

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE CIENCIAS



BIBLIOTECA  
INSTITUTO DE ECOLOGIA  
UNAM

MANEJO DE ESPECIES ARVENSES EN  
MILPAS DE MIAHUATLAN, VER.

TESIS QUE PRESENTA  
ABELARDO RODRIGUEZ LOPEZ  
PARA OBTENER EL TITULO  
DE  
B I O L O G O

MEXICO, D. F.

JULIO, 1981



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



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

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

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

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

# INDICE

PÁGINA

RESUMEN

1.- INTRODUCCION



Instituto Nacional de Investigaciones  
Sobre Recursos Bióticos

**BIBLIOTECA**

1

2.- ANTECEDENTES

4

2.1 EL TÉRMINO ARVENSE, IMPORTANCIA ECONÓMICA  
DE LAS ESPECIES ARVENSES - - - - -

4

2.2 ORIGEN Y EVOLUCIÓN DE LAS MALEZAS- - - - -

6

2.3 ASPECTOS BIOLÓGICOS DE LAS MALEZAS - - - - -

8

2.4 COMPETENCIA ARVENSES-MAÍZ- - - - -

12

2.5 ESTUDIOS ECOLÓGICOS Y FLORÍSTICOS DE  
ARVENSES DEL MAÍZ- - - - -

15

2.6 LA PREDICCIÓN DE INFESTACIÓN DE ARVENSES  
Y SU CONTROL - - - - -

17

2.7 EFECTOS DEL CONTROL DE ARVENSES- - - - -

22

3.- MATERIAL Y METODO

27

3.1 ELECCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO - - - - -

27

3.2 EL ÁREA DE ESTUDIO, LOCALIZACIÓN, SUELOS,  
CLIMA Y VEGETACIÓN - - - - -

28

3.3 LA TECNOLOGÍA AGRÍCOLA EN MILPAS DE MIAHUA  
TLÁN - - - - -

31

3.4 MUESTREOS SINECOLÓGICOS, COSECHA DE ARVENSES,  
MUESTREOS DE SUELOS Y COSECHAS DE MAÍZ - - -

32

3.5 METODOLOGÍA DE GABINETE- - - - -

36

4.- RESULTADOS Y DISCUSION

43

4.1 ACTIVIDADES DESARROLLADAS EN RELACIÓN A LAS  
PRÁCTICAS AGRÍCOLAS- - - - -

43

4.2 LAS ESPECIES ARVENSES DOMINANTES Y LAS FAMILIAS COMPOSITAE, GRAMINEAE Y OXALIDACEAE - - - - -	45
4.2.1 CAMBIOS EN LA DOMINANCIA DE LAS ESPECIES ARVENSES MÁS IMPORTANTES- - - - -	47
4.2.2 FENOLOGÍA REPRODUCTIVA DE LAS ESPECIES DOMINANTES Y DIVERSIDAD DE LA COMUNIDAD ARVENSE- - - - -	53
4.2.3 CAMBIOS EN LA DOMINANCIA DE LAS FAMILIAS COMPOSITAE, GRAMINEAE Y OXALIDACEAE - - - - -	63
4.3 BIOMASA AÉREA DE ARVENSES (ESTIMADA Y DE TERMINADA) DURANTE EL CICLO AGRÍCOLA - - - - -	69
4.4 CRECIMIENTO DEL MAÍZ Y FRIJOL, Y SU RELACIÓN CON LA BIOMASA DE ARVENSES- - - - -	76
4.5 LA INFLUENCIA DE LAS VARIABLES EDÁFICAS Y DEL MANEJO EN EL RENDIMIENTO DEL MAÍZ EN MIAHUATLÁN - - - - -	86
4.6 ANÁLISIS DE LA VARIABLE CLIMÁTICA, LAS VARIABLES EDÁFICAS Y DE MANEJO DE MILPAS EN RELACIÓN AL RENDIMIENTO Y PESO SECO AÉREO DEL MAÍZ EN LA REGIÓN XALAPA - - - - -	92
5.- CONCLUSIONES	102
AGRADECIMIENTOS	107
BIBLIOGRAFIA	109
APENDICE A.- ENCUESTA "HERBACEAS DEL MAÍZ"	116
APENDICE B	118
B.1 LISTA FLORÍSTICA HERBMILP (CONTROL)- - -	119
B.2 LISTA FLORÍSTICA DE LAS ESPECIES COLECTADAS EN MILPAS DE MIAHUATLAN, VER.- - -	123

APENDICE C.- VALORES DE IMPORTANCIA RELATIVOS  
DE LAS TRES ESPECIES MÁS DOMINANTES DURAN  
TE EL PERÍODO MUESTREADO EN CADA PARCELA,  
ASÍ COMO LOS DE LAS FAMILIAS COMPOSITAE,  
GRAMINEAE Y OXALIDACEAE, Y LOS PARÁMETROS  
GENERALES DE LA COMUNIDAD TABLAS 1-7- - - -128

APENDICE D.- RESUMEN DE BIOMASA AÉREA DE LAS  
TRES ESPECIES MÁS DOMINANTES DURANTE EL  
PERÍODO MUESTREADO EN CADA PARCELA, ASÍ  
COMO LA BIOMASA AGRUPADA EN LAS FAMILIAS  
COMPOSITAE, GRAMINEAE Y OXALIDACEAE. BIQ  
MASA AÉREA TOTAL DE ARVENSES TABLAS 8-13- - -135

## RESUMEN

El trabajo presenta un método y un análisis de los cambios que ocurren en la comunidad de arvenses de siete parcelas de milpas manejadas durante el ciclo primavera-verano de 1979, en las tierras altas de la región Xalapa, Veracruz.

El principal parámetro estructural tomado en consideración es el valor de importancia. Este parámetro fué determinado por mediciones en el campo, conjuntamente con el porcentaje de individuos sexualmente reproductivos de cada una de las especies. La productividad neta de cada una de las especies fue determinada por medio de cosechas periódicas.

Las especies de la familia Compositae fueron las más abundantes durante el ciclo del cultivo, seguido por las Gramineae y Oxalidaceae. De las diez especies más dominantes, cuatro mostraron reproducción sexual y vegetativa, y otra es una gramínea que no se encontraron individuos sexualmente reproductivos.

Se sugiere que la agresividad de las especies arvenses está relacionada con su capacidad de acumular biomasa durante el período de crecimiento del maíz.

La cobertura relativa de especies, familias o de la comunidad es la variable estructural más correlacionada con la biomasa de arvenses (después del valor de importancia) en un tiempo dado, pero la relación entre estas variables es dinámica.

La biomasa acumulada de arvenses antes del doblado del maíz (una práctica hecha cuando el grano está lleno, con el propósito de secado) es, entre otras variables de manejo (densidad de siembra, nitrógeno y fósforo como fertilizantes), una variable que explica parte de la variación en el rendimiento del maíz. La reducción de la cobertura relativa antes y después de las prácticas de

limpia de arvenses es una variable fácil de medir en el campo y puede ser usada en ecuaciones de predicción para biomasa de maíz.

## ABSTRACT

The paper presents a method and an analysis of the changes that occur in the weed community of seven traditionally managed cornfields during the spring-summer cycle of 1979, in the highlands of the Xalapa region, Veracruz.

The main structural parameter taken into consideration is the importance value. This parameter was determined by field measurements, along with the percentage of sexually reproductive individuals of each species. The net productivity of each species was determined by periodical harvests.

The species of Compositae were the most abundant during the crop cycle, followed by Gramineae and Oxalidaceae. Of the ten most dominant weed species, four showed vegetative and sexual reproduction, and another one is a grass in the case of which no sexually mature individuals have been observed.

It is suggested that aggressiveness of weed species is related to their capability to cumulate biomass during the growing period of maize.

The relative coberture of species, families or community is the structural variable most correlated with weed biomass (after the importance value) at a given time, but the relation between these variables is dynamic.

The cumulative biomass of weeds before the bend of maize (a practice done when the grain is full with the purpose of drying) is, among other management practices (plowing density, nitrogen and phosphorus as fertilizers), a variable that explains

part of the variation on maize yield. The reduction of relative cover before and after the weed's cleaning practices is a variable easy to measure on the field and can be used in maize biomass prediction equations.

## I. INTRODUCCION

La agricultura es el resultado de una experiencia histórica que se ha depurado por una parte, con base en consideraciones sobre los recursos disponibles en un espacio determinado, es decir, recursos climáticos y edáficos que derivaron y determinan un cierto tipo de ecosistema, y por otra parte, a los recursos económicos y culturales (o riqueza cultural) que han desarrollado los campesinos y que determinan la forma de apropiación de la naturaleza.

Así, desde el punto de vista del manejo o utilización de los recursos disponibles, partimos de la hipótesis de que los agroecosistemas (ecosistemas transformados por el hombre para la obtención de alimentos y/o materias primas a través de la agricultura) son o tienden a ser utilizados de la mejor forma posible, en función de la utilidad que se quiera obtener de éstos.

Las labores agrícolas en un determinado agroecosistema pueden jerarquizarse en cuanto a la inversión de energía que requieren, tanto en trabajo como en insumos varios y esta jerarquía refleja la importancia que revisten estos insumos con respecto al producto esperado.

En la parte central del Estado de Veracruz, las prácticas agrícolas para el control o manejo de las especies arvenses en milpas, implican aproximadamente el 43% de la fuerza de trabajo invertida en los ciclos agrícolas primavera-verano más característicos (Rodríguez, 1980).

Marten y Sancholuz (1981), encontraron una correlación positiva entre la biomasa del maíz y la densidad y altura de las malezas para esta región. Sin embargo, ya que estas observaciones

se efectuaron en un momento en el cual los agricultores ya no se interesan por controlar a estas especies debido a que el maíz es taba ya desarrollado (entre doblado y cosecha), sería conveniente dilucidar el efecto del manejo de herbáceas asociadas al maíz sobre la biomasa de éste último a lo largo de su crecimiento.

Se decidió trabajar con arvenses que crecen en parcelas de maíz para completar los trabajos que viene realizando desde 1976 el programa Planeación Ecológica del Uso de la Tierra (INIREB) y por la importancia que tiene la generación de tecnologías alternativas de manejo de arvenses que sean beneficiosas para los agricultores.

Esto no quiere decir que la generación de tecnologías alternativas, en sí mismas, sean una solución al problema de la insuficiente producción del maíz y de otros cultivos de primera necesidad ya que sería una visión tecnocrática del problema. Como lo han señalado varios autores (Pereira, et al. 1977; Montañez y Aburto, 1979, entre otros) la crisis en la producción de maíz obedece a contradicciones en cuanto a política agraria y agrícola.

La influencia tecnológica de la "revolución verde" exportada por los países desarrollados nos ha hecho perder de vista que las labores culturales o métodos de control biológico que en algunos casos se practican para el manejo de arvenses son eficientes (Young et al., 1978), o que existe la posibilidad de recrearlos, sobre todo cuando los beneficios de la revolución verde no han si do alcanzados, y es utópico pensarlo, por los sectores mayoritarios del campo mexicano. Tal y como lo plantean Montañez y Aburto (op. cit.): entre otros factores, la revolución verde ha conducido a la polarización económica del campo.

La viabilidad de las tecnologías agrícolas depende, por una parte, de los aspectos económicos y culturales que se consideren y de como se consideren, y por otra, también depende de la consi-

deración de aspectos ecológicos implícitos en el manejo de agroecosistemas. Es en este último aspecto en donde se ubica el presente trabajo.

El estudio ecológico de la tecnología agrícola implementada para el control de arvenses puede llevarse a cabo desde un punto de vista estructural (organización espacial de los componentes de un ecosistema) y/o desde un punto funcional (cambios temporales de materia y energía en la comunidad).

En el presente trabajo se pretende describir los cambios de algunos componentes de la estructura (a través del valor de importancia y los parámetros que lo constituyen), productividad (neta aérea) y fenología reproductiva (floración y/o fructificación) del agroecosistema milpa de acuerdo a un manejo tradicional durante el ciclo primavera-verano de 1979, y establecer correlaciones entre algunas variables de los rubros mencionados; determinar las especies arvenses estructuralmente más importantes; finalmente, analizar el contexto en que se ubica el manejo de milpas en Miahuatlán, por lo menos en cuanto al manejo de milpas en la región Xalapa. Se desea aportar elementos para el desarrollo de una metodología de evaluación o diagnóstico ecológico del manejo de especies arvenses que sea aplicable con cierta facilidad. Por último, generar un marco de referencia que permita derivar estudios que formalicen alternativas de manejo con bases ecológicas y que no necesariamente requieran de mayor inversión de mano de obra o de insumos químicos.

## 2. ANTECEDENTES

### 2.1 EL TÉRMINO ARVENSE. IMPORTANCIA ECONÓMICA DE LAS ESPECIES ARVENSES.

El término arvense se restringe a las especies que crecen invadiendo cultivos y prados artificiales. De esta manera se considera que mantienen una competencia con la vegetación sostenida o deseada por el hombre. Esta definición de Font Quer (1965) es semejante a la que dió Baker (1965) al término "maleza agreste".

Baker puntualizó que una planta es considerada maleza en una región geográfica dada, si su población crece en situaciones marcadamente perturbadas por el hombre (desde luego sin considerar a las plantas cultivadas). Baker incluye dentro de este término a las llamadas agrestales y las ruderales. Las primeras crecen entre los cultivos y las segundas en orillas de caminos y en terrenos baldíos.

Por la naturaleza del presente trabajo, usaremos el término de especie arvense como sinónimo de maleza agreste ya que nos limitamos al estudio de agroecosistemas.

En cuanto a la importancia económica de las especies arvenses, parece que hay consenso, ya que su control requiere de inversiones energéticas (trabajo humano o animal, combustibles fósiles o insumos químicos) para mantener un rendimiento aceptable de los cultivos. No cabe duda que el control de arvenses se practica desde los inicios de la agricultura.

El manejo de las arvenses puede variar dependiendo del tipo de apropiación que el hombre hace de la naturaleza. Esto es, en función de las necesidades sociales y de los criterios de eficiencia que tengan los agricultores. En general podemos decir que las sociedades más alejadas al tipo de producción especializada dan mayor uso a las especies arvenses.

De acuerdo a la cultura de la comunidad, una planta puede tener un uso medicinal, alimenticio, forrajero o religioso. Conforme una agricultura tradicional se vuelve más tecnificada o especializada se va perdiendo la utilidad potencial y el conocimiento que se tiene sobre las arvenses.

En cuanto a las pérdidas económicas ocasionadas por las arvenses:

Cramer (1967), citado por Hill (1977), menciona que es difícil deslindar las pérdidas económicas debidas a las malezas ya que las enfermedades ocasionadas por hongos, bacterias y virus, así como varios tipos de plagas, también decrecientan los rendimientos en los cultivos. En Norteamérica y Centroamérica, las pérdidas promedio en rendimientos son debidas en un 9.4% a plagas, 11.3% a enfermedades y un 8% a las malezas.

Klingman y Ashton (1980) mencionan que en Estados Unidos los daños relativos a la agricultura se han estimado en 27% debido a enfermedades de plantas, 28% a insectos, 3% a nemátodos y 42% a malezas.

Carballo (1966), citado por Villegas (1969), mencionó que en el Bajío y zonas similares, el rendimiento del maíz se reduce desde un 25 hasta un 60% debido a la competencia de arvenses.

Actualmente, las evaluaciones de los daños causados por las especies arvenses están en función del máximo provecho deseado en

un cultivo. Y están en relación a las técnicas de control disponibles.

## 2.2 ORIGEN Y EVOLUCIÓN DE LAS MALEZAS

De Wet y Harlan (1975) sugieren que las malezas evolucionaron dentro del habitat hecho por el hombre en tres formas básicas:

- 1.- de colonizadores silvestres a través de un proceso de selección, se adaptaron a las continuas perturbaciones hechas a un habitat.
- 2.- como derivados de la hibridación entre razas de especies cultivadas y especies silvestres afines a las domésticas.
- 3.- a partir de especies domésticas abandonadas fueron naturalmente seleccionadas hacia una asociación menos íntima con el hombre.

Las plantas silvestres crecen naturalmente fuera de los habitats perturbados por el hombre. Así son incapaces de invadir permanentemente y exitosamente estos habitats.

Las malezas y las plantas domesticadas (todas aquellas plantas que se desarrollan en habitats perturbados por el hombre) generalmente no pueden competir en forma exitosa contra las especies silvestres en habitats naturales. Frecuentemente las malezas invaden habitats pioneros; pero estas son remplazadas por los colonizadores silvestres cuando los habitats no se perturban más. (De Wet y Harlan, 1975).

Espinosa (1978) comenta una serie de ejemplos del origen de algunas malezas por varias vías.

Las especies cultivadas requieren ser sembradas y requieren ayuda continua del hombre para reproducirse. "Un cultivo de maíz sobreviviría sólo dos generaciones en una parcela si no fuera cosechado ni replantado por el hombre" (De Wet y Harlan, 1975). Los mismos autores comentan que las plantas domesticadas generalmente han perdido su habilidad para dispensar sus semillas o propágulos vegetativos por medios naturales.

Baker (1972) planteó que la variabilidad de las especies cultivadas se está perdiendo debido a la selección artificial a la que están sujetas para obtener un mejor rendimiento, un desarrollo más predecible y una mayor facilidad en la cosecha de los cultivos. La pérdida de variabilidad de las especies cultivadas con respecto a sus ancestros silvestres puede tener consecuencias importantes ante futuras presiones selectivas adversas, como son: plagas, enfermedades, climas variables, etc.

Sagar (1974) opina que pueden darse situaciones peligrosas cuando una planta cultivada vive en simpatria con una maleza. Ya que la selección natural puede operar de tal forma que se incremente la semejanza de la maleza con las especies cultivadas. Se han dado casos en que ambas se cosechan indistintamente y es imposible separarlas, un ejemplo de esto es el de las avenas silvestres y la avena cultivada, otro es el de la mostaza silvestre y la mostaza cultivada.

Por otra parte Wilkes (1970), citado por De Wet y Harlan (1975), encontró que en el Valle de Nobogame, Chihuahua, Méx., las mazorcas de maíz muestran trazas de infiltración genética con teozintle (*Zea mays* spp. mexicana). De acuerdo a este autor, esta infiltración ha sido "seleccionada conscientemente" por los campesinos debido a que las mazorcas híbridas producen una descendencia con mayores rendimientos.

Sagar (1974) y Wilkes (1970), este último citado por De Wet y Harlan (1975), califican como "peligroso" y como "benéfico", respectivamente, un proceso de hibridación entre especies emparentadas. Esto se explica en función del tipo de agricultura que se lleva a cabo, en el primer caso una agricultura tecnificada o especializada y en el segundo caso, una agricultura tradicional.

La hibridación entre malezas puede ser beneficiosa para la agricultura cuando ocurre entre individuos resistentes a los herbicidas e individuos no resistentes a éstos. Por eso es conveniente dejar zonas sin aplicación de herbicidas para conservar una variabilidad genética no resistente a los herbicidas. Este efecto de "amortiguamiento" fué sugerido por Harper (1956).

### 2.3 ASPECTOS BIOLÓGICOS DE LAS MALEZAS

Las malezas poseen una serie de características biológicas que permiten entender su adaptación a los ecosistemas transformados por el hombre.

Semillas.- durante los trabajos de labranza las semillas y los propágulos vegetativos son enterrados en el suelo, entonces son sometidos a bajas presiones de oxígeno e incrementos en la concentración de dióxido de carbono y esto favorece su latencia (Harper, 1957), además de los efectos ecofisiológicos sobre las semillas que son influidos por los cambios de luz. La latencia asegura que las semillas germinen cuando el tiempo es el adecuado para un establecimiento exitoso. Esto de algún modo implica que las semillas o propágulos vegetativos tengan una viabilidad más o menos larga.



BIBLIOTECA  
INSTITUTO DE ECOLOGÍA  
UNAM

Los detallados trabajos de Brenchley y Warrington (1930, 1933, 1945) y Lewis (1973) entre otros, han generado una vasta experiencia y conocimiento acerca de la obtención y determinación del número de semillas viables en el suelo a través del tiempo. Las tasas de pérdida de semillas viables y las de plántulas germinadas en el suelo decrecen exponencialmente en relación al tiempo, siendo menores las pendientes de las curvas de pérdida de plántulas. Estas pendientes varían dependiendo de la especie. Se ha visto que la cantidad de abono orgánico también hace variar las tasas de pérdida de semillas viables en el suelo, siendo más rápida la pérdida de semillas viables en suelos con mayor cantidad de abono.

"Es interesante que las mayores diferencias entre las floras de malezas de parcelas con diferente abonado fueron reflejadas en la cantidad de semillas enterradas, esto es una clara indicación de que la dispersión de las semillas no tuvo la magnitud suficiente para enmascarar el efecto local de la parcela" (Harper 1977). El hecho de que las semillas viables y las plántulas germinadas tengan curvas de decremento con diferentes pendientes "sugiere que habrá un incremento año con año en la proporción de semillas viables que originan plántulas en terrenos abandonados" (Roberts y Dawkins, 1967).

Los aspectos relacionados con la dinámica del banco de semillas han sido estudiados con detalle y se han propuesto modelos como el de Cohen (1966), citado por Harper (1977), y el de Sarukhán (1974), quien estudió la dinámica de poblaciones de tres ranunculáceas en pastizales. Este último autor encontró que, las especies con una baja probabilidad de que una semilla de lugar a un adulto reproductivo, tendrán semillas que se mantengan viables en el suelo durante un período largo, y con una baja proporción de germinación anual. En cambio, las especies que producen semillas con una alta probabilidad de producir adultos reproductivos, tendrán una

alta proporción de germinación y <sup>la</sup> habilidad para mantenerse viables en el suelo será poco importante.

De lo anterior se podría concluir que el tipo de manejo (barbechado, abonados, limpia de arvenses) son prácticas que influyen directamente en el banco de semillas.

Crecimiento.- es importante considerar una serie de aspectos del crecimiento de las plántulas cuando estas crecen, tanto a nivel poblacional como a nivel de la comunidad, "...el lugar que ocupa un individuo dentro de la jerarquía de una población de plantas, está determinado en gran parte, por los estadios tempranos del desarrollo de la planta" (Harper, 1977). Este autor plantea cuatro aspectos que determinan el peso de un individuo: 1.- su capital inicial (peso del embrión más alguna fracción de reservas endospermicas), 2.- velocidad de crecimiento relativo del genotipo en el medio-ambiente, 3.- el intervalo de tiempo en el cual el crecimiento se mantiene y 4.- restricciones en la velocidad o tiempo de crecimiento impuesto por la presencia, carácter y arreglo de sus vecinos en la población.

De acuerdo con Baker (1965), una característica de las malezas es su alta tasa de producción de peso seco. Esto es posible gracias a su alta habilidad competitiva. "Una alta habilidad competitiva arriba del suelo dependerá del desarrollo de una gran masa de las partes aéreas, lo cual depende de las altas velocidades de captación de nutrientes y agua, es decir, de su sistema radicular" (Grime y Hunt, 1975).

Reproducción y dispersión.- sobre este punto se mencionarán tres aspectos que les confieren características adaptativas a las malezas.

- 1.- Dentro del esquema del continuo "r. y K" en cuanto a tipos de selección, propuesto por Pianka (1970), su esfuerzo reproductivo (cantidad de energía invertida en la reproducción sexual o vegetativa en relación a la energía invertida en la manutención) es alto en relación a especies que no comparten o tienden a no compartir las características de las especies colonizadoras.

Raynall y Bazzas (1975) encontraron que el esfuerzo reproductivo de tres malezas anuales no difiere tanto en condiciones de ausencia de competencia interespecífica, como en ausencia de ésta. Sin embargo, si encontraron diferencias en cuanto a la cantidad de semillas producidas por individuo promedio, siendo menor la cantidad de éstas cuando hay competencia interespecífica. Esto se debe a que los individuos tienen un crecimiento más raquítico.

Un mayor capital inicial invertido en la semilla no es la estrategia que siguen las especies colonizadoras, ya que estas tienden a producir grandes cantidades de semillas con el mismo presupuesto energético destinado a la reproducción sexual. Aunque hay trabajos que sustentan esto (Harper y Ogden, 1970; Kawano y Nagai, 1975; Raynall y Bazzaz, 1975), Hickman (1977) nos previene acerca de las generalizaciones con respecto a las estrategias de vida.

- 2.- Sus óvulos y granos de polen son autocompatibles; pero no son plantas obligadamente autopolinizadas o apomicticas. Si presentan polinización cruzada, ésta puede ser realizada por un visitante floral no especializado o por el viento (Mulligan, 1972), citado por Espinosa (1978).

- 3.- Las semillas o propágulos vegetativos presentan adaptaciones para la dispersión a cortas y grandes distancias (Baker, 1965). Pueden producir compuestos secundarios (toxinas, hormonas, etc.) que aumenten su habilidad competitiva, que les eviten ser depredadas o delimiten su espacio vital (Whittaker y Feeny, 1971).

Baker (1965) planteó que las malezas poseen "genotipos con una finalidad generalista" y una habilidad colonizadora que se ve favorecida en los habitats perturbados por el hombre. De hecho, el conflicto evolutivo visualizado por Darlington (1939) entre lo que implica la adecuación darwiniana y la flexibilidad de cambio a largo plazo se logra a través de un balance "óptimo" en cuanto a la capacidad de mantener las características adaptativas (vegetativas y sexuales) y que el mismo proceso reproductivo produzca una variabilidad suficiente ante la selección natural.

Backer (op. cit.) elaboró un perfil de la maleza ideal, en este perfil se puntualizan muchas características que se han mencionado en esta sección. Este autor comentó que si hubiese una maleza con todas las características de la maleza ideal, "el mundo estaría cubierto por ella".

#### 2.4 COMPETENCIA ARVENSES-MAÍZ

De acuerdo con Grime (1973), la competencia puede ser definida como "la tendencia de las plantas vecinas para utilizar el mismo quantum de luz, ión de nutriente mineral, molécula de agua, o volumen de espacio". Considerando que el resultado de la habilidad competitiva sea la ganancia de biomasa en el tiempo, la forma más general de cuantificar los efectos de la competencia a través de los cambios en la biomasa de las especies consideradas.

Se han evaluado los efectos de infestaciones de arvenses y la influencia de la fertilización en relación al rendimiento de

Los cultivos, sobre todo, bajo el criterio de tomar a la arvense dominante como la entidad que permite detectar y cuantificar la competencia (por nitrógeno y fósforo principalmente).

Vengris, et al. (1955), determinaron el grado de competencia por nutrientes (N, P, K, Ca y Mg) en dos etapas fenológicas del maíz. Encontraron que el maíz que crece con arvenses tiene valores significativamente bajos en nitrógeno y potasio durante los primeros estadios del crecimiento. La tabla 1 muestra sus resultados para el rendimiento y asimilación de nutrientes cuando el maíz está maduro.

PLANTAS	RENDIMIENTOS RELATIVOS (maíz)	TOMA RELATIVA DE NUTRIEN TES (Maíz - 100).				
		N	P	K	Ca	Mg
MAIZ, solo	100	100	100	100	100	100
MAIZ con:						
<i>Amaranthus retroflexus</i>	60	102	80	124	275	234
<i>Chenopodium album</i> +	69	120	74	121	281	216
<i>Digitaria sanguinalis</i>	67	100	64	157	131	228
<i>Echinochloa crusgalli</i> +	91	105	60	138	430	337
MAIZ, con arvenses	63	58	63	47	67	77

+sólo con un año de datos. -

TABLA 1.- Comparación de rendimientos relativos (%) del maíz, y asimilación de nutrientes por las arvenses en relación a los nutrientes asimilados por el maíz en tres condiciones diferentes: maíz solo, maíz con una arvense, y maíz con todas las arvenses. (Las parcelas recibieron 200 lb./A.N., 200 lb./A.P<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, y 200 lb./A.K<sub>2</sub>O. Los datos son promedios de los años 1952 y 1953). Modificado de Vengris et. al. 1955.

Cabe mencionar que en estos experimentos de competencia se está asumiendo que los nutrientes asimilados por el maíz y las malezas fueron "competidos" de acuerdo a la definición inicial de competencia. Sin embargo son datos que deben ser tomados en cuenta como información que ayuda a desentrañar el proceso real que ocurre en los campos de cultivo.

Staniforth (1957 y 1961) encontró que el mayor efecto de competencia entre *Setaria lutescens* (Gramineae) y el maíz (en base al rendimiento en peso seco) ocurre a bajos niveles de nitrógeno en el suelo, así como diferentes grados de habilidad competitiva en relación al primer punto, sugiere que un aumento en la cantidad de nitrógeno disminuye la competencia entre el maíz y *S. lutescens*. Esto es lógico en la medida que los recursos disponibles (nutrientes) son abundantes.

En muchos casos un fenómeno de competencia es detectado con cierta facilidad, sin embargo, la explicación de como ocurre puede ser muy específica, por ejemplo: Volz (1977), encontró que en ausencia de una inhibición significativa en la asimilación de nitrógeno, en condiciones de suministro limitado de luz y agua, existe lixiviación diferencial de nitrógeno mineral extraíble y producción de aleloquímicos por *Cyperus esculentus*. Sugiere que las raíces de esta arvense decrecen la disponibilidad de nitrógeno en las raíces del maíz durante la época de crecimiento debido a que propicia un medio que fomenta la actividad desnitrificante. Ya que en el momento de la cosecha, los niveles de nitrógeno extraíble fueron inferiores a lo esperado debido al decremento en la asimilación del nitrógeno en las raíces de ambas especies. Las poblaciones desnitrificantes de heterótrofos aéreos fueron mayores en suelos de cultivos infestados por la gramínea, que en suelos abandonados o solamente con maíz.

Las experiencias llevadas a cabo en México, tanto en climas tropicales (Cotaxtla, Ver.) y en climas templados (Chapingo, Méx.), determinaron que la época crítica de competencia de arvenses con el maíz es de 30 días a partir de la siembra de este último (Datos del Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas, SAG. México, sin fecha; De Nieto, A. et. al. (1968), citado por Garcidueñas, 1979). Es decir, que si se deja que los campos de cultivo se enyerben después de los 30 días posteriores a la siembra, los efectos no serán tan graves como si hubiera presencia de yerbas durante esos primeros 30 días.

Hasta ahora, no se ha esclarecido si los efectos de la comunidad de arvenses sobre las plantas del maíz es la suma de los efectos de cada arvense sobre el maíz. Los logros de los estudios de competencia basados en los principios de aditividad y sustitividad planteados por de Wit (1960), se han llevado a cabo en avena con arvenses de una forma muy sistemática, hasta culminar con los experimentos dialélicos de Trenbath (1975), cuyos resultados sugieren explicaciones acerca de las interacciones entre especies. Estas experiencias pueden servir como base a nuevos enfoques en el estudio de la competencia arveses-maíz, o probablemente, al diseño de comunidades de especies cultivadas y arvenses poco nocivas a los cultivos o incluso beneficiosas.

## 2.5 ESTUDIOS ECOLÓGICOS Y FLORÍSTICOS DE ARVENSES DEL MAÍZ

El contenido de las especies arvenses presentes en los cultivos de maíz, su fenología, así como la relación que su presencia pueda tener con respecto a variables climáticas, edáficas o de manejo, reviste gran importancia como un primer paso en investigaciones ecológico-evolutivas, o bien dirigidas hacia el manejo o control de especies arvenses.

En este sentido, puede afirmarse que <sup>en México</sup> no hay un gran acervo de conocimiento de estas especies. Sin embargo, los pocos trabajos existentes son de gran utilidad en cuanto a los aspectos biológicos y ecológicos que han cubierto.

Rodríguez (1967) en el Valle de Toluca, Edo. de México, Villagas (1969) en la parte meridional de la Cuenca de México y Segura (1979) en el estado de Morelos, efectuaron levantamientos florísticos, determinaron la frecuencia y abundancia de especies arvenses, mencionan las formas de vida de esas especies, su fenología, establecen relaciones con factores edáficos y/o condiciones ecológicas específicas, así como las diferentes asociaciones de arvenses características de las localidades estudiadas.

Las posibilidades de futuras investigaciones a partir de estos trabajos son bien grandes. Por ejemplo:

Kellman y Adams (1970), en milpas de Belice, C.A., a partir de levantamientos florísticos explican las afinidades geográficas de la flora arvense. Examinan los patrones de distribución de arvenses en el área de estudio en función de los asentamientos humanos pasados que perturbaron, en diferentes escalas, las selvas hondureñas. Así como los efectos del tipo de tecnología agrícola utilizada en el manejo de milpas.

Sharp (1976), determina las asociaciones de arvenses en función de factores edáficos y las actividades agrícolas del hombre. Esto mediante programas de computación de análisis fitosociológico, en este sentido, no es el uso de complicados métodos analíticos lo que interesa, sino la posibilidad de analizar grandes cantidades de datos en poco tiempo.

## 2.6 LA PREDICCIÓN DE INFESTACIÓN DE ARVENSES Y SU CONTROL

Por los efectos nocivos que producen las arvenses cuando estas crecen de una forma incontrolada, es indispensable poder determinar un factor de riesgo asociado a un determinado cultivo. Parker (1977) sugiere que esto puede hacerse, a niveles locales, mediante el monitoreo en cuadros fijos, en donde las plantas maduren para su identificación y se determinen los cambios de dominancia de tiempo. En caso de que haya rotación de cultivos, trabajar con el potencial florístico del suelo puede ser una alternativa. Este autor menciona que el método más rápido y fácil para detectar arvenses potencialmente problemáticas es mediante muestreos de la vegetación arvense que sobrevive a las labores agrícolas; aunque esto no refleje fielmente el potencial florístico del suelo debido al enterramiento de muchas semillas.

"Para el control de arvenses en los ochentas se usarán programas de simulación para hacer predicciones de las tasas de dispersión y de las condiciones que conducirían a ello" (Upchurch, 1974; citado por Parker, 1977). "Esto ya se hace para *Avena fatua* (Cussans, 1977; citado por Parker, op. cit.), pero el volumen de datos y el esfuerzo requerido para ello, hace difícil el llevarlo a cabo para decidir cual de las quince o más especies comunes será un problema". (Parker, op. cit.).

Parker plantea, acertadamente, la inconveniencia de llevar a cabo estos métodos complicados en un país subdesarrollado debido a la abundancia de arvenses marginales (en función de la diversidad) y la pobreza de estos países. Sugiere que los países subdesarrollados estudien los ciclos de vida y patrones reproductivos de arvenses que pudiesen revelar formas mediante las cuales estas especies podrían ser problemáticas. Sobre esto último, es difícil determinar que tipo de investigación es la más necesaria o cual es económicamente factible.

En cuanto a los métodos de control de arvenses podemos decir que hay tres métodos básicos a saber, físicos, químicos y biológicos. Estos están íntimamente relacionados con las características biológicas de las malezas que de una forma general esbozamos anteriormente.

El control físico implica la poda, remoción y/o enterramiento de las arvenses. Este se ejecuta manualmente o haciendo uso de herramientas como machete o azadón, o bien, usando sistemas especiales de arado. Esto implica que las condiciones de las semillas en el suelo van a modificarse, pudiendo inducir la germinación de semillas o propágulos vegetativos, o bien, que los individuos que sobreviven a las perturbaciones se sobrepongan a la perturbación, y que así puedan reproducirse.

Los métodos de control químico se realizan mediante herbicidas generalistas (para arvenses latifoliadas y gramíneas), o bien con herbicidas de alto grado de selectividad. Estos métodos han proliferado en los países desarrollados con miras a una agricultura de labranza mínima o nula, países en donde los criterios económico-energéticos lo hacen redituable. Según Harper (1956), los agrónomos de la década de los cincuentas se preguntaban cuanto tiempo pasaría antes de que las arvenses fuesen resistentes a los herbicidas. Este autor comenta una serie de evidencias que sirven como excelentes ejemplos de evolución direccional: 1.- desarrollo de mecanismos metabólicos que permiten la desintoxicación o asimilación de los agentes activos de los herbicidas, 2.- cambios en la morfología de las especies tales como: inclinación de las hojas, tipos de ramificación, caracteres de la epidermis, etc. 3.- cambios en la ecofisiología de las semillas, etc. "La velocidad a la cual una maleza puede responder a la selección por un factor particular introducido en el medio ambiente, depende de la intensidad de la selección y de la variabilidad hereditaria de las malezas, la cual depende de la naturaleza de su sistema de fecun-

dación. No es posible predecir como estos factores interactuarán en algún caso particular" (Harper, 1956).

El papel que desempeñan las arvenses como parte de una cadena trófica, permite que las ubiquemos como poblaciones con mecanismos de control biológico. Huffaker (1964) puntualizó que "cualquier organismo que reduzca el crecimiento o reproducción puede ser usado como agente de control biológico, de tal forma que se incluyen animales superiores e inferiores a los insectos, y también a las plantas superiores parásitas, hongos, bacterias y virus".

