



BIBLIOTECA  
INSTITUTO DE ECOLOGIA  
UNAM



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO**

Escuela Nacional de Estudios Profesionales Zaragoza

**Contenido Mineral de la Hojarasca  
en una Selva Baja Caducifolia en  
la Costa de Jalisco, México.**

**T E S I S**

Que para obtener el Título de:

**B I O L O G O**

P r e s e n t a

**Ma. del Rocío Esteban Jiménez**

**Enero de 1986**

A MIS PADRES Y ABUELO, CON CARIÑO; Y A OFRICU  
OCN FECR

## INDICE

1. Resumen	1
2. Introducción	2
3. Antecedentes	4
4. Objetivos	14
5. Descripción del área de estudio	15
5.1 Ubicación de la Estación de Biología "Chamela"	15
5.2 Orografía y Topografía	15
5.3 Geología	15
5.4 Hidrografía	16
5.5 Clima	16
5.6 Suelo	18
5.7 Vegetación	19
5.8 Descripción de los Sitios de Trabajo	22
6. Material y métodos	24
6.1 Trabajo de Campo	24
6.1.1 Colecta de Hojarasca	24
6.1.2 Preparación de Muestras Compuestas	24
6.2 Trabajo de Laboratorio	25
6.2.1 Análisis de Minerales	25
6.3 Análisis estadísticos de los datos	26
7. Resultados	28
8. Discusión	32
9. Conclusiones	40
10. Bibliografía	42
Apendice	

## AGRADECIMIENTOS.

Muchas personas han ayudado generosamente en la preparación de este trabajo ya sea leyendo el manuscrito o suministrando ideas para mejorarlo. Quiero agradecer sinceramente las atenciones ofrecidas por las siguientes personas: Dr. José Sarukhán K., por la oportunidad que me dió para formar parte del proyecto "cuencas"; Biol. Agustín Quiroz F., por su asesoramiento a lo largo de este trabajo; Dr. Manuel Maass M., la una y otra revisión paciente del manuscrito; Biol. Luis Cervantes S., por sus críticas constructivas al mismo; Dr. Daniel Piñero D., por su asesoramiento en la parte estadística; a los M. en C. Angelina Martínez Y., Enrique Martínez y O. y al Pas. de Biol. Enrique Solís V., el haberme permitido generosamente utilizar sus resultados para mejorar este trabajo; al jurado integrado por: M. en C. Ramiro Cisneros M., Biol. Agustín Quiroz F., Dr. Manuel Maass M., Biol. Ramiro Ríos y Biol. Cecilia Jiménez, a todos ellos les agradezco la revisión final y los comentarios que le hicieron al trabajo.

Las figuras fueron hechas por Felipe Villegas y Carlos Sitja. También les agradezco su apoyo constante en ánimo y trabajo a: Biol. Arturo Solís M.; Pas de Biol. Enrique Solís V.; Biol. Alfonso Sánchez Z.; Arturo Lara.; Biol. Clara Tinoco O.; I. A. Francisco Molina F.; Biol. Celia de Ita M. y Cristina Patiño A.

Por último expreso mi agradecimiento infinito a Carlos Sitja A., por el tiempo tan "valioso" que le dedica a mi trabajo.

## 1. RESUMEN.

La producción de hojarasca y su contenido de macronutrientes minerales (Nitrógeno, Fósforo, Potasio, Calcio, Magnesio y Sodio totales) se estudió en un área de 100 ha., durante el lapso comprendido entre febrero de 1982 a enero de 1983 en la Selva Baja Caducifolia de la Estación de Biología "Chamela", Jal., México (19°30' 00" lat. N y 105°05' 00" long. O.).

La Producción anual de la hojarasca para el año de estudio fue de 3996 kg. ha<sup>-1</sup> aproximadamente, donde el contenido total de macronutrientes analizados fue de 245.76 kg ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>. La fracción de minerales más importante fue aportada por el componente: hojas (65.57 %) seguido de ramas (14.5 %), estructuras reproductivas constituidas por: flores + semillas + frutos (8.04 %), restos de animales (7.2 %) y por último material no identificado (5.18 %). La cantidad de macronutrientes que regresan anualmente al suelo a través de la desintegración de hojarasca expresada en kg ha<sup>-1</sup> es: Nitrógeno 97.9, Calcio 66.1, Magnesio 40.7, Potasio 33.0, Sodio 7.3 y Fósforo 0.53.

Las variaciones significativas entre los sitios y tiempos de muestreo, están asociadas al tipo de vegetación, exposición, suelo y sobre todo a la estacionalidad tan marcada que existe en la zona.

