

28
2ij



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

Escuela Nacional de Estudios Profesionales

"I Z T A C A L A"

**ESTADO ACTUAL DE LA VEGETACION DE UN
AREA DE BOSQUE DE ENCINO-PINO EN VILLA
DEL CARBON, EDO. DE MEXICO.**

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
B I O L O G O
P R E S E N T A N
FEDERICO GONZALEZ MARTINEZ
SALVADOR RODRIGUEZ ZARAGOZA



Los Reyes Iztacala,

1987



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

RESUMEN

INTRODUCCION.....	1
UBICACION Y CARACTERISTICAS DEL AREA DE ESTUDIO.....	15
MARCO HISTORICO	23
METODOLOGIA.....	32
RESULTADOS.....	36
A) PERTURBACION DEL AREA DE ESTUDIO.....	36
B) ANALISIS DE SUELO.....	37
C) ESTRUCTURA.....	41
D) ESPECTRO BIOLOGICO.....	51
E) INDICES DE DIVERSIDAD.....	54
F) ESTRATO ARBOREO.....	56
G) DOMINANCIA.....	61
DISCUSION.....	63
CONCLUSIONES.....	70
BIBLIOGRAFIA.....	73
APENDICE I (LISTA FLORISTICA).....	l
APENDICE II (TABLAS DE ESTRUCTURA).....	viii
APENDICE III (INDICE DE SØRENSEN)	xiv

RESUMEN

El análisis de la estructura, diversidad, suelo y factores de perturbación en 5 áreas de bosque de Encino-Pino en Villa del Carbón revelaron el estado sucesional del área forestal, la cual quedó establecida en promedio entre los primeros 25 años de sucesión, teniendo dos de estas áreas una edad entre los 20-25 años y entre los 25-30 años respectivamente, una tercer área con una edad entre los 10-15 años y las dos restantes comprendidas entre los primeros 10 años de sucesión. Sobre la base de estos datos se observó una tendencia de substitución en el estrato arboreo con la siguiente secuencia: *Pinus teocote*, *Quercus glabrescens*, *Quercus crassifolia* hacia *Quercus mexicana*, *Quercus candicans*, *Pinus montezumae* var. *liadyellii*.

El análisis histórico marca el inicio de la perturbación en el área de estudio a finales del siglo XVI simultáneamente a la formación del pueblo de San Gerónimo Zacapexco. A la fecha, el bosque se mantiene en las primeras etapas de sucesión debido a las tensiones y perturbaciones que el ecosistema recibe continuamente por el pisoteo, ramoneo, tala, astillado u ocoteo y apertura de nuevas áreas para la agricultura.

INTRODUCCION

La utilización y explotación de un recurso no trae mecánicamente el entendimiento de los fenómenos que posibilitan su existencia y desarrollo. En el caso del recurso forestal, su utilización y explotación se remonta a miles de años atrás, a los inicios mismos de la sociedad humana¹; pero el conocimiento sobre las dinámicas y procesos que operan en él ha tenido una acumulación más lenta que la desaparición de algunos bosques². Parecería entonces que siempre el interés por la conservación y conocimiento de un recurso sólo cobra importancia cuando éste está a punto de desaparecer.

Sin embargo, desde el siglo IV a.C. Theophrasto³ había resumido en sus libros sobre plantas el conocimiento de la Grecia clásica sobre la taxonomía, árboles silvestres, utilización de éstos y había distinguido, además, zonas y cambios de vegetación.

-
- 1) La tala de bosques y la transformación de éstos en praderas y tierras de labor, vienen a darse en el período de "barbarie superior" según la clasificación de Morgan. F. Engels. *El origen de la familia, la propiedad privada y el Estado*. Moscú, Ed. Progreso, 1978. T. III.
 - 2) Mientras que el avance del conocimiento científico necesita un continuo desarrollo de las condiciones materiales y tecnológicas de la sociedad, la explotación forestal se da cotidianamente y en continuo aumento de acuerdo con las necesidades de la sociedad en su conjunto, o de una determinada clase social, la cual pueda no necesitar nueva tecnología. Por ello la explotación puede aniquilar los bosques antes de adquirir un conocimiento profundo de los mismos. Un caso muy cercano a nosotros es la desaparición del bosque de Tlanepantla en menos de 200 años, según registros del siglo XVII sobre litigios entre pobladores por corte de madera en el municipio. AGN. vol 1503, exp. 4 f. 93
 - 3) Theophrasto fue discípulo de Aristóteles y quedó encargado del Jardín Botánico a la muerte de éste. Esto le permitió continuar con el conocimiento biológico aristotélico sintetizándolo en sus libros.

A la fecha no sabemos si existen más libros de Theophrasto, pero los 5 que han llegado hasta nuestros días podemos considerarlos como la síntesis de su conocimiento forestal. En el primer libro trata de la taxonomía vegetal y la descripción de las partes de la planta; en el segundo habla de los árboles silvestres y zonas de vegetación; el tercero sobre la propagación de las plantas y árboles silvestres; el cuarto trae información

A la par, la sociedad China de esa época también hacía adelantos en el conocimiento botánico, pero el interés principal de los botánicos chinos, como el de los griegos, se enfocaba más bien hacia el estudio de plantas medicinales⁴.

Estos adelantos no tuvieron una posterior continuidad, y fue hasta el siglo XVIII cuando nuevamente surge el interés por el conocimiento de los procesos naturales inherentes a las poblaciones. Según Drury y Nisbet (1973) fue el conde Buffon "quien reconocía que una comunidad puede alterar las condiciones apropiadas de su habitat que hacen posible su crecimiento y desarrollo, y preparar con esto el camino para el establecimiento de otra comunidad. Posteriormente Kerner (1863) describió zonas y secuencias de vegetación, pero no formuló ningún modelo. Thoreau (1863) reconoció que los bosques de pino de las tierras altas de Nueva Inglaterra precedieron a los bosques de madera dura, los cuales siguen siendo hasta la actualidad el principal tipo de bosque de la región. El llama sucesión forestal a esta tendencia (Spurr, 1952). Hult (1885) reconoció el "desarrollo del cambio" en la vegetación, sin embargo éste fue el trabajo de Cowles (1899, 1901, 1911), el cual formuló el concepto de sucesión. Clements en sus brillantes y exhaustivos estudios (1905, 1916, 1920, 1928, 1934,

sobre las mejores temporadas para el corte y crecimiento de los árboles; el quinto libro trata acerca de los usos de las distintas partes de los árboles y de las diferentes especies de los mismos.

- 4) La ruptura en la continuidad del conocimiento botánico y forestal de la sociedad griega corresponde con el cambio en el modo de producción, esto es, del esclavismo al feudalismo. A los señores feudales nunca les interesó impulsar las fuerzas productivas ni en la agricultura ni en la industria, y depositaban la confianza en los conocimientos empíricos de la servidumbre para la producción de sus tierras. Aunado a esto, las supersticiones religiosas, muchas veces impulsadas por el mismo Estado, contribuían a mantener el *status quo* y a frenar sistemáticamente el avance de la ciencia. Morton (1981) hace un análisis muy interesante acerca de este proceso, del cual retomamos aquí las ideas centrales.

1936) parece ser responsable de la aceptación general de este concepto, porque lo hizo el mecanismo de progreso en su sistema visionario para la ecología vegetal". Para Clements (1916) la sucesión puede verse "desde el punto de vista de los movimientos de las poblaciones, las que están marcadas por el correspondiente progreso de las formas de vegetación o "phyards", desde los musgos y líquenes hasta los árboles. En el aspecto físico, la visión fundamental es la que trata con las fuerzas que inician la sucesión y las reacciones que la mantienen". Esto es "...los procesos responsables o funciones que caracterizan el desarrollo y las estructuras resultantes, comunidades, zonas alternas y capas. Finalmente, éstos puntos de vista están resumidos en el que considera la sucesión como el conocimiento o desarrollo y reproducción de un organismo. En este amplio aspecto, la sucesión incluye la ontogenia y filogenia de la formación climax".

Este concepto de sucesión prevaleció entre los ecólogos vegetales de principios de este siglo con algunas variantes sobre los procesos sucesionales.

Más tarde, Whittaker, Odum y Margalef abundaron y profundizaron sobre el concepto de sucesión, basándose en innumerables investigaciones realizadas por los ecólogos vegetales hasta finales de los 60's y principios de la década de los 70.

Odum (1969:262) escribió: "La sucesión ecológica puede ser definida en términos de los siguientes 3 parámetros: (i) es un proceso ordenado del desarrollo de la comunidad que es responsablemente direccional y, sin embargo, predecible. (ii) Esto resulta de la modificación del ambiente físico por la comunidad: esto es, la comunidad controla la sucesión aun cuando el ambiente físico determina el patrón de la tasa de cambio y frecuentemente estos límites pueden desarrollarse en gran parte. (iii) Esto culmina en una estabilización del ecosistema en el cual la biomasa máxima (o alto contenido de la información) y función simbiótica entre organismos está mantenido por unidad de flujo de energía disponible. En una palabra, la "estrategia" de largo plazo del desarrollo evolutivo de la biós-

fera, a saber, el incremento del control o la homeostasis con la física ambiental en el sentido de ejecutar la protección máxima a las perturbaciones"⁵.

Por su parte Whittaker (1970:73) considera que en cualquier habitat particular en la tierra, la comunidad climax puede haber sido destruido o no haberse desarrollado. En estos habitat las comunidades pasan a través de desarrollos progresivos de cambios paralelos e interactuantes en ambientes y comunidades de la sucesión a través del curso de la misma. La producción de la comunidad, altura y masa, diversidad de especies, estabilidad relativa, profundidad del suelo y diferenciación tienden, todas ellas, a incrementarse (salvo algunas excepciones). El punto final de la sucesión es una comunidad climax y una función de estado-estable adaptado a su habitat, y, esencialmente permanente en este habitat si no es perturbado.

Por último, Margalef (1980:736) afirma: "Desde ahora asociaremos la idea de sucesión a una tendencia, si se quiere progresiva o direccional, observada en los cambios de los ecosistemas sobre largos períodos. La sucesión, a efectos descriptivos, puede subdividirse en etapas o fases, éstas últimas de menor entidad, seriadas unas a continuación de otras, de la misma forma que los aspectos se suceden en el ciclo anual, pero en la sucesión las etapas o fases ordinariamente no se repiten... La sucesión es un fenómeno de ocupación progresiva de un espacio de acción y reacción incessante, pero aun es mucho más. Es un fenómeno histórico, con todas las implicaciones de este calificativo, y además de trama complejísima". En otro párrafo Margalef habla de considerar la sucesión como un proceso de autoorganización o de maduración, con ciertas características irreversibles.

5) Para el presente trabajo retomamos lo expresado en Weitman (1985): "La perturbación se usa aquí principalmente como cualquier proceso de retiro de biomasa (Grime, 1977); la perturbación biológica se refiere a los efectos de ramoneo y predación (Dayton, 1971)".

En estas tres definiciones se resume el conocimiento actual de la sucesión en términos generales. Aun cuando las tres profundizan y dan una idea clara de la sucesión, para el presente trabajo nos apegaremos más a la expresada por Odum por dos razones: primero es más explícita en cuanto al proceso mismo de la sucesión, de los factores que actúan en ella y del estado estable general al cual se dirige el proceso; segundo para los fines de nuestra investigación permite una mayor claridad en el manejo de los resultados y conceptos para describir las condiciones ecológicas y los aspectos sucesionales de la vegetación.

Lograr una idea clara de la sucesión, de los mecanismos y fuerzas motoras de la misma en las comunidades forestales es de gran importancia para la conservación y explotación del recurso, pues sobre esta base es como se pueden elaborar modelos de explotación comercial y utilización del bosque.

Cabe hacer notar la observación de Prury y Nisbet (1973) y Tilman (1985) de que la mayoría de los estudios de sucesión se han hecho sobre la sucesión secundaria, y en mucho menor grado, sobre la sucesión primaria⁶; y que la mayor parte de estos estudios se ocupan de ecosistemas forestales, lo cual nos permite describir, hasta cierto punto, los estados estables y los sucesionales de un bosque.

-
- 6) Esto se debe más que nada a la frecuencia con que el hombre perturba los ecosistemas regresándolos a estados serales y a la frecuencia en que aparecen nuevas islas, se retraen glaciales, erupciones volcánicas, etc. De la definición de Whittaker, citada más arriba, se desprende que la sucesión primaria se da donde antes no había comunidad climax desarrollada al máximo según lo permitiesen las condiciones ambientales, edáficas, climáticas, etc; y la sucesión secundaria es la que se da en lugares donde previamente existía una comunidad climax (es decir, el punto iii de la definición de Odum). Podemos visualizar también la sucesión secundaria como el proceso de recuperación o regeneración de una comunidad hasta el grado de estado estable en que se encontraba antes de la perturbación. La sucesión primaria sería entonces el proceso de generación de una comunidad que tiende a llegar a su máximo estado estable.

En una comunidad de bosque templado estable y madura podemos visualizar una cúpula forestal cerrada, donde la mayor cantidad de luz se intercepta o refleja, y sólo un pequeño porcentaje de ésta puede llegar al siguiente estrato o al suelo (Doubenmire, 1979). Entonces, bajo los árboles sólo existirán, en estas condiciones, arbustos y herbáceas tolerantes, pues pueden perder algunas ramas, trozarse el tronco, ser derribados por el viento o simplemente morir en pie, por lo cual se harán aperturas en la cúpula forestal permitiendo el paso libre de luz y posibilitando así el establecimiento de plantas tolerantes a la sombra (Grime, 1979; Doubenmire, 1979; Reade, 1982)⁷. De esta manera se inicia un proceso sucesional de regeneración del bosque, el cual culminará cerrando de nuevo la apertura en la cúpula. Así pues, sin intervención del hombre, en algunos años el bosque puede regenerarse de la perturbación natural que sufrió, aunque el tiempo de regeneración está en relación a la escala de la perturbación sufrida, considerando los tornados, erupciones volcánicas, inundaciones, etc., como formas de perturbación natural de gran escala.

Las formas en las cuales el hombre perturba los bosques templados son las siguientes:

- 1) Por el aclareo, esto es, retirando sólo algunos árboles de un área y conservando otros. Frecuentemente estos terrenos se utilizan para cultivos y pastoreo (ovinos y bobinos).

-
- 7) De hecho Tilman (1985) establece que los principales factores limitantes en una comunidad son: la disponibilidad de luz y de nutrientes, describiendo como una tendencia el paso de composición de una comunidad de plantas adaptadas a una pobreza de nutrientes en el suelo, pero demandantes de una gran cantidad de luz, a plantas tolerantes a la sombra, pero intolerantes a restricciones de nutrientes. Describe en sí algunas variantes a estas condiciones (vgr. carencia de nutrientes y de luz, disponibilidad de nutrientes y de luz, etc) (

- 2) Corte total de árboles, es decir, el retiro de todos los árboles de un área sin importar el tamaño o la especie. Estos terrenos se utilizan para cultivo y pastoreo (ovinos y bobinos).
- 3) Pastoreo de ovinos. En esta forma el bosque se utiliza sin cortar los árboles, pero se deja libre al ganado ovino para ramonear herbáceas y arbustos de bosque.
- 4) Explotación de las arenas (extracción de la arena donde se ha establecido el bosque), por consiguiente, desaparición del suelo y organismos forestales.
- 5) Incendios.
- 6) Establecimiento de carreteras, caminos y veredas.
- 7) Utilización de los cuerpos y corrientes de agua.
- 8) Contaminación ambiental mediante sustancias tóxicas que llegan al bosque por el agua, aire o aplicadas directamente.

El efecto que tendrán cada una de estas formas de perturbación humana sobre un modelo de bosque templado estable será el siguiente:

- 1) Los casos 1 y 2 implican el retiro de algunos nutrientes vía la exportación de la biomasa cosechada o la producida por el ganado (Odum, 1982)
En ambos casos el bosque podrá recuperarse paulatinamente desde el momento en que se abandona el campo de cultivo, pero el tiempo de recuperación será mayor para el caso 2 que para el 1, y también dependerá de las prácticas agrícolas utilizadas, pues si se utilizan fertilizantes, éstos pueden desempeñar el papel de subsidio de nutrientes en los procesos sucesionales, especialmente si son nitrogenados (Chapin, et al., 1986)⁸.

-
- 8) La deficiencia de nitrógeno es frecuentemente el recurso limitante más importante en los ecosistemas forestales según Tilman (1985).

- 2) Los casos 3 y 7 representan una tensión⁹ sobre nuestro bosque. El retiro de biomasa en el caso 3 y la alteración del ciclo hídrico en el 7 no modificarán en lo aparente el paisaje, pero sí habrá una tensión sobre las especies que sean más ramosas o más sensibles a los cambios del régimen hídrico. Esto afectará fundamentalmente a las herbáceas, en menor grado a los arbustos y menos aun a los árboles.
- 3) Los incisos 4 y 6 son acaso los de efectos más espectaculares, pues no sólo desaparecen los organismos forestales, sino también el suelo, siendo la erosión una constante que impide el inicio de la regeneración del bosque, es decir, el inicio de la sucesión¹⁰.
- 4) Los incendios forestales (caso 5) pueden llegar a aniquilar la vegetación o sólo una parte, según sea el tipo de incendio. Así tenemos que pueda haber incendios de copa, a nivel del suelo y troncos o subterráneo. Este tipo de perturbación, si bien puede aniquilar la vegetación, también restituye al suelo los elementos contenidos en la vegetación, con lo cual, inmediatamente después de extinguirse, se puede iniciar la sucesión. (Cooper, 1961; Andersen y Broven, 1986).

9) El concepto tensión se refiere, según Odum (1985:419) a: "Usamos el término tensión en el sentido que lo define el diccionario como la influencia desorganizativa o detrimental. El término subsidio para un aporte que produce una respuesta positiva, aunque ésta pueda acompañarse o seguirse por respuestas negativas".

10) "Moss (1913) reconoció una sucesión 'progresiva' conducente a un clímax edáfico, lo cual es permanente y estable, y una sucesión retrogresiva de este clímax edáfico...basado en las observaciones de la erosión del suelo". Desde este punto de vista podría decirse que nuestros casos 4 y 6 son sucesiones retrogresivas. Sin embargo, al menos en el caso de las arenas, la eliminación del suelo se hace bajo los ritmos y necesidades humanas, sin establecer procesos que incumban a la comunidad vegetal. Cfr. David W. Shimwell (1971).

5) El caso 8 es el más sutil de todos, pues su efecto es a media no o largo plazo cuando es moderada la contaminación. Sin embargo, es también espectacular cuando se rebasan los niveles de tolerancia del bosque. Los efectos de la contaminación actúan desde el nivel bioquímico, molecular, hasta la comunidad en su conjunto. Frecuentemente los efectos se observan a nivel de especies y del remplazo de las más sensitivas por más tolerantes. Por la misma naturaleza compleja de la contaminación, la sucesión en los bosques puede iniciarse como la respuesta de la comunidad a la nueva información que recibe, y en caso de una debastación total, se iniciará con la aparición de ciertas adaptaciones de la vegetación a los niveles y elementos contaminantes.

La severidad de la perturbación llevará al bosque de un estado estable hasta un estado seral determinado a partir del cual comenzará la regeneración del mismo. Los procesos que llevan a cabo la sucesión, según Peet y Christensen (1980) son: (1) la hipótesis de la facilitación (Clements, 1916); (2) la sucesión como un gradiente en el tiempo (Drury y Nisbet, 1971, 1973; Rickett, 1976); (3) la hipótesis de la longevidad diferencial (Egler, 1954); y (4) modelos estocásticos de reemplazo planta por planta (frecuentemente markovianos) (Horn, 1971, 1975; Van Hulst, 1979)... El de lineamiento básico de todos ellos es la teoría general de la sucesión propuesta por Clements (1916). Clements visualizó la sucesión como dependiente del tipo de perturbación, las capacidades de dispersión de las especies, las capacidades de las especies para establecerse y crecer dadas las restricciones del ambiente físico, cómo modifican a éste último las especies, y la interacción competitiva entre ellas. Mc. Mahon (1981) afirma que los procesos de Clements, expresados en esta vía general, son suficientes para describir la sucesión". Tilman (1983) ofrece una quinta alternativa en su hipótesis de la "tasa de recursos", la cual "establece que las especies vegetales están especializadas en diferentes proporciones de recursos limitantes y la composición de una comunidad vegetal puede cambiar siempre que la disponibilidad relativa de los recursos limitantes cambie. Cualquiera de los factores, sean ellos

herbívoros, recursos limitantes o factores limitantes (*sensu* Levin, 1970), si las especies están diferenciadas en sus respuestas a ellas y la importancia de estos factores cambia a través del tiempo, puede resultar entonces la sucesión". Este autor toma como recursos limitantes los nutrientes del suelo y la disponibilidad de la luz.

Estas hipótesis han servido para el establecimiento de modelos de explotación forestal y la regeneración de bosques, particularmente los modelos markovianos de reemplazo planta a planta (Horn, 1980).

El conocimiento de lo anterior es la base sobre la que se han desarrollado bosques hechos por el hombre con fines de producción de madera, pulpa y celulosa, y en los que se han obtenido resultados de productividad mayor que el promedio en los bosques naturales¹².

Es casi una tradición mundial no efectuar prácticas de mantenimiento en los bosques naturales, dejando a los procesos de regeneración natural ocuparse de reproducir la madera extraída, aunque prácticas como fuegos controlados, cultivo de árboles forestales exóticos, etc., se han venido dando desde finales del siglo pasado en Finlandia, Dinamarca, Europa Central, Estados Unidos, Sudamérica y África principalmente. En los últimos tiempos los estudios sobre regeneración de bosques se han efectuado básicamente en relación a los pinos para zonas templadas (salvo algunas excepciones en que también se habla de encino) y en varios géneros de árboles tropicales para las zonas selváticas.

- - - - -

12) Sin embargo, es necesario realizar estudios más profundos sobre las dinámicas de tales bosques, pues es posible que a futuro la productividad baje del promedio de los bosques naturales o el costo de producción de madera sea mayor por las prácticas de mantenimiento, fertilización, reducción de recursos genéticos, etc.

En nuestro país son de gran importancia los bosques de pino y encinos, después de los bosques tropicales lluviosos del sureste. Los bosques de pinos y encinos se encuentran ampliamente distribuidos en casi todos los estados de la República, exceptuando la península de Yucatán y Quintana Roo (Rzedowski, et al, 1973; Rzedowski, 1981). Ocupan, según Flores et al. (1971) al rededor del 13.7% del total de la superficie del territorio nacional, cifra cercana a la reportada en las Estadísticas del Recurso Forestal de La República Mexicana (1976), en donde se considera que estos bosques ocupan el 10.5% bajo el criterio del cartografiado de la vegetación aparentemente clímax. Tal parece que este tipo de vegetación, o al menos especies estrechamente relacionadas con ellas comenzaron a existir en el país desde fines del Paleozoico. En especial representantes del género *Pinus* pudieron aparecer a partir del Cretácico Superior junto con otros géneros de la familia *Pinaceae*, y en general, otros tipos de coníferas¹³. Rzedowski, et al. (1973) especula que a juzgar por el comportamiento actual de estos vegetales y por lo que revisa de otros estudios paleobotánicos, bien pudieron haber sido elementos dominantes o codominantes en los bosques de esa época geológica.

El desarrollo de los pinares y encinares requieren exigencias ecológicas semejantes, lo que provoca que ambos tipos de vegetación ocupen nichos muy similares, creciendo con frecuencia uno al lado de otro, formando intrincados mozaicos y complejas interrelaciones sucesionales que a menudo se presentan en forma de bosques mixtos (Rzedowski, 1981). Por esta razón algunos autores como Leopold, (1950); Guzmán et al. (1960); Rzedowski, (1966) y otros suelen tomar a los bosques de *Pinus* y *Quercus* como un solo tipo de vegetación, en tanto que Miranda (1963) prefiere considerarlos como dos tipos de vegetación distintos el uno del otro. Es

13) El Dr. Rueda Gaxiola en comunicación personal con Rzedowski, et al. (1973) informa del hallazgo en rocas del Cretácico Superior de Coahuila de probables granos de polen de *Pinus*, *Picea* y *Pseudotsuga*. Por otro lado cita un cierto número de referencias que mencionan los hallazgos palinológicos de *Pinus* en diversos puntos de la República, desde los inicios del Cenozoico.

to hace interesante los estudios sobre la compleja dinámica sucesional en este tipo de biomas, que, según Rzedowski, et al. (1973) puede estar basada en dos factores principales: por un lado la semejanza existente en cuanto a los requerimientos ecológicos, y por otro, el disturbio prolongado a que han estado sometidas estas comunidades, lo que provoca que la superficie que ocupan se modifique continuamente.

Cabe hacer notar que los principales factores de disturbio que suele afectar a estos bosques son los incendios, las plagas, (tales como el muérdago, el toje o injertos y diversas especies de insectos), y el desmonte con fines agrícolas y ganaderos. De éstos factores, a juicio de Caballero, (1968, 1970) son los incendios los que más daño causan al bosque en sus niveles ecológicos, aunque es de tomarse en cuenta que esto suceda en áreas permanentemente arboladas, pues en último caso el desmonte en sus diversas variantes pudiera ser todavía más perjudicial, pues se ven afectados en grado superlativo no sólo los factores abióticos del ecosistema, impidiendo la regeneración del bosque a corto plazo.

De acuerdo con esto, Rzedowski, et al (1973) establece tres hipótesis que sirven como punto de partida en el análisis de la dinámica sucesional en los bosques mixtos de pinos y encinos:

- 1° El bosque de *Pinus* y el de *Quercus* constituyen dos climax separados, pero que en determinadas condiciones se mezclan.
- 2° La comunidad climax es el bosque de *Pinus-Quercus*.
- 3° El bosque de *Pinus* es una fase sucesional del climax de *Quercus* o de otros tipos de bosques.

Rzedowski et al (1973) analiza estas tres aseveraciones por una breve revisión y otras observaciones personales acerca de la capacidad de regeneración de *Pinus* y/o *Quercus* en condiciones de disturbio por fuego, ya sea natural o provocado por el hombre¹⁴

14) Señala que el hecho notado es que bajo determinadas condiciones, algunos factores de disturbio favorecen el establecimiento

Al final concluye que son las condiciones del ambiente físico, así como la naturaleza e intensidad del disturbio las que, en un momento determinado, favorecen las condiciones particulares de regeneración de las especies en cuestión, por lo que cualquiera de las tres hipótesis anteriores pueden ser potencialmente válidas.

Es importante anotar que los estudios hechos sobre dinámica sucesional en nuestro país, sobre todo en bosques de *Pinus* y *Quercus* son escasos y dispersos e inclusive inéditos, ya que este tipo de trabajos tienen poco tiempo de haber iniciado su auge, lo que hace difícil su integración con fines de revisión y aprovechamiento, pese a la gran importancia que estos bosques poseen desde los puntos de vista económico y ecológico (Vela, 1980). Pese a su gran importancia económica, la devastación de estos bosques es una consecuencia del escaso desarrollo de la industria forestal y de las formas tradicionales de explotación, aunada a la falta de infraestructura para su aprovechamiento racional.

Debido a lo anterior y a la escasez de la información sobre estos procesos, en el presente trabajo nos hemos marcado los siguientes objetivos:

- 1) Describir algunos aspectos sucesionales de la vegetación de un área de bosque de encino-pino de Villa del Carbón, Edo. de México, que revelen en general las condiciones ecológicas en que se encuentra.

y desarrollo de pinares, y en otros casos los perjudican severamente, por lo que no existe un acuerdo común entre los autores acerca de los factores que hacen posible la existencia de los pinares, aunque es bien cierto que los efectos del fuego dependen de las especies de pino, de la edad del arbolado, de la época del año en que se produce el incendio, la naturaleza del suelo y duración e intensidad del fuego. De acuerdo a esta revisión existen muchos tipos de pinares que se desarrollan gracias a la influencia de algún tipo de fuego, sin embargo, el establecimiento de un pinar en muchas ocasiones no es el punto final de la sucesión, pues pueden verse desplazados por otras especies del mismo género, u otro tipo de angiospermas, tales como *Quercus* dependiendo de las condiciones físicas e intensidad del disturbio, logrando mantenerse como elementos en apariencia codominantes o bien desplazables.