De acuerdo con Wapshere (1975), el control biológico requiere, previo a la introducción de los agentes reguladores de la arvense:

- 1.- un vasto conocimiento acerca de la distribución y ecología de la arvense.
- 2.- descubrimiento de los organismos adaptados a la arvense (en los centros de diversificación de las tribus, géneros o subgéneros).
- 3.- estimación de la efectividad. La escuela canadiense propone que los agentes deben ser evaluados de acuerdo a ciertos atributos biológicos que poseen en sí mismos, o viceversa, los que poseen sus parásitos (grado de especificidad, tipos de daño inflingido, período de ataque, potencial reproductivo, factores extrínsecos de la mortalidad, conducta alimenticia, distribución, etc.) (Harris, 1973). A su vez, la escuela australiana propone que los agentes se evalúen en base a su efectividad para controlar su distribución y abundancia después de tolerar pequeños cambios ecológicos en las regiones y por su papel en la parasitación, degradación y enfermedades. (Wapshere, 1970).

- 4.- selección de las cepas más efectivas.
- 5.- demostración de su seguridad, es decir, evitar que los agentes de control ataquen otro cultivo o planta de interés social.

Y posterior a la introducción de organismos se requiere:

- 1.- que el establecimiento de los agentes de control biológico quede libre de poblaciones depredadoras, parásitos o patógenos.
- 2.- que se estudie el efecto de los agentes de control biológico introducidos en la población de arvenses.

El control biológico requiere que se cubran una gran cantidad de aspectos ecológicos debido a lo complejo de la regulación de poblaciones a través de relaciones interespecíficas. Harper (1957), planteaba que podía ocurrir reinvasiones de arvenses o exexpansión de otras al dejar huecos en las redes tróficas de un agroecosistema por el uso de herbicidas. Pimentel (1977), comenta que "en el control biológico natural, la coevolución tiene lugar en sistemas presa-depredador y huésped-parásito por medio de retroalimentación genética, la que contribuye a la estabilidad de estos sistemas de poblaciones; pero ésta es ignorada por ecólogos como Huffker y sus colegas, ya que ellos plantean que si ocurre la coevolución, el control biológico no funciona. Esto no quiere decir que en los casos en que el control biológico funciona, esto sea inoperante".

Atsatt y O'Dowd (1976) afirman que en los sistemas agrícolas el manejo adecuado de las "plantas anzuelo" puede producir el control efectivo de las plagas de los cultivos. Manejan el concepto de "conservación de anzuelos genéticos" (arvenses que con-

trarresten la incidencia de plagas y enfermedades en los cultivos) basándose en la idea de que "poca diversidad pero adecuada, es la clave de la estabilidad". En base a su hipótesis de la conservación de genes "el fenómeno común de cohabitación de especies cercanamente relacionadas, y teóricamente competitivas debe ser visualizado con una nueva perspectiva". (Atsatt y O'dowd, 1976).

En sentido estricto, cualquiera de los métodos de control de arvenses practicado por los agricultores puede ser incluido dentro del control cultural. Sin embargo, hay ciertos aspectos que son expresiones más sofisticadas de un control cultural de las arvenses tales como: rotación de cultivos, cultivos intercalados, periodicidad en las labores agrícolas de un ciclo, el uso de abonos fermentados que no contaminen el banco de semillas original, el uso de ciertas especies con poco o sin efectos nocivos para las especies cultivadas y las leyes fitosanitarias. Esto se apega parcialmente a lo planteado por Sagar (1974).

Se ha sugerido que ningún método de control de arvenses, plagas o enfermedades es totalmente efectivo; por lo que la combinación de diferentes métodos para su control (físicos, químicos, biológicos o prácticas culturales) deben integrarse en torno a un cultivo dado (Way, 1977). De hecho, el control integral ya sea de arvenses, plagas o enfermedades, implica el manejo del agroecosistema como tal, ya que se toman en consideración las interacciones entre diversos factores estructurales y funcionales del sistema. Es decir, que si se controla una plaga, no se propicie la invasión de alguna otra tanto o más nociva al cultivo; o que el papel que juega una plaga en el flujo de nutrientes no sea de tal magnitud que si se elimina se susciten desequilibrios funcionales en el agroecosistema.

Hasta ahora el "control integral" es un planteamiento teórico que puede considerarse "como lo que se debería hacer". Sin

embargo, por una parte las prioridades que determinan una creciente demanda de alimentos y/o materias primas, y por otra, una visión extremadamente teórica o extremadamente empírica de los investigadores, no han permitido la proliferación del manejo integrado de agroecosistemas. No obstante, Altieri, et al. (1977) comentan una serie de experiencias interesantes que sugieren expectativas alentadoras sobre el control integral.

## 2.7 EFECTOS DEL CONTROL DE ARVENSES

La experiencia agrícola ha mostrado que los métodos de control de arvenses practicados en diferentes agroecosistemas pueden ocasionar efectos tales como: pérdida de suelo, contaminación de agua y suelo, reducción de la diversidad de especies y una posible pérdida de la estabilidad del agroecosistema, así como consecuencias económicas debido al desplazamiento de mano de obra, entre otros aspectos.

Un efecto inmediato de la eliminación de las especies arvenses es la reducción de la cobertura vegetal en los campos de cultivo, y por ende, el suelo es susceptible de erosionarse en función de su textura, la pendiente del suelo y la precipitación. Esto reviste gran importancia para el rendimiento sostenido de la agricultura y para la conservación del suelo. (Marten (1981) comenta las tasas de erosión debidas a las prácticas agrícolas del maíz cultivado en pendientes pronunciadas en la región Xalapa).

La agricultura especializada ha venido implementando crecientes cantidades de fertilizante para evitar la competencia por nutrientes y arvenses (Staniforth, 1957 y 1961); herbicidas para reducir la inversión de trabajo en labores de limpia de arvenses, con una tendencia marcada hacia lo que se denomina "agricultura sin labranza" en la que se reduce al mínimo la inversión en trabajo humano y en el consumo de combustibles fósiles vía el uso de

insumos químicos. Este tipo de agricultura sólo se lleva a cabo en el 2% del área cultivada de los Estados Unidos, "los datos de la producción de maíz, indican claramente que el cultivo sin labranza es mejor en términos de uso neto de energía, porque requiere sólo el 60% de la energía que se invierte en la labranza tradicional" (Giere et al., 1980). Según Pimentel et al., (1973), en los Estados Unidos se usan 900 litros de gasolina para producir 6 Ton. de maíz en una hectárea. Obteniéndose una relación de 2.8 y 1 Kcal de energía de salida y entrada, respectivamente. Sin embargo, señala que la agricultura sin labranza debe evaluarse en relación a un incremento en problemas de plagas.

La contaminación del agua por fertilizantes y herbicidas es otro aspecto que debe ser considerado. En 1975 el nivel de contaminación por antrazina (principio activo de un herbicida comúnmente usado en cultivos de maíz y con efectos mutagénicos para el hombre) de muchos suministros de agua del Oeste-medio de Estados Unidos era motivo de preocupación (Giere, et al. op. cit.).

El suelo también se contamina, dependiendo de la residualidad de los herbicidas. Por ejemplo: el paraquat (agente activo de un herbicida) es un ión cargado positivamente que se enlaza con los sitios negativamente cargados de las partículas de arcilla en el suelo, una vez enlazado, la partícula es biológicamente inactiva y altamente resistente a la ruptura microbiana o química del medio ambiente. "El tiempo requerido para que todos los sitios se saturen varía enormemente, desde 20 a más de 10000 años, dependiendo de la composición del suelo" (Chevron Chemical Co., 1970).

A lo largo de esta sección de antecedentes, hemos bosquejado una serie de ideas que de algún modo hacen necesario mencionar la relación entre la diversidad, estabilidad y productividad de los ecosistemas transformados por el hombre.

Las primeras consideraciones teóricas de MacArthur (1955) acerca de la estabilidad de las comunidades en base a las fluctuaciones en el número de individuos de las poblaciones. Se inclinan hacia el hecho de que la selección natural opera maximizando la eficiencia sujeta a una cierta estabilidad necesaria. En relación a las dietas alimenticias, la red trófica de mayor estabilidad es aquella en que las especies se alimentan de todas las demás especies que no se alimentan de ellas. Leigh (1965) concluye que si una especie tiene muchos depredadores, cada una con presas alternativas, entonces si esta decrece en números, la presión del depredador cambiará hacia otro lado, mientras que si incrementa su número, muchas especies estarán disponibles para cosechar su incremento. Así la maximización de hilos en la red trófica, maximiza la estabilidad "estructural" de la comunidad. Un decremento en el tamaño promedio de la población, por otra parte, representa un incremento en la sensibilidad de tales fluctuaciones al azar en las poblaciones como usualmente ocurre. Correspondientemente, un incremento en la productividad para una biomasa fija, o un decremento en la biomasa para una productividad fija, incrementa la velocidad de cambio de la comunidad, entonces de crece la estabilidad.

Odum (1969) hizo la comparación de un ecosistema natural y uno artificial en el que relacionó el balance bioenergético (productividad primaria-respiración= productividad neta), así como la biomasa que se va acumulando en el tiempo con la diversidad de especies (en términos de número de especies y equitabilidad). "El estudio muestra claramente que la productividad no necesariamente se incrementa con la sucesión como se asume frecuentemente." (Odum, op. cit.).

Por otra parte, Whittaker (1965) en base a sus estudios extensivos Great Smoky Mountains, acerca de productividad neta y diversidad. Menciona que las "variaciones en especies-diversidad no son variaciones paralelas en la productividad de la comunidad.

La producción y diversidad no están significativamente correlacionados tanto en nuestros muestreos de vegetación como de insectos defoliadores. Los magnos bosques de madera roja de las costas de California y Oregón, son los más productivos entre los bosques climax de zonas templadas pese a tener una baja diversidad de especies" (Whittaker, 1965).

Drury y Nisbet (1973) analizaron las evidencias de la relación entre diversidad, estabilidad y productividad y concluyen que "la estabilidad relativa de las características de la productividad contrastan con cambios marcados en la composición de especies e incremento en la diversidad de especies".

De Soet (1974), afirma que la alta productividad y baja estabilidad van juntas en la naturaleza así como el alto grado de estabilidad y la baja productividad. Un ecosistema altamente estable se caracteriza por un ambiente variable y pluriforme. La alta productividad es caracterizada por un ambiente restringido monoforme o monocultivo.

"Desafortunadamente el concepto de diversidad se ha mostrado intangible y no se han desarrollado mediciones enteramente satisfactorias. La estabilidad es incluso, menos fácil de medir, y es un hombre bravo el que se propone medir la estabilidad de un ecosistema. No es sorprendente que la relación entre diversidad y estabilidad en situaciones específicas se mantenga un poco más que inspirada por un deseo" (Harper, 1974). Harper ha seguido de cerca los trabajos de competencia interespecífica que se relacionan con la estabilidad de los cultivos (Donald, 1963; Finlay y Wilkinson, 1963; Jacquard y Caputa, 1970; y Jones, 1958; entre otros), en este sentido es importante tener en cuenta la opinión de este autor.

"..... en líneas generales, se puede aceptar que existe una relación entre el espectro de la diversidad y la estructura de la estabilidad, aunque no es difícil encontrar aparentes excepciones, por ejemplo, los líquenes son sistemas de baja diversidad pero se consideran muy estables, lo mismo que el sistema constituido por el hombre más sus sistemas agrícolas" (Margalef, 1980). Es cierto que para que la agricultura especializada subsista, se requieren fertilizantes y biocidas químicos, en ese sentido podríamos hablar de inestabilidad; pero ¿qué tan radituable puede ser un agroecosistema diversificado genéticamente y con mínimos insumos artificiales en aras de una estabilidad a largo plazo?.

Por otra parte, las repercusiones del cambio de tecnología para el control de arvenses es otro aspecto a tomar en cuenta. Young et al. (1978), consideraron que el uso de herbicidas puede crear conflictos sociales debido a que se desemplea mucha mano de obra, se genera la emigración a las ciudades de grandes masas campesinas desocupadas y en las ciudades no hay empleos. La visión de estos autores, en el caso específico de los agricultores del Norte de Brasil puede ser un poco exagerado o probablemente simplista, ya que la problemática de la emigración rural a las ciudades obedece a causas de índole social y económico, más que a cambios en la tecnología agrícola. Sin embargo, es un aspecto que debe ser considerado en cuanto a la demanda y oferta de mano de obra en una localidad.

### 3. MATERIAL Y METODO

#### 3.1 ELECCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

Se revisó una encuesta sobre productividad del maíz realizada en 1977 por el Programa Planeación Ecológica del Uso de la Tierra con el objeto de evaluar la información acerca de la tecnología agrícola implementada para el manejo de la vegetación arvense en cultivos de maíz de la región Xalapa.

Esta información sirvió de base para elaborar otra encuesta que profundizara en el manejo de arvenses en milpas de la región Xalapa. En el apéndice A se muestra el contenido de las encuestas realizadas durante enero y febrero de 1979. Así, se aplicaron treinta y cinco encuestas a campesinos que siembran maíz en un gradiente altitudinal, desde el Valle de Perote (2,500 m.s.n.m.) hasta la Planicie Costera del Golfo. Esta encuesta no reveló ningún manejo que fuese ecológicamente interesante en el sentido de que hubiese un cierto tipo de prácticas culturales o de control biológico de arvenses agresivas que fuesen excepciones al manejo tradicional común. La riqueza aportada por la encuesta fué la información detallada acerca de las labores agrícolas.

En función del agua disponible en la región Xalapa, el cultivo de maíz de temporal es de ciclo primavera-verano, o bien, es de ciclo de verano. En el primer caso, el maíz tiene un período de crecimiento corto y se practica en tierras de altitud inferior a la mencionada hasta la Planicie Costera del Golfo. El área donde se practican los ciclos primavera-verano abarcan dos tercios de la región Xalapa.

Lo anterior se tomó en consideración para escoger el sitio de trabajo en la parte central de la región Xalapa, en donde pre

domina un clima templado-húmedo de acuerdo con Koterba y Lavín (1979), delimitando una franja que abarca desde Chiconquiaco y Landero y Coss, al Norte, a Ixhuacán de los Reyes, al Sur. Esta zona climática es potencialmente la más productiva de la región, según el estudio de Arrieta (1979). Finalmente, se eligió Miahuatlán como sitio de trabajo por las facilidades de comunicación.

### 3.2 EL ÁREA DE ESTUDIO, LOCALIZACIÓN, SUELOS, CLIMA Y VEGETACION

Miahuatlán se localiza a 20 kilómetros al Nor-noroeste de Xalapa a 19° 42' latitud y 96° 31' longitud; a una altitud aproximada de 1,700 m.s.n.m.; se enclava en la Sierra de Chiconquiaco, al Sur de Misantla; y se le ubica en el distrito de temporal No.1 del Estado de Veracruz (ver. fig. 1).

De acuerdo con estudios edafológicos de la región Xalapa (Portilla, 1980), los suelos de Miahuatlán son andosoles, profundos y con textura limosa; conjuntamente con los latosoles de Xalapa, Ayahualulco e Ixhuacán de los Reyes son los suelos más ricos en materia orgánica; pero los que registran valores más bajos de fósforo.

El clima del área de influencia de la estación Naolinco (6 km., al Sur de Miahuatlán) es templado húmedo con una precipitación mayor de 40 mm en el mes más seco y con un porcentaje de lluvias invernales mayores del 18% anual (García, 1970). La temperatura media anual es de 15.8°C y la precipitación anual de 1781 mm (Arrieta, op. cit.). La figura 2 muestra las diferencias en temperatura y precipitación para el promedio de los años 1964-1977 con respecto al año de 1979.

De acuerdo con Gómez-Pompa (1977), la vegetación característica de la zona es el bosque caducifolio o bosque de niebla, dominado por *Liquidambar macrophylla*, mezclado con varias especies

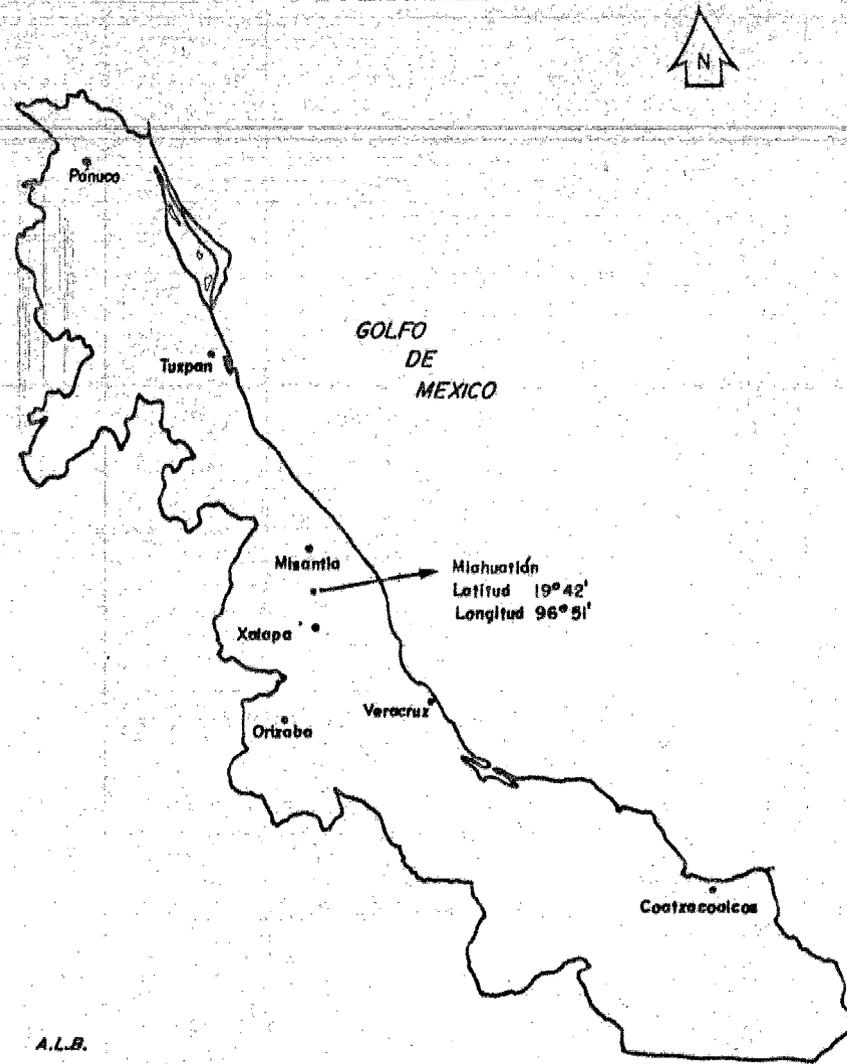


Fig. 1.- Ubicación del área de estudio.

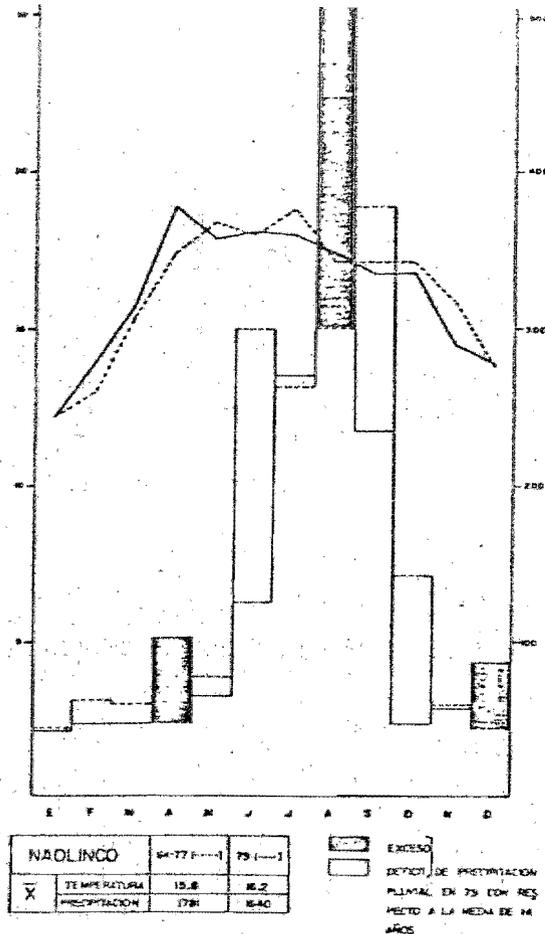


Fig. 2.- Diferencias en la temperatura y precipitación entre el promedio de 14 años (1964-1977) y el año de 1979, en la estación Naolinco, Ver.

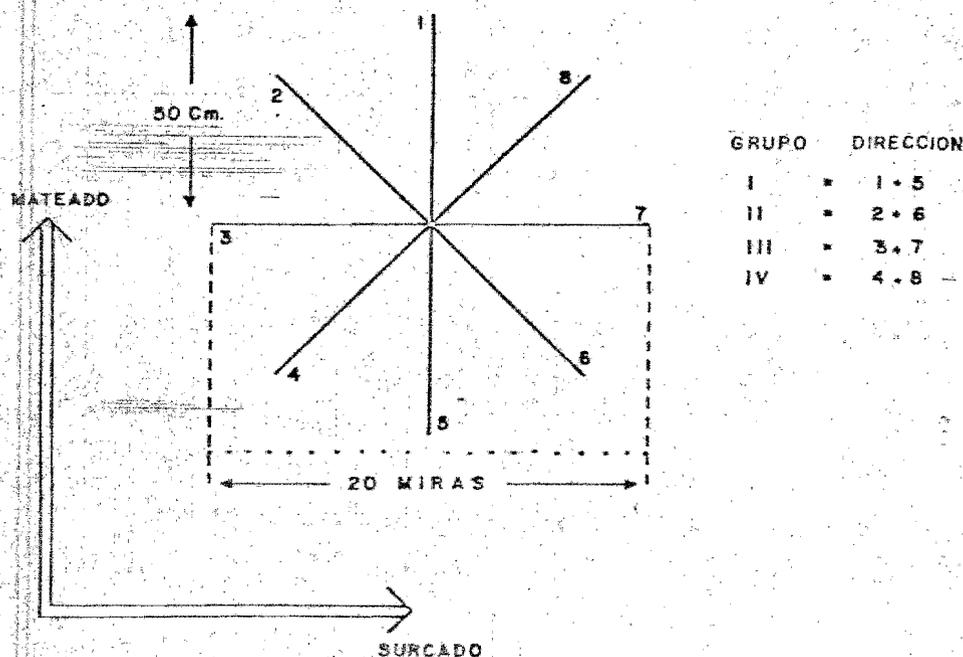


Fig. 3.- Direcciones y miras consideradas en las matas muestreadas con respecto a los ejes de surcado y mateado.

de *Quercus* (*Q. lanceolata*, *Q. castanea*, *Q. polymorpha*).

### 3.3 LA TECNOLOGÍA AGRÍCOLA EN LAS MILPAS DE MIAHUATLÁN

De las treinta y cinco encuestas aplicadas en la región Xalapa, siete se efectuaron en Miahuatlán; de estas encuestas se obtuvo la siguiente información:

La preparación de los campos de cultivo se lleva a cabo desde principios de enero a principios de marzo, con yunta de bueyes (barbecho, cruza y surcado), raramente con tractor.

Se siembra entre la última semana de febrero y la tercera de marzo, con distancias promedio entre surcos y matas de 88 y 75 cms, respectivamente, lo que resulta en una densidad de 15 150 matas por hectárea. En cada orificio (futura mata) se siembran tres semillas de maíz "criollo" (*Zea mays* L.), y en los casos en que se siembra frijol de enredadera (*Phaseolus vulgaris* L., o *P. coccineus* L.) se hace a una densidad promedio de una semilla por cada diez matas de maíz. (1 500 semillas/Ha).

Entre los 14 y 18 días posteriores a la siembra, se resiembraba en los sectores de la milpa en donde los tordos (*Cassidix mexicanus* Gmelin) depredaron las plántulas de maíz. Para disminuir la depredación o evitarla, los campesinos colocan hilos tensados sobre los cultivos, estos producen vibraciones que ahuyentan a las aves, o bien, se colocan espantapájaros.

Un mes después de la siembra se efectúa la primera limpia de arvenses, desenraizando y/o cubriendo de tierra a las plántulas con el azadón.

Inmediatamente antes de la segunda limpia, (c.a. 60 días después de la siembra) se aplican 139 kilogramos de nitrógeno y 32 de fósforo por hectárea en promedio.

Existe gran variación en cuanto a la cantidad de fertilizantes aplicados, principalmente para el fósforo.

El doblado de las plantas de maíz se efectúa en septiembre cuando los granos del elote se han llenado. Esto se hace para favorecer el secado del grano y evitar que se acumule agua en las mazorcas, consecuentemente se evita la pudrición de éstas. El doblado va acompañado de un chapeo con machete, de tal forma que las futuras labores de cosechas se faciliten, éstas últimas se realizan en noviembre o diciembre.

Después de la cosecha, los tallos y hojas secas del maíz se cortan y se fragmentan, y se introduce ganado vacuno para que pasten.

Las encuestas realizadas con los campesinos de Miahuatlán revelaron que la diferencia en el manejo de las milpas se da en función de la pendiente del suelo y la cantidad y calidad de las labores agrícolas. En relación a estos factores se eligieron siete parcelas que cubren la diversidad del manejo de milpas en esta zona. (Esta información se detallará en la sección 4.5).

### 3.4 MUESTREOS SINECOLÓGICOS, COSECHA DE ARVENSES, MUESTREOS DE SUELOS Y COSECHA DE MAÍZ.

Con el objeto de conocer el patrón de regeneración vegetal se determinó efectuar varios muestreos sinecológicos en cada una de las siete parcelas entre cada período de perturbación característica de la tecnología agrícola implementada, es decir, primera, segunda y tercera limpia, doblado con chapeo, cosecha y barbecho.

La utilización de un método de muestreo sin área y discreto, como el bastidor de agujas, se ha recomendado para muestrear vegetación herbácea (Riepma y Wong, 1963). También se ha utilizado

para estimar la biomasa de herbáceas mediante la frecuencia de intercepciones en cada agujero (Daget y Poissonet, 1971; citado por Muller-Dumbois y Ellenberg, 1974).

Se decidió muestrear la vegetación arvense por medio de un bastidor de miras (modificación del bastidor de agujas convencional descrito por Muller-Dumbois y Ellenberg, op.cit.). Este bastidor modificado consiste en diez pares de miras de 12 mm de diámetro interno, que están equidistantes en 50 cm de largo. La modificación sustancial a este instrumento son las miras a través de las cuales se observa la presencia o ausencia de vegetación. Esto facilita el muestreo si se compara con el bastidor de agujas convencional, ya que la introducción de estas últimas a través del bastidor, así como el registro de las intercepciones con la vegetación hacen mucho más tardado el muestreo. Las miras paralelas del bastidor tienen por objeto el evitar errores de paralaje al observar a través de ellas.

El bastidor utilizado para los muestreos sinecológicos presenta dos ventajas en relación a la utilización de métodos de muestreo de área:

- 1.- Permite una fácil colocación del bastidor en cualquier punto del terreno a muestrear, sobre todo cuando la vegetación aumenta en altura (el bastidor utilizado lo permitía hasta con vegetación de 45 cm de altura).

- 2.- Permite captar información acerca de la vegetación que se encuentra alrededor de las matas de maíz en relación a dos variables: orientaciones del bastidor y distancias con respecto a un origen. Se le llama mata a un conjunto de plantas de maíz sembrados en un punto dado.

Se decidió tomar registros de la vegetación arvense alrededor de las matas de maíz. Para esto se consideraron cuatro ejes que cruzan el centro imaginario de las matas, o sea ocho direcciones contiguas que tienen un ángulo de  $45^\circ$  entre sí (fig. 3). Con el objeto de que los registros de una dirección dada no se afectarían por la colocación del bastidor en una dirección contigua, se alternaban las direcciones pares o nones (grupos II y IV, así como los grupos I y III) en las matas a muestrear. Lo anterior implica que en cada mata se registraban 40 miras (en cuatro direcciones).

Los criterios considerados para hacer los registros en cada mira fueron los siguientes: 1.- se registraba cualquier parte de un individuo de una especie dada, 2.- la altura de esa parte en esa mira, 3.- la presencia o ausencia de flor y/o fruto en el individuo al que correspondía la parte observada en la mira, 4.- si había más de cuatro partes de diferentes individuos por mira se descartaban los que tuvieran la menor altura, es decir, que se registraba un máximo de cuatro partes de individuos por mira.

La forma de campo utilizada permitió el mapeo de los individuos registrados en las 40 miras. Cabe mencionar que la información se tomó con la intención de formar un banco de datos (Rodríguez, 1981). Esto permitirá posteriores análisis de los datos en función de: las direcciones que se relacionan con el relieve de las parcelas (surcos) y también en función de las distancias con respecto al centro de las matas.

Para determinar el tamaño del muestreo sinecológico se hicieron muestreos preliminares siguiendo la metodología descrita anteriormente. Las curvas de "número de miras mínimas", mostraron que 350 miras eran suficientes para captar la variabilidad de especies arvenses en las primeras etapas de crecimiento del maíz. Suponiendo que la diversidad de especies aumentaría en es

tadíos sucesionales posteriores se decidió aumentar el tamaño de la muestra a 600 puntos.

Finalmente, como resultado de las consideraciones anteriores, en cada muestreo se elegían quince matas al azar en cada parcela (la posición de éstas se definía por los ejes de surcado y mateado), lo que implica registrar 600 miras. En cada mata se midieron las alturas de las plantas de maíz desde el suelo hasta la hoja más alta; la densidad de plantas de maíz por mata; cuando el desarrollo del maíz lo permitió, se midió el diámetro mayor y menor del segundo o tercer nudo inferior del culmo; si había frijol de enredadera se medía su altura y densidad por mata de maíz.

Durante estos muestreos se colectaban ejemplares de plántulas, individuos juveniles y reproductivos, a los que se les asignaban números mientras no fuese posible identificarlos.

Para determinar la productividad neta aérea de arvenses durante el ciclo agrícola se hicieron cosechas preliminares. El tamaño de estas cosechas fue de 26 áreas de territorialidad promedio/mata elegida al azar en cada parcela. Cada una de éstas, era un rectángulo cuyos largos y anchos estaban en función de las densidades de siembra en cada parcela. En el momento de cosechar se delimitaba el área de territorialidad promedio para cada mata, dejando a la mata en cuestión exactamente en el centro del rectángulo. Estas cosechas preliminares mostraron que en quince áreas de territorialidad promedio por mata "el promedio de la variación porcentual entre los últimos seis valores de varianza acumulada" era menor que un 5%. Así, el último muestreo realizado entre cada período de perturbación (por lo general tres) se complementaba con una cosecha de biomasa aérea (por especie) de arvenses. Se cosecharon quince áreas de territorialidad promedio por mata elegidas al azar. Posteriormente se determinó el peso seco de cada una de ellas.

Las determinaciones de productividad de arvenses se tenían planeadas para efectuarse en seis de las siete parcelas elegidas. Esto se decidió así debido al gran parecido en el manejo en dos de las parcelas (en la sección 4.1 se detallará este punto).

De las siete parcelas escogidas en un principio, cuatro se monitorearon hasta después de la cosecha de maíz efectuadas por los campesinos. En esas parcelas se efectuaron muestreos edáficos a una profundidad entre 5 y 15 cm. Esto se hizo en la época en que los campesinos doblan el maíz, con el propósito de detectar el mínimo de residuos de fertilizantes. Las muestras de suelo fueron analizadas en el Laboratorio de Servicios Analíticos del INIREB. También en esas mismas parcelas se cosecharon quince matas de maíz maduro elegidas al azar, a las que se les determinó peso seco total, de mazorca y de grano por mata.

### 3.5 METODOLOGÍA DE GABINETE

Se ideó un formato de organización de los datos de cada mata de cada uno de los setenta y ocho muestreos sinecológicos efectuados, información (equivalente a cinco mil tarjetas de computación convencionales) que se grabó en diskettes para ser procesados por el programa HERBMILP; el cual fué elaborado ex profeso y calcula los valores de importancia y principales parámetros de cada muestreo.

En el cuadro 1 se muestra parte de una salida de este programa. - En la parte superior aparece la clave de la parcela y su período (el primer dígito indica el muestreo que se realizó, entre algún período de perturbación -segundo dígito, en este caso: el segundo muestreo entre el doblado y cosecha del maíz), así como el número de puntos (miras) muestreados.

RESULTADOS POR MUESTREO

PARCELA : PARCELA 41

PERIODO : PERIODO 16

NUM. DE PUNTOS: 600

NJM. ESP.	AFAE	BFRE	ACAÉ	BCRE	ADAÉ	BDRE	AVI	BVIR	APIR	BPIR	ALT
1	5.33	1.98	1.83	0.61	3	1.32	2.61	.87			9.0
9	5.00	1.47	2.50	0.83	3	1.02	3.33	1.11			2.8
13	1.66	0.49	1.00	0.33	1	0.34	1.16	.38			3.0
12	15.00	4.41	8.00	2.68	9	3.07	10.16	3.33	.1111	00.82	4.7
14	1.66	0.49	1.00	0.33	1	0.34	1.16	.38	1.0000	17.33	2.0
15	20.00	5.88	19.00	6.37	13	4.43	16.69	5.56	.0769	00.55	4.4
19	5.00	1.47	2.50	0.83	3	1.02	3.33	1.11	.3333	02.45	5.6
20	1.66	0.49	1.00	0.33	1	0.34	1.16	.38			5.0
21	3.33	1.98	3.00	1.33	3	1.32	3.01	1.00			6.0
24	1.66	0.49	1.00	0.33	1	0.34	1.16	.38			12.0
25	11.66	3.43	11.50	3.85	5	1.70	8.95	2.99	1.0000	07.33	12.0
30	18.33	5.39	11.50	3.85	14	4.77	14.02	4.67			5.5
32	10.00	2.94	4.00	1.34	6	2.34	6.33	2.11	.6566	14.93	12.0
34	1.66	0.49	1.00	0.33	1	0.34	1.16	.38			5.0
39	1.66	0.49	1.00	0.33	1	0.34	1.16	.38			2.0
46	5.00	1.47	2.50	0.83	3	1.32	3.33	1.11	1.0000	07.33	3.3
49	66.66	19.60	82.33	27.62	86	25.35	76.58	25.52	.9418	76.93	4.1
51	13.33	3.92	7.33	2.46	9	3.17	9.45	3.15			2.2
54	30.00	8.82	28.50	9.56	23	7.84	26.23	8.74	.9130	06.75	9.5
57	1.66	0.49	1.00	0.33	1	0.34	1.16	.38			2.0
64	8.33	2.45	4.33	1.45	5	1.73	5.61	1.67			3.5
68	50.00	14.7	36.50	11.7	4	1.35	4.31	1.33	.7511	15.54	10.0
71	5.00	1.47	2.33	0.78	3	1.32	3.27	1.09	.3333	02.45	2.3
73	1.66	0.49	1.00	0.33	1	0.34	1.16	.38	1.0000	07.33	5.0
75	5.00	1.47	4.33	1.45	3	1.32	3.94	1.31	1.0000	07.33	10.5
83	6.66	1.96	2.83	0.95	4	1.36	4.27	1.42	1.0000	07.33	4.0
87	3.33	0.98	1.50	0.53	2	1.66	2.16	.72	1.0000	07.33	4.0
88	1.66	0.49	1.00	0.33	1	0.34	1.16	.38	1.0000	07.33	.5
91	46.66	13.72	46.33	16.55	40	13.65	43.93	14.04	.9749	17.21	3.7
92	38.33	11.27	56.33	12.19	43	14.67	38.14	12.71	.4186	03.00	4.2
30	339.99	99.99	297.99	99.99	293	99.99	295.99	99.99	13.5158	11.600	
EMPI	66.66	19.60	66.33	22.25	51	17.40	59.27	19.75	2.7349	20.13	
GM41	78.33	23.33	39.66	30.38	95	32.42	85.55	28.54	1.9418	14.36	
JX41	23.33	4.36	14.00	4.69	17	5.80	17.36	5.78			

CFR =	.54	%ALTM =	.00	4ALFJ =	.00
CCAE =	297.99	%DI444 =	.00	MDI44D =	.00
CCN =	.496	ADIM44 =	.00	ADIM4D =	.00
CDR =	4.88	MDE4SM =	.10		
CPSTE =	29.98				
AVI MAX =	76.58	ALT AVI MAX =	4.1	FALTM =	.00
				FALTD =	.00

Cuadro 1.- Resultado del programa HERBMILP para una parcela y un muestreo (ver texto).

En la primera columna a la izquierda del cuadro se encuentran los números de las especies (correspondientes a los de la lista florística de control; apéndice B.1). Las siguientes seis columnas tienen los valores de frecuencia absoluta (AFAE), frecuencia relativa (BFRE), cobertura absoluta (ACAE) cobertura relativa (BCRE), densidad absoluta (ADAE) y densidad relativa (BDRE). Donde:

AFAE= % del número de apariciones de una especie dada en relación al total de apariciones de todas las especies.

ACAE= número de miras ocupadas por una especie. Cuando en una mira había más de una parte de un individuo, a cada uno se le asignaba un valor proporcional de cobertura en función del número de partes de individuos en esa mira. De tal forma que la cobertura absoluta de la comunidad no sobrepasara el número total de miras registradas con vegetación (CCAE).

ADAE= número de individuos registrados por especie.