## 2. INTRODUCCION.

Este estudio forma parte de una serie de trabajos que integran el proyecto titulado "Evaluación del impacto de diferentes técnicas de manejo de recursos en la productividad primaria y el balance nutricional en ecosistemas tropicales", dirigido por el Dr. J. Sarukhán dicho proyecto tiene como principal objetivo: el estudio de los parámetros básicos de la productividad primaria y del balance nutricional en un ecosistema tropical estacional además de los cambios que en estos se produce debido a la perturbación por actividad humana. Con este conocimiento se podrían determinar formas de utilización del ecosistema que produzcan rendimientos sostenidos y el mínimo de pérdidas por erosión. El proyecto de investigación a largo plazo lo está realizando el Departamento de Ecología del Instituto de Biología de la U.N.A.M.

En los últimos años pocos estudios en comunidades tropicales se han enfocado a determinar la tasa de producción de hojarasca y su aportación de elementos minerales, a pesar de que es importante para entender como se da la transferencia de materia seca y minerales de la vegetación a la superficie del suelo, es decir la producción de hojarasca y el contenido de los macronutrientes principales contenidos en ella, son claves en el flujo de energía y en la transferencia de materiales por los ciclos biogeoquímicos en el ecosistema.

Duvigneaud (1976), puntualiza que el funcionamiento de los ecosistemas está determinado por la disponibilidad de los nutrientes minerales y el agua, por lo que la cuantificación de los ciclos minerales es uno de los parámetros más importantes a medir en estudios de ecosistemas.

La "mineralomasa" transferida de un compartimiento de rápido ciclaje, como es la descomposición de hojarasca en la superficie del suelo, presenta diferencias de incorporación y disponibilidad de un elemento mineral a otro. Tales diferencias resultan de las características funcionales de cada elemento mineral en las plantas, de la diversidad y fisiología de la vegetación, así como de las características físicas, químicas y microbiológicas del suelo.

### 3. ANTECEDENTES.

El conocimiento de los ecosistemas con perspectivas de manejo o explotación, debe involucrar investigaciones detalladas y a largo plazo que contemplen su composición, estructura y productividad, además de relacionar estos parámetros con factores (deforestación, erosión, contaminación, etc.) que afecten su funcionamiento y capacidad productiva.

Las comunidades que se encuentran en las zonas tropicales han sido poco estudiadas en comparación a las zonas templadas (Gorham y Bray, 1964).

La caída de hojarasca en sus diferentes componentes (separación que se ha hecho en base a las características de su tejido),: hojas, ramas estructuras reproductivas (flores + semillas + frutos), material no identificado y restos de animales (mudas, excretas, etc.), es un mecanismo importante en la transferencia de materia de la vegetación al suelo.

Los valores de producción de hojarasca muestran un gradiente negativo que va desde el Ecuador hacia los polos. Existe además una relación entre las tasas de producción de hojarasca y la cantidad de energía solar disponible para el crecimiento de las plantas (balances de radiación). Las tasas más bajas de producción se encuentran en regiones con una menor cantidad de energía solar disponible. Se estima que el valor más alto de producción se encuentra en los trópicos (Jordan, 1983). La producción de hojarasca en climas tropicales es de 1.5 a 2 veces mayor que en los ecosistemas templados y esto se debe la alta temperatura, insolación y a la larga estación de crecimiento presentes en zonas tropicales (Singh, 1968).

La producción promedio de hojarasca en los trópicos, es de 6.6 Ton ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>. También se ha encontrado que la producción de hojarasca disminuye de Selvas Tropicales

Perennifolias con lluvias en todo el año (Tailandia 11.9 Ton ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>) a Selvas Tropicales Caducifolias con lluvias en alguna época del año (P. Rico 2.5 Ton ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>).

Bray y Gorham (1964), demostraron que hay una relación inversa entre la cantidad de "litter" producido y la latitud de la localidad, además sugieren que las hojas constituyen un 70 % del total del "litter" producido. Aunque es posible encontrar variaciones en las tasas de producción de comunidades situadas a la misma latitud o incluso a lo largo del tiempo (años) en una misma comunidad. Tales variaciones, pueden deberse a efectos locales del clima, duración o impredecibilidad de las lluvias, características edáficas y topográficas y estados sucesionales de la comunidad.

Las funciones de una Selva Tropical se realizan a una tasa elevada. Esto significa que la caída de hojarasca, el proceso de descomposición y en consecuencia el reciclaje de nutrimentos ocurren con gran velocidad; al igual que la fotosíntesis y por lo tanto la formación de nueva materia orgánica (Golley et al, 1975; Lieth y Whittaker, 1975). Además se sabe que a pesar de que muchos suelos en estas comunidades tropicales son "pobres" en nutrientes, la productividad primaria es alta, y que en ausencia de perturbación la entrada y salida de nutrientes del suelo están relacionadas. De igual manera se ha encontrado que existen mecanismos de conservación de nutrientes que eliminan la posibilidad de que se pierdan del sistema manteniéndolos disponibles para el ecosistema. Tal es el caso de la transferencia directa de los minerales, desde la capa de hojarasca en descomposición hasta las raíces de las plantas, como es el caso de una Selva de San Carlos de Río Negro en el Amazonas. Este fenómeno impide que los nutrimentos se pierdan por lixiviación de la capa fértil del suelo (Herrera et al, 1978; Swift et al, 1979). De esta manera se explica la presencia de una vegetación exuberante en zonas con suelos oligotróficos (pobres en nutrimentos).

