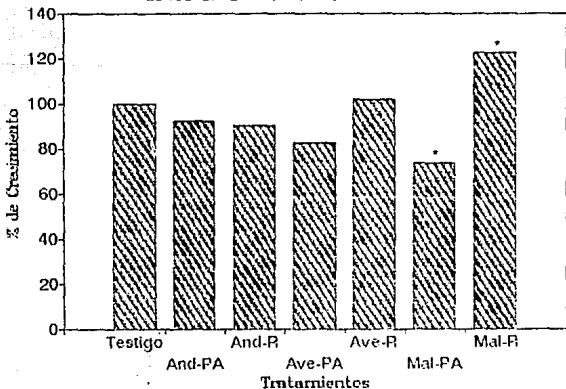
Lixiviados de plantas arvenses frescas  
sobre crecimiento de Amaranto



\*Significancia al 1 %

Figura 9

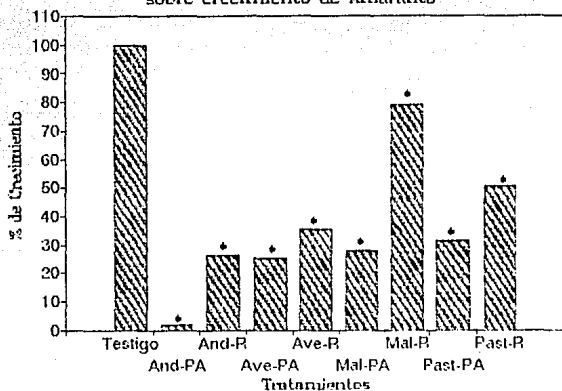
Lixiviados de plantas arvenses frescas  
sobre crecimiento de Echinochloa



\*Significancia al 1 %

Figura 10

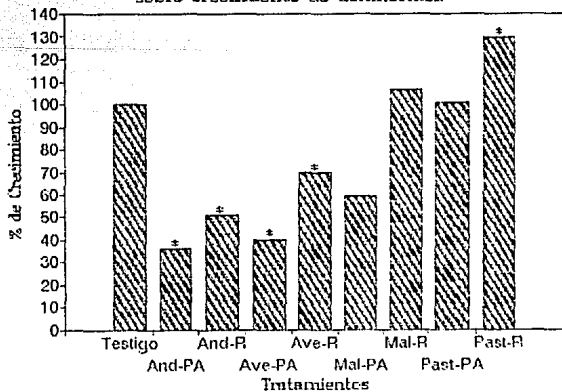
Lixiviados de plantas arvenses secas sobre crecimiento de Amarantho



\* Significancia al 1 %

Figura 11

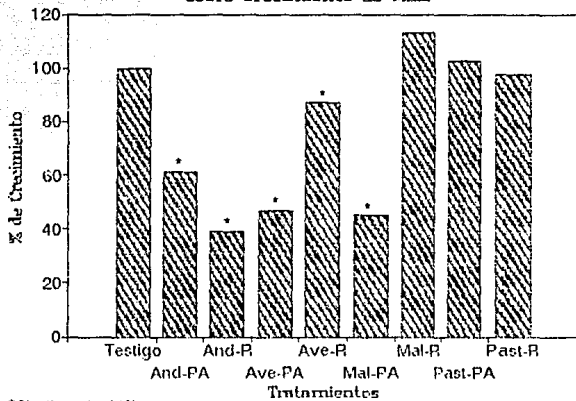
Lixiviados de plantas arvenses secas sobre crecimiento de Echinochloa



\* Significancia al 1 %

Figura 12

Lixiviados de plantas arvenses secas  
sobre crecimiento de Maiz



\*Significancia al 1%

Los lixiviados de plantas secas (1%) fueron mucho más activos probablemente por ser un material donde se concentran más los metabolitos secundarios. La mayor parte de estos lixiviados, inhibieron el crecimiento radicular de ambas especies, en especial el del amaranto. La parte aérea de *Simsia* (Andán), inhibió el 100% del crecimiento de esta especie y la raíz un 70%.

Los tratamientos que más inhibieron el crecimiento radicular de *Echinochloa* fueron la parte aérea del andán y la de malva. Mientras que la raíz de la gramínea lo estimuló un 30%.

Los efectos fitotóxicos de plantas secas sobre el crecimiento radicular de maíz, fueron causados principalmente por los siguientes tratamientos: raíz de andán, parte aérea de malva, parte aérea de avena y parte aérea de andán.

Las demás arvenses no tuvieron un efecto alelopático significativo.

Los resultados de estos experimentos, indican el probable significado ecológico de las interacciones químicas que se establecen entre las diversas plantas que comparten el espacio en el agroecosistema, ya que algunas de ellas contienen aleloquímicos que bien pudieran manifestar su potencial en condiciones naturales, pues son las más abundantes, dominantes y agresivas; a su habilidad competitiva, pudiera sumarse el potencial alelopático, lo cual puede provocar una interferencia que perjudica doblemente al cultivo.

#### 7.6. Producción de cultivos en los diferentes tratamientos.

A continuación se presentan los resultados de producción.

### 7.6.1. Maíz.

En el cuadro 14, se muestran los resultados obtenidos para este cultivo en los cuatro tratamientos; la producción se valoró pesando por separado el grano y el olote, y calculando el porcentaje de grano dañado.

Con los datos de producción de grano se realizó el ANOVA (cuadro 15), el cual muestra que no hay diferencias significativas entre los diferentes tratamientos. Esto estuvo seguramente determinado por el error experimental, que fue muy alto. A pesar de ello, es fácil observar que existió una mayor producción en el monocultivo de maíz, siguiéndole el policultivo maíz-amaranto (90% del total obtenido en el monocultivo); el de maíz-frijol (60%), y finalmente, maíz-frijol-amaranto (36%).

