



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO**

---

---

**FACULTAD DE CIENCIAS**

**CUANTIFICACION DE LA  
PRODUCCION DE HOJARASCA EN UN BOSQUE  
CADUCIFOLIO DE XALAPA, VERACRUZ, MEXICO**

**TESIS PROFESIONAL**

**CARLOS CORREA PEÑA**

**México, D. F.**

**1981**



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



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

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

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

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

I N D I C E

CUANTIFICACION DE LA PRODUCCION DE HOJARASCA  
EN UN BOSQUE CADUCIFOLIO DE XALAPA, VER. MEX.

1.- RESUMEN.

2.- INTRODUCCION Y OBJETIVOS.

3.- DESCRIPCION.

Localización

Clima

Suelo

Estructura de la comunidad

4.- METODOLOGIA

5.- RESULTADOS Y DISCUSION

6.- CONCLUSIONES

7.- BIBLIOGRAFIA.

## RESUMEN

Se estimó la caída de hojarasca semanalmente y durante un año en un bosque caducifolio ( Miranda y Hernández, X. 1963 ) situado en Xalapa, Ver., considerando el aporte de los principales componentes de la misma ( hojas, partes reproductivas, ramas y otros como heces fecales y corteza de árbol ). El bosque produce  $9.2 \pm 2.5 \text{ ton.ha.año}^{-1}$  del cuál el 66% lo aportaron las hojas, el 15.4% las ramas, el 12.6% los órganos reproductivos y la fracción que resta otros materiales como heces fecales, corteza de árbol, etc. Respecto a la fenología las tasas mayores de caída de hojas sucede en la sequía ( principalmente marzo y abril ), con un aporte de  $30-45 \text{ gr.m}^2.\text{semana}^{-1}$ . A la época de lluvias ( junio, julio y agosto principalmente ) le corresponden las menores tasas de caída de hojas, con valores de menos de  $10 \text{ gr.m}^2.\text{semana}^{-1}$ . De agosto a diciembre ocurre la mayor tasa de caída de frutos, y la floración de la mayoría de las especies en el bosque se efectúa a mediados de la sequía ( febrero-marzo ). La caída de ramas no presentó ninguna influencia estacional y su caída se debió mas bien a factores del tiempo como vientos, granizadas, etc.

El método consistió en seleccionar una área de 0.16 ha., se dividió en unidades de 5 x 5 m. y se distribuyeron 50 colectores de hojarasca de una manera al azar, usando tablas de números

aleatorios; los colectores fueron contruidos de nylon de malla fina con un diámetro de 65 cm. La colecta de hojarasca se realizó cada semana, durante un año. Las muestras fueron secadas a 85-105<sup>o</sup>c durante 4 días. Se hicieron colectas florísticas de las especies mas comunes en el bosque.

Se hizo una tabla comparativa de algunos aspectos de la estructura del bosque caducifolio con los cafetales de la misma región y se concluyó que ambos sistemas guardan una estrecha semejanza en estructura física lo cuál significa que para la ecología de la región de Xalapa los cafetales representan la conservación del suelo y de algunos aspectos de la hidrología, además de que otras especies, principalmente de animales que se encuentran asociados al bosque, puedan encontrar al cafetal casi como su habitat natural. En forma muy general se puede decir que: los sistemas agrícolas, mientras más se asemejen estructuralmente a los tipos de vegetación natural de cada región, van a ser mas estables y el impacto ecológico que causen será menor.

## INTRODUCCION Y OBJETIVOS.

La Producción Primaria Total (PPT) se define como: la cantidad total de carbohidratos producto de la fotosíntesis por planta, o conjunto de ellas en una área, en un tiempo determinado. De la energía contenida en los carbohidratos, una parte se pierde en procesos respiratorios ( transformaciones energéticas donde no hay una conservación de energía del 100% ) claves para la mantención de la planta, y la otra parte de la energía se conserva en el nuevo material sintetizado, que estimado en peso constituye la Producción Primaria Neta (PPN). Este nuevo tejido puede a su vez tener distintos destinos:

1.- Acumularse en la planta, lo cual se traduce en incrementos de biomasa en el tiempo, esto es:  $B=B_2-B_1$  donde:

B= Biomasa

B= Cambios de biomasa en el tiempo

$B_1$  = Biomasa en el tiempo inicial

$B_2$  = Biomasa después de haber transcurrido un tiempo determinado.

2.- Constituir tejido de renovación de estructuras que se pierden por muerte al desprenderse de la planta (hojas, flores, ramas, etc.) lo que podemos definir como "L".

3.- Constituir biomasa para el consumo, lo que podemos definir como "G".

De todo lo anterior podemos resumir:

PPT= Cantidad total de carbohidrato producto de la foto síntesis por planta, o conjunto de ellas en una área, en un tiempo determinado.

$$PPN = B + L + G \quad \text{ec. 1.}$$

Por lo tanto la caída de hojarasca en un bosque representa parte de la Producción Primaria Neta (PPN) y constituye el parámetro "L" de la ec. 1, ya que se considera dentro de la hojarasca: hojas, flores, ramas y cualquier otro material que se desprenda de las plantas.

La hojarasca ya ha sido objeto de atención en el pasado.

Ebermayer (1876) hizo un estudio clásico de la producción de hojarasca en un bosque abarcando su análisis químico. Estos estudios pusieron las primeras pautas en demostrar la importancia de la caída de hojarasca en el ciclo de nutrientes en los bosques.

Los trabajos de Muller (1887), sobre "Las Capas de Humus en el Suelo" dieron a conocer el significado de la hojarasca en el desarrollo de las capas superficiales del suelo en los bosques con altos contenidos de materia orgánica.

Bray y Gorham (1964), afirman que la caída de hojarasca es uno de los procesos más importantes en los ecosistemas forestales, ya que es la vía mayor de recirculación de nutrientes.

Autores como Weck (1955), y Ovington (1956), vieron que los aportes de materia orgánica producidos en un bosque son comparables con cosechas agrícolas, aún cuando el bosque no agota el suelo ni esta bajo alguna intervención por parte del hombre como fertilización, control de plagas y malezas, etc. Sin embargo hoy se sabe que la utilización de los bosques implica la extracción de nuttimentos del sistema en la cosecha, y si se continúa por un tiempo largo, la productividad del bosque decae.

En la mayoría de los bosques la producción de hojarasca representa una parte importante de la Producción Primaria Neta. Bray (1964), hizo una síntesis de algunos trabajos sobre producción de hojarasca y observó que las hojas representan una parte importante de la PPN en los bosques ( sin considerar las partes subterráneas ), y obtuvo valores de que las hojas equivalen entre un 25 y 30% de la PPN de un bosque y, en ocasiones, a casi el 50% en algunos encinares. También hizo una evaluación del consumo sobre la PPN y obtuvo valores que están entre 1.5 y 2.5% de consumo sobre la producción de hojas, y del 0.3 y 0.5% de consumo sobre el tallo. Estos valores son muy semejantes a los obtenidos por otros autores, Bray (1964).

Los ecosistemas forestales son comunidades autónomas producto de un largo proceso evolutivo, lo que se ha traducido

en una cierta estabilidad y homeostasis del sistema que les permite permanecer y mantenerse en el tiempo, y ser capaces de regenerarse después de alguna perturbación a través del fenómeno conocido como sucesión secundaria. También han desarrollado mecanismos que los mantiene en equilibrio con su medio del cual dependen y que a su vez determinan. Este último punto ha sido objeto de interés de algunos investigadores y existen varios trabajos encaminados a establecer como son las interacciones de los árboles con el medio abiótico. Uno de ellos es el estudio que llevaron a cabo Borman y Likens (1970) en el ecosistema forestal de Hubbard Brook en New Hampshire E.U.A., donde analizan la capacidad que tienen los bosques de retener y reciclar sus nutrientes, y llegan a la conclusión de que los bosques tienen mecanismos intrínsecos de control sobre sus nutrientes, ya que cuando un bosque es talado y no se permite su regeneración, los nutrientes en el suelo no se retienen y se pierden en las corrientes de agua. Como conclusión estos autores declaran que la estabilidad de un bosque está ligada a la ordenación del flujo de nutrientes entre los componentes vivos y no vivos del sistema, donde están en juego la producción y la descomposición de la biomasa. Estos procesos están integrados a cambios climáticos y a resistencia a la erosión del suelo, por lo que la destrucción de la vegetación boscosa da como resultado los rompimientos de esta cadena de interacciones y la mayoría de las veces resulta en deterioro del ecosistema.

En los párrafos anteriores se ha hablado de la estabilidad del ecosistema forestal, sin embargo, el concepto de estabilidad de un ecosistema ha sido muy discutido entre los ecólogos, y este simple punto rebasa los objetivos de esta tesis. Para mayor información en este punto puede revisarse a: Lewontin (1969), May (1973), Ashby (1957), Levins (1970), Mac Arthur (1955), Conrad (1971), Woodwell y Smith (1969), Connell y Orias (1964).

En México no se aplican criterios conservacionistas en el establecimiento de sistemas agrícolas que permitan conservar los recursos tanto alimenticios como naturales, y que tiendan a disminuir el continuo proceso de erosión que esta sufriendo el territorio nacional. Según declaraciones recientes más del 30% del país esta erosionado y otro 15% se encuentra en franco proceso de deterioro ( Uno mas Uno 9 dic. 1980) lo que demuestra un mal manejo de la tierra en México. Los cultivos se implementan bajo el modelo capitalista de producción donde leyes como oferta y demanda, competencia, etc. determinan el establecimiento de uno u otro cultivo, sin que jamás se tenga en cuenta tanto la conservación del recurso agrícola a largo plazo ni la protección de la ecología de las diferentes regiones. Los productos agrícolas, al convertirse en mercancía, interesan solamente como productores de ganancias y, al ser este el objetivo del uso de la tierra, se pierde el interés por conservar el recurso a largo plazo y por otro lado el de proteger la ecología de las zonas agrícolas. Tanto el uso del monocultivo en zonas donde ecológicamente no conviene, o la implementación de cultivos muy distin

###

tos en estructura física a los tipos de vegetación natural ( como la sustitución de selvas por maizales o pastos forrajeros en forma extensiva ), aunado a la mala utilización de la tecnología agrícola, han dado como resultado un continuo deterioro del medio ambiente. Un ejemplo reciente donde se combinan varios factores de los que acabo de mencionar es lo ocurrido en la zona selvática de Uxpanapa, Ver. en el sureste de México ( Gómez-Pompa, 1972; Toledo, 1978 ), donde programas estatales de desarrollo agrícola han causado verdaderos desastres ecológicos, ya que se talaron con maquinaria pesada grandes extensiones de selva alta perenifolia para implementar el cultivo del maíz utilizando a campesinos que fueron desalojados de Oaxaca por la construcción de una presa. Sin embargo todo esto se hizo sin tomar en cuenta que:

1.- La selva alta perenifolia es uno de los ecosistemas más frágiles en todo el mundo aparte de que ocupa una reducida zona en el globo terrestre ( Gómez-Pompa, 1972 ).