La presencia de hojarasca sobre el suelo, significa una reserva orgánica y un acumulo provisional de elementos biógenos durante algún tiempo, dependiendo de la eficacia de los ciclos, asegurándose así su redistribución y evitándose el empobrecimiento constante del ecosistema.

Es necesario destacar que entre el 80 y el 99 % de la producción primaria no es consumida por los herbívoros y así acaba entrando en el sistema suelo-vegetación (Margalef citado en Antuña-Camporro 1983).

La degradación de los tejidos orgánicos a sus formas más simples, se realizan por medio de la secreción de enzimas, producidas por los microorganismos típicos del suelo. Aun cuando existen grandes poblaciones microbianas durante los estados iniciales de descomposición de la hojarasca, ésta permanece relativamente inactiva, hasta que ocurre la fragmentación de la hojarasca por los animales del suelo (microfauna, mesofauna y macrofauna). Este tipo de interacción hojarasca, microflora y fauna del suelo, provoca la mineralización de los elementos contenidos en ella y la formación o desarrollo del suelo.

Por otro lado sabemos que el mantillo (horizonte orgánico (01,02) USDA, 1975) es la capa de residuos orgánicos principalmente vegetales con cierta proporción de residuos animales, de profundidad y complejidad variable donde se están llevando a cabo alteraciones físicas y reacciones químicas, donde se involucran entradas, salidas y tasas de recambio de nutrimentos, por lo cual es un componente dinámico, fundamental en el sistema de ciclaje de masa y energía en las comunidades.

Las actividades de la fauna y la microflora son complementarias e intrínsecamente relacionadas, su acción se intensifica conforme el mantillo se humedece. Bajo condiciones de sequía, la hojarasca permanece más o menos intacta, ya que el número de individuos decrece considerablemente hasta que las condiciones de humedad se mejoran. A medida que la descomposición progresa se van generando cambios en la composición química del mantillo, como un resultado del metabolismo de bacterias y hongos 6

principalmente.

La materia orgánica edáfica es fuente de energía para los microorganismos del suelo, a la vez que les suministra los nutrientes esenciales: nitrógeno, fósforo, azufre, etc. Igualmente regula la nutrición vegetal, condiciona una estructura favorable al suelo, al actuar como agente cementante de unión entre las partículas, favorece la retención de humedad por el suelo, incide sobre el balance hídrico y la erosión de los suelos y actúa de "amortiguador" al moderar los cambios de acidez (Singh y Gupta, 1977). Garg y Vyas (1975) concluyen que la hojarasca del piso de la selva, afecta de manera importante la humedad del suelo "estado húmedo del sistema mantillo - suelo", las salidas de agua del suelos así como el nivel nutricional de la tierra.

La distribución de la materia orgánica dentro del suelo no es homogénea, sino que depende de las características climáticas, tipo de vegetación y utilización de los suelos. Así se observa que en las zonas frías y húmedas, la adición de materia orgánica es superficial y las tasas de descomposición de hojarasca es muy baja (debido a las bajas temperaturas), por lo que tiende a acumularse sobre el suelo o en los pocos centímetros superiores. En climas templados húmedos la influencia de la cubierta herbácea y sus raíces aminora ligeramente la acumulación superficial de la materia orgánica. En climas continentales, la presencia exclusiva de gramíneas en las estepas, origina un enriquecimiento de materia orgánica más homogénea y profunda, a causa de la incorporación de las raíces a la masa de suelo. Por último en climas tropicales se observa que la gran actividad biológica existente, consume y mezcla la materia orgánica en todo el perfil, por lo que la homogenización es casi total, aunque paradójicamente la acumulación orgánica sea escasa.

El ciclaje de materia orgánica implica el uso, liberación y reutilización de elementos que permanecen en los alrededores de la superficie terrestre (Daubenmaire, 1968).

Existen patrones temporales de caída de hojarasca que están determinados por la duración e intensidad de la lluvia. Wittaker (1975), postula que la productividad de un ecosistema se ve afectado de sobremanera por la precipitación.