La baja producción de maíz en el policultivo maíz-frijol-amaranto, puede deberse a la competencia, especialmente con el frijol; pero seguramente, lo que más contribuyó a esta baja producción, fue el gran número de arvenses y su biomasa considerable en este tratamiento.

Los datos del peso seco de olote, muestran que hay una relación proporcional de este parámetro, con el peso del grano (el olote representa aproximadamente entre el 20 y 27%).

El porcentaje de daño ocasionado principalmente por hongos, muestra cifras similares en tres tratamientos: maíz, maíz-frijol y maíz-frijol-amaranto, sólo en el de maíz-amaranto el porcentaje se eleva.

### 7.6.2. Frijol.

Para analizar la producción de frijol, se pesó por separado

la semilla y la parte vegetativa (vaina y guía). En el cuadro 16, se presentan los datos de producción obtenidos para los diferentes tratamientos. Con los valores de producción de semilla se realizó un análisis de varianza cuya tabla aparece en el cuadro 17.

El análisis muestra que no hay diferencias significativas entre los tratamientos. Pero nuevamente puede notarse que la producción más alta se da en el tratamiento de frijol-amaranto, y en el monocultivo de frijol, es decir, donde el frijol no tiene prácticamente competencia; en cambio, esta producción baja, en especial, en los tratamientos donde el maíz está presente.

Debe considerarse que la producción también se vio afectada por el ataque de plagas, principalmente el "picudo del ejote" (*Epicaerus operculatus*).

### 7.6.3. Amaranto.

En el caso del amaranto la producción se valoró pesando los granos y las panojas secas (cuadro 18), el análisis de varianza se observa en el cuadro 19.

El análisis mostró diferencias significativas entre los tratamientos.

Además de los problemas que se presentaron durante el ciclo con este cultivo, parece ser que el amaranto es muy sensible a la competencia con otros cultivos.

Posiblemente, la baja producción de amaranto se debió a: a) la escasa germinación por falta de humedad en el suelo, a pesar de la resiembra, b) la alta densidad de arvenses, especialmente en el monocultivo, y, por último, c) la asociación con otros

CUADRO 14

TABLA DE PRODUCCION DE MAIZ (gr/ m<sup>2</sup>)

TRATAMIENTO	REPETICION	GRANO TOTAL	OLOTE	% DE GRANO DAÑADO
Maiz	1	731.15	168.54	30.01
	2	693.37	119.16	22.17
	3	438.21	91.64	25.41
	4	305.77	54.92	5.22
	$\bar{x}$	542.12	108.56	20.7
Maiz-Frijol	1	195.44	43.28	22.57
	2	456.25	82.09	31.68
	3	163.8	34.02	14.67
	4	475.52	100.14	3.71
	$\bar{x}$	322.75	64.88	18.15
Maiz-Amaranto	1	511.26	114.43	50.58
	2	197.24	87.34	32.67
	3	881.1	258.01	12.57
	4	371.87	87.19	29.07
	$\bar{x}$	490.36	136.74	31.22
Maiz-Frijol-Amaranto	1	95.53	18.84	16.92
	2	429.52	119.02	10.56
	3	14.3	4.67	11.86
	4	240.85	45.05	34.78
	$\bar{x}$	195.05	46.89	18.51

CUADRO 15

## ANALISIS DE VARIANZA

(PRODUCCION DE MAIZ)

FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	F-radio	F-tablas 0.05	0.01
TRATAMIENTOS	3	302879.3	100959.8	2.16	3.49	5.95
ERROR	12	560623.8	46718.65			
TOTAL	15	863503.1	57566.87			



CUADRO 16

TABLA DE PRODUCCION DE FRIJOL (gr/m<sup>2</sup>)

TRATAMIENTO	REPETICION	GRANO TOTAL	VAINA Y GUIA
Frijol	1	127.46	294.89
	2	208.9	402.29
	3	342.9	346.26
	4	393.11	325.68
	$\bar{x}$	279.32	342.28
Maíz-Frijol	1	171.5	348.09
	2	182.14	387.36
	3	110.92	218.47
	4	394.23	444.27
	$\bar{x}$	214.7	349.54
Frijol-Amaranto	1	226.51	278.93
	2	310.4	158.62
	3	392.2	307.86
	4	352.3	633.44
	$\bar{x}$	320.35	344.71
Maíz-Frijol- Amaranto	1	285.1	276.05
	2	13.8	204.76
	3	250.23	317.29
	4	337.66	0
	$\bar{x}$	221.7	266.32

CUADRO 17

ANALISIS DE VARIANZA  
(PRODUCCION DE FRIJOL)

FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	F-radio	F-tablas 0.05	0.01
TRATAMIENTOS	3	30125.69	10041.9	0.77	3.49	5.95
ERROR	12	155878.3	12989.85			
TOTAL	15	186003.9	12400.26			

CUADRO 18

TABLA DE PRODUCCION DE AMARANTO (gr/m<sup>2</sup>)

TRATAMIENTO	REPETICION	SEMILLA	PANOJA
Amaranto	1	226.68	447.34
	2	27.58	70.92
	3	64.04	258.92
	4	177.64	329.71
	$\bar{X}$	124	276.6
Maiz-Amaranto	1	6.04	6.38
	2	19.46	32.45
	3	0	0
	4	0	0
	$\bar{X}$	6.37	12.2
Frijol-Amaranto	1	61.3	114.43
	2	121.48	333.45
	3	25.7	136.88
	4	0.47	17.06
	$\bar{X}$	52.23	150.45
Maiz-Frijol-Amaranto	1	11.66	53.73
	2	46.26	73.98
	3	0	0
	4	0	0
	$\bar{X}$	14.48	31.92

CUADRO 19

ANALISIS DE VARIANZA

(PRODUCCION DE AMARANTO)

FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	F-ratio	F-tablas 0.05	F-tablas 0.01
TRATAMIENTOS	3	34565.85	11524.95	3.81*	3.49	5.95
ERROR	12	36263.09	3021.924			
TOTAL	15	70828.94	4721.929			

\* Significativo al 1%

cultivos principalmente con el maíz. Un último factor a considerar, fue el ataque de las tuzas (*Geomys* sp.) a las plantas de amaranto, cuando estas ya estaban en estado juvenil.