2.- El suelo de la selva es muy delgado y muy fácilmente erosionable. El ecosistema selvático tiene mecanismos muy rápidos de descomposición de materia orgánica y de recirculación de nutrientes, lo cual significa que la mayoría de los nutrientes forman la biomasa en pie y que en el suelo no haya grandes cantidades de ellos ( con excepción de la capa superficial ).

3.- En las zonas selváticas la precipitación es muy elevada y el suelo desprovisto de vegetación arbórea es muy fácilmente erosionable.

Lo que origina este tipo de uso agrícola del suelo es que la selva no es fácil mercancía para el gran capital (Toledo 1978), y por eso es objeto de una explotación irracional en manos del gran capital apoyado por el Estado. Hace mas de mil años que la selva se había venido utilizando por los indígenas de la región bajo el sistema roza, tumba y quema, sin embargo, este uso al no ser intensivo ni extensivo había permitido la regeneración natural del sistema. Pero, el uso irracional que el gran capital, apoyado por el Estado, le está dando a las zonas selváticas mexicanas tiende a devastar totalmente la vegetación del sureste de México.

Hoy nos estamos dando cuenta inclusive que los avances técnicos en la producción de alimentos, que hasta hoy han permitido elevar la productividad, están teniendo repercusiones serias en los ecosistemas a un nivel global. Las cuatro principales técnicas que se han desarrollado en los países industrializados y que son ampliamente utilizadas en todo el mundo son: mecanización, irrigación, fertilización y control químico de plagas y malezas (Lester, 1970). Este autor norteamericano nos dice: al despejar zonas a través de la mecanización en áreas no aptas para esta técnica, ha oca  
###

sionado que grandes extensiones de tierra se encuentren hoy erosionadas y sin posibilidades ( salvo a muy alto costo ) de recuperación. Lo mas común es que en zonas selváticas o boscosas, al mismo tiempo de estar quitando la vegetación natural para el establecimiento de sistemas agrícolas ( desmonte ), las propias máquinas modifiquen el suelo que a fin de cuentas es el principal recurso a conservar.

La irrigación ha jugado un papel muy importante en la elevación de la producción de alimentos a nivel mundial, permitiendo que grandes extensiones que no gozaban con el recurso agua, hoy sean altamente productivas. Pero inclusive esta tecnología está trayendo consecuencias serias como es el caso de la salinidad en el suelo, producto de que cuando una zona es irrigada sin ningún control basado en conocimientos de las características del suelo y del subsuelo, el manto freático sube de nivel permitiendo que el agua se encharque y, cuando se evapora, deja sus sales en el suelo. Un ejemplo de esto lo constituye Paquistán, en donde se están perdiendo al rededor de 25,000 has. de suelo por año debido a este fenómeno (loc.cit.).

La utilización de fertilizantes químicos ha permitido duplicar y triplicar la productividad de los suelos, sobre todo en zonas de alta precipitación. Sin embargo si los fertilizantes no se emplean adecuadamente, puede ocurrir un acarreo de nutrimentos en las corrientes de agua. El acarreo

acuático de nutrimentos que se pierden de los terrenos agrícolas sobrefertilizados, ha llegado a producir dos principales problemas: uno es la polución química del agua potable, por ejemplo en áreas cercanas a Illinois y California E.U.A. el contenido de nitrógeno en el agua potable se ha elevado hasta niveles tóxicos; la otra consecuencia del acarreo de nutrientes hacia depósitos de agua es el fenómeno conocido como eutroficación, en donde la ecología de estos depósitos de agua ( lagos y lagunas ) se modifica a tal grado que se transforman en pantanos insalubres (loc.cit.).

Con lo que respecta al control químico de plagas y malezas Lester dice que el DDT se encuentra en los tejidos de prácticamente todos los seres vivos del planeta sin que sepamos que consecuencias pueda traer a la larga, y ya en varios países del mundo su uso está prohibido. Por otro lado los químicos están haciendo esfuerzos en fabricar pesticidas que sean degradables, y más impulso se está dando al control biológico de las plagas, sin embargo esta rama esta hoy en su infancia (loc.cit.)

En este trabajo propongo que de las comunidades naturales en cada región se puede obtener la información necesaria en la cual se basen los criterios de utilización de la tierra, que contemple por un lado la protección de los recursos y el medio y que por otro se logren mejores rendimientos.

Con este antecedente el presente estudio tiene como objetivos la cuantificación de la producción de hojarasca como parámetro para evaluar, a grandes razgos, que tan productiva es la región en comparación con otras que tienen también bosques parecidos. Otro objetivo es la descripción y el análisis de algunos aspectos de la estructura física y biológica del bosque caducifolio ( Miranda y Hernández, X., 1963 ) de la región cafetalera de Xalapa-Coatepec, Ver. y comparar los resultados con estudios similares que se han realizado en las fincas cafetaleras de la misma región ( Jiménez, 1979; Jiménez y Martínez, 1979 ). Estos resultados me permitirán discutir con base a similitudes y/o diferencias que los cafetales -  
guerden con el bosque caducifolio, el impacto ecológico que tiene el cafetal en la región y las posibles consecuencias de su sustitución por otros cultivos como caña de azúcar, maíz, pastos forrajeros, etc.

## LOCALIZACION

El bosque se localiza en el Parque Francisco Javier Clavijero, en Xalapa, Ver. México. El área tiene las coordenadas geográficas 19°27' Lat. Nte. y 96°57' Long. Oeste, y se encuentra a una altitud de 1225 msnm.

## CLIMA.

Según la clasificación de Köppen modificada por García (1970), el tipo de clima es (A)C(fm)a(i')g. Se caracteriza por ser el clima más cálido de los templados C. Es un clima semi cálido húmedo con verano cálido y con poca oscilación térmica. La precipitación media anual es de 1957 mm y la temperatura media anual es de 18.4°C, con la época más fría entre diciembre y enero con un valor medio de 15.7°C, y con la época más caliente en mayo de 22°C. La característica principal de éstos climas es la de poseer una temperatura media anual entre 18 y 22°C ( fig. 1 ). Las lluvias en la región no están repartidas uniformemente durante el año. Existe un período de menor precipitación que abarca de noviembre a abril - mayo, en el cual la vegetación y fauna responden con características típicas de sequía.

## SUELO.

El bosque caducifolio de los alrededores de la región Xalapa crece en suelos derivados de cenizas volcánicas ( Aguilera, 1969 ). Un perfil realizado por Ramos, 1979 en las cercanías del bosque lo clasifica dentro del orden Inceptisol, Suborden Andepts. Gran Grupo Ocrandepts ( U.S.D.A. 1975 ). Son suelos pardos oscuros, arcillosos con baja capacidad de inter