BFRE, BCRE y BDRE son los valores relativos (%) para cada especie en función de la suma total de los valores absolutos de cada especie. La suma de estos tres valores relativos por especie es el valor de importancia (AVI) propuesto por Curtis y McIntosh (1951). En la siguiente columna aparece el valor relativo (%) de cada valor de importancia (BVIR), calculado en base a la suma total de valores de importancia por especie. En las siguientes dos columnas a la derecha se muestran los porcentajes de individuos sexualmente reproductivos por especie (APIR) y el valor relativo de reproducción por especie en la comunidad (BPIR). Donde:

BPIR= % del número de individuos de una especie que presentan flor y/o fruto en relación al número de individuos de todas las especies que también presentan flor y/o fruto.

Finalmente, en la última columna a la derecha se muestran los valores promedio de altura (ALT) en cm, de los registros de cada especie.

Abajo de los valores de la última especie muestreada, se tiene el total de especies diferentes (primera columna izquierda), y en las subsecuentes columnas se muestran las sumas totales de cada parámetro mencionado anteriormente, excepto las alturas.

En los últimos tres renglones del cuadro, aparecen los valores de cada parámetro agrupados por familias, a saber, Compositae, Gramineae y Oxalidaceae.

En la parte inferior izquierda del cuadro se muestran los parámetros generales de la comunidad: frecuencia relativa de la comunidad (CFR); cobertura absoluta y relativa de la comunidad (CCA y CCR, respectivamente); densidad absoluta de la comunidad (CDA); la suma de valores de sobreposición interespecífica (CPSITE); el mayor valor de importancia (AVIMAX); así como la altura promedio de los registros de esa especie dominante (ALT. MAX).  
Donde:

CFR= número de registros con presencia de cualquier especie dada entre el total de bastidores considerados (en tanto por uno), es decir en relación al número de veces que se consideraron diez miras en un muestreo.

CCA= número total de miras ocupadas por cualquier especie.

CCR= CCA/número total de miras registradas.

CDA= número total de individuos entre el número de bastidores considerados (individuos/bastidor).

CPSITE= si en una mira había más de una especie y esta(s) especie(s) tenía(n) diferente(s) altura(s) con respec

to a la especie de referencia, se computa el número de especies que cumplían esta condición. La suma de estos registros en relación a una especie se dividió entre el total de apariciones de todas las especies (numerador de CFR) en el muestreo, menos el total de apariciones de esa especie en ese muestreo. Este último cociente es la sobreposición interespecífica con respecto a una especie, la suma de todos ellos es la sobreposición interespecífica de la comunidad.

AVIMAX= es el mayor valor de importancia en ese muestreo, es decir, el grado de dominancia de la especie más conspicua.

ALTMAX= es la altura de la especie más dominante (en centímetros).

En la parte inferior derecha del cuadro: las alturas promedio de las plantas de maíz (MALTM) en cm, los promedios de los diámetros mayores y menores (MDIMAM y MDIMEM, respectivamente) del maíz en mm, así como sus respectivas desviaciones estandar; y la densidad de plantas de maíz por mata (MDENSM).

Abajo de este último parámetro: la altura promedio de las plantas de frijol (FALTM) y su desviación estandar (FALTD), finalmente, la densidad de plantas de frijol por mata de maíz (FALTM).

Las frecuencias relativas por especie se usaron para calcular el índice de diversidad de Shanon-Weaver en cada uno de los muestreos. (De acuerdo con Poole, 1974).

Los datos de veinticinco cosechas de arvenses (promedios de biomasa aérea específica por área de territorialidad promedio por mata) también se grabaron en diskettes y se procesaron por medio

del programa BIOHERB. Este programa, mucho más sencillo que el HERBMILP, transformó las unidades de biomasa mencionadas en biomasa específica expresada en kilogramos/hectárea, además de agruparla en las tres familias ya mencionadas.

El cuadro 2 muestra parte de una salida de este programa. En la parte superior aparecen los datos generales de la parcela; el número de especies diferentes cosechadas en un análisis de períodos dados. El valor "D0" es un factor de corrección que nos sirve para homogeneizar los tiempos de siembra entre las parcelas. En los seis primeros renglones tenemos cinco columnas, en la primera se denota el período de cosecha; el número de días después de la siembra en que se efectuó la cosecha; el número de áreas de territorialidad promedio cosechadas, el promedio de la biomasa cosechada en éstas y su error estándar, respectivamente.

Abajo, los datos de productividad aérea por especie por período; en la primera columna izquierda aparecen las diferentes especies cosechadas. Cada período tiene dos columnas, la primera, con valores de biomasa en kilogramos por hectárea, y la segunda, con valores porcentuales de biomasa en relación a la productividad total de arvenses. En los últimos tres renglones se presentan los valores absolutos y relativos de biomasa agrupados en las familias Compositae (101), Gramineae (102) y Oxalidaceae (103).

Los datos edafológicos (materia orgánica, fósforo disponible, nitrógeno total y pendiente del suelo) y de manejo (densidad de siembra, nitrógeno y fósforo como fertilizante); el grupo de variables de biomasa aérea acumulada de arvenses en diferentes tiempos y el grupo de variables en función de la cobertura relativa de arvenses en Miahuatlán, así como los del banco de datos resultado de la "encuesta del maíz 1977 en la región Xalapa" (que se denomina MAIZAGO) se manejaron por medio del paquete de programas estadísticos BIOMED (1977).

ANÁLISIS DE FERTILIDAD DE TIERRAS POR PERFIL EN MILGROS/HECTÁREA.

FACIELA	ANÁLISIS	NUTRIENTES	CONCENTRACIONES	UNIDADES											
1	15	0.05	4.52	4.65	.21	.28					24.16	6.44			
2					.07	.10	.06	.00							
5	.58	.28	4.65	4.63	3.61	4.60	78.85	1.11	.52	.05	.04	.01			
6											1.57	.42			
9	16.25	7.52	1.72	1.78	.64	1.12					11.82	3.15			
10	7.68	2.75	.57	.18							1.85	.49			
12							7.45	.48	.52	.05	2.05	.81			
13	.27	.12	.12	.14	2.52	3.85	8.57	.45							
14	.19	.09			.01	.01	.02	.00	3.57	.41	.51	.13			
15	14.62	7.14	.96	.93	.70	.54	32.05	7.08	2.21	.22	25.86	6.56			
16											4.07	1.08			
17	12.04	7.24													
18	2.11	1.51	.20	.21	.14	.18									
20	38.83	17.57	6.75	6.52	5.71	7.60	4.16	.27			15.52	5.21			
21	52.00	25.28	17.56	18.10	4.56	6.07					17.13	4.57			
22							.01	.00			.06	.01			
23	35.14	17.16	27.14	28.27	27.90	30.42	785.58	10.88	521.73	54.00	.13	.03			
24	.31	.15					.16	.01							
25			6.07	6.25	5.87	5.14	185.66	17.33	85.68	5.28	.28	.10			
27	2.62	1.76													
28	2.57	1.45	1.47	1.52	5.00	6.65	6.77	.56	2.03	.21	17.57	3.45			
29	.01	.00	.65	.67	.36	.45	31.87	2.06	66.52	16.95	21.68	5.68			
33	.23	.11	1.82	1.88	1.78	2.27	22.56	3.43	4.58	.47	2.14	.53			
34	1.08	.52	4.50	5.05	3.01	1.34	22.84	1.48			1.40	.37			
37	1.26	.61									.59	.15			
38	.29	.14	.22	.22							.53	.24			
39	4.17	2.02	.11	.12	.34	.46			.04	.00					
41											.04	.01			
42							.17	.01			1.44	.38			
44									6.78	.50					
46	.05	.02									2.74	.55			
47											.67	.17			
48											.25	.05			
49	5.80	1.83	1.37	1.41	.41	.54	177.52	7.65	140.04	15.11	55.73	25.52			
50	3.00	.48	.56	.59	1.40	1.86	16.71	1.08	2.86	.39	.84	.22			
51	.11	.05													
52							1.27	.08							
54							1.47	.05	4.41	.45					
56						.02	.02				.32	.08			
57			.11	.12	.15	.20	4.22	.27			1.12	.29			
58			.01	.01	.02	.02									
59			.69	.72	.06	.08	6.67	.51	2.55	.37					
69	2.50	1.71	2.78	2.86	.28	.50	75.22	5.14	5.66	.58	.56	.25			
70			1.56	1.60	.48	.62	24.13	7.21	2.04	.52	.14	.02			
73					.01	.01	.06	.00	.42	.04	2.21	.85			
74					.02	.02	.03	.00	1.68	.17					
75					.06	.08	3.54	.22			2.83	.75			
80										.11	.01	.03	.00		
82							6.65	.45	5.52	.61	11.73	2.12			
87							1.72	.11	1.76	.18	2.74	.86			
88											.05	.01			
90			.01	.01			22.28	2.05	51.62	5.24	5.73	1.52			
91							.78	.04	1.52	.13	15.65	17.50			
96							1.44	.10	.20	.02	.15	.04			
98									1.72	.18					
99	.42	.21			2.17	2.85									
00					.25	1.14	10.51	.44	10.63	1.10					
	204.50	55.55	57.05	59.55	75.17	100.00	1540.72	55.65	566.14	100.00	274.52	100.00			
101	54.55	26.62	47.52	41.57	43.45	46.12	3100.58	71.45	670.24	15.55	5.11	2.42			
102	58.50	28.54	23.46	24.17	6.25	10.55	128.45	6.22	150.68	16.21	145.88	28.90			
103	15.72	8.38	3.21	3.31	5.85	7.78	1.77	.56	2.02	.31	24.75	6.61			

Cuadro 2.- Resultado del Programa BIOHERB para una parcela (ver texto)

## 4. RESULTADOS Y DISCUSION

### 4.1 ACTIVIDADES DESARROLLADAS EN RELACIÓN A LAS PRÁCTICAS AGRÍCOLAS.

La figura 4 muestra la relación temporal (a partir de la primera fecha de siembra) entre los muestreos sinecológicos y cosecha de arvenses con respecto a las labores agrícolas en cada una de las parcelas monitoreadas en el ciclo primavera-verano de 1979. Las dimensiones horizontales de cada clave reflejan el tiempo de duración de cada actividad.

La parcela B<sub>2</sub> se dejó de muestrear en las etapas iniciales debido a la impredecibilidad de las labores agrícolas que se llevaban a cabo.

En la parcela D<sub>1</sub> no se limpió por tercera ocasión debido a que un norte entre los días 9 y 12 de junio tiró la mayoría de las plantas de maíz. Los agricultores simplemente dejaron que el fototropismo positivo de las plantas las hiciera recuperar su verticalidad. Lo anterior implicó dificultades técnicas para desplazarse en los muestreos y cosechas de arvenses, así como grandes alteraciones en cuanto a la luz que incidía en el estrato inferior (el maíz tirado casi cubría la superficie de la parcela). Por otra parte, el esfuerzo energético de las plantas de maíz para recuperar la verticalidad iba a disminuir considerablemente su rendimiento, según los propios agricultores. Lo anterior determinó abandonar el monitoreo de esta parcela.

La parcela A<sub>2</sub> no tiene datos de biomasa, de arvenses ya que las encuestas realizadas en Miahuatlán revelaron que el manejo de las parcelas A<sub>1</sub> y A<sub>2</sub> era muy parecido. Y no se consideró costoso el obtener esta información en función del esfuerzo requerido para ello.

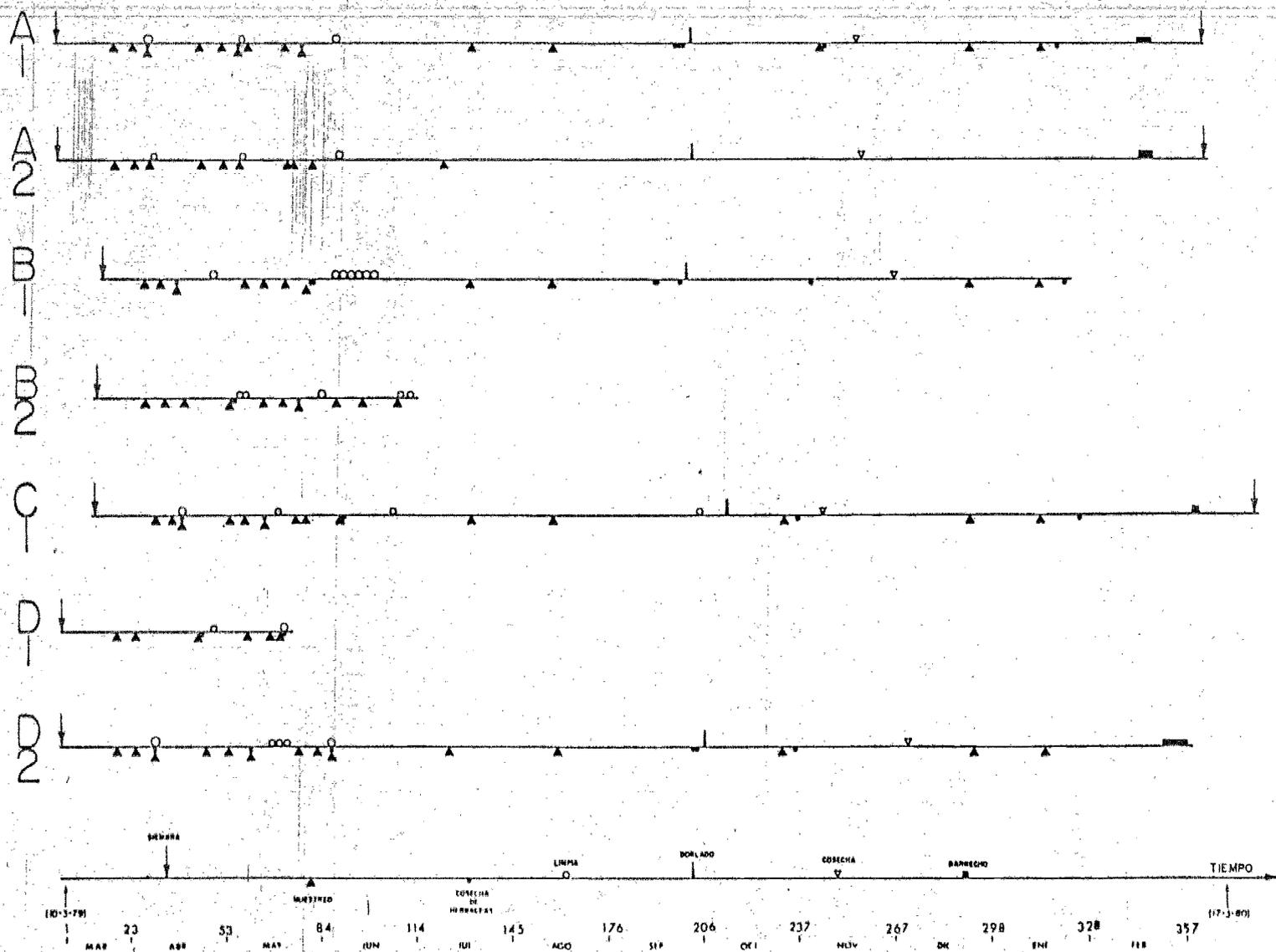


Fig. 4.- Actividades desarrolladas en el trabajo de ar venses del maíz en Miahuatlán, Ver. (1979-80).

El monitoreo de milpas que se manejan de acuerdo a los criterios de los agricultores es difícil en cuanto a la predecibilidad de las labores agrícolas, así como el tiempo que tardan en llevarse a cabo dichas labores.

Durante el trabajo de campo se colectaron 98 ejemplares de herbario, cuya lista florística se presenta en el apéndice B.2.

#### 4.2 LAS ESPECIES ARVENSES DOMINANTES Y LAS FAMILIAS COMPOSITAE, GRAMINEAE Y OXALIDACEAE.

Las 87 especies registradas tanto en los muestreos sinecológicos como en las cosechas de las siete parcelas monitoreadas, constituyen un reto para el análisis detallado de los cambios en la estructura de las diferentes comunidades.

Un primer intento por reducir el número total de especies registradas en función de su importancia, fué el tomar a las cinco especies que en cada muestreo de cada parcela presentaron los más altos valores de importancia, se obtuvo un conjunto de 37 especies. Este conjunto de especies implicaba todavía una gran minuciosidad en el intento de analizar la información. Finalmente, la etapa de depuración de especies terminó con la elección de solamente tres especies en cada parcela; esta elección se basó en los más altos valores de importancia relativos acumulados por especie, multiplicado por su frecuencia relativa de aparición en todos los muestreos en una parcela. En base a este criterio en la elección de especies, se considera que se trabaja con las "especies más dominantes a lo largo del período muestreado en cada parcela".

En el cuadro 3 se muestran los índices de jerarquía de cada una de las especies más dominantes durante el período muestreado en cada parcela.

ESPECIE	No.	P A R C E L A						
		A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>	C <sub>1</sub>	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>
<i>Simsia amplexicaulis</i>	23	1	1	1	1	1	1	2
Gramineae "A"	1		2		2	3	3	1
<i>Chloris</i> sp.	21	2			3			
<i>Panicum halapense</i>	49	3						
<i>Oxalis latifolia</i>	30							3
<i>Erigeron</i> sp.	39					2		
<i>Digitaria sanguinalis</i>	48			2				
<i>Eruca sativa</i>	19			3				
<i>Commelina diffusa</i>	20		3					
<i>Commelina coelestis</i>	5						2	

Cuadro 3.-Jerarquía de dominancia entre las tres especies más dominantes de cada una de las parcelas durante el período muestreado.

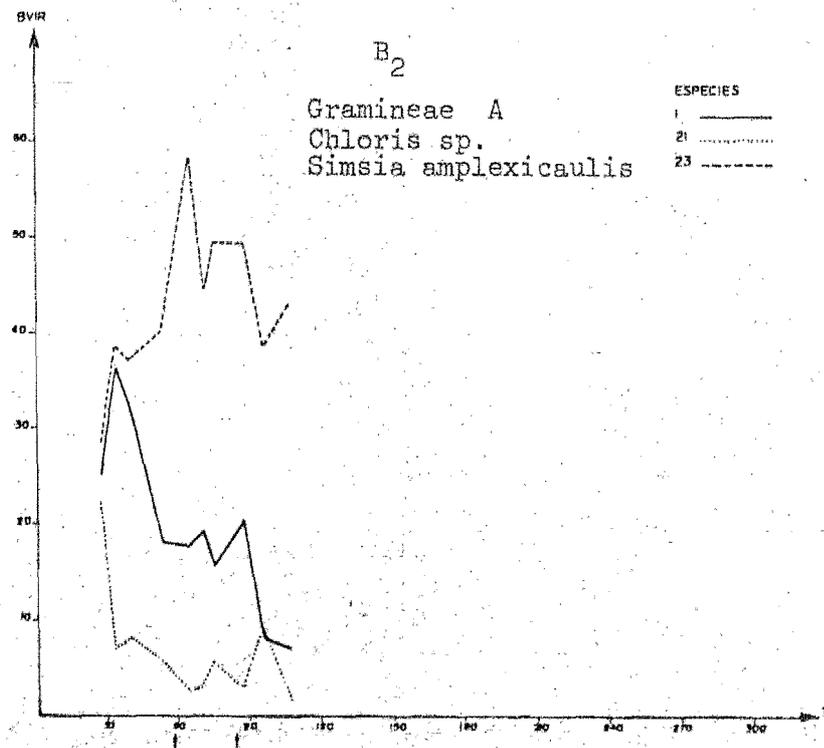
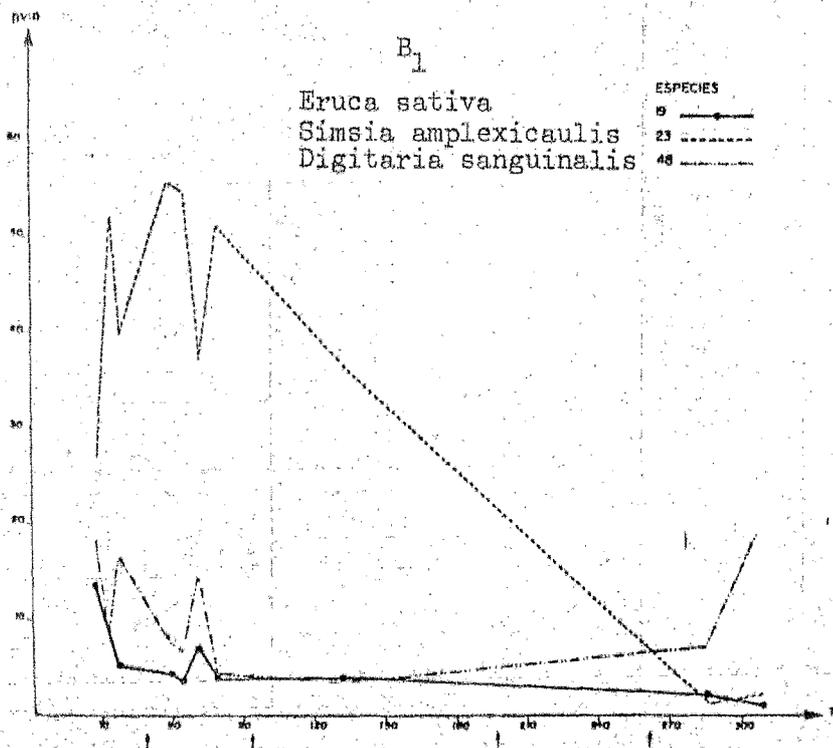
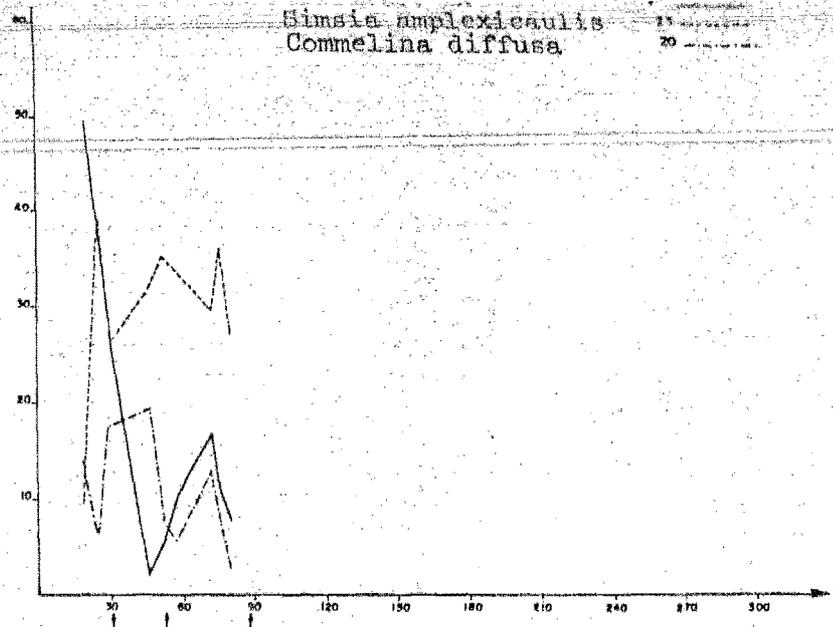
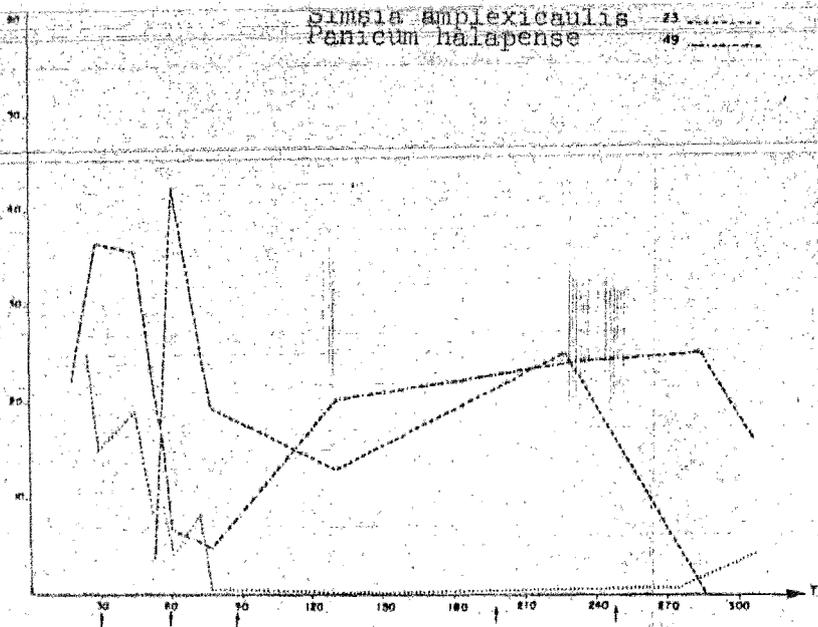
Si se hubiese trabajado con más de tres especies dominantes por parcela, los gráficos de las variables estructurales en relación al tiempo resultaban difíciles de interpretar debido al exceso de intersecciones.

El haber utilizado el valor de importancia relativo como un criterio de la importancia de una especie dada, se apoya en el hecho de haber encontrado correlaciones positivas y significativas a un nivel de confianza del 95% (en 38 de 46 correlaciones) entre el valor de importancia y la biomasa de arvenses en diferentes tiempos. En cada correlación se incluyeron de cinco a diez especies con los mayores valores de importancia, con y sin gramíneas agrupadas (algunos de los datos utilizados en estas correlaciones se encuentran en las tablas 1-13). Lo anterior implica que la jerarquización de especies a través del valor de importancia propuesto por Curtis y McIntosh (1951), también nos está jerarquizando la biomasa de esas especies en la comunidad.

Por otra parte, la agrupación de las especies en las familias y mencionadas obedece a que los reportes de especies arvenses en milpas señalan que las compuestas y las gramíneas son las más abundantes (Rodríguez, 1967; Villegas, 1969; y Segura, 1979); en el caso de las oxalidáceas, las observaciones de campo y entrevistas con agricultores las señalaban como plantas abundantes, hecho que se corroboró en los primeros análisis de datos.

#### 4.2.1 CAMBIOS EN LA DOMINANCIA DE LAS ESPECIES ARVENSES MÁS IMPORTANTES.

En la figura 5 se han graficado los valores de importancia relativos (BVIR) de las tres especies dominantes en las parcelas estudiadas en relación al tiempo (días a partir de las primeras siembras). Aunque la biomasa y los valores de importancia están positivamente correlacionados, los gráficos de esta figura no representan las ganancias o disminuciones en biomasa absoluta, sino



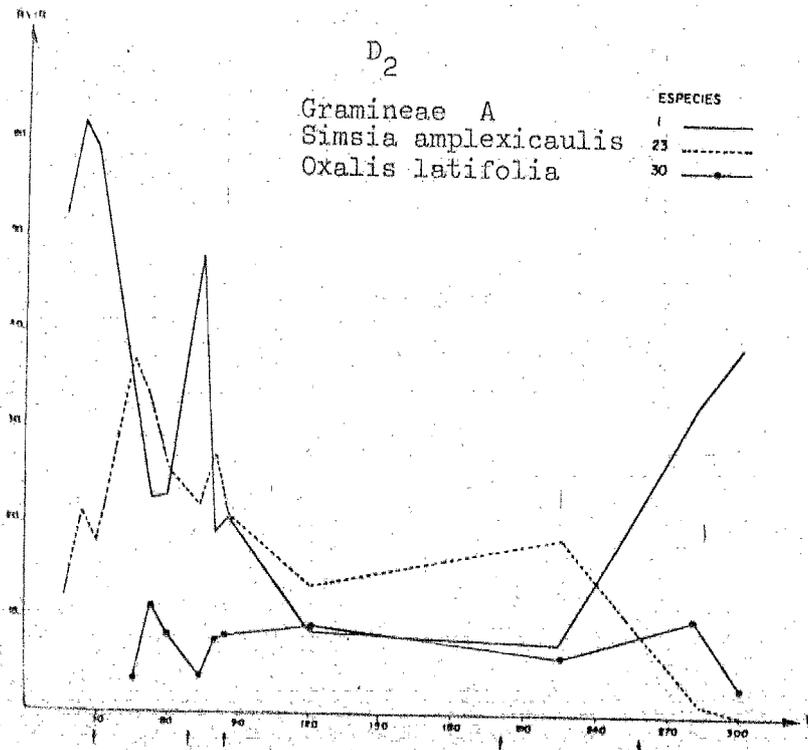
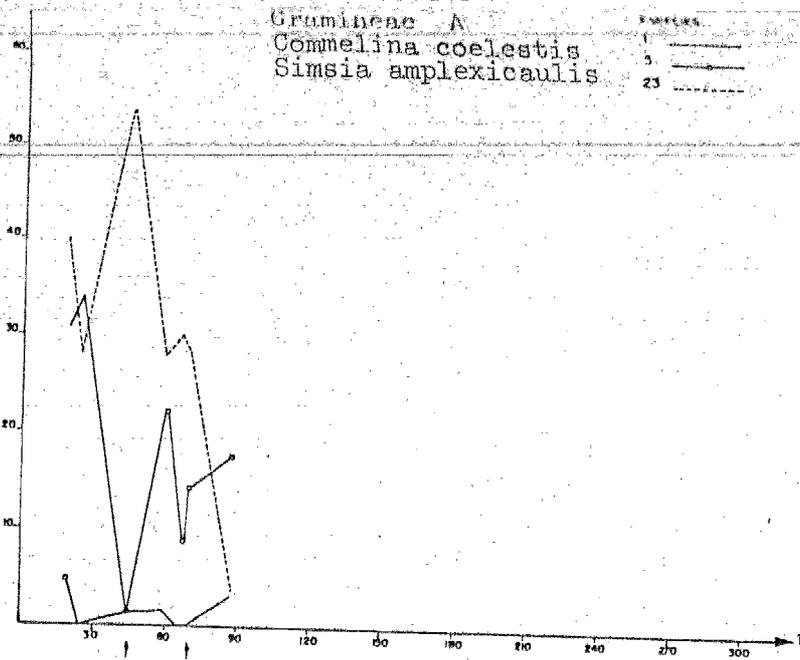
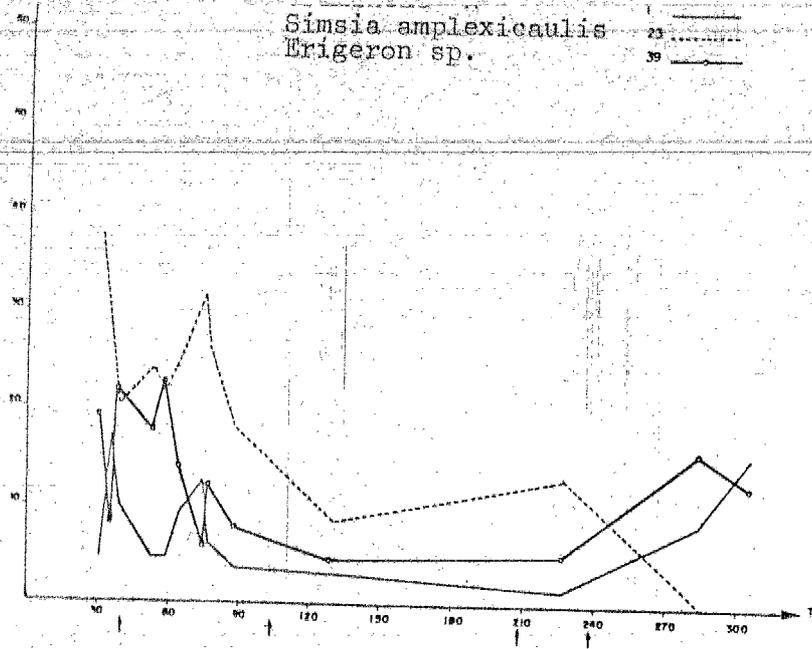


Figura 5.- Valores de importancia relativos de las tres especies dominantes en cada parcela en relación al tiempo (días). Las flechas (↑) indican la periodicidad de las perturbaciones de acuerdo

que representan los cambios en la biomasa relativa de una especie en una comunidad dada, i.e., el BVIR nos representa solamente la jerarquía de una especie en la comunidad, independientemente de los cambios en la biomasa total de arvenses en el tiempo.

*Simsia amplexicaulis* (Compositae) -especie 23, está presente en todas las parcelas. En las parcelas  $A_1$ ,  $A_2$ ,  $B_1$ , y  $C_1$ , durante los primeros 90 días (el tiempo se considera a partir de las parcelas sembradas el 10 de abril de 1979), presenta oscilaciones debido a las labores de limpia, pero puede decirse que mantiene una cierta constancia en sus valores; lo anterior también ocurre en la parcela  $D_1$  hasta los 60 días; en las parcelas  $B_2$  y  $D_2$ , se presenta una tendencia hacia una mayor dominancia durante los dos primeros meses, siendo esta mayor en  $B_2$ . Después de los primeros 90 días: en  $A_1$ ,  $C_1$  y  $D_2$  se presenta una tendencia generalizada hacia la pérdida de dominancia, seguida por una estabilización y por último, un decremento al final del período muestreado; en  $B_1$  no ocurre la estabilización sino que la tasa de pérdida de dominancia es constante (probablemente por la falta de un muestreo en el período de doblado). Finalmente, el valor de importancia de esta especie es casi nulo a finales de diciembre (280 días) en todas las parcelas.

La Gramínea "A" (especie 1) presenta altos valores de dominancia en las parcelas  $A_2$ ,  $B_2$ ,  $C_1$ ,  $D_1$ ,  $D_2$ , en general, menores que los de *S. amplexicaulis* durante los primeros tres meses (excepto en  $D_2$ ); en  $A_2$ ,  $B_2$ ,  $D_1$  y  $D_2$  se presenta una marcada tendencia a disminuir su dominancia en la comunidad, este patrón no es similar en  $C_1$ , en donde pese a las variaciones registradas, mantiene su dominancia más o menos constante. Después de las labores de limpia, en  $C_1$  y  $D_2$  su dominancia se mantiene casi constante hasta después del doblado (septiembre), posteriormente se incrementa en otoño e invierno, siendo este incremento similar en las dos parcelas en relación a sus altos valores iniciales. En todos los casos los valores de  $D_2$  son mayores que en  $C_1$ .

*Chloris sp.* (Gramineae) -especie 21, en  $A_1$  presenta una marcada tendencia hacia la pérdida de dominancia en los primeros 90 días, ésta es casi nula hasta diciembre, mes en el que tiende a recuperarla lentamente. En  $B_2$  se presenta un colapso en su dominancia en los dos primeros meses, seguida de una estabilidad relativa con valores bajos, hasta junio.

*Panicum halapense* (Gramineae) -especie 49, se presenta en  $A_1$ , incrementa su dominancia antes de la segunda limpia, posteriormente a esta perturbación su dominancia decrece; un poco antes de la tercera limpia comienza un aumento vigoroso en su dominancia y desde los 120 días (junio) es la especie dominante en su comunidad.

*Oxalis latifolia* (Oxalidaceae) -especie 30, se presenta en  $D_2$ , a finales de abril (50 días), incrementa su dominancia antes de la segunda limpia, posterior a esta última, decrece y vuelve a incrementar su dominancia. La tercera limpia, doblado y cosecha, parecen no afectar la dominancia de esta especie, pues se mantiene más o menos constante hasta diciembre (280 días); en enero, su dominancia decrece.

*Erigeron sp.* (Compositae) -especie 39, se presenta en la parcela  $C_1$ , con una dominancia un poco menor que *S. amplexicaulis* durante los primeros dos meses, después de la segunda limpia decrece su dominancia, y la mantiene constante hasta octubre (220 días), a partir de noviembre, presenta un marcado incremento en su dominancia (y es ya la más dominante en la comunidad) que llega a ser similar a sus valores iniciales; en enero (310 días) su dominancia ha disminuido levemente.

*Digitaria sanguinalis* (Gramineae) -especie 48, se presenta en la parcela  $B_1$  con una dominancia considerablemente más baja que *S. amplexicaulis*; pese a las oscilaciones en sus valores, pue

de decirse que hay una tendencia poco pronunciada hacia la pérdida de dominancia hasta la segunda limpia, se mantiene constante hasta diciembre, presentando un incremento final en invierno (285 días), siendo la especie dominante.

*Eruca sativa* (Cruciferae) -especie 19, también se presenta en  $B_1$ , con valores un poco menores que *D. sanguinalis*; antes de la primera limpia presenta una brusca disminución en su dominancia, posteriormente se mantiene estable hasta después de la primera limpia. Antes de que se efectúe la segunda limpia presenta un aumento y disminución repentino (igual que *D. sanguinalis*), se mantiene con una tendencia muy uniforme en cuanto a la pérdida de dominancia el resto del período muestreado, en invierno (285 días) su dominancia es casi nula.

*Commelina diffusa* (Commelinaceae) -especie 20, se presenta en  $A_2$ , las oscilaciones en sus valores no muestran una tendencia clara. Sin embargo, después de la primera y segunda limpia hay un incremento en la dominancia seguido por un decremento en la misma, y sin ninguna causa de perturbación que pueda asociarse a esta disminución.