#### 7.6.4. Producción Total.

El análisis de producción general, estima el total de la producción (gr/32 m<sup>2</sup>) de cada uno de los tratamientos considerando todos los cultivos (cuadro 20); se hizo también una extrapolación para calcular la producción en kg/h.

Considerando la producción total, el monocultivo de maíz fue el que tuvo mayores rendimientos, seguido muy de cerca por el de maíz-frijol y el de maíz-amaranto. La producción total en el policultivo con las tres especies resultó un 20% menor que la del monocultivo de maíz y la de frijol-amaranto. Entre los de más baja producción están, el monocultivo de frijol (48% menor) y el monocultivo de amaranto (77% menor).

La producción de maíz obtenida en el experimento, resultó 62% menor que la producción calculada para Pichatara por la S.A.R.H. (1760 kg/ha). En cambio, la producción de frijol resultó 64% mayor que el dato de esta Secretaría (213 kg/ha) (Nuñez, 1989). Por otro lado, Álvarez, (1988), menciona que el rendimiento promedio del maíz para Pichatara es de 900 kg/ha, lo que sitúa a la producción obtenida en el monocultivo de maíz, del experimento en 25% más abajo.

Es importante mencionar que, aunque la producción neta de maíz en monocultivo fue la mayor, la producción conjunta dentro de los cultivos combinados maíz-frijol y maíz-amaranto fue cercana a este valor.

CUADRO 20

TABLA DE PRODUCCION TOTAL

ESPECIES

TRATAMIENTO	MAIZ (gr/32m <sup>2</sup> )	FRIJOL (gr/32m <sup>2</sup> )	AMARANTO (gr/32m <sup>2</sup> )	TOTAL (gr/32m <sup>2</sup> )	EXTRAPOLACION (kg/ha)
MAIZ	2168.5			2168.5	677.65
FRIJOL		1117.3		1117.3	349.15
AMARANTO			495.94	495.94	155
MAIZ-FRIJOL	1291.01	858.79		2149.8	671.81
MAIZ-AMAR	1961.47		25.5	1987	620.93
FRI-AMAR		1281.41	208.95	1490.36	465.62
MA-FRI-AMAR	780.2	886.79	57.92	1725	539.06
TOTAL POR ESPECIE	6201.18	4144.29	788.31		

Esto permite hacer hincapie en el hecho de que en los policultivos, lo que se busca no es precisamente la maximización de la producción de una especie determinada, sino la producción diversificada.

#### B. Plagas y Enfermedades.

Aunque uno de los objetivos del trabajo era la evaluación de los daños producidos al maíz por el Gusano Trozador (*Agrotis* sp.), (este organismo es reportado por los campesinos como una plaga que aumenta año con año), durante el experimento, la plaga no se presentó, por lo que sólo se procedió a observar e identificar los principales insectos que aparecieron en los diferentes tratamientos durante el trabajo.

Las especies de insectos encontradas en los diferentes cultivos fueron:

Frijol: la "conchuela" (*Epilachna varivestis* Muls.) que ataca principalmente el follaje de esta planta. En la época de maduración del frijol, la semilla se vio atacada por el "picudo del ejote" (*Epicaurus operculatus* Sharp.).

Cabe citar que la presencia de estos organismos coincidió con una alta precipitación y humedad que caracterizaron al año del experimento.

Maíz: se encontraron organismos que consumen principalmente el follaje, por ejemplo *Diabrotica* sp.: las larvas de esta especie consumen las márgenes foliares o taladran la raíz, sin embargo no fue una plaga que ocasionara daños drásticos.

El principal daño sufrido por el maíz, fue ocasionado por el ataque de hongos al grano, que estuvo determinado especialmente

por la alta humedad que se mantuvo en las brácteas de la mazorca, debido a que la temporada de lluvias se prolongó en exceso. Los hongos encontrados fueron: *Gibberella* sp., *Penicillium* sp., *Aspergillus* spp. y *Physalospora zeae*, entre otras especies. El grano fue dañado hasta en un 20%. Estas infestaciones fueron favorecidas también, por el ataque de las aves que picotearon las mazorcas.

Por otro lado, las tuzas (*Geomys* sp) causaron un daño muy evidente, porque trozaron la caña del maíz en la etapa de desarrollo o en la de maduración, y además, al construir sus galerías, dejaron sin sostén a la planta, lo que la hizo más vulnerable a la acción del viento.

Amaranto: Al igual que el maíz, este cultivo fue atacado por la tuza, pero en cambio no se encontraron otras plagas que lo atacaran.

## 9. Suelo.

En el cuadro 21, se presentan las características físicas y químicas del suelo en las diferentes épocas de muestreo, y a las 2 profundidades consideradas. Los resultados se compararon siguiendo la clasificación de Moreno (1979). Al inicio del experimento, el pH era ligeramente ácido (6.5), el suelo era rico en materia orgánica (3.84%), medianamente pobre en calcio asimilable (4.95ppm), medianamente rico en potasio (95.50ppm), y mediano en fosfatos (9ppm) y nitrógeno total (0.104%).

Cuatro meses después (agosto), las características del suelo fueron las siguientes:

Con lo que respecta al pH, la acidez promedio se había

CUADRO 21

Características físicas y químicas de los suelos en las diversas profundidades y épocas de muestreo.