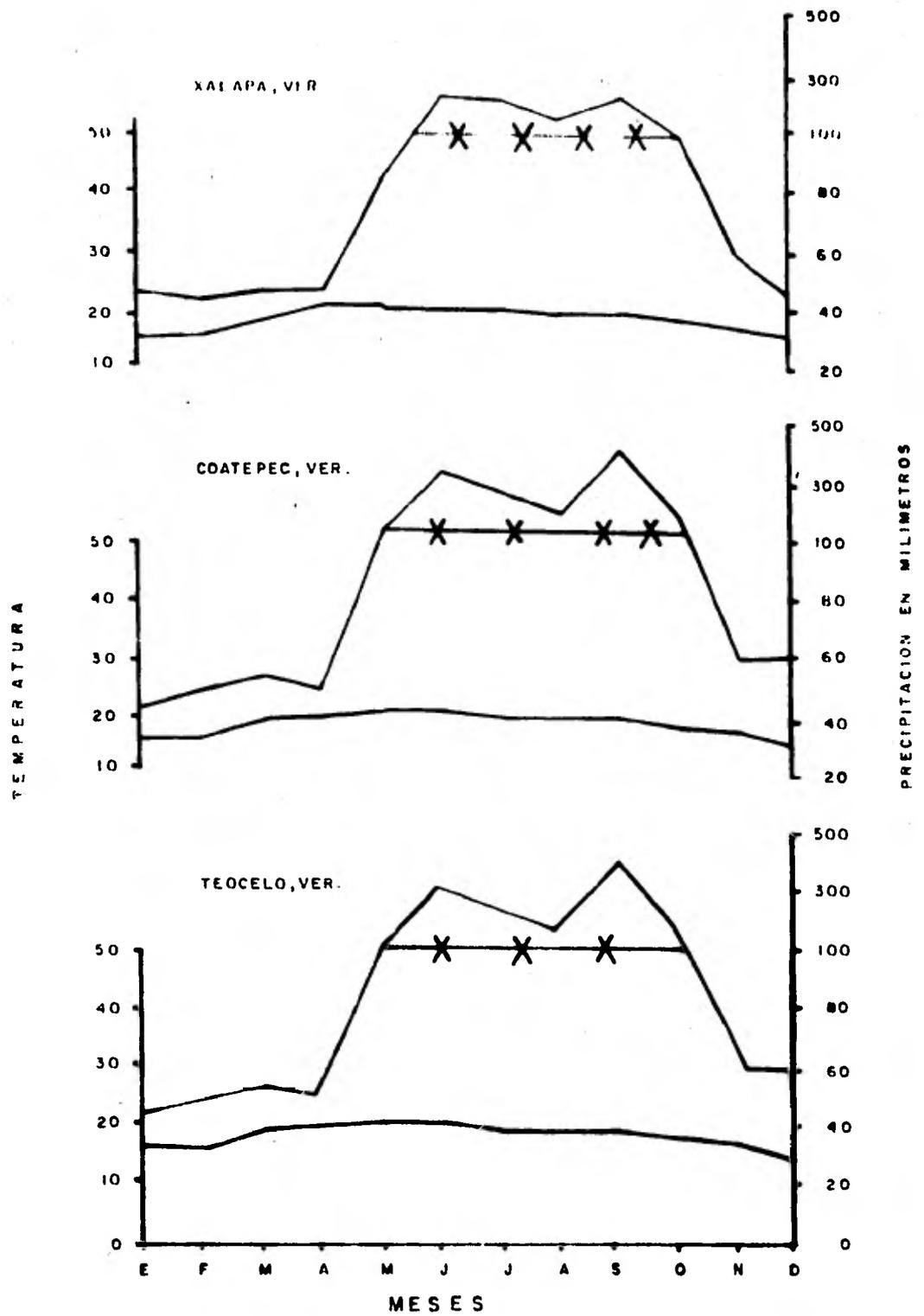


FIG.1.-DISTRIBUCION DE LA TEMPERATURA Y PRECIPITACION PARA XALAPA, COATEPEC, TEOCELO, VER.

cambio catiónico y muy probablemente dominados por arcillas caoliníticas. La alta cantidad de alofano y los minerales arcillosos condicionan la baja disponibilidad de fosfatos. A este tipo de suelos se les denomina Andosoles lo cual significa que son " suelos con minerales en los cuales la fracción activa es dominada por los materiales amorfos ( mínimo 50% ). Alta capacidad de retención, un horizonte A oscuro, friable, relativamente grueso, con un alto contenido de materia orgánica, una densidad aparente baja y poca pegajosidad. Pueden tener un horizonte B sin mostrar cantidades significativas de arcilla iluvial. Ocurren bajo condiciones climáticas húmedas y subhúmedas. Knox y Maldonado, 1969 y Martini, 1969."

#### ESTRUCTURA DE LA COMUNIDAD.

El bosque caducifolio ( Miranda y Hernández, X. 1963 ) está constituido por árboles que pierden sus hojas en mayor o menor proporción durante la época fría invernal. Se encuentra en climas semejantes a los encinares, pero en localidades más húmedas. La clase más difundida de bosque caducifolio es el bosque de liquidambar ( Liquidambar macrophylla Oersted ) característico de los declives del golfo de las serranías orientales entre los 1000 y 2000 m de altitud, este tipo de bosques se desarrolla mejor en suelos profundos, aluviales. A menudo se asocia el liquidambar con otros árboles formando bosques mixtos. En general el bosque caducifolio oscila entre 20 - 35 m de altura, pero puede alcanzar los 40 y 50 m.

La estructura física de los cafetales en la región es muy similar a la del bosque. Los árboles de sombra imponen el estrato superior, que según sea la especie varía entre 7-10 m en el caso de Inga leptoloba Sch. y hasta 15 m en el caso de Inga jinicuil Sch. por ejemplo; el estrato arbustivo lo integran las propias matas de café, abarcando de 2 a 4 m, y en el cultivo mixto los naranjos y los plátanos forman parte de este estrato también; en todos los cultivos se presenta un estrato herbáceo que en ocasiones llega a ser muy abundante y, a diferencia con el bosque caducifolio, constituye verdaderas malezas, al grado de que se hacen necesarios deshierbes continuos.

## M E T O D O L O G I A

El bosque caducifolio de la región Xalapa-Coatepec se encuentra restringido a muy pequeñas áreas debido a las prácticas agropecuarias, y los más conservados se encuentran casi exclusivamente en las laderas de los cerros. El bosque que se escogió para el estudio los árboles dominantes están representados tanto por individuos muy viejos, e inclusive algunos recientemente muertos, como por individuos de edades intermedias, juveniles y retoños, todo lo anterior indicando un estado de regeneración natural del sistema.

Según Woodwell (1970), para valorar a una comunidad en cuanto a su estado de desarrollo se tiene que considerar, dentro de los parámetros de producción, si toda esta producción es finalmente respirada por la comunidad incluyendo a los descomponedores ó si parte se acumula netamente en el ecosistema. Para este autor, se tienen que integrar a las ecuaciones de Producción Primaria la energía perdida durante la respiración de consumidores sin adicionar nueva producción, esto es:

$$PNE = PPT - (Rs_a + Rs_h)$$

donde

PNE = Producción Neta del Ecosistema

PPT = Producción Primaria Total

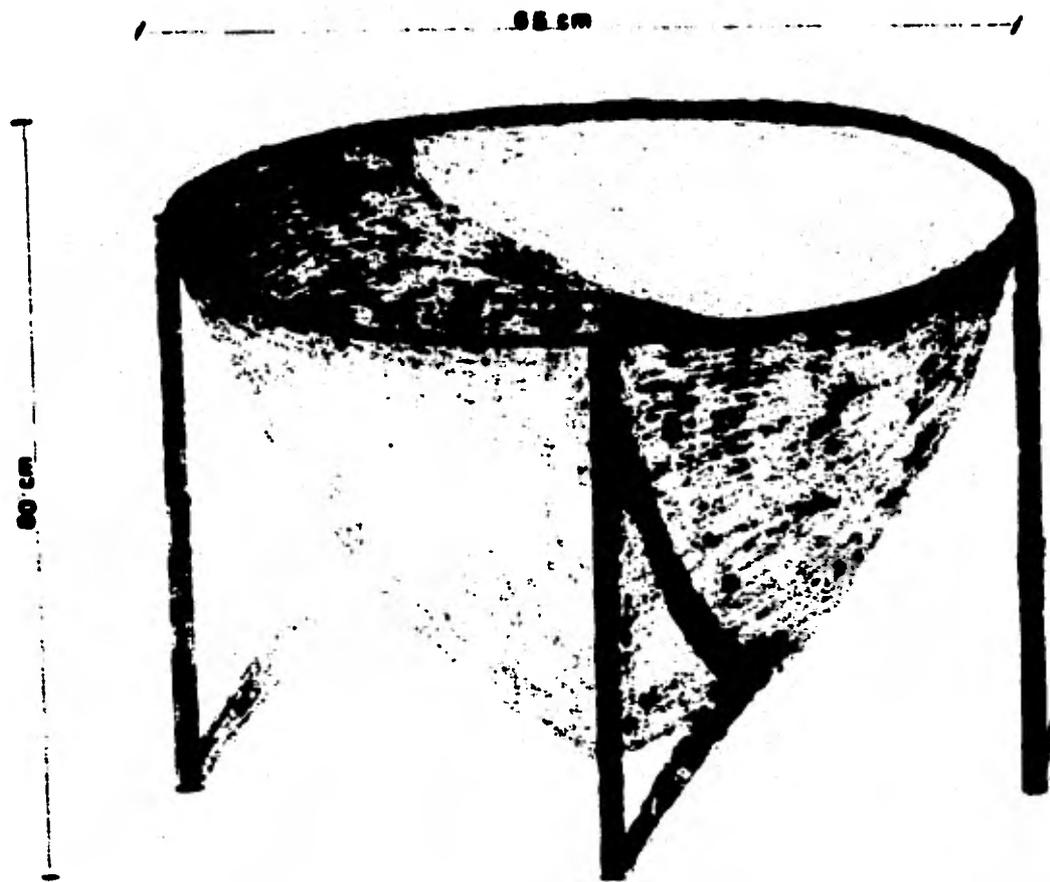
$Rs_a$  = Respiración de autótrofos

$Rs_h$  = Respiración de heterótrofos

Woodwell propone que en un sistema sucesional la respiración

total es menor que la Producción Primaria Total, por lo que se tienen valores mayores a cero para la Producción Neta del Ecosistema, es decir, el ecosistema está acumulando biomasa. Por otro lado, en una comunidad climax, toda la energía fijada es usada en la respiración de autótrofos y en la de heterótrofos, y la Producción Neta del Ecosistema tiende a cero, es decir, no hay acumulación neta de biomasa en la comunidad. En términos teóricos no es tan difícil valorar el estado de desarrollo de una comunidad, sin embargo, el trabajo experimental para obtener los parámetros de la ecuación es una tarea que sobrepasa los objetivos y las posibilidades con que contamos.

Para la colecta de hojarasca se delimitó un cuadro de 30 x 30 m en el bosque y se dividió en unidades de 5 x 5 m. Se construyeron 50 colectores de hojarasca de 65 cm. de diámetro ( fig. 2 ) y se distribuyeron al azar en el área usando tablas de números aleatorios; las colectas de hojarasca se hicieron semanalmente y abarcaron un año. Las muestras por colector se colocaron en bolsas de papel y se secaron a 85 - 105°C durante 4 días; una vez secadas se separaron los componentes de la hojarasca de cada bolsa en: hojas, órganos reproductivos ( frutos o flores ), ramas de diámetro menor a tres centímetros y de menos de 65 cm de longitud, y otros materiales como heces fecales, corteza de árbol, etc. Después se cuantificaba el peso de cada componente por bolsa y, sumados los componentes, nos daba el peso seco total de hojarasca por colector. De esta forma se cuantificó cada componente y también el total de hojarasca por colector. Cada semana se sumaron los datos totales de los 50 colectores y se obtuvo la media con su respectiva desviación estándar



**FIG. 2 COLECTOR DE HOJARASCA**

por semana, para poder, al terminar el año, estimar el error estándar acumulado. De esta forma se obtuvo el valor total de hojarasca por  $m^2$  y lo aportado por cada componente por semana y con esto se pudo hacer una gráfica de la fenología general del bosque, donde se observa el curso de caída durante el año de cada componente y se relaciona con el curso de la precipitación y la temperatura durante el año.