Frankie, et al (1974), encontraron que en una Selva seca decidua en Costa Rica, la mayoría de las plantas que contribuyen con el valor máximo de la caída de hojarasca, probablemente pierden la mayor parte de sus hojas en un tiempo muy corto. Lugo et al (1978), Encontraron en una Selva Decidua en Puerto Rico, que la tasa de caída de hojas se incrementó rápidamente al disminuir el contenido de humedad en el suelo. También Vizcaíno y Sarukhán (1977), Martínez, et al, (1984), encontraron en una comunidad de Selva Baja Caducifolia en Chamela, que la tasa de abscisión foliar alcanza los más altos valores durante la época de sequía (dic. - junio), registrándose el valor más alto al inicio de este periodo. Dichos estudios entre otros indican que aquellas plantas que crecen en sitios con una menor disponibilidad de agua, tiran el follaje al inicio de la sequía, mientras que las plantas en sitios más húmedos, pierden sus hojas más tarde.

El tiempo de caída de hojas de diferentes especies, está relacionado con la sensibilidad de las plantas, a la humedad.

La caída de hojarasca no sólo se ve afectada por la precipitación, sino que pueden presentarse otras causas, que hacen variar la tasa de producción. Tal es el caso de sequías cortas, durante los meses de lluvia, presencia de especies heliofitas con una fenología diferente, efecto mecánico de la lluvia, depredación de pecíolos por insectos que provocan la caída de hojas, renovación continua de hojas, por algunas especies perennifolias.

Bockock y Gilbert (1957), Shanks y Olson (1961), Madge (1965), encontraron que la hojarasca proveniente de diferentes especies no se descompone a la misma velocidad, estos tiempos variables son producto de las características 8

químicas de cada una de las especies y de las condiciones particulares del lugar, donde se lleve a cabo la descomposición.

Se ha visto que dependiendo de las especies que se encuentren en la hojarasca, se ve afectada tanto la densidad como la actividad de las poblaciones de la fauna y microflora que se alimentan de ellas. Esto se debe en particular a las propiedades físicas y químicas de los residuos vegetales, que se reflejan en el cociente C/N. Por ejemplo, cuando la relación C/N se reduce, los tejidos orgánicos son más palatables, para los organismos descomponedores. Wijkamp (1966) (citado en Martínez 1980), concluye que bajos valores de C/N en Monus rubra están asociados con hojas nutritivas para la microflora del suelo y por lo tanto es material de fácil descomposición.

Martínez (1980), encontró en comunidades de selva baja caducifolia y selva mediana subperennifolia que: la tasa de descomposición de materia orgánica foliar varía ampliamente, bajo las mismas condiciones favorables de humedad y temperatura por ejemplo: Caesalpinia eriostachys y Cordia allanoides tienen pérdidas mensuales de 24.9 y 26.6 % respectivamente. Por otro lado encontró especies que en el mismo periodo de tiempo, pierden materia orgánica a una tasa mucho menor, por ejem. Coccoloba liebmanii con 13.0 % y Astronium graveolens con 13.1 %.

John (1973), obtuvo diferentes valores promedios de descomposición en una selva de marcada estacionalidad en Ghana, las hojas tardan 2.5 meses y las ramas un promedio de 9 años. Martínez (1980), también obtuvo diferentes valores de descomposición en Chamela; en una comunidad de Selva Baja Caducifolia, la hojarasca se descompone en un periodo de 17 meses y en comunidades de Selva Mediana Subcaducifolia tarda un promedio de 11 meses.

Los factores principales que afectan la descomposición de hojarasca, son la humedad y la temperatura, a la cual se ve sometida, es por eso que la descomposición sigue un patrón similar a la producción foliar, que va desde los 9

polos hacia el Ecuador.

Por otro lado se sabe que las concentraciones de nutrimentos en las plantas están relacionados con las concentraciones existentes en el suelo. De hecho en esto se basa el análisis foliar, usado como un indicador de las necesidades de fertilizantes en sistemas agrícolas (Munson y Nelson, 1980).

En ecosistemas tropicales la proporción de nutrientes que se encuentran en la vegetación, en relación a la concentración que se encuentra en el suelo, es mucho mayor, que en los ecosistemas templados. Por ejemplo en una Selva de Ghana la vegetación contiene el 30 % del nitrógeno, 50 % del calcio y magnesio intercambiables y más del 90 % del fósforo que dispone el ecosistema (Greenland y Kowal 1966), mientras que en un Bosque templado de New Hampshire E.U.A. la vegetación sólo contiene el 9.5 % del nitrógeno y más del 90 % se encuentra en la materia orgánica del suelo (Borman y Likens, 1967).

Entre las estrategias de uso y conservación de los minerales disponibles en la vegetación en ecosistemas tropicales se encuentran por un lado la retraslocación de minerales (de partes viejas a partes jóvenes) antes de la abscisión del follaje y por otro lado la caída de hojarasca la cual es mayor en los ecosistemas tropicales que en los templados, por lo que grandes cantidades de elementos son incorporados al suelo. Además las tasas de descomposición y absorción de minerales por la vegetación son mucho más altas en los trópicos, haciendo el ciclaje de nutrientes más rápido que en ecosistemas templados.