Abril 1990

Tratamiento	Prof. (cm)	pH	M.O. %	Na+ ppm	Ca+ ppm	Mg++ ppm	K+ ppm	PO4 ppm	N.T ppm	CIC meq/100g	Are %	Arc %	Lim %	Textura
-	0-20	6.4	3.96	-	345	-	113	10	0916	-	-	-	-	-
-	20-40	6.6	3.72	-	645	-	78	8	1269	-	-	-	-	-

Agosto 1990

Maíz	0-20	6.7	3.73	90	121	1055	353	6.7	1808	16.17	52	14	34	Mig Arc Are
	20-40	6.0	3.27	96	156	844	330	3.9	1425	16.11	54	14	22	Mig Arc Are
Frijol	0-20	5.8	3.23	82	126	529	349	4.0	1698	11.75	52	20	28	Mig Arc Are
	20-40	5.7	4.20	104	138	317	370	4.0	1819	10.99	50	18	22	Mig Arc Are
Amaranto	0-20	5.8	4.66	83	138	211	318	4.1	1823	9.88	48	20	22	Mig Arc Are
	20-40	5.7	3.59	91	121	317	318	4.1	1574	9.88	50	22	29	Mig Arc Are
Ma-Fri	0-20	5.6	3.27	85	138	422	387	4.1	1831	11.82	54	18	29	Mig Arc Are
	20-40	5.7	2.59	82	121	528	372	4.1	1576	11.79	54	20	26	Mig Arc Are
Ma-Amar	0-20	5.8	4.20	99	128	317	350	4.2	1970	10.91	52	24	24	Mig Arc Are
	20-40	6.7	3.83	110	121	739	361	4.2	1714	14.15	52	20	29	Mig Arc Are
Fri-Amar	0-20	6.2	3.87	86	121	739	414	2.8	1848	13.67	54	22	24	Mig Arc Are
	20-40	5.9	3.11	82	121	211	274	4.3	1461	8.90	50	19	26	Mig Arc Are
Ma-Fr-Ama	0-20	5.8	3.11	80	121	538	360	2.9	1987	11.74	52	24	24	Mig Arc Are
	20-40	5.8	2.95	102	191	108	373	7.2	1337	11.92	56	20	24	Mig Arc Are

(Continúa ...)

CUADRO 21 (Continuación)

Tratamiento	Prof. (cm)	pH 1:2.5	M.O. %	Na+ ppm	Ca+ ppm	Mg++ ppm	K+ ppm	PO4 ppm	N.T. ppm	CIC meq/100g	Are %	Arc %	Lim %	Textura
	0-20	6.4	3.96	345	-	-	113	10	0816	-	-	-	-	-
	20-40	6.6	3.72	645	-	-	78	8	1269	-	-	-	-	-
Noviembre 1990														
Maíz	0-20	7.0	4.04	99	121	422	344	4.9	1734	10.26	54	18	28	Mig Arc Are
	20-40	5.5	3.27	92	158	317	351	4.9	1606	11.75	54	14	32	Mig Arc Are
Frijol	0-20	7.3	4.35	98	138	211	391	3.5	1742	10.13	42	14	38	Arc Arenosa
	20-40	5.8	3.09	109	138	528	400	5.0	1614	12.94	50	14	36	Arc Arenosa
Amaranto	0-20	6.5	3.56	110	138	211	348	3.6	2014	10.07	50	16	34	Mig Arc Are
	20-40	5.3	3.42	114	158	317	391	5.0	1821	11.95	54	10	36	Mig Arc Are
Ma-Fri	0-20	5.4	3.58	92	104	317	367	13.1	1625	9.19	50	18	32	Mig Arc Are
	20-40	6.5	3.80	104	138	317	457	11.7	834	11.21	58	10	32	Mig Arc Are
Ma-Amar	0-20	5.1	4.14	100	138	211	377	12.9	2031	10.10	54	14	32	Mig Arc Are
	20-40	6.1	3.23	112	156	317	440	11.3	1769	12.07	60	12	28	Mig Arc Are
Fri-Amar	0-20	6.3	4.20	96	138	211	327	12.5	2169	9.92	52	16	32	Mig Arc Are
	20-40	6.4	3.23	146	158	422	628	10.9	1777	12.57	56	14	30	Mig Arc Are
Ma-Fr-Ama	0-20	6.3	3.27	101	138	317	463	10.8	1791	11.21	54	14	32	Mig Arc Are
	20-40	6.3	3.73	95	138	1116	390	10.6	1652	18.01	52	18	32	Mig Arc Are



incrementado a 5.9 (medianamente ácido) debido probablemente a las precipitaciones pluviales que añadieron cationes a la solución del suelo y disolvieron el amonio del fertilizante.

La materia orgánica comparada con el muestreo anterior, tuvo un ligero descenso (3.56%), excepto en el suelo con monocultivo de amaranto y maíz-amaranto, donde se mantuvo rico en ellas, tanto en la profundidad de 0-20 cm. como en la de 20-40 cm. Las variaciones se produjeron probablemente por la utilización de los elementos nutritivos del suelo por las plantas; este gasto fue parcialmente restituido por el aporte de materia orgánica a través del follaje de los cultivos y las arvenses.

En los monocultivos de maíz y amaranto, el porcentaje de materia orgánica en la profundidad de 0-20 cm. es ligeramente mayor que en la profundidad 20-40 cm, aunque la diferencia es pequeña; debe considerarse que las raíces de los cultivos, más abundantes cerca de la superficie, están utilizando los nutrimentos en mayor medida, y por otro lado, en la superficie hay aporte de materia orgánica, lo que eleva el porcentaje de esta. En el monocultivo de frijol, esta tendencia se invierte, y el porcentaje de materia orgánica es mayor a mayor profundidad. Podría sugerirse en este caso, que la asociación de las raíces de frijol con Rhizobium, puede estar provocando una mayor cantidad de secreciones radiculares y también un aporte de materia orgánica por estos microorganismos precisamente en esta profundidad mayor, aunque es necesario realizar un extenso estudio en este sentido.