También se realizaron colectas florísticas de las especies en florecimiento y/o fructificación. Las colectas de las especies en florecimiento se hicieron cuando, subjetivamente, la mayoría de los individuos de la especie se encontraban en flor, pero sin utilizar un método cuantitativo. Se tienen también datos fotográficos periódicos de la fisionomía general del bosque.

Dentro de la producción de hojarasca se incluyen: hojas, ramas, flores, frutos, y cualquier otro material que se desprenda de las plantas. Si consideramos que nuestros colectores tenían 65 cm de diámetro, todos los componentes de la hojarasca pueden colectarse a excepción de ramas que tengan una longitud mayor a los 65 cm, por lo que en este estudio se consideraron solamente ramas que tuvieran no más de 65 cm de longitud y 3 cm de diámetro. Por lo tanto el valor total de ramas está subestimado y se hace necesario una colecta específica de ramas grandes. Las ramas con un calibre de más de 3 cm de diámetro consideramos que podían romper la malla del colector y por eso no se evaluaron cuando se encontraban en los colectores.

## RESULTADOS Y DISCUSION

## I.- PRODUCCION DE HOJARASCA.

1.- Valores totales y comparativos con los cafetales de la región.

En la tabla #1 se reportan los valores de hojarasca. Se da el valor total y lo aportado por cada uno de los componentes para el bosque caducifolio.

Tabla#1. Producción de hojarasca en peso seco para el bosque caducifolio de la región Xalapa-Coatepec, Ver.

COMPONENTES	PRODUCCION DE HOJARASCA ton/ha/año	PORCENTAJE
Total	9.2 $\pm$ 2.5	100
Hojas	6.1	66
Ramas	1.4	15.4
Partes Rep.	1.2	12.6
Otros	0.5	6

El valor total de 9.2  $\pm$  2.5 ton/ha/año nos indica que la región Xalapa-Coatepec es una zona muy productiva, ya que bosques muy parecidos y que tienen en su composición también a Quercus, pero que se encuentran a mayores latitudes, tienen producciones de hojarasca muy por debajo de la cifra que obtuvimos, como se puede observar en la tabla #4.

Observamos que el error estándar de 2.5 to/ha/año es elevado, y esto se debe a la manera como se realizó la colecta, ya que no se planeó para calcular el aporte de cada una de las especies, sino para calcular el aporte global de todos los componentes del bosque, por lo que los datos entre los colectores por semana eran muy variables porque éstos se situaban debajo de árboles distintos, con caída de hoja rasca variable entre las especies y, de esta manera, el error estándar que se acumuló en el año fue elevado. Sin embargo, este error no difiere mucho de lo que reportan otros estudios similares que han usado la misma metodología, por ejemplo Tadaki y Hattiyu (1968) estimaron la productividad neta de bosques deciduos en el Japón la cual fue de  $8.7 \pm 3.0$  ton/ha/año; al igual que para bosques de coníferas  $13.5 \pm 4.2$  ton/ha/año.

Las partes reproductivas aportaron más de una tonelada de biomasa en peso seco durante el año, y fueron los frutos los que aportaron casi el 100%, ya que cuando se registraron las mayores tasas de caída de partes reproductivas, la mayoría de las especies en el bosque se encontraban en fructificación ( frutos maduros ), como se verá con más detalle cuando se analice la fig #6.

En cuanto a las ramas, aportaron también más de una tonelada por hectárea durante el año. Sin embargo hay que recordar que este valor está subestimado ya que nuestros colectores no eran aptos para coleccionar ramas muy grandes.

Como señalé en la introducción, Bray (1964) hizo una síntesis de varios trabajos sobre producción primaria neta en bosques, y encontró que la producción media de hojas equivale a cerca del 27% de la producción neta total de las partes aéreas. Si consideramos el valor obtenido por nosotros para las hojas que fue de 6.1ton/ha/año, y lo consideramos como el 27% de la producción neta total, nos daría una PPN de aproximadamente 22.8 ton/ha/año, sin considerar las partes subterráneas. Sin embargo, en algunos encinares está reportado que las hojas pueden corresponder hasta un 50% de la PPN total, lo que nos indica que la aproximación de Bray tiene bastante margen de error, y se hacen necesarios la acumulación de más datos para ver si es posible utilizar el parámetro de producción de hojarasca, para que, en determinadas condiciones, nos pudiera servir como un índice de la PPN de un bosque.

Tabla #2. Producción de hojarasca en el bosque cadu-  
cifolio y en cafetales de la misma región.

VEGETACION	PRODUCCION DE HOJARASCA ton/ha/año
Bosque Caducifolio	9.2 $\pm$ 2.5
Mixto (cafetal)	10.7
<u>Inga jinicuil</u> Sch. (cafetal)	8.9
<u>Inga leptoloba</u> Sch. (cafetal)	10.2

Los datos de los cafetales fueron obtenidos de Jiménez (1979).

En la tabla #2 se compara la producción de hojarasca para el bosque caducifolio y los diferentes tipos de manejo del cafetal en la misma región. Los tres diferentes tipos de cultivo del cafetal se basan en los árboles de sombra que se utilizan (tabla #3). Jiménez (1980), hizo un análisis de varianza para ver si las diferencias encontradas entre la producción de los diferentes ecosistemas estudiados ( los cafetales y el bosque ) eran significativas o no, y encontró que no había diferencias significativas. La primera consideración que habría que hacerse es que a los cafetales se le agregan fertilizantes, lo que muy probablemente influya sobre la producción en general. Como se ve en la tabla #3, los cafetales tienen una biomasa menor por hectárea en comparación con la del bosque, ya que el bosque cuenta con un estrato arbóreo

A PARTIR  
DE ESTA  
PAGINA

FALLA  
DE  
ORIGEN.

TABLA # 3.- ESTRUCTURA DEL BOSQUE CADUCIFOLIO Y DE ALGUNOS TIPOS DE CAJETALES, AMBOS EN LA REGION XALAPA, VER.

ARBOREO DE  
20 - 30 M.ARBOREO DE  
3 - 15 M.

ARBUSTIVO

HERBACEO

BOSQUE CADUCIFOLIO	CULTIVO MIXTO	CULTIVO I. <u>jinicuil</u>	CULTIVO I. <u>leptoloba</u>
<p><u>Liquidambar macrophylla</u> Oersted.</p> <p><u>Carpinus caroliniana</u> Walter.</p> <p><u>Quercus germana</u> Cham. y Sch.</p> <p><u>Quercus xalapensis</u> Humb.</p> <p><u>Quercus hartwegii</u> Benth.</p>			
<p><u>Perrotetia ovata</u> Hemsley.</p> <p><u>Clethra mexicana</u> D.C.</p> <p><u>Rhamnus capraefolia</u> Schlechtendal.</p> <p><u>Turpinia insignis</u> (HBK) Tulsane.</p> <p><u>Simplocos coccinea</u> Humb. y Bonpl.</p>	<p><u>Inga jinicuil</u> Sch.</p> <p><u>Inga leptoloba</u> Sch.</p> <p><u>Musa c.f. sapientum</u> L.</p> <p><u>Citrus sinensis</u> (L.) Osb.</p>	<p><u>Inga jinicuil</u> Sch.</p>	<p><u>Inga leptoloba</u> Sch.</p>
<p><u>Oreopanax xalapensis</u> (H.B. y K.) D.</p> <p><u>Nectandra loesenerii</u> Mez.</p> <p><u>Pteris mexicana</u> (EEE) Fourn.</p> <p><u>Woodwardia spinolosum</u> Martens y G.</p> <p><u>Chamedorea tepejilote</u> Liebm.</p> <p><u>Odontonema</u> sp.</p> <p><u>Randia aculeata</u> L.</p> <p><u>Kohleria deppeana</u> (Cham. y Sch.) F.</p> <p><u>Hamelia calycosa</u> Donn. Smith</p> <p><u>Eugenia mexicana</u> Stendel.</p> <p><u>Malvaviscus arboreus</u> Cav.</p> <p><u>Xylosma flexuosum</u> Hansley.</p>	<p><u>Coffea arabica</u> L.</p>	<p><u>Coffea arabica</u> L.</p>	<p><u>Coffea arabica</u> L.</p>
<p><u>Coccocypselum hirsutum</u> Bartl.</p> <p><u>Melochia</u> sp.</p> <p><u>Peperomia glabella</u> (Swartz) A. Diert</p> <p><u>Peperomia quadrifolia</u> (L.) H.B. y K.</p> <p><u>Monotropa uniflora</u> L.</p> <p><u>Begonia incarnata</u> Link y Otto.</p>	<p><u>Acalypha</u> sp.</p> <p><u>Amaranthus hybridus</u> L.</p> <p><u>Commelina</u> sp.</p> <p><u>Galinsoga ciliata</u> (Raf) Blake.</p> <p><u>Saracha procumbens</u> Ruiz</p> <p><u>Solanum hartwegii</u> Benth.</p>	<p><u>Commelina diffusa</u> Burmf.</p> <p><u>Commelina</u> sp.</p> <p><u>Saracha procumbens</u> Ruiz.</p>	<p><u>Acalypha</u> sp.</p> <p><u>Bidens pilosa</u> L.</p> <p><u>Commelina diffusa</u> Burmf</p> <p><u>Galinsoga ciliata</u> (Raf) B</p> <p><u>Melampodium microcephalum</u> Less.</p> <p><u>Paspalum notatum</u> Flueg.</p> <p><u>Phyllanthus niruri</u> L.</p> <p><u>Saracha procumbens</u> Ruiz</p> <p><u>Tripogandra serrulata</u> - (Vahl) Handlos.</p>

de 20 - 25 m de altura, a diferencia de los cafetales que, cuando mucho alcanzan un estarto arbóreo de 15m, lo que nos lleva a pensar que la producción de hojarasca del cafetal sería menor si no fuera fertilizado. De la misma manera la relación producción/biomasa será mayor en el cafetal debido a la aplicación de fertilizantes. Sin embargo, para hacer una mejor evaluación de la influencia del fertilizante en la producción de hojarasca en el cafetal, y de que tan productivo es este agroecosistema en comparación con el bosque caducifolio, se necesitarían tener los valores de biomasa en el bosque y en los cafetales, para hacer una evaluación precisa de cómo es la relación producción de hojarasca/biomasa en cada uno de los sistemas, incluyendo cafetales sin fertilizar.