- 2) Conocer los tipos de perturbación y su repercusión sobre el area del bosque estudiada.
- 3) Plantear perspectivas de conservación, regeneración y uso ideal del bosque de encino-pino estudiado.

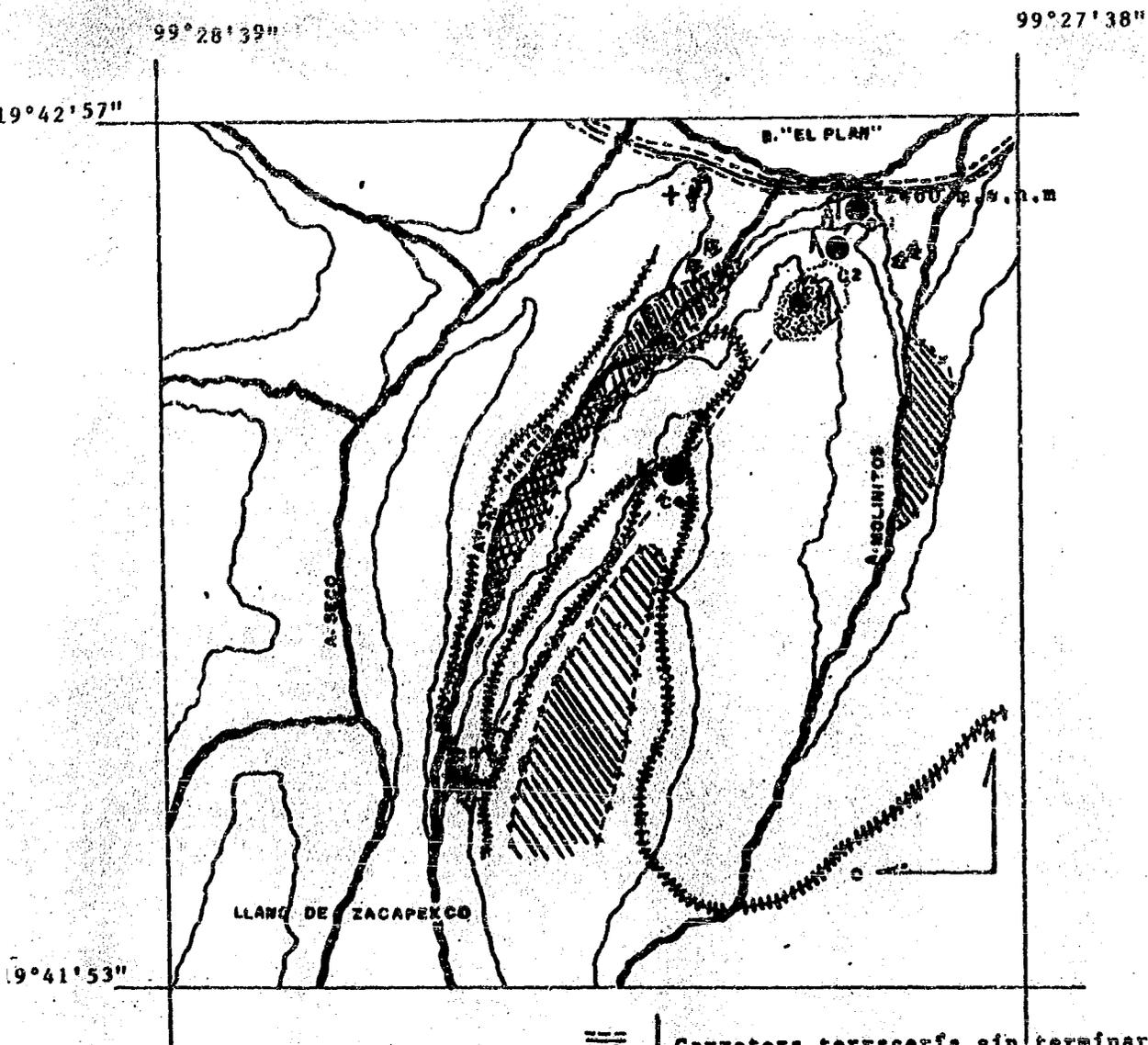
UBICACION Y CARACTERISTICAS DEL AREA DE ESTUDIO.

Villa del Carbón es uno de los municipios que se localizan al Norte del Estado de México. Se encuentra situado entre los $19^{\circ} 35' 27''$ y $19^{\circ} 51' 00''$ de latitud Norte, y los $99^{\circ} 21' 33''$ y $99^{\circ} 39' 00''$ de longitud Oeste del meridiano de Greenwich. Limita al Norte con el Estado de Hidalgo y la porción NC del Municipio de Chapa de Mota; al Sur con el Municipio de Jiquipilco y la porción SE del Municipio de Morelos; al Este por los Municipios de Nicolás Romero y Tepotzotlán; y al Oeste por la totalidad de los municipios de Chapa de Mota y Morelos. La superficie ocupada por este municipio es de 286.771 Km^2 , que corresponde al 1.234% del total ocupado por el Estado de México ($23,244.220 \text{ Km}^2$) en el territorio nacional. La cabecera municipal se encuentra asentada en la localidad que recibe el mismo nombre del municipio (mapa 1).

El área de estudio se encuentra localizada en la Provincia del Eje Neovolcánico dentro de la subprovincia denominada como "Lagos y Volcanes del Anáhuac", presentado en sistema de Topoformas de Lomerío Suave (Clave X-13-L1 según la Síntesis Geográfica del Estado de México. SPP, 1980). Este tipo de fisiografía predomina en la mayor parte del municipio de Villa del Carbón y se ve limitada al O y al S por topoformas de Sierra Compleja, aunque éstos no afectan al área de estudio. Dicha área se localiza al Sur de la cabecera municipal, entre las coordenadas $19^{\circ} 41' 31.5''$ y $19^{\circ} 42' 57.6''$ de latitud Norte, y los $99^{\circ} 27' 36''$ y $99^{\circ} 28' 39''$ de longitud Oeste. Al Norte está limitada por el Barrio "El Plan" y la misma cabecera municipal; al Sur por el llano de Zacapexco; al Oeste por dos afluentes fluviales denominados Arroyo Seco y Arroyo San Martín; al Este por el afluente fluvial conocido como Arroyo los Molinitos y el poblado de San Lucas. La superficie cultivada es de 4 Km^2 por aire, pues existen elevaciones orográficas que hacen variar esta extensión y que oscilan en altitud desde los 2600 hasta los 2700 m.s.n.m. El área calculada corresponde al 1.4% de la superficie total ocupada por el Municipio de Villa del Carbón en el Estado de México (mapa 2).

MAPA 2 UBICACION DE LAS AREAS DE MUESTREO

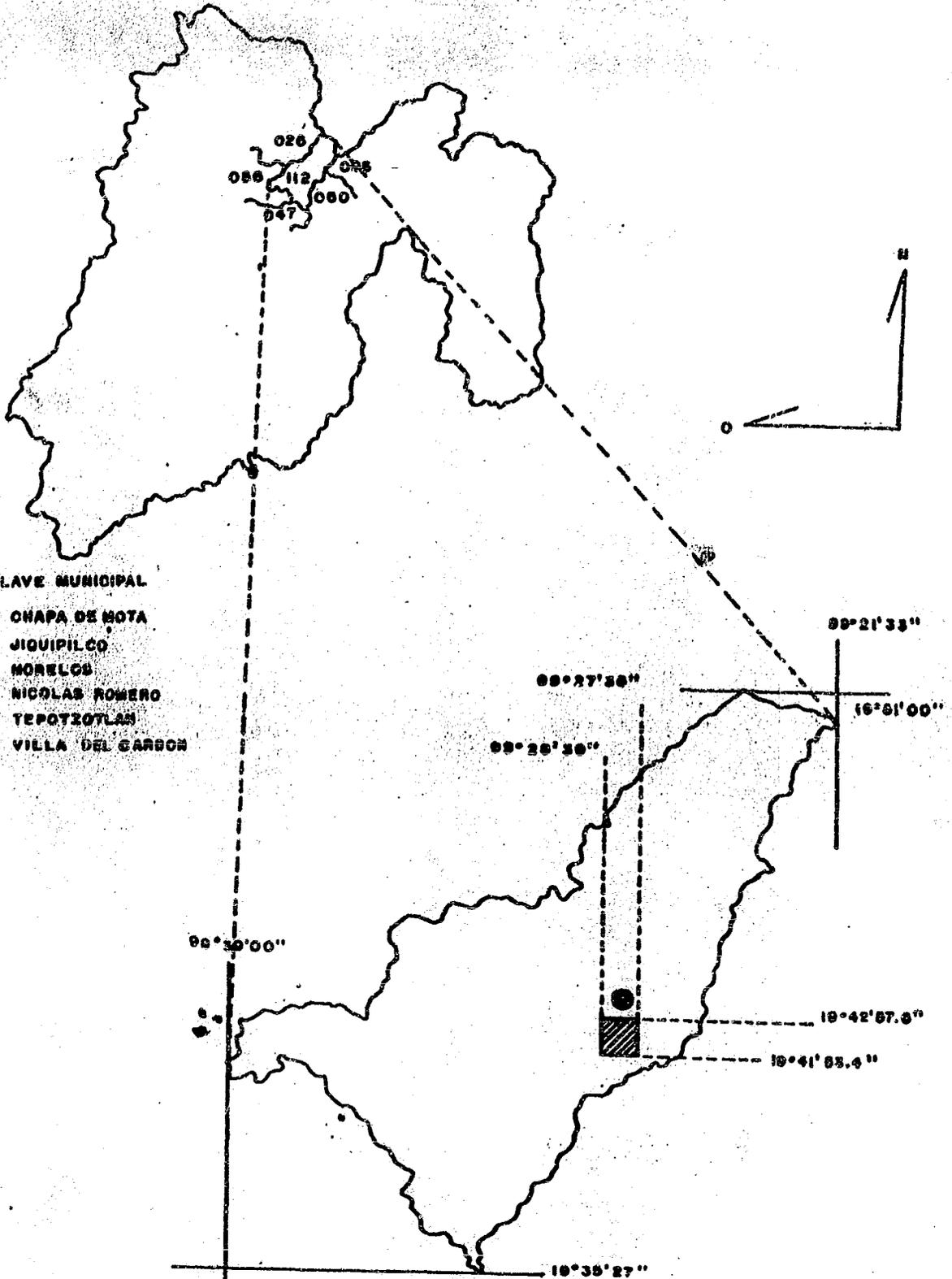
EN LA ZONA DE ESTUDIO



- Área con incendio rastro.
- Área severamente incendiada
- Arroyo
- Ensayo de nivel
- Área de muestreo
- Vereda paso de vehículos pesados.

- Carretera terracería sin terminar
- Vereda zona de cultivo
- Zona de cultivo de avena
- Zona de cultivo (maíz y calabaza)
- Arenera
- Santuario
- Casas

MAPA 1: UBICACION DE LA ZONA DE ESTUDIO EN EL MUNICIPIO DE VILLA DEL CARBON

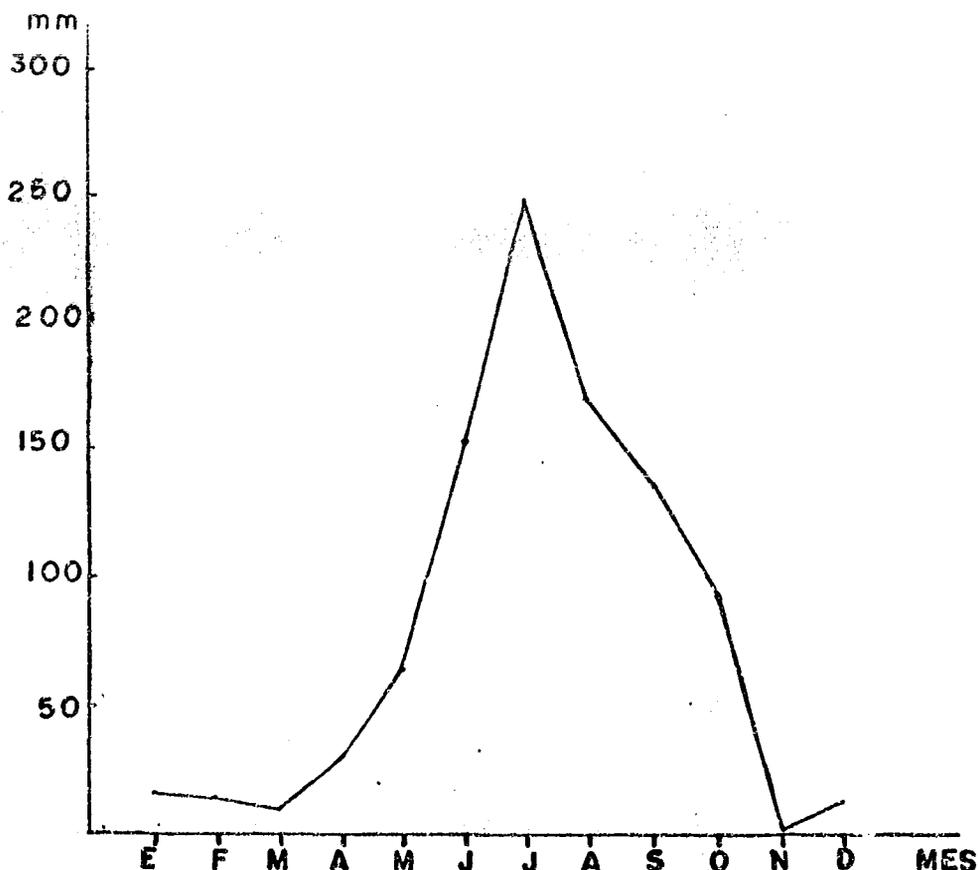


En el area existe dominancia de rocas provenientes del periodo Terciario (Era Cenozoica), Existen suelos aluviales en la porción Este del Barrio "El Plan", y la desembocadura de los afluentes Arroyo Seco, Arroyo San Martín y Arroyo Los Molinitos. En las elevaciones localizadas entre éstos es frecuente encontrar yacimientos de arenisca y toba, principalmente en el area comprendida entre el Arroyo San Martín y el Arroyo Los Molinitos. También se aprecia la presencia de suelos residuales hacia el Llano de Za capexco a lo largo de una franja continua que se prolonga al Este del Arroyo Los Molinitos hasta la localidad de San Lucas. (SPP, 1980)

Existen dos clases de suelos cercanos al area de estudio sobre las mismas coordenadas de localización. La primera en los alrededores del Arroyo Seco indica la presencia de luvisol crónico en combinación con andosol ocrico, ambos con clase textural media en los 30 cm. superficiales de suelo, sin indicaciones de salinidad; en tanto que cerca del Arroyo Los Molinitos se muestra la presencia de los mismos tipos de suelo mencionados anteriormente.

La región (así como todo el Municipio de Villa del Carbón y casi el 68% de la superficie del Estado de México) pertenece al tipo de clima clasificado por Köppen como C(w₂) (w) (SPP, 1980); modificado por García (1973) como C (w₂) (w) b (i), de acuerdo a la estación meteorológica más cercana al area de estudio, y que se localiza en la cabecera municipal de Villa del Carbón. Corresponde al grupo de climas templados, y se caracteriza por el grado de humedad en el subgrupo de los templados subhúmedos con precipitación invernal menor de 5 mm. y temperatura media anual variable entre 12 y 18°C. La máxima precipitación pluvial se registra entre los meses de abril a septiembre, alcanzando su máxima incidencia en julio cuando llega a exceder más de 200 mm. en tanto que es menor la incidencia en los meses de octubre a marzo, siendo mínima en noviembre, cuando la precipitación no excede los 2 mm. Presenta una frecuencia media anual de granizadas de 0 a 4 días y de heladas de 40 a 80 días. Estos datos se basan en las observaciones del periodo 1981-1984 (ver figura 1), tomados en la estación meteorológica de Villa del Carbón, aproximadamente a 2 Km. del area de estudio.

FIGURA 1



Precipitación pluvial mensual promedio entre 1931-1934.
Fuente: Observatorio Nacional. Estación Climatológica de Villa del Carbón.

El area considerada en este trabajo presenta una vegetación mixta del tipo *Quercus-Pinus*. Este tipo de vegetación se encuentra combinada con agricultura de temporal básicamente y de riego en menor grado con campos activos y abandonados. En éstos se ha cultivado maíz, trigo y avena, principalmente. Es frecuente encontrar areas afectadas por el desmonte, quema y erosión en donde es factible el crecimiento de distintas especies pioneras y ruderales de las familias *compositae*, *graminae*, *leguminosae* y *labiatae* incluyendo briofitas y Pterofitas las cuales extienden su distribución a los relictos del bosque donde es evidente su presencia. Es importante señalar que en areas aledañas al Sur del Llano de Zacapexco existe predominio de bosque de *Pinus-Quercus* en combinación con pastizal inducido, en tanto que hacia el Norte de la cabecera

municipal es posible encontrar bosques puros de *Quercus*.

Esta vegetación es explotada en cierto grado por los pobladores de las localidades cercanas, principalmente en consumo local como el caso de las especies de *Quercus* cuyas maderas son utilizadas en la construcción de casas habitación, mientras que la vegetación herbacea se aprovecha como forraje para ganado mayor o para pastoreo de ganado bovino y caprino. En cuanto a las especies de *Pinus* éstas son utilizadas para la extracción de resina como combustible, para la obtención de leña para la comercialización a pequeña escala de sus maderas como vigas y pilones para construcciones en obra negra.

A nivel industrial, en general los bosques del municipio de Villa del Carbón (así como los de la parte central del Estado de México, al NO del Distrito Federal) son explotados desde 1973, pues el Estado de México estuvo bajo veda forestal desde marzo de 1947 hasta febrero de 1970. La protectora e Industrializadora de Bosques (PROTINBOS) es el organismo estatal descentralizado que cuenta con la concesión para extraer un volumen total de 200,000 m³. de madera en rollo de coníferas, y 25,000 m³ de madera en rollo de encino. Además existen unas 32 autorizaciones a particulares y 15 ejidales, 17 de las cuales extraen un volumen total de 74,500 m³ de madera en rollo de encino. Del total sumado, cuando menos la tercera parte proviene de Villa del Carbón, pues existen zonas anteriormente productivas que dejaron de serlo por la expansión urbana y la sobreexplotación a que fueron sometidas.

Sin embargo, hasta 1974, fecha en que se realizó el Inventario Forestal del Estado de México y Distrito Federal se consideraba que la zona forestal en la que se encuentra incluida Villa del Carbón (junto con San Juan Jiquipilco y otras localidades cercanas al D.F.) era la mayor superficie arbolada con 122,425 ha., en comparación con otras zonas en las que se dividió el Estado de México para realizar el inventario. Se concluyó, por tanto, que era susceptible de una mayor explotación, pese a presentar un volumen total de coníferas de tan sólo 10,158,609,25 m³., sin considerar

los volúmenes de latifolias con las que se incluye el encino (la zona de máximas existencias volumétricas corresponde a Valle de Bravo con 25,842,201 m³ de coníferas). Cabe considerar que la frecuencia de arbolado para esta zona fue mayor que para las restantes, con una media de 173.5 individuos por ha., de los cuales 144.2 son latifolias (como el encino), y 29.3 son coníferas (la zona con mayor cantidad de coníferas fue Valle de Bravo con 49.5 individuos por ha. y 57.5 latifolias por ha. su mando un total de 107 individuos por ha.), así como que la zona presenta una frecuencia de repoblado de 507.3 brinzales por ha., situándose en penúltimo lugar de las zonas estudiadas (la zona con mayor frecuencia de repoblado fue Pueblo Nuevo, al NO del Estado de México, colindando con el Estado de Michoacán, cuyo promedio fue de 661.2 brinzales por ha.). En general estas frecuencias de repoblado son estimaciones sumamente bajas, por tanto constituyen un real motivo de preocupación acerca del futuro de los bosques, pues a estas circunstancias hay que agregar la frecuencia cada vez mayor de incendios naturales y provocados, así como el problema de las plagas.

Por otra parte, las zonas desmontadas se utilizan para diversos fines, en general para el cultivo de avena, trigo, maíz, chilacayote, haba, frijol y árboles frutales como el de la pera y durazno. Fuera del área de estudio sirven, en algunas ocasiones, para la construcción de casas habitación, pero en el área sólo encontramos cultivos de avena y trigo en las partes más planas del lugar, sea éste en el pie o en la cima del cerro, y el cultivo de maíz chilacayote en lugares que presentan alguna inclinación mayor, incluso sobre pendientes bastante pronunciadas.

En general, el ganado se alimenta de las plantas ruderales que crecen a la par que el cultivo o de las que empiezan a crecer cuando éste es retirado del lugar. En el primer caso son los dueños de los animales quienes cortan la hierba para llevarla al ganado, en el segundo llevan el ganado hasta las zonas donde se ha retirado el cultivo o a los pastizales al pie de los cerros o en campos de cultivo abandonados.

Para llegar hasta las zonas de cultivo, los pobladores han hecho una verdadera red de veredas, las cuales son, en algunos lugares, lo suficientemente anchas para permitir el paso de camiones de redilas medianos. Pero éstas son en realidad la excepción, pues en su mayoría apenas son suficientes para el paso de mulas y vacas en fila.

Al area de estudio la cruzan 2 veredas de gran capacidad (es decir, para el paso de camiones) una en uso, donde actualmente circulan automotores y otra abandonada, donde en algunos trechos, transita ganado (ver mapa 2). Sólo las areas 4 y 5 están cerca de una vereda de gran capacidad, de hecho las inmediaciones del area 5 se utilizan como caminos por donde el ganado cruza del lado Oeste al Este de la elevación para llegar a tales veredas. Las areas 3 y 1 no tienen veredas que las crucen y el area 2 ocasionalmente sufre pisoteo por hombres y caballos;

MARCO HISTORICO

El conocimiento que tenemos de la explotación de los bosques por la sociedad prehispánica del Valle de México está engarzado dentro de la forma de desarrollo económico y social general de las culturas mesoamericanas. Todas estas culturas tuvieron su base de sustentación en la agricultura, al igual que todas las sociedades precapitalistas de Europa y Asia. Es lógico pensar que para el desarrollo de la agricultura el desmonte fue un factor importante, como aun sucede en las regiones tropicales de América. Sin embargo, el desarrollo de las culturas en el Valle de México se dió sobre la base de la explotación intensiva de las chinampas, y no sobre la explotación extensiva del suelo forestal (Mc Clung, 1979).

Esto no quiere decir que las sociedades mesoamericanas despreciaran la utilización de los recursos del bosque, sino por el contrario, las sociedades antes dichas se limitaron a obtener de éste sólo las maderas y, probablemente, la caza. Lo tenían como un lugar no apto para el mantenimiento de los grupos humanos, en contraposición con lo que representaba para ellos la pradera y las zonas arboladas contiguas, puntos de vista que se expresan en el Códice Florentino: "El bosque; ...lleno de bestias, de fieras, de ocelots, de lobos, de gatos monteres, de culebras, de tarántulas, de conejos, de venados; de varas, de grama, de arbustos, de magueyes, de abrojos, de tunas, de mezquites, de majuelos.

Lugar donde se sacan los árboles, en donde se derriban, en donde se cortan, en donde son tomados, son cortados con el hacha, en donde se arrastra la madera, en donde abundan las vigas⁺...

En él no hay hombres ni comestibles; es poseedor de miseria, de él sale y en él está tendida la miseria; no es alegre, no se puede labrar.⁺ " (Castillo, 1983).

En estas citas del códice se expresa la concepción que tenían los mexicas acerca del bosque como un lugar donde "vive el hambre" y se "muere de hambre", además de ser un lugar que provoca temor.

⁺Subrayado nuestro.

Por el contrario, al referirse a las praderas y zonas arboradas mencionan las siguientes características: "La floresta; ...es mucho muy placentera; hace brotar las cosas, es de gran fertilidad, sus prados sonrien, son frescos. Es agradable, muy amena, se goza mucho ante ella; en ella brotan a menudo las flores, hay un perene florear, es tierra florida, es creadora abundante de lo necesario.

El agua brota en ella, brota en abundancia, remoja, riega. Es lugar bueno, excelente, de tulares, es apetecible, es deseado por la gente, codiciado y ambicionado por la gente; lugar rico, lugar apetecido, deseado..." (Castillo, 1983).

Puede verse claramente que para la sociedad más desarrollada del Valle de México antes de la conquista, el bosque sólo aportaba madera y animales de caza, mientras la base principal de sus necesidades las cubría la floresta. Los recursos forestales (madera) se utilizaban fundamentalmente para las obras de infraestructura, tales como la construcción de puentes, edificios, pilotes e incluso para el desvío de cursos de agua como el del Río Tepolnexco hacia el Citlaltepetl. Por ejemplo: "Tecocohuatzin les impuso trabajo a los de Tonanitlín, por lo que fueron ellos a represar el río, al que hacían llamar Tepolnexco. Con grandes vigas lo fueron a represar; no atravesadas sólo unidas verticalmente en la acequia, sólo unidos los maderos en la zanja. Así que por último se represó, así se desvió el agua, fue torcido, por lo que hacia allí penetra el río, hacia Citlaltepec" (Castillo, 1983).

Por las razones anteriores podemos afirmar que la extracción de madera en los bosques del Valle de México tuvo que haberse realizado en las zonas arboladas contiguas a las tierras de labranza y a los principales asentamientos humanos, pues por mucha necesidad de madera que se tuviere, la explotación del recurso no podía llevarse a cabo en gran escala en los montes que rodean al Valle, precisamente por la falta de caminos, animales de tiro y la lejanía respecto a las ciudades, lo cual implicó una mayor utilización de las maderas existentes en las partes más bajas del bosque (es decir, en las faldas de las montañas y en los lugares planos del Valle).

Esta forma de utilización de los recursos se mantuvo - hasta la conquista, pues los españoles modificaron sustancialmente la relación que mantenían los antiguos mexicanos con la naturaleza. Tal modificación se manifiesta, en primer lugar, en la introducción de nuevas herramientas que posibilitaron una explotación más intensiva de las maderas del bosque, lo cual, a su vez, permitió la apertura de más áreas de tierra para la agricultura; en segundo lugar la introducción de animales de tiro, los cuales facilitaron la explotación de las maderas encontradas en los lugares donde los cursos de agua no podían utilizarse para transportarlas. Al mismo tiempo, los animales de tiro o ganado mayor necesitaban forraje para su mantenimiento, y éste se lo proporcionó la enorme cantidad de pastos vírgenes del país.

También en los asentamientos humanos hubo modificaciones muy importantes, pues el gobierno español determinó en 1530 la obligación de los naturales que vivían en el campo a concentrarse en pueblos bajo pena de perder sus tierras (antes de la conquista vivían dispersos). Al respecto Von Wobser señala lo siguiente: "las congregaciones se llevaron a cabo con mayor intensidad entre los años 1550-1564 y entre 1595 y 1605" (Flores Cano, 1980; Von Wobser, 1983).

"La política de congregación produjo una reordenación fundamental en la ocupación y utilización del suelo. A los indios congregados se les otorgaron nuevas tierras y aguas alrededor del pueblo, despojándoles de las que poseían. Esta medida contribuyó a romper la organización económica existente, porque los indígenas, al encontrarse en el nuevo ámbito y tener que limitarse a la utilización de las tierras que rodeaban al pueblo, ya no pudieron disponer de los múltiples recursos que explotaban tradicionalmente. Este fue uno de los motivos por lo que los naturales se resistían a vivir en dichos pueblos, y muchos de ellos se refugiaron en las montañas" (Von Wobser, 1983).