En los cultivos asociados se observa mayor cantidad de materia orgánica a la profundidad 0-20 en comparación con la de

20-40, aunque el contenido es en general mas bajo que el de los monocultivos, lo que nos puede indicar que la utilización de nutrimentos es mayor, ahí donde existen varias especies compartiendo el mismo suelo.

En noviembre, la materia orgánica volvió a elevar su porcentaje en la mayoría de los cultivos, a la profundidad de 0-20 cm y en cambio se mantiene igual para la de 20-40 cm.

En general, el porcentaje de materia orgánica se mantiene en niveles ricos, con variaciones ligeras, en cada nivel de profundidad, así como a lo largo del ciclo agrícola.

El contenido general de nitrógeno total, cambió de mediano a rico una vez que se aplicó el fertilizante químico, y se mantuvo dentro de cifras semejantes durante todo el ciclo agrícola.

Al compararlo en las dos profundidades, se observa que la de 0-20 cm mantiene, en la mayor parte de los tratamientos, un nivel rico en su porcentaje, mientras que en la de 20-40 cm hay una disminución que convierte al suelo en medianamente rico en nitrógeno, lo que indica que este nutrimento es utilizado en mayor grado en esta profundidad. Como en el caso de la materia orgánica, en agosto, el contenido de nitrógeno total a la profundidad 20-40 cm es mayor que a 0-20 cm en el monocultivo de frijol; sin duda la asociación con Rhizobium y la fijación de nitrógeno atmosférico a través de los nódulos de las raíces del frijol, son determinantes para que este fenómeno se presente en esta época del crecimiento del cultivo. En cambio, en noviembre esta situación se revierte y observamos una menor concentración de nitrógeno a mayor profundidad.

En el caso del potasio, este se elevó después de la

aplicación del fertilizante manteniéndose como extremadamente rico hasta el final.

En agosto el contenido de fosfatos desciende en todos los tratamientos, cambiando de mediano a pobre, y en noviembre, el fósforo muestra una concentración totalmente distinta en los monocultivos y en los policultivos; en estos últimos, se incrementa notablemente. Este hecho no tiene una explicación clara hasta el momento.

El sodio presenta valores más altos en noviembre y este incremento se observa principalmente en los policultivos, a la profundidad de 20-40 cm. La causa más probable de esto, es la extracción de agua por parte de las plantas y la progresiva desecación del suelo, ó bien, podría estar relacionado con el descenso del porcentaje de arcilla en los suelos en esta misma época del año.

En agosto, de igual manera que el potasio y el nitrógeno, el calcio cambia de medianamente pobre a extremadamente rico mostrando un aumento ligero en noviembre y conservándose extremadamente rico en este elemento.

El magnesio se muestra variable en los diversos tratamientos para la misma época de muestreo: es extremadamente rico en agosto, y en noviembre acusa un descenso, pero manteniendo los niveles de extremadamente rico. La mayor acumulación de magnesio se da en el monocultivo de maíz en agosto, en la profundidad de 0-20 cm. Es probable que la gran cantidad de magnesio se encuentre en forma de silicatos magnésicos, formas no absorbibles por las plantas (Beeson, 1959).

En lo que respecta a la capacidad de intercambio catiónico,

en agosto. este parámetro es mas elevado en el monocultivo de maíz, pero en noviembre, muestra valores semejantes en todos los tratamientos.

También en noviembre, puede observarse que en general la capacidad de intercambio es ligeramente mayor en los policultivos, a la profundidad de 20-40 cm.

En relación con la textura del suelo, podemos observar que el porcentaje de arena no se ve modificado a lo largo del ciclo agrícola, en cambio la arcilla, desciende de agosto a noviembre, debido quizás, a la erosión sufrida por la lluvia y el viento, y a la pendiente del terreno donde se ubicó el experimento. Por otro lado, el limo aumenta ligeramente en noviembre.

## 10. Consideraciones Finales.

De acuerdo a los datos promedio de precipitación en Pichataro, el año 1990, resulto muy lluvioso y además la temporada de lluvias se prolongo mas de lo normal, este hecho fue determinante en los resultados obtenidos durante el experimento en el campo, tanto en lo que se refiere al desarrollo de los cultivos como en el crecimiento de arvenses y la aparición de plagas.

La dinamica de arvenses se vio afectada porque no se realizo la segunda escarda, lo cual fue muy importante para que la biomasa de estas plantas se incrementara significativamente en todos los tratamientos, pero especialmente en el monocultivo de amaranto, que fue campo propicio para el desarrollo de ellas debido al pobre crecimiento de este cultivo durante el experimento.

Este hecho y la prolongada y abundante precipitación determinaron la abundancia de arvenses particularmente en septiembre.

El ANOVA por grupos demostró variaciones de biomasa entre los diversos tratamientos, sin considerar el monocultivo de amaranto. Las diferencias se dieron particularmente entre mono y policultivos; parece ser que estos últimos ejercen mayor control sobre las arvenses. También se nota una diferencia (mayor cantidad de arvenses), en los tratamientos que incluyen amaranto, debido al pobre desarrollo de este en todos los casos, especialmente en el monocultivo y el policultivo frijol-amaranto. El maíz fue el cultivo que ejerció mayor control sobre las arvenses; prácticamente en todos los tratamientos donde aparece.

su efecto es decisivo en este sentido.