Lo que se puede concluir con estos datos es que la producción de hojarasca en los cafetales de la región Xalapa- Coatepec y el bosque caducifolio de la misma región es muy semejante, y probablemente los cafetales tengan una relación producción de hojarasca/biomasa mayor que la del bosque, pero a sabiendas que los cafetales están bajo fertilización y control de plagas y malezas.

2.- Comparación de los resultados obtenidos para el bosque que caducifolio con otros bosques en el mundo.

La tabla #4 representa los valores de caída de hojarasca que se han reportado en bosques de otras partes del mundo. De estos valores se observa que los bosques cercanos al ecuador tienen producciones de hojarasca mayores que los que se alejan de él. Los bosques estudiados por Grizzard, Járó y Hole, todos con Quercus en su composición y en latitudes altas, tienen producciones de hojarasca bajas en comparación con los obtenidos por Medina y los nuestros.

La fig.#3 representa la regresión que hicieron Bray y Gorham (1964), donde relacionan la latitud a la que se encuentran los bosques estudiados por ellos con su respectiva producción de hojarasca, y vemos que la relación es inversa. Estos autores encontraron que generalmente la producción total de hojarasca es función de la latitud, es decir que a mayores latitudes la producción de hojarasca disminuye en los bosques y, conforme se acercan al ecuador, aumentan. En esta figura se colocó el bosque estudiado por nosotros y observamos que se acerca bastante a lo esperado por la regresión. Sin embargo, y apoyándonos en que a medida que aumenta la latitud la precipitación es menor (Penman, 1970), decimos que la producción de hojarasca está influenciada por las condiciones climáticas y

Tabla #4.- Algunos valores de caída de hojarasca reportados para otras regiones del mundo. Bray, J.R. y Gorham, E. 1964.

AUTOR	LOCALIZACION	LAT.	LONG.	TIPO DE VEGETACION	PRODUCCION DE HOJARASCA EN ton/ha/añ
Jenny, etal.	Colombia	4°S	74°O	Selva altaperenifolia	10.2
Laudelot	Yangambi (Congo)	1°N	24°E	Bosque de <u>Musanga</u> sp.	14.9
Nye	Ghana (Kade)	6°N	1°O	Bosque de <u>Diospyros</u> sp	10.5
Mitchel	Malaya	3°N	102°E	Bosque de <u>Dipterocarpus</u>	7.2
Ashton	Australia (Victoria)	37°S	145°E	Bosque de <u>Eucalyptus regnans</u> .	8.1
Claudot	Morocco	34°N	7°O	Bosque de <u>Eucalyptus camaldulensis</u>	5.0
Miller	Nueva Zelandia	41°S	175°O	Bosque de <u>Nothofagus truncata</u> .	5.7
Járó	Hungría (Kallo)	48°N	22°E	Bosque de <u>Quercus cervis</u>	3.4
Hole	E.U.A. (Wisconsin)	43°N	89°O	Bosque de <u>Quercus alba</u> y <u>Quercus velutina</u>	6.2
Medina	Venezuela (Calabozo)	9°N	67°O	Bosque deciduo de: <u>Curatella americana</u> <u>Birsonima crassifolia</u> <u>Cassia moschata</u>	8.3
Grizzard	E.U.A. (Tennessee)	36°N	84°O	Bosque de <u>Quercus</u> sp. y <u>Nyssa sylvatica</u> .	4.8

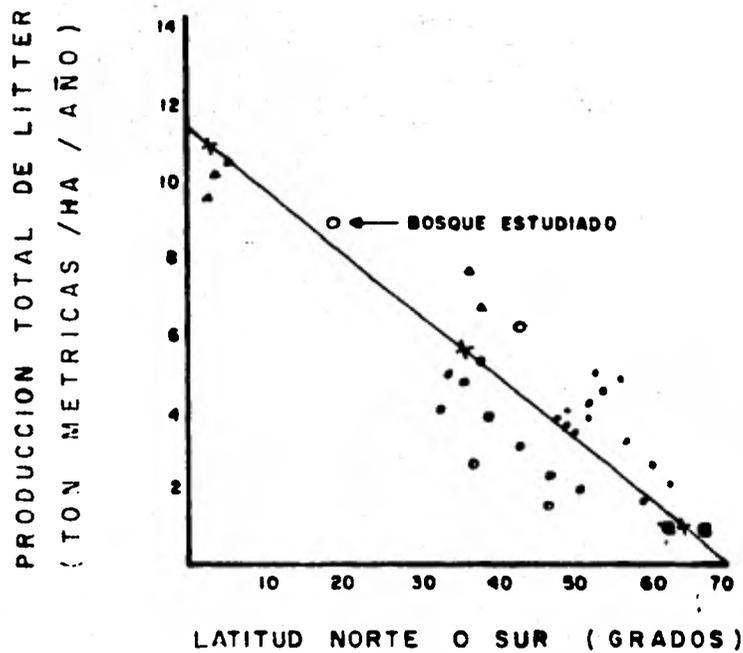


FIG.3 PRODUCCION ANUAL DE HOJARASCA (LITTER) EN RELACION CON LA LATITUD.  
GRAFICA OBTENIDA DE Bray (3).

- ▲ BOSQUES ECUATORIALES
- BOSQUES DE ZONAS TEMPLADAS
- BOSQUES DE E.U.A.
- BOSQUES DE EUROPA
- ZONA ARTICA

G<sub>v</sub>/m<sup>2</sup>/Año

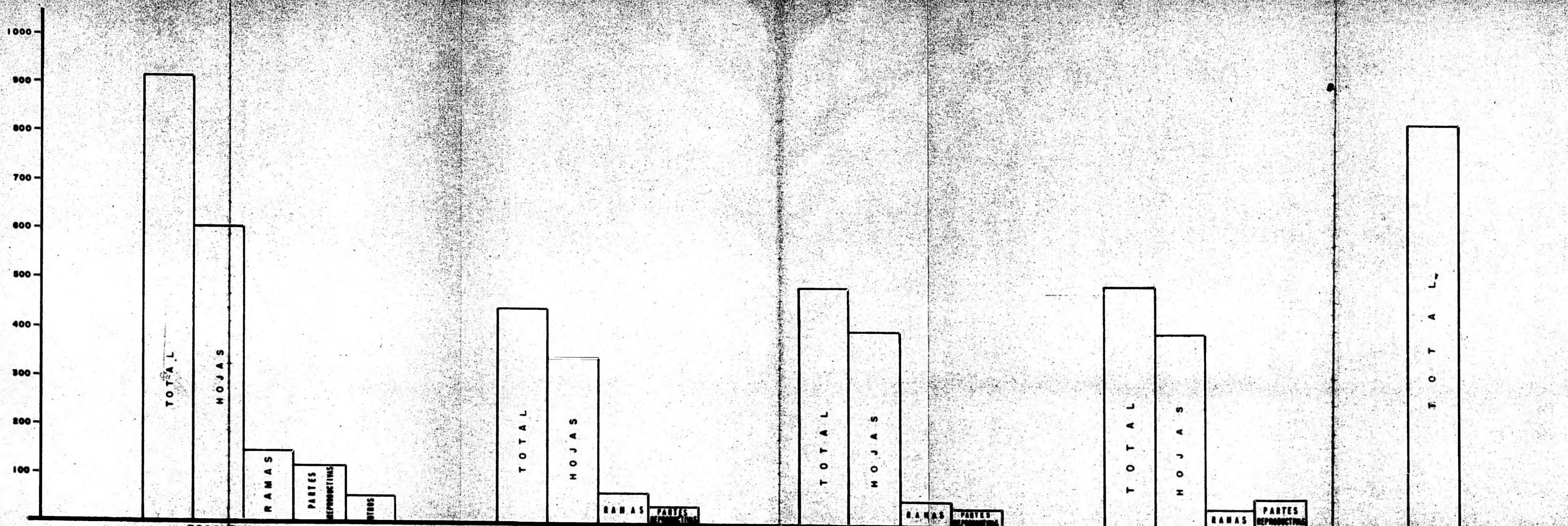


FIG. 8

**BOSQUE CADUCIFOLIO**  
 HOJAS 66%  
 RAMAS 15.4%  
 PARTES REPRODUCTIVAS 12.6%  
 OTROS 6.0%  
 LAT 19° 31' NORTE  
 REGION TALAPA  
 GUATEMALA, VER

**BOSQUE CADUCIFOLIO DE:**  
LIRIODENDRON tulipifera  
ACER rubrum  
 HOJAS 77%  
 PARTES REPRODUCTIVAS 14%  
 RAMAS 8.5%  
 LAT 36° NORTE

**BOSQUE CADUCIFOLIO DE:**  
QUERCUS SP  
CARYA SP  
 HOJAS 81%  
 PARTES REPRODUCTIVAS 11%  
 RAMAS 8%  
 LAT 36° NORTE

**BOSQUE DE PINO:**  
PINUS  
PINUS  
 HOJAS 80.9%  
 PARTES REPRODUCTIVAS 7.7%  
 RAMAS 11.4%  
 LAT 36° NORTE

**BOSQUE CADUCIFOLIO DE:**  
CURATELLA  
BOWDICHIA  
BYRSONIMA SP  
 LAT 9° NORTE  
 MEDINA, E  
 VENEZUELA

es la precipitación la que juega un papel muy importante, aunque características como tipo de suelo, longitud de período vegetativo, etc. también condicionan la producción en los bosques. Asimismo también podemos observar que Bray no consideró valores para la zona comprendida entre los 10 y 30° de latitud, por lo que se hacen necesarios trabajos sobre producción en esta zona.