*Commelina coelestis* (Commelinaceae) -especie 5, se presenta en la parcela  $D_1$ ; pese a las oscilaciones que presenta en los diferentes muestreos, se observa una tendencia hacia la ganancia en dominancia. De la misma forma que *C. diffusa*, después de la primera y segunda limpia presenta un aumento considerable en su dominancia, en este sentido, ambas comelinas presentan un comportamiento contrario al resto de las especies. Su respuesta inmediata ante las perturbaciones puede ser una característica adaptativa bien definida, siendo *C. coelestis* la que presenta aumentos sostenidos en la dominancia de su comunidad.

La literatura revisada no reporta cuales son los cambios en la dominancia de las especies arvenses durante alguna época del

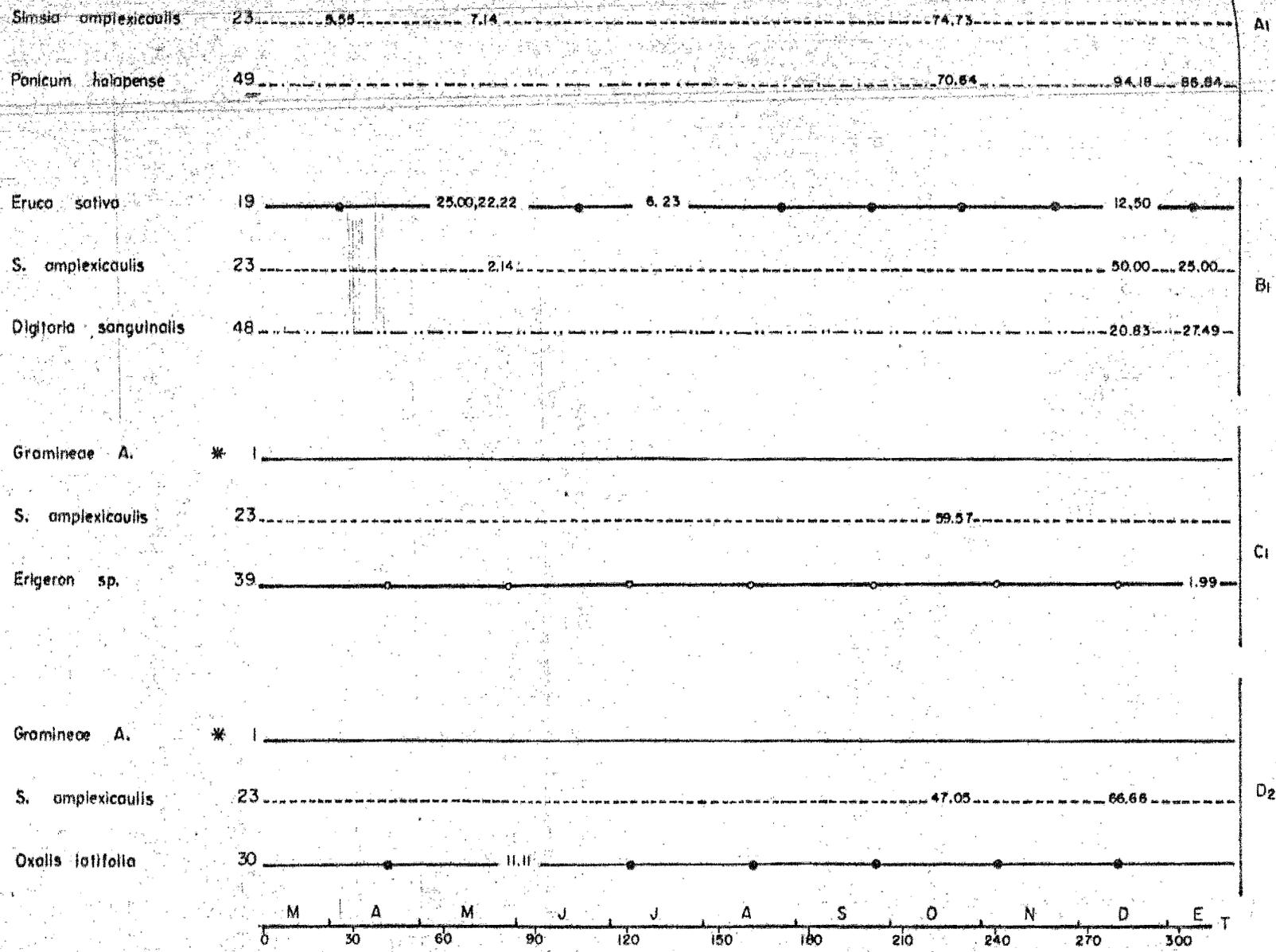
ciclo anual. Sólo se reportan datos cualitativos acerca de la frecuencia y abundancia de las especies arvenses, generalizando los datos obtenidos en los muestreos efectuados.

Villegas (1969) reporta a *Simsia amplexicaulis*, *Bidens pilosa* y *Galinsoga parviflora* como las arvenses más frecuentes y abundantes en cultivos de maíz de la parte meridional de la cuenca de México; Rodríguez (1967), en el Valle de Toluca Méx., reporta a *Oxalis corniculata* como una especie constantemente presente en cultivos de maíz y maíz-frijol en suelos con mal drenaje, a *Commelina coelestis* como una especie constantemente presente en cultivos de maíz-frijol-haba en suelos con mal drenaje, a *Chloris virgata* como una especie rara en cultivos de maíz, así como maíz asociado con leguminosas y otros cereales (avena y cebada), tanto en suelos bien drenados como en suelos mal drenados; Segura (1979), en el estado de Morelos, reporta a *Simsia amplexicaulis* como una especie abundante en clima templado-semifrío a una altitud de 1900-2200 m.s.n.m.

#### 4.2.2 FENOLOGÍA REPRODUCTIVA DE LAS ESPECIES DOMINANTES Y DIVERSIDAD DE LA COMUNIDAD ARVENSE

En el cuadro 4 se muestran los porcentajes de individuos sexualmente reproductivos (APIR) de las especies dominantes en cada parcela.

Con respecto a las gramíneas: *Chloris* sp., en la parcela A<sub>1</sub> y la Gramineae "A" en las parcelas C<sub>1</sub> y D<sub>2</sub> no presentaron individuos sexualmente reproductivos durante los períodos muestreados. Por otra parte, *Digitaria sanguinalis* en la parcela B<sub>1</sub> y *Panicum halapense* en la parcela A<sub>1</sub>, presentaron individuos reproductivos en diciembre y enero, y octubre-enero, respectivamente.



Cuadro 4.- Porcentajes de individuos sexualmente reproductivos (APIR) de las tres especies dominantes en cada parcela en relación al tiempo (días o meses). El punto decimal en cada cifra indica el tiempo en que se tomó el registro. \* No se registraron individuos sexualmente reproductivos.

*Simsia amplexicaulis* (Compositae) presenta bajos porcentajes de individuos reproductivos durante los primeros tres meses a partir de las siembras en la parcela A<sub>1</sub> y B<sub>1</sub>; en octubre hay una mayor proporción de individuos reproductivos que en la primavera; en las parcelas B<sub>1</sub> y D<sub>2</sub>, en diciembre y enero aún se presentan individuos reproductivos. Otra compuesta, *Erigeron sp.* presenta una baja proporción de individuos reproductivos en la parcela C<sub>1</sub> en el mes de enero.

*Eruca sativa* (Cruciferae) en la parcela B<sub>1</sub>, presenta la mayor proporción de individuos reproductivos en la primavera, en verano la proporción disminuye, en otoño no se registraron individuos reproductivos, finalmente, en diciembre la proporción de individuos reproductivos es la mitad de los que hay en primavera.

Se ha reportado que *S. amplexicaulis* florece de mayo a noviembre (Villegas, 1969) en el Valle de México, por lo que los registros de individuos reproductivos en abril en A<sub>1</sub> y en enero en B<sub>1</sub> pueden deberse a las diferencias ecológicas en relación a las condiciones que prevalecen en Miahuatlán. El hecho de que en las parcelas A<sub>2</sub>, B<sub>2</sub> y D<sub>1</sub>, no se hayan registrado individuos reproductivos en el inicio de la primavera podría sugerir que esto no es un acontecimiento común en función de su ciclo de vida. Sin embargo, existe la posibilidad de que durante el invierno no se den las condiciones apropiadas para que algunas semillas de esta especie germinen y que las labores de barbecho no eliminen a los individuos jóvenes en las parcelas A<sub>1</sub> y B<sub>1</sub>.

Villegas (1969), al referirse a la fenología reproductiva de *Eruca sativa*, menciona que se le reporta todo el año en diferentes fases fenológicas, florece en verano e invierno principalmente.

*S. amplexicaulis* y *E. sativa* presentan marcadas discontinuidades en su fenología reproductiva (en las parcelas A<sub>1</sub> y B<sub>1</sub>).

Esto reviste importancia en el sentido de que los largos períodos de floración y fructificación son ventajosos ante un medio-ambiente perturbado, ya que se permite el aporte de semillas al suelo en diferentes épocas. Si la mortalidad de una cohorte de plántulas o individuos juveniles es alta, y por ende, la cantidad de semillas incorporadas al suelo es baja, podría ser recompensado con el aporte de semillas de otra cohorte con mayor tasa de sobrevivencia. Habría que esclarecer si esta floración prolongada se debe a una misma cohorte o que hay condiciones que permitan una prolongada germinación y desarrollo de las semillas y plántulas en el suelo.

*Commelina coelestis* y *C. diffusa* no presentaron valores de individuos reproductivos debido a que en las parcelas en que se encontró no se muestreó en el tiempo de floración. Son hierbas perennes, gracias a sus raíces gruesas y tuberosas en forma de bulbillos en la primera especie y raíces fibrosas en los nudos en la segunda.

*Oxalis latifolia* (Oxalidaceae), sólo presenta individuos reproductivos en julio en la parcela D<sub>2</sub>. Denton (1973), menciona que *Oxalis latifolia* presenta bulbillos adyacentes al bulbo parental o en las puntas de las escamas de los rizomas, con el resultado de la formación de clones que muestran una pequeña variación en cuanto al tamaño de sus hojas. Jackson (1960), citado por Denton (op. cit.), encontró que la latencia de los bulbillos puede ser inducida por la humedad y nutrientes inadecuados, así como por temperaturas frías.

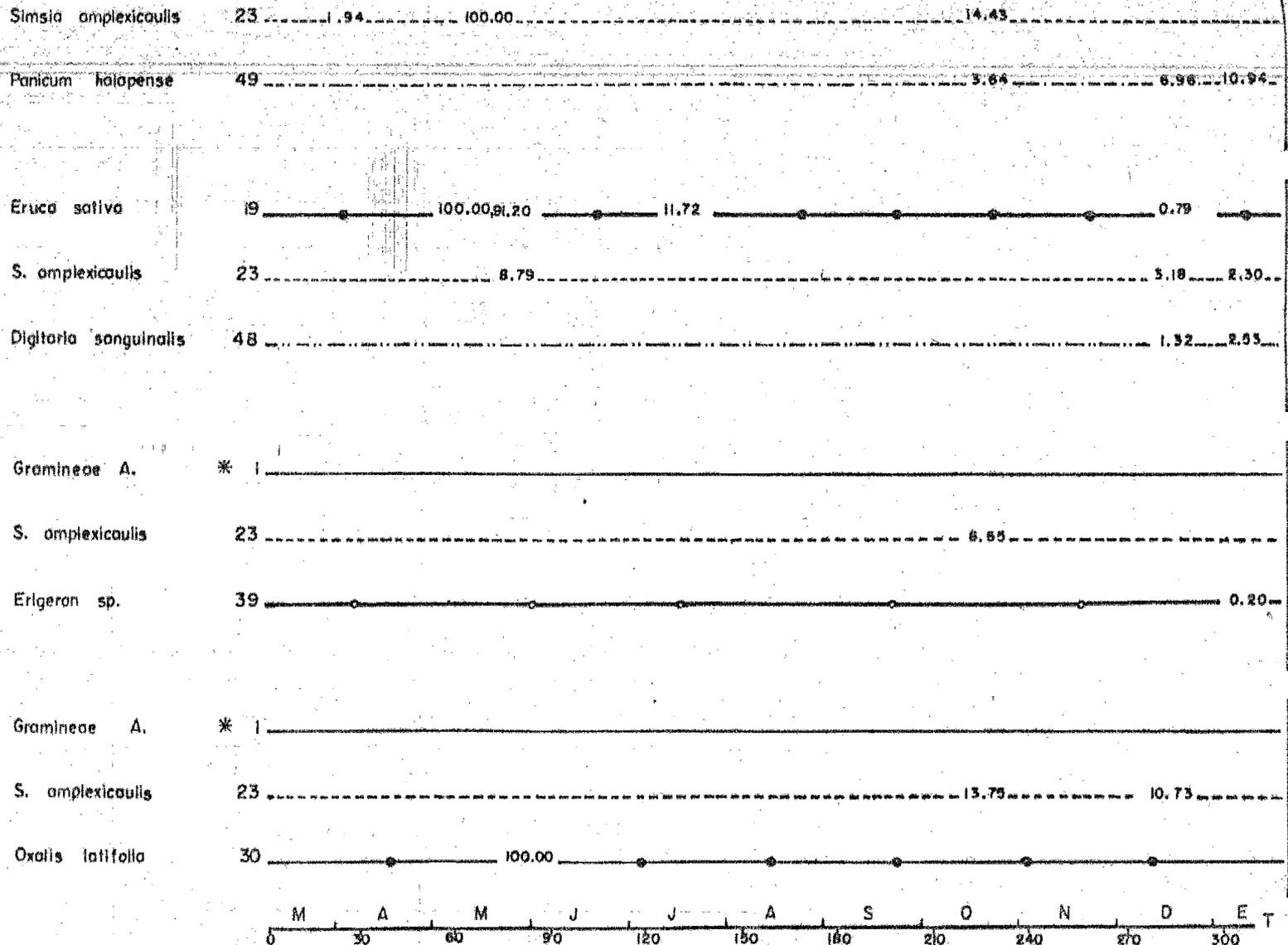
La Gramineae "A" y *Chloris* sp. presenta estolones que les permiten propagarse vegetativamente y también como estructura de perennación.

Un aspecto muy importante es la presencia de estructuras de perennación o de propagación vegetativa. Ya que presentan vías mediante las cuales las especies garantizan su presencia en una comunidad. Sarukhán y Harper (1973), encontró que en *Ranunculus repens* la probabilidad de sobrevivencia en individuos multiplicados vegetativamente es mayor que en aquellos individuos originados de semillas.

Las proporciones de individuos sexualmente reproductivos deben considerarse sólo como indicadores generales, ya que no implica ni la estructura de edades de una población ni la densidad de su población reproductiva. Aunque este último factor puede ser calculado si se multiplica el porcentaje de individuos reproductivos por la densidad absoluta (ADAE).

Como se ha mencionado, cinco de las diez especies más dominantes en las parcelas estudiadas presentan reproducción vegetativa como una forma alternativa a la reproducción sexual. Lo anterior dificulta las posibles aproximaciones demográficas que de estas especies se pueden hacer (cambios en las densidades de individuos sexualmente reproductivos y el resto), ya que las determinaciones de individuos que crecen en clones, son dudosas.

En el cuadro 5 se muestran los valores de reproducción por especie en la comunidad (BPIR) de las especies dominantes. Estos valores reflejan la proporción de individuos sexualmente reproductivos de una especie dada en relación a los individuos reproductivos de las demás especies, i.e. es sólo un indicador de la probabilidad de encontrar un individuo en floración o fructificación de tal o cual especie entre los individuos que presentan el mismo estado fenológico en la comunidad arvense. Los altos valores de este parámetro están en función inversa del número de especies reproductivas.



Cuadro 5.- Porcentajes de reproducción sexual en la comunidad (BPIR) de las tres especies dominantes en cada parcela en relación al tiempo (días o meses). El punto decimal de cada cifra indica el tiempo en que se tomó el registro. \* No se registraron individuos sexualmente reproductivos.

En la figura 6, se observan los cambios en el número de especies reproductivas durante el período muestreado y el índice de diversidad de Shannon-Weaver en cada muestreo.

Con respecto a la primera variable, en general, se presentan oscilaciones entre cuatro y ninguna especie reproductiva durante el período de limpia de arvenses.

Después de la última limpia, pasan de 30 a 45 días para que el número de especies reproductivas aumente considerablemente:

-En la parcela  $C_1$ , las especies reproductivas disminuyeron después del doblado de las plantas de maíz, y en diciembre se presenta el máximo de especies reproductivas (16).

-En la parcela  $B_1$ , el incremento de las especies reproductivas es continuo hasta diciembre, mes en el que se presentan 22 especies reproductivas.

-En las parcelas  $A_1$  y  $D_2$ , el incremento de especies reproductivas es muy parecido hasta el período del doblado. Posteriormente a esta perturbación: en  $A_1$  hay un leve incremento que alcanza un máximo de 10 especies reproductivas en diciembre; en cambio, en  $D_2$  el incremento es mayor, alcanzando 18 especies reproductivas el mismo mes.

En cuanto a la diversidad de especies graficada en la misma figura (6), en todas las parcelas se aprecia una cierta tendencia hacia una mayor diversidad durante los meses en que se llevan a cabo las labores de limpia de arvenses. Es muy probable que estas labores agrícolas sean las que frenan la velocidad de diversificación en las diferentes comunidades.

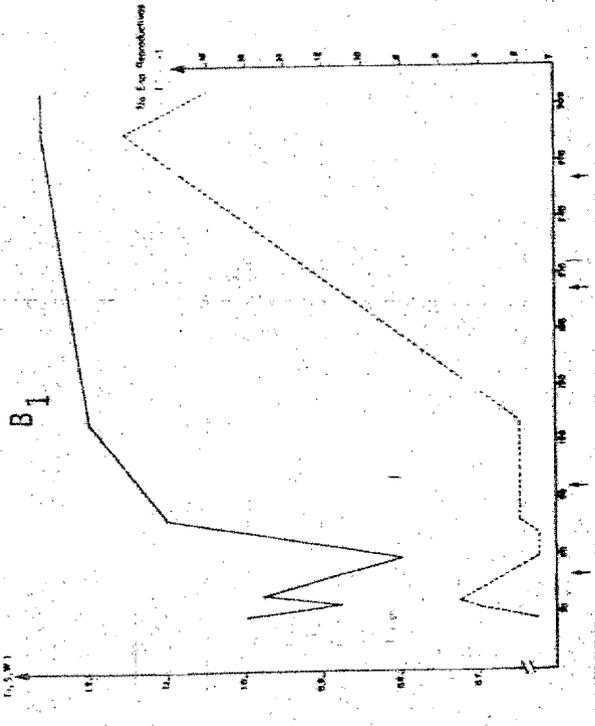
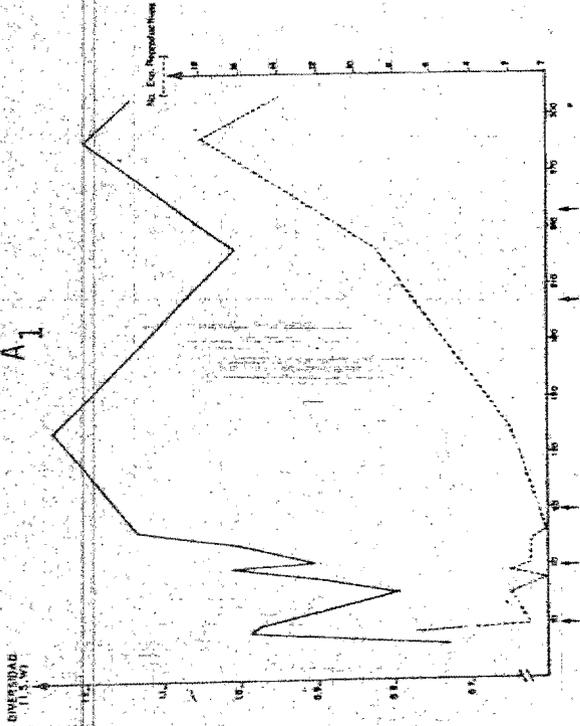
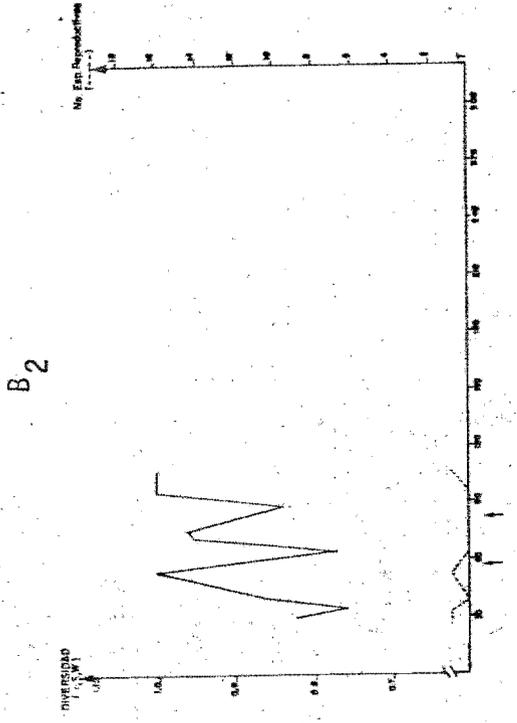
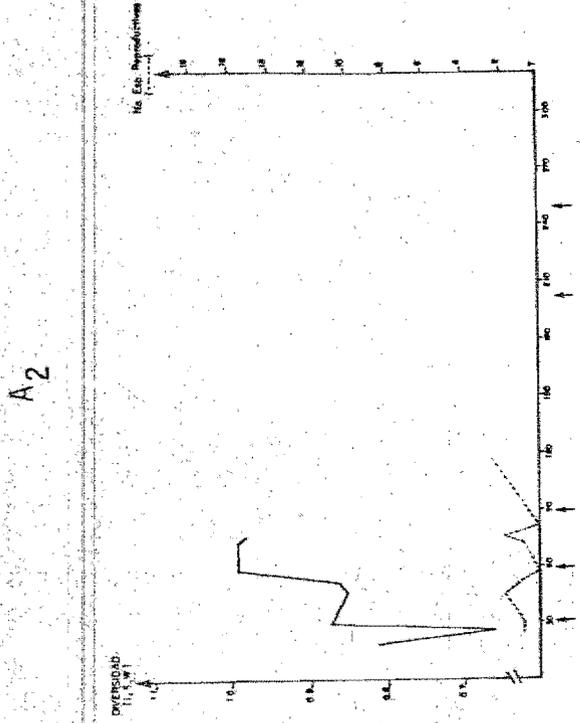


Figura No. 6.

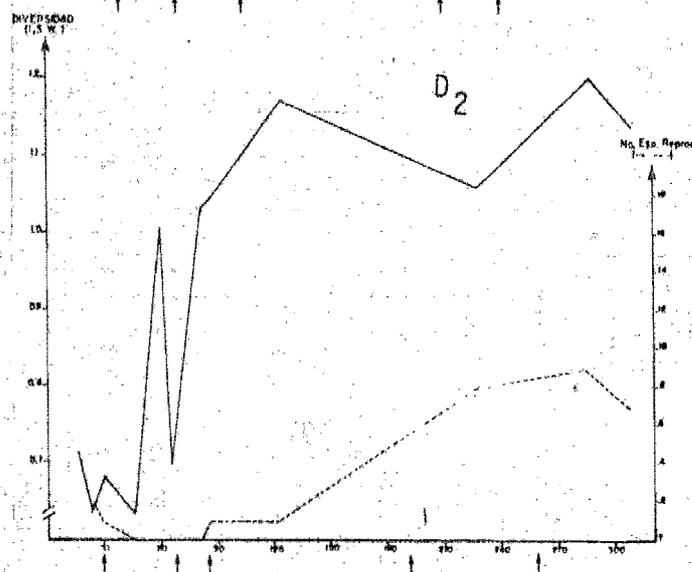
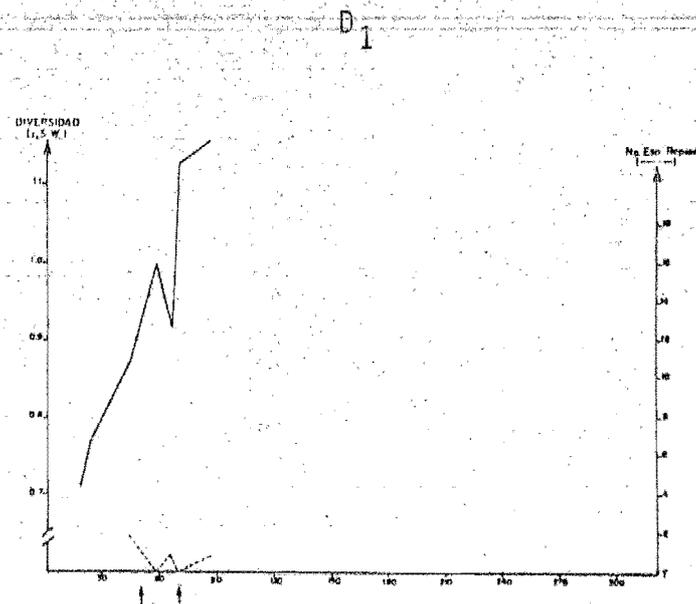
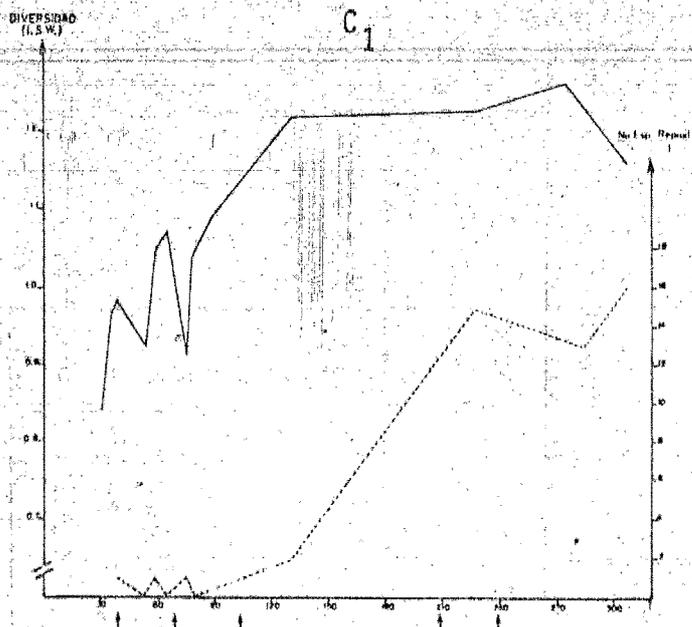


Fig.6.-Diversidad de especies (índice de Shannon-Weaver) y número de especies reproductivas en cada una de las parcelas estudiadas en relación al tiempo (días). Las flechas (f) indican la periodicidad de las perturbaciones de acuerdo al manejo de cada milpa.

Después de la última limpia, la diversidad aumenta considerablemente, y en julio (ca. 120 días) las parcelas que todavía se siguen muestreando presentan altos valores.

A partir de julio, las curvas de diversidad temporal de las parcelas  $B_1$  y  $C_1$  se comienzan a asintotizar, alcanzando sus valores máximos en diciembre. En las parcelas  $A_1$  y  $D_2$ , hay una disminución en la diversidad antes de las cosechas de maíz, posteriormente, hay una etapa de recuperación que alcanza altos valores en diciembre.

Con respecto a la disminución de diversidad entre el período de doblado y la cosecha en las parcelas  $B_1$  y  $C_1$  tal y como ocurrió en las parcelas  $A_1$  y  $D_2$  se hacen dos consideraciones.

1.- Que el chapeado elimina a las especies herbáceas que se encuentran en las partes más altas (si consideramos que la vegetación herbácea tiene una estratificación vertical). Y si esta vegetación herbácea superior era la que contribuía en buena parte a la diversidad de la comunidad, al eliminarse estas especies, la diversidad decrecería. Por el contrario, asumiendo que la calidad del chapeado no varía, en las parcelas en que la diversidad no decrece, podría pensarse que el estrato superior de la vegetación herbácea estaba muy dominado por muy pocas especies.

2.- Tal y como lo han planteado varios autores, la máxima diversidad no corresponde con las etapas más avanzadas (en términos temporales) del proceso de sucesión vegetal (Margalef, 1968; Odum, 1969). En este sentido podría pensarse que el decremento de la diversidad tuviese algo que ver con la madurez de la comunidad, sin embargo, la diversidad en estas parcelas vuelve a reco-

brar sus altos valores. Sobre este punto, no se tienen los suficientes elementos para sugerir que la comunidad arvense llegó a un estado de gran diversidad y decayó debido a la propia evolución de la comunidad. Incluso podemos cuestionarnos si el tiempo de manejo que se considera es suficiente como para usar las curvas de diversidad en comparación con las de ecosistemas naturales.

En cuanto a los máximos valores de diversidad en las diferentes parcelas, no hay grandes diferencias que indiquen un cierto tipo de manejo que disminuya el potencial florístico del suelo. Sin embargo, sería interesante analizar el componente específico en relación a los diferentes manejos y en diferentes tiempos.

Se mencionó que después de la última limpia, transcurren de 30 a 45 días antes de que ocurra un incremento en la cantidad de especies reproductivas. En cambio, después de la última limpia ocurre un disparo inmediato en la diversidad de especies. Esta asincronía en estos procesos se explica en cuanto a que las especies recién germinadas, y que aumentan la diversidad, necesitan un determinado tiempo para ser reproductivas.

#### 4.2.3 CAMBIOS EN LA DOMINANCIA POR FAMILIAS

Para cada muestreo se sumaron los valores de importancia de las especies que pertenecen a las familias Compositae, Gramineae y Oxalidaceae, de tal forma que se tuviese una apreciación de los cambios en la dominancia de estas familias.

*Aldama dentata*, *Bidens odorata*, *Calea* sp., *Conyza canadensis*, *Conyza* sp., *Erigeron* sp., *Gnaphalium americanum*, *Melampodium divaricatum*, *M. perfoliatum*, *Polymnia* sp., *Sinsia amplexicaulis*, *Tagetes filifolia*, y otra especie no identificada No. 59 (Compositae), en las parcelas A<sub>1</sub>, A<sub>2</sub>, B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub> y D<sub>2</sub>, mostraron una ten-

dencia hacia el incremento de su dominancia durante los primeros 60 días (fig. 7) posteriormente decrece en varios grados: decremento tenue con una recuperación en noviembre ( $A_1$ ), acelerados decrementos constantes ( $B_1$ ), o un caso intermedio en el que hay un decremento que se estabiliza en valores más o menos altos ( $D_2$ ). En cambio, en  $C_1$  y  $D_1$  puede apreciarse un decremento en dominancia a partir del segundo mes; en  $C_1$  este decremento se detiene después de la última limpia, incrementándose lentamente hasta diciembre. En todas las parcelas muestreadas, la dominancia de esta familia tiende a reducirse en el invierno.

*Aegopogon cechroides*, *Briza minor*, *Chloris* sp., *Cynodon dactylon*, *Digitaria sanguinalis*, *Festuca myuros*, *Panicum halapense*, *Setaria lutescens* y las especies no identificadas Nos. 00 y 01 (Gramineae), presentan una disminución en la dominancia en los dos o tres primeros meses en las parcelas  $A_1$ ,  $A_2$ ,  $B_2$  y  $D_2$ , siendo  $A_2$  y  $D_2$  los más pronunciados, y el de  $B_1$  el menos acentuado. Posteriormente a la tercera limpia: en  $A_1$  se da un incremento de tipo potencial que se atenúa considerablemente a partir de agosto; en  $D_2$ , un incremento exponencial atenuado hasta octubre que se acentúa a final del período muestreado. En  $B_1$  y  $C_1$ , la dominancia de esta familia fluctúa dentro de un pequeño rango los tres primeros meses, sin observarse efectos definidos en relación a las limpias efectuadas; en  $B_1$ , a principios de junio la dominancia se incrementa con una ligera tendencia exponencial el resto del tiempo muestreado; en cambio, en  $C_1$  se mantiene una dominancia hasta agosto, incrementándose en septiembre y octubre, manteniéndose estable hasta diciembre, incrementándose de nuevo en enero.

*Oxalis latifolia* y *O. corniculata* (Oxalidaceae), en  $C_1$ , presentan una tendencia a incrementar su dominancia durante los primeros tres meses a partir de la siembra. En este sentido podríamos calificar de agresiva la respuesta de estas especies ante las labores de limpia de arvenses. Las parcelas  $A_2$ ,  $B_2$  y  $D_2$ , presen-

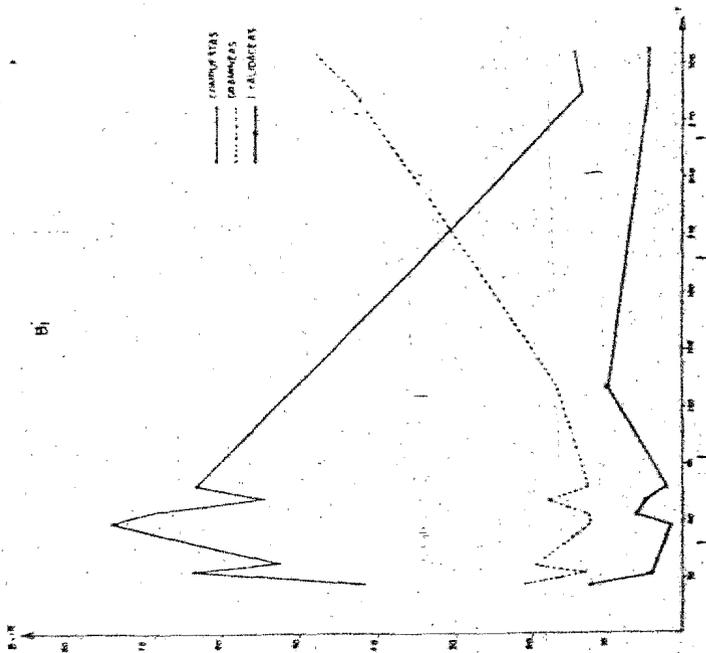
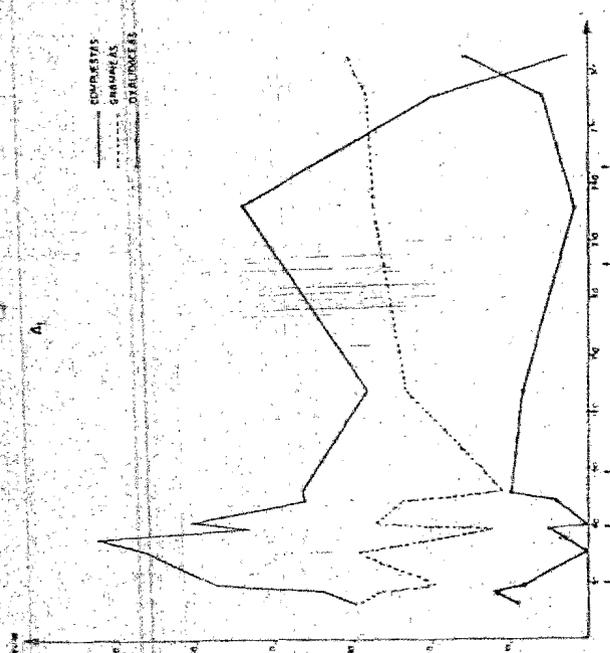
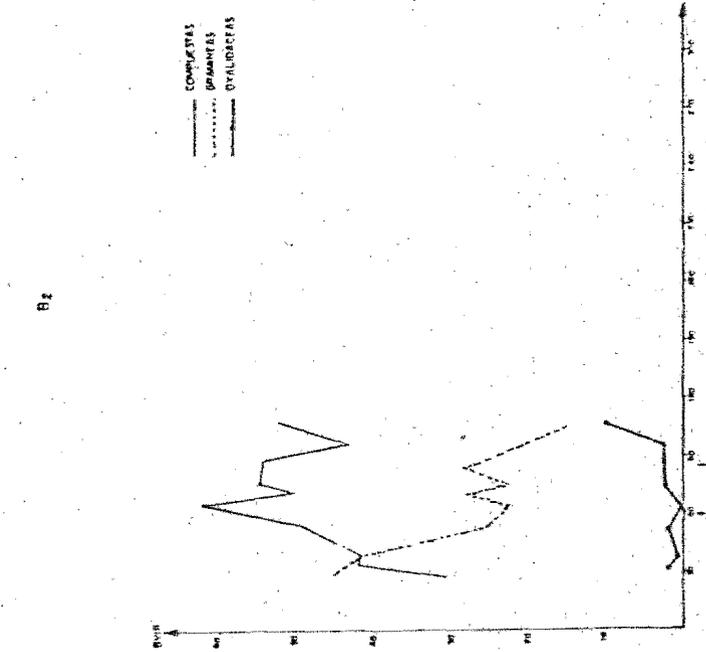
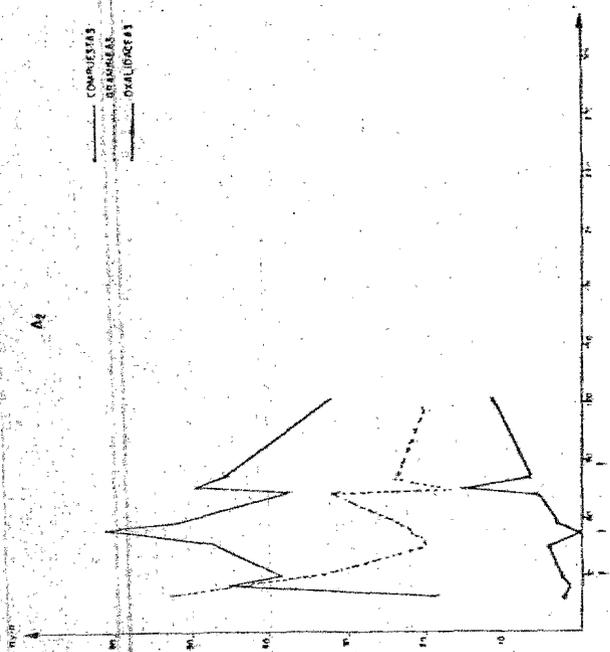


Figura No. 7.