Los índices de diversidad y de similitud muestran que la diversidad disminuye gradualmente en todos los tratamientos a medida que el ciclo agrícola transcurre. Los valores más bajos de diversidad los presentó el monocultivo de amaranto. Los índices de similitud, muestran que los tratamientos se van diferenciando, en cuanto al tipo de arvenses en cada uno, lo que nos indica la influencia particular de cada cultivo y combinación de cultivos, sobre el tipo de arvenses que se establecen en el suelo.

Con lo que respecta a efectos de los de los lixiviados de las arvenses sobre el crecimiento de *Amaranthus* y *Echinoploa*, podemos resumir lo más importante:

- 1.- Los lixiviados de plantas secas tuvieron mayor efecto inhibitorio que los de plantas frescas.
- 2.- La especie de prueba más afectada por los lixiviados fue el amaranto.
- 3.- Las arvenses con mayor potencial alelopático fueron el "andan", la "malva", la avena y la gramínea (pasto denominado tersol).
- 4.- Las partes aéreas de las plantas mostraron en general mayor potencial alelopático que las raíces.

En lo que concierne a la producción de cultivos, se debe recalcar que el ANOVA con los resultados obtenidos, mostro que el error experimental fue muy alto (ataque de tuzas, plagas, cosecha de una cantidad de maíz tierno por parte de los campesinos, etc), lo que no permitió una valoración clara y fácil de lo sucedido.

El monocultivo más productivo, fue el maíz, seguido del frijol, aunque este último mostro mayor producción asociado con

amaranto. El maíz mostró su producción más baja en el policultivo maíz-frijol-amaranto; el frijol lo hizo en la asociación maíz-frijol; y el amaranto, en la asociación maíz-amaranto. Esto quiere decir que el maíz ejerce una fuerte influencia sobre los otros cultivos cuando se asocia a ellos.

El amaranto mostró mayor producción en monocultivo, y luego en la asociación frijol-amaranto.

Los datos de producción de maíz y frijol en el experimento comparados con otros de la región (Nuñez, 1989), sitúan a la producción de maíz del experimento en 38% por abajo de la reportada y en cambio una producción óptima para el frijol (162%).

En lo tocante a plagas, se observó que aquella que produce más daños sobre el maíz, el gusano trozador (*Agrotis* sp), no se presentó en este particular ciclo agrícola.

La alta humedad favoreció el desarrollo de otros insectos, que atacaron principalmente a la semilla del frijol; en el maíz, los hongos y las tuzas causaron serios daños.

El estudio físico-químico del suelo del área de trabajo, mostró que las características son similares a las descritas por varios autores para esta región. Sin embargo, estos datos no pueden generalizarse para toda la comunidad de Pichátaro, Michoacán.

## Bibliografía

- Alvarez, I.P. (1988). "Economía campesina y agricultura indígena tradicional en la región sureña". Tesis Doctorado. U.A.M., México.
- Anaya, A.L.; S.R. Gliessman; R. Cruz-Ortega; F. Posado May and V. Nava Rodríguez. (1988). Effects of allelopathic weeds used as cover crops on the floristic potential of soil in: Allen, P. and Van Dusen, D. Global perspectives on agroecology and sustainable agricultural systems. Vol. II pp 607-619.
- Anaya, A.L.; et al., (1987). "Perspectives on allelopathy in Mexican traditional agroecosystem: A case study in Tlaxcala. Journal of Chemical Ecology. 13(11). pp 2085-2101.
- Anaya, A.L. (1976). "Estudio sobre el potencial alelopático de algunas plantas secundarias en una zona cálida-húmeda de México". Tesis Doctorado. Fac. de Ciencias. U.N.A.M., México, D.F.
- Baker, H.G. (1974). The evolution of weeds. Ann. Rev. of Ecology and Systematics. 5:1-24.
- Espinosa, G.F. (1978). "La evolución de las especies vegetales silvestres, asociadas a la perturbación humana": Un enfoque hacia las plantas arvenses. Biología, 8: 25-37.
- Espinosa, G.F. (1981). "Las malezas: ¿Una maldición?". Naturaleza, 5: 297-307.
- Fassbender, H.W. 1975. Química de suelos. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la OEA, Costa Rica, 398pp.
- Fay, P.K. and W.B. Duke. (1977). An assessment of allelopathic potential in Avena germ plasm. Weed Sci. 25:224-228.
- García, E. 1981. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. 3a. ed. UNAM, México.
- Gliessman, S.R. (1984). "Un enfoque agroecológico en el estudio de la agricultura tradicional. Ecología y Agricultura". Colegio de Etnólogos y Antropólogos, A.C., p.p. 26-27.
- Gliessman, S.R. and J.C. Chacón (1982). "Use of the "Non-Weeds" concept in traditional tropical agroecosystem of south-eastern Mexico." Agroecosystems. 18: 1-11.
- Gliessman, S.R., García, R. y Amador, M. (1981). "The ecological basics for the applications of traditional agricultural technology in the management of tropical agroecosystems". Agroecosystems, 7: 173-185.