El conocimiento del contenido mineral de la hoja viva en general de todas las especies puede servir para estudiar las características peculiares de la vegetación. Además el contenido mineral foliar proporciona información sobre la cantidad de nutrimentos que circulan en el ecosistema, ya que son absorbidos por las raíces y devueltos al suelo por medio de la hojarasca. Una pregunta que nos permite entender 10

mejor el funcionamiento de una comunidad, es saber si la cantidad de nutrimentos que circula a través de la hojarasca y el lavado foliar en el ciclo externo (sistema suelo-planta-atmósfera), es relativamente más pequeña que la cantidad de nutrientes que circulan por el ciclo interno de la planta (compartimento planta).

En comunidades con un marcado STRESS nutricional se observa que, en la vegetación, circulan internamente más rápido y en mayores cantidades Nitrógeno y Fósforo. Grubb (1977) y Nye (1954), indican que esto refleja una gran limitante en las condiciones edáficas.

Kramer y Koslowski (1979), afirman que el nitrógeno y el fósforo, son factores limitantes en el crecimiento vegetal.

Chapin (1980), sugiere que las plantas que habitan en suelos pobres tienen más contenido mineral en sus hojas. Lo que sugiere una mayor eficiencia en su uso, una vez que estos se incorporan. Esto explica en parte que no todos los elementos minerales que se encuentran en el suelo, son considerados esenciales para la planta, sino sólo aquellos que sin su presencia, no le permiten completar su ciclo de vida.

El nitrógeno, fósforo, potasio, calcio y magnesio constituyen la lista de los macronutrimentos esenciales, así llamados porque naturalmente se encuentran en el tejido de la hoja en concentraciones mayores a 1000 ppm. No todos los tejidos vegetales tienen las mismas concentraciones de minerales. Si expresáramos el contenido de nutrimentos como el porcentaje del peso seco del tejido, generalmente las hojas tendrían las concentraciones más altas, siguiéndole las ramas y posteriormente los tallos (Golley et al, 1975).

El nitrógeno en las hojas puede constituir hasta un 40 % del nitrógeno total en las plantas, sin embargo las concentraciones de calcio y magnesio pueden a veces ser mayores en la corteza que en las hojas.

La concentración de minerales también varía con la edad del tejido, su posición en la planta y la estación del año. Estas diferencias temporales en la concentración de

minerales se dan debido a que: conforme los órganos de la planta se desarrollan, compiten por nutrimentos y reguladores del crecimiento. Se ha visto que los brotes y otras regiones metabólicamente activas dentro de la planta, acumulan minerales, produciendo gradientes, que causan movimientos hacia ellos.

La traslocación de nutrimentos es posible gracias a que los elementos minerales tienen una relativa facilidad para moverse de un órgano a otro. Sin embargo no todos los nutrimentos se mueven a la misma velocidad. Se ha visto que el nitrógeno, fósforo, potasio, azufre y sodio son nutrimentos móviles dentro de la planta, el hierro, magnesio, molibdeno, manganeso y zinc, son relativamente inmóviles, mientras que el calcio, litio, estroncio y boro se consideran inmóviles.

La zona donde se llevó a cabo este estudio cuenta con trabajos que se han realizado desde 1975 a la fecha; por estudiantes e investigadores del Departamento de Ecología del Instituto de Biología, U.N.A.M. Todos bajo la asesoría del Dr. Sarukhán.

Dichos trabajos tienen la finalidad de analizar el funcionamiento de un ecosistema. Los trabajos han abordado aspectos relacionados con la productividad primaria, acumulación, transformación y flujo de materia, así como algunos aspectos relacionados con la dinámica poblacional de ciertas especies vegetales importantes.

Algunos trabajos, entre otros que se han tomado como base y que han servido para una mejor integración de los resultados obtenidos en este estudio son:

- Patronas temporales y espaciales de producción de hojarasca en una selva baja caducifolia en la costa de Jal. Mex. (Martínez, 1980).

- Tasas de descomposición de materia orgánica y foliar de especies arbóreas de selvas en clima estacional (Martínez, 1984). \*

- Producción de hojarasca y dinámica del mantillo (Martínez et al 1984). \*

- Estudios preliminares sobre el análisis de nutrimentos en suelos de la selva baja caducifolia en Chamela Jal. (Solís et al 1983).

#### 4. OBJETIVOS.

Quantificar mineralógicamente los diferentes componentes de la hojarasca: hojas, ramas, estructuras reproductivas (flores + semillas + frutos), restos de animales y material no identificado.

Determinar la cantidad de macronutrientes (N, P, K, Ca, Mg y Na totales), que se incorporan anualmente al suelo, vía producción de hojarasca.

Determinar la variación temporal en el contenido de minerales de la hojarasca, a través de un ciclo anual.

Analizar la variación en el contenido de minerales entre los sitios de muestreo según sus características (pendiente, exposición, vegetación, etc.)