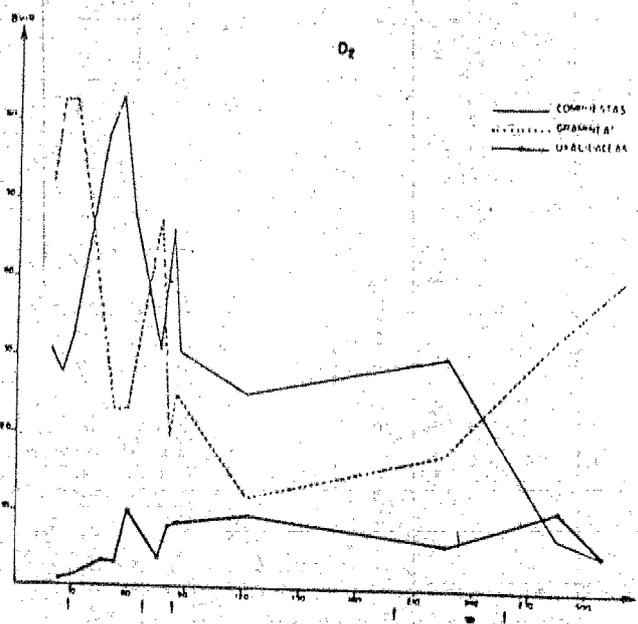
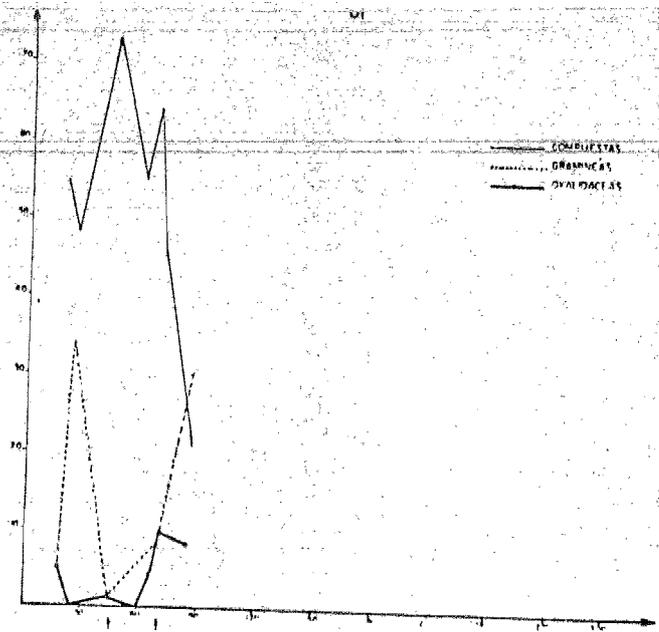
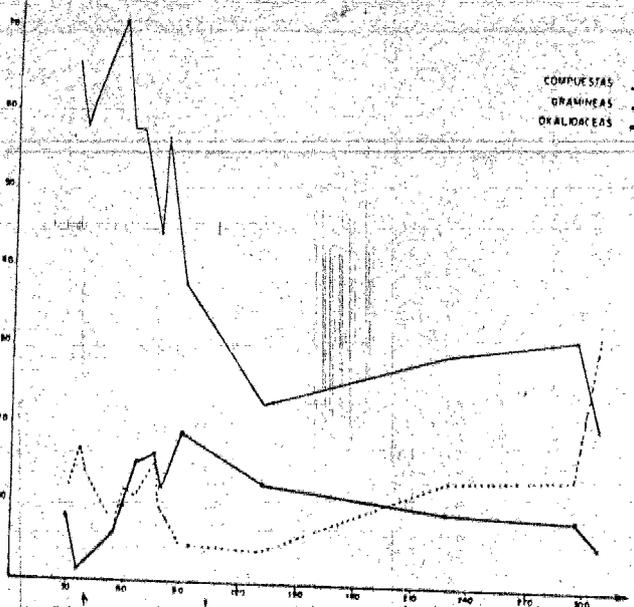


Fig.7.-Valores de importancia relativos de las tres familias dominantes (Compositae, Gramineae y Oxalidaceae) en cada parcela en relación al tiempo (días). Las flechas ( $\uparrow$ ) indican la periodicidad de las perturbaciones de acuerdo al manejo de cada milpa.

tan una tendencia similar a la de  $C_1$ . En cambio, lo que sucede en  $A_1$ ,  $B_1$  y  $D_1$ , no es claro, ya que las fluctuaciones en sus valores son muy grandes en relación a la tendencia media. Después de la tercera limpia, la tendencia en cuanto a la dominancia de esta familia es hacia una estabilización ( $B_1$ ,  $C_1$  y  $D_2$ ) o hacia el atenuamiento de la dominancia y un incremento final ( $A_1$ ).

Considerando a las tres familias, las compuestas dominan durante todo el ciclo y en todas las parcelas, aunque esto no es claro en  $D_2$  (por altos valores de las gramíneas en los tres primeros meses). Las oxalidáceas presentan valores más bajos que las gramíneas; sin embargo, en la parcela  $C_1$  presentan una dominancia equivalente con las gramíneas.

Lo mencionado en las secciones 4.2.1, 4.2.2 y 4.2.3, nos permite tener una visión general de los cambios ocurridos en la estructura y fenología reproductiva de la comunidad.

El valor de importancia relativo es un buen parámetro para monitorear los cambios en la jerarquía de las especies en la comunidad ante las perturbaciones características del manejo de milpas, sin embargo, esta jerarquización es independiente de los cambios en la biomasa de arvenses en el tiempo. Si se conoce la biomasa de arvenses en un momento dado, es posible inferir la biomasa proporcional de cada especie directamente a través del valor de importancia relativo.

Puede afirmarse que las compuestas son las especies dominantes la mayor parte del ciclo agrícola, tienden a perder dominancia en otoño e invierno, y precisamente en esta época las gramíneas tienden hacia una mayor dominancia. Esto puede estar relacionado con los factores climáticos. De acuerdo con la figura 2, la cantidad promedio de lluvia (14 años) es bastante aceptable (18% del total anual). En 1979 el déficit en precipitación con

respecto al promedio de 14 años se dió entre marzo y septiembre, es decir, que la cantidad de agua en otoño e invierno fue la que normalmente se encuentra disponible. En la misma figura se aprecia que durante otoño e invierno las temperaturas disminuyen considerablemente, es probable que este factor climático explique en parte la dominancia temporal de las especies. No es difícil suponer que las especies arvenses han adecuado sus estrategias de vida a las determinantes climáticas y al manejo de que son objeto.

Merece recalcar la reproducción vegetativa en la Gramineae "A" y *Chloris* sp., en el primer caso, durante el período muestreado no se encontraron individuos sexualmente reproductivos y los agricultores lo reportan como un pasto sin espigas; en el segundo caso, en las parcelas estudiadas no se encontraron individuos sexualmente reproductivos, sin embargo, esto si ocurrió en otras parcelas. Ambas gramíneas son dos de las tres especies más dominantes en las siete parcelas muestreadas. Los reportes y observaciones de campo acerca de la presencia de bulbillos en *Oxalis latifolia* y raíces carnosas agrupadas en *Commelina coelestis*, sólo permiten suponer que estas estructuras de perennación, por la cantidad de nutrientes almacenados en ellas, tienden a garantizar una mayor sobrevivencia de los renuevos cuando las condiciones medioambientales son favorables para su desarrollo. Sería interesante estudiar la capacidad de regeneración de las Oxalidáceas (que representaron una respuesta vigorosa ante las perturbaciones) en relación a los requerimientos ecofisiológicos para que broten los renuevos.

Sería importante estudiar detalladamente el papel que juega el manejo específico del agroecosistema en cuanto a la capacidad de respuesta sucesional que año con año repiten las especies arvenses.

La distribución temporal de las especies dominantes y de las familias tomadas en consideración, así como su fenología reproductiva, son de gran utilidad en cuanto al planteamiento de medidas de control, ya sea para eliminar la vegetación en pie o reducir el aporte de semillas al suelo.

#### 4.3 BIOMASA AÉREA DE ARVENSES (ESTIMADA Y DETERMINADA) DURANTE EL CICLO AGRÍCOLA.

Como se verá en las siguientes secciones, existe una relación entre la biomasa de arvenses y el crecimiento del maíz, y por ende, su rendimiento.

Las comparaciones entre las curvas de biomasa aérea de arvenses (BIOHERB), cobertura relativa de la comunidad (CCR) y sobreposición interespecífica de la comunidad (CPSITE) para cada parcela, mostraron gran similitud entre sí. En todos los casos, las correlaciones entre las tres variables fueron positivas y altamente significativas.

El parámetro con el coeficiente de correlación más alto para predecir la biomasa aérea de arvenses fué la cobertura relativa de la comunidad, de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$\text{BIOHERB} = 1523.896 \text{ CCR} - 228.65 \quad (r = .8658, n = 27, p < .001) \quad (1)$$

En la figura 8, se aprecia que la dispersión de puntos situados por encima y por debajo de la línea de regresión definida por la ecuación 1 es de cierta magnitud. Por la forma en que se distribuyen los puntos en esa gráfica y dado que la línea de regresión no tiene sentido biológico cuando tenemos bajos valores de cobertura relativa (ya que hay cobertura positiva y biomasa negativa) se consideró que la transformación semilogarítmica o logarítmica podría mejorar el ajuste de la regresión. Se hicieron las

transformaciones correspondientes y la primera fué la más significativa, resultando la siguiente ecuación:

$$\log \text{BIOHERB} = 1.5201 \text{ CCR} + 1.7587 \quad (r = .8499, n = 27, p < .001) \quad (2)$$

Las diferencias entre los valores observados y los predichos por la ecuación 2 fueron considerables, sobre todo para valores bajos de CCR.

Con la finalidad de mejorar las ecuaciones de predicción de biomasa aérea de arvenses (BIOHERB), se incluyó tanto a la cobertura relativa de la comunidad (CCR) como a la sobreposición interespecífica de la comunidad (CPSITE) en una regresión lineal múltiple, resultando la siguiente ecuación:

$$\text{BIOHERB} = 104.817 \text{ CCR} - .27745 \text{ CPSITE} + .66089 \quad (R = .76962, n = 23, p < .01) \quad (3)$$

El coeficiente de correlación múltiple es más bajo que los coeficientes de correlación de las ecuaciones 1 y 2 por ende, la variación en BIOHERB explicada por la ecuación (3).

El conjunto de puntos de la figura 8 (datos de todas las parcelas) se dividió en dos subconjuntos: (1).- todos aquellos puntos que abarcan desde el primer muestreo anterior a la última limpia de arvenses. (2).- todos aquellos puntos derivados de muestreos posteriores a la última limpia de arvenses.

Del primer subconjunto se obtuvo la siguiente ecuación de regresión:

$$\text{BIOHERB} = 534.86 \text{ CCR} - 12.7362 \quad (r = .7526, n = 13, p < .01) \quad (4)$$

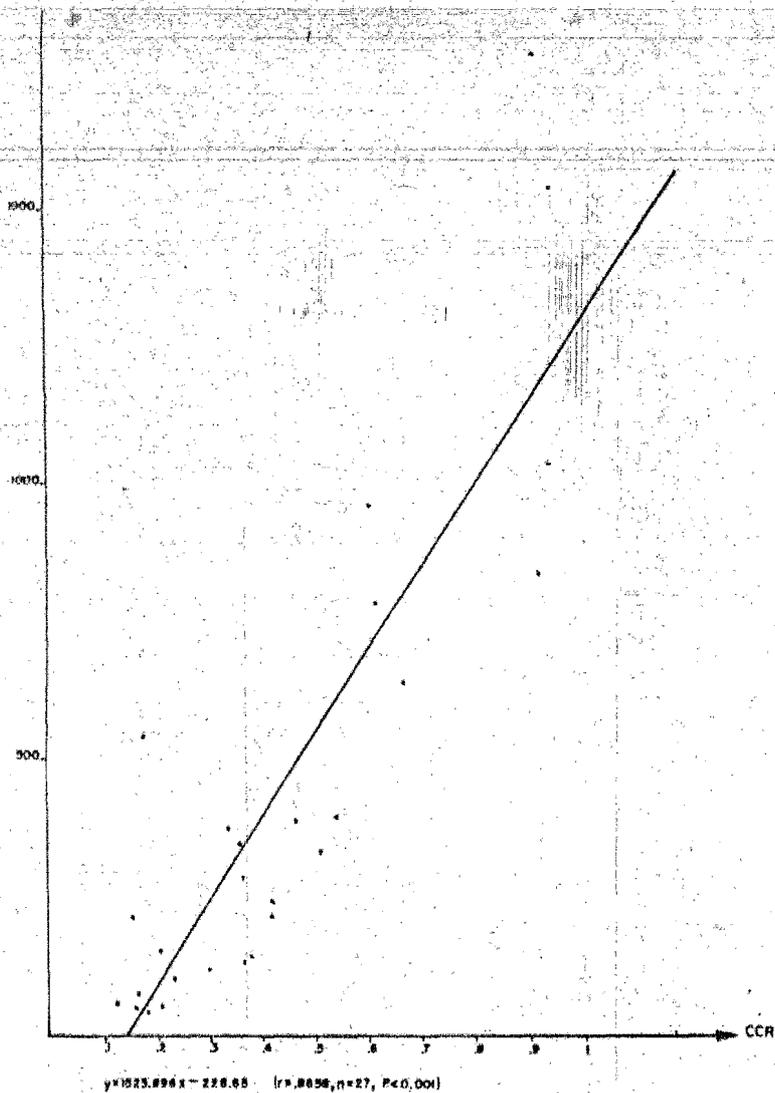


Fig.8.-Biomasa aérea de arvenses (Kg/Ha) en relación a la cobertura relativa de la comunidad (CCR), datos de todas las parcelas en todos los tiempos.

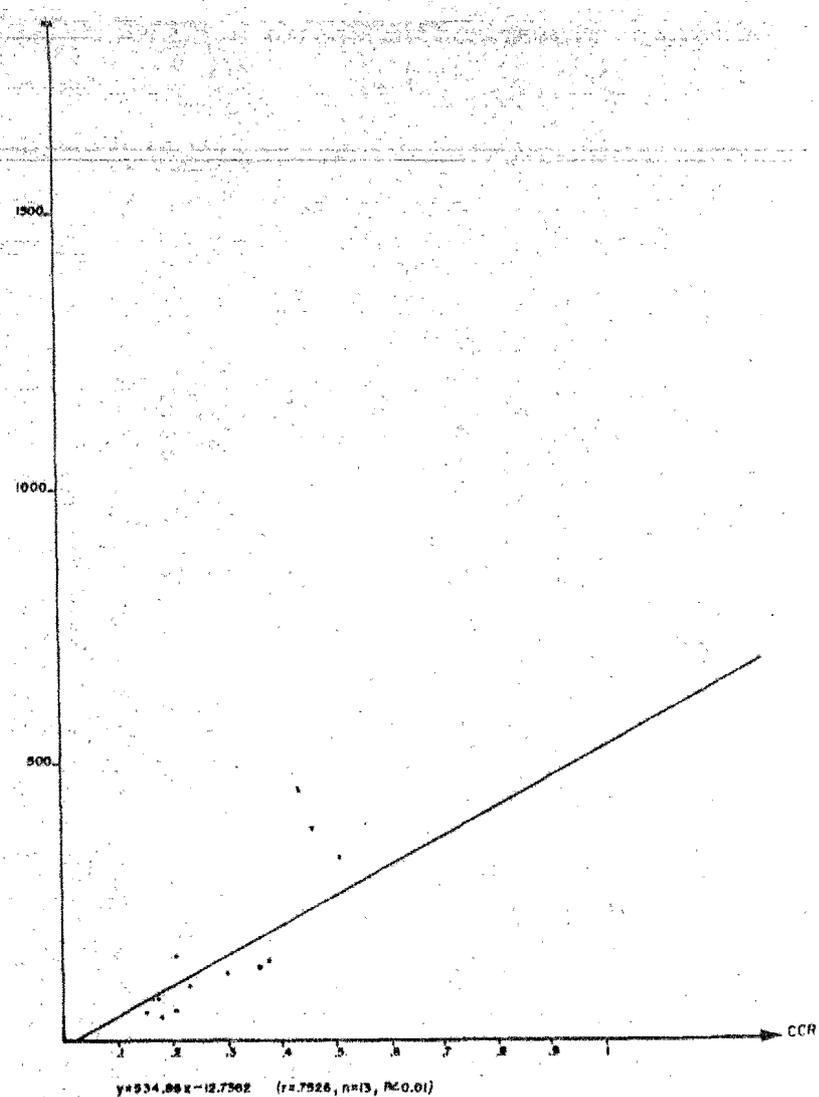


Fig.9.- Biomasa aérea de arvenses (Kg/Ha) en relación a la cobertura relativa de la comunidad (CCR), datos de todas las parcelas previas a la última limpieza de arvenses.

En la figura 9, se observa el ajuste de esta línea de regresión, la línea de regresión tiene la ordenada al origen cercano a cero. La interpretación biológica para valores bajos de CCR es mucho mejor que la línea de regresión de la fig. 8.

Con el objeto de estimar la biomasa aérea de arvenses en cada parcela en que se cosecharon éstas, se utilizó la cobertura relativa de la comunidad, mediante las ecuaciones 4 y 1, dependiendo de si eran datos previos a la última limpia o posteriores a ella, respectivamente.

En la figura 10 se muestran las curvas de biomasa aérea de arvenses determinada y estimada (a partir de la cobertura relativa de la comunidad) en relación al tiempo (días a partir de la siembra). Las tasas de productividad estimada (líneas segmentadas) son sensibles al efecto de las primeras limpiezas (efectuadas de los 30 a los 90 días después de la siembra), sobre todo en las parcelas  $A_1$ ,  $C_1$  y  $D_2$ . Esta sensibilidad se explica, ya que la cobertura relativa de la comunidad se determinó después de las limpiezas. Estas curvas dan una imagen más realista del comportamiento esperado de la biomasa de arvenses ante el manejo de que son objeto.

Son notorios los defasamientos entre los 150 y 230 días, es decir, entre los meses de julio, agosto y septiembre. Durante este período son mayores las sobreposiciones entre las áreas foliares de las especies de la comunidad, al igual que la cobertura relativa de la misma.

Es necesario hacer dos aclaraciones sobre las estimaciones de biomasa de la figura 10.

- 1.- La cosecha de arvenses en el período de doblado no tiene datos de sobreposición ni de cobertura, debido a que

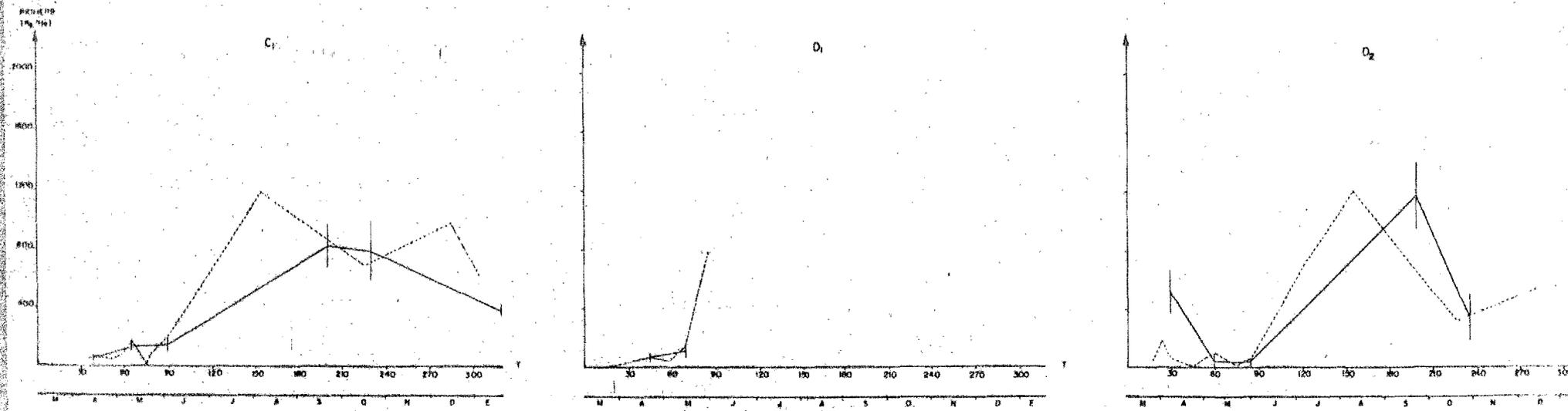
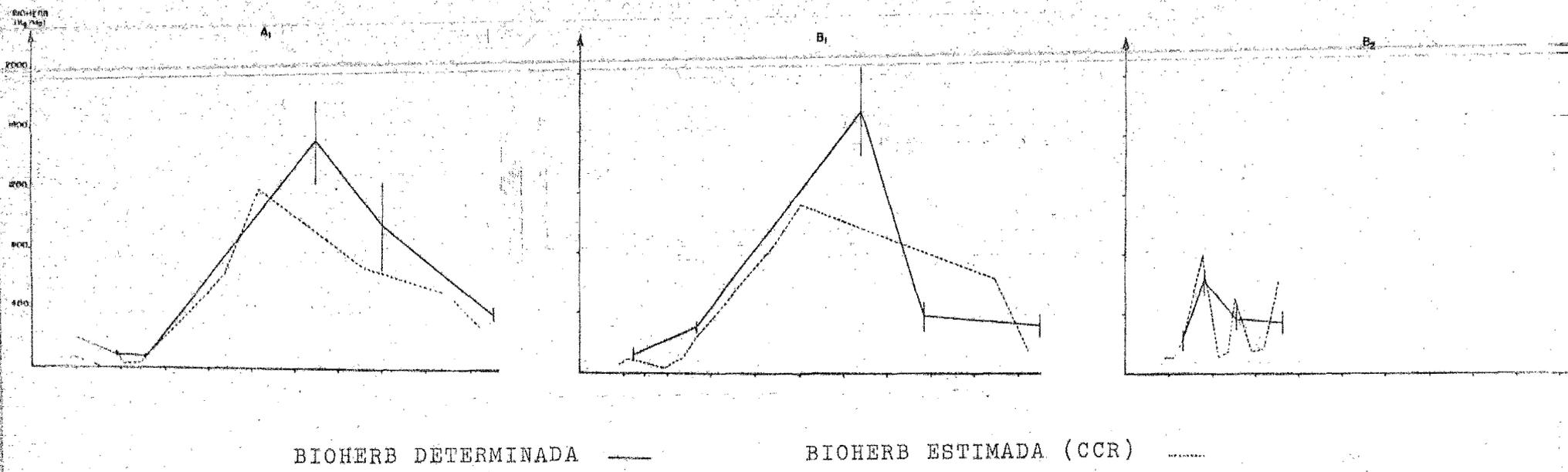


Fig.10.-Biomasa aérea de arvenses (determinada y estimada por medio de la cobertura relativa de la comunidad) en relación al tiempo (días a partir de la siembra) -productividad, en las parcelas A<sub>1</sub>, B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, C<sub>1</sub>, D<sub>1</sub> y D<sub>2</sub>. Las barras en cada punto de la curva determinada indican los límites de confianza a un 95%.

la densidad y altura de la vegetación hacían imposible el uso del bastidor (falta de luz en los estratos inferiores de la vegetación arvense e individuos con grandes coberturas que necesariamente se perturban en el momento de efectuar los registros y afectaban el registro de otras miras cercanas).

- 2.- Se asociaron los datos de cobertura relativa del muestreo sinecológico previo al doblado con los datos de biomasa aérea determinada en el período de doblado. Esta asociación se hizo pese a que había diferencias hasta de 35 días entre cada dato asociado, y de que en estas fechas la cantidad de agua disponible para el crecimiento de la vegetación es mucho mayor que en fechas anteriores; es decir, que las ecuaciones 1 y 2 tienen cuatro datos con BIOHERB determinado y valores de CCR asignados. Esta decisión se tomó debido a que si se excluían estos datos de BIOHERB, por carecer de valores de CCR, la ecuación de regresión resultante hubiera tenido un coeficiente de correlación de .8152 y una menor pendiente que la ecuación 1. El efecto que hubiese ocasionado el uso de esta ecuación alternativa ( $BIOHERB = 1257.45 CCR - 173.56$ ), combinado o no con la ecuación 4, para la estimación de la biomasa de arvenses, hubiera sido una subestimación de la "biomasa acumulada antes del doblado". Como se verá posteriormente, ésta es una variable que juega un papel potencial importante en la predicción del rendimiento en el maíz.

No se está conforme con los estimadores de biomasa aérea de arvenses, pese al grado de similitud que tienen algunas curvas de la figura 10. Es posible que las determinaciones de cobertura relativa justo antes del doblado pueda mejorar las correlaciones entre este parámetro y la biomasa aérea de arvenses; sin embargo, existe un obstáculo técnico en cuanto al deficiente uso del basti-

dor o la utilización de algún otro método de muestreo, para especies arvenses hasta de 190 cm de altura y en altas densidades. Parece que es necesario tener que determinar la biomasa en este período, sobre todo, si consideramos que aproximadamente 120 mm de agua no estuvieron disponibles entre marzo y septiembre de 1979 (ver Fig. 2), por lo que habría que esperar una mayor productividad de arvenses.

Por otra parte, no se recomienda la fragmentación de los datos tal como se manejaron aquí (uso de las ecuaciones 1 y 4), debido a que fué un ajuste arbitrario.

Si los objetivos se enfocan hacia la fidelidad de las estimaciones de biomasa de arvenses antes y después de las limpiezas, es probable que sólo se puedan calificar estas labores de una forma muy general. (En la siguiente sección se analiza el potencial de estas estimaciones en cuanto a la predicción de rendimiento del maíz).

Por otra parte, si el interés es hacer estimaciones gruesas de la biomasa de arvenses en la mayor parte del ciclo agrícola o en su totalidad, se puede considerar que la metodología utilizada es adecuada. Es posible que una curva exponencial ( $BIOHERB = ae^{bCCR}$  con valores de  $a$  cercanos a cero) sea más conveniente para estimaciones generales precisas, además de tener un sentido biológico más claro. Esto último se apoya en que los datos de cobertura relativa de la comunidad previos al doblado tienen valores muy cercanos a la unidad (entre .931 y .946), por lo que una ecuación exponencial aumentaría significativamente las predicciones de biomasa aunque hubiese ligeros aumentos en CCR, esto debe ser un hecho, dadas las favorables condiciones de precipitación y temperatura, así como el desarrollo de la sucesión en ese momento.

#### 4.4 CRECIMIENTO DEL MAÍZ Y FRIJOL, Y SU RELACIÓN CON LA BIOMASA DE ARVENSES

Tanaka y Yamaguchi (1972) distinguen cuatro fases en el desarrollo del maíz:

- 1.- La fase vegetativa inicial, en la cual brotan las hojas y se desarrollan; la producción de materia seca es lenta. Esta fase termina al iniciarse ya sea la diferenciación de los órganos reproductivos o el alargamiento de los entrenudos, o bien, en ambos casos.
- 2.- La fase vegetativa activa, es en la que se desarrollan las hojas, el culmo y el primordio de los órganos reproductivos. Ocurre un incremento en el peso de las hojas y posteriormente del culmo. Esta fase termina con la emisión de los estigmas.
- 3.- La fase inicial del llenado de grano, en la cual el peso de las hojas y el culmo sigue incrementándose a una velocidad menor. Continúa el aumento del peso de las espigas y el raquis, y el peso de los granos se incrementa lentamente.
- 4.- Por último, la fase de llenado activo de grano, en la que hay un rápido incremento en el peso seco de los mismos, que va acompañado por un ligero abatimiento del peso de las hojas, culmo, espigas y raquis.

El maíz criollo sembrado en Miahuatlán tarda 10 a 12 días para emerger del suelo, por lo que los datos de altura del maíz se comenzaron a tomar cuando las semillas tenían 15 o 16 días de haberse sembrado.

En la figura 11 se muestran las curvas temporales de la altura y diámetro mayor del segundo o tercer nudo inferior del culmo. Los patrones de crecimiento del culmo (en altura) son muy similares entre sí y a los descritos por Tanaka y Yamaguchi (op. cit.). Las diferencias entre parcelas, en cuanto a su crecimiento, estriban en la magnitud de sus pendientes; apreciándose que en la parcela  $D_1$  se dió el crecimiento inicial más rápido (por eso mismo fué la parcela más afectada por el norte de la segunda semana de junio). Las milpas en las parcelas  $D_2$  y  $C_1$  presentaron los crecimientos más rápidos entre las milpas restantes, alcanzando las mayores alturas en las parcelas  $D_2$ ; los crecimientos en las parcelas  $B_2$  y  $A_2$  fueron similares a las parcelas  $D_2$  y  $C_1$  durante el tiempo muestreado; en la parcela  $A_1$  las plantas de maíz crecieron lentamente pero se alcanzaron alturas similares a las de la parcela  $C_1$ , finalmente, el menor crecimiento y más lento fué el de la parcela  $B_1$ .

Con respecto al diámetro mayor del culmo, se observa un aumento considerable de mediados de junio a finales de agosto, mes en el que se alcanzan los mayores grosores. Posteriormente ocurre un decremento considerable en los siguientes dos meses. Las dimensiones finales fueron mayores en la parcela  $D_2$ , seguido por las parcelas  $A_1$  y  $C_1$  con valores similares, finalmente la parcela  $B_1$ .

En la figura 12 se muestran las curvas de crecimiento del frijol (en altura), para todas las parcelas en las que esta planta se sembró.

En las parcelas  $A_1$ ,  $B_1$ ,  $C_1$  y  $D_2$  se define un patrón de crecimiento exponencial, que es más o menos lento en los primeros 60 días después de la siembra. En la parcela  $D_1$  este crecimiento es mucho más acelerado que en las demás milpas, de manera análoga al crecimiento del maíz en esa parcela. En esta parcela la altura del frijol a los 90 días de sembrado era de 80 cm.

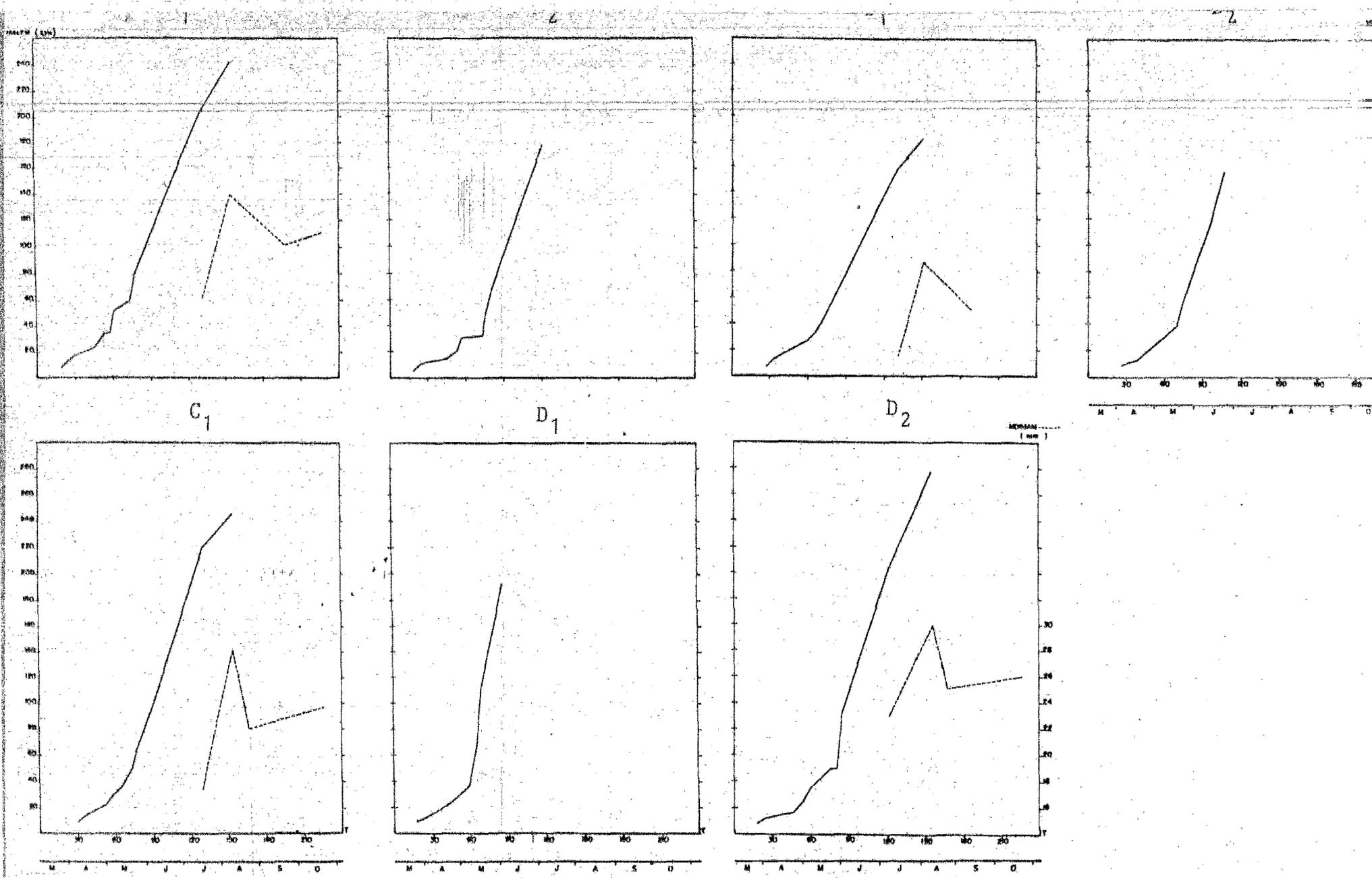


Fig.11.- Altura y diámetro mayor del maíz en relación al tiempo (días o meses).

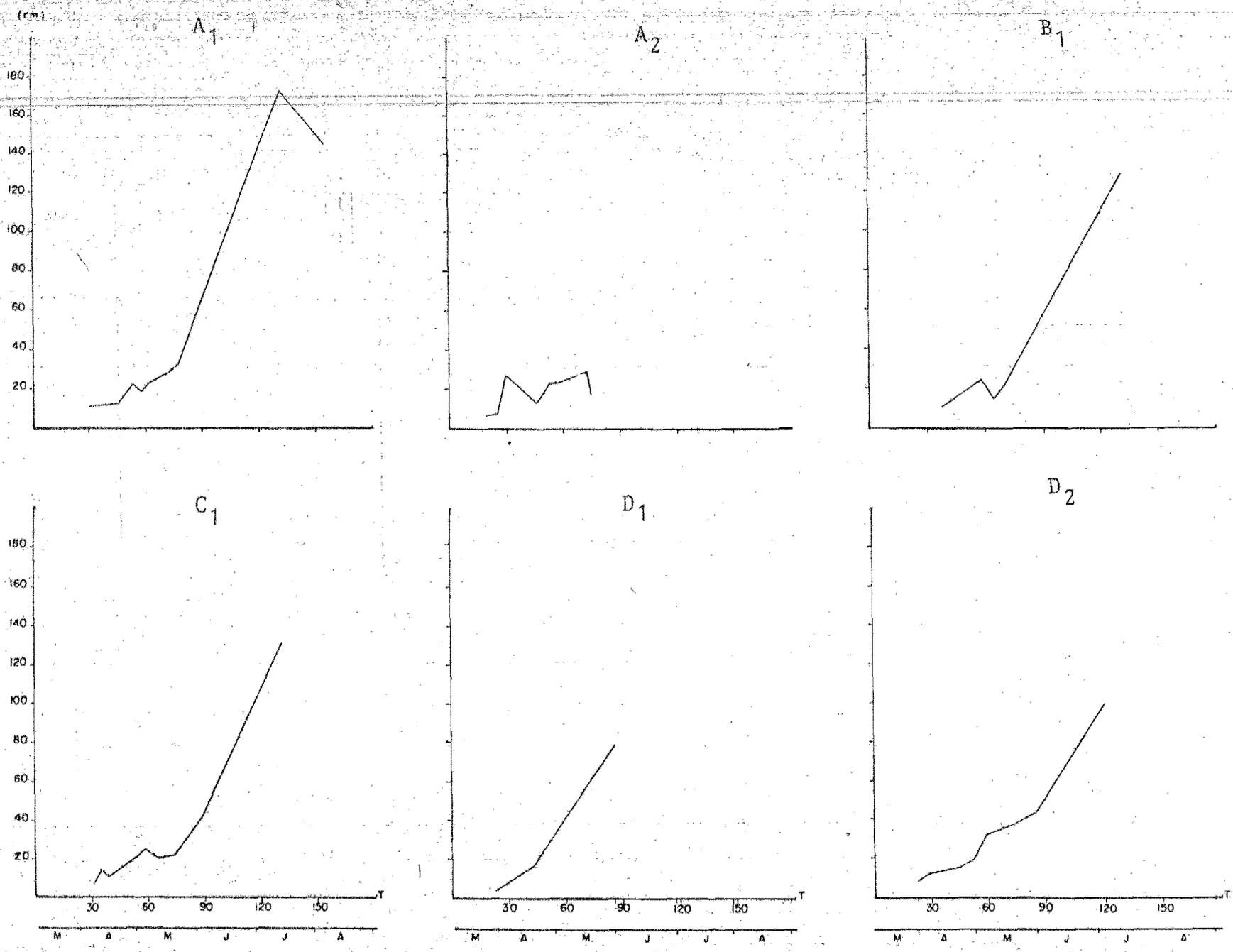


Fig.12.- Altura del frijol en relación al tiempo (días o meses).