Así, una de las primeras reacciones de resistencia a los conquistadores fue la de emigrar a las montañas, mientras el proceso de integración y unificación del gobierno colonial empezó a consolidarse. Una vez realizado ésta, las emigraciones fueron la base sobre la que descansó la colonización de las montañas aledañas al Valle de México ¹⁵.

De esta manera en 1537 el Virrey Don Antonio de Mendoza otorgó las mercedes de 2 estancias para ganado menor¹⁶ al pueblo de Santa María Calputlilpan, colindante con San Jerónimo Zacapexco, fundado éste último en 1564 por merced del Virrey Don Luis de Velasco¹⁷. El poblado "El Plan" se establece alrededor de 1760 como un intento de mantener libres de invasiones los linderos de las tierras otorgadas a San Jerónimo Zacapexco.

Los datos anteriores son importantes porque a partir de estas fechas podemos ubicar los inicios de una utilización continua del bosque extrayendo madera para las necesidades del pueblo, tales como la fabricación de carbón, la construcción de casas y templos, etc.; la utilización de los pastos y hierbas para la cría de ganado menor y la utilización del suelo para el cultivo de frijol y maíz.

15.- Es necesario considerar que aun faltan estudios serios sobre la dinámica de crecimiento poblacional en los siglos anteriores a la conquista. Sin embargo, aunque la densidad de población del Valle de México en la época prehispánica era muy alta, las tierras bajas alcanzaban a soportar las necesidades de producción para la manutención de tal población, con ayuda de otros lugares fuera del Valle. Por lo que las montañas debieron permanecer sin colonizar hasta el siglo XVI, pues son sumamente raros los hallazgos de asentamientos humanos o ruinas que daten de fechas anteriores al siglo de la conquista.

16.- Los sitios de ganado menor medían 3,333 1/3 de vara por lado, lo que da una superficie de 11,111,111 varas cuadradas y 1/9 o 780 hectáreas, 27 áreas y 11 centiareas. (Von Wobser, 1983).

17.- A diferencia de Calputlilpan, San Jerónimo Zacapexco ocupó tierras boscosas, mientras que los del primer pueblo citado ocuparon parte de la sabana que rodea al bosque. AGN. Ramo Tierras. Vol. 2171, exp. 6, f. 10, 16, 17.

El modelo general de distribución de la tierra era el siguiente: las tierras que se dedicaban para el pueblo propiamente dicho se encontraban al centro; alrededor de éstas se disponían las tierras de cultivo y en la periferia las dedicadas a la ganadería. En el proceso de realización de éste modelo, las tierras bajas fueron las primeras en colonizarse; al desplazarse este fenómeno a las montañas, el terrenos más bajo y plano de las mismas fue el primero en utilizarse, siguiendo los terrenos altos y planos y las laderas sólo se usaron para casos de extrema necesidad (Von Wobser, 1983).

Los indígenas que poseían tierras en las zonas boscosas utilizaban el recurso de la madera sólo para la satisfacción de sus necesidades domésticas y locales, mientras el gobierno español no les exigiera lo contrario, como sucedió en los distintos momentos de la ejecución del Real Desague, proyecto que demandó gran cantidad de madera a partir de 1607, cuando comenzó la obra que duró hasta 1618. Posteriormente se reanudaron las obras entre los años que van de 1630 a 1632; de 1637 a 1648; de 1653 a 1700, y de manera más regular de 1715 a 1821 (Gurría, 1978). Por los registros de litigios por tierras y tala de montes¹⁸, podemos inferir que la mayor extracción de madera en el área de Monte Alto se dio entre los años de 1747 a 1786, donde los españoles dueños de las haciendas de Sila, Nexinf, La Encarnación y otras explotaban las maderas de la zona en general sin respetar los límites de los pueblos y, según los testimonios que han quedado, aclareando amplias zonas con talas immoderadas. En dichos documentos de litigios sobre tierras pueden leerse las acusaciones sobre la tala immoderada de los bosques por parte de españoles e indígenas. En el primer caso el interés era la acumulación de riquezas; en el segundo la conservación de las tierras para los pueblos¹⁹.

- - - - -

18.- AGN. Ramo Tierras. Vol. 1506, exp. 3, fs. 3 y 4; Vol. 2171, exp. 6, fs. 10 a 45.

19.- AGN. Ramo Tierras. Vol. 2191, exp. 3, fs. 1 a 5; Vol. 1382, exp. 3, fs. 1 a 10.

Esta estructura no se modificó durante el siglo XIX, pues permaneció como una herencia de la colonia al México independiente, pues el hecho de que faltara una cultura y tradición de conservación del recurso forestal por parte de los conquistadores, la idea de que los recursos naturales americanos son casi inagotables, aunado a la división internacional del trabajo y a la necesidad de un mayor aporte de materias primas a las metrópolis industrializadas, trajeron como consecuencia un deterioro más acelerado de los bosques mexicanos. Dejemos que el señor Calderón (1955) nos hable de la explotación maderera en el siglo XIX: "la explotación forestal se hacía intensivamente en el sur de Veracruz, Tabasco, Chiapas, Campeche y Oaxaca. La mayor parte de las maderas se embarcaban en Minatitlán... El valor de la madera exportada por el puerto fue de \$168,308.00 en el año fiscal de 1871-1872, y de \$219,808.00 al año siguiente, cantidades realmente importantes si se toma en cuenta que el precio por tonelada de cedro fluctuaba entre \$12.00 y \$13.00; la de caoba entre \$16.00 y \$17.00 y la de palo de tinte entre \$10.00 y \$17.00.

"Las maderas duras de construcción eran buscadas en nuestros puertos preferentemente por buques alemanes y escandinavos; así durante los meses de enero y febrero de 1873, salieron de Minatitlán con rumbo a Europa 15 barcos alemanes; 13 noruegos; 2 suecos, 1 danés y 1 inglés, todos ellos cargados de caoba y cedro".

Lo anterior solamente da cuenta de la demanda de materias primas en ese momento, lo que implicaba una infraestructura mínima para satisfacer la explotación forestal, misma que no existía, pero que con la perspectiva del ferrocarril prometía desarrollarse y ayudar al desarrollo del país, no sobre la base de la industrialización de la madera, sino sobre la exportación de las materias primas (incluyendo la madera²⁰). Puede observarse lo ante-

20.- No debemos confundir la madera como materia prima (es decir, tablones, tablas, polines, etc.) de la madera como producto manufacturado (p.e. muebles, postes para teléfono, durmientes, chaflanes y los derivados como papel y celulósicos, etc.) En

rior en el dictamen de la comisión de industria de la diputación permanente presentado en 1872, durante el gobierno de Lerdo de Tejada), donde se asevera lo siguiente: "...además las maderas finas de tiente y construcción como el cedro, la caoba, la caobilla, el zapote, el naranjo, el rozadillo, la chaca, la alzaprina, el chijol que con la humedad se convierte en piedra, la haya, el encino⁺; el roble, el frijolillo, el palo de brazil, el vano, el tapicerán, el palo del moral, el palo morgado, el anón, el tamalcahuite, el ébano, la cola de iguana, y el cacahuananche; serán tan bien otras fuentes para la riqueza del país, porque si hoy se exportan estas maderas para el extranjero, es de creerse que estableciéndose las vías férreas, esta exportación tendrá un incremento incalculable". (Calderón, 1955).

Gracias a que el desarrollo del ferrocarril fue lento e insuficiente, buenas cantidades de bosques se salvaron de la destrucción, ya que con las técnicas tan poco refinadas de tala es probable que este país hubiese convertido en un desierto. Esta tendencia a la destrucción de los bosques se dejaba ver desde la época colonial, pero a mediados del siglo XIX se acentuó sin un cambio sustancial en la técnica de tala, lo que podemos ver en el siguiente pasaje: "En la primera mitad del siglo XIX se encontraban los árboles de caoba en las márgenes del Coatzacoalcos y Uspanapa; pero se cortaron tantos que ya en 1867 no se encontraban sino en el interior de los bosques, pues las personas dedicadas al corte no cuidaban, como la ley lo exigía, de sembrar 3 o 4 árboles por cada uno destruido. Además, el corte se hacía con mucha torpeza, comenzándose a atacar el árbol a punta de hacha a una altura de 2 o 3 metros; al caer, los corpulentos troncos destruían en un area considerable todos los arbolillos que crecían a su sombra. Ya caído el árbol, los monterías o cuadrillas taladoras le corta-

este sentido, aún en la actualidad las exportaciones se hacen prioritariamente de materias primas y las importaciones son de productos manufacturados, sobre todo en cuanto a papel se refiere, según informe de la Cámara Nacional de las Industrias Derivadas de la Silvicultura, publicado en "Mundo Financiero" de El Universal, 30 de mayo de 1986, p. 6.

+ Subrayado nuestro.

han todos los brazos y sólo aprovechaban el tronco principal, puliéndole y cuadrándole a punta de hacha²¹. Cuadrados los troncos, se les acercaba al cauce de algún arroyo, esperando las grandes lluvias que aumentarían sus aguas, y arrojaban los troncos al río más cercano, donde eran recibidos por hombres que los unían y formaban grandes balsas que bajaban hasta Minatitlán; muchos troncos quedaban, sin embargo, en los lechos secos y el desperdicio de madera era considerable." (Calderón, 1955).

Como se ve, ya desde el siglo pasado existen las leyes que en el papel obligan a los beneficiados de la tala a sembrar un número determinado de árboles por cada uno que cortan, leyes tradicionalmente violadas al no llegar a la raíz del problema e incapaces para ponerse en práctica, entre otras cosas por la falta de una tradición de conservación²² de los recursos naturales heredada de la colonia. Por otro lado, es de hacerse notar que el gran desperdicio de madera se debía, entre otras cosas, a la falta de caminos e implementos técnicos que permitieran una mejor utilización del recurso. Sin embargo, en pleno ascenso del capitalismo a nivel mundial, resultaba realmente difícil pensar en la conservación de un recurso que se consideraba ilimitado.

Precisamente con esa idea se han seguido explotando los bosques, aunque de manera declarativa y formal se hable de la conservación como una prioridad. Baste recordar que la legislación forestal más reciente en México data de 1959.

21.- Los pobladores del paraje "El Plan" siguen, aún en este siglo, talando y cuadrando la madera a "punta de hacha", transportándola a lomo de mula hasta los lugares donde se va a utilizar o a vender. El único desperdicio del árbol son las ramas pequeñas, hojas y corteza.

22.- Nos referimos a la conservación del recurso no con la idea de "no tocarlo", sino en la perspectiva de utilizarlo, permitiéndonos el máximo rendimiento sin que éste se deteriore o aniquile como sucede en la desertización. Cuando hablamos de conservación nos referimos al conjunto de medidas que debemos tomar para hacer que exista un equilibrio entre la productividad del bosque y la extracción y aprovechamiento óptimo de sus productos

Faltaría precisar en el presente marco histórico algunos aspectos que se han modificado de la época de la colonia y la Reforma hasta nuestros días, destacan el cambio en la forma de propiedad del suelo con el consiguiente uso del mismo, el desarrollo general de la infraestructura de explotación forestal, la adquisición y desarrollo de técnicas de conservación autóctonas, remarcar los modelos de desarrollo económico sucesivos con el subsiguiente impacto sobre el bosque y hacer el estudio de cómo lo han afectado las condiciones de explotación a particulares y la explotación que hace el Estado. Aspectos que, aunque importantes, cada uno de ellos formaría un trabajo por separado. Nos contentamos, pues, con mostrar el presente marco de referencia en el cual se engarza la explotación del bosque cerca del poblado "El Plan" en Villa del Carbón, Estado de México.

METODOLOGIA

El estudio fue iniciado con un recorrido de reconocimiento por diferentes lugares del municipio de Villa del Carbón, Edo. de México para relacionar una zona de bosque que fuese representativa de las diferentes actividades que los pobladores realizan y que afectan el desarrollo de la vegetación. El area elegida fue la zona arbolada que se localiza al Norte del barrio "El Plan", la cual se consideró que reúne las condiciones requeridas para la elaboración del estudio (mapa 1).

Una vez establecida el area de estudio se procedió a recorrerla en toda su extensión para reconocer en particular cada uno de los tipos de perturbación.

Simultaneamente se realizaron colectas de las especies vegetales en floración, pteridofitas y briofitas, entre abril de 1985 y julio de 1986, con una frecuencia de una semana durante la estación de mayor precipitación, y mensualmente en la de menor precipitación pluvial a fin de elaborar la lista florística representativa de la región. Para tal efecto se utilizaron las claves de Sánchez, 1980; Rzedowski, vols. I y II, 1980, 1985; Matuda, vols. I y II, 1929; , 1979; y Tejero, 1983. Posteriormente se confirmaron por comparación con ejemplares del Herbario de la Escuela Nacional de Estudios Profesionales Iztacala (IZTA), del Herbario de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas (ENCB) y del Herbario Nacional (MEXU). Los ejemplares colectados quedaron depositados en el Herbario de la Escuela Nacional de Estudios Profesionales Iztacala.

Durante el tiempo de los muestreos se hicieron observaciones sobre la incidencia de la precipitación pluvial y los cambios cualitativos que en la composición de la vegetación se sucedieron, lo que permitió hacer una distinción inicial de los tiempos de duración de la época seca y húmeda respectivamente para el año de 1986. Se confirmaron las limitaciones temporales de ambas épocas con información conjunta obtenida del Anexo Cartográfico de la Síntesis Geográfica del Estado

de México (SPP, 1980) y la Mapoteca de la Escuela Nacional de Estudios Profesionales Iztacala, lo que adicionalmente sirvió para establecer las fechas en que se realizarían los muestreos cuantitativos de estructura de la vegetación, los que se llevaron a cabo entre marzo y abril de 1986 para la época seca y en agosto del mismo año para la húmeda.

El muestreo cuantitativo se realizó mediante 5 cuadrantes de 200 m^2 ($20 \times 10 \text{ m.}$) localizados a lo largo de un transecto (mapa 2), y en los cuales se consideró que estaban representados los distintos tipos de perturbación. El criterio utilizado para definir el tamaño del cuadrante (200 m^2) fue el área mínima que bibliográficamente se conoce para bosques templados (Muller-Dombois, 1974). Los cuadrantes fueron ordenados en su parte más larga por la orientación en dirección de la pendiente, buscando con ello evitar la influencia de la misma en la distribución de la vegetación. El hecho de que se utilizaran cuadrantes sobre un transecto obedece a la búsqueda de la sistematización del trabajo en el campo, ya que el uso de los mismos permite analizar gradientes tanto en el ambiente como en la vegetación y se pueden obtener valores absolutos y relativos de densidad, frecuencia, dominancia e importancia (Ramos Prado et al., 1982), ya sea por el método mismo del cuadrante, o bien que éstos sirvan como base para otra técnica alterna.

El muestreo por línea de Canfield se realizó en los estratos herbáceo y arbustivo, en tanto que el estrato arbóreo se analizó por la técnica de muestreo por cuadrante en vista de los requerimientos particulares de cada técnica y de las características mismas de cada uno de éstos. El método se llevó a cabo a través de 3 líneas de 20 m. de longitud, colocadas a lo largo del cuadrante, dividida en intervalos de 10 m., obteniéndose así los muestreos sobre la longitud total de 60 m. por cuadrante, divididos en 6 intervalos. De los estratos herbáceo y arbustivo se tomaron los siguientes parámetros: longitud de intercepción de cada individuo sobre la línea de muestreo, y la distancia que en perpendicular sobre la línea ocur-

paba cada uno. Asimismo se midió la distancia de suelo desnudo interceptada por la línea. Para este caso se consideró como suelo desnudo aquella porción de suelo carente de algún individuo vivo, cubierta por hojarasca u otros restos orgánicos, o bien el suelo completamente expuesto (Cox, 1981). Adicionalmente, se obtuvo del estrato arboreo el diámetro a la altura del pecho (1.30 m. identificado como DAP) y la estructura aproximada por individuo para obtener datos de distribución por clase de tamaño y diámetros. Una vez completados los muestreos de vegetación, éstos se analizaron por medio de coeficiente de similitud de Sørensen y el índice de diversidad de Shannon & Weaver (Derzhaw, 1975; Krebs, 1985).

Con la finalidad de representar una visión estimativa de la estratificación y predominancia de forma biológicas se elaboró un perfil de la vegetación por cada cuadrante sobre una línea de 20 m. de longitud, de acuerdo al método de Danserau (Danserograma descrito en López et al., 1985).

Como una forma de profundizar el conocimiento particular de cada cuadrante se tomaron muestras de suelo de 30 cm. de profundidad (horizonte A), en las que se practicaron diversas pruebas de laboratorio que mostrarán las características físicoquímicas edáficas en las que se desarrolla la comunidad vegetal. Estas pruebas se realizaron en el laboratorio de Paleontología Edafología de la Escuela Nacional de Estudios Profesionales Iztacala, y fueron: color del suelo, por el método de Monsell; textura, por el método de higrometro de Bouyoucos; PH por el método de potenciómetro; materia orgánica, por el método de titulación con sulfato ferroso; nitrógeno total, por el método de Kjeldahl; fósforo aprovechable, por el método de Olsen; potasio intercambiable, por el método colorimétrico; capacidad de intercambio catiónico (CIC); calcio y magnesio, por el método de titulación con versevato; sodio total por el método de flamómetro; relación carbono-nitrógeno, densidad aparente, densidad real y porosidad.

De los datos observados en la lista florística se obtuvo una tabla de formas de vida por especie según el esquema - propuesto por Raunkier (Kershaw, 1975), la cual sirvió para obtener el Espectro Biológico (Whittaker, 1975) de la comunidad analizada en el área de estudio.

RESULTADOS

Los resultados obtenidos en la observación de las características de las áreas de estudio, ubicadas según se muestra en el mapa 2, los hemos dividido en los siguientes aspectos: perturbación, análisis de suelo, estructura, espectro biológico, índices de diversidad, estrato arboreo y dominancia.

A. Perturbación en el área de estudio.

Área 1. En esta área existe una pequeña cañada que se formó a partir de una vereda que la atravesaba. En la actualidad no se transita por ella, aunque abajo, donde la pendiente se hace más empinada, hemos observado la tala de algunos árboles de encino. En la parte más elevada existen aperturas en la cúpula forestal, provocadas por el corte de la copa de algunos encinos a una altura de 1.30 a 2 m. del árbol.

Área 2. Aquí se observa que se ha hecho extracción de árboles de encino. También es evidente que sufrió un incendio a nivel del suelo. El pisoteo es otro factor de perturbación en este lugar por estar en una pendiente suave.

Área 3. Este sitio sufrió un incendio severo que aniquiló la vegetación existente, sólo sobreviven algunos encinos, entre los que se encuentran ejemplares de *Quercus mexicana* y *Quercus candicans*. El incendio no destruyó el tronco de muchos árboles, por lo que es frecuente el corte de los árboles muertos en pie. Sin embargo, la perturbación constante en el sitio es el pisoteo, pero, sobre todo, el arrastre pendiente abajo de los troncos y ramas cortadas, que, como los demás casos de corte de maderas en la localidad, se utilizan para satisfacer las necesidades domésticas.

Area 4.- Esta localidad fue aclareada para uso agrícola de temporal. Existen evidencias de práctica de quemas en el area, pues encontramos restos de ramas y tronquitos quemados a unos 30 cms. de profundidad, incluso en un extremo del area conforman una masa de carbón. Esta costumbre de quema es frecuente entre los campesinos de la región.

Area 5.- Esta area muestra los efectos más patéticos de los desmontes en pendientes con suelos arenosos. La erosión se encuentra muy avanzada en algunos lugares cercanos al area de estudio, es decir, la pérdida de suelo en la pendiente puede medirse en cms. por año e incluso en dms. En otros lugares cercanos y con pendientes menos pronunciadas es muy marcada la dominancia de *Baccharis conferta* y *Baccharis macrocephala*. Dentro del area de estudio el proceso erosivo es menos dramático, pero no por eso menos grave.

B.- Análisis de suelo.

Al analizar el suelo mediante las pruebas descritas en la metodología encontramos que el area 5 mostró un alto contenido de nitrógeno, lo cual nos da una relación baja de carbono-nitrógeno (9.78) y que implica la descomposición rápida de materia orgánica por la actividad biológica, y por tanto el PH resulta poco ácido (5.7). Esta descomposición acelerada ocasiona que los elementos del suelo no permanezcan mucho tiempo en el mismo, pues la textura de migajón y la porosidad del 43.85% permiten que tales elementos salgan del ciclo en el ecosistema por dos vías: la lixiviación y el lavado arrastre hacia el Arroyo San Martín (ver mapa 2) por el proceso erosivo existente en el area. La consecuencia de la pérdida de sales solubles es una conductividad eléctrica muy baja (sólo 1.600 mmhos) y una salinidad nula. Cabe hacer notar que estos procesos de la

vado y erosión dependen de la cantidad de lluvia en la localidad, la cual ha sido abundante en los últimos años especialmente en los meses de junio a agosto (ver figura 1). Por otra parte esta area mostró la menor cantidad de fósforo (0.614 p.p.m) y la mayor de calcio (5.60 mg/100g) y el potasio intercambiable fue intermedio entre los valores más alto y más bajo de las 5 areas. El fósforo es esencial para el crecimiento vegetal, por lo cual se concentra bien sea en el suelo o bien en la biomasa; pero la cantidad encontrada refleja 2 cosas: la pérdida de fósforo mediante la extracción de biomasa y una pérdida extra y constante de dicho elemento por la formación de compuestos insolubles de fósforo al reaccionar con la arcilla, cuyo retiro hacia la biomasa provoca un agudizamiento de su escasez. El potasio muestra entonces una tendencia a permanecer más tiempo en el area, y el calcio a aumentar su cantidad (Ver tabla I para todos los datos que aqui se mencionan).

El area 4 muestra características distintas a las otras areas, comenzando porque su pendiente sólo es de 2°, su textura de arcilla la condiciona para poseer un contenido extremadamente rico de materia orgánica, a la vez que su porosidad es relativamente baja en relación a las otras areas. El color oscuro del suelo le permite absorber calor, por lo tanto la actividad biológica se da en mejores condiciones de temperatura que explica el cociente C/N 23.26 y una transformación más rápida de los ácidos orgánicos. La textura arcillosa también produce un mayor balance entre las reacciones de oxidación y reducción y menor lixiviación en el area gracias a la riqueza de materia orgánica y la porosidad del suelo de tan sólo 42.65%, y que a su vez es causa de un valor del PH de 5.45. Estas características le permiten mantener un "reservorio" de nutrientes, razón por la cual la conductividad eléctrica es mayor que en cualquier otra area. (Ver tabla I). En ella existen algunos problemas de drenaje, así que la pérdida de materia es menor que en las otras areas como producto de la pendiente, así, el principal factor de pérdida de suelo y nutrientes se debe al arrastre del agua y a la cosecha de biomasa cuando existen cultivos.

TABLA I

	A 1	A 2	A 3	A 4	A 5
Color en sacco	Café amarillento claro	Amarillo olivo claro	Amarillo olivo	Café fuerte	Café amarillento
Color en húmedo	Café amarillento obscuro	Café amarillento obscuro	Café amarillento obscuro	Café rojizo obscuro	Café obscuro
Densidad Real (g/ml)	2.25	2.67	2.52	2.438	2.3
Densidad aparente (g/ml)	1.07	1.21	1.07	1.04	1.01
Porosidad (%)	47.55	45.31	42.39	42.65	43.85
Textura (%)	Migajón arenoso	Migajón arenoso	Migajón arenoso	Arcilla	Migajón
A. Lim. Arc. %	59,33,8	50,25,25	47,27,26	29,19,52	49,35,16
C.I.C.T. meq/100g	12.096	11.904	16.896	18.048	17.664
% de materia orgánica.	3.42 muy rico	1.934 mediano	2.31 rico	4.38 Ext. rico	2.88 rico
PH(en agua)	4.9	5.25	5.5	5.45	5.7
Conductividad eléctrica (mmhos)	1.813	1.387	1.608	2.027	1.600
Potasio intercambiable meq/100g	0.79	0.32	0.51	0.96	0.77
Nitrógeno total (%)	medio 0.0784	medio 0.0812	medio 0.812	medio 0.1092	muy alto 0.1708
C/N	25.29	13.79	16.49	23.26	9.78
Fósforo P.P.M.	6.045 muy bajo	1.520 muy bajo	0.652 muy bajo	0.954 muy bajo	0.614 muy bajo
Ca ⁺⁺ meq /100g	4.68	4.60	2.76	4.68	5.60
Mg ⁺⁺ meq/100g	3.69	7.36	11.96	7.52	7.44
Na ⁺ meq /100g	0.81	0.11	0.06	0.46	0.21

El area 3 presenta una textura de tipo migajón arenoso, con un porcentaje de porosidad de 42.39%, lo cual habla de un lugar un tanto compacto, rico en materia orgánica y un contenido medio de nitrógeno, con una relación baja de C/N=16.49 lo cual también habla de una descomposición más o menos rápida de la materia orgánica (pero más lenta que en el area 5) y un PH muy similar al del area 4 de 5.5. Sin embargo, la conductividad eléctrica es menor que en area 4 y bastante cercana a la 5, pues tiene 1.608 mmhos mientras que la 5 tiene 1.600, consecuencia de la pérdida de iones muy similar a la del area 5, pero en este caso la causa fue un incendio forestal nevero que sufrió hace algunos años. La similitud que se observa entre las areas 3 y 5 nos haría pensar en que han llevado procesos semejantes. No obstante existe una diferencia cualitativa en la cantidad de bases producto de la rápida lixiviación, causa de un intercambio de bases no muy alto y retención de las mismas muy bajo. Lo anterior se manifiesta en la concentración de calcio de sólo 2.7 meq/100g del area 3 contra 5.6 meq/100g de la 5. Ahora bien, la pérdida de nutrientes pudo haber comenzado debido al incendio. En la actualidad el area se encuentra en pleno proceso de recuperación.

El area 2 y el area 1 presentan también una textura de tipo migajón arenoso, con una porosidad más alta de 45.31 y 47.55% respectivamente. Sin embargo, el area 2 presenta un contenido mediano de materia orgánica y un contenido medio de nitrógeno, con una relación muy baja C/N=13.79, y que implica la rápida descomposición de materia orgánica. De la misma manera que en el area 5, esto no se refleja en la conductividad eléctrica debido a la textura y porosidad del area, lo cual facilita la lixiviación de sales y iones, arroja un PH de 5.25 y una conductividad de sólo 1.38 mmhos. En lo referente a los otros elementos en general son más bajos que en las otras areas, que puede deberse al incendio sufrido por el area hace relativamente poco tiempo.

Por último, el area 1 presenta un contenido de nitrógeno medio y muy rico en materia orgánica, por lo tanto presenta la relación más alta de C/N=25.29, y el PH más ácido (4.9). Esto indica una descomposición más lenta de materia orgánica y la causa de que la cantidad de potasio sea una de las más altas, así como

que el fósforo sea el más alto en relación a las otras áreas. Por otra parte, el conjunto de características del área concuerdan en gran medida con lo esperado para un suelo forestal típico o normal (con poca o nula degradación). Las aparentes contradicciones entre las características de esta área con las demás se deben a diferencias microclimáticas, pues está orientada hacia el Norte, lo cual hace que su exposición al sol sea diferente a cualquiera de las otras áreas, y, por lo tanto, conserve mayor humedad y haya menor temperatura. Esto afecta los procesos de degradación de la materia orgánica retardándolos, provocando mayor acidez en el suelo y, aunado a la presencia de materia orgánica, una mejor retención de bases, aun cuando el intercambio pueda ser bajo.