## 5. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.

### 5.1 Ubicación de la estación de Biología "Chamela".

La estación de "Biología", Chamela se localiza dentro de las coordenadas geográficas  $19^{\circ}32'30''$ ,  $19^{\circ}32'38''$  de latitud Norte y  $105^{\circ}00'00''$ ,  $105^{\circ}05'00''$  de longitud Oeste, a la altura del kilómetro 59 de la carretera Barra de Navidad - Puerto Vallarta (Carretera Federal 200) y a 5 km. del Pueblo de Chamela, perteneciente al municipio de la Huerta Jalisco (ver fig. 1).

### 5.2 Orografía y Topografía.

El área de la estación y sus alrededores, forman parte de la vertiente Suroeste de la Sierra Madre del Sur. Es una zona predominantemente montañosa, con escasos valles intermontanos, por lo cual el relieve es ondulado, presentando lomeríos que van de 20 a 250 m. sobre el nivel del mar. Ordoñez (1945), la ubica dentro de dos de las cuatro provincias fisiográficas que conforman el estado de Jalisco: Región Montañosa y la del Declive del Pacífico.

La zona queda comprendida, dentro de la planicie costera Suroccidental, limitada por la Sierra Madre del Sur.

### 5.3 Geología.

El sistema montañoso de la Sierra Madre del Sur, es un sistema joven y activo. El terreno casi en su totalidad, está formado por rocas terciarias y cuaternarias de origen ígneo intrusivas y extrusivas. En algunas zonas se

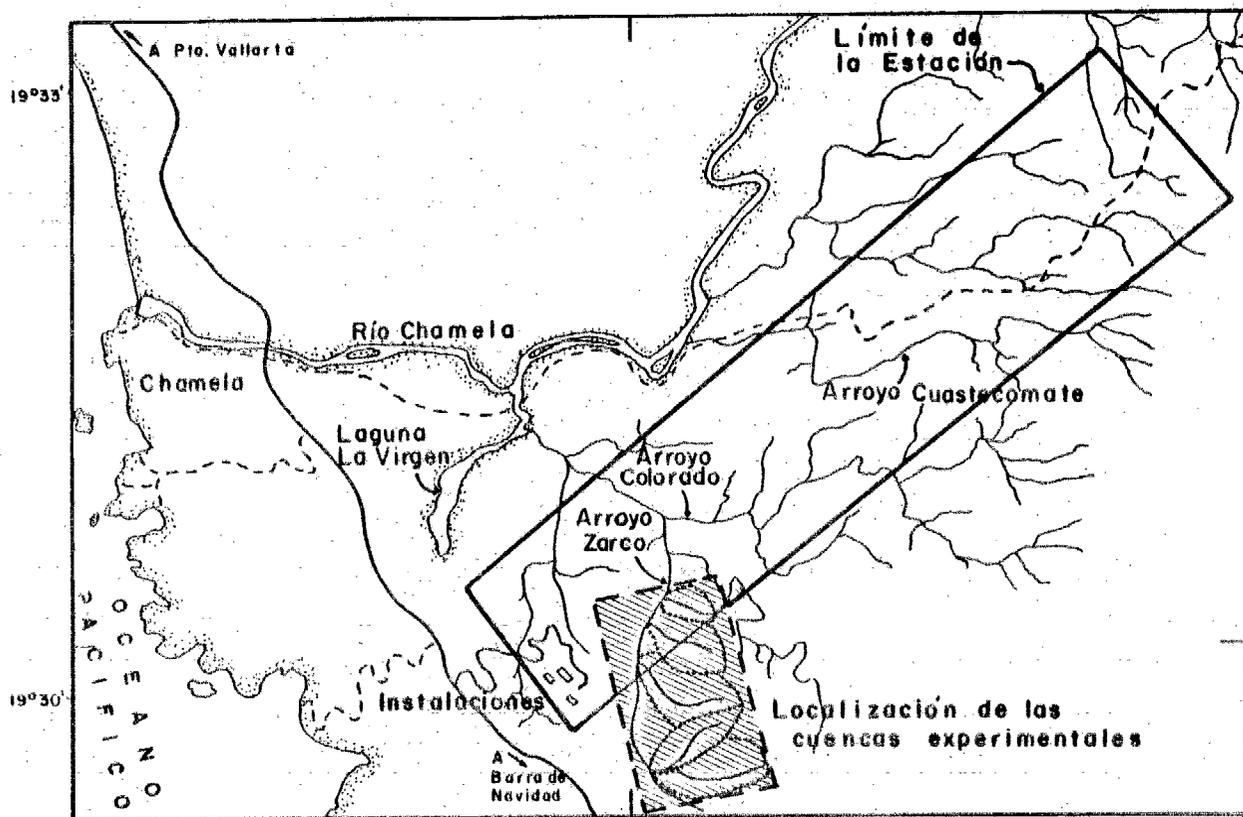


Fig. 1. Localización geográfica de la Estación de Biología "Chamela".

encuentran rocas sedimentarias, probablemente del periodo cretácico, que afloran en áreas pequeñas. Las rocas ígneas que se presentan son: del tipo de la riolitas, andesitas, dacitas y toba-andesíticas, que han quedado al descubierto por la erosión, después del levantamiento de la Sierra Madre del Sur. En la estación de Biología Chamela, las rocas que se encuentran son: del tipo de las riolitas (Acevedo F. A, 1972).