Posteriormente a los 60 días de la siembra, las tasas de ganancia en altura son mucho más altas; a los 130 días las plantas de frijol alcanzaron alturas de 180 cm en la parcela  $A_1$ , 130 cm en las parcelas  $B_1$  y  $C_1$ , y 100 cm en la parcela  $D_2$ .



BIBLIOTECA  
INSTITUTO DE ECOLOGÍA  
UNAM

La determinación de la biomasa de frijol maduro no se hizo debido a que los agricultores cosecharon la leguminosa de una forma muy irregular entre el período de doblado y la cosecha del maíz. Por esa razón no se analizó la relación entre el crecimiento del maíz y frijol, así como tampoco la relación entre el frijol y arvenses.

Si relacionamos los patrones de crecimiento en altura del maíz y el frijol con la figura 13, se ve que hay una gran coincidencia con el patrón de precipitación.

La reducción del diámetro mayor del maíz a partir de la segunda quincena de agosto en todas las parcelas en que se midió este parámetro corresponde al fenómeno de translocación de energía del culmo, hojas, raquis y espigas hacia el grano, de acuerdo a lo planteado por Tanaka y Yamaguchi (op. cit.), más que a una disminución de lluvia como podría sugerir el climograma.

Considérese a la biomasa acumulada de arvenses (determinada en diferentes parcelas) como una medida general de la asimilación de recursos potenciales por la flora asociada al maíz (descartando al frijol por no haber podido cosecharlo adecuadamente). Por otra parte, si se considera que las parcelas sembradas con maíz son variaciones de un manejo similar y que por estar en la misma localidad están sujetas a condiciones climáticas y edáficas también similares. Es posible considerar que la altura del maíz es reflejo de su capacidad de asimilar los recursos disponibles, y es un parámetro muy sensible para comparar su crecimiento durante las etapas de crecimiento vegetativo (inicial y activa), así como la fase ini

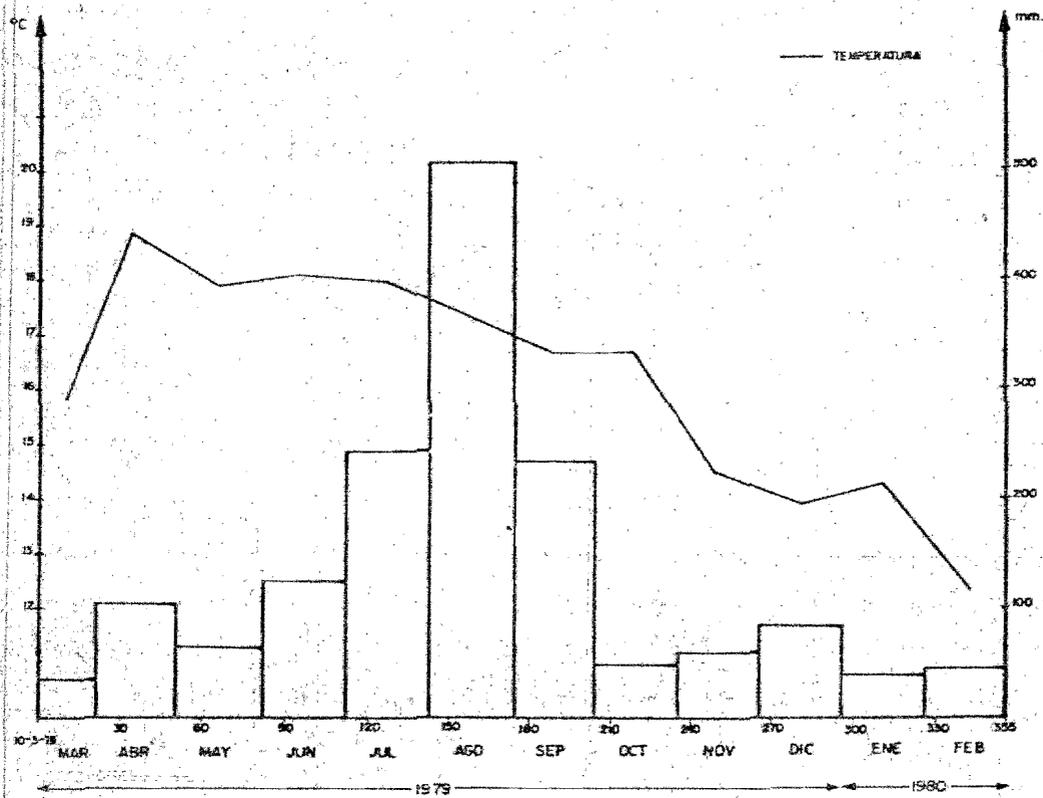


Fig.13.-Temperatura y precipitación de la estación Naolinco, Ver., durante el periodo de muestreos y cosecha de arvenses.

cial de llenado de grano (Tanaka y Yamaguchi op. cit.). Estas consideraciones nos permiten usar tanto la biomasa acumulada de arvenses y la altura del maíz como parámetros indirectos que nos permiten hacer apreciaciones cualitativas de las interacciones entre arvenses y maíz.

En la figura 14 se ha graficado la altura del maíz y la biomasa acumulada de arvenses (extrapolando valores de las curvas de biomasa determinada de la figura 10) -BIOHERB, en relación al respectivo tiempo de siembra en las cuatro parcelas (TEMPA). Esta última variable se creó para estandarizar los tiempos de sembrado y analizar las variables de crecimiento independientemente del tiempo absoluto, es decir, sólo en función del manejo de las milpas.

Los cuatro casos graficados tienen la misma escala, de tal forma que es fácil visualizar las diferencias en cuanto a los patrones que presentan sus curvas. La semejanza entre las curvas de la altura del maíz y la biomasa de arvenses es muy grande en las parcelas  $A_1$  y  $C_1$ , en cuanto a los valores de cada parámetro, no hay grandes diferencias entre las dos parcelas. Sin embargo, la curva de la biomasa de arvenses se encuentra por arriba de la curva de la altura del maíz en la parcela  $A_1$  mientras lo contrario sucede en la parcela  $C_1$ , sobre todo luego de los 65 días de sembrado. El rendimiento de maíz en la parcela  $C_1$  fué más del doble que en la parcela  $A_1$ .

En la parcela  $B_1$ , las curvas de biomasa de arvenses y altura del maíz no son muy semejantes entre sí; de hecho, hay una tendencia hacia la divergencia entre ellas; la curva de biomasa de arvenses siempre se encuentra arriba de la curva de la altura del maíz. La biomasa de arvenses en la parcela  $B_1$  es mucho mayor que en las parcelas  $A_1$  y  $C_1$ , y al mismo tiempo, la altura del maíz es mucho

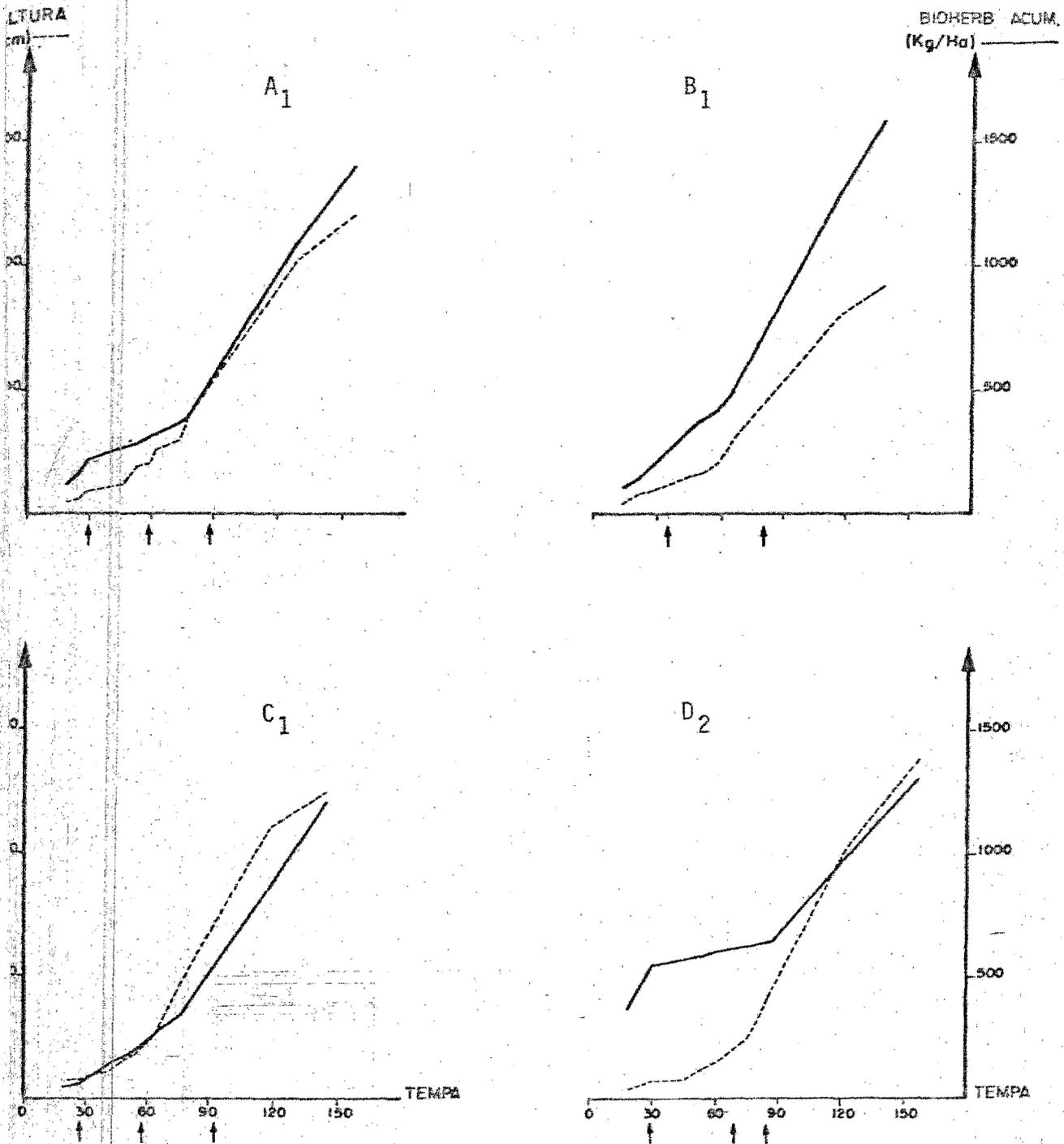


Fig. 14.- Altura del maíz y biomasa acumulada de arvenses (BIOHERB ACUM) en relación a los respectivos tiempos de sembrado de cada parcela (TEMPO). Las flechas indican las perturbaciones de acuerdo a sus respectivos manejos.

menor que en las parcelas mencionadas. La parcela B<sub>1</sub> tuvo un rendimiento casi quince veces menor que el de la parcela C<sub>1</sub> (.34 y 4.7 Ton/Ha, respectivamente).

En la parcela D<sub>2</sub>, la curva de biomasa de arvenses presenta grandes diferencias con la curva de altura del maíz durante los primeros 75 días; la primera curva se encuentra por arriba de la segunda. Posteriormente, ambas curvas se cruzan y se mantienen muy semejantes (ahora la altura está arriba de la biomasa) hasta los 156 días de sembrado. En un principio, la altura del maíz es mucho menor que en las otras parcelas, pero se recupera a partir de los 75 días, para finalmente alcanzar las mayores alturas que cualquier otra parcela. La biomasa de arvenses fué muy abundante en un principio, debido a una deficiencia preparación del terreno, sin embargo, la biomasa de arvenses se controló muy bien en el resto del período de crecimiento del maíz, ya que alcanzó valores similares a las parcelas A<sub>1</sub> y C<sub>1</sub> (se aprecia una pendiente casi nula entre los 30 y 90 días). Esta parcela tuvo un rendimiento de 3 Ton/Ha., menor que la parcela C<sub>1</sub>, pero mayor que las parcelas A<sub>1</sub> y B<sub>1</sub> (2.1 y .34 Ton/Ha). Esto es contradictorio con lo mencionado acerca del "período crítico" de competencia maíz-arvenses (Garcidueñas, 1979), porque precisamente los primeros 30 días fueron muy abundantes en arvenses y hubo una "recuperación" del cultivo.

Lo anterior nos permite visualizar dos etapas en el manejo de arvenses:

- 1.- La preparación del terreno para el sembrado y los dos o tres primeros meses a partir de las siembras; en este período se llevan a cabo las limpiezas de arvenses. Si se plantea finalísticamente, se tiende a reducir la biomasa de arvenses.

Esto no ocurrió en la parcela  $B_1$ , donde las arvenses se incrementaron exageradamente. Por el contrario, en  $D_2$ , si bien había una gran cantidad de arvenses en un principio, las limpieas redujeron las arvenses a niveles similares como en las parcelas  $A_1$  y  $C_1$  al final del período de crecimiento del maíz.

- 2.- El período posterior a la última limpia; en el cual ya no se eliminan las arvenses sino hasta el doblado. El crecimiento del maíz es influido por la biomasa de arvenses que se encuentren presentes y son el resultado de la calidad de las limpieas.

En  $A_1$ ,  $C_1$  y  $D_2$ , después de la última limpia, la tasa de ganancia de biomasa de arvenses aumentó en mucho menor grado que en la parcela  $B_1$ ; la magnitud de la pendiente depende de la calidad de la última limpia. Aunque podría pensarse que la segunda etapa no es tan importante como la primera, el maíz todavía sigue creciendo, y no es difícil suponer que las arvenses causen algún efecto negativo sobre el maíz en ese período.

Se está conciente de la contradicción entre la determinación de biomasa de arvenses y el rendimiento del maíz en la parcela  $D_2$  desde el punto de vista de las experiencias agronómicas. Cabe señalar que los datos aquí expuestos no se determinaron con el objeto de estimar el período crítico de competencia arvenses-maíz. Tampoco se pretende insinuar que la cantidad de arvenses durante el crecimiento del maíz sea la variable más determinante para su rendimiento. Solo se describen curvas de crecimiento o acumulación neta de biomasa como patrones que pueden caracterizar un manejo, y que como tales, sí tienen una relación. En la siguiente sección se analizarán algunas variables de manejo, en relación al rendimiento del maíz.

#### 4.5 LA INFLUENCIA DE LAS VARIABLES EDÁFICAS Y DEL MANEJO EN EL RENDIMIENTO DEL MAÍZ EN MIAHUATLÁN.

La información recopilada en el campo durante el ciclo agrícola de 1979, así como los resultados de los análisis edafológicos permiten construir un perfil las parcelas estudiadas.

Las variables edáficas medidas son: pendiente(%), materia orgánica (%)-MON, fósforo (ppm)=PHON, y nitrógeno total (%)-NITOT.

Por otra parte, las variables de manejo se dividieron en tres grupos:

- 1.- Manejo del maíz: DENSIDAD de siembra (matas/Ha), NITRÓGENO y FOSFORO como fertilizante (kg/Ha).
- 2.- Biomasa aérea de arvenses en diferentes períodos: antes de la primera, segunda y tercera limpiezas (BIOHERB 1, BIOHERB 2 y BIOHERB 3, respectivamente) y antes del doblado del maíz (BIOHERB 4).
- 3.- Las coberturas relativas obtenidas en los muestreos silvicológicos: cobertura relativa acumulada antes de las dos primeras limpiezas (COBRELA), cobertura relativa después de las dos primeras limpiezas (COBRELD), y porcentaje acumulado de la reducción en la cobertura relativa antes y después de las dos primeras limpiezas (PREDCOB).

Los grupos 2 y 3 de las variables de manejo reflejan la calidad de las limpiezas, mientras que el grupo 1 refleja la inversión inicial en cuanto a lo que se siembra (número de semillas) y a la cantidad de fertilizante utilizado.

El resultado de un manejo dado es la biomasa de grano por hectárea (PEGRA), o bien, el peso seco aéreo total por hectárea (PESTOT).

En la tabla 2 se muestran los valores de las variables mencionadas y otras más acerca del manejo de las parcelas estudiadas.

El tamaño de las parcelas es muy variable, con un promedio de 1.3 Ha/parcela; la pendiente promedio de las parcelas es de 7.1%; las densidades de siembra oscilan entre 13800 y 17100 matas/Ha; el promedio de nitrógeno aplicado como fertilizante (139 Kg/Ha) está por arriba de lo recomendado por los extensionistas y el fósforo como fertilizante solo se aplicó en tres parcelas con exageradas diferencias (36-110 kg/Ha); finalmente, con respecto al número de limpieas de arvenses, en tres parcelas sólo se efectuaron dos limpieas, y en las cuatro restantes, tres limpieas.

Las variables incluidas en la tabla 2 permiten calificar el manejo de las milpas; en este sentido, la parcela C<sub>1</sub> fué barbechada con tractor; se sembró a una alta densidad (17100 matas/Ha); fué fertilizada con una cantidad elevada tanto de nitrógeno como de fósforo; se limpió tres veces con "oportunidad"; y presentó el más alto porcentaje acumulado de la reducción de la cobertura relativa antes y después de las limpieas (PREDCOB). Esta parcela fué la que tuvo el máximo rendimiento entre las parcelas estudiadas (4.8 Ton/Ha) y se puede considerar la parcela con el manejo "más abundante en recursos agrícolas".

La parcela A<sub>1</sub> se preparó con yunta y se sembró a una densidad relativamente alta (16300 matas/Ha); fué excesivamente fertilizada con nitrógeno y no se le aplicó fósforo; se limpió en tres ocasiones con "oportunidad"; su reducción en cobertura relativa antes y después de las limpieas no fué tan alta como en la parcela C<sub>1</sub>; fi

ciclo primavera-verano de 1979, Miahuatlán, Ver.

	P	A	R	C	E	L	A
	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>	C <sub>1</sub>	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>
TAMAÑO DE LA PARCELA (Ha)	.76	1.24	.41	.51	3.92	1.36	.99
PENDIENTE (%)	0	0	32.5	0	4.5	12.25	0
NITOT (%)	.90	-	.58	-	.65	-	.79
PHON+ (ppm)	.45	-	.31	-	1.64	-	1.16
MON (%)	20.03	-	12.68	-	14.29	-	17.00
BARBECHO (Yunta, tractor)	Y	Y	NO	Y	T	Y	Y
DENSIdad (matas/Ha)	16311	16311	13797	13924	17100	15886	16415
NITROGENo (Kg/Ha)	201	124	37	-	170	116	187
FOSFORO (Kg/Ha)	0	0	110	-	36	44	0
LIMPIAS Número	3	3	2	2	3	2	3
Azadón, Yunta	A	A	A	A	A	A, Y	A
COBRELA	.402	-	.212	-	.521	-	.389
COBRELD	.145	-	.128	-	.197	-	.130
PREDCOB	128	-	40	-	182	-	134
BIOHERB 1 (Kg/Ha)	205	-	152	855	49	81	538
BIOHERB 2 "	302	-	490	1239	186	199	589
BIOHERB 3 "	377	-	-	1588	328	-	632
BIOHERB 4 "	1918	-	2275	-	1168	-	1704
MAIZ PEGRA (Kg/Ha) Estimado	2051	-	340	-	4784	-	3028
Encuesta <sup>i</sup>	2616	1768	650	1500	4742	3000	3027
PESTOT (Kg/Ha)	4823	3329 <sup>++</sup>	1234	2844 <sup>++</sup>	11211	5559 <sup>++</sup>	7951 <sup>ii</sup>
PESTOT + BIOHERB en 10 meses (Kg/Ha)	8082	-	4266	-	13572	-	9863 <sup>ii</sup>

+Método de Bray. ++Estimadas en base a la ecuación  $PESTOT(g) = 1.81 PEGRA(g) + 129.27(g)$  que se determinó a partir de las cosechas de 60 matas de maíz. iSe realizó al final del ciclo agrícola de 1979 con los agricultores de cada parcela. iiNo se incluye la cosecha de arvenses antes del barbecho.

nalmente, su rendimiento fué de 2050 kg/Ha, y se puede considerar que esta parcela tuvo un manejo intermedio entre las parcelas estudiadas.

La parcela  $B_1$  no se barbechó, solamente se eliminaron las arvenses en pie y se sembró con un punzón, el agricultor de esta parcela comentó que no barbechó porque el alquiler de una yunta en una pendiente tan pronunciada estaba fuera de sus posibilidades económicas; la densidad de siembra fué la más baja (13100 matas/Ha); paradójicamente aplicó más fósforo que nitrógeno como fertilizante; solo efectuó dos limpieas, fuera de tiempo (en función de la tecnología agrícola común) y con gran lentitud; se registró el menor porcentaje en reducción de la cobertura relativa antes y después de las limpieas. El rendimiento de esta milpa fué de 340 Kg/Ha; se considera que esta parcela presentó el manejo más deficiente.

Si se observan las diferencias proporcionales entre las estimaciones de rendimientos (PEGRA ESTIMADO) y los rendimientos de acuerdo a los agricultores (PEGRA ECUESTA), resulta que en las parcelas con los mayores rendimientos ( $C_1$  y  $D_2$ ), las diferencias entre ambos rendimientos fué muy pequeña; en cambio, en las parcelas con rendimientos medios o bajos ( $A_1$  y  $B_1$ ), las diferencias fueron considerables, sobre todo en la última (casi el 50%). Esto puede deberse a que el tamaño de la muestra no fué lo suficientemente grande para captar la variación en la distribución de plantas de maíz en las parcelas, o bien, a que los agricultores de bajos recursos comienzan a cosechar el maíz cuando éste presenta granos frescos (elotes) y al hacer la evaluación del rendimiento de las milpas incluyen a estas futuras mazorcas.

Como se aprecia en la mencionada tabla (2), las parcelas  $A_2$ ,  $B_2$  y  $D_1$  no presentan valores para algunas variables. En la sección 4.1 se mencionan las causas del por qué se dejaron de monitorear.

Los datos de las parcelas  $A_1$ ,  $B_1$ ,  $C_1$  y  $D_2$ , permiten llevar a cabo "análisis de carácter exploratorio" de las variables edáficas y de manejo que pueden ser relevantes para el rendimiento del maíz, siempre y cuando se tomen en consideración la distribución no normal de esas variables, y el hecho de que cada parcela es un tratamiento sin repetición.

Mediante el programa de "regresión lineal múltiple paso a paso" (2R) del paquete estadístico BIOMED, es posible conformar grupos arbitrarios de variables independientes que nos predigan el rendimiento del maíz. La gran limitante para incluir un determinado número de variables independientes en las regresiones es el grado de libertad, en este caso, tenemos un sólo grado de libertad si incluimos dos variables independientes y PEGRA como variable dependiente. Este programa de regresión lineal múltiple lleva a cabo un análisis de varianza para las variables no incluidas en la ecuación (F de entrada) y un análisis de varianza para las variables ya introducidas en la ecuación (F de remoción), este último análisis de varianza permite retirar de la ecuación de regresión alguna variable que no aporte una cierta cantidad de reducción en la suma de cuadrados residuales (BIOMED, 1977). Esto garantiza la mejor ecuación de variables independientes, además, que paso a paso se ve la jerarquía, por así decirlo, de las variables independientes entre sí con respecto a la variable dependiente.

Si incluimos todas las variables edáficas y de manejo, obtenemos la siguiente ecuación:

$$\text{PEGRA} = .004 \text{ BIOHERB } 4 - .004 \text{ FOSFORO} + 9.356$$

$$(R = .9993, p < .05; F_{\alpha.001} (2,1) < 338.4) \quad (5)$$

El hecho de que la biomasa acumulada de arvenses antes del doblado (BIOHERB 4) haya sido una variable más correlacionada con el rendimiento de grano (PEGRA), que la biomasa acumulada de ar-

venses antes de la primera o segunda limpia (BIOHERB 1 y BIOHERB 2, respectivamente), replantea de nuevo, la contradicción de los datos aquí presentados con la literatura agronómica relacionada con el "período crítico" de competencia maíz-arvenses. Se puede aceptar que el tamaño de muestra analizada es inadecuado para los análisis efectuados. Sin embargo: ¿Porqué los campesinos efectúan dos limpias más después de la primera?. Limpia que se efectúa, generalmente, 30 días después de la siembra. ¿Se limpia sólo para facilitar las labores del doblado?. Es difícil aceptar que el esfuerzo implícito en las limpias de arvenses no está relacionado con la compensación energética del cultivo (cantidad de grano).

Si incluimos las variables edáficas y las variables de manejo (sin BIOHERB'S ni variables de cobertura relativa) obtenemos dos ecuaciones satisfactorias:

$$\begin{aligned} \text{PEGRA} &= .037 \text{ DENSI} - .273 \text{ MON} - 16.599 \\ & \quad (R= 1.0, p<.01; F_{\alpha.001} (2.1) < 2101568.69) \quad (6) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{PEGRA} &= .039 \text{ DENSI} - 6.118 \text{ FOSFORO} - 13195.098 \\ & \quad (R= .9999, p<.01; F_{\alpha.025} (2.1) < 4315.67) \quad (7) \end{aligned}$$

Si incluimos como variables independientes a las edáficas y las de manejo (sin BIOHERB'S) obtenemos la siguiente ecuación:

$$\begin{aligned} \text{PEGRA} &= .018 \text{ PREDCOB} + 1.43 \text{ PHON} - .851 \\ & \quad (R = .9986, p<.10; F_{\alpha.10} (2.1) < 180.88) \quad (8) \end{aligned}$$

Se hicieron las tres posibles regresiones usando PREDCOB, COBRELA y COBRELD como variables independientes y PEGRA como dependiente, sus coeficientes de correlación múltiple oscilaron entre .92 y .97, no teniendo significancia estadística a un  $\alpha$  .05.

Las variables independientes de las ecuaciones 5, 6 y 7 en sus combinaciones correspondientes, explican significativamente los rendimientos en las parcelas de Miahuatlañ; seguramente, con un mayor número de casos se podría haber determinado el peso de las cuatro variables en cuestión, o encontrar una mejor combinación entre ellas.

La ecuación 8 tiene importancia en el sentido de que siendo PREDCOB una variable que depende de muestreos de cobertura relativa antes y después de las dos primeras limpieas, tiene un alto valor de "F de entrada" con respecto a las variables edáficas y de manejo (exceptuando BIOHERB'S). La baja significancia de esta regresión no es de lamentar considerando el reducido tamaño de la muestra. De hecho, se está mostrando que algunas variables de fácil obtención en el campo (COBRELA, COBRELD y PRECOB) son potencialmente útiles para elaborar modelos de predicción de rendimiento o peso seco total del maíz en una localidad. Sería interesante poder relacionar estos estimadores de biomasa (en cualquier tiempo) con datos experimentales de competencia del maíz-arvenses. Ya que las variables aquí usadas son cuantificadoras de la calidad de las limpieas. En una zona con clima y suelo parecidos, estas variables pueden tener gran importancia para evaluar un determinado manejo de arvenses. Es un antecedente que crea expectativas.

#### 4.6 ANÁLISIS DE LA VARIABLE CLIMÁTICA, LAS VARIABLES EDÁFICAS Y DE MANEJO DE MILPAS EN RELACIÓN AL RENDIMIENTO Y PESO SECO AÉREO DEL MAÍZ EN LA REGIÓN XALAPA.

Estos análisis se llevaron a cabo con la intención de ubicar los resultados de la sección anterior con respecto a muestras de mayor tamaño, y consistió en el manejo del banco de datos de la encuesta del maíz de 1977 (MAIZAGO).

La encuesta del maíz de 1977 fué producto de un primer análisis alométrico del maíz, en el que se relacionó las dimensiones de altura y diámetro mayor y menor del culmo; además de considerar las variaciones de estos parámetros en las plantas de maíz de varias milpas (Marten y Sancholuz, 1981). Estos análisis se efectuaron con la intención de que los datos de la encuesta fueran significativos para determinar la productividad potencial de la tierra en la región Xalapa utilizando al maíz como un cultivo indicador.

Un primer resultado de la encuesta del maíz fué el relacionar el índice de evapotranspiración realizable (INDIEVR)+ con la producción de maíz mes por mes.

$$\text{Producción (Ton/Ha/mes)} = .057 \text{ INDIEVR (mm/mes)} \quad (9)$$

La relación entre el clima y la productividad del maíz durante todo el período de crecimiento de este último fué estudiado por Arrieta (1979). Este autor encontró la siguiente ecuación:

$$\log \text{PETOTP} = 1.148 \log \text{INDIEVR} - .781 \quad (10)$$

Donde:

PETOTP= peso seco aéreo total por hectárea al final del período de crecimiento del maíz.

Esta ecuación explica el 67.5% de la variación de PETOTP.

+INDIEVR.- Índice de evapotranspiración realizable, que consiste en comparar durante los meses de crecimiento del maíz, la precipitación y la evaporación, tomando para cada mes el menor de los valores, ajustando el período a semanas, considerando las fechas de siembra y cosecha y sumando para todo el período de crecimiento, para cada sitio de la encuesta (Arrieta, 1979).

Posteriormente, Portilla (1980) menciona que el índice de evapotranspiración realizable (INDIEVR), materia orgánica y profundidad del suelo explican un 69.7% de la variación en el peso seco de las plantas de maíz, de acuerdo con la ecuación:

$$\text{Prod.} = (6.37 \text{ Ton/Ha})(\text{Coef. Prod. Loc.})(\text{Prof.})^{.301}(\text{Mon.})^{.102}$$

$$R = .8348. \quad (11)$$

Donde:

Prod. = Productividad primaria neta en Ton/Ha.

Coef. = Prod. Loc. = Coeficiente de productividad debido al clima de la localidad.

Prof. = Profundidad del suelo

Mon. = Materia orgánica del suelo.

Marten y Sancholuz (1981) encontraron que la altura y densidad de herbáceas asociadas al maíz estaban positivamente correlacionadas con la productividad neta del maíz. Estas correlaciones no fueron estadísticamente significativas, además que estas variables se determinaron al final del período de crecimiento del maíz, razones por las cuales no se incluyen estas dos variables (densidad y altura de herbáceas) en el análisis de esta sección.

El peso seco del grano en Ton/Ha (PEGRA) y el peso aéreo total del maíz en cuatrocientos metros cuadrados (PESTOT), se usaron como variables dependientes. Como variables independientes, las edáficas: Pendiente (%), materia orgánica (%) -MON, fósforo (ppm, método de Olsen) -PHON y nitrógeno total asimilable (ppm) -NITOT; como variables de manejo: DENSIDAD de siembra (matas/400 m<sup>2</sup>); NITROGENO y FOSFORO como fertilizantes (Kg/Ha); y como variable climática, el índice de evapotranspiración realizable (mm) -INDIEVR.

Con el objeto de hacer más válida la comparación entre los datos de productividad del maíz en Naolinco e Ixhuacán (los municipios con las mayores productividades de la región Xalapa-NAOIXH) y los datos de Miahuatlán, optamos por no incluir más de dos variables independientes en regresiones lineales múltiples paso a paso.

Se encontraron sólo dos ecuaciones estadísticamente significativas con dos variables independientes.

$$\text{PEGRA} = .003 \text{ DENSI} + .01 \text{ NITROGE} + 1.73$$

$$(\text{R} = .7416, \text{p} < .05; \text{F}_{\alpha.025} (2.10) < 6.11) \quad (12)$$

$$\text{PEGRA} = .002 \text{ DENSI} + .013 \text{ FOSFORO} + .246$$

$$(\text{R} = .7149, \text{p} < .05; \text{F}_{\alpha.05} (2.10) < 5.32) \quad (13)$$

siendo la primera ecuación más significativa en la predicción del grano (la variación de PEGRA explicada por la ecuación es de 55 y 51%, respectivamente).

Utilizando a la evaporación realizable de la región Xalapa (variable incluida en el banco de datos MAIZAGO) como variable de agrupamiento, reunimos cuarenta y seis casos ubicados en la parte central de la región Xalapa, que de acuerdo a Koterba y Lavín (1979) tiene un clima templado húmedo.

Incluyendo todas las variables de manejo, edáficas e INDIEVR, se obtuvo la siguiente ecuación:

$$\text{PEGRA} = .003 \text{ DENSI} + .012 \text{ NITROGE} + .004 \text{ NITOT} - .012$$

$$\text{PEND} - .007 \text{ FOSFORO} - .048 \text{ MON} - .126 \text{ PHON} - .001$$

$$\text{INDIEVR} + .989 \quad (\text{R} = .6758, \text{p} < .01; \text{F}_{\alpha.005}$$

$$(8.37) < 3.89). \quad (14)$$

En este caso, las variables independientes fueron entrando en la regresión en el mismo orden en que se escribe la ecuación.

En el mismo análisis de regresión en el segundo paso se obtuvo la siguiente ecuación:

$$\text{PEGRA} = .004 \text{ DENSI} + .009 \text{ NITROGE} - .446$$

$$(R = .524, p < .01; F_{\alpha .025} (2.43) < 8.14) \quad (15)$$

Esta última ecuación es análoga a la ecuación 12 para NAOIXH; pero con un coeficiente de correlación múltiple (R) más bajo.

Si todas las variables edáficas y de manejo son incluidas en el análisis de regresión, R aumenta a .6709 y con una F significativa a un  $\alpha$  de .005. Sin embargo, como era de esperarse, el índice de evapotranspiración realizable (INDIEVR) no aumentó significativamente el valor de R en el último paso de la regresión expresada en la ecuación 14. Esto se explica debido a la homogeneidad climática de la parte central de la región Xalapa.

Para la región Xalapa, con 233 casos de MAIZAGO, incluyendo solamente las variables de manejo se encontró la siguiente ecuación:

$$\text{PEGRA} = .009 \text{ FOSFORO} + .002 \text{ NITROGENO} - .000 \text{ DENSI}^* + 1.451$$

$$(R = .395, p < .01, F_{\alpha .001} (3.229) < 14.12) \quad (16)$$

Se ve que el coeficiente de correlación múltiple en la ecuación 15, para la parte central de la región Xalapa, es más alto que el de la ecuación 16 y con una variable menos (FOSFORO).

\*El programa 2R (BIOMED, 1977) no da mayor exactitud en los coeficientes de regresión, lo que significa que el coeficiente de DENSI es menor que un milésimo.

Esto se debe a que al agrandar la muestra, las variables de manejo incluidas, debido a que son localistas, explican menos variación en la producción de grano por hectárea, es decir, que las variables edáficas y climáticas influyen considerablemente en la producción de grano.

En la siguiente ecuación se incluyen todas las variables de manejo y edáficas,

$$\begin{aligned} \text{PEGRA} = & .006 \text{ FOSFORO} + .071 \text{ MON} + .004 \text{ NITROGE} - .005 \\ & \text{PEND} + .055 \text{ PHON} - .000 \text{ DENSI}^* + .703 \\ & (\text{R} = .4744, p < .01; F_{\alpha.001} (7,225) < 9.34) \end{aligned} \quad (17)$$

R aumentó .0794. Si a este conjunto de variables independientes añadimos INDIEVR, el aumento de R es considerable:

$$\begin{aligned} \text{PEGRA} = & .003 \text{ INDIEVR} + .006 \text{ FOSFORO} - .006 \text{ PEND} + .001 \\ & \text{NITOT} + .001 \text{ DENSI} + .081 \text{ PHON} - .024 \text{ MON} + .001 \\ & \text{NITROGE} + .948 \\ & (\text{R} = .6043, p < .01; F_{\alpha.001} (8,194) < 13.95) \end{aligned} \quad (18)$$

En esta última regresión paso a paso, la primer variable incluida fué el INDIEVR. Generando un coeficiente de correlación ( $r$ ) de .4948, que es mayor que el coeficiente de correlación múltiple de la ecuación 17 con siete variables independientes. En el segundo paso del mismo análisis de regresión se incluyó FOSFORO como fertilizante:

$$\begin{aligned} \text{PEGRA} = & .003 \text{ INDIEVR} + .008 \text{ FOSFORO} + .006 \\ & (\text{R} = .5742, p < .01; F_{\alpha.001} (2,200) < 49.19) \end{aligned} \quad (19)$$

en el tercer paso incluyó PENDiente:

\*El programa 2R (BIOMED, 1977) no da mayor exactitud en los coeficientes de regresión, lo que significa que el coeficiente de DENSI es menor que un milésimo.

$$\text{PEGRA} = .003 \text{ INDIEVR} + .007 \text{ FOSFORO} - .007 \text{ PEND} + .03$$

$$(R = .5832, p < .01; F_{\alpha.001} (3,199) < 34.19) \quad (20)$$

El aumento en el coeficiente de correlación múltiple entre las ecuaciones 19 y 20 no es muy grande. Esto significa que después del clima, el fósforo como fertilizante es la variable que explica una mayor variación en PEGRA.