C. Estructura

En el aspecto de la estructura, las gramíneas dominan el paisaje durante la época seca con los siguientes valores de dominancia relativa:

		A 1	A 2	A 3	A 4	A 5
<i>Stipa</i>	<i>virescens</i>	42.25	18.4	16.2	20.6	30.0
<i>Panicum</i>	<i>bulbosum</i>	5.45	75.32	38.5	64.8	56.96
<i>Aegopogon</i>	<i>cencroides</i>	- - -	- - -	- - -	- - -	4.17

Otras herbáceas presentes con valores cercanos o mayores a las gramíneas son las siguientes:

		A 1	A 2	A 3	A 4	A 5
<i>Elaphoglossum</i>	<i>venustum</i>	10.3	- - -	- - -	- - -	- - -
<i>Penstemon</i>	<i>campanulatus</i>	- - -	3.1	5.15	4.38	- - -
<i>Cestrum</i>	<i>thyrsoides</i>	- - -	- - -	- - -	10.80	10.8
<i>Salvia</i>	<i>elegans</i>	- - -	- - -	30.99	- - -	- - -
<i>Geranium</i>	<i>seemanni</i>	- - -	- - -	6.1	- - -	7.85

Cabe hacer notar que los musgos ocuparon un lugar muy importante en el área 1, alcanzando los siguientes valores: dominan

cia relativa = 38,56; densidad relativa = 15,2; frecuencia relativa = 32,48 y valor de importancia = 101,24. En las demás áreas no se encontraron musgos en la época seca. La densidad relativa de las anteriores especies fue:

		A 1	A 2	A 3	A 4	A 5
<i>Stipa</i>	<i>virescens</i>	52,87	25,81	6,32	25,91	36,63
<i>Panicum</i>	<i>bulbosum</i>	5,5	71,34	24,36	53,42	38,84
<i>Aegopogon</i>	<i>cenchroides</i>	~ ~ ~	~ ~ ~	~ ~ ~	~ ~ ~	13,04
<i>Elaphoglossum</i>	<i>venustum</i>	8,2	~ ~ ~	~ ~ ~	~ ~ ~	~ ~ ~
<i>Penstemon</i>	<i>campanulatus</i>	~ ~ ~	0,37	18,7	0,4	4,85
<i>Cestrum</i>	<i>thyrsoidesum</i>	~ ~ ~	~ ~ ~	~ ~ ~	20,24	~ ~ ~
<i>Salvia</i>	<i>elegans</i>	~ ~ ~	~ ~ ~	44,17	~ ~ ~	~ ~ ~
<i>Geranium</i>	<i>seemanni</i>	~ ~ ~	~ ~ ~	5,56	~ ~ ~	6,63

Por tanto, el valor de importancia para cada una de las especies anteriores, resultado de la suma de densidad relativa, cobertura relativa y frecuencia relativa es el siguiente:

		A 1	A 2	A 3	A 4	A 5
<i>Stipa</i>	<i>virescens</i>	106,0	88,28	31,68	74,42	95,43
<i>Panicum</i>	<i>bulbosum</i>	14,39	100,49	73,18	145,65	112,19
<i>Aegopogon</i>	<i>cenchroides</i>	~ ~ ~	~ ~ ~	~ ~ ~	~ ~ ~	30,86
<i>Elaphoglossum</i>	<i>venustum</i>	22,94	~ ~ ~	~ ~ ~	~ ~ ~	~ ~ ~
<i>Penstemon</i>	<i>campanulatus</i>	~ ~ ~	6,53	44,19	6,95	12,22
<i>Cestrum</i>	<i>thyrsoidesum</i>	~ ~ ~	~ ~ ~	~ ~ ~	74,04	~ ~ ~
<i>Salvia</i>	<i>elegans</i>	~ ~ ~	~ ~ ~	112,86	~ ~ ~	~ ~ ~
<i>Geranium</i>	<i>seemanni</i>	~ ~ ~	~ ~ ~	22,71	~ ~ ~	49,27

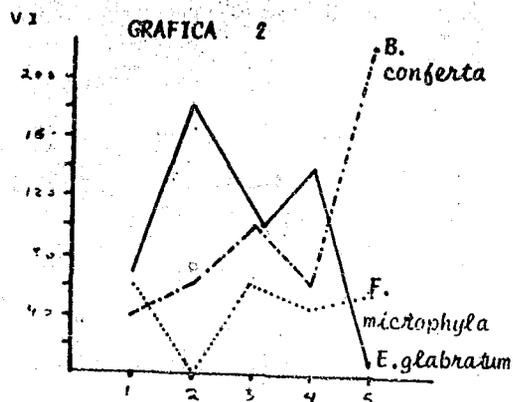
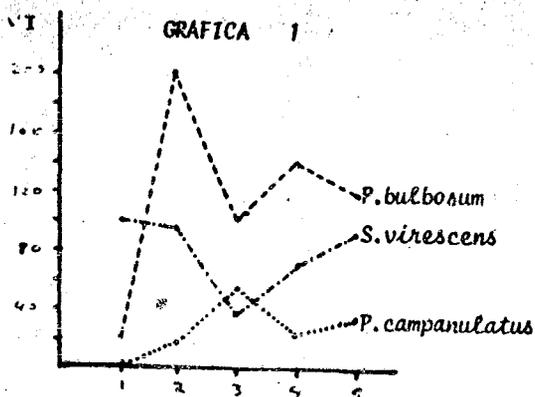
Puede verse en los valores de importancia para las especies que éstos son muy altos para *Panicum bulbosum* en las áreas 2, 4 y 5, mientras que para *Salvia elegans* en las áreas 1, 2, 4 y 5, siendo sus valores más bajos que los de *Panicum bulbosum*, a excepción del área 1. Para *Penstemon campanulatus* su valor más alto se localiza en el área 3, al igual que la *Salvia elegans*. *Aegopogon cenchroides* sólo se encuentra en el área 5, *Elaphoglossum venustum* en el área 1, *Cestrum thyrsoidesum* en la 4 y *Geranium seemanni* en las áreas 3 y 5.

Como puede verse en la gráfica 1, *Panicum bulbosum* tiene de a incrementar su valor de importancia de las áreas 1 a 5, logrando el máximo en el área 2 y el mínimo en el área 1, mientras que *Stipa virescens* tiene un mínimo en el área 3 y se acerca a 100 en las áreas 1, 2 y 5. Por otra parte *Penstemon campanulatus* tiene un incremento en su valor de importancia justamente en el área 3. Cabe recordar aquí que el área 3 fue quemada hace tiempo, y en la actualidad está dominada por arbustos.

En relación con los arbustos se obtuvieron los siguientes valores de importancia:

	A 1	A 2	A 3	A 4	A 5
<i>Eupatorium glabratum</i>	73,37	179,66	95,04	149,96	15,1
<i>Fucsia microphyla</i>	64,08	- - -	69,43	49,64	62,15
<i>Fucsia timifolia</i>	99,36	- - -	- - -	29,94	- - -
<i>Baccharis conferta</i>	49,07	72,93	97,88	70,48	222,75
<i>Carphochaete grahamanii</i>	14,07	- - -	- - -	- - -	- - -
<i>Baccharis macrocephala</i>	- - -	16,93	37,64	- - -	- - -
<i>Eupatorium rubricaula</i>	- - -	30,45	- - -	- - -	- - -

Como puede verse *Eupatorium glabratum* y *Baccharis conferta* están representadas en todas las áreas; *Fucsia microphyla* en cuatro de éstas *Fucsia timifolia* y *Baccharis macrocephala* en las áreas 2 y 3 y *Carphochaete grahamanii* sólo en el área 1.



En la gráfica 2 puede notarse que el menor valor de *Baccharis conferta* se da en el area 1, llegan a un pico en el area 3 donde su valor es comparable con *Eupatorium glabratum*, desciende en el area 4 y tiene su pico más alto en el area 5. Por otro lado, *Fucsia microphila* mantiene en 4 areas valores muy semejantes, siendo su valor más alto en el area 3 y el más bajo en el area 2.

Para *Eupatorium glabratum* existen los picos en las areas 2 y 4, siendo su valor más bajo el del area 5. Cabe hacer notar que su valor de importancia en el area 1 es comparable con el de *Fucsia microphila*.

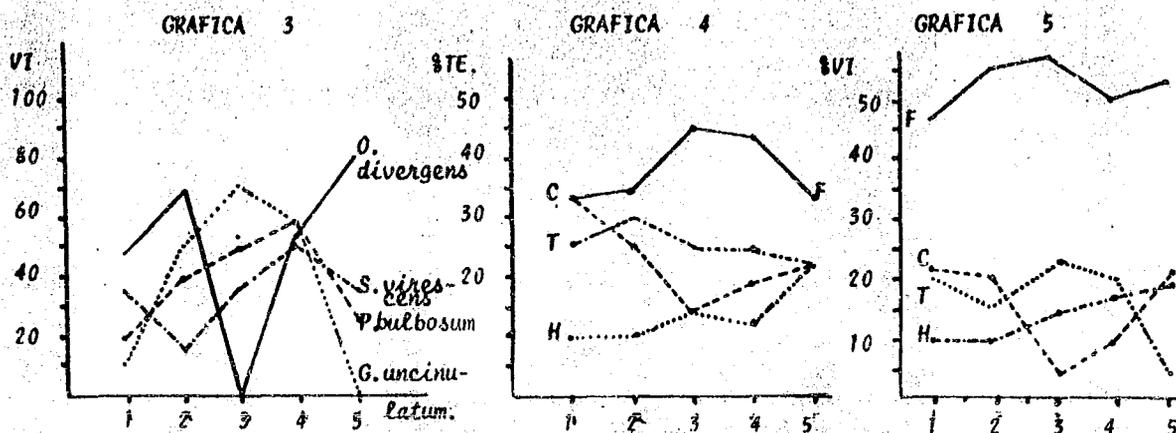
Durante la época húmeda se obtuvieron los siguientes valores de importancia:

		A 1	A 2	A 3	A 4	A 5
<i>Stipa</i>	<i>virescens</i>	34,64	18,03	37,56	45,91	31,96
<i>Trifolium</i>	<i>repens</i>	15,97	" " "	" " "	" " "	" " "
<i>Panicum</i>	<i>bulbosum</i>	20,36	40,29	50,02	55,35	26,41
<i>Galium</i>	<i>uniculatum</i>	17,86	49,17	70,56	54,37	" " "
<i>Eupatorium</i>	<i>venustum</i>	47,40	" " "	" " "	" " "	" " "
<i>Oxalis</i>	<i>divergens</i>	47,56	67,48	" " "	56,44	79,16
<i>Stevia</i>	<i>salicifolia</i>	66,85	" " "	" " "	" " "	" " "
<i>Eupatorium</i>	<i>rubicaule</i>	11,28	" " "	" " "	" " "	" " "
<i>Asplenium</i>	<i>monanthes</i>	" " "	15,45	" " "	" " "	" " "
<i>Carex</i>	<i>attractodes</i>	" " "	27,06	" " "	" " "	" " "
<i>Cestrum</i>	<i>thyrsoideum</i>	" " "	22,51	" " "	" " "	" " "
<i>Penstemon</i>	<i>campanulatus</i>	" " "	" " "	14,54	" " "	15,32
<i>Pteridium</i>	<i>aquilium</i>	" " "	" " "	12,62	" " "	12,74
<i>Stevia</i>	<i>rhombifolia</i>	" " "	" " "	42,29	42,47	" " "
<i>Phytolacca</i>	<i>octandra</i>	" " "	" " "	36,45	" " "	" " "
<i>Achillea</i>	<i>millefolium</i>	" " "	" " "	" " "	25,022	" " "
<i>Aegropogon</i>	<i>cenchroides</i>	" " "	" " "	" " "	" " "	56,66
<i>Stevia</i>	<i>pilosa</i>	" " "	" " "	" " "	" " "	31,15
<i>Phaseolus</i>	<i>vulgaris</i>	" " "	" " "	" " "	" " "	14,69

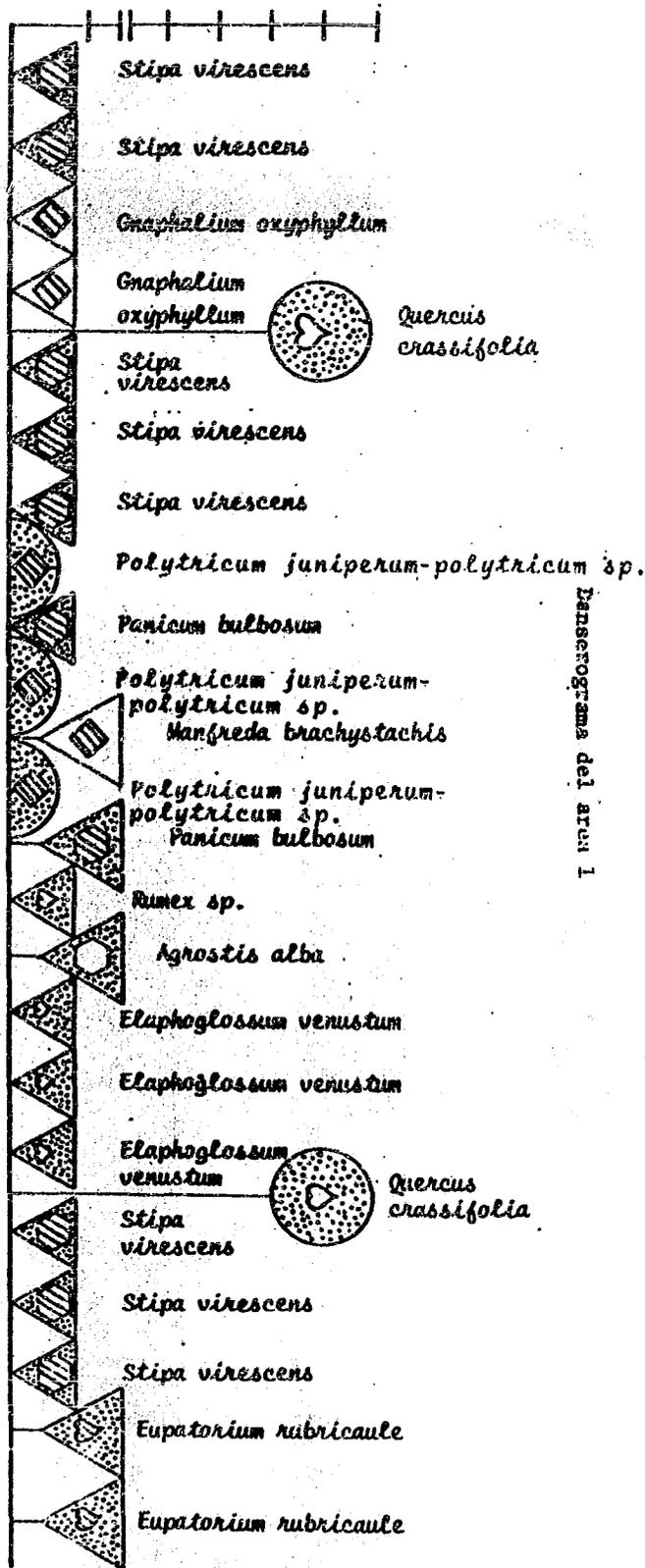
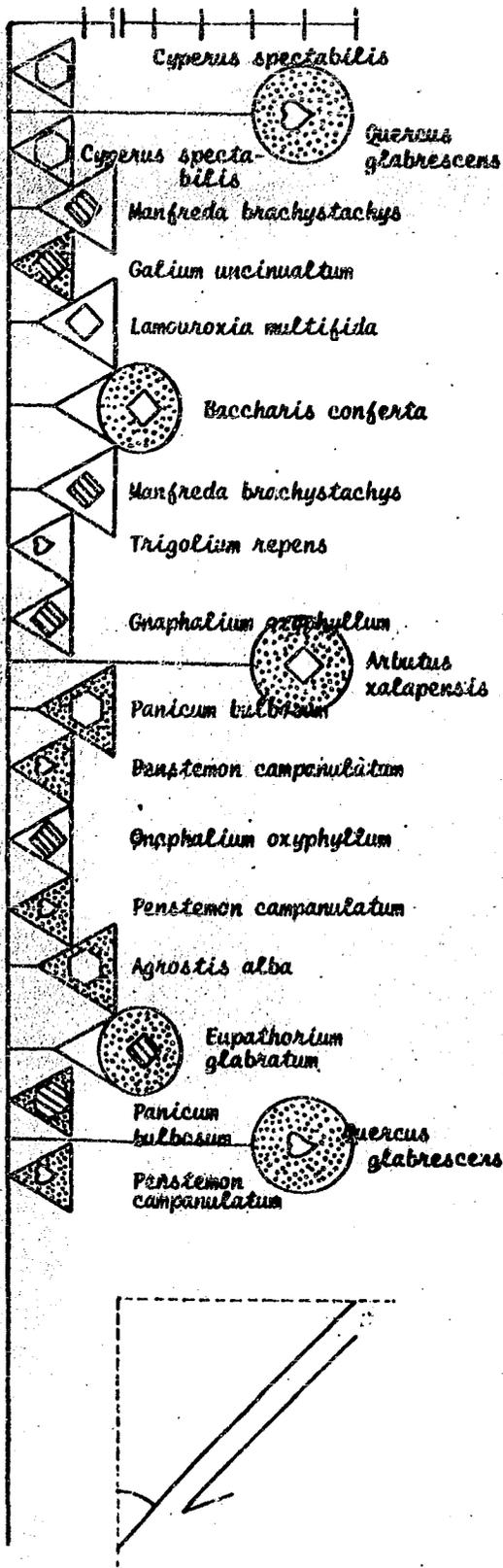
En los datos anteriores puede apreciarse que sólo 2 especies están representadas en las 5 áreas de estudio en la época húmeda, las cuales siguen siendo *Stipa virescens* y *Panicum bulbosum* pero ahora sin presentar las diferencias tan marcadas como en la época seca, manteniendo esencialmente la misma relación, pero invirtiéndola en el área 5; en ésta última *Panicum bulbosum* presenta un descenso muy pronunciado, quedando por debajo de *Stipa virescens*. (Ver apéndice II).

En esta misma área aparecen *Galium uncinatum*, *Oxalis divergens* desplazando a *Penstemon campanulatus* es decir, aunque *Penstemon campanulatus* sigue presente, *Galium uncinatum* y *Oxalis divergens* tienen mayores valores de importancia y se encuentran en más áreas que *Penstemon campanulatus* durante la época húmeda. Ahora bien, la tendencia de *Oxalis divergens* es de incrementar su valor en las áreas 1 y 2, 4 y 5, aunque desaparece en la 3, mientras que *Galium uncinatum* tiene su valor más alto en el área 3, y no está representado en el área 5; además su valor de importancia en el área 1 es muy bajo en comparación con las otras 3 áreas.

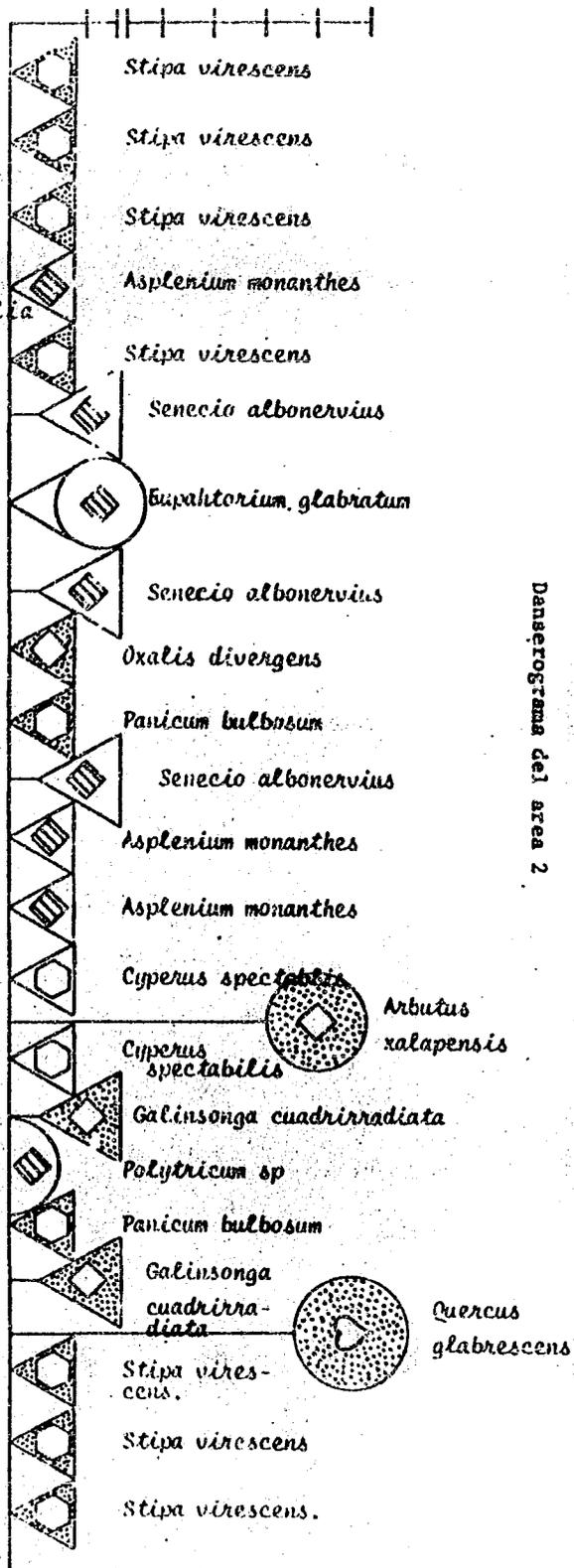
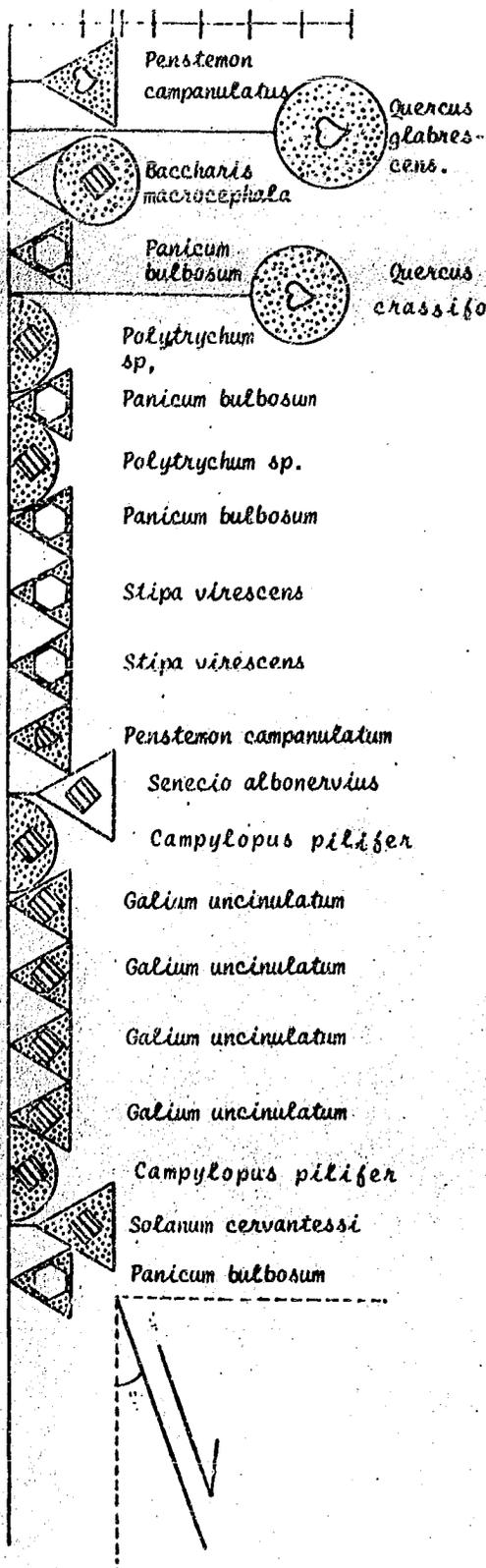
Los danserogramas vienen a mostrar gráficamente la distribución de las herbáceas, arbustos y árboles con la respectiva inclinación de cada una de las áreas de estudio. El estrato predominante es el herbáceo, el cual posee una diversidad de especies



*Para todos los datos aquí presentados sólo se tomaron en cuenta valores mayores a los 10 del valor de importancia, por lo que algunas especies aparecen en más áreas, pero no fueron tomadas en cuenta para el análisis (apéndice 2).