Las rocas graníticas predominantes de la región en la costa de Jalisco pertenecen a un gran batolito que se extiende hacia las profundidades, donde la plataforma continental es muy estrecha. El proceso de formación de montañas, va acompañado del desarrollo de fracturas de diversas longitudes, profundidades y orientaciones; las rocas graníticas presentan una gran cantidad de estas fracturas y fallas (Lugo y Ortiz Peres, 1980).

#### 5.4 Hidrografía.

El pueblo de Chamela presenta como drenaje principal, el arroyo de Chamela, con sus numerosos afluentes intermitentes dentro de las barrancas. Entre estos se encuentra el arroyo "El Colorado", al cual drenan otros arroyos secundarios como el arroyo "Zarco" y el arroyo "Hornitos".

#### 5.5 Clima.

Un análisis más detallado acerca del clima de la costa de Jalisco, fue preparado por De Ita (1983). De Ita *op cit.*, define el clima tomando en cuenta en su análisis, el registro de seis estaciones meteorológicas: Apasulco, Cajón

de Peña, Cihuatlán, Cuitzmala, Higuera Blanca y Tomatlán. El clima que presenta la zona pertenece al grupo Aw, cálido subhúmedo con un régimen de lluvias en verano. Aw(w) y Aw(w) indican una lluvia invernal menor del 5 % y una precipitación en verano del 90 %.

El rango de la temperatura media anual de las seis estaciones es de 24.55 a 26.63 °C. Los climogramas ombrotérmicos (ver Fig. 2), indican una marcada estacionalidad en verano. La precipitación se concentra en los meses de junio a noviembre (ver Fig. 3), seguida por un periodo de relativa sequía (siete meses) consecutivos. Esta sequía prolongada, se ve atenuada por la presencia de la humedad atmosférica (70 y 80 %) y la nubosidad (120 a 150 días al año) a lo largo de la costa de Jalisco (Solís, 1961). En ocasiones la sequía se interrumpe por la presencia de lluvias invernales (cabañuelas). Otro factor importante que equilibra la sequía persistente, es la llegada de tormentas tropicales o ciclones, al final de la época de lluvias.

Pérez-Siliceo (1963), señala que los años lluviosos presentan abundante precipitación al inicio de la temporada de lluvias. No así para los años secos y ciclónicos, que dan escasas lluvias en la temporada de junio y julio. Sin embargo, los años que principian secos pueden tener abundante precipitación al final de la temporada (junio y julio), si la actividad ciclónica es intensa. Tal es el caso para el año en que se llevó a cabo este estudio.

La estación meteorológica "Chamela" cuenta hasta el año de 1982 con seis años de registro. Estos datos indican que el área de la estación y sus alrededores presentan una precipitación media de 678.4 mm. De acuerdo a la definición de Pérez-Siliceo (1963), el año en que se trabajó fue un año con escasas precipitaciones al inicio de la temporada de lluvias; siendo la mayor en el mes de septiembre (133.8 mm) y la menor en el mes de junio (18.3 mm). También hay que tomar en cuenta que este año, no presentó las lluvias invernales "cabañuelas". La abundante precipitación al

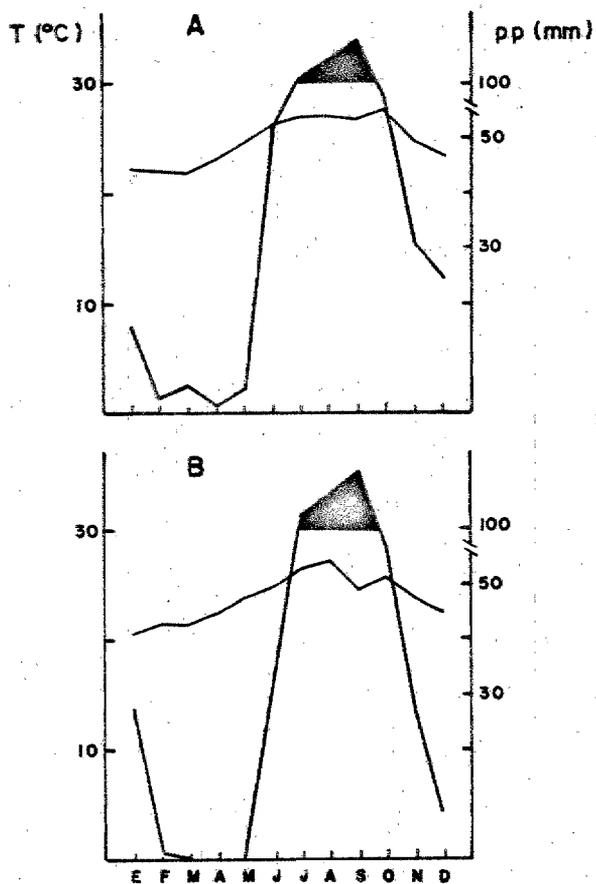


Fig. 2. Climograma ombrotérmico de las Estaciones Meteorológicas: A) Higuera Blanca, Jal., 1955-82; B) Chamela, Jal., 1977-82.