En la fig. #4 se colocó en una gráfica de barras los resultados que obtuvieron Grizzard (1976) y Medina (1966) de producción de hojarasca, el primero de ellos en E.U.A. y el segundo en Venezuela. En la misma gráfica colocamos el valor obtenido por nosotros y vemos una mayor semejanza entre el bosque estudiado por nosotros y el de Venezuela, que con los estudiados por Grizzard.

### 3.- Fenología general del Bosque Caducifolio.

Aprovechando que teníamos los datos semanales de caída de hojarasca total y de cada componente, pudimos observar algunos aspectos muy generales de la fenología del bosque, esto quiere decir que solamente se tomaron en cuenta aspectos cuantitativos de biomasa y no de número de flores ó de frutos que se desprendían, ni de que plantas eran específicamente los frutos o las hojas.

La fig. #5 representa la tasa semanal de caída de hojarasca en  $gr/m^2$ , así como también el curso de la precipitación y temperatura marcada mensualmente. Se da el valor total de la hojarasca así como también lo aportado por cada uno de los

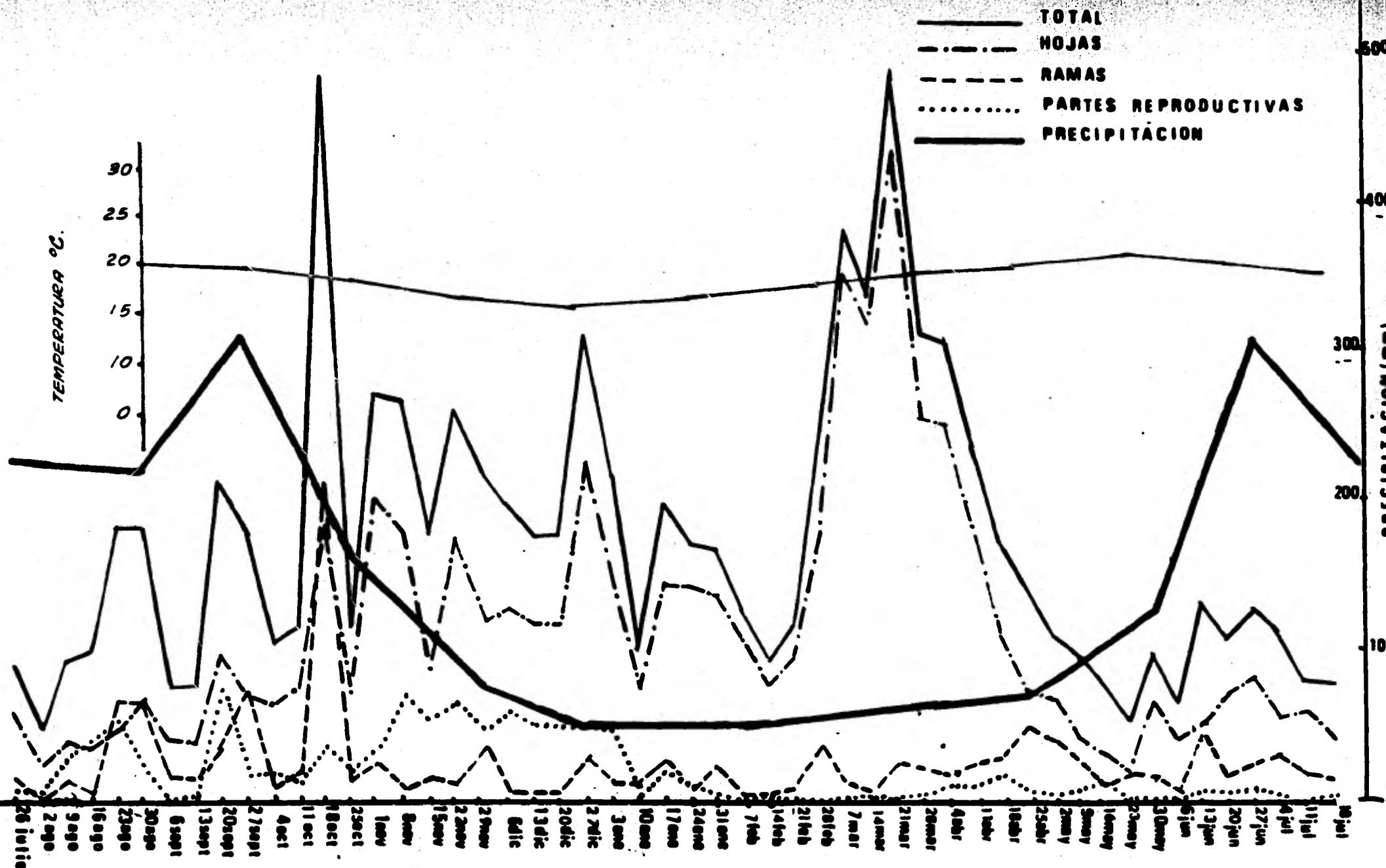


Fig.5. TASA SEMANAL DE CAIDA DE HOJARASCA EN GRAMOS DE PESO SECO.  $m^{-2}$ . LA PRECIPITACION SE MARCA AL FINALIZAR LA ULTIMA SEMANA DEL MES Y EQUIVALE A LA TOTAL DE ESE MES.

componentes ( hojas, partes reproductivas y ramas ). Observamos que los valores altos de producción de hojarasca ( febrero - marzo ) se dan cuando la sequía lleva ya casi 4 meses, sin embargo, desde que comienza en noviembre, los valores empiezan a incrementarse, y son las hojas las que en esta época aportan la mayor parte.

El pico que se observa en la semana del 18 de octubre se eleva principalmente por la influencia de la caída de ramas. Este pico no es representativo de un estado fenológico especial del bosque, ya que la caída de ramas obedeció más bien a factores del tiempo como granizadas, nortes, etc. La caída de ramas no presentó ninguna sincronía determinada con algún factor del clima como puede observarse en la gráfica.

El período de lluvias ( junio - octubre ) representa un estado vegetativo de renovación de hojas de las especies de árboles que las perdieron en la sequía. En este período la caída de hojarasca ( principalmente de hojas ) disminuye considerablemente, a tal grado que entre julio y agosto los valores semanales caen hasta menos de  $10 \text{ gr/m}^2$ , a diferencia de que en la sequía ( marzo principalmente ) alcanzaron valores hasta de  $50 \text{ gr/m}^2$  / semana.

A gran escala pueden reconocerse dos períodos importantes en lo que respecta a la caída de hojarasca durante el año: el período de sequía ( noviembre - mayo ), en el cual la mayoría de las especies del estado dominante reaccionan per

diendo la mayoría o todas sus hojas; por el otro lado, el período de lluvias ( junio - octubre ) en el cual la caída de hojarasca disminuye considerablemente. Las hojas caen principalmente en la época de sequía y las partes reproductivas (frutos) lo hacen a finales de la época de lluvias y principios de la sequía.

La fig.#6 representa la tasa semanal de caída de partes reproductivas y, en ella se coloca a las especies del bosque en su estado reproductivo correspondiente ( floración ó fructificación ) en relación a las fechas. La colocación de las especies de plantas en la gráfica se relaciona con la fecha en la que se encontraban con flor o con fruto. También se marca la precipitación mensual y la temperatura media mensual. Para las fechas en que la mayoría de las especies se encontraban con frutos ya maduros, las tasas de caída de partes reproductivas fueron las mayores ( agosto - finales de diciembre ), éstas fechas representan mediados y finales de la época de lluvias. Las especies que en esta época se encontraban con sus frutos maduros, y que aportaron los valores más altos a la caída de partes reproductivas fueron: Quercus xalapensis Humb., Quercus germana Cham. y Sch., Quercus hartwegii Benth, Carpinus caroliniana Walter, Liquidambar macrophylla Oersted. Estas especies representan el estrato dominante del bosque y, visto globalmente el fenómeno, todas coinciden en su período