Dendrograma del Area I



Danerograma del area 2

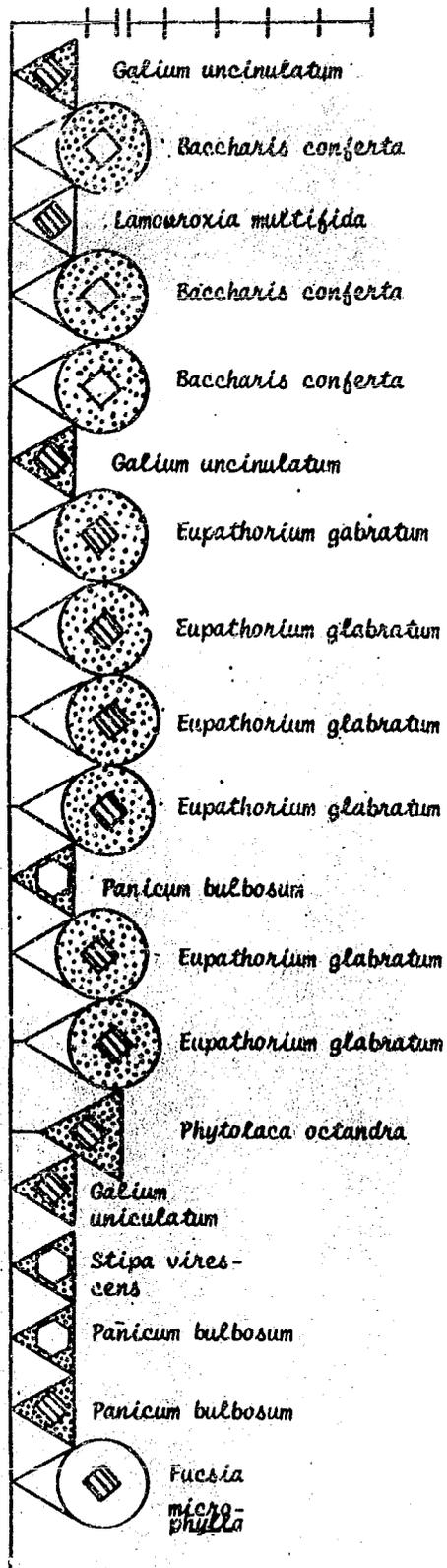
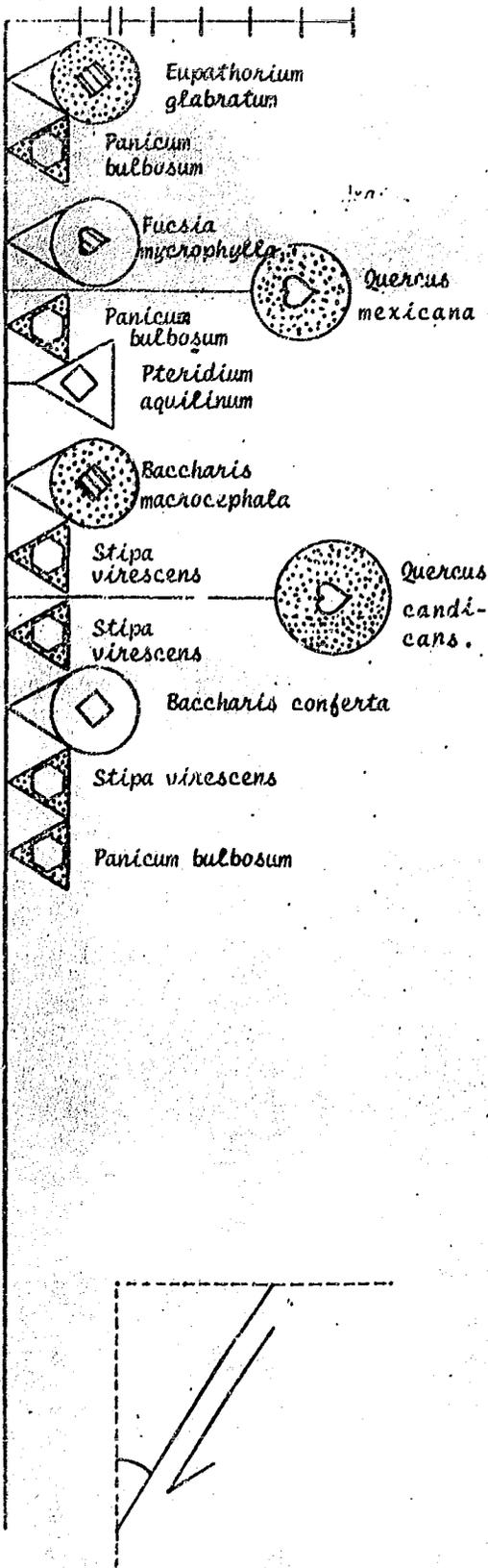
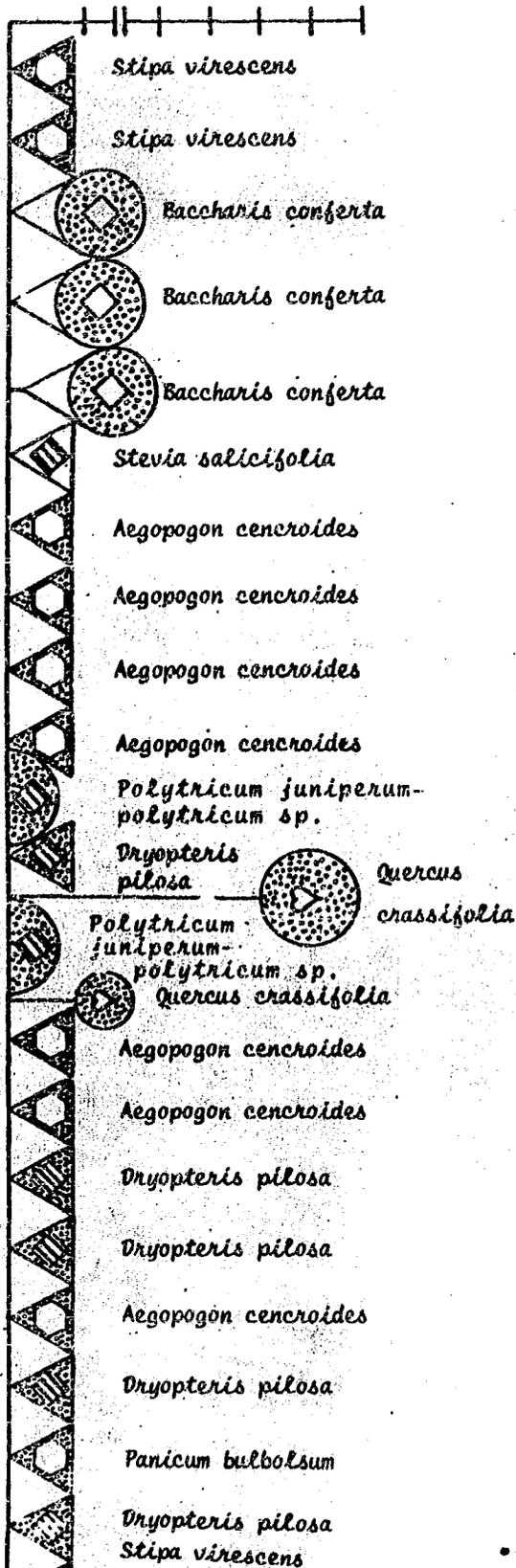
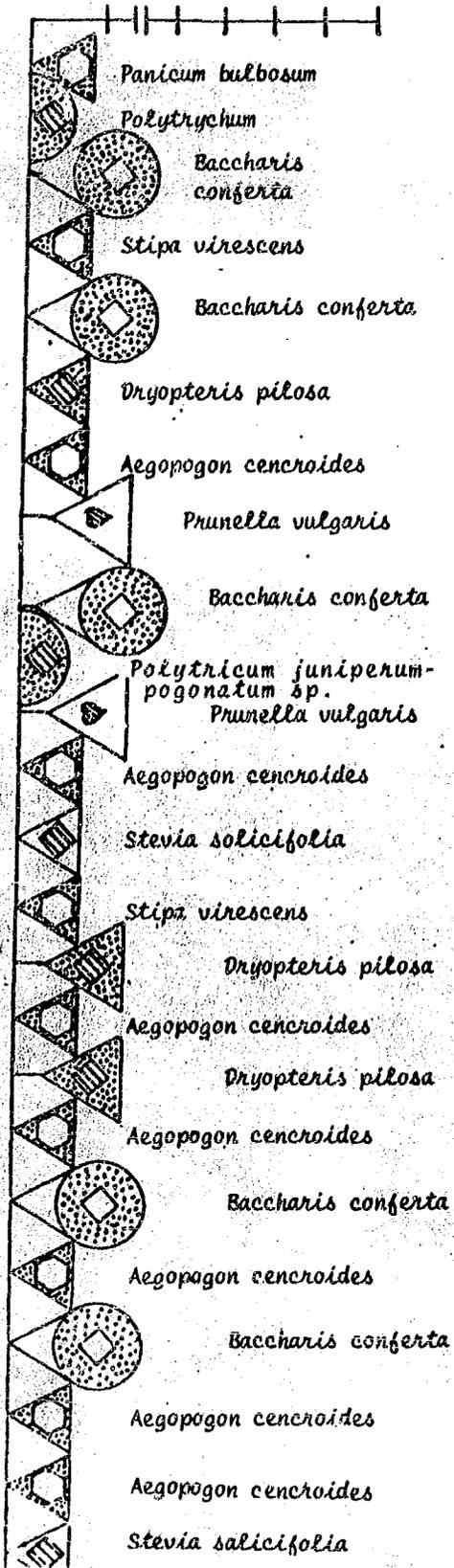


Diagrama del area 3



Danceograma del area 4



Dauserogramm del area 5

mayor y con diferentes características morfológicas. En la mayoría de los casos no alcanzan alturas mayores a los 0.5 m., sobre todo en las áreas 1, 2, 4 y 5. Como un ejemplo de la versatilidad de tamaños en las herbáceas, se encontró en el área 2 un *Cnaphalium americanum* de 2.15 m., creciendo entre los retoños de un tocón vivo de *Quercus crassifolia*

El estrato arbustivo es en general pobre para la mayoría de las 3 áreas, pues sólo tiene una cobertura significativa en el área 3, en donde alcanzan alturas de 0.5 m. a 2.0 m. en general, pues existen individuos con una altura mayor, pero son muy escasos en esta misma área.

El estrato arboreo aparece en los dansarogramas muy disperso y con una frecuencia menor que los estratos anteriores, aunque su cobertura es significativamente más alta.

D.- Espectro Biológico

Encontramos representados las siguientes formas de vida en nuestras áreas de estudio: criptofitas, terofitas, hemicriptofitas y fanerofitas.

La relación de estas formas de vida en las 5 áreas se dio como sigue:

Area 1	V.I.	T.sp.	% V.I.	% T.sp.
criptofitas	137.78	11	21.86	37.93
terofitas	128.28	9	20.35	31.03
hemicriptofitas	62.74	3	9.95	10.34
fanerofitas	<u>301.46</u>	<u>6</u>	<u>37.84</u>	<u>20.68</u>
	630.26	29		
Area 2	V.I.	T.sp.	% V.I.	% T.sp.
Criptofitas	120.68	7	20.29	28
terofitas	90.29	9	15.18	36
hemicriptofitas	59.77	3	10.05	12
fanerofitas	<u>323.76</u>	<u>6</u>	<u>54.46</u>	<u>24</u>
	594.5	25		

Area 3	V.I.	T.sp.	% V.I.	% T. sp.
criptofitas	39.74	2	6.69	15.38
terofitas	132.51	4	22.32	30.76
hemicriptofitas	87.58	2	14.75	15.38
fanerofitas	<u>333.76</u>	<u>5</u>	56.22	38.46
	593.59	13		

Area 4	V.I.	T.sp.	% V.I.	% T. sp.
criptofitas	64.9	3	10.87	23.07
terofitas	130.64	4	21.88	30.77
hemicriptofitas	101.28	2	16.96	15.38
fanerofitas	<u>300.02</u>	<u>4</u>	50.26	30.77
	596.84	13		

Area 5	V.I.	T.sp.	% V.I.	% T. sp.
criptofitas	122.22	4	20.51	25
terofitas	39.25	4	6.58	25
hemicriptofitas	119.07	4	19.98	25
fanerofitas	<u>315.31</u>	<u>4</u>	52.91	25
	595.85	16		

Podemos notar que la sumatoria de los valores de importancia se mantiene casi constante en las areas 2, 3 4 y 5 a pesar de la variación en el número de especies tomadas en cuenta, mientras el area 1 presenta un valor mayor. Por otra parte, los porcentajes en los valores de importancia entre los grupos formados se distribuyen de la siguiente forma: las criptofitas tienen el porcentaje más bajo en el area 3 donde sólo ocupan el 6 del V.I.; en el area 4 llega al 10 % y en las restantes tienden a valores cercanos al 20 %. Para las terofitas el % del V.I. en las areas 1 y 2 es de 10 %, y en las areas 3, 4 y 5 tienden a subir moderadamente a valores entre 15 y 20 % de manera lineal. La hemicriptofitas mantienen un comportamiento más constante en las areas 1 a la 4 en valores aproximados al 20 % (sólo el area 2 baja al 16 %), y con un descenso marcado en el area 5 con 6.5 % del V.I. Por último, el porcentaje de las fanerofitas es muy alto en las 5 areas en el rango 47.83 % a 56.22 % con el máximo en el area 3 y el mínimo en la 1.

En cuanto al porcentaje de especies incluidas en estos grupos, la relación es como sigue: las criptofitas dominan en el area 1 con 38 %, en el area 2 desciende al 20 %, en el area 3 llegan a su punto más bajo ocupando sólo el 15 %, igual que las hemicriptofitas, en el area 4 permanecen en ese porcentaje, y cubre el 25 % en el area 5. Las terofitas mantienen un valor entre el 25 y el 35 % en las 5 areas, con el punto máximo en el area 2, donde dominan y el mínimo en el area 5. Las hemicriptofitas muestran un ascenso casi lineal del area 1 a la 5 en el rango entre el 10 y 25 % respectivamente. Por último las fanerofitas son sólo el 20 % en el area 1, en el area 2 son el 24 %, dominan en el area 3 subiendo hasta el 38 %, codominan en el area 4 con las terofitas, descendiendo al 30 % y, finalmente en el area 5 llegan a su punto más bajo con el 25 %. Es de notar que los 4 grupos se encuentran equitativamente representado en el area 5.

Sin embargo, al tomar en cuenta el estrato arboreo en el espectro, el porcentaje por grupo varía de la siguiente forma: la relación entre terofitas, criptofitas y hemicriptofitas en una proporción similar a la anterior, pero en porcentajes más bajos, mientras que las fanerofitas pasan a dominar por completo las 5 areas, teniendo sus valores más altos en las area 3 y 4, y el más bajo en el area 1.

Ahora bien, la época desfavorable en esta area es la fría y seca, el grado de sequedad es tal que casi no se encontraron epifitas, por lo cual la forma adoptada por la vegetación en su supervivencia se desarrolla alrededor de criptofitas, terofitas y fanerofitas preferiblemente según se muestra más arriba. Además, las formas de vida se relacionan directamente con el clima como lo acabamos de exponer, y la posibilidad de desarrollo de criptofitas está relacionado con el grado de compactación y profundidad del suelo, y que, como puede verse en los datos de suelo, Villa del Carbón no brinda dificultades para el establecimiento de estas formas de vida. Por otra parte, la proporción que guardan las terofitas con respecto a las demás formas de vida es un indicio del desarrollo sucesional por el que atraviesa el area estudiada, pues de manera general, la tendencia sucesional va de formas menos complicadas a más especializadas, de períodos de vida cortos a períodos de vida largos. En este sentido, mientras sea más alto el valor de importancia de terofitas implicará un estadio sucesional menos desarrollado, aun cuando esta relación no es directa.

E. Indices de Diversidad

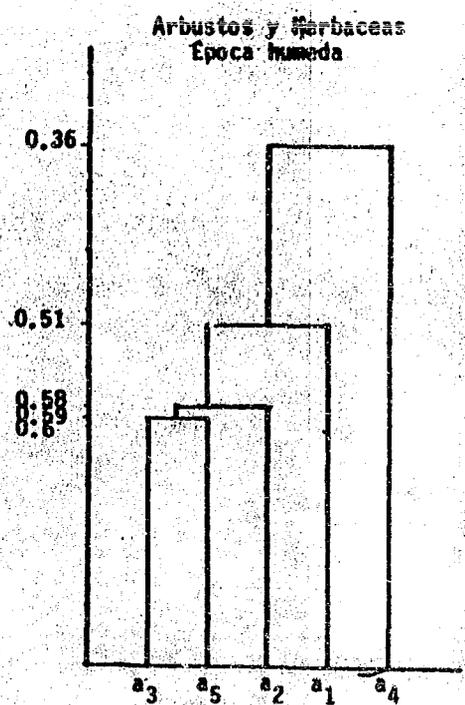
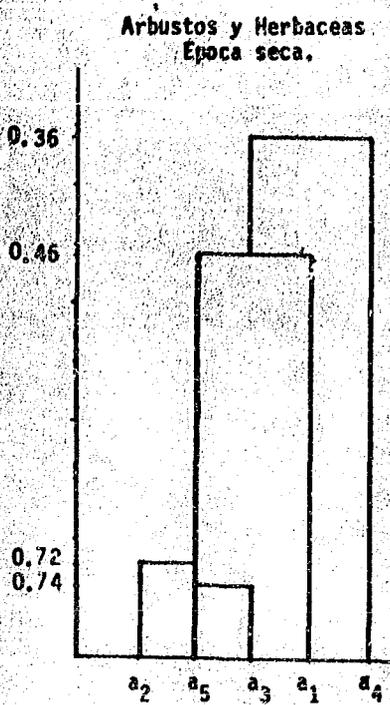
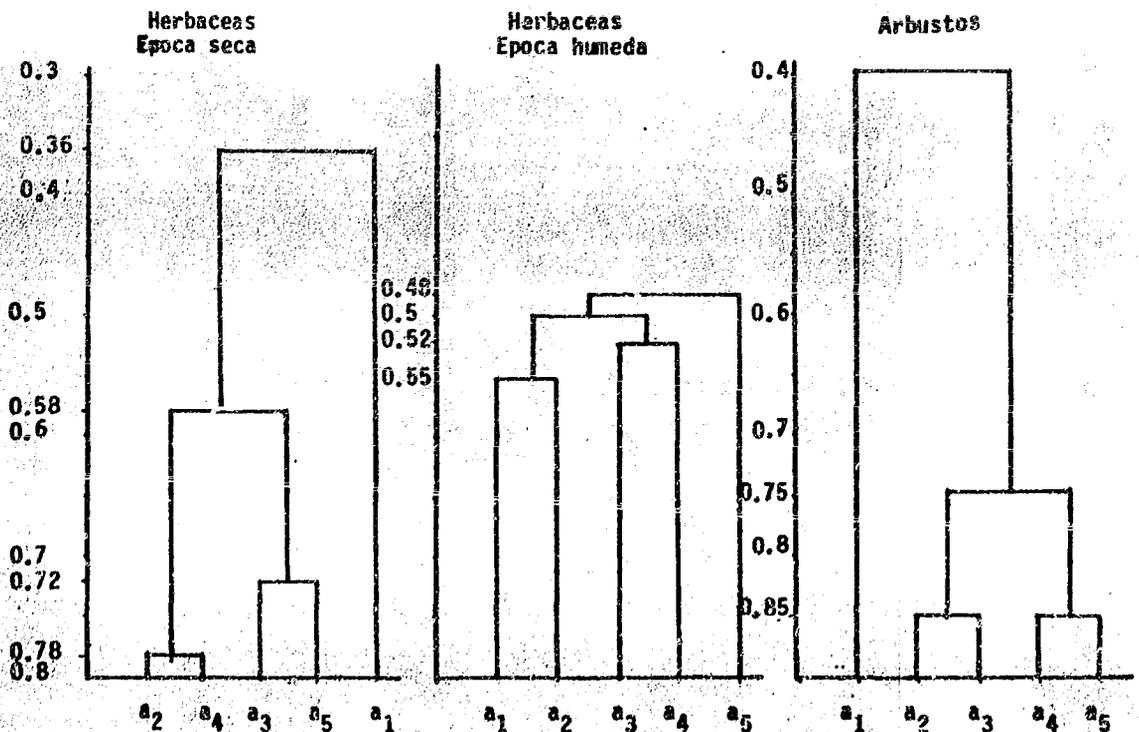
Los índices de diversidad para cada una de las áreas y su diferencia entre la época seca y húmeda es la siguiente:

	Area 1	Area 2	Area 3	Area 4	Area 5
Epoca seca	2.48	1.05	2.74	2.71	2.16
Epoca húmeda	4.20	3.75	3.38	3.19	3.34

Los mayores valores de diversidad corresponden a las áreas 1 y 2 en la época húmeda, así como las variaciones más grandes entre la época húmeda y la seca. Por otra parte, las áreas 3, 4 y 5 (quemada, aclarada y desmontada con un fuerte proceso erosivo) tuvieron las menores variaciones en sus valores de diversidad, razón por la cual, en la época seca, - tienen los valores más altos, y en la época húmeda los más bajos.

Los índices de similitud de las herbáceas encontradas en la época - seca apuntan lo siguiente: las áreas 2 y 4 tienen un valor relativamente alto (0.78); las áreas 3 y 5 también lo tienen alto (0.72), lo cual indica una división bien definida en 3 grupos, dado que la relación de 2 y 4 con 3 y 5 es apenas de 0.58; la relación del área 1 con las demás es apenas de 0.36, que está determinada por las condiciones particulares de cada área en cuanto a condiciones edáficas, pendiente, y causas de perturbación ya descritas.

En la época húmeda las relaciones de similitud de las áreas de estudio cambian por completo. Aun cuando las áreas se siguen ordenando en 3 grupos, el parecido entre las áreas es relativamente bajo. En el primer - grupo formado por las áreas 1 y 2 el valor de similitud es apenas de 0.55; para las áreas 3 y 4 es de 0.52; entre estos 2 grupos es apenas de 0.5, y el parecido del área 5 con las demás es sólo de 0.48. Es decir, casi no existe parecido entre las áreas de estudio en la época húmeda para las - herbáceas presentes. El hecho de encontrar en esta época las especies que no son evidentes en la estación desfavorable, hizo variar la relación de similitud de las áreas disminuyéndolas al rango de 0.48 a 0.55.



Por otra parte, los arbustos también presentan una distribución - en tres grupos: las áreas 2-3 y 4-5, con un valor de similitud de 0.85 para ambos pares; la relación entre los dos grupos es de 0.75; mientras que el área 1 presenta una relación con las demás de sólo 0.4. Así, el estrato arbustivo, por separado, presenta diferencias significativas entre el área 1 y las demás.

Ahora bien, analizando en conjunto las herbáceas y los arbustos, las relaciones se comportan de la siguiente manera: las áreas 2 y 5 tienen un valor de similitud de 0.72, y este conjunto, a su vez, guarda un valor de similitud de 0.74 con el área 3. Este grupo se relaciona en 0.46 con el área 1, y el área 4 viene a ser la de menor relación con 0.36, quedando así 3 grupos, donde las áreas 2, 3 y 5 forman el primero, y los otros dos los conforman las áreas 1 y 4 respectivamente.

Mientras tanto, en la época húmeda vuelven a cambiar las relaciones y los valores de similitud, siendo el más alto de 0.59 para las áreas 3 y 5, el área 2 se relaciona con el grupo anterior en 0.58, mientras que el área 1 lo hace en 0.58. El área 4 permanece en su valor de similitud de 0.36. Lo anterior nos hace ver que las áreas 2, 3 y 5 mantienen hasta cierto punto una relación más estrecha entre ellas en la época seca que en la húmeda, pues en ésta última los valores nos indican que sólo un poco más de la mitad de las especies integrantes de tales áreas se encuentran representadas en éstas. Nos dice, además, que la aparición de más especies de herbáceas durante las lluvias sigue una dirección propia en cada área, misma que las hace distintas entre sí.

F. El Estrato Arboreo.

La Figura 6 muestra que el estrato arboreo alcanza su máxima frecuencia de individuos en el intervalo de 8.1 a 10 m. de altura con un total de 16 individuos, principalmente *Quercus crassifolia* y *Quercus glabrescens*, en menor proporción está *Pinus teocote* y *Arbutus xalapensis*. El siguiente intervalo con mayor número de individuos es el correspondiente al rango de 2.1 y 4.0 m., el cual está enteramente ocupado por

Sin embargo, las alturas máximas registradas las tenemos para individuos aislados de *Quercus glabrescens*, *Quercus mexicana*, *Quercus candicans* y *Pinus teocote* en el rango de 18.1 a 20 m. de altura. Es importante señalar que en el intervalo más pequeño de alturas (2 m.) sólo existen en nuestros resultados individuos de *Quercus crassifolia*.

Las especies de mayor diversidad en la altura son: *Quercus crassifolia*, *Quercus glabrescens* y *Pinus teocote*.

La Figura 7 muestra la frecuencia de árboles en intervalos de 8 cm. de DAP (diámetro a la altura del pecho), en donde se puede apreciar que la mayoría de los árboles tiene un DAP en el rango de 8.1 a 24.0 cm. (corresponde a 2 intervalos sucesivos), y que son en su mayoría *Quercus crassifolia* y *Quercus glabrescens*. Por otra parte las especies con mayor DAP registrados fueron *Quercus mexicana* (24.2 cm.), *Quercus candicans* (24.4 cm.) y *Pinus teocote* (76 cm.). Cabe hacer notar que la frecuencia de aparición de estas especies es muy bajo y, en el caso de los *Quercus*, éstos sólo se encuentran ocasionalmente y en relicto del bosque.

La distribución en nuestras áreas de estudio fue la siguiente: en el área 1 se encontró la mayor cantidad de individuos de *Quercus crassifolia* y *Quercus glabrescens*, mientras que *Pinus teocote*, *Arbutus pilosa* y *Arbutus xalapensis* sólo estaban representados por un individuo. En el área 2 la mayor representación estuvo dada por *Quercus glabrescens*, en esta área no aparecen *Arbutus pilosa*. En el área 3 sólo se encuentra un individuo de *Quercus mexicana* y *Quercus candicans*. Para el área 4 sólo aparecen *Quercus glabrescens*, *Quercus crassifolia* y *Pinus teocote*. En el área 5 sólo hay *Pinus teocote* y *Quercus crassifolia*.

Los promedios de DAP son los siguientes:

	Area 1	Area 2	Area 3	Area 4	Area 5
<i>Quercus crassifolia</i>	13.96	18.17	- - -	16.4	10.8
<i>Quercus glabrescens</i>	11.08	20.28	- - -	22.1	- - -
<i>Quercus mexicana</i>	- - -	- - -	24.2	- - -	- - -
<i>Quercus candicans</i>	- - -	- - -	24.5	- - -	- - -
<i>Pinus teocote</i>	40.7	76.7	- - -	32.5	25.4
<i>Arbutus pilosa</i>	12.4	- - -	- - -	- - -	- - -
<i>Arbutus xalapensis</i>	17.8	11.65	- - -	- - -	- - -
TOTAL	15.61	22.64	24.3	24.9	21.37

FIGURA 6

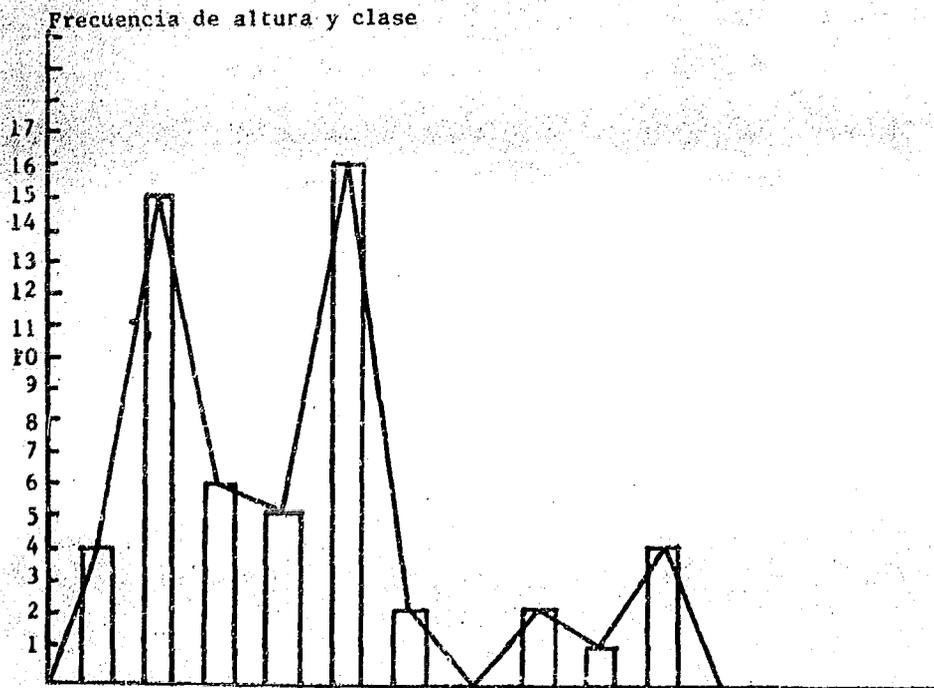
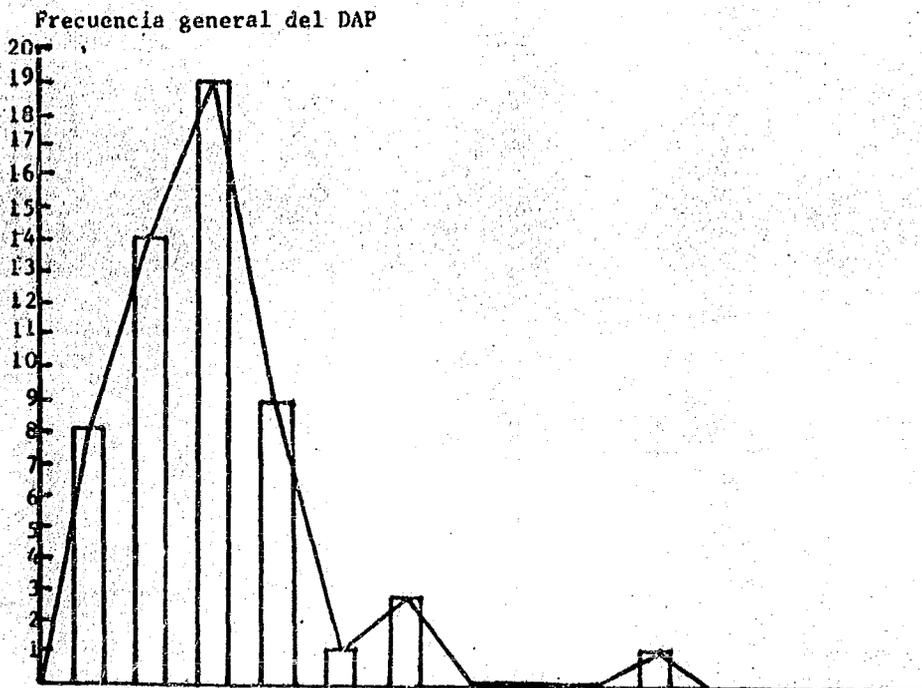
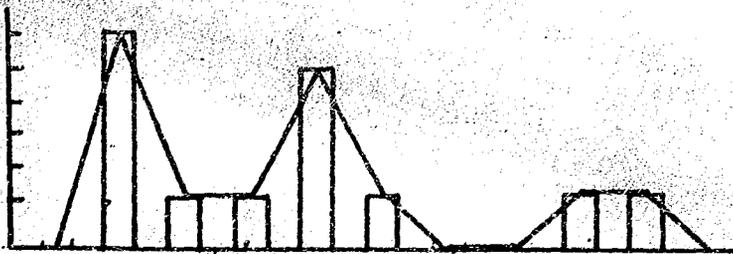


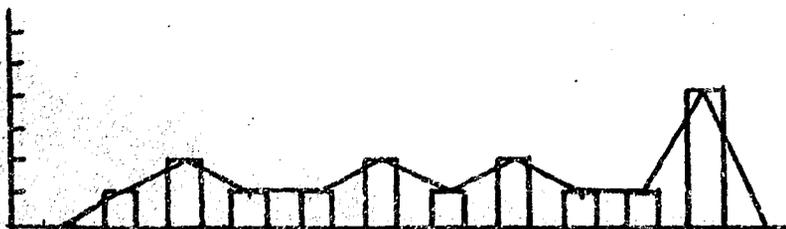
FIGURA 7



Quercus glabrescens. Frecuencia por tamaño.