Con la intención de determinar la influencia de las variables de manejo, edáficas y climática (INDIEVR), con respecto a la biomasa aérea del maíz (PESTOT). Se usó a ésta última como variable dependiente, obteniendo la siguiente ecuación:

$$\text{PESTOT} = .421 \text{ INDIEVR} + .324 \text{ NITROGE} - .063 \text{ DENSI} + 8.127$$

$$\text{PHON} + 1.737 \text{ MON} + .141 \text{ FOSFORO} - .269 \text{ PEND} + .038$$

$$\text{NITOT} - 11.899$$

$$(R = .7489, p < .01; F_{\alpha.001} (9,192) < 30.82) \quad (21)$$

Esta ecuación de predicción es altamente significativa ya que explica el 56% de la variación en el peso seco total del maíz en la región Xalapa. Conviene anotar que, cuando la biomasa aérea total del maíz (PESTOT) y el rendimiento en grano (PEGRA) son las variables dependientes y el índice de evapotranspiración realizable (INDIEVR) es la variable independiente, obtenemos coeficientes de correlación ( $r$ ) de .7199 y .4948, respectivamente. Esto denota una mayor dificultad para predecir PEGRA a partir del clima. En el segundo paso del análisis de regresión se obtuvo la siguiente ecuación:

$$\text{PESTOT} = .436 \text{ INDIEVR} + .364 \text{ NITROGE} - 2.841$$

$$(R = .738, p < .01; F_{\alpha.001} (2,199) < 119.03) \quad (22)$$

Vemos que las diferencias entre los coeficientes de correlación múltiple de las dos últimas ecuaciones no es tan grande como

la que hay entre las ecuaciones 18 y 19. Esto implica que después de haber incluido a INDIEVR como variable independiente, el fósforo como fertilizante explica más variación en PEGRA que el nitrógeno como fertilizante en PESTOT.

Tomando en cuenta que en esta sección no se han considerado variables de manejo de arvenses tales como: número de limpieas, tiempo entre el sembrado y limpieas, biomasa acumulada de arvenses o estimadores de la calidad de las mismas en base a la cobertura relativa. Y en base a los análisis de regresión descritos con anterioridad podemos plantear las siguientes conclusiones:

- 1.- En Naolinco e Ixhuacán de los Reyes (NAOIXH); las variables de manejo (densidad de siembra, nitrógeno y fósforo como fertilizante) explican satisfactoriamente el rendimiento del maíz (ec. 12 y 13). De una forma similar, densidad de siembra, materia orgánica y fósforo como fertilizante explican la variación en el rendimiento del maíz en Miahuatlán (ec. 6 y 7). Por el carácter localista, el manejo es más determinante que las variables edáficas o climáticas para la producción de grano.
- 2.- En la parte central de la región Xalapa, la densidad de siembra y nitrógeno como fertilizante explican el 27.5% de la variación en el rendimiento del maíz. Si se añade el fósforo como fertilizante y las variables edáficas se explica un 47.7%. Finalmente, si se incluye el índice de evapotranspiración realizable (INDIEVR), hay sólo un incremento en .0024% en la cantidad de variación de PEGRA explicada por la ecuación de regresión. Tal y como se ha señalado anteriormente, esto se debe a la homogeneidad climática.

3.- En la región Xalapa, si consideramos PEGRA o PESTOT como variable dependiente, e incluimos la variable climática, todas las variables edáficas y de manejo como variables independientes, se encuentra que:

- a) los mejores coeficientes de correlación múltiple los obtenemos para PESTOT como variable dependiente (con todas las variables incluidas, hay una diferencia de .1336 en el valor de R, a favor de PESTOT).
- b) el orden de entrada de las variables independientes en las ecuaciones 18 y 21, coincide sólo en la primer variable, INDIEVR.

Esto es interesante en cuanto a por qué el fósforo y nitrógeno como fertilizantes son las variables con la mayor F de entrada después de INDIEVR en sus respectivas regresiones (ec. 18 y 19). Debe plantearse la necesidad de determinar la importancia relativa de ambos nutrientes en la producción de grano y peso seco total del maíz.

A este respecto, si se considera que el 33% de la variación en la producción de biomasa total del maíz en la parte central de la región Xalapa puede explicarse en función de la densidad de siembra y cantidad de nitrógeno como fertilizante de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$\text{PESTOT} = .248 \text{ DENSI} + .734 \text{ NITROGE} + 119.454$$

$$(R = .575, p < .001, F_{\alpha .001} (2,43) < 10.62) \quad (23)$$

y se compara el coeficiente de correlación múltiple de la ecuación 15, existe una diferencia de .051, que es casi tres veces menor que la diferencia entre los coeficientes de correlación múltiple de las ecuaciones 17 y 21 (.1446) para la región Xalapa. Esto su

giere que existe un factor localista diferente a las variables consideradas que pudiese explicar este hecho. De acuerdo con los estudios alométricos de Guzmán (1979), en la parte central de la región Xalapa se cultivan las razas "cónico" y "tuxpeño", así como la mezcla racial entre ambos; y en toda la región Xalapa se cultivan las razas mencionadas más la "arrocillo" y una mezcla racial entre el cónico y el arrocillo. Estas razas de maíz se cultivan diferencialmente de acuerdo al clima de la región, y presentan diferentes relaciones entre el peso seco total y el peso del grano. Este autor sugiere que las diferencias pueden ser genéticas y/o producto de la respuesta del maíz a un determinado clima (Guzmán, 1981; comunicación personal).

La relación entre el esfuerzo reproductivo neto (peso seco de grano en relación a la biomasa total) y las diferentes razas de maíz deben relacionarse con los diferentes tipos de suelo y probablemente, con el manejo de arvenses, para responder satisfactoriamente la incógnita planteada.

## 5. CONCLUSIONES

El presente trabajo describe, en términos generales, los cambios en la estructura, productividad y fenología reproductiva de las especies arvenses en relación al manejo de milpas característico de Miahuatlán.

*Simsia amplexicaulis* (Compositae), la Gramineae "A" y *Chloris* sp. (Gramineae) son las tres especies más dominantes en las milpas de Miahuatlán. La dominancia de la familia Compositae es mayor que la de la familia Gramineae durante el período muestreado. En cuanto a la primera, tanto las condiciones de perturbación y el clima de primavera-verano le favorecen; la segunda, no es tan favorecida como la primera en esas mismas condiciones ambientales, sino que la ausencia o espaciación de las perturbaciones y el clima de finales de otoño e invierno le son más favorables. Es probable que el factor climático limitante para las especies latifoliadas a finales de otoño e invierno no sea la humedad sino las bajas temperaturas.

En cuanto a la reproducción de las especies arvenses: de las diez especies más dominantes durante el período muestreado en siete parcelas de maíz, cuatro presentan reproducción vegetativa y sexual (*Chloris* sp., *Oxalis latifolia*, *Commelina coelestis* y *C. diffusa*), y una quinta especie (Gramineae "A") de la cual no se observaron individuos sexualmente reproductivos y los agricultores de la zona reportan como un "pasto sin espigas".

Es necesario determinar la identidad de la Gramineae "A", *Chloris* sp. y *Erigeron* sp. ya que son tres especies arvenses de las diez más importantes en las milpas de Miahuatlán.

Un criterio para definir la "agresividad de las especies arvenses no sólo debe ser su capacidad de regeneración ante las labores de limpia, sino la biomasa que logren acumular durante el período de crecimiento del maíz. Los parámetros jerarquizadores de las especies arvenses (valor de importancia y cobertura relativa) deben relacionarse con determinaciones o estimaciones de la biomasa de la comunidad arvense en un momento dado, ya que estas relaciones cambian en el tiempo. De esta forma se tiene una idea de la capacidad de una arvense para acumular una cierta biomasa. La cobertura relativa por especie, familias o de la comunidad, es la variable más fuertemente correlacionada con el valor de importancia y ambas variables están positivamente correlacionadas con la biomasa de arvenses.

Las especies de la familia Oxalidaceae (*Oxalis corniculata* y *O. latifolia*) tienen un comportamiento "agresivo" ante las limpias de arvenses en términos de su rápida regeneración. Sin embargo, la biomasa que logran acumular es muy reducida con respecto a las especies de las familias Compositae y Gramineae.

Para las milpas de Miahuatlán, es posible sugerir ciertas especies arvenses que desempeñan un papel importante en el agroecosistema con base a su importancia estructural. Dichas especies son, en orden de importancia, *Simsia amplexicaulis*, la Gramineae "A", *Chloris* sp, *Panicum halapense*, *Oxalis latifolia*, *Erigeton* sp., *Digitaria sanguinalis*, *Eruca sativa*, *Commelina diffusa* y *C. coelestis*. Sería de gran utilidad realizar estudios de competencia de estas arvenses con el maíz o de las arvenses entre sí, su dinámica poblacional, o bien, sus estrategias de vida en relación a su agresividad. En un futuro se podrían explotar las bondades del banco de datos HERBMILP, este banco posibilitaría determinar índices de competencia por luz entre las especies arvenses.

Así mismo, sería posible analizar la distribución espacial de las especies arvenses y tipificar los diferentes estadios de la sucesión vegetal.

Posteriormente a la última limpia de arvenses, la diversidad aumenta considerablemente. Parece que se alcanza un nivel de saturación dos meses antes del doblado. En dos casos hubo un decremento en la diversidad después del doblado con chapeo y en otros dos casos no hubo tal decremento. Se plantea que la calidad del chapeo y la estratificación de la vegetación son causas de este hecho. Sería interesante considerar futuros estudios del banco de semillas para relacionarlos con la velocidad de regeneración de la vegetación arvense y su diversidad bajo diferentes manejos.

Las diferencias en el rendimiento del maíz entre parcelas pueden explicarse por las diferentes relaciones que existen entre las curvas de crecimiento del maíz (altura) y la productividad neta de arvenses en ese período. Aunque las evidencias encontradas no coinciden con el denominado "período crítico" de competencia arvenses-maíz.

El "análisis estadístico exploratorio" de los datos de cuatro parcelas en Miahuatlán, incluyendo variables de manejo y edáficas en relación al rendimiento del maíz en regresiones lineales múltiples paso a paso, reveló lo siguiente:

- 1.- Las siguientes parejas de variables son altamente significativas para explicar la variación en la producción de grano: biomasa acumulada de arvenses hasta el doblado y fósforo como fertilizante; densidad de siembra y materia orgánica; densidad de siembra y fósforo en el suelo.

- 2.- La biomasa acumulada de arvenses hasta el doblado es una variable relacionada con el rendimiento del maíz, más que la biomasa acumulada de arvenses antes de la primera, segunda o tercera limpia de arvenses. Hecho que contradice el denominado "período crítico" de competencia arvenses-maíz.
- 3.- Los cambios en la cobertura relativa de la comunidad de arvenses, antes y después de las limpias, tienen una buena potencialidad para cuantificar la calidad de las limpias y predecir el rendimiento del maíz.

Aunque la confiabilidad estadística avala estos tres puntos, se sugiere que esta información se maneje con las debidas reservas que merece el reducido tamaño de la muestra analizada.

El análisis de las variables de manejo (densidad de siembra, cantidad de fósforo y nitrógeno como fertilizante), edáficas (pendiente, materia orgánica, fósforo y nitrógeno) y climática (índice de evapotranspiración realizable) del banco de datos de la encuesta del maíz de 1977 en la región Xalapa, nos permite afirmar lo siguiente:

- 1.- Para las localidades de Naolinco e Ixhuacán de los Reyes, las variables de manejo son las más relacionadas con la producción de grano.
- 2.- Para la parte central de la región Xalapa, las variables edáficas y de manejo son las más relacionadas con la producción de grano y biomasa aérea total del maíz.
- 3.- La variable climática, las variables edáficas y de manejo explican en menor proporción la variación en el rendimiento del maíz que la variación en el peso seco aéreo total del maíz. Esto ocurre debido a las diferentes re

laciones entre el peso seco del grano y el peso seco aéreo total para las diferentes razas y mezclas raciales del maíz cultivado en la región Xalapa.

En el presente trabajo se ha relacionado el manejo de milpas en Miahuatlán con el manejo de milpas en la región Xalapa (sin considerar el manejo de arvenses). En este sentido se ha ampliado la visión para efectuar futuros trabajos de manejo de milpas en otras localidades de la región Xalapa, tomando en consideración al manejo de arvenses como una variable a nivel local, que contribuye al éxito esperado del cultivo.

Finalmente, en cuanto al diagnóstico del manejo de arvenses en milpas, se han puntualizado los obstáculos o deficiencias en cuanto al monitoreo detallado de las milpas y el posterior análisis de diversas variables (dificultad del muestreo oportuno debido a la impredecibilidad de las labores agrícolas, métodos de muestreo sinecológico cuando las herbáceas son altas y en grandes densidades, trabajar con repeticiones de los diferentes manejos de tal forma que los resultados sean generalizables). De la misma forma, se han planteado las bondades de estimación de algunos parámetros asociados al manejo de arvenses que revisten importancia para estimar el rendimiento del maíz (uso de la cobertura relativa antes y después de las limpieas como estimadores de biomasa de arvenses y calidad de las limpieas). Esto último requiere ser corroborado en muestreos extensivos en diferentes condiciones climáticas y edáficas.

## AGRADECIMIENTOS

Por su dirección, apoyo y amistad, agradezco al Ing. Silvio Olivieri Barra, Jefe del Programa Planeación Ecológica del Uso de la Tierra del INIREB, la contribución a la realización del presente trabajo.

Al M. en C. Sergio Guevara Sada, al M. en C. Victor Manuel Toledo Manzur, a la M. en C. Patricia Moreno Casasola, a la Biól. Julia Carabias Lillo, al Biól. Francisco Espinosa, y al Biól. Miguel Martínez Ramos la revisión crítica del manuscrito, así como sus valiosas sugerencias.

Quiero agradecer muy especialmente al Pas. de Biól Roberto Arriaga Cabrera, la ayuda y amistad que desde el trabajo de campo me ha brindado. Sin su entusiasmo y apoyo incondicional, el presente trabajo no hubiese marchado en su etapa inicial.

A los agricultores de Miahuatlán, que nos permitieron efectuar los muestreos en sus parcelas y frecuentemente accedieron a hacer compatibles nuestros esfuerzos.

A los biólogos Enrique Portilla, Arturo Arrieta, Jerónimo García y Manuel Zolá por haberme apoyado en el reconocimiento de la región Xalapa, así como por sus valiosas opiniones durante la elaboración del proyecto de trabajo y su desarrollo.

Con la desinteresada y gran ayuda del estadístico Arturo Guzzi Rodríguez, el procesamiento de los datos pudo llevarse a cabo con mayor eficiencia.

Agradezco al Herbario de la Facultad de Ciencias y del INIREB la ayuda en la identificación de los ejemplares de herbario.

Agradezco al Laboratorio de Servicios Analíticos del INIREB la realización de los análisis edafológicos.

Agradezco la ayuda que me prestó Adán Lovillo Bustamante en la elaboración de gráficas, cuadros y mapas.

Quiero expresar mi agradecimiento a Elsa Gómez Viera, por su incondicional ayuda en el mecanografiado de este trabajo, así como por haberme soportado durante ese tiempo.

A todos los jóvenes compañeros del INIREB, por sus observaciones, críticas y apoyo moral que fué necesario para que el presente trabajo llegara a su fin, gracias.

Parte de esta tesis fué realizada con el apoyo económico del CONACYT a través de su programa de becas-tesis (contrato C 36487).

## BIBLIOGRAFIA

- Altieri, M.A., A. van Schoonhoven y J. Doll. 1977. The ecological role of weeds in insect pest management systems: a review illustrated by bean (*Phaseolus vulgaris*) cropping systems. PANS, 23:195-205.
- Arriaga, C.R. 1981. Identificación de plántulas de las arvenses más comunes del maíz en la Sierra de Chiconquiaco, Ver. (En preparación).
- Arrieta, A.A. 1979. Influencia de las variables climáticas en la productividad del maíz. Tesis licenciatura. Facultad de Biología. Universidad Veracruzana. Xalapa, Ver. México. 39 pp.
- Atsatt, P.R. y D.J. O'Dowd. 1976. Plant defense guilds. Science 193: 25-29.
- Baker, H.G. 1965. Characteristics and modes of origin of weeds. In: *The genetics of colonizing species*. H.G. Baker y G.L. Stebbins. (Eds.) Academic Press. New York. pp. 147-172.
- Baker, H.G. 1972. Human influences on plant evolution. Econ. Bot. 26: 32-43.
- Biomedical Computer Programs P-Series. 1977. University of Calif. Berkeley, Cal. U.S.A. 880 pp.
- Brenchley, W.E. y K. Warrington. 1930. The weed seed population of arable. I. Numerical estimation of viable seeds and observations on their natural soil. J. Ecol. 18: 235-272.
- \_\_\_\_\_. 1933. The weed seed population of arable soil. II. Influence of crop, soil and methods of cultivation upon the relative abundance of viable seeds. J. Ecol. 21: 123-127.
- \_\_\_\_\_. 1945. The influence of periodic fallowing on the prevalence of viable weed seeds in arable soil. Ann. appl. Biol. 32: 285-296.
- Chevron Chemical Company. 1978. The common sense of no till. October. 10 pp.

- Curtis, J.T. y R.P. McIntosh. 1951. An upland forest continuum in the prairie forest border region of Wisconsin. *Ecol.* 32: 476-496.
- Darlington, C.D. 1939. The evolution of genetic system. Cambridge University Press. London.
- Denton, F.M. 1973. A monograph of *Oxalis* in North America. Biological Series, 4: 459-615. Publications of the Museum of the Michigan State University.
- De Soet, F. 1974. Agriculture and the environment. *Agric. Envir.* 1: 1-15.
- De Wet J.M.J. y J.R. Harlan. 1975. Weeds and domesticates: Evolution in the man made habitat. *Econ. Bot.* 29: 99-107.
- Donald, C.M. 1963. Competition among crop and pasture plants. *Adv. Agron.* 15: 1-118.
- Drury, H.W. y I.C.T. Nisbet. 1973. Succession. *J. Arnold Arboretum*, 54: 331-368.
- Espinosa, G.F. 1978. La evolución de las especies vegetales silvestres asociadas a la perturbación humana. *Biología* 8: 25-37.
- Finlay, K.W. y G.N. Wilkinson. 1963. The analysis of adaptation in plant breeding programme. *Aust. J. Agric. Res.* 14: 742-754.
- Font Quer, P. 1965. Diccionario de Botánica. Ed. Labor, Barcelona, 1244 pp.
- García, E. 1970. Los climas del estado de Veracruz. *Anales del Instituto de Biología. UNAM. Ser. Bot.* 41: 3-42.
- Garcidueñas, R.M. 1979. Manual teórico-práctico de herbicidas y fitorreguladores. Ed. Limusa. México. 116 pp.
- Gire, J.P., M.K. Keith y J.H. Perkins. 1980. A closer look at no till farming. *Environment.* 22: 14-41.
- Gómez-Pompa, A. 1977. Ecología de la vegetación del estado de Veracruz. Compañía Editorial Continental. S.A. México. 99 pp.
- Grime, J.P. 1973. Control of species density in herbaceous vegetation. *J. Envir. Manag.* 1: 151-167.

- Grime, J.P. y R. Hunt. 1975. Relative growth rate: its range and adaptive significance in a local flora. *J. Ecol.* 63: 393-422.
- Guzmán, G.G. 1979. Determinación de la productividad de la tierra con base a la biomasa de las plantas del maíz. Ponencia presentada en el seminario de "Planeación Ecológica Regional del Uso de la Tierra". 20-29 de agosto. Xalapa, Ver. México.
- Harlan, J.R. y J.M.M. de Wet. 1965. Some thought about weeds. *Econ. Bot.* 19: 16-24.
- Harper, J.L. 1956. The evolution of weeds in relation to resistance to herbicides. Proc. 3<sup>rd</sup> British Weed Control Conf. (Blackpool). 1: 179-188.
- \_\_\_\_\_. 1957. Ecological aspects of weed control. *Outlook on Agriculture*, 1: 1-6.
- \_\_\_\_\_. 1974. Agricultural ecosystems. *Agro-Ecosystems*, 1: 1-16.
- \_\_\_\_\_. 1977. Population biology of plants. Academic Press. London. 892 pp.
- \_\_\_\_\_. y J. Ogden. 1970. The reproductive strategy of higher plants. I. The concept of strategy with special reference to *Senecio vulgaris*. *J. Ecol.* 58: 681-698.
- Harris, P. 1973. The selection of effective agents for the biological control of weeds. *Canadian Entomologist*, 105: 1495-1503.
- Hickman, J.C. 1977. Energy allocation and niche differentiation in four co-existing annual species of *Polygonium* in Western North America. *J. Ecol.* 65: 317-326.
- Hill, T.A. 1977. The biology of weeds. Edward Arnold Pub. Oxford. 64 pp.
- Huffaker, C.B. 1964. Fundamentals of biological weed control. In: *Biological control of insects, pests and weeds*. P. DeBeach (Ed.) Chapman and Hall. London. PP. 631-649.
- Jacquard, P. y J. Caputa. 1970. Comparaison de trois modeles d'analyse des relations sociales entre especes vegetales. *Ann. Amelior Plantes*, 20: 115-158.

- Jones, L.I. 1958. Grassland agronomy. Rep. Welsh Plant Breed Stn. 1950-1956. pp. 97-99.
- Kawano, S. y Y. Nagai. 1975. The productive and reproductive biology of flowering plants. I. Life history of three *Allium* species in Japan. Bot. Mag. Tokyo, 88: 281-318.
- Kellman, M.C. y C.D. Adams. 1970. Milpa weeds of the Cayo District, Belize (British Honduras). The Canadian Geographer, 14: 323-343.
- Klingman, G.C. y F.M. Ashton. 1980. Estudio de las plantas nocivas. Ed. Limusa.
- Koterba, M.T. y A. Lavín. 1979. Metodología para la clasificación de climas en la Región Xalapa. Ponencia presentada en el Seminario de "Planeación Ecológica Regional del Uso de la Tierra" 20-29 de agosto. Xalapa, Ver. México.
- Leigh, E.G. 1956. On the relation between the productivity, biomass, diversity, and stability of a community. Proc. N.A. S. Vol. 53: 777-783.
- Lewis, L. 1973. Longevity of crop and weed seeds: survival after 20 years in soil. Weed Res. 13: 179-191.
- MacArthur, R. 1955. Fluctuations of animal populations, and a measure of community stability. Ecol. 36: 533-536.
- Margalef, R. 1968. Perspectives in ecological theory. Univ. Chicago Press. Chicago. 111 pp.
- \_\_\_\_\_. 1980. La biósfera. Ed. Omega. Barcelona. 236 pp.
- Marten, G.G. 1981. Planeación ecológica del uso de la tierra en la región Xalapa. Biótica 6(2). (En prensa).
- Marten, G.G. y L. SanchoLuz. 1981. El maíz como indicador de productividad de la tierra en la región Xalapa. Biótica 6(2) (En prensa).
- Montañez, C. y H. Aburto. 1979. Maíz, política institucional y crisis agrícola. Ed. Nueva Imagen. 249 pp.
- Muller-Dumbois, D. y H. Ellenberg. 1974. Aims and methods of vegetation ecology. Wiley and Sons. New York. 547 pp.
- Odum, E.P. 1969. The strategy of ecosystem development. Science, 164: 262-270.

- Parker, C. 1977. Prediction of new weed problems, specially in the developing world. In: *Origins of pest, parasite, disease and weed problems*. J.M. Cherrett y G.R. Sagar. (Eds.) Blakwell Scientific Publ Oxford. pp. 249-264.
- Pereira, G., T. Villanueva., R. Sandoval., A. Cipagauta y F. Tenorio. 1977. Análisis económico del cultivo del maíz en México, en el ciclo primavera-verano. Subsecretaria de Agricultura y Operación. S.A.R.H.
- Pianka, R.E. 1970. On r- and k-selection. *Amer. Natur.* 104: 592-597.
- Pimentel, D. 1977. The ecological basis of insect pest, pathogen and weed problems. In: *Origins of pest, parasite, disease and weed problems*. J.M. Cherrett y G.R. Sagar. Blackwell Scientific Pub. Oxford. pp 3-31.
- \_\_\_\_\_, L.E. Hurd., A.C. Belloti, M.J. Forster, I.N. Oka., O.D. Sholes y R.J Whitman. 1973. Food production and the energy crisis. *Science*, 182: 443-449.
- Poole, R.W. 1974. Introduction to quantitative ecology. McGraw Hill. Tokio. 532 pp.
- Portilla, O.E. 1980. Suelos de la Región Xalapa y su relación con la productividad. Tesis licenciatura. Facultad de Biología. Universidad Veracruzana. Xalapa, Ver. México. 39 pp.
- Raynall, D.J. y F.A. Bazzaz, 1975. The contrasting life cycle strategies of three summer annuals in abandoned fields in Illinois. *J. Ecol.* 63:587-596.
- Riepma, P. y Wong Phui Weng. 1963. A comparison of methods of recording herbaceous weeds in weed control experiments. *Weed Res.* 3: 26-34.
- Roberts, H.A. y P.A. Dawkins. 1967. Effect of cultivation on the numbers of viable weed seeds in soil. *Weed Res.* 7: 290-301.
- Rodríguez, J.C. 1967. Estudio ecológico de las malas hierbas del Valle de Toluca, México. Tesis licenciatura. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México. 84 pp.

- Rodríguez, L.A. 1980. Dinámica estructural, productiva y reproductiva de malezas en milpas de Miahuatlán, Ver. Ponencia presentada en el Primer Congreso Nacional de la Ciencia de la Maleza. 13 y 14 de octubre, Torreón, Coah. México.
- \_\_\_\_\_. 1981. Banco de datos sinecológicos, fenológicos y productividad neta (aérea) de arvenses de milpas en Miahuatlán, Ver. (En preparación).
- Sagar, G.R. 1974. 1974. On the ecology of weed control. In: *Biology in pest and disease control*. D.P. Jones y M.E. Solomon. (Eds. ) Blackwell Scientific Pub. Oxford. pp. 42-56.
- Sarukhán, K.J. 1974. Demographic studies on grassland weed species. In: *Biology in pest and disease control*. D.P. Jones y M.E. Solomon. Blackwell Scientific Pub. Oxford. pp. 29-41.
- \_\_\_\_\_. y J.L. Harper. 1973. Studies on plant demography : *Ranunculus repens* L., *R. bulbosus* L., and *R. acris* L. I. Population flux and survivorship. *J. Ecol.* 61: 675-716.
- Segura, P.R. 1980. Estudio florístico ecológico de las plantas arvenses en el cultivo de maíz de temporal en diferentes localidades del estado de Morelos. Tesis licenciatura. Universidad Autónoma del Estado de Morelos. México. 149 pp.
- Staniforth, D.W. 1957. Effects of annual grass weeds on the yield of corn. *Agron. Jour.* 49: 551-555.
- \_\_\_\_\_. 1961. Responses of corn hybrids to yellow foxtail competition. *Weeds*, 9: 132-136.
- Tanaka, A. y J. Yamaguchi. 1972. Dry matter production, yield components and grain yield of the maize plant. *Journal of the Faculty of Agriculture Hokkaido University*, 57: 71-132.
- Trenbath, B. R. 1975. Neighbour effects in the genus *Avena* III. A diallel approach. *J. Appl. Ecol.* 12: 189-200.
- Vengris, J., W.G. Colby y M. Drake. 1955. Plant nutrient competition between weed and corn. *Agron. Jour.* 47: 213-216.
- Villegas, D.G.M. 1969. Estudio florístico y ecológico de las plantas arvenses de la parte meridional de la Cuenca de México. *An. Esc. Nat. Cienc. Biol. Mex.* 18: 17-89.

- Volz, M.G. 1977. Infestations of yellow nutsedge in cropped soil: effects on soil nitrogen availability to the crop and associated N transforming bacterial populations. *Agro-Ecosystems*, 3: 313-323.
- Wapshere, A.J. 1970. The assesment of the biological control potential of organisms attacking *Chondrilla juncea* L. Proc. 1<sup>st</sup> Int. Symp. of Biological Control. Miscellaneous Pub. No. 6, 95-102.
- \_\_\_\_\_. 1975. A protocol for programmes for biological control of weeds. *PANS*, 21: 127-135.
- Way, M.J. 1977. Integrated control-practical realities. *Outlook on Agriculture*, 9: 127-135.
- Whittaker, R.H. 1965. Dominance and diversity in land plant communities. *Science*, 147: 250-260.
- \_\_\_\_\_. y P.P. Feeny. 1975. Allelochemic: chemical interactions between species. *Science*, 171: 757-770.
- Wit, C.T. de. 1960. On competition. Versl. Landbouwk. Onderz. (Agric. Res. Rep). 66-8, Wageningen.
- Young, D., S. Miller., H. Fisher y M. Shenk. 1978. Selecting appropriate weed control systems for developing countries. *Weed Sci.* 26: 209-212.

## APENDICE A

## CUESTIONARIO "HERBACEAS DEL MAIZ"

- 1) ¿Cuándo empieza a preparar la tierra? \_\_\_\_\_
- 2) ¿Cómo lo hace? (yunta, tractor, etc: describir sistema) \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
- 3) ¿Cuánto tiempo tarda? \_\_\_\_\_
- 4) ¿Cuándo siembra? \_\_\_\_\_
- 5) ¿Cuántas semillas en cada hoyo? \_\_\_\_\_
- 6) ¿Todos germinan? \_\_\_\_\_
- 7) ¿Cuántas limpieas hace durante el ciclo? \_\_\_\_\_  
Fecha \_\_\_\_\_
- 8) ¿Cuál limpia es la más importante? \_\_\_\_\_  
¿Porqué? \_\_\_\_\_
- 9) ¿Limpia a mano, con machete, azadón o herbicida? ¿El azadón  
no hace que se pierda mucha tierra? \_\_\_\_\_
- 10) ¿Qué hace con las hierbas que limpió? \_\_\_\_\_  
¿Porqué? \_\_\_\_\_
- 11) ¿Cree Ud. que todas las malezas perjudican al maíz? \_\_\_\_\_  
¿Porqué? \_\_\_\_\_
- 12) ¿Algunas hierbas son útiles? \_\_\_\_\_  
¿Cuales? \_\_\_\_\_
- 13) ¿Existe alguna relación entre plagas del maíz y las hierbas? \_\_\_\_\_  
¿Cuál? \_\_\_\_\_
- 14) ¿Las plagas del maíz afectan a las hierbas? \_\_\_\_\_  
¿Cómo? \_\_\_\_\_
- 15) ¿Hay relación entre las enfermedades del maíz y las hierbas? \_\_\_\_\_  
¿Cuál? \_\_\_\_\_
- 16) ¿Rota o ha rotado cultivos? \_\_\_\_\_  
¿Cuáles? \_\_\_\_\_
- 17) ¿Intercala o ha intercalado cultivos? \_\_\_\_\_  
¿Cuáles? \_\_\_\_\_  
¿Porqué? \_\_\_\_\_
- 18) ¿Hay menos hierbas en los cultivos intercalados en comparación  
con una parcela donde sólo se siembra maíz? \_\_\_\_\_  
¿Qué tanto? \_\_\_\_\_

- 19) ¿Qué uso tenía la tierra antes de que cultivara maíz? \_\_\_\_\_  
(bosque, acahual, pastizal, cultivo) ¿Qué cultivo? \_\_\_\_\_  
Rendimiento \_\_\_\_\_ ¿Cuántos años duró este uso? \_\_\_\_\_
- 20) ¿El tipo de hierbas que actualmente se encuentran presentes tie  
ne relación con el uso anterior de la tierra? \_\_\_\_\_  
Especificar \_\_\_\_\_
- 21) ¿Zacatea? (sí, no) \_\_\_\_\_ ¿Cuándo? \_\_\_\_\_
- 22) ¿Dobla? (sí, no) \_\_\_\_\_ ¿Cuándo? \_\_\_\_\_
- 23) ¿Cuándo cosecha? \_\_\_\_\_
- 24) Cuando no limpia ¿baja la cosecha? \_\_\_\_\_  
¿Cuánto? \_\_\_\_\_
- 25) ¿Cuándo cosecha las mazorcas, levanta el rastrojo? (sí, no) \_\_\_\_\_  
¿Cuándo levanta el rastrojo? \_\_\_\_\_
- 26) ¿Aplica abono o fertilizante? \_\_\_\_\_  
¿Porqué? \_\_\_\_\_

## APENDICE B

Se presentan dos listas florísticas, la primera de ellas es la HERBMILP de control (B.1) y la segunda es la lista florística de las especies colectadas en Miahuatlán (B.2).

Las diferencias entre ambas listas estriban en que la primera está ordenada numéricamente para conocer las especies a partir de los resultados de los programas de computación HERBMILP y BIOHERB, es decir, para el manejo de datos de las especies registradas en los muestreos sinecológicos y en las cosechas de arven ses en las parcelas estudiadas. Mientras que, la segunda comprende a todas aquellas especies arvenses colectadas en milpas de Miahuatlán, ordenadas alfabéticamente por familias, género y especie con sus respectivos nombres comunes y usos en el sitio de estudio.

La primera lista (B.1) presenta especies con un mismo número de identificación (especies equivalentes) debido a que en algunos casos se pensaba que las plántulas o individuos juveniles eran especies diferentes, sin embargo, observaciones de características vegetativas más detalladas (Arriaga, 1981) y observaciones de individuos con flores permitió determinar que se trataba de la misma especie. Así mismo, se han agrupado a todas las especies de las familias Compositae, Gramineae y Oxalidaceae (números 101, 102, 103, respectivamente) para facilitar su manejo cuantitativo.

Los ejemplares de herbario están depositados en el Herbario (XAL) del Instituto Nacional de Investigaciones sobre Recursos Bióticos.

## APENDICE B.1

## LISTA FLORISTICA HERBMILP (CONTROL)

- 01 GRAMINEAE
- 02 OXALIDACEAE *Oxalis sp.*
- 03 NO IDENTIFICADA
- 04 NO IDENTIFICADA
- 05 COMMELINACEAE *Commelina coelestis* Willd. var. *Bourgeavi* C.B. Clarke
- 06 LEGUMINOSAE *Phaseolus vulgaris* L.
- 07 COMPOSITAE *Erigeron sp.*
- 08 LABIATAE *Stachys agraria* Cham. & Schlechtendal
- 09 OXALIDACEAE *Oxalis corniculata* L.
- 10 COMPOSITAE *Gnaphalium americanum* Miller
- 11 POLYGONACEAE *Rumex obtusifolius* L.
- 12 LILIACEAE *Allium glandulosum* Link & Otto
- 13 COMPOSITAE *Bidens odorata* Cav.
- 14 CONVULVACEAE *Dichondra sp.*
- 15 GERANIACEAE *Geranium seemanni* Peyr.
- 16 GRAMINEAE *Briza minor* L.
- 17 VERBENACEAE *No identificada*
- 18 GERANIACEAE *Geranium seemanni* Peyr.
- 19 CRUCIFERAE *Eruca sativa* Lam.
- 20 COMMELINACEAE *Commelina diffusa* Burm.
- 21 GRAMINEAE *Chloris sp.*
- 22 UMBELLIFERAE *Daucus montanus* Humb. & Bonpl.
- 23 COMPOSITAE *Simsia amplexicaulis* (Cav.) Pers.
- 24 RANUNCULACEAE *Ranunculus pilosus* H.B.K.
- 25 COMPOSITAE *Melanpodium divaricatum* (Rich) D.C.
- 26 GERANIACEAE *Geranium seemanni* Peyr.
- 27 COMPOSITAE *Conyza canadensis* (L.) Cronquist
- 28 CRUCIFERAE *Eruca sativa* Lam.
- 29 PLANTAGINACEAE *Plantago australis* Lam.