# Especies en Fructificación

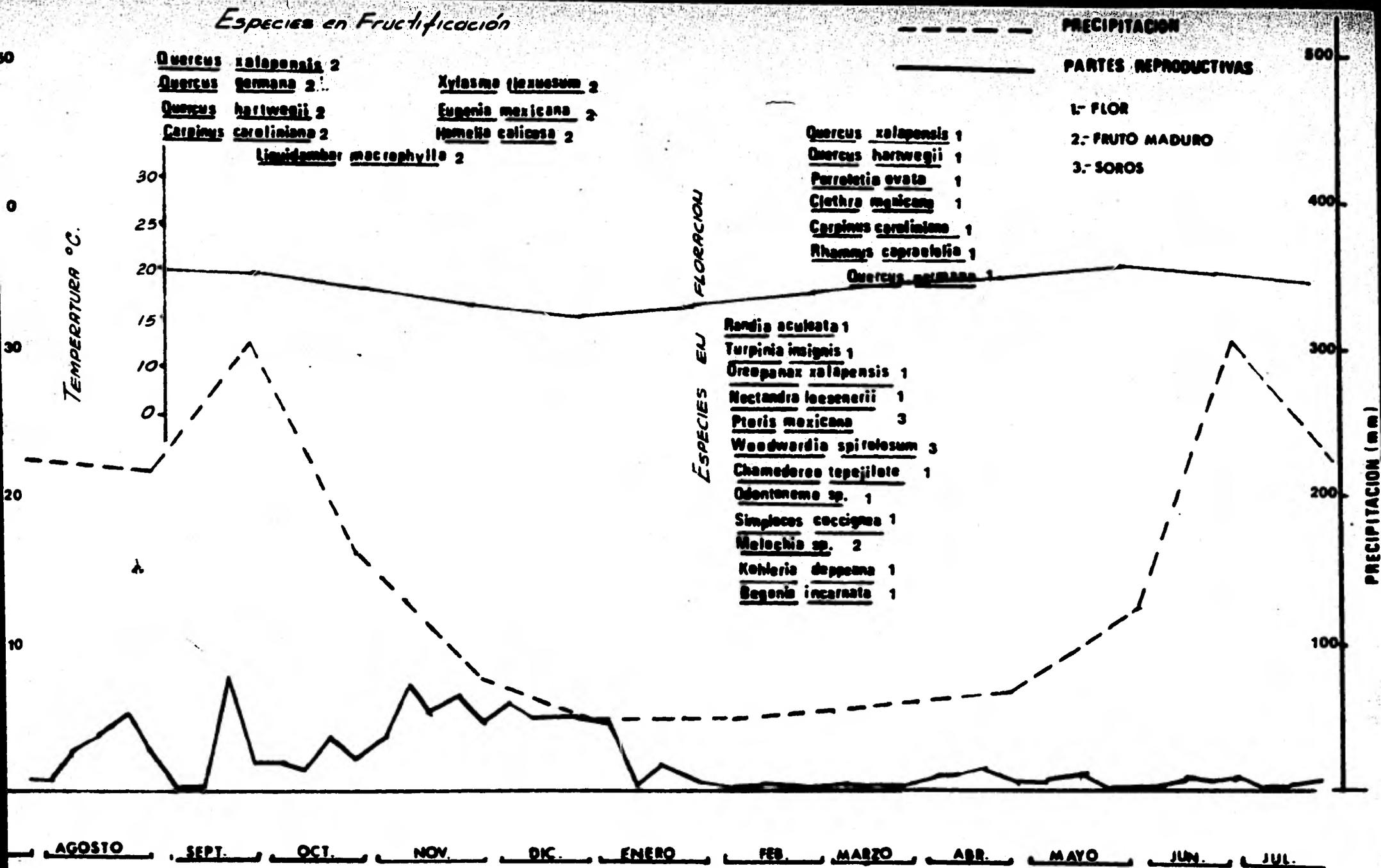


Fig. 6 TASA SEMANAL DE CAIDA DE PARTES REPRODUCTIVAS EN Gr. DE PESO SECO/m<sup>2</sup> . Y ALGUNOS ASPECTOS DE LA FLORACION Y FRUCTIFICACION DE LAS ESPECIES MAS COMUNES EN EL BOSQUE.

de fructificación. Otras especies como Xylosma flexuosum Hansley, Eugenia mexicana Stendel y Hamelia calycosa Donn. Smith, que representan el estrato arbustivo y que una de ellas ( Hamelia calycosa ) es abundante, también se encuentran con frutos maduros en esta época.

Por el otro lado tenemos que de enero hasta julio se registran las menores tasas de caída de partes reproductivas. Esta época puede dividirse en dos períodos: por un lado tenemos el período de enero a mayo que representa a la se quí a y que también coincide con que la mayoría de las especies se encuentran en floración ( fig.#6); por otro lado en el período comprendido entre abril - julio ( principios de la época de lluvias ) los frutos de la mayoría de las especies están madurando y no se desprenden, por lo que casi no hay registros de caída de partes reproductivas. Las especies que se encontraron con flor entre febrero y marzo fueron casi todas las del estrato dominante y muchas del estrato arbustivo y herbáceo. Las flores generalmente son inconspicuas, y casi no aportaron biomasa cuando se desprendieron de los árboles a mediados de la sequía.

Globalmente podemos decir que la mayoría de las especies en estos bosques tira sus frutos entre mediados y finales de la época de lluvias, y que a mediados de la sequía la mayoría de las especies dispara su floración.

Janzen (1967) y otros autores han discutido esta sincronización de la reproducción sexual de los árboles con la época de sequía en bosques de centroamérica. Janzen ha propuesto la siguiente hipótesis: " la sincronización de los tiempos de floración de las distintas especies en los bosques de las regiones bajas de centroamérica, con la época de sequía, representa una adaptación que es producto de que ésta época ofrece ventajas evolutivas donde se maximiza la habilidad para competir tanto en el crecimiento individual como por agentes polinizadores y otros factores que favorecen la dispersión del polen ". El punto principal que señala Janzen es de que no importa el estímulo que se ha seleccionado y que dispara la floración en la sequía, sino ¿ cuales son las ventajas evolutivas que la sequía ofrece para la floración en esa época ?. Obviamente el estímulo "X" es la causa próxima para que se floree en un momento determinado y no en otro, pero son las ventajas evolutivas que ofrece la floración en ese momento dado, las que en última instancia han determinado que se haya seleccionado el estímulo "X". Conocer el estímulo que dispara la floración es importante pero desde otros puntos de vista, por ejemplo el agrícola, ya que puede llegarse a forzar a una especie a que floree cuando uno lo desee, según las necesidades de rendimientos; o a que no floree, si lo utilizable son las partes vegetativas e interesa que la energía se aproveche totalmente en el crecimiento de las partes verdes. Janzen concluye que los picos

de floración y fructificación de las especies de árboles en los bosques de las regiones bajas de centroamérica es el resultado de la selección, para que la reproducción sexual se haga en el momento más oportuno del año. Asimismo, dice que la primera ventaja que ofrece la floración en la sequía es de que lo árboles gastan energía en la floración, por lo que es tratégicamente no florear en la época de lluvias representa aprovechar las lluvias para competir por crecimiento, y que la maduración de los frutos se haga en las mejores condiciones hídricas. Otro punto importante es que las flores son más vi sibles en la sequía cuando hay algunos árboles que están defo liados, de esta forma los insectos polinizadores se benefician en su actividad. Los insectos son de primera importancia como agentes polinizadores, y se ha demostrado que los insectos noc turnos y diurnos se ven favorecidos por las condiciones del tiempo en la sequía. Muchos insectos que visitan flores dismi nuyen su actividad en períodos de sombra, por lo que la sequía representa ausencia casi total de nubes. Otro punto importante es de que en la sequía el polen no se moja y se favorece su dispersión por el viento, además de que las flores no sufren el impacto de fuertes tormentas, lo que causaría su destrucción.

II.- Comentarios sobre la estructura del Bosque Caducifolio y su sustitución por sistemas agrícolas en la región Xalapa - Coatepec, Ver.

Las comunidades naturales están integradas por la coevolución de grupos de especies que interactúan, y tanto su estructura como su funcionamiento se ha modificado por la influencia de la selección natural actuando sobre los individuos que la componen. La estructura de una comunidad tiene mucha influencia en el funcionamiento de la misma, esto es, como procesador de energía y nutrimentos.

La estructura de una comunidad puede analizarse desde dos puntos de vista: la estructura física y la estructura biológica. La primera se refiere a " que es lo que se observa cuando se mira una comunidad ", y abarca aspectos como: formas de vida de las plantas, estratificación especial vertical y fenología. La segunda se refiere a las especies que integran la comunidad, abundancia y relaciones entre las especies. (Krebs, 1978).

Las plantas constituyen la matriz biológica de todas las comunidades y sus formas de vida son un componente muy importante de la estructura física de una comunidad. La estructura física del bosque caducifolio está impuesta por árboles altos que la mayoría pierden sus hojas estacionalmente; hay también árboles que se intercalan en diferentes estratos por debajo de los árboles más altos; también hay arbustos y

pocas hierbas. El suelo que se ha desarrollado en los bosques forma la matriz donde se sustentan las plantas de la comunidad. Los animales se distribuyen de acuerdo a la estructura definida por las plantas y el suelo.

El punto importante de caracterizar a las comunidades de acuerdo a las formas de vida de las plantas que dominan en ellas es que las formas de las plantas reflejan determinadas condiciones ambientales, en otras palabras: " condiciones ambientales similares, han dado como resultado plantas de forma similar por convergencia evolutiva ", y está demostrado que los principales factores en determinar los tipos de vegetación son precipitación y tipo de suelo. (loc.cit.)

Es muy importante tener en cuenta que la presencia de una comunidad natural en un sitio determinado, significa que se encuentra adaptada a esas condiciones, y que su permanencia en ese lugar es el resultado de la evolución de las especies que la integran. Además, la comunidad determina ciertas características del ambiente físico donde se desarrolla, como por ejemplo: la existencia de un suelo es el resultado de miles de años de formación, que ha sido posible a una interacción recíproca entre la cubierta vegetal y el intemperismo de las rocas; otro ejemplo sería que las cantidades de nutrientes que fluyen en las corrientes de agua hacia el mar ó depósitos de agua dulce, dependen de las cubiertas vegetales de la corteza terrestre, y la ecología de esos depósitos de agua está adaptada a una cantidad determinada de nutrientes que le llegan. Borman (1967).

En la tabla #3 se dan algunos aspectos de la estructura física y biológica del bosque caducifolio de la región Xalapa y de algunos tipos de cafetales de la misma zona.

Por lo que respecta a la estructura física vemos que los cafetales guardan mucha semejanza con el bosque. Este hecho es el que permite el uso racional del suelo, a través de la implantación de un sistema artificial (el cafetal) que contribuye en los siguientes aspectos, para la protección de las características naturales de la región:

a) Formación de suelo y protección contra la erosión del mismo. El suelo constituye uno de los principales recursos a conservar y hoy, en México, el problema de la erosión constituye ya un profundo y serio problema nacional. Información reciente del Director de Instituto Politécnico Nacional, Héctor Mayagoitia Domínguez, dice que el 30% del suelo nacional está totalmente erosionado, y 15% más se encuentra en franco proceso de deterioro, además que en la últimas cuatro décadas se han depredado 16 millones de hectáreas arboladas (periódico Uno más Uno 9 dic. 1980). Esto demuestra la falta de criterios ecológicos, de conservación de recursos, cuando se implementan las prácticas agropecuarias.

b) No se alteran las características hidrológicas de la región. Lo que en última instancia se altera son las características químicas del agua que acarrea fertilizantes que se lixivian de los terrenos agrícolas. Pero como se mencionó

anteriormente ( Borman y Likens, 1967 ), los bosques tienen mecanismos intrínsecos de retención de nutrimentos y, como los cafetales tienen la misma estructura física que el bosque, esto es válido también para el agrosistema cafetalero el cual, aunque es fertilizado, tiene mayores capacidades de retener esos nutrientes que otros cultivos, que en cierta época del año dejan sin protección al suelo, como serían: maíz y caña de azúcar.

c) Que animales que se encuentran asociados al bosque caducifolio, puedan encontrar al cafetal casi como su hábitat natural. Los resultados obtenidos por Aguilar-Ortiz (1980), sobre la avifauna de la región Xalapa, abarcando los cafetales y las vegetaciones circundantes ( pinar, bosque caducifolio y Selva Baja Caducifolia ), sugieren la importancia del cafetal desde un punto de vista ecológico al funcionar como hábitat de refugio y conservación de avifauna residente y migratoria. En el cafetal se encontraron 136 especies de aves y en el bosque 138. De estas 136 especies y que representan el 100%, el 88.2% se encontraron en el bosque caducifolio también, lo que indica de manera general, la afinidad de las aves del bosque caducifolio por el cafetal.