Quercus glabrescens. Frecuencia DAP



Quercus crassifolia. Frecuencia por tamaño.



Quercus crassifolia. Frecuencia DAP.

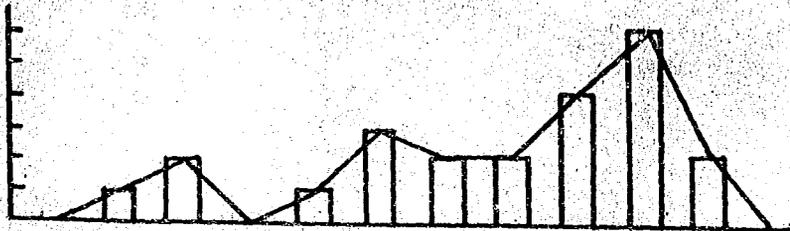
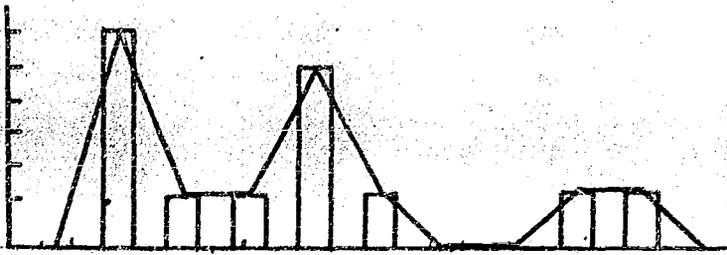
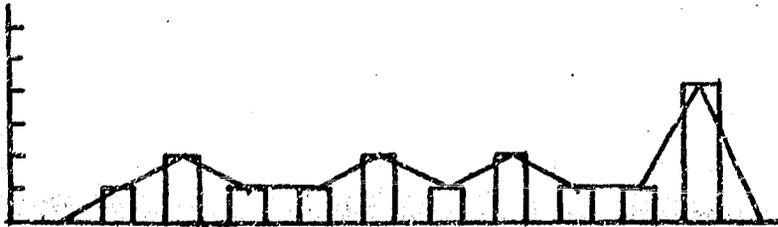


FIGURA 8

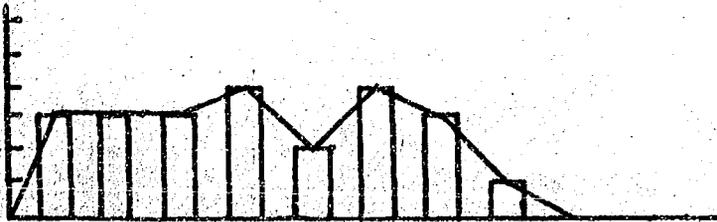
Quercus glabrescens. Frecuencia por tamaño.



Quercus glabrescens. Frecuencia DAP



Quercus crassifolia. Frecuencia por tamaño.



Quercus crassifolia. Frecuencia DAP.

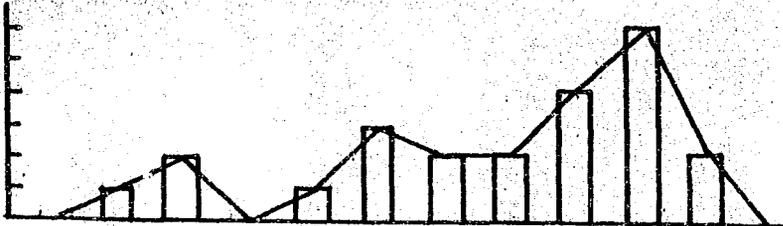
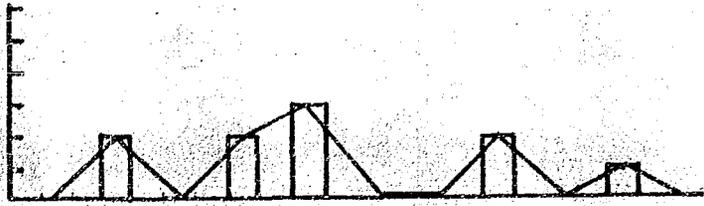
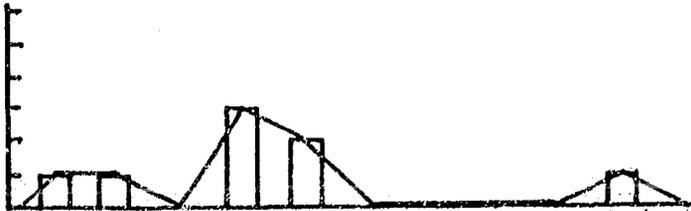


FIGURA 8

Pinus teocote. Frecuencia altura



Pinus teocote. Frecuencia DAP



Las alturas en metros se dieron como sigue:

	Area 1	Area 2	Area 3	Area 4	Area 5
<i>Quercus crassifolia</i>	5.123	8.5	-- --	6.0	6.25
<i>Quercus glabrescens</i>	11.08	10.6	-- --	9.2	--
<i>Quercus mexicana</i>	-- --	-- --	20.0	-- --	-- --
<i>Quercus candicans</i>	-- --	-- --	20.0	-- --	-- --
<i>Pinus teocote</i>	15.0	20.0	-- --	11.6	6.4
<i>Arbutus pilosa</i>	3.5	-- --	-- --	-- --	-- --
<i>Arbutus xalapensis</i>	9.0	3.7	-- --	-- --	-- --
\bar{x} TOTAL	5.35	9.6	20.0	9.6	6.35

De los datos anteriores del DAP y alturas podemos considerar lo siguiente: los diámetros de los árboles tienden a ser mayores a medida que avanzamos del area 1 a la 5, teniendo su máximo en el area 4, mientras que las alturas se distribuyen en forma de campana si nos trasladamos del area 1 a la 5. Así pues, en un análisis del conjunto encontramos a los árboles que alcanzaron su madurez en las areas 2, 3 y 4, mientras que en las areas 1 y 5 están los árboles

Más jóvenes. Puede notarse cómo en el área 3 sólo aparecen dos árboles ya maduros de *Quercus mexicana* y *Quercus candicans*, pero ninguna otra especie (aunque se encontraron algunos arbolitos menores de 1 m. de *Quercus crassifolia*, *Pinus teocote*, *Arbutus xalapensis*, *Quercus glabrescens* y *Arbutus pilosa*, pero no fueron considerados para el estudio en ninguna de las áreas).

Puede notarse como *Quercus glabrescens* es más alto y tiene mayor DAP que *Quercus crassifolia* en las áreas donde coinciden (1, 2 y 4 a excepción del área 1), mientras que *Pinus teocote* tiene su máxima altura y DAP en el área 2.

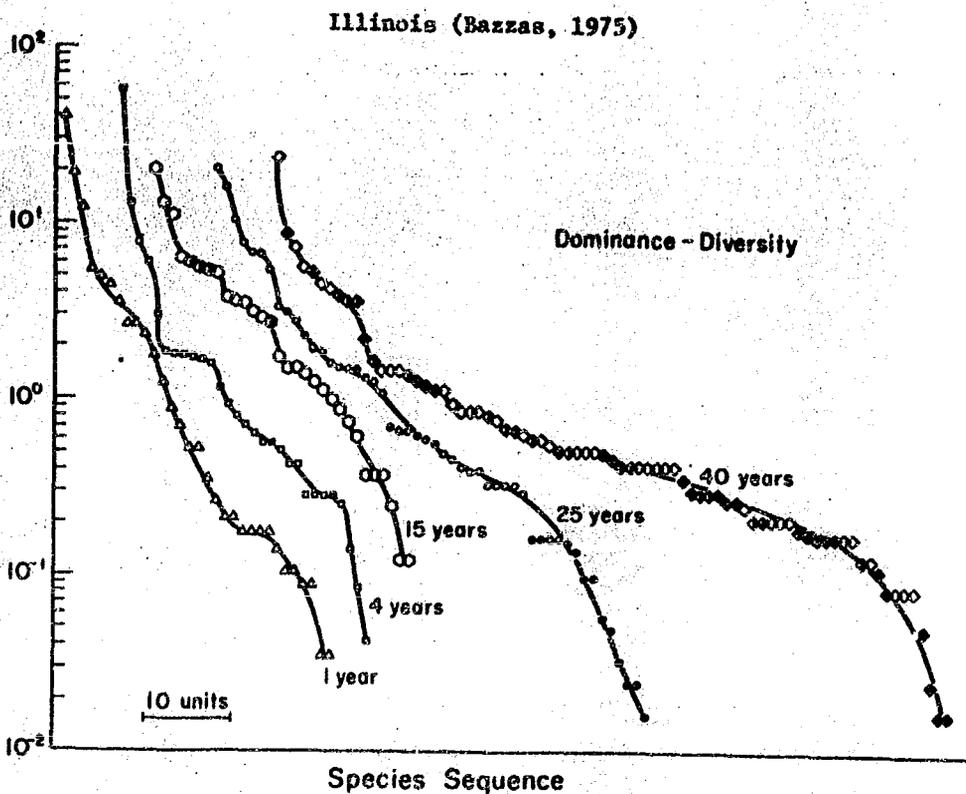
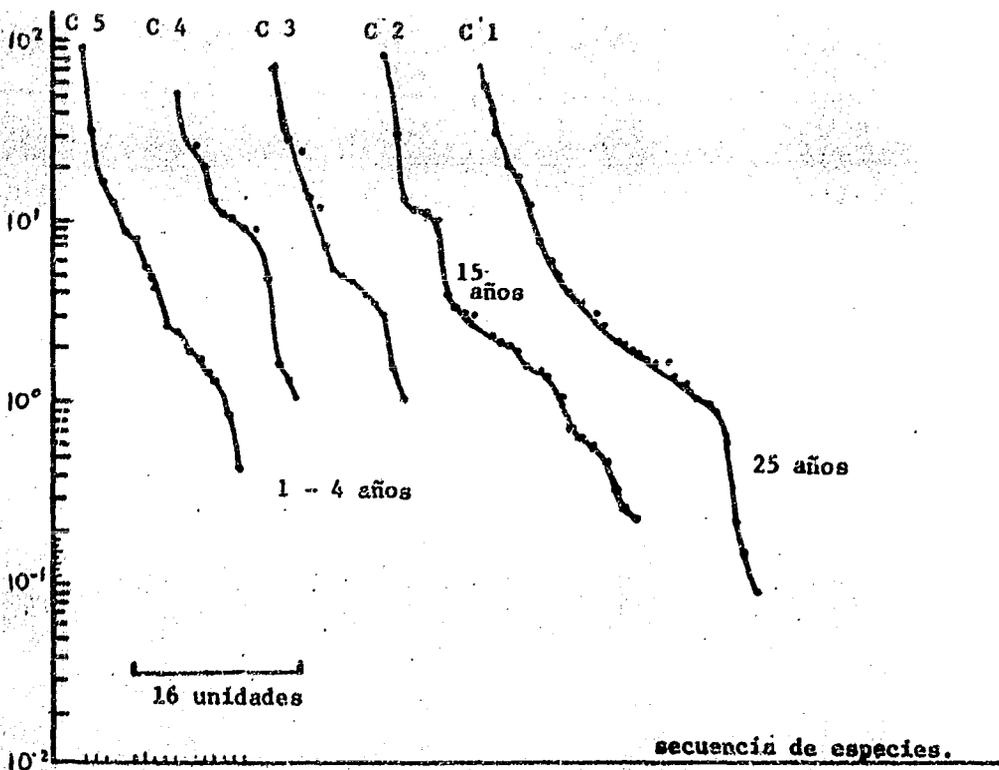
Por otra parte el número de árboles por hectarea calculado fue el siguiente: área 1 = 120/ha.; área 2 = 65/ha.; área 3 = 10/ha.; área 4 = 45/ha.; área 5 = 35/ha. Ahora bien, en el área 1 el 91.6% son encinos; en el área 2 los encinos son el 76.9%; en el área 3 casi el 100%; en el área 4, 66% encinos y el resto pinos, mientras que en el área 5 son pinos el 71% y el 29% restante, encinos. Los *Arbutus* son sólo el 8% en el área 1 y 15% en la 2.

G.- Dominancia

Puede apreciarse en las curvas de dominancia relativa-secuencia de especies una baja riqueza y equitatividad en las áreas 3, 4 y 5, dadas por la ordenada y la pendiente de la curva respectivamente, siendo típicamente geométrica en estas áreas y transformándose a logarítmicas en las áreas 2 y 1. De acuerdo a lo anterior y a los resultados de Bazzas (1975) el conjunto de áreas 3, 4 y 5 corresponden a las curvas de sucesión en campos abandonados de bosques templados en un período de 1 a menos de 5 años. Nuestras áreas 3, 4 y 5 fueron quemadas, aclareadas y desmontadas respectivamente, pero en ellas aparecen ya arbustos y de hecho éstos dominan en el área 3. Sin embargo, los arbustos aparecen en la sucesión hasta los 4 años y dominan hasta los 10 a 15 años (Bazzas, 1975), por lo que es posible que estas áreas tengan un mayor tiempo de haber sido perturbadas.

Las formas logarítmicas de las áreas 1 y 2 las ubican en los 25 y 15 años de edad respectivamente en relación al trabajo citado más arriba. En ambas curvas se muestra una riqueza de especies más elevada que en el conjunto anterior y una equitatividad mayor. Estas áreas tienen huellas menos evidentes de perturbación que el otro conjunto, sin embargo, en el área 2 puede notarse la perturbación sufrida por pisoteo frecuente y la extracción de árboles de encino.

VILLA DEL CARBON



DISCUSION

Las diferencias existentes en el paisaje de las áreas de estudio entre las épocas húmeda y seca, marcan el grado de fluctuación que podemos ver en el ecosistema, estableciéndose un *continuum* desde el momento en el cual están presentes todas las especies de manera evidente, hasta la época en que sólo se aprecian las perennes, haciéndose esta diferencia más clara a nivel del estrato herbáceo.

En nuestras áreas de estudio encontramos herbáceas anuales, rizomatosas, bulbosas y perennes (terofitas, criptofitas-geofitas, hemicriptofitas y fanerofitas) en distintas proporciones. Esto es lo que hace variar el paisaje entre las épocas seca y húmeda, pues no todas las plantas se desarrollan al mismo tiempo, aun en los meses más favorables, ya que, en una misma especie, existen diferencias temporales en el desenvolvimiento de los individuos, lo cual trae como consecuencia un desarrollo de la población con el tiempo más o menos largo de acuerdo a la amplitud de las diferencias individuales antedichas. Lo anterior también depende de la forma de sobrevivencia de la especie a la época desfavorable, pues una geofita tendrá una mayor probabilidad de alcanzar su desarrollo en un tiempo menor que una terofita, pues existe mayor reserva de energía en un bulbo que en una semilla (Rogers, 1983).

Otro factor a tomar en cuenta es la disponibilidad de los recursos, los cuales se consideran como más o menos constantes en ecosistemas maduros o en etapas de última sucesión, en estas comunidades cercanas al climax, la cobertura de las herbáceas puede ser mayor o menor de un año a otro por las razones anteriores, incluyendo la senescencia individual en los taxa (Rogers, 1983).

Las variaciones climáticas extremas afectarán a la comunidad en la misma dirección, aunque no en el mismo grado, por lo cual se afectará la cobertura, pero no la frecuencia de las herbáceas. Ahora bien, en las comunidades más estables el aprovechamiento de los recursos se distribuye a lo largo del año, por lo cual puede esperarse una pequeña fluctuación aparente en la flora o en la distribución de los individuos, dado que las comunidades de herbáceas de bosques desiguos están fuertemente dominadas por perennes, longevas (Rogers, 1983), pues éstas tienden a estabilizar el ecosistema y establecer una homeostasis con el ambiente físico (parte iii del concepto de sucesión de Odum). To-

do lo anterior explica las fluctuaciones observadas en las áreas de estudio como variaciones normales dentro de una comunidad (los "aspectos" de una comunidad que menciona Margalef, 1980). Ahora bien, el grado de profundidad de estas variaciones en el índice de diversidad observado en nuestros resultados tiene relación con el estado sucesional de cada una de las áreas de estudio. Podemos establecer que las diferencias en los índices de diversidad para una misma área entre la época seca y húmeda es su rango de variación estacional, la cual será menos profunda según el área de estudio, esté más cercana a la comunidad climax, al inicio de la sucesión secundaria, o en los primeros estadios de ésta (Margalef, 1980). Esta variación tenderá a ser mayor a medida que se acerque a estadios avanzados de sucesión, pero sin llegar a ser la comunidad climax, pues la mayor diversidad se logra en estadios anteriores al climax (Abugov, 1982; Miller, 1982; Hutchings & Budd, 1981; Bazzas, 1975), justamente cuando en estas comunidades se encuentran conviviendo especies tolerantes e intolerantes a la sombra (Fox, 1979; Connel, 1978). Es esta la razón por la que encontramos mayor variación en el índice de diversidad en las áreas 1 y 2, y una menor variación en las áreas 3, 4 y 5. En este sentido, y como se puede ver en las curvas de dominancia relativa-secuencia de especie, las áreas 1 y 2 tienen un estadio sucesional más desarrollado que las áreas restantes.

En particular, el área 2 muestra la mayor variación en los índices de diversidad entre la época húmeda y seca, lo cual se explica por la perturbación que sufre, pues al haberse extraído árboles, principalmente encinos, se hicieron aperturas en el dosel arboreo. Esto permite el paso de luz y el establecimiento de especies intolerantes a la sombra, lo cual hace subir el índice de diversidad (de acuerdo a la hipótesis de la perturbación intermedia. Tilman, 1983; Fox, 1979). Ahora bien, los índices de diversidad de la época húmeda (cuando se encuentran presentes casi la totalidad de las especies en las áreas de estudio), muestran una variación en las áreas de acuerdo a los estadios sucesionales que guardan cada una de ellas entre sí, quedando las áreas 3, 4 y 5 como las de menor desarrollo sucesional, mientras que las áreas 1 y 2 se presentan como las más desarrolladas.

De acuerdo a las curvas de dominancia relativa-secuencia de especies, las áreas 3, 4 y 5 pertenecen a una edad inferior a los 15 años. De hecho, las

variaciones observadas en este conjunto podemos visualizarlas como fluctuaciones sucesionales, pues implican cambios apreciables en la flora, además de que éstos se presentan de manera ordenada;

Por otra parte, la estratificación que se va logrando en las áreas implican una mejor organización a largo plazo, pues en dos de los casos, el desarrollo de la comunidad se da a partir de cero, por haber sido eliminado el estrato arboreo por desmonte (área 5) o por aniquilamiento de la mayoría de los individuos debido a un incendio intenso (área 3). El área 4 es un caso en el que se comienza a recuperar la comunidad después del aclareo y el uso agrícola del suelo. Esta ganancia en la estratificación también se ve acompañada de un incremento en el porcentaje de criptofitas y un contenido relativamente bajo de terofitas, tal como se ve en el área 1, la más desarrollada sucesionalmente.

Sin embargo, el hecho de que esta relación no se guarde proporcionalmente en las demás áreas se debe a lo siguiente: en el área 2 las aperturas más o menos constantes de la cúpula forestal permite el desarrollo de especies intolerantes a la sombra, las cuales sólo pueden llegar como semilla a los lugares recién abiertos, por lo que generalmente este tipo de especies características de perturbación son terofitas.

En el área 3, el incendio forestal destruyó esa parte del bosque casi totalmente, por lo cual la sucesión se viene dando de una manera similar a la sucesión de campos abandonados. Por otro lado, como las plantas del lugar fueron aniquiladas en su mayoría, las que están recolonizando el área provienen seguramente del bosque circundante, de las semillas que sobrevivieron al incendio, las trasladadas ahí por el viento, aves, mamíferos, insectos, etc. La situación de esta área es la etapa de dominancia casi total de arbustos y las primeras manifestaciones de árboles, lo cual ubica la edad del área justo antes de los 15 años de sucesión. Por lo mismo, la colonización de criptofitas es aún incipiente, ocupando sólo el 13% de las especies contra el 46% de fanerofitas, el 25% de terofitas y el 12% de hemicriptofitas.

El área 4 muestra una situación más o menos similar al área anterior, pero debido a otras razones, pues en este caso es el barbecho del área para el cultivo lo que extrajo y eliminó los bulbos, rizomas, etc. de criptofitas y

hemicriptofitas, aunque no totalmente ni en la misma proporción que en el area 3. Ahora bien, en esta area existe el 18% de criptofitas, 25% de terofitas, 43% de fanerofitas y el 13% de hemicriptofitas, es decir, en proporción las fanerofitas bajaron seguramente por el aclareo que sufrió la zona y por las prácticas de cultivo, y justamente porque el area sólo fue aclareada para la siembra, se conserva una parte del estrato arbóreo, lo cual facilita la regeneración de una estructura más complicada donde se diferencien bien los estratos herbáceo, arbustivo y arbóreo, pues al quedar en pie algunos árboles, y con esto otorgar alguna sombra al suelo, se favorece el establecimiento de plantas tolerantes a la sombra, sin que dé tiempo ni espacio suficiente para que dominen las intolerantes. En este sentido se "reservan" algunas areas al establecimiento de tolerantes a la sombra. Las características de la zona donde se encuentra el area 4 hacen de ésta un lugar donde la sucesión puede darse de una manera similar a los campos abandonados donde se han realizado los estudios clásicos de sucesión, claro está, con algunas variantes. La curva de dominancia relativa-secuencia de especies muestra claramente al area 4 en un estadio sucesional menor a los 10 años, pero mayor de los 5.

Para el area 5, la curva de dominancia relativa-secuencia de especies la sitúa en los primeros años de sucesión, es decir, entre 1 y 5 años. Sin embargo, este resultado no nos muestra el tiempo que lleva el area recuperandose, sino el estadio en el que ha quedado "auspensiva" la sucesión o regeneración, pues en este lugar existen muchos pinos jóvenes cuyo DAP puede darnos una idea de su edad (cerca o mayor a los 10 años). Por otra parte, la diferencia en las áreas de esta zona donde se encuentran árboles y/o arbustos con respecto a los lugares donde no se han establecido éstas es muy notoria en cuanto a la retención de suelo, pues donde se encuentran los pinos el suelo se ha conservado en mejores condiciones, teniendo incluso capas de hojarasca hasta de 10-15 cm. de espesor, mientras que la erosión ha cabado zanjas hasta de 3-4 m. de profundidad.

Este proceso erosivo es el responsable de la proporción de fanerofitas, criptofitas, terofitas y hemicriptofitas, donde las primeras sólo ocupan el

33% de las especies presentes, sensiblemente parecido al area 1, pero a diferencia de ésta, las demás formas de vida se reparten por igual el resto del porcentaje, siendo esto una respuesta al proceso erosivo, pues para que pueda establecerse cualquier plántula, necesita fijar su semilla en algun lugar donde no sea arrastrada por las primeras lluvias anteriores a la germinación. La recuperación del area 5 se encuentra en una fase de retardo. Sin embargo, la proporción de fanerofitas encontradas es un indicio de que esta regeneración es activa y progresiva.

Las curvas de dominancia relativa--sucuncia de especies de las areas 1 y 2 muestran que éstas tienen una edad de 25 y 20 años respectivamente.

Los procesos enunciados en cada una de las areas nos explica los resultados de similitud entre éstas, pues el hecho de tener similitudes inferiores al 60% entre las areas 4 y 5, aun cuando se encuentran en una misma etapa sucesional, muestra diferencias tales como para considerarlas comunidades distintas o de etapas sucesionales diferentes por la composición de especies. Sin embargo, por las curvas de dominancia relativa, las areas 4 y 5 pertenecen a la misma etapa sucesional y las areas 1, 2 y 3 pertenecen cada una a distintas etapas.

Por otra parte, el análisis de promedios de DAP y altura de los árboles en las areas de estudio muestran los valores mayores para las areas 3 y 4! Esto se explica por lo mencionado anteriormente, es decir, en el area 3 sobrevivieron al incendio los árboles de *Quercus* más altos (de 20m.). Mientras que el area 4 sólo se aclaró, no se desmontó totalmente, lo que permitió la existencia de árboles maduros y grandes (hasta 11.5 m.). En el resto de las areas hubo un proceso de retiro de los árboles (extracción de madera). Ahora bien, a pesar de considerar el area 1 como la de estadio sucesional más avanzado, cabría esperar que el promedio de DAP y altura fuera el mayor. Sin embargo, esto no sucede porque en el area 2, como en la 1 y 5 (de 15, 20 y 6.4 m. respectivamente), los valores mayores de DAP y altura son los de *Pinus teocote*, éste último asociado a los primeros estadios sucesionales de dominancia arborea.

En el area 5 sólo aparecen árboles de *Pinus teocote* y *Quercus crassifolia* con una densidad de árboles por hectárea= 35. De manera similar las zonas donde se encuentran las areas 3 y 4 sólo presentan 10 y 45 árboles por ha. respectivamente. Estos resultados sensiblemente bajos apoyan la argumentación que ubica a estas areas como estadios sucesionales tempranos. Mientras tanto, el area 2 presenta un mayor promedio de DAP y altura que el area 1, podría suponerse que fuera al revés, sin embargo, es *Pinus teocote* quien marca tales diferencias en estas areas de estudio. En general *Quercus crassifolia* y *Quercus glabrescens* tiene mayor DAP en el area 2 que en el area 1, pero esta relación no se repite en cuanto a la altura para *Quercus glabrescens*, lo cual probablemente se debe a la extracción de madera y perturbación constante sufrida en esta area, así como a la pendiente menos pronunciada que la del area 1.

Por otra parte, la existencia de 2 especies de *Arbutus* en el area 1 y sólo una en el area 2, nos muestra mayor estabilidad en la primera que en la segunda. El hecho de que los *Arbutus* sean el 15% en el area 2 y el 8% en la 1 implica sólo la colonización y establecimiento de una especie de *Arbutus* más tolerantes a las perturbaciones, o bien la sobrevivencia de esta especie en el area a pesar de tales perturbaciones. El porcentaje mayor puede deberse precisamente a la extracción de árboles.

Ahora bien, la densidad de árboles en el area 2 es de 65/ha., mientras que en el area 1 es de 102/ha. Tal resultado puede considerarse como bueno si lo comparamos con los datos proporcionados por el inventario forestal, el cual reporta 173.5/ha.

Podemos decir entonces que el estado actual del bosque es de regeneración activa en un proceso de sucesión secundaria a distintos niveles, dado que es un mosaico diverso de zonas en distintos estados sucesionales tendientes al desarrollo de una comunidad climax.

En este sentido, la ocurrencia de *Pinus teocote* marca la primera etapa sucesional donde aparecen árboles, claramente distinguible de la etapa de dominancia de arbustos y anterior a la etapa de dominación de *Quercus crassifolia* y *Quercus glabrescens*, pues éstos representan mayor diversidad en este tipo de

bosque que las áreas puras o dominadas por *Pinus teocote*. La aparición de *Arbutus* en las áreas donde dominan los encinos apoyan la aseveración que ubica a estas zonas como de sucesión intermedia, pues el tamaño y DAP de *Quercus glabrescens* y *Quercus crassifolia* no se compara en lo mínimo con las dimensiones de *Quercus mexicana* y *Quercus candicans*. Estos últimos se encuentran en el área 3 como sobrevivientes de un incendio y en otras áreas relictuales del bosque de encino-pino.