- Godwin. H. (1956). The history of the british flora. Cambridge University Press, London.
- González. J.A. (1981). "Home gardens in Central Mexico". En: Prehistoric Intensive Agriculture in the Tropics.
- González. J.A (1984). Agroecosistemas en las Llanuras altas de Mexico. Boletín U.I.A. No. 146. Mexico. pp.26-33.
- Harrison. P. y Turner. B. (1978). "Prehispanic Maya agriculture". University of New Mexico Press. Albuquerque. p.p. 414.
- Hart. R.D. (1985). "Conceptos básicos sobre ecosistemas". CATIE. 159 p.p.
- Hernandez. X.E. (1985). "Agricultura tradicional y desarrollo". Tomo I. Geografía Agrícola. p.p. 419-422.
- Hunziker. A.T. 1943. Las especies alimenticias de *Amaranthus* y *Chenopodium* cultivadas por los indios de America. Rev. Arg. Agríc. Ext. Serv. University of California. Davis Calif.
- Jiménez. J.J. y Schultz. (1981). "Relaciones cultivo-arvenses en una chinampa". Tesis. Fac de Ciencias. UNAM. México. D.F.
- Krebs. C. (1978). "Ecology: The experimental analysis of distribution an abundance". Harper and Row Publisher Inc. New York.
- Krishnamurthy. L. (1984). "Análisis de la estructura, función, dinámica y manejo del agroecosistema de cultivos asociados". UACH. 400 p.p.
- Ludwin. J.A. and Reynolds. J.F. 1988. Statistical Ecology. John Wiley & Sons. USA. 337 pp.
- Mc. Naughton. S.J. (1977). Diversity and stability of ecological communities: a comment on the role of in ecology. American Naturalist. 3: 515-525.
- Mapes. C. (1987). "El maíz entre los purepecha de la Cuenca del Lago Pátzcuaro. Michoacán". México. América Indígena. 47 (2) : 345-379.
- Mapes. et al. 1990. La agricultura en una región indígena: La cuenca del lago de Pátzcuaro. En: la agricultura indígena: pasado y presente. Ed. T. Rojas CIESAS. Mexico.
- Medina. A. et al. (1986). Fiestas de Michoacán. Ed. S.E.P. Colección Cultural.No 7. Morelia. Michoacán.
- Moreno. R. 1978. Cuadro de clasificaciones tentativas. Departamento de suelos. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas. SARH. México.

- Núñez, M.A. (1989). "La agricultura tradicional de la Cuenca del Lago de Patzcuaro, Michoacán". Centro de Estudios Sociales y Ecológicos. México. 79 p.p.
- Odum, P.E. (1980). "Ecología". 3a. Ed. Interamericana. México. 639 p.p.
- Pianka, E.R. (1970). "On r and k selection". American Naturalist, 104: 592- 597.
- Pietri, R. y Anne L. (1976). Empleo y migración en la región de Patzcuaro. Instituto Nacional Indigenista. México.
- Ramírez, A. 1987. Manejo tradicional del maíz en el área Purépecha. Tesis. UMSH., México. 137pp.
- Rice, E.L. (1984). "Allelopathy". Academic Press. New York. 422 p.p.
- Rzedowski, J. (1978). "Vegetación en México". Limusa. México. 432 p.p.
- Siensius, A. (1983). "Wetland agriculture in the lowlandess of Pre-hispanic Mesoamerica". Geographical review, 73: 166-181.
- Sørensen, T. 1948. A method of establishing groups equal amplitudes in plant ecology based on similarity of species content. Det. Kong. Danse. Vidensk. Selesk. Biol. Ser. Copenhaque. 5(4): 3-16,34.
- Toledo, V.M. et al. (1976). Uso multiple del ecosistema, estrategias de eco-desarrollo. Ciencia y Desarrollo 2(11):33-39.
- Toledo, V.M.; Caballero, J.; Mapes, C.; Barrera, N.; Argüeta, A. y Núñez, M.A. (1980). Los purepechas de Patzcuaro: una aproximación ecológica". América Indígena, 40 (1): 17-55.
- Toledo, V.M. (1980) La ecología del modo campesino de producción. Antropología y Marxismo. 3:35-55.
- Toledo, V.M. y Barrera, N. (1983). Ecología y desarrollo rural en Patzcuaro. Instituto de Biología, UNAM. México. 224pp. No 4. 22-29.
- Toledo, V.M. (1989). The ecological rationality of peasant production. en: Altieri, M. and S. Hecht (Eds). Agroecology and Small Farm Development. CRC Press.
- Toledo, V.M. (1990). La perspectiva etnoecológica. Cinco reflexiones acerca de las "ciencias campesinas" sobre la naturaleza con especial referencia a México. Ciencias, 4:22-29.

- Trinidad, A. v Odon, J. (1984). Los suelos de Ando y sus implicaciones en el desarrollo de la sierra Tarasca. 2a. ed. Colegio de Postgraduados. Mexico. 194pp.
- Tukey, H.B. (1969). "Implications of allelopathy in agricultural plant". Science. Bot. Rev., 35: 1-16.
- Villegas, v de Gante, M. (1979). "Malezas de la Cuenca de México".
- Wilhm, J.L. 1968. Use of biomass units in Shannon's formula. Ecology. 49(1):153-154.

14.- A P E N D I C E

## F O R M U L A S :

- Frecuencia absoluta

$$Fa = \frac{n_i}{N} \times 100$$

$n_i$  = No. de veces de aparición

$N$  = No. total de muestreos

- Porcentaje de biomasa

$$\% B = \frac{W_i}{W} \times 100$$

$W_i$  = Peso seco de la sp

$W$  = Peso seco total de todas las especies

- Índice de Similitud de Shannon-Weaver

$$H = (W_i/W) \ln (W_i/W)$$

$W_i$  = Peso de la especie  $i$

$W$  = Peso total de todas las especies

- Índice de Similitud de Sørensen

$$I_{ss} = (2C/A + B) \times 100$$

$C$  = No. de especies comunes a las 2 áreas

$A$  = No. de especies del área A

$B$  = No. de especies del área B

- Índice de Similitud de Motyka

$$I_{sm} = 2J_n / (A_n + B_n) \times 100$$

$J_n$  = Suma de los valores de biomasa menores de las especies comunes a las 2 áreas.

$A_n$  = Suma de los valores de biomasa de todas las especies del área A.

$B_n$  = Suma de los valores de biomasa de todas las especies del área B.

ENCUESTA GENERAL SOBRE MANEJO DE LA TIERRA QUE SE REALIZO DURANTE EL TRABAJO.