Como vemos, la concordancia en estructura física entre un sistema agrícola y uno natural de la misma región, asegura la protección de la ecología en varios aspectos.

Por el otro lado vemos que en estructura biológica ( composición de especies ) el bosque caducifolio y los cafetales estudiados no guardan ninguna semejanza (tabla#3). Esto implica dos cosas: 1) al diseñar un agroecosistema y basarse en la estructura física de la vegetación natural de la región, puede hacerse utilizando otras especies que sean útiles también. Por ejemplo, en los cafetales se usan arboles de sombra como I. jinicuil que, aunque no pertenece al bosque caducifolio, posee nódulos en sus raíces con bacterias del género Rhizobium que son fijadoras de nitrógeno, lo que representa una entrada de este elemento al sistema. Por otro lado el fruto de I. jinicuil es comestible.

2) El agroecosistema tipo monocultivo o con mucha menor diversidad que el sistema natural de la región, es más vulnerable a una plaga específica. Este punto es importante porque por mucho que se parezca en estructura física un agroecosistema al tipo de vegetación natural de la región, no pueden evitarse el embate de plagas que afectan principalmente a monocultivos.

## CONCLUSIONES.

1.- La producción de hojarasca es fácil de cuantificar en comparación con las técnicas difíciles y costosas para estimar la Producción Total Neta en ecosistemas forestales. La posibilidad de que la producción de hojarasca pueda servir como un índice de la producción neta en bosques es un estímulo para este tipo de trabajos.

2.- La región Xalapa-Coatepec es altamente productiva, ya que bosques parecidos pero de mayores latitudes tienen una producción de hojarasca siempre menor.

3.- El patrón de caída de hojarasca en el bosque caducifolio de la región Xalapa está influenciado estacionalmente. La época de sequía tiene las mayores tasas de caída y son las hojas las que aportan la mayor parte. La floración de la mayoría de las especies en el bosque se dispara en la sequía, lo que muy probablemente signifique que esta época ha ofrecido ventajas evolutivas para la reproducción sexual. La maduración de los frutos de la mayoría de las especies se efectúa en todo el periodo de lluvias, y los mayores aportes de caída de frutos se tienen para finales de la época de lluvias y principios de la sequía.

4.- El agroecosistema cafetalero guarda una estrecha semejanza en estructura física con el bosque caducifolio, con lo que se asegura la conservación de algunos aspectos de la ecología de la región.

5.- De los estudios ecológicos de la vegetación natural de cada región se pueden obtener las bases para utilizar criterios conservacionistas en la utilización de la tierra.

6.- Una de las ideas que nos surgieron en el transcurso del trabajo y que es un tema interesante para futuros estudios, es: cómo el modelo capitalista de producción es el que rige el uso de la tierra, y es por esto que, aunque existan intentos de utilizar racionalmente el suelo, leyes como oferta y demanda, competencia, influenciados por la libre empresa, son los factores que en realidad determinan en México el uso de la tierra.

## BIBLIOGRAFIA.

- 1.- Aguilar-Ortiz, F. 1981. "Estudio Ecológico de las Aves del Cafetal." INIREB. En prensa. 40 p.
- 2.- Aguilera, H.N. 1969. " Distribución geográfica y características de los suelos derivados de ceniza volcánica de México ". Panel sobre Suelos derivados de Cenizas Volcánicas de América Latina. Centro de Enseñanza e Investigación. Inst. Interamericano. Cienc. Agr. de la E.A., Turrialba, Costa Rica.
- 3.- Ashby, W.R. 1957. " An introduction to Cybernetics ". Wiley, New York.
- 4.- Borman, F.H. y Likens, G.E. 1967. " The Nutrient Cycles of an Ecosystem ". Science, Vol. 155, No. 3761, pp. 424 - 429.
- 5.- Bray, J.R. 1964. " Primary Consumption in three forest canopies ". Ecology, Vol. 45, No.1. pp. 165 - 167.
- 6.- Bray, J.R. y Gorham, E. 1964. " Litter production in forest of the World ". in Adv. Ecol. Res., 2:101-157.
- 7.- Connell, J.H. y Orias, E. 1964. Amer. Nat., 98: 399 - 414.
- 8.- Conrad, M. 1971. " Stability of Foodwebs and its relation to species diversity ". Center Theoret. Studies, Univ. Miami.
- 9.- Ebermayer, E. 1876. " Die gesmate Lehre der Waldstreu mit Ruchsicht auf die chemische Statik des Waldbaues ". Berlin: Julius Springer. pp. 116.

10.- Gessel, S.F. 1962. "Progress and problems in mineral nutrition of forest trees". En Tree Growth, ed. by T.T. Kozlowski, pp. 221 - 235. Ronald, New York.

11.- Gomez-Pompa, A. et al. 1972. "The Tropical Rain Forest: A Nonrenewable Resource". Science, Vol. 177. pp. 762 - 765.

12.- Gomez-Pompa, A. "Antecedentes de las investigaciones botánico-ecológicas en la región del Río Uxpanapa, Ver. México". Biótica 4 (3): 127-133.

13.- Grizzard, T. et al. 1976. "Seasonal Nutrient Dynamics of Foliage and Litter Fall on Walker Branch Watershed, a Deciduous Forest Ecosystem". Environmental Division. Public. No. 814.

14.- Janzen, D.H. 1967. "Synchronization of sexual reproduction of trees within the dry season in Central America". Evolution 21: 620 - 637.

15.- Jimenez, A.E. 1979. "Estudios Ecológicos del Agroecosistema Cafetalero: I. Estructura de los cafetales de una finca cafetalera en Coatepec, Ver. México". Biótica 4 (1): 1 - 12.

16.- Jiménez, A.E. y Martínez, V.P. 1979. "Estudios Ecológicos del Agroecosistema Cafetalero: II. Producción de materia orgánica en diferentes tipos de estructura". Biótica 4 (3): 109 - 126.

17.- Jiménez, A.E. 1980. "Comparación de la producción de materia orgánica de un bosque caducifolio y el cafetal". Biótica, en prensa.

18.- Krebs, C.J. 1978. "Ecology. The Experimental Analysis of Distribution and Abundance". Harper & Row, Publishers. New York. pp: 537.

19.- Knox, E.G. y Maldonado, F. 1969. "Suelos de cenizas volcánicas. Excursión al volcán Irazú". Panel sobre Suelos Derivados de Cenizas Volcánicas. Centro de Enseñanza e Investigación. Turrialba, Costa Rica. A.8 1/2.

20.- Lester, R.B. 1970. "Human Production as a Process in the Biosphere". en A Scientific American Book: "The Biosphere". pp. 95 - 103.

21.- Levin, R. 1970. en Towards a Theoretical Biology. Edit. por Waddington, Aldine Publ. Co., Chicago, 3: 73 - 88.

22.- Lewontin, R.C. 1969. "The meaning of stability". Brookhaven Symp. Biol. 22: 13 - 24.

23.- Mac Arthur, R. 1955. Ecology, 36: 533.

24.- Martini, J.A. 1969. "Distribución y características de los suelos derivados de Cenizas Volcánicas de Centro América". Panel sobre Suelos Derivados de Cenizas Volcánicas de América Latina. Centro de Enseñanza e Investigación. Turrialba, Costa Rica.

25.- May, R.M. 1973. "Stability and Complexity in Model Ecosystems". Princeton University Press, Princeton, N.J.

26.- Medina, E. 1966. "Producción de hojarasca, respiración edáfica y productividad vegetal en bosques deciduos de los Llanos Centrales de Venezuela". en Progresos

de Biología del Suelo. Monografía 1. Amer. Lat. pp. 97 - 100. Montevideo.

27.- Miranda, F. y Hernández, X. 1963. " Los Tipos de Vegetación de México y su Clasificación ". Soc. Bot. Mex. 28: 29 - 179.

28.- Muller, P.E. 1887. " Studien uber die natuerlichen Humusformen und deren Einwirkung auf Vegetation Pun Boden ". Berlin: Julius Springer. pp. 324.

29.- Ovington, J.D. 1956. " The form, weights and productivity of tree species grown in close stands ". New Phytol. 55: 289 - 304.

30.- Ramos, H.S. 1979. " Estudios Edafológicos de una zona cafetalera de Soconusco, Estado de Chiapas ". Tesis de Biólogo. Fac. Ciencias, UNAM.

31.- Tadaki, Y. y Hatiya, K. 1968. " The Forest Ecosystem and its Drymatter Production ". (Jap) Ringyo - Kagaku - gijutsu - shinkosho, Tokyo.

32.- Toledo, V.M. 1978. " Uxpanapa: ecocidio y capitalismo en el Trópico ". Revista Nexos. Noviembre. pp. 15,- 17.

33.- U.S.D.A. 1975. " Soil conservation service; soil clasification a comprehensive system, 7th aproximation ". U.S. Dep. of Agricultural, Washington, D.C. 753 pags.

34.- Weck, J. 1955. " Forstliche Zuwachs - und Ertragskunde ". Radebeul and Berlin: Newman Verlag. pp. 169. .

35.- Woodwell, G.M. 1970. " The energy cycle of the biosphere ". en Ecology, Evolution and Population Biology, 1973. Readings from Scientific American. W.H. Freeman.

36.- Woodwell, G.M. y Smith, H.H. 1969. " Diversity and Stability in Ecological Systems ". Brookhaven Symp. Biol.; 22: 1 - 264.