Otro árbol que se encuentra en las mismas condiciones que *Quercus mexicana* y *Quercus candicans* es *Pinus montezumae* var. *lindylei*. Estas 3 especies sólo se encuentran en lugares muy restringidos y retiradas de las zonas donde las talas y astillados son frecuentes, llegando a tener alturas y DAP considerables (justo abajo del área 1 se encuentran tocones de encino de aproximadamente 80 cm. de diámetro, y aún existen individuos con esa dimensión en otras partes del bosque), lo cual induce a pensar que la sucesión podría proseguir a una etapa de dominación de *Quercus mexicana*, *Quercus candicans* y *Pinus montezumae* var. *lindylei* sustituyendo a *Quercus glabrescens*, *Quercus crassifolia* y *Pinus teocote*.

No podríamos concluir que las 3 especies del primer conjunto mencionado fuesen las de la comunidad climax, pues según algunos registros históricos encontrados en el Archivo General de la Nación se extraía madera de oyamel de la localidad y localidades cercanas. Por otro lado, el bosque ha sido explotado continuamente desde el siglo XVI, razón que realza la necesidad de estudios ecológicos para determinar los relictos de bosque aún existentes y la comunidad climax. En este momento no es posible establecer cuál sería la comunidad climax en esta localidad, además de que esto se sale de los objetivos del presente trabajo.

CONCLUSIONES

Las etapas sucesionales de las áreas de estudio son efectivamente las determinadas según las curvas de dominancia-reactiva-secuencia de especies, de acuerdo a los resultados de Bazzas, 1975.

De esta forma, las áreas 4 y 5 se encuentran en las primeras etapas sucesionales correspondientes a los 5 primeros años. El área 3 está en la etapa de 15 años correspondiente a la dominancia del estrato arbustivo. El área 2 corresponde al estadio sucesional de dominación de árboles en una edad de 20 años, y el área 1 corresponde a la misma etapa que la anterior, pero con una edad de 25 años.

Ahora bien, el tiempo transcurrido desde la perturbación hasta la actualidad no corresponde a la edad de recuperación de un campo abandonado en las condiciones bajo las que ha sido estudiado por Odum, 1969; Wittaker, 1966; Bazzas, 1975, etc. (es decir, sin perturbación constante), debido a que en Villa del Carbón las actividades humanas se han convertido en una tensión para el ecosistema, y en las áreas de estudio, con la sólo excepción del área 1, siguen manteniéndose como factores que efectivamente retrasan o modifican el estadio sucesional de tales áreas.

En el caso concreto del área 5, el proceso erosivo producido por el desmonte en una pendiente pronunciada con suelo arenoso (migajón), es el principal factor que mantiene a la zona "suspendida" en una etapa sucesional temprana, mientras que el área 4 está en una etapa similar al área anterior por el proceso de aclareo-uso agrícola del suelo-abandono reciente con la presencia de individuos existentes desde antes de iniciarse el proceso perturbador. Las áreas 1, 2 y 3 llevan un proceso menos accidentado, mientras que las diferencias entre el área 1 con respecto al área 2 se deben a la perturbación continua sufrida por ésta última.

Por otra parte, el conjunto del bosque existente en la localidad es bastante joven. En general se encuentra en las primeras etapas de dominación de encinos representados por *Quercus crassifolia* y *Quercus glabrescens*, cuyas alturas y DAP marcan poco tiempo de recuperación forestal, pues sólo tiene entre 20 y 30 años. Como el bosque en su conjunto es un mosaico de zonas con di-

ferentes estados sucesionales, aún pueden encontrarse áreas relictuales donde aparecen especies arbóreas tales como *Quercus mexicana*, *Quercus candicans* y *Pinus montezumae* var. *lindylei*, con alturas y DAP mayores que el de las primeras especies mencionadas.

Las diferencias en las dimensiones de los árboles relictuales con respecto a los dominantes permite afirmar que la altura y DAP actual del bosque está en función de la etapa sucesional por la cual está atravesando el ecosistema. En este sentido el bosque de Villa del Carbón no se encuentra en la mejor etapa sucesional para su explotación maderera, pues el uso agrícola del suelo, la extracción de madera, el ramoneo de ganado vacuno y caprino, el astillado de árboles u ocoteo y la falta de un programa de reforestación y mantenimiento del bosque son las principales causas humanas que lo mantienen en el estado sucesional en que se encuentra.

El principal problema previsible en el ecosistema estudiado es una baja sensible en el área boscosa y con esto, la reducción en la producción de madera. Esto podría llevar al bosque a un estado sucesional anterior al actual de continuar ejerciéndose tal tensión sobre el ecosistema.

Una manera de aliviar un poco la tensión sobre el ecosistema es la utilización de los campos de cultivo abandonado en la producción de granos, hortalizas, etc., es decir, en el cultivo tradicional de la zona, y en el cultivo de árboles forestales, especialmente *Pinus teocote*. En este sentido, la utilización de los campos abandonados permitiría abrir menos zonas forestales a la agricultura, mientras que el cultivo de los árboles forestales permitirá a mediano plazo suplir las necesidades domésticas de madera, leña y entre otras cosas la extracción de resinas (muy frecuente en el pasado). Sin embargo, lo anterior traerá como consecuencia el problema del manejo de la tierra. En este sentido podrá haber una contraposición de intereses entre la utilización para cultivo, para manejo forestal o producción frutícola, por lo cual, el manejo comunal del cultivo forestal es indispensable para evitar tales contradicciones, pero sería el más apropiado para el mejor aprovechamiento y conservación del bosque, así como el de los campos de cultivo, razón por la cual también es necesario el manejo comunal del conjunto de la producción agrícola.

Por otro lado, en las zonas erosionadas es necesaria la rápida acción humana donde es aconsejable cultivar árboles de *Quercus* y *Pinus*, arbustos de los géneros *Baccharis*, *Eupatorium* y *Monnina*, así como algunas gramíneas a fin de evitar que se sigan deteriorando tales áreas y recuperarias a largo plazo para la recreación o producción forestal.

Es necesario, entonces, realizar los estudios correspondientes a la calidad y productividad de madera en relación al estado sucesional del bosque, la etapa sucesional de mayor productividad de madera, las extensiones de bosque a dedicar para recreación y conservación, las zonas de explotación y la rotación de tales zonas.

Además, hacen falta los estudios sobre las relaciones entre especies vegetales características de etapas sucesionales (como en el caso de la posible relación de *Baccharis conferta* con *Pinus teocote* en la etapa de implantación de éste último) y la manera como afectan tales asociaciones a los microclimas y condiciones edáficas que permiten el desarrollo de la siguiente etapa sucesional, la especificidad de las condiciones de germinación de las especies arbóreas y las condiciones más apropiadas para el establecimiento de los nuevos arbolitos.

Finalmente, es necesario llevar a cabo estudios sociológicos y económicos para realizar una organización y planificación de la producción de madera, y una diversificación de las actividades de explotación forestal, pues todo lo señalado anteriormente son sólo los puntos básicos más generales para la elaboración de un plan de recuperación de bosques templados.

BIBLIOGRAFIA

- Abugev, R. (1982). Species diversity and phasing of disturbance. *Ecology* 63(2) 289-293.
- A.G.N. Ramo Tierras
- Anaya, L. (1962) Estudio de las relaciones entre la vegetación forestal, el suelo y algunos factores climáticos en seis sitios del de olive occidental del Istacihuatl. Tesis. Facultad de Ciencias. UNAM.
- Bassas, F.A. (1975) Plant species diversity in old-field successional ecosystems in southern Illinois. *Ecology*, 56:485-488
- Calderón, F. (1955) La vida económica de México. En Cosío Villegas, D. Historia moderna de México. La República Restaurada. 3^a. ed. México, Ed. Harms. pp. 50-51.
- Castillo, V. (1984) Estructura económica de la sociedad mexicana. UNAM. pp.20-50.
- Clements, F.E. (1916) Plant succession: An analysis of the development of vegetation. Carnegie Institute Washington Publ. No. 242. p. 3.
- Cox, M. (1981) Laboratory manual of ecology. 4a. ed. Wm., C. Brown, Co. Pv., USA. pp. 41-45.
- Chapin, S., F. Vitousek, K. Van Cleve (1986). The nature of nutrient limitation in plant communities. *Am. Nat* 127 (1): 48-57
- Dirección General del Inventario Nacional Forestal(1974) Inventario forestal del Estado de México y Distrito Federal. S.A.G. y S.F.F. publicación # 29. México, D.F. 62 p.
- Doubensire, R.F.(1979) Ecología Vegetal. Tratado de autecología de plantas. 3a. ed. México D.F. Ed. Limusa. p.p.273-286,405-421.
- Drury, W.YI. Nisbet(1973) Succession. *Arnol Arbor J.* 54(3):331-368
- Engels, F. (1979) El origen de la familia la propiedad privada y el Estado. Moscú, Ed. Progreso, TomoIII p.p.
- Fox, J. (1979) Intermediate disturbance-hypothesis. *Science*, 204:1344-1345.
- Grime, J.P.(1979) Estrategias de adaptación de las plantas. México, Ed. Limusa. p.p. 177-218.
- Horn, H.S.(1980) Succession. En *Theoretical Ecology, principles and applications.*(Editado por R. May).2a. ed. Blackwell Scientific Pub. p.p. 253-271 Massachusetts. USA.

- Hutchins, W. y Ch. Bud (1981) Plant Competition and its course through time. *BioScience*, 31(9):640-645.
- Jo Newel, S. y E. Traner(1978) Reproductive strategies in herbaceous plant communities during succession. *Ecology*, 59(2):228-234.
- Kershaw, K. (1975) Quantitative and dynamic plant ecology. 2a. ed. Edward Arnold. p.p.1-39.
- Krebs, C. J. (1985) Ecology: The experimental analysis of distribution and abundance. 3a ed. Harper & Row publ. Inc. New York p.p. 462-477, 513-524.
- Margaleff, R. (1980) *Ecología*. Ed. Omega. Barcelona, p.p. 738-740.
- Mo. Clung, E. (1979) *Ecología y cultura en Mesoamérica*. U.N.A.M. p.p. 9-35.
- Matuda, E. y N. Martínez (1979) Flora del Estado de México, tomos I, II y III. Biblioteca enciclopédica del Estado de México.
- Miller, T. (1982) Community diversity and interactions between the size and frequency of disturbance. *American Naturalist*, 120(4): 533-536.
- Norton, A.G. (1981) History of botanical science. Academic Press. London P.7.
- Müller-Dombois, D. y H. Ellenberg (1974) Aims and methods of vegetation ecology. J. Wiley & Sons. New York, p.p. 45-91.
- Odum, E. (1969) The strategy of ecosystem development. *Science* 164:262-270.
- _____ (1982) *Ecología*. 3a. ed México, Ed. Interamericana. p.p. 154-160.
- _____ (1985) Trends expected in stressed ecosystems. *BioScience*, 35(7): 419-422.
- Ramos, P., E. Delgado, R. Del Amo, y E. Fernández (1982) Análisis estructural de un área de vegetación secundaria en Uxpanapa, Veracruz. *Biótica*, 7(1): 7-28.
- Roade, J. (1982) Patterns of disturbance in some old-growth mesic forest of eastern North America. *Ecology*, 63(5):1533-1546.
- Rzedowsky, J.; G. Vela y S. Madrigal (1973) Algunas consideraciones acerca de la dinámica de los bosques de coníferas en México. Coloquio sobre ecología contemporánea. México. 23 p.
- Rzedowsky, J. y G.C. Rzedowsky (1979) Flora fanerogámica del Valle de México. Vol. I, Ed. CEGSA.
- Rzedowsky, J. (1980) La vegetación de México. Ed. Trillas p.p.
- Rzedowsky, J. y G.C. Rzedowsky (1985) Flora fanerogámica del Valle de México. Vol. II, Instituto de Ecología.
- Sanchez, O. (1980) La flora del Valle de México. 6a. ed. México, Ed. Herre-ro S.A.

- Shimwell, D. (1971) The description and classification of vegetation. University of Washington Press. p.p. 121-133.
- S.P.P. (1980) Síntesis geográfica del Estado de México. Coordinación general de los servicios nacionales de estadística, geografía e informática. p.p. 30-45.
- Tilman, D. (1985) The resource-ratio hypothesis of plant succession. American Naturalist, 125 (6) :827-852.
- Von Wobeser, G. (1983) La formación de la hacienda en la época colonial. U.N.A.M. p.p. 9-45.
- Weitman, J.D. (1985) Refuges , biological disturbance and rocky subtidal community structure in New England. Ecological Monographs. 55(4): 421-445.
- Whittaker, R.H. (1966) Gradient analysis of vegetation. Biological Reviews, 49:207- 264.
- _____ (1975) Communities and ecosystems. Mc. Millan. London.

APENDICE I

Familia			
Amarillidaceae	Manfreda	brachystachys	(Cav.) Rose
	Zephyranthes	brevipeus	(Baker) Standl
Asplenidaceae	Asplenium	monanthes	L.
	Dryopteris	pilosa	Mart. et Gal
Begoniaceae	Begonia	gracilis	H B K.
Boraginaceae	Antiphytum	parryi	Wats.
	Lithospermum	distichum	Art.
	Lithospermum	sp.	
Bromeliaceae	Tillandsia	benthiana	Mey
Caryophyllaceae	Arenaria	decusata	Willd
	Arenaria	lanuginosa	Rohrb
	Cerastium	cuspidatum	Hemsl
	Colobanthus	quitensis	D'uro
	Drymoria	leptophylla	(Cham. et Schleich) Fenzl
	Sagina, aff.	saginoïdes	(L) Korst
	Symphoricarpos	microphyllus	H B K.
Chenopodiaceae	Chenopodium	graveolens	Lag
Cistaceae	Helianthemum	glomeratum	Lag.
	Helianthemum	coulteri	Watson
Commelinaceae	Commelina	coelestris var. loovergaei	C.B. Marke
	Phaeosperion	leiocarpum	(Benth) Nash
	Tradescantia	crassifolia var. acutis	C.D. Clarke
	Tradescantia	crassifolia var. callessens	
Compositae	Achillea	millefolium	L.
	Asourtia	hebeclada	D C.
	Artemisia	ludovisiana	Mitt.
	Baccharis	conferta	HBK.
	Baccharis	macrocephala	Sch. Bip.
	Baccharis	salicifolia	Ruiz & Pavon
	Bidens	ferulifolia	(Lacq) D.C.
	Bidens	odorata	Cav.
	Bidens	serrulata	Pair
	Bidens	trinervia	H B K.

Familia

Compositae

<i>Calea</i>	<i>scabra</i>	(Lag.) Rob.
<i>Carpochaete</i>	<i>grahamianii</i>	Sch. Bip.
<i>Coniza</i>	<i>sophiifolia</i>	H. B. K.
<i>Cosmos</i>	<i>bipinnatus</i>	Cav.
<i>Dahlia</i>	<i>coccinea</i>	Cav.
<i>Dahlia</i>	<i>pinnata</i>	Cov.
<i>Erigeron</i>	<i>longipes</i>	DC.
<i>Erigeron</i>	<i>pubescens</i>	H. B. K.
<i>Eupatorium</i>	<i>glabratum</i>	HBK.
<i>Eupatorium</i>	<i>pazcuarensis</i>	H. B. K.
<i>Eupatorium</i>	<i>pulchellum</i>	H. B. K.
<i>Eupatorium</i>	<i>rubricrule</i>	H. B. K.
<i>Eupatorium</i>	<i>shaffneri</i>	Sch. Bip.
<i>Galinsoga</i>	<i>quadrirradiata</i>	Ruiz & Pavón
<i>Gnaphalium</i>	<i>americanum</i>	Müll
<i>Gnaphalium</i>	<i>conoidesum</i>	H. B. K.
<i>Gnaphalium</i>	<i>oxiphyllum</i> var.	
	<i>oxiphyllum</i>	Desff.
<i>Gnaphalium</i>	<i>roseum</i>	H. B. K.
<i>Gnaphalium</i>	<i>viscosum</i>	H. B. K.
<i>Heliopsis</i>	<i>procumbens</i>	Hemsl
<i>Laegueria</i>	<i>pedunculata</i>	Hook & Arn
<i>Pinaropappus</i>	<i>roseus</i>	(Less) Less
<i>Piqueria</i>	<i>pilosa</i>	H. B. K.
<i>Piqueria</i>	<i>trinervia</i>	Cav.
<i>Psilactis</i>	<i>brevilinqualata</i>	Sch. Bip.
<i>Senecio</i>	<i>albonervius</i>	Greenm
<i>Senecio</i>	<i>angulifolius</i>	DC.
<i>Senecio</i>	<i>callosus</i>	Sch. Bip.
<i>Senecio</i>	<i>salignus</i>	DC.
<i>Senecio</i>	<i>sanguisorbae</i>	DC.
<i>Senecio</i>	<i>sinuatus</i>	H. B. K.
<i>Senecio</i> aff.	<i>parayanus</i>	García-Perez.
<i>Siegesbekia</i>	<i>orientalis</i>	L.
<i>Stevia</i>	<i>eliator</i>	H. B. K.
<i>Stevia</i>	<i>iltisiana</i>	Grashoff
<i>Stevia</i>	<i>isomeca</i>	Grashoff

Familia

Compositae	<i>Stevia</i>	<i>zorullensis</i>	H B K
	<i>Stevia</i>	<i>ovata</i> var. <i>ovata</i>	Willd
	<i>Stevia</i>	<i>pilosa</i>	Lag.
	<i>Stevia</i>	<i>rhombifolia</i> var. <i>stephanocoma</i> f.g.	(Sch.) Rob.
	<i>Stevia</i>	<i>salicifolia</i>	Cav.
	<i>Stevia</i>	<i>tomentosa</i>	H B K.
	<i>Verbesina</i>	<i>oncophora</i>	Rob et Seat.
	<i>Verbesina</i>	<i>virgata</i>	Cav.
	<i>Viguiera</i>	<i>liniaris</i>	(Cav.) Schp. Bip.
Cornaceae	<i>Cornus</i>	<i>excelsa</i>	H B K
Cruciferaeas	<i>Brassica</i>	<i>campestris</i>	L.
	<i>Cordamine</i>	<i>gambelli</i>	Watson
	<i>Lepidium</i>	<i>virginicum</i>	L.
	<i>Sisymbrium</i>	<i>irio</i>	L.
Cyperaceae	<i>Cyperus</i>	<i>fluvius</i>	(Vahl) Ness
	<i>Cyperus</i>	<i>huamensis</i>	(H B K) Johnst
	<i>Cyperus</i>	<i>spectabilis</i>	Link
	<i>Carex</i>	<i>atractodes</i>	F.J. Herm.
	<i>Carex</i>	<i>sp.</i>	
Dicranaceae	<i>Campylopus</i>	<i>pilifer</i>	Brid.
Ericaceae	<i>Arbutus</i>	<i>xalapensis</i>	HBK.
	<i>Arbutus</i>	<i>glandulosa</i>	Mart & Gal.
Fagaceae	<i>Quercus</i>	<i>candicans</i>	Nie
	<i>Quercus</i>	<i>crassifolia</i>	H et B.
	<i>Quercus</i>	<i>glabrescens</i>	Benth
	<i>Quercus</i>	<i>laurina</i>	H et B
	<i>Quercus</i>	<i>mexicana</i>	H et B
<i>Quercus</i>	<i>obtusata</i>	H. et B	
Gentianaceae	<i>Genciana</i>	<i>spatacea</i>	H B K
	<i>Halenia</i>	<i>brevicornis</i>	(H B K) Don

Familia

Geraniaceae	Geranium	mexicanum	HBK.
	Geranium	seemannii	Peyr.
Gramineae	Aegopogon	cenchroides	H et B.
	Agrostis	alba	L.
	Agrostis	bourgaei	Fourn
	Agrostis aff.	montevidensis	Spreng et Ness.
	Briza	rotundata	(HBK.) Steud
	Briza	subaristata	Lam.
	Calamagrostis	arundinaceae	(L.) Roth
	Calamagrostis	sp.	
	Festuca	breviglumis	Swallen
	Lolium	multiflorum	Lam.
	Muhlenbergia	macrura	(HBK.) Hitch
	Panicum	bulbosum	H B K.
	Panicum	plenum	Hitch & Chase
	Sporobolus	indicus	(L.) R. Br.
	Stipa	virescens	H B K.
	Trisetum	deyeuxoides	(HBK.) Kunth
Uridaceae	Nemastylis	tenuis	(Herb) Haber
Guttiferac	Hypericum	shaffneri	Wats
Labiatae	Cunila	lythryfolia	Benth
	Hedionma	piperita	Benth
	Lepechinia	nelsonii	(Fern.) Epling
	Mentha	canadensis	L.
	Prunella	vulgaris	L.
	Salvia	amarissima	Ort
	Salvia	elegans	Vahl
	Salvia	lavanduloides	Kenth
	Salvia	leptofila	Benth
	Salvia	patens	Cav.
	Scutellaria	caerulea	Mos et Sessi
	Stachys	agraria	Cham et Schul
	Stachys	nepetifolia	Dest.

Familia

Leguminosae

<i>Cassia</i>	<i>tomentosa</i>	L.
<i>Desmodium</i>	<i>molliculum</i>	(HBK.) DC.
<i>Desmodium</i>	<i>orbiculare</i>	Schl.
<i>Desmodium</i>	<i>venustum</i>	Stendl
<i>Lotus</i>	<i>angustifolius</i>	(G. Don) Sesse et Moc
<i>Lupinus</i>	<i>geophyllus</i>	Rose
<i>Medicago</i>	<i>denticulata</i>	Willd
<i>Hinkelersia</i>	<i>galactoides</i>	Mar et Gal
<i>Phaseolus</i>	<i>coccineus</i>	L.
<i>Phaseolus</i>	<i>hintonii</i>	Delgado (en des cripci6n)
<i>Phaseolus</i>	<i>pauciflorus</i>	Piper
<i>Phaseolus</i> aff.	<i>pedicellatum</i>	Benth
<i>Trifolium</i>	<i>amabile</i>	H B K.
<i>Trifolium</i>	<i>goniocarum</i>	Lojac
<i>Trifolium</i>	<i>repens</i>	L.

Lentibulariaceae

<i>Pinguicula</i>	<i>caudata</i>	Schl
-------------------	----------------	------

Liliaceae

<i>Anthericum</i>	<i>humboldtii</i>	Hemsl
<i>Anthericum</i>	<i>stenocarpum</i>	Baker
<i>Anthericum</i>	sp.	
<i>Smilax</i>	<i>moranensis</i>	Mart et Gal

Loganiaceae

<i>Buddleja</i>	<i>americana</i>	L.
-----------------	------------------	----

Lythraceae

<i>Cuphea</i>	<i>aequipetala</i>	Cav.
---------------	--------------------	------

Malvaceae

<i>Malvastrum</i>	<i>ribifolium</i>	(Sché) Hemsl
<i>Sida</i>	<i>rhombifolia</i>	L.

Onegraceae

<i>Fucsia</i>	<i>minimifolia</i>	Hemsl
<i>Fucsia</i>	<i>microphyla</i>	H B K.
<i>Fucsia</i>	<i>lymifolia</i>	H B K.
<i>Lopezia</i>	<i>racemosa</i>	Cav.
<i>Oenothera</i>	<i>laciniata</i>	(Will) Hung
<i>Oenothera</i>	<i>laciniata</i> var. <i>pubescens</i>	Will
<i>Oenothera</i>	<i>montana</i>	Rose

Familia

Orquidaceae	Bletia aff.	gracilis	Lodiges
	Corallorhiza	mexicana	Lindl
	Gorenia	liliaceae	Lindl
	Habenaria	entomatha	Lindl
	Malaxis	stuep-topetala	(Rob. & Greenm) Ames.
Oxalidaceae	Oxalis	corniculata	L.
	Oxalis	divergens	Benth
	Oxalis	sp.	
Phytolaccaceae	Phytolacca	octandria	L.
Plantaginaceae	Plantago	galeottiana	Decaisne
Polygonaceae	Monnina	xalapensis	H B K.
	Polygonum	punctatum	Ell.
	Rumex	maritimus	L.
Polypodaceae	Elaphoglossum	affine	(Moest et Gol.) Moore
	Elaphoglossum	venustum	(Fern) More
	Polypodium	lanceolatum	L.
	Polypodium	plebejus	Schlecht et Cham
Polytrichaceae	Pogonatum	sp.	
	Polytrichum	juniperinum	Hedw.
	Polytrichum	sp.	
Pteridiaceae	Adiantum	andicola	Liebtr
	Cheilanthes	aurea	(Best-Desv.) Copel
	Pteridium	aquilinum	(L.) Kuhn
Pyrolaceae	Chimaphila	umbelata	(L.) Borton
	Hipopitis	multiflora	Scop.
Ranunculaceae	Ranunculus	dichotomus	Moc. et Sesse.
Resedaceae	Reseda	luteola	L.
Roseaceae	Alchemilla	procumbens	Rose
	Fragaria	mexicana	Schl

Familia			
Rubiaceae	<i>Bouvardia</i>	<i>terminalis</i>	(Cav.) Schl
	<i>Didymaea</i>	<i>alsinoides</i>	(Schl. & Cham.) Standl
	<i>Galium</i>	<i>uncinulatum</i>	DC.
Scrophulariaceae	<i>Castilleja</i>	<i>scorzonerifolia</i>	HBK.
	<i>Castilleja</i>	<i>moranensis</i>	H B K.
	<i>Lamouroxia</i>	<i>multifida</i>	H B K.
	<i>Perstemon</i>	<i>campanulatus</i>	Willd
Solanaceae	<i>Cestrum</i>	<i>thyrsoides</i>	H B K.
	<i>Soracha</i>	sp.	
	<i>Solanum</i>	<i>aligerum</i>	Schl
	<i>Solanum</i>	<i>cervantesii</i>	Lag.
	<i>Solanum</i>	<i>cardiophyllum</i>	Lindl
<i>Solanum</i>	sp.		
Umbelliferae	<i>Eryngium</i>	<i>cymosum</i>	Delar
	<i>Eryngium</i>	<i>ranunculoides</i>	Benth
	<i>Rhodosciadium</i>	<i>purpureum</i>	(Rose) Math & Const.
	<i>Rhodosciadium</i>	<i>tuberosum</i>	Coulter & Rose
	<i>Rhodosciadium</i>	<i>tolucense</i>	(HBK.) Mathias
Verbenaceae	<i>Bauchea</i>	<i>prismatica</i> var. <i>brevirostra</i>	Grenz
Violaceae	<i>Viola</i>	sp.	