- 30 OXALIDACEAE *Oxalis latifolia* L.
- 31 CARYOPHYLACEAE *Stellaria media* L.
- 32 ONAGRACEAE *Lopezia* sp.
- 33 LEGUMINOSAE *Cologania glabior* Rose
- 34 CONVOLVULACEAE *Ipomoea purpusii* House
- 35 SOLANACEAE *Physalis philadelphica* Lam.
- 36 SOLANACEAE *Saracha procumbens* (Cav.) Rufz & Pavón
- 37 CAMPANULACEAE *Specularia perfoliata* D.C.
- 38 IRIDACEAE *Sysirinchium iridifolium* H.B.K.
- 39 COMPOSITAE *Erigeron* sp.
- 40 GRAMINEAE *Setaria lutescens* Weigel
- 41 COMPOSITAE *Conyza* sp.
- 42 RUBIACEAE *Mitracarpus hirtus* (L.) D.C.
- 43 EUPHORBIACEAE *Euphorbia* sp.
- 44 PRIMULACEAE *Anagallis arvensis* L.
- 45 ROSACEAE *Duchesnea indica* (Andr.) Focke = (*Fragaria indica* Walt)
- 46 GRAMINEAE *Aegopogon cenchroides* Humb. & Bonpl.
- 47 GRAMINEAE *Festuca myuros* L.
- 48 GRAMINEAE *Digitaria sanguinalis* (L.) Scop.
- 49 GRAMINEAE *Panicum halapense* H.B.K.
- 50 AMARYLIDACEAE *Hypoxis decumbens* L.
- 51 COMPOSITAE *Aldama dentata* Llave & Lex.
- 52 ROSACEAE *Alchemilla procumbens* Rose
- 53 RUBIACEAE *Bouvardia ternifolia* (Cav.) Schlechter
- 54 LABIATEAE *Salvia hyptioides* Martens & Galeotti
- 55 LABIATEAE *Lepechinia caulescens* (Ortega) Epling
- 56 COMPOSITAE \*No identificada
- 57 LEGUMINOSAE *Trifolium repens* L.
- 58 ONAGRACEAE *Oenothera rosea* (L. Her.) Aiton
- 59 NO IDENTIFICADA
- 60 OXALIDACEAE \*No identificada
- 61 UMBELLIFERAE *Hydrocotyle umbellata* L.
- 62 ONAGRACEAE *Jussiaea erecta* L.
- 63 BORAGINACEAE *Lythospermum calycosum* (Macbride) J.N. Johnston
- 64 LILIACEAE *Nothoscordum bivalve* L.

- 65 SOLANACEAE *Physalis philadelphica* Lam.
- 66 EUPHORBIACEAE *Euphorbia heterophylla* L.
- 67 LEGUMINOSAE *Cassia chamaechristoides* Colladon
- 68 COMPOSITAE *Polymnia* sp.
- 69 COMPOSITAE *Melampodium perfoliatum* (Cav.) H.B.K.
- 70 RUBIACEAE *Crusea* aff. *longiflora* (Wild. ex Roemer & Schult) Anderson
- 71 NO IDENTIFICADA
- 72 OXALIDACEAE *Oxalis corniculata* L.
- 73 EUPHORBIACEAE *Acalypha indica* var. *mexicana* (Muell. Arg.) Pax & Hoffman
- 74 LYTRACEAE *Cuphea aequipetala* (Cav.) Standley
- 75 EUPHORBIACEAE No identificada
- 76 CUCURBITACEAE *Curcubita* sp.
- 77 POLYPODIACEAE *Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn
- 78 RUBIACEAE *Richardia scabra* L.
- 79 COMPOSITAE *Tagetes filifolia* Lag.
- 80 RUBIACEAE *Richardia scabra* L.
- 81 CAMPANULACEAE *Lobelia berlandieri* D.C.
- 82 UMBELLIFERAE *Daucus montanus* Humb. & Bonpl.
- 83 EUPHORBIACEAE *Euphorbia ocymoides* L.
- 84 CONVULVULACEAE *Dichondra* sp.
- 85 POLYGONACEAE *Rumex acetocella* L.
- 86 CYPERACEAE *Cyperus hermaphroditus* (Jacq.) Standley
- 87 CARYOPHYLLACEAE *Drymaria villosa* Cham. & Schlechtendal
- 88 BRACHYTEACEAE *Brachytecium* sp.
- 89 CUCURBITACEAE *Cyclanthera* sp.
- 90 COMPOSITAE *Calea* sp.
- 91 SCROPHULARIACEAE No identificada
- 92 RANUNCULACEAE *Ranunculus pilosus*
- 93 LABIATEAE *Stachys agraria* Cham. & Schlechtendal
- 94 COMPOSITAE *Aster subulatus* Michaux
- 95 LEGUMINOSAE *Crotalaria rzedowskii* Espinoza
- 96 SELAGINELLACEAE *Selaginella* sp.
- 97 POLYGALACEAE *Polygala* aff. *scoparia* H.B.K.
- 98 COMMELINACEAE *Tripogandra disgrega* (Kunth) R.E. Woodson

99 GRAMINEAE      *Cynodon dactylon* (L.) Kintze  
 00 GRAMINEAE      \*No identificada

ESPECIES EQUIVALENTES

07=39	78=80	101= Fam. Compositae (10,13,23,25,27,39,41
26=18=15	82=22	51,59,68,69,79,90)
28=19	92=24	102= Fam. Gramineae (01,16,21,40,46,47,48,
35=65	93=08	99,100).
72=09		103= Fam. Oxalidaceae (09,30).

\*Se agruparon por familias cuando no fue posible identificar géneros y/o especies

## APENDICE B.2

### LISTA FLORISTICA DE LAS ESPECIES COLECTADAS EN MILPAS DE MIAHUATLAN, VER.

#### BRACHYTECEAE

*Brachytecium* sp.

#### SELAGINELLACEAE

*Selaginella* sp.

#### POLYPODIACEAE

*Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn

"pesma"

#### AMARYLLIDACEAE

*Hypoxis decumbens* L.

*Zephyranthes* aff. *carinata* Herbert

"azucena"

#### BORAGINACEAE

*Lithospermum calycola* B.L. Robinson

#### CAMPANULACEAE

*Lobelia berlandieri* D.C.

"jicotillo"

*Specularia perfoliata* D.C.

"malacatillo"

#### CARYOPHYLLACEAE

*Drymaria villosa* Cham and Schlechtendal

*Stellaria nemorum* L.

"pachiquelite"

#### COMMELINACEAE

*Commelina coelestis* Willd var. *bourgeavi* C.B. Clarke

"plátano"

*Commelina diffusa* Burm. F.

"matalín"

*Tinantia erecta* (Jacq.) Schlechtendal<sup>1</sup>

*Tripogandra disgrega* (Kunth) R.E. Woodson

## COMPOSITAE

<i>Aldama dentata</i>	Llave & Lex.	"acahual"
<i>Aster subulatus</i>	Michaux	
<i>Bidens odorata</i>	Cav.	"mozote"
<i>Calea sp.</i>		
<i>Conyza canadensis</i>	(L.) Cronq.	
<i>Conyza sp.</i>		"epazote de caballo"
<i>Erigeron sp.</i>		
<i>Gnaphalium americana</i>	Miller	"maltanzo" <sup>2</sup>
<i>Jaegeria hirta</i>	(Lag.) Less.	"acahual"
<i>Melampodium divaricatum</i>	(Rich.) D.C. <sup>4</sup>	
<i>Melampodium perfoliatum</i>	(Cav.) H.B.K.	"acahual de toro"
<i>Polymnia sp.</i>		"acahual"
<i>Simsia amplexicaulis</i>	(Cav.) Pers. <sup>4</sup>	"acahual"
<i>Tagetes filifolia</i>	Lag.	"anicillo"

## CONVOLVULACEAE

<i>Dichondra sp.</i>		
<i>Ipomoea purpusii</i>	House	
<i>Quamoclit cholulensis</i>	(H.B.K.) G. Don <sup>1</sup>	

## CRUCIFERAE

<i>Eruca sativa</i>	Lam.	"nabo"
---------------------	------	--------

## CUCURBITACEAE

<i>Cucurbita sp.</i>		
<i>Cyclanthera sp.</i>		"ericillo"

## CYPERACEAE

<i>Cyperus hermaphroditus</i>	(Jacq.) Standl.	
-------------------------------	-----------------	--

## EUPHORBIACEAE

<i>Acalypha indica</i>	L. (var. <i>mexicana</i> ) (Muell. Arg.) Pax y Hof.	
<i>Euphorbia heterophylla</i>	L.	
<i>Euphorbia ocymoides</i>	L.	
<i>Euphorbia sp.</i>		
No identificada		

## GERANIACEAE

*Geranium seemanni* Peyr.

## GRAMINEAE

*Aegopogon cenchroides* Humb. & Bonpl. ex Willd.

"gramilla"

*Briza minor* L.

"mosquito"

*Bromus carinatus* Hook. & Arn.

"cebadilla"<sup>1</sup>

*Chloris* sp.

*Cynodon dactylon* (L.) Pers.

"trencilla"

*Digitaria sanguinalis* L. Scop.

*Festuca myuros* L.

"gramilla"

*Panicum halapense* H.B.K.

*Panicum* sp.

*Paspalum verletti* Fown.

*Setaria lutescens* Wigel

No identificada

## IRIDACEAE

*Syzynechium iridifolium* H.B.K.

## LABIATAE

*Lepechinia caulescens* (Ortega) Epling

"sasonaca"

*Salvia hyptioides* Martens & Galeotti

*Stachys agraria* Cham. & Schlechtendal

## LEGUMINOSAE

*Cassia chamachristoides* Colladon

*Cologania glabior* Rose

"frijolillo"

*Crotalaria rzedowskii* Espinoza

"sonajilla, cascabelillo"

*Phaseolus coccineus* L.

"shashan"

*Phaseolus vulgaris* L.

*Trifolium repens* L.

## LILIACEAE

*Allium glandulosum* Link & Otto<sup>3</sup>

"cebollita"

*Nothoscordum bivalve* L.

## LYTHRACEAE

*Cuphea aequipetala* (Cav.) Standley

## MALVACEAE

*Malvastrum* sp.<sup>1</sup>

## ONAGRACEAE

*Jussiaea erecta* L.

"quiebra platos"

*Lopezia hirsuta* Facq. Coll.*Lopezia* sp.*Oenothera rosea* L'Herit. ex Aiton

## OXALIDACEAE

*Oxalis corniculata* L.

"chucuyul"

*Oxalis latifolia* H.B.K.*Oxalis* spp.

## PLANTAGINACEAE

*Plantago australis* Lam.

## POLYGALACEAE

*Polygala aff. scoparia* H.B.K.

"anicillo"

## POLYGONACEAE

*Rumex acetocella* L.

"lengua de borrego"

*Rumex obtusifolius* L.

"lengua de vaca"

## PRIMULACEAE

*Anagallis arvensis* L.

"jamoncillo"

## RANUNCULACEAE

*Ranunculus macranthus* G.H.A. Scheele*Ranunculus pilosus* H.B.K.

## ROSACEAE

*Alchemilla procumbens* Rose*Duchesnea indica* (Andr.) Focke=(*Fragaria indica* Wall.)

## RUBIACEAE

*Borreria aff. laevis*<sup>1</sup> (Lam.) Griseb.

"cereta"

*Bouvardia ternifolia* (Cav.) Schlechter*Crusea aff. longiflora* (Willd. ex Roemer & Schult.) Anderson*Mitracarpus hirtus* (L.) D.C.*Richardia scabra* L.

## SCROPHULARIACEAE

*Castilleja arvensis* Cham. & Schlechtendal"tapón"<sup>2</sup>*Prunella vulgaris* L. Cham. & Schlechtendal"tapón"<sup>2</sup>

No identificada

## SOLANACEAE

*Saracha procumbens* (Cav.) Ruiz & Pavón

"jaltomate"

*Saracha umbellata* D. Don.

"hierba mora"

*Physalis philadelphica* Lam.

"tomate de cáscara"

## UMBELLIFERAE

*Daucus montanus* Humb. & Bonpl.

"cardillo"

*Hydrocotyle umbellata* L.

## VERBENACEAE

*Verbena carolina* L.

"mozote"

No identificada

<sup>1</sup>No registrada en muestreos<sup>2</sup>Uso medicinal<sup>3</sup>Comestible<sup>4</sup>Forrajera

APENDICE C

PAQUELIT

A<sub>1</sub>

PERIODO	1.1	2.1	3.1	1.2	2.2	3.2	1.3	2.3	3.3	1.4	2.4	3.4	3.5	1.6	2.6
TIEMPO	19	25	29	46	53	58	61	73	78	131	156	195	228	286	308
21	24.26	25.19	15.49	19.38	6.64	9.27	4.46	8.42	.52	.22	--	--	0	1.0	4.5
23	22.59	24.85	36.68	35.99	31.98	20.10	42.60	28.06	19.87	13.21	--	--	25.24	0	0
49	0	0	0	0	3.93	16.05	7.42	0	4.95	20.17	--	--	24.49	25.52	16.24
COMP	29.50	33.34	47.34	56.65	65.29	43.21	51.21	35.91	36.47	28.34	--	--	44.18	19.75	2.31
GRAM	29.64	26.66	19.12	29.26	11.89	32.98	27.31	23.65	10.84	23.68	--	--	27.56	28.51	31.18
OAXL	8.96	11.64	8.01	0.00	2.62	4.46	0.00	3.92	9.68	8.22	--	--	1.69	5.78	15.79
CFR	.64	.59	.64	.38	.69	.88	.50	.64	.88	1.0	--	--	1.0	.94	.89
CCAE	72.00	81.00	98.00	37.00	83.00	144.00	51.00	58.00	106.00	339.49	568.00	--	360.83	298.00	192.49
CCR	.149	.134	.163	.061	.138	.239	.084	.096	.176	.565	.946	--	.601	.496	.343
CDR	1.14	1.13	1.41	.50	1.34	2.28	.76	.79	1.64	7.21	--	--	6.19	4.88	3.78
CPSITE	0.00	2.56	10.06	0.00	5.55	11.69	5.49	0.00	11.91	61.24	--	--	38.69	29.98	37.23
AVI MAX	72.79	75.57	110.04	107.97	95.94	60.31	127.80	84.19	59.61	60.53	--	--	75.72	76.58	49.58
ALT MAX	7.60	7.50	3.40	5.50	6.30	3.10	5.60	6.00	7.50	1.20	--	--	18.50	4.10	4.10
No. ESP. REP.	0.0	7.0	1.0	2.0	0.0	2.0	1.0	1.0	0.0	2.0	--	--	9.0	18.0	14.0
APIR	0.000	2.859	.500	2.000	0.000	1.500	1.000	.071	.000	1.148	--	--	5.177	13.520	7.931
DIVERSIDAD	.729	.985	.971	.790	.894	1.089	.905	1.051	1.129	1.238	--	--	1.064	1.203	1.144
MALTM	7.37	12.17	16.94	22.63	34.65	34.44	50.48	59.77	78.59	204.16	240.66	--	--	--	--
MDIMAM	--	--	--	--	--	--	--	--	--	20.87	28.00	24.50	25.30	--	--
MDIMEM	--	--	--	--	--	--	--	--	--	17.93	25.31	22.60	22.30	--	--
MDENSM	2.66	1.53	2.39	2.39	2.53	2.66	2.33	2.66	2.33	2.39	2.53	2.73	1.73	0.00	0.00
FALTM	0.00	0.00	12.12	12.59	22.66	20.25	23.19	31.00	33.50	174.39	154.69	--	0.00	0.00	0.00
FDENSM	0.00	0.00	.53	.33	.19	.26	.33	.19	.13	.33	.66	--	.00	.00	.00

TABLA 1.- Períodos y temporalidad absoluta con respecto al 10 de marzo de 1979 (en días); valores de importancia relativos de las tres especies dominantes y las familias Compositae, Graminae y Oxalidaceae. Parámetros generales de la comunidad (ver texto).

## PARCELA

A<sub>2</sub>

PERIODO	1.1	2.1	3.1	1.2	2.2	3.2	1.3	2.3	3.3	1.4
TIEMPO	19	25	30	46	53	58	73	76	81	122
1	49.94	0	26.96	2.04	6.40	10.02	16.59	10.86	7.58	6.99
20	14.00	5.32	17.57	19.65	7.53	5.65	12.88	10.54	2.93	1.01
23	9.94	39.35	26.57	31.67	35.14	25.55	29.97	36.33	26.41	13.86
COMP	18.34	45.28	39.27	48.00	61.87	52.18	37.60	50.06	46.26	32.89
GRAM	53.28	42.70	34.16	20.08	21.20	24.15	32.46	15.34	24.13	20.33
OAXL	2.43	1.48	2.88	4.08	0.00	3.34	6.81	1.11	6.99	11.51
CFR	.70	.69	.84	.56	.86	.96	.68	.76	.88	1.01
CCAE	74.00	88.00	142.00	54.00	102.00	194.99	70.00	98.33	131.00	414.83
CCR	.154	.146	.236	.089	.169	.324	.116	.163	.281	.691
CDR	.95	1.11	1.84	.83	1.50	3.14	.96	1.54	1.83	8.16
CPSITE	0.00	0.00	13.07	0.00	0.00	19.40	2.87	15.26	3.46	63.13
AVI MAX	149.83	123.67	80.90	95.02	105.42	76.67	89.91	108.99	79.25	41.60
ALT MAX	11.10	13.50	9.50	3.90	5.20	.00	6.70	5.50	7.20	17.60
No. ESP. REP.	0.00	1.00	1.00	2.00	1.00	0.00	1.00	2.00	0.00	3.00
APIR	0.000	1.000	1.000	1.125	0.500	0.000	0.333	1.375	0.000	1.410
DIVERSIDAD	.660	.871	.851	.860	.993	.812	.992	.983	1.124	1.153
MALTM	5.31	11.40	12.81	15.09	22.36	32.08	33.14	49.42	70.83	175.91
MDIMAM	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	18.32
MDIMEM	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	15.67
MDENSM	2.08	2.13	2.46	2.19	2.93	2.39	2.26	2.53	2.46	2.86
FALTM	6.50	7.66	26.59	13.00	23.66	23.00	29.00	18.00	0.00	0.00
FDEÑSM	.16	.19	.33	.19	.39	.06	.13	.13	.00	.00

TABLA 2.- Períodos y temporalidad absoluta con respecto al 10 de marzo de 1979 (en días); valores de importancia relativos de las tres especies dominantes y las familias Compositae, Gramineae y Oxalidaceae. Parámetros generales de la comunidad (ver texto).

## PARCELA

B<sub>1</sub>

PERIODO	1.1	2.1	3.1	1.2	2.2	3.2	4.2	1.3	2.3	3.3	1.5	2.5
TIEMPO	28	34	38	59	65	72	79	131	151	190	285	307
19\	13.37	9.65	5.55	4.81	3.62	7.33	3.64	4.08	--	--	2.32	1.31
23	27.37	52.85	39.04	55.74	54.58	37.36	51.30	36.98	--	--	0.99	1.82
48	18.14	8.95	17.00	8.48	6.69	14.18	4.91	3.93	--	--	7.39	18.95
COMP	41.68	63.53	52.15	75.00	69.50	54.64	63.39	50.32	--	--	13.10	13.72
GRAM	20.53	12.12	18.70	12.15	12.19	17.24	12.31	16.16	--	--	42.62	47.60
OAXL	11.73	3.97	3.52	1.60	5.63	4.50	1.80	9.73	--	--	4.70	4.36
CFR	0.80	0.81	0.79	0.71	0.91	0.91	0.98	1.00	1.00	--	1.00	--
CCAE	94.00	131.00	127.25	72.00	126.12	171.83	308.50	426.99	548.00	--	349.53	214.83
CCR	0.167	0.210	0.212	0.128	0.210	0.286	0.514	0.711	0.913	--	0.582	0.358
CDR	1.53	2.00	1.84	1.08	1.96	2.71	4.11	6.41	--	--	5.56	3.50
CPSITE	0.00	5.46	24.26	0.00	50.44	28.86	24.28	53.78	--	--	30.79	28.56
AVI MAX	82.11	158.55	117.13	167.24	163.76	112.09	153.92	111.06	--	--	56.43	57.41
ALT MAX	4.10	4.50	3.90	5.70	4.40	6.40	9.90	14.10	--	--	4.90	3.80
No. E.P. REP.	1.00	4.00	5.00	1.00	1.00	1.00	2.00	2.00	--	--	22.00	18.00
AFIR	0.200	2.583	2.619	1.000	0.250	0.400	24.360	0.533	--	--	15.690	10.840
DIVERSIDAD	0.996	0.875	0.977	0.797	0.900	1.070	1.114	1.200	--	--	1.260	1.261
MALTM	7.89	14.75	15.89	28.16	32.75	40.44	57.10	159.57	182.66	--	--	--
MDIMAM	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	15.66	22.44	19.40	--	--
MDIMEM	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	12.90	19.75	18.20	--	--
MDENSM	2.85	2.66	2.46	2.64	2.39	2.53	2.53	2.53	2.39	1.66	--	--
FALTM	0.00	0.00	12.00	25.00	15.00	24.33	0.00	130.00	0.00	0.00	0.00	0.00
FDENSM	0.00	0.00	0.26	0.07	0.06	0.19	0.00	0.19	0.00	0.00	0.00	0.00

TABLA 3.- Períodos y temporalidad absoluta con respecto al 10 de marzo de 1979 (en días); valores de importancia relativos de las tres especies dominantes y las familias Compositae, Gramineae y Oxalidaceae. Parámetros generales de la comunidad (ver texto).

PERIODO	1.1	2.1	3.1	4.1	1.2	2.2	3.2	1.3	2.3	3.3
TIEMPO	28	34	40	54	66	71	76	88	96	107
1	25.51	36.11	32.5	18.17	17.80	19.49	15.51	20.20	8.18	7.37
21	22.36	7.46	8.51	5.72	2.79	3.25	5.79	3.01	9.13	1.99
23	28.37	38.75	37.09	40.23	58.44	44.89	49.60	49.34	38.52	43.34
COMP	32.40	42.05	41.83	49.32	62.05	50.24	54.78	54.47	47.36	52.34
GRAM	48.88	43.57	41.01	25.66	22.46	28.29	22.81	29.93	23.81	16.32
OAXL	0.00	1.75	0.49	1.63	0.00	1.76	2.03	2.19	2.42	9.95
CFR	0.86	0.86	0.94	1.00	0.86	0.93	1.00	0.94	0.98	1.00
CCAE	117.00	143.33	251.47	268.64	150.00	194.49	284.49	185.00	221.00	330.00
CCR	0.224	0.238	0.419	0.671	0.250	0.324	0.474	0.308	0.368	0.549
CDR	1.94	2.29	3.23	7.37	1.89	3.14	3.34	2.25	2.81	4.41
CPSITE	8.38	33.52	32.56	71.92	15.41	28.99	38.00	15.30	9.09	36.80
AVI MAX	85.13	116.27	111.27	120.69	175.32	134.67	148.80	148.02	115.58	130.03
ALT MAX	3.90	4.00	7.70	8.40	7.50	6.60	10.40	9.70	10.40	14.70
No.ESP.REP.	1.0	1.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0
APIR	1.000	0.200	0.000	0.333	0.000	0.200	0.000	0.000	0.000	1.000
DIVERSIDAD	0.822	0.755	0.866	1.005	0.767	0.954	0.961	0.840	0.097	1.086
MALTM	9.33	12.04	14.06	26.00	35.63	42.25	55.81	94.41	117.19	157.50
MDIMAM	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	19.31
MDIMEM	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5.65
MDENSM	2.30	3.19	3.06	3.19	2.53	2.93	2.46	2.26	3.00	2.93
FALTM	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
FDENSM	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

TABLA 4.- Períodos y temporalidad absoluta con respecto al 10 de marzo de 1979 (en días); valores de importancia relativos de las tres especies dominantes y las familias Compositae, Gramineae y Oxalidaceae. Parámetros generales de la comunidad (ver. texto).

PARCELA															
G <sub>1</sub>															
PERIODO	1.1	2.1	3.1	1.2	2.2	3.2	1.3	2.3	3.3	1.4	2.4	3.4	3.5	1.6	2.6
TIEMPO	31	36	39	54	59	65	75	78	89	131	155	169	227	285	307
1	4.75	17.08	10.80	6.14	4.69	7.26	12.60	6.09	3.85	3.13	--	--	1.96	8.57	15.49
23	37.71	27.78	20.36	24.07	21.85	25.07	31.54	26.57	18.25	9.33	--	--	13.27	0.46	0
39	19.23	8.06	22.09	17.68	22.78	14.57	5.83	12.47	7.77	4.64	--	--	5.22	16.02	12.52
COMP	65.94	57.59	60.62	72.21	57.70	57.56	43.22	57.11	38.04	23.38	0.00	--	30.07	32.68	20.58
GRAM	12.07	17.08	13.89	7.38	11.72	10.84	15.52	9.74	4.84	4.25	0.00	--	13.80	14.56	33.14
OAXL	8.24	1.34	2.37	5.19	9.65	15.17	16.47	12.00	19.06	12.78	0.00	--	9.52	9.18	6.04
CFR	0.53	0.79	0.71	0.78	0.89	0.98	0.44	0.78	0.98	1.00	0.00	--	1.00	1.00	1.00
CCAE	36.19	82.00	92.16	83.00	107.00	221.33	36.00	93.00	231.99	415.99	559.00	--	346.62	462.03	328.92
CCR	0.060	0.136	0.153	0.138	0.191	0.368	0.059	0.154	0.386	0.693	0.931	--	0.618	0.770	0.548
CDR	0.61	1.28	1.50	1.41	1.87	3.71	0.58	0.14	3.59	7.86	0.00	--	6.71	8.94	6.56
CPSITE	18.57	8.60	22.15	5.30	14.53	26.61	6.77	2.21	23.44	66.19	0.00	--	55.44	58.85	58.00
AVI MAX	107.15	83.36	67.02	72.22	68.77	75.32	94.82	80.04	57.28	57.06	0.00	--	39.87	59.03	67.13
ALT MAX	1.80	2.60	1.80	3.30	2.00	4.80	4.60	6.20	6.00	5.20	0.00	--	15.90	4.40	3.30
No. ESP. REP.	0.00	0.00	1.00	0.00	1.00	0.00	1.00	0.00	0.00	2.00	0.00	--	15.00	13.00	16.00
APIR	0.000	0.000	1.000	0.000	1.000	0.000	0.160	0.000	0.000	0.287	0.000	--	6.881	10.28	9.905
DIVERSIDAD	0.843	0.969	0.983	0.923	1.050	1.069	0.914	1.044	1.092	1.220	0.000	--	1.228	1.232	1.162
MALTM	9.42	14.80	15.89	23.69	30.50	35.26	50.38	63.86	94.16	220.41	247.28	--	--	--	--
MDTMAM	--	--	--	--	--	--	--	--	--	17.41	28.14	22.4	23.82	0.00	0.00
MDMEM	--	--	--	--	--	--	--	--	--	14.92	25.39	20.50	19.96	0.00	0.00
MDNSM	2.33	2.79	2.66	2.79	2.42	2.79	2.39	2.46	2.86	2.59	2.33	3.0	2.07	0.00	0.00
FALTI	7.00	15.00	12.00	20.57	25.75	22.00	23.66	0.00	41.50	131.00	0.00	--	0.00	0.00	0.00
FDNSM	0.13	0.26	0.06	0.46	0.28	0.60	0.19	0.00	0.13	0.19	0.00	--	0.00	0.00	0.00

TABLA 5.- Períodos y temporalidad absoluta con respecto al 10 de marzo de 1979 (en días); valores de importancia relativos de las tres especies dominantes y las familias Compositae, Gramineae y Oxalidaceae. Parámetros generales de la comunidad (ver texto).

D <sub>1</sub>							
PERIODO	1.1	2.1	3.1	1.2	2.2	3.2	1.3
TIEMPO	18	24	44	59	66	69	86
1	30.63	34.23	1.41	1.57	0	0	3.92
5	4.64	0	1.41	1.57	0	0	3.92
23	40.11	27.94	53.95	28.11	30.05	28.56	3.25
COMP	54.62	47.96	72.74	54.62	63.99	44.80	20.95
GRAM	6.28	34.23	1.41	6.28	7.40	8.71	30.69
OAXL	6.03	0.00	1.41	0.00	4.62	9.72	8.31
CFR	0.35	0.52	0.64	0.66	0.93	0.94	1.03
CCAE	24.00	53.00	99.00	70.00	127.00	184.49	401.99
CCR	0.042	0.077	0.164	0.116	0.211	0.307	0.669
CDR	0.37	0.66	1.23	1.13	1.84	2.69	9.41
CPSITE	0.00	0.00	0.00	15.29	7.25	19.53	73.86
AVI MAX	120.35	102.71	161.85	84.35	90.16	85.68	80.31
ALT MAX	1.30	9.70	5.90	8.00	10.00	7.70	1.1
No.ESP.REP.	0.00	0.00	2.00	0.00	1.00	0.00	1.00
APIR	0.000	0.000	1.667	0.000	1.000	0.000	0.014
DIVERSIDAD	0.706	0.870	0.997	0.910	1.125	1.155	0.770
MALTM	8.86	11.59	23.72	31.13	66.19	100.52	191.59
MDIMAM	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	18.47
MDIMEM	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	15.42
MDENSM	2.71	2.88	3.13	2.39	3.13	2.66	2.79
FALTM	0.00	4.00	16.66	0.00	0.00	0.00	79.00
FDENSM	0.00	0.05	0.19	0.00	0.00	0.00	0.26

TABLA 6.- Períodos y temporalidad absoluta con respecto al 10 de marzo de 1979 (en días); valores de importancia relativos de las tres especies dominantes y las familias Compositae, Gramineae y Oxalidaceae. Parámetros generales de la comunidad (ver texto).

D<sub>2</sub>

PERIODO	1.1	2.1	3.1	1.2	2.2	3.2	1.3	2.3	3.3	1.4	2.4	3.4	3.5	1.6	2.6
TIEMPO	18	24	30	46	53	60	75	81	85	122	156	167	226	284	308
1	52.31	62.05	58.32	34.94	22.82	23.24	48.18	19.44	20.95	8.63	--	--	7.29	32.09	38.99
23	12.21	21.09	18.18	37.45	33.66	25.98	22.37	27.51	21.46	13.69	--	--	18.34	1.23	0
30	0	0	0	3.44	3.12	8.21	3.53	7.72	8.35	9.30	--	--	6.19	10.30	2.63
COMP	30.61	27.46	33.02	58.15	63.06	46.28	30.76	46.06	30.48	24.90	--	--	30.15	7.03	4.80
GRAM	52.31	63.11	62.18	34.94	22.82	23.24	48.18	19.44	24.96	11.77	--	--	17.98	32.95	40.40
OAXL	0.00	1.06	1.23	3.44	3.12	9.88	3.53	7.72	8.35	9.30	--	--	6.19	10.67	4.82
CFR	0.66	0.72	0.76	0.36	0.84	0.91	0.46	0.75	0.86	1.00	--	--	0.93	0.96	0.98
CCAE	66.00	140.00	107.00	34.00	104.99	127.00	45.00	87.00	110.00	373.11	564.00	--	222.99	306.99	319.64
CCR	0.137	0.194	0.178	0.056	0.174	0.211	0.074	0.144	0.183	0.621	0.940	--	0.371	0.511	0.532
CDR	1.10	1.31	1.43	0.44	1.69	2.08	0.56	1.26	1.64	6.36	--	--	3.36	4.81	5.09
CPSITE	0.00	0.00	3.77	9.92	2.09	17.52	0.00	13.57	4.03	69.78	--	--	14.14	27.18	38.39
AYI MAX	156.93	186.80	176.96	112.36	100.98	77.94	144.54	82.54	64.38	60.60	--	--	55.04	101.18	117.48
ALT MAX	6.80	10.50	8.90	2.60	3.10	3.70	4.50	5.20	5.00	13.40	--	--	16.60	5.00	4.70
No. ESP. REP.	0.00	2.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	--	--	8.00	9.00	7.00
APIR	0.000	2.000	0.500	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.111	0.500	--	--	3.422	6.218	5.293
DIVERSIDAD	0.713	0.633	0.680	0.633	0.775	1.014	0.693	1.033	1.041	1.172	--	--	1.158	0.954	0.838
MALTM	7.12	11.40	13.47	16.57	25.45	30.59	49.44	70.05	92.40	204.43	277.18	--	0.00	0.00	0.00
MDINAM	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	22.87	30.00	25.40	25.96	0.00	0.00
MDINEM	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	20.71	27.50	23.60	23.13	0.00	0.00
MDENSM	2.00	2.27	2.79	2.53	2.46	3.00	2.53	2.53	2.79	2.13	2.13	2.20	0.00	0.00	0.00
FALTM	0.00	10.33	13.00	17.33	21.33	32.79	40.00	0.00	44.50	101.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
FDENSM	0.00	0.16	0.06	0.19	0.19	0.33	0.06	0.00	0.26	0.26	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

TABLA 7.- Períodos y temporalidad absoluta con respecto al 10 de marzo de 1979 (en días); valores de importancia relativos de las tres especies dominantes y las familias Compositae, Gramineae y Oxalidaceae. Parámetros generales de la comunidad (ver texto).

APENDICE D

Biomasa absoluta (kg/ha) de las tres especies dominantes y las familias Compo  
ae, amil e y alio aeae. Total de biomasa aerea de arboles.

D<sub>1</sub>

PERIODO	3.1	3.2
TIEMPO	45	70
1	6.34	.47
5	1.27	19.67
23	47.56	58.30
COMP	59.59	72.20
GRAM	6.72	1.37
OXAL	3.82	7.59
TOTAL	80.87	118.28

PARCELA

D<sub>2</sub>

PERIODO	3.1	3.2	3.3	3.4	3.5
TIEMPO	30	60	85	199	235
1	505.32	19.26	6.29	.29	0
23	5.30	9.15	11.27	508.75	181.18
30	.99	2.59	3.78	9.64	4.15
COMP	12.77	20.29	16.55	763.65	194.18
GRAM	512.06	19.31	6.43	29.49	37.00
OXAL	1.62	2.7	3.78	9.64	4.15
TOTAL	538.19	50.82	42.62	1072.74	287.71

PARCELA

Promesa absoluta (kg/ha) de las tres especies dominantes y las familias Comp-  
 itae Gramineae Oxalaceae Total dominancia aérea de arvenses.

2

PERIODO	3.1	4.1	3.2	3.3
TIEMPO	40	55	77	110
1	95.44	140.36	61.67	35.57
21	37.77	82.19	33.99	13.78
23	58.19	226.36	244.73	231.59
COMP	64.47	251.18	250.90	240.48
GRAM	133.22	223.44	99.50	58.67
OXAL	1.79	6.01	3.21	9.55
TOTAL	216.53	637.98	384.55	349.15

PARCELA

C<sub>1</sub>

PERIODO	3.1	3.2	3.3	3.4	3.5	3.6
TIEMPO	39	66	90	202	231	319
1	1.81	4.45	3.77	6.85	1.69	0
23	5.59	31.41	34.43	208.88	313.91	0
39	8.51	20.09	19.07	31.55	72.33	85.23
COMP	2.71	75.96	74.40	414.19	522.13	104.44
GRAM	12.66	8.78	3.96	49.73	73.74	150.93
OXAL	.51	16.12	12.87	27.87	30.82	7.15
TOTAL	49.32	136.41	142.61	839.99	793.99	396.00

TABLA 8 y 9.- Periodos y temporalidad absoluta con respecto al 10 de marzo de 1979 (en días) Biomasa absoluta (g/ha) de las tres especies dominantes y sus familias Compocitae, Gramineae y Oxalidaceae. Total de biomasa aérea de arvenses.

PARCELA

A<sub>1</sub>

PERIODO	3.1	3.2	3.3	3.4	3.5	3.6
TIEMPO	29	58	78	1195	241	314
21	52.00	17.56	4.56	0	0	17.13
23	35.16	37.14	37.90	783.96	521.73	0.13
49	5.8	1.37	0.41	117.93	146.09	95.73
COMP	54.54	47.53	45.49	1100.98	672.36	9.11
GRAM	58.80	23.46	8.23	128.45	156.68	145.88
OAXL	19.22	3.21	5.85	8.77	3.03	24.79
TOTAL	204.90	97.05	75.15	1540.72	966.14	374.98

PARCELA

B<sub>1</sub>

PERIODO	3.1	4.2	3.3	3.4	3.5
TIEMPO	38	80	195	236	316
19	9.85	35.08	8.29	0	17.29
23	68.84	229.88	121.40	242.72	8.55
48	7.79	12.50	.22	0	35.30
COMP	94.19	263.50	1458.60	279.60	30.71
GRAM	11.79	16.00	130.69	104.65	155.17
OAXL	22.32	4.00	8.08	.91	14.90
TOTAL	152.21	338.27	1784.33	413.26	344.62

Dom. 13.05.02



BIBLIOTECA  
INSTITUTO DE ECOLOGIA  
UNAM

### FE DE ERRATAS

- RESUMEN.- En el tercer párrafo, cuarto y quinto renglones dice: "y otra es una gramínea que no se encontraron individuos sexualmente reproductivos". Debe decir: y otra es una gramínea de la cual no se observaron individuos sexualmente reproductivos.
- Página 27.- en el tercer párrafo, cuarto y quinto renglones dice: "En el primer caso, el maíz tiene un período de crecimiento corto y se practica en tierras de altitud inferior a la mencionada hasta la Planicie Costera del Golfo". Debe decir: En el primer caso, el maíz tiene un período de crecimiento largo y se practica en tierras de altitudes mayores de 1400 m.s.n.m., y en el segundo caso, el maíz tiene un período de crecimiento corto y se practica en tierras de altitud inferior a la mencionada hasta la Planicie Costera del Golfo.
- Página 57.- en el primer párrafo, cuarto renglón dice: "Sarukhán y Harper (1973), en contró que en....". Debe decir: Sarukhán y Harper (1973) encontraron que en....
- Página 86.- en el punto 2 dice .Biomasa aérea de arvenses en diferentes...". Debe decir: Biomasa aérea acumulada de arvenses en diferentes.....