- Cultiva alguna parcela?
- Cuántas?
- Qué tamaño tienen?
- Qué tipo de propiedad tiene?
- Dónde se encuentran?
- Es de temporal o de riego?
- Quién la trabaja (familia, peones, otros)?
- Si ocupa peones, cuánto les cuesta?
- Se ocupa usted de peón?  
    Labores previas y durante el cultivo
- Cómo prepara el terreno?
- Cuánto le cuestan estas labores?
- Fecha de éstas?
- Quién las realiza?
- Qué siembra en su parcela?
- Desde cuándo lo siembra?
- Siembra un sólo cultivo o varios?
- Cómo lo hace?
- Dónde adquiere el grano para la siembra?
- Dónde lo compra?
- Selecciona el grano?
- Como?
- En qué fecha siembra?
- A qué profundidad siembra la semilla?
- Con qué espaciamiento siembra la semilla?
- Aproximadamente, qué distancia hay entre los surcos?
- Qué cultivos se pueden mezclar?
- Por qué?
- Qué cultivos no se pueden mezclar?
- Por qué?
- Cuando siembra mezclado, lo hace por surcos o intercalados?
- Todos los años siembra lo mismo o realiza rotación de cultivos?
- Cuáles rota?
- Por qué?
- Deja descansar el terreno?
- Cuánto tiempo?
- Por qué?
- Utiliza abono orgánico?
- De qué tipo (animal, vegetal, rastrojo, otro)?
- Por qué?
- Cuándo lo aplica?
- Cómo lo aplica?
- Utiliza fertilizantes químicos?
- Cuáles?
- Por qué?
- Cuándo los aplica?
- Por qué?
- Desde cuándo los utiliza?
- Por qué?
- Siempre aplica lo mismo?
- Cómo los aplica?
- Utiliza herbicidas, pesticidas o insecticidas?
- Cuáles?

- Por qué?
- Desde cuándo?
- Cómo los aplica?
- Siempre aplica la misma cantidad?
- Por qué?
- Qué hace con el rastrojo del terreno?
  - Labores de recolección y limpieza del grano
- Cuándo cosecha el grano?
- Cómo lo cosecha?
- Donde almacena el grano?
- Cómo lo almacena?
- Cómo lo protege contra plagas?
- El cultivo es para autoconsumo o venta?
- Aproximadamente cuanta producción obtiene de su parcela?
- Cuál es la ganancia que obtiene de cultivar su parcela?
  - Interacciones en el cultivo
- Siembra árboles o arbustos alrededor o dentro de su parcela?
- Cuales?
- Para qué?
- Producen algún daño o beneficio a los cultivos?
- Cuáles?
- Cuáles son los principales problemas que tiene su terreno?
- Cuáles son las hierbas que representan más problemas al cultivo?
- Qué daños causan a los cultivos?
- Por qué?
- A que cultivo dañan?
- En todos los lugares sale la misma cantidad de hierbas?
- Dónde salen más?
- Por que cree usted que pase esto?
- Siempre hay la misma cantidad de hierbas?
- Cuándo hay más?
- Por qué?
- Cómo las controla?
- Cuando y cómo deshierba?
- A las que son buenas que uso les da (alimento, forraje, abono, medicina, artesanía, leña, otros)?
- Cuando las recoge?
- Quién tiene más conocimiento de éstas?
- Dónde y cuándo nacen?
- Cuánto tiempo duran?
- Deja que crezca intencionalmente una hierba o la siembra?
- Por qué?
- Usa o conoce alguna hierba para controlar las enfermedades, insectos u otras hierbas de los cultivos?
- Cuáles?
- Qué controlan?
- Existe alguna hierba que haga daño a los animales?
- Cuál?
- Qué daños causa?
- Tiene algún problema con plagas?
- A qué cultivo afectan?
- Cómo las controla?
- En que época aparecen?
- Ataca de igual forma en todos los terrenos?
- Dónde ataca más?

- Por qué?
- Usa algunos insectos?
- Qué usos les da?
- Existen animales benéficos para los cultivos?
- Cuáles?
- Por qué son benéficos?
- Tiene huerto en su casa?
- Qué plantas contiene?
- Las plantas que contiene el huerto usted las siembra o nacen solas?
- Qué usos les da?

#### Actividades Económicas

- Cuál es su actividad económica principal?
- Aproximadamente cuánto obtiene de esta actividad al mes?
- Realiza alguna otra actividad económica remunerativa?
- Cuál?
- Tiene algún predio en el monte?
- De qué dimensiones?
- Cómo lo utiliza?
- Resina los árboles?
- Cuánto obtiene de esta actividad al mes?
- Corta y saca la madera?
- Cómo la vende y en dónde?
- Cuánto obtiene al mes?
- Usted trabaja la madera?
- Dónde vende sus trabajos?
- Cuánto dinero le deja al mes esta actividad?
- Se dedica a hacer pan?
- Cuánto obtiene de esta actividad al mes?
- Cuenta usted con algún comercio?
- De qué tipo?
- Cuáles son sus ganancias?
- En época de lluvia cuál es su principal actividad?
- Posee alguna parcela?
- Qué siembra?
- Cuál es su ganancia?
- Se dedica a coleccionar hongos?
- Los vende o los utiliza para autoconsumo?
- En dónde los vende?
- Cuáles son sus ganancias?
- Cuánto tiempo invierte en esta actividad?
- Quién lo realiza?
- Tiene ekuaro en su casa?
- Qué plantas tiene en el ekuaro?
- Cómo las utiliza?
- Las vende en alguna ocasión o son para autoconsumo familiar?
- Obtiene alguna remuneración económica de su ekuaro?
- Algún miembro de la familia trabaja fuera de la comunidad?
- Quién?
- En dónde?
- En qué trabaja?
- Sale esporádicamente o radica en el lugar de su trabajo?
- Cuánto obtiene de esta actividad?