APENDICE II
ESTRUCTURA

Area # 1

		N	I	i	1/M	D	D.R.	d	d.R.	f	F.P.	F.R.	V.I.
<i>Stipa</i>	<i>virescens</i>	51	1511	6	6.318	2127	52.87	25.18	42.25	0.125	0.7506	11.66	106.8
<i>Politricum</i>	<i>juniperinum</i>	30	1379	5	1.834	611.3	15.2	22.98	38.56	0.061	3.055	42.48	101.2
<i>Pinguicula</i>	<i>caudata</i>	3	20	2	0.228	76	1.89	0.33	0.55	0.076	0.152	2.36	4.8
<i>Panicum</i>	<i>bulbosum</i>	6	195	2	0.664	221.3	5.5	3.25	5.45	0.110	0.2212	3.44	14.4
<i>Elaphoglossum</i>	<i>venustum</i>	14	367	4	0.990	330	8.2	6.11	10.34	0.070	0.2828	4.40	22.9
<i>Cheilantes</i>	<i>aurea</i>	1	30	1	1.666	555.3	13.8	0.5	0.84	1.606	1.6666	25.89	40.5
<i>Dropterus</i>	<i>pilosa</i>	1	30	1	0.040	13.3	0.33	0.5	0.84	0.040	0.040	0.62	1.8
<i>Geranium</i>	<i>seemanni</i>	1	3	1	0.200	66.6	1.65	0.05	0.08	0.200	0.200	3.10	4.8
<i>Gnaphalium</i>	<i>roseus</i>	1	15	1	0.066	22	0.54	0.25	0.42	0.066	0.066	1.02	2.0
<i>Baccharis</i>	<i>conferta</i>	1	17	1	0.040	13.3	5.24	0.28	3.15	0.040	0.040	9.86	18.2
<i>Eupatorium</i>	<i>glabratum</i>	5	467	5	0.187	62.3	24.50	7.78	86.52	0.037	0.187	46.10	157.1
<i>Viguiera</i>	<i>linearis</i>	3	56	1	0.536	178.6	70.30	0.93	10.34	0.178	0.178	44.03	124.7

Area # 2

AREA # 2

<i>Stipa</i>	<i>virescens</i>	24	310	5	3.449	1149.6	25.91	5.16	18.40	0.143	0.718	44.07	88.8
<i>Panicum</i>	<i>bulbosum</i>	69	1318	6	9.531	3177.0	71.34	21.96	78.32	0.828	0.828	50.83	200.0
<i>Penstemon</i>	<i>campanulatus</i>	1	52	1	0.050	16.6	0.37	0.86	3.10	0.050	0.050	3.06	6.3
<i>Calea</i>	<i>scabra</i>	1	3	1	0.330	110.0	2.47	0.05	0.18	0.033	0.033	2.02	4.7
<i>Eupatorium</i>	<i>glabratum</i>	7	260	5	0.572	190.6	94.38	4.33	71.62	0.082	0.408	92.31	258.3
<i>Viguiera</i>	<i>linearis</i>	1	55	1	0.012	4.0	1.98	0.91	15.16	0.012	0.012	2.71	19.8
<i>Baccharis</i>	<i>conferta</i>	1	48	1	0.022	7.3	3.63	0.80	13.23	0.022	0.022	4.97	21.8

N= número de individuos; I= sumatoria de las intercepciones; i= intervalos en los que aparece la especie; 1/M= sumatoria de los inversos del ancho de la especie interceptada; D= Densidad por 2×10^6 cm^2 ; D.R.= Densidad relativa; d= Dominancia; d.R.= Dominancia relativa; f= factor de ponderación; F.P.= Frecuencia ponderada; F.R.= Frecuencia relativa; V.I.= Valor de importancia.

...viii

Area # 4

Especie		N	I	l	l/M	D	D.R	d	d.R	f	F.p	F.R	V.I
<i>Panicum</i>	<i>bulbosum</i>	21	293	5	1.610	536.6	33.42	4.88	64.83	0.0766	0.383	27.4	145.65
<i>Cestrum</i>	<i>thyrscideum</i>	5	46	5	0.610	203.33	20.24	0.766	10.18	0.122	0.61	43.62	74.04
<i>Stipa</i>	<i>virescens</i>	6	93	3	0.781	260.3	25.91	1.55	20.6	0.1301	0.3903	27.91	74.42
<i>Penstemon</i>	<i>campanulatus</i>	1	20	1	0.013	4.33	0.43	0.33	4.38	0.013	0.013	2.14	6.95
<i>Eupatorium</i>	<i>glabratum</i>	3	82	3	0.103	34.3	59.57	1.366	52.22	0.0343	0.1029	74.01	186.4
<i>Helianthemum</i>	<i>glomerulatum</i>	2	75	1	0.070	23.3	40.48	1.25	47.77	0.035	0.035	25.32	113.63

Area # 3

<i>Penstemon</i>	<i>campanulatus</i>	5	22	3	0.793	265.0	18.07	0.366	5.15	0.159	0.479	20.97	44.19
<i>Salvia</i>	<i>elegans</i>	10	132	5	1.950	650.0	44.17	2.200	30.99	0.195	0.975	42.0	117.86
<i>Stipa</i>	<i>virescens</i>	4	69	3	0.279	93.0	6.32	1.15	16.20	0.069	0.210	9.16	31.68
<i>Panicum</i>	<i>bulbosum</i>	9	164	2	1.071	357.0	24.26	2.73	38.50	0.119	0.238	10.42	73.18
<i>Geranium</i>	<i>seemanni</i>	2	26	2	0.250	83.3	5.66	0.43	6.10	0.125	0.250	10.95	22.71
<i>Viguiera</i>	<i>linearis</i>	1	13	2	0.066	22.0	1.44	0.21	3.05	0.066	0.132	5.76	10.32
<i>Eupatorium</i>	<i>glabratum</i>	22	1027	6	1.058	352.6	52.2	17.12	75.07	0.048	0.288	34.30	166.57
<i>Baccharis</i>	<i>conferta</i>	7	132	3	0.617	201.6	30.44	2.20	9.65	0.088	0.264	36.07	76.16
<i>Baccharis</i>	<i>macrocephala</i>	1	24	1	0.066	22.0	3.25	0.40	1.75	0.066	0.066	9.00	14.00
<i>Baccharis</i>	<i>salicifolia</i>	5	185	2	0.286	95.3	14.11	3.08	13.52	0.057	0.114	15.61	43.24

Area # 5

<i>Panicum</i>	<i>bulbosum</i>	31	450	6	2.763	921.0	36.63	7.50	56.96	0.891	0.535	18.3	112.19
<i>Stipa</i>	<i>virescens</i>	23	237	6	2.930	976.6	38.84	3.95	30.00	0.127	0.764	26.50	95.43
<i>Geranium</i>	<i>seemanni</i>	4	62	2	0.500	166.6	6.63	1.02	7.85	0.500	1.000	34.74	49.27
<i>Penstemon</i>	<i>campanulatus</i>	2	8	1	0.366	122.0	4.85	0.13	1.01	0.183	0.183	6.36	12.22
<i>Aegopogon</i>	<i>cenroides</i>	5	33	2	0.984	328.0	13.04	0.55	4.17	0.192	0.392	13.65	30.86
<i>Baccharis</i>	<i>conferta</i>	14	603	6	0.514	171.3	94.31	10.05	95.90	0.037	0.220	67.66	277.87
<i>Eupatorium</i>	<i>glabratum</i>	1	26	1	0.031	10.3	5.68	0.43	4.10	0.031	0.031	12.34	22.12

EPOCA HUMEDA (Agosto de 1986).

Area # 1

	N	I	1	1/M	D	D.R.	d	d.R.	f	F.P.	F.R.	V.I.
<i>Malaxis</i> sp.	1	3	1	0.286	95.33	0.96	0.05	0.065	0.260	0.280	1.92	2.95
<i>Graphalium</i> <i>oxiphyllum</i>	1	6	1	0.222	73.99	0.74	0.10	0.130	0.222	0.222	1.53	2.40
<i>Stipa</i> <i>virescens</i>	36	945	6	2.232	1077.33	10.78	15.75	20.200	0.089	0.538	3.70	34.68
<i>Trifolium</i> <i>repens</i>	4	30	3	0.865	288.33	2.88	0.50	0.640	0.216	0.649	4.45	15.97
<i>Campylopus</i> <i>pilifer</i>	14	396	5	1.153	384.33	3.85	6.60	8.460	0.082	0.411	2.92	15.30
<i>Panicum</i> <i>plenum</i>	1	2	1	0.500	166.60	1.67	0.03	0.039	0.500	0.500	3.43	5.14
<i>Calea</i> <i>scabra</i>	2	48	1	0.224	74.66	0.74	0.80	1.020	0.112	0.112	0.77	2.53
<i>Elaphoglossum</i> <i>venustum</i>	28	924	5	1.532	510.66	5.11	15.40	19.750	0.547	3.282	22.57	47.40
<i>Oxalis</i> <i>divergens</i>	28	98	6	9.454	3151.33	31.55	1.63	2.100	0.337	2.026	13.91	47.56
<i>Stevia</i> <i>saicifolia</i>	15	180	5	1.602	537.33	5.38	3.00	3.850	0.127	0.633	4.62	66.85
<i>Stevia</i> <i>rhombifolia</i>	8	83	4	0.861	287.00	2.67	1.38	1.770	0.108	0.430	2.95	7.59
<i>Carex</i> sp.	3	56	2	0.310	103.33	1.03	0.93	1.200	0.103	0.207	1.42	3.65
<i>Cyperus</i> <i>spectabilis</i>	3	64	2	0.108	38.00	0.36	1.40	1.800	0.036	0.072	0.50	2.66
<i>Politrichum</i> sp.	6	110	4	0.296	98.66	0.99	1.83	2.340	0.044	0.177	1.21	4.54
<i>Politrichum</i> <i>juniperinum</i>	11	208	4	1.166	388.66	3.90	3.46	4.440	0.106	0.404	2.77	11.11
<i>Pinguicula</i> <i>caudata</i>	9	91	3	1.027	342.33	3.42	1.51	1.930	0.114	0.342	2.35	7.70
<i>Rumex</i> sp.	3	51	2	0.198	63.99	0.66	0.85	1.100	0.066	0.132	0.90	2.66
<i>Persicaria</i> <i>campanulata</i>	1	11	1	0.125	41.66	0.41	0.18	0.230	0.125	0.125	0.86	1.50
<i>Polypodium</i> <i>plebejum</i>	7	193	3	0.722	240.60	2.41	3.30	4.230	0.103	0.309	2.12	8.84
<i>Asplenium</i> <i>nonanthes</i>	8	105	2	0.876	292.00	2.92	1.75	2.24	0.109	0.219	1.50	6.66
<i>Panicum</i> <i>bulbosum</i>	23	392	4	1.704	567.99	5.68	9.86	12.65	0.024	0.296	2.03	20.36
<i>Galium</i> <i>uncinulatum</i>	9	164	3	2.553	850.94	8.52	2.73	3.50	0.284	0.850	5.84	17.86
<i>Manfreda</i> <i>brachystachys</i>	1	95	1	0.184	61.33	0.61	1.58	2.02	0.184	0.184	1.26	3.89
<i>Eupatorium</i> <i>rubricaulis</i>	2	77	2	0.134	44.66	0.44	1.28	1.64	0.570	1.34	9.20	11.28
<i>Agrostis</i> <i>alba</i>	1	67	2	0.241	96.99	0.97	1.12	1.43	0.291	0.382	3.09	6.39
<i>Begonia</i> <i>gracilis</i>	1	5	1	0.143	47.66	0.47	0.08	0.11	0.143	0.143	0.98	1.56
<i>Lamourea</i> <i>multifida</i>	2	47	1	0.183	60.99	0.61	0.78	1.00	0.091	0.091	0.63	2.24

.....continúa Area # 1

	N	I	i	1/M	D	D.R.	d	d.r.	f	F.P.	F.R.	V.I.
<i>Eupatorium glabratum</i>	3	327	2	0.194	64.66	13.07	5.45	53.43	0.064	0.129	6.87	73.37
<i>Fuchsia microphylla</i>	3	38	1	0.333	111.00	22.49	0.63	6.21	0.066	0.866	35.43	64.08
<i>Fuchsia tymifolia</i>	10	196	3	0.808	269.33	54.44	3.26	32.02	0.080	0.242	12.90	99.36
<i>Baccharis conferta</i>	1	18	1	0.022	25.66	5.18	0.30	2.94	0.077	0.077	40.96	49.09
<i>Carphochaete grahamanii</i>	1	33	1	0.072	24.00	4.85	0.55	5.39	0.072	0.072	3.93	14.07
Area # 2												
<i>Oxalis divergens</i>	42	138	5	17.119	5708.33	46.13	2.30	3.43	0.407	2.038	17.92	67.48
<i>Panicum bulbosum</i>	48	1300	6	2.088	695.99	5.62	21.66	32.37	0.043	0.261	2.30	40.29
<i>Stipa virescens</i>	22	560	5	1.406	468.83	3.80	9.33	13.95	0.064	0.032	0.28	18.03
<i>Asplenium monanthes</i>	18	459	6	0.716	237.60	1.92	7.65	11.43	0.039	0.024	2.10	15.45
<i>Galium uncinatum</i>	13	63	5	7.833	2611.10	21.10	1.05	1.57	0.602	2.012	26.50	49.17
<i>Aegopogon cencroides</i>	6	97	3	0.723	241.13	1.95	1.61	2.42	0.120	0.361	3.18	7.55
<i>Carex atractodes</i>	32	555	6	2.587	862.33	6.97	9.25	13.83	0.080	0.484	4.26	27.06
<i>Stevia salicifolia</i>	10	101	4	1.195	398.33	3.22	1.68	2.52	0.119	0.478	4.20	9.94
<i>Cestrum tirsoideum</i>	6	91	3	0.434	144.66	1.17	1.52	2.26	0.722	2.169	19.08	22.51
<i>Polypodium lanceolatum</i>	1	10	1	0.077	22.33	0.18	0.16	0.24	0.077	0.077	0.67	1.09
<i>Salizorgia quadriradiata</i>	3	8	1	0.916	305.33	2.47	0.13	1.70	0.305	0.305	2.68	6.85
<i>Penstemon campanulatus</i>	1	32	1	0.043	14.46	0.11	0.53	0.74	0.043	0.043	0.38	1.28
<i>Alchamilla procumbens</i>	2	48	2	0.027	25.76	0.21	0.80	1.20	0.039	0.772	6.80	8.21
<i>Stevia rhombifolia</i>	7	125	4	0.561	18.70	0.15	2.08	3.11	0.080	0.320	2.81	6.07
<i>Solanum cervantesii</i>	3	127	2	0.122	40.66	0.32	2.11	3.16	0.041	0.081	0.71	4.19
<i>Ptyopteris pilosa</i>	2	8	1	0.194	64.53	0.52	0.03	0.05	0.097	0.097	0.85	1.42
<i>Stevia jorullensis</i>	1	14	1	0.077	25.63	0.20	0.23	0.34	0.077	0.077	0.67	1.21
<i>Calceolaria cabra</i>	1	27	1	0.020	6.66	0.05	0.45	0.67	0.020	0.020	0.17	0.85
<i>Polytrichum juniperinum</i>	6	153	2	0.261	86.99	0.70	2.55	3.81	0.043	0.087	0.76	5.27
<i>Cyperus spectabilis</i>	1	8	1	0.125	41.66	0.33	0.13	0.19	0.125	0.125	0.11	0.63
<i>Senecio albonervius</i>	4	58	2	0.332	110.66	0.90	0.96	1.44	0.083	0.166	1.46	3.80
<i>Politrichum sp.</i>	1	28	1	0.023	7.66	0.06	0.46	0.70	0.023	0.023	0.20	0.96
<i>Medicago denticulata</i>	1	12	1	0.100	33.33	0.27	0.20	0.30	0.100	0.100	0.38	1.45

.....continúa Area # 2

		N	I	i	1/M	D	D.R.	d	J.R.	f	F.P.	F.R.	V.I.
<i>Baccharis</i>	<i>macrocephala</i>	1	19	1	0.050	16.66	5.45	0.31	2.45	0.050	0.050	9.03	16.93
<i>Eupatorium</i>	<i>glabratum</i>	10	619	4	0.542	180.66	59.11	10.31	81.53	0.054	0.216	39.02	179.66
<i>Baccharis</i>	<i>conferta</i>	1	4	1	0.250	83.30	27.25	0.06	0.52	0.250	0.250	45.16	72.93
<i>Eupatorium</i>	<i>rubricaulis</i>	2	118	1	0.075	25.00	8.18	1.96	15.50	0.037	0.037	6.77	30.45
Area # 3													
<i>Panicum</i>	<i>bulbosum</i>	24	663	5	0.897	2.99	19.50	11.05	29.54	0.024	0.023	0.98	50.02
<i>Lamourosia</i>	<i>multifida</i>	2	72	2	0.592	0.39	1.30	1.20	3.21	0.029	0.059	2.53	7.04
<i>Galium</i>	<i>uncinatum</i>	10	132	6	1.372	4.57	29.84	2.20	5.88	0.137	0.823	34.84	70.57
<i>Stipa</i>	<i>virescens</i>	8	598	5	0.226	00.75	4.93	9.96	26.53	0.028	0.142	6.00	37.56
<i>Penstemon</i>	<i>campanulatus</i>	8	92	5	0.632	2.19	13.74	1.53	4.09	0.079	0.395	16.71	34.54
<i>Asplenium</i>	<i>monanthes</i>	1	25	1	0.033	0.12	0.78	0.41	1.10	0.033	0.033	1.41	3.29
<i>Pteridium</i>	<i>aquilinum</i>	3	121	3	0.113	0.38	2.45	2.02	5.40	0.038	0.038	4.77	12.62
<i>Stevia</i>	<i>rhombifolia</i>	8	113	6	0.696	2.323	15.15	1.88	5.01	0.087	0.523	22.12	42.29
<i>Phytolaca</i>	<i>octandra</i>	12	343	5	0.537	1.79	11.69	5.72	15.29	0.044	0.224	9.47	36.45
<i>Polytrichum</i>	<i>juniperinum</i>	1	86	1	0.027	0.04	0.58	1.43	3.82	0.027	0.027	1.14	5.54
<i>Fucsia</i>	<i>microphylla</i>	11	342	5	0.424	1.41	30.32	5.70	14.50	0.038	0.192	24.64	69.46
<i>Eupatorium</i>	<i>glabratum</i>	17	1801	6	0.160	0.53	11.47	30.02	76.36	0.009	0.056	7.21	95.04
<i>Baccharis</i>	<i>conferta</i>	9	192	5	0.632	2.12	45.20	3.03	7.70	0.070	0.351	44.90	97.80
<i>Baccharis</i>	<i>macrocephala</i>	1	34	1	0.182	0.60	12.99	0.56	1.42	0.182	0.182	23.23	37.64
Area # 4													
<i>Stevia</i>	<i>rhombifolia</i>	13	271	6	1.286	428.83	13.95	4.51	12.14	0.098	0.593	16.39	42.47
<i>Stipa</i>	<i>virescens</i>	20	610	6	0.959	319.40	10.40	10.16	27.52	0.068	0.287	7.94	45.92
<i>Aquilea</i>	<i>millefolium</i>	11	195	4	0.779	259.63	9.44	3.25	8.75	0.071	0.284	7.83	25.02
<i>Panicum</i>	<i>bulbosum</i>	27	668	6	1.495	498.46	16.21	11.13	29.97	0.053	0.332	9.18	55.35
<i>Anthericum</i>	<i>humboldtii</i>	3	65	3	0.145	48.33	1.57	1.83	4.93	0.048	0.144	4.00	6.50
<i>Galium</i>	<i>uncinatum</i>	18	281	6	2.084	694.66	22.60	8.68	12.68	0.115	0.694	19.17	54.37
<i>Cyperus</i>	<i>flavus</i>	1	25	1	0.022	7.33	0.24	0.42	1.12	0.022	0.022	0.61	1.97

.....continúa Area # 4

		N	I	i	1/M	D	D.R.	d.	d.R.	f	F.P.	F.R.	V.I.
<i>Oxalis</i>	<i>divergens</i>	2	32	4	2.232	744.00	24.20	0.53	1.43	0.279	1.116	30.81	56.44
<i>Lamouroxia</i>	<i>multifida</i>	3	38	2	0.220	73.43	2.38	0.63	1.70	0.076	0.147	4.70	8.78
<i>Fucsia</i>	<i>timifolia</i>	3	150	3	0.077	25.86	8.85	0.15	3.85	0.025	0.077	12.24	29.94
<i>Eupatorium</i>	<i>glabratum</i>	10	241	5	0.483	162.66	55.67	0.93	55.70	0.048	0.244	30.59	149.96
<i>Baccharis</i>	<i>conferta</i>	3	57	3	0.182	60.83	20.82	0.347	20.82	0.061	0.182	28.84	70.46
<i>Fucsia</i>	<i>microphylla</i>	2	48	2	0.128	42.83	14.56	0.24	14.66	0.064	0.128	20.32	49.64

Area # 5

<i>Aegopogon</i>	<i>cencroides</i>	35	633	6	1.651	550.26	18.85	10.55	31.06	0.047	0.283	6.75	56.67
<i>Stipa</i>	<i>virescens</i>	15	342	5	0.782	260.63	8.93	5.70	16.78	0.052	0.260	6.218	31.93
<i>Oxalis</i>	<i>divergens</i>	11	40	6	3.160	1053.33	36.09	0.65	1.961	0.287	1.723	41.11	79.16
<i>Panicum</i>	<i>bulbosum</i>	12	304	5	0.538	179.46	6.148	5.06	14.92	0.044	0.224	5.35	26.41
<i>Pinguicula</i>	<i>caudata</i>	1	10	1	0.100	33.33	1.142	0.16	0.49	0.100	0.100	2.386	4.02
<i>Polytricum</i>	<i>sp.</i>	2	55	2	0.147	49.00	1.678	0.92	2.70	0.073	0.147	3.507	7.88
<i>Dryopteris</i>	<i>villosa</i>	11	187	5	0.975	325.13	11.140	3.12	9.17	0.089	0.443	10.576	31.15
<i>Pteridium</i>	<i>aquilinum</i>	4	179	4	0.112	37.93	1.282	2.98	8.76	0.028	0.112	2.675	12.74
<i>Plantago</i>	<i>galeottiana</i>	2	19	1	0.133	44.33	1.518	0.31	0.93	0.066	0.066	1.50	4.03
<i>Penstemon</i>	<i>campanulatus</i>	7	115	4	0.386	128.80	4.413	1.92	5.64	0.055	0.221	5.27	15.32
<i>Stevia</i>	<i>salicifolia</i>	3	57	3	0.158	52.50	1.800	0.95	2.80	0.052	0.157	3.75	8.36
<i>Prunella</i>	<i>vulgaris</i>	3	30	2	0.484	161.33	5.527	0.50	1.47	0.161	0.322	7.70	14.70
<i>Polytricum</i>	<i>juniperinum</i>	2	25	2	0.090	30.13	1.03	0.42	1.22	0.045	0.090	2.16	4.41
<i>Lamouroxia</i>	<i>multifida</i>	1	42	1	0.040	13.33	0.45	0.70	2.06	0.040	0.040	0.95	3.47
<i>Fucsia</i>	<i>microphylla</i>	2	11	1	0.393	130.93	46.44	0.18	1.65	0.196	0.196	14.06	62.16
<i>Eupatorium</i>	<i>glabratum</i>	1	35	1	0.052	17.26	6.13	0.58	5.27	0.052	0.052	3.70	15.10
<i>Baccharis</i>	<i>conferta</i>	12	618	5	0.401	133.70	47.43	10.30	93.07	0.229	1.149	82.24	222.74

APENDICE III
INDICE DE SØRENSEN

INDICE DE SIMILITUD ENTRE CUADRANTES.
(INDICE DE SØRENSEN).

Época húmeda

Especie	C 1	C 2	C 3	C 4	C 5
<i>Malaxis streptopetala</i>	+	-	-	-	-
<i>Gnaphalium oxiphyllum</i>	+	-	-	-	-
<i>Stipa virescens</i>	+	+	+	+	+
<i>Trifolium repens</i>	+	-	-	-	-
<i>Campylopus pilifer</i>	+	-	-	-	-
<i>Panicum plenum</i>	+	-	-	-	-
<i>Calea scabra</i>	+	+	-	-	-
<i>Elaphoglossum venustum</i>	+	-	-	-	-
<i>Oxalis divergens</i>	+	+	-	+	+
<i>Stevia salicifolia</i>	+	+	-	-	-
<i>Stevia rhombifolia</i>	+	+	+	+	-
<i>Carex sp.</i>	+	+	-	-	-
<i>Cyperus spectabilis</i>	+	+	-	+	-
<i>Polytrichum sp.</i>	+	+	-	-	+
<i>Polytrichum juniperinum</i>	+	+	+	-	+
<i>Pinguicula caudata</i>	+	-	-	-	+
<i>Rumex p.</i>	+	-	-	-	-
<i>Penstemon campanulatus</i>	+	+	+	-	+
<i>Polypodium plebejum</i>	+	-	-	-	-
<i>Asplenium monantes</i>	+	+	+	-	-
<i>Panicum bulbosum</i>	+	+	+	+	+
<i>Galium uncinatum</i>	+	+	+	+	-
<i>Manfreda brachistachis</i>	+	-	-	-	-
<i>Eupatorium rubricaulis</i>	+	+	-	-	-
<i>Agrostis alba</i>	+	-	-	-	-
<i>Begonia gracilis</i>	+	-	-	-	-
<i>Lamouroxia multifida</i>	+	-	+	+	+
<i>Eupatorium glabratum</i>	+	+	+	+	+
<i>Fucsia microphylla</i>	+	-	-	-	-
<i>Fucsia tymifolia</i>	+	-	-	+	-
<i>Baccharis conferta</i>	+	+	+	+	+
<i>Carphochaete grahamanni</i>	+	-	-	-	-
<i>Aegopogon cenchroides</i>	-	+	-	-	+
<i>Carex atractodes</i>	-	+	-	-	-
<i>Cestrum tinsoideum</i>	-	+	-	-	-
<i>Polypodium lanceolatum</i>	-	+	-	-	-
<i>Galinzonga quadriradiata</i>	-	+	-	-	-

Especie		C 1	C 2	C 3	C 4	C 5
<i>Dryopteris</i>	<i>pilosa</i>	-	+	-	-	+
<i>Solanum</i>	<i>cervantesii</i>	-	+	-	-	-
<i>Stevia</i>	<i>foeniculis</i>	-	+	-	-	-
<i>Cyperus</i>	<i>spectabilis</i>	-	+	-	-	-
<i>Baccharis</i>	<i>macrocephala</i>	-	+	+	-	-
<i>Pteridium</i>	<i>aquilinum</i>	-	-	+	-	+
<i>Phytolaca</i>	<i>octandra</i>	-	-	+	-	-
<i>Alchemilla</i>	<i>procumbens</i>	-	+	-	-	-
<i>Medicago</i>	<i>denticulata</i>	-	+	-	-	-
<i>Anthericum</i>	<i>humboldtii</i>	-	-	-	+	-
<i>Cyperus</i>	<i>flavus</i>	-	-	-	+	-
<i>Aquilegia</i>	<i>millefolium</i>	-	-	-	-	+
<i>Plantago</i>	<i>galeottiana</i>	-	-	-	-	+
<i>Prunella</i>	<i>vulgaris</i>	-	-	-	-	+

INDICE DE SIMILITUD ENTRE CUADRANTES
(INDICE DE SØRENSEN)

Epoca seca.

Especie		C 1	C 2	C 3	C 4	C 5
<i>Stipa</i>	<i>viridula</i>	+	+	+	+	+
<i>Polytrichum</i>	<i>juniperinum</i>	+	-	-	-	-
<i>Pinguicula</i>	<i>caudata</i>	+	-	-	-	-
<i>Panicum</i>	<i>bulbosum</i>	+	+	+	+	+
<i>Elaphoglossum</i>	<i>venustum</i>	+	-	-	-	-
<i>Cheilanthes</i>	<i>aurea</i>	+	-	-	-	-
<i>Dryopteris</i>	<i>villosa</i>	+	-	-	-	-
<i>Geranium</i>	<i>seemannii</i>	+	-	+	-	+
<i>Gnaphalium</i>	<i>roseum</i>	+	-	-	-	-
<i>Baccharis</i>	<i>conferta</i>	+	+	+	-	+
<i>Eupatorium</i>	<i>glabratum</i>	+	+	+	+	+
<i>Viguiera</i>	<i>liniaria</i>	+	+	+	-	-
<i>Penstemon</i>	<i>campanulatus</i>	-	+	+	+	+
<i>Calea</i>	<i>scabra</i>	-	+	-	-	-
<i>Cestrum</i>	<i>thyrsoideum</i>	-	-	-	+	-

Especie		C 1	C 2	C 3	C 4	C 5
<i>Helinatum</i>	<i>glomeratum</i>	-	-	-	+	-
<i>Salvia</i>	<i>elegans</i>	-	-	+	-	-
<i>Baccharis</i>	<i>macrocephala</i>	-	-	+	-	-
<i>Baccharis</i>	<i>salicifolia</i>	-	-	+	-	-
<i>Aegopogon</i>	<i>cenchroides</i>	-	-	-	-	+