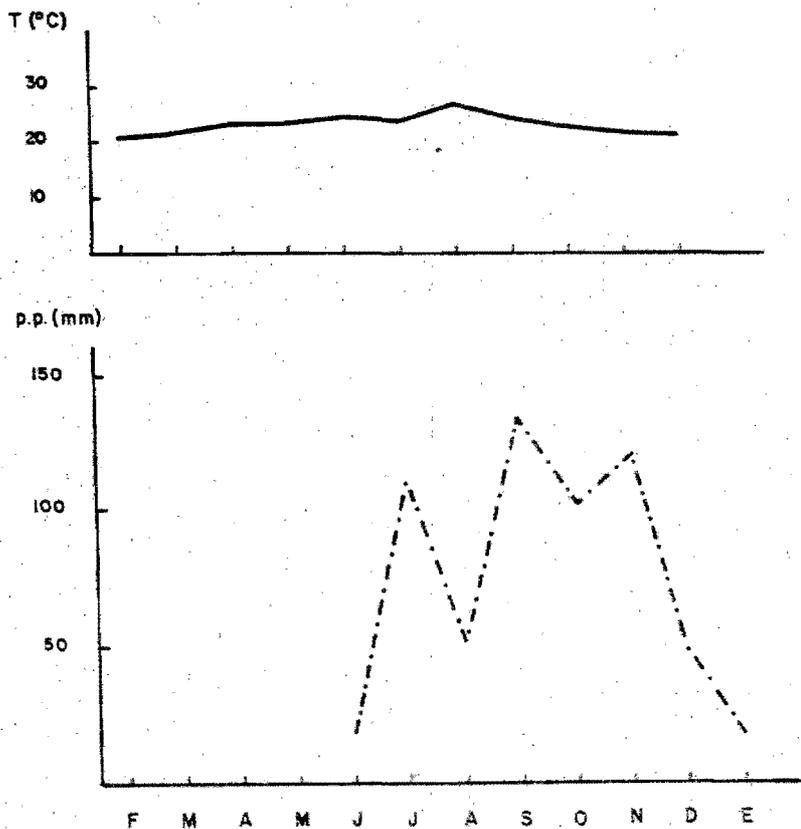


Fig. 3 . Comportamiento de la Temperatura y Precipitación anual de la Estación de Biología Chamela , Jal. Feb. 1982-Ene. 1983.

término de la temporada de lluvias, se debió a la entrada de las llamadas tormentas tropicales o ciclones. Los cuales continuaron hasta enero del siguiente año.

### 5.6 Suelo.

De acuerdo a los "factores formadores del suelo", como son: vegetación, clima, topografía, etc.; encontramos que los principales factores en esta región son: la topografía y la intemperización de la roca madre. Como se mencionó anteriormente, el lugar presenta una geología de rocas intrusivas del tipo de los granitos, donde predomina la riolita. Esto, asociado con una topografía variante del lugar, da como consecuencia suelos del tipo Regosoles eutrícos localizados en pendientes pronunciadas. En sitios de menor pendiente encontramos suelos de Pheozem háplico y por último en planicies abiertas o zonas totalmente intemperizadas encontramos asociaciones de Cambisoles, Fluvisoles y Litosoles (cartas de CETENAL, 1972, 75 y 76). Los suelos predominantes de la región son: el Regosol eutríco y el Pheozem háplico (clasificación, FAO/UNESCO, mod. por CETENAL). Esta categoría de Regosol, puede ser comparable con el orden de Entisol en la clasificación de la 7a. aproximación (USDA (Depto. de Agricultura de los E.U.)).

Los Entisoles son suelos de desarrollo superficial y reciente, que sólo han formado un epipedón ócrico o simplemente horizontes artificiales además de tener procesos mínimos de intemperización, lixiviación y eluviación (Buol, 1981).

La mayor parte de estas características de los suelos de la región, se las confiere la roca madre, tal es el caso de presentar texturas gruesas, colores claros, horizontes delgados, buen drenaje, incremento en el contenido de bases

(Ca y Mg) y como consecuencia un pH cercano a la neutralidad, y por último un alto contenido en Sílice (70 %) (Ortiz Villanueva, 1982).

Solís et al (1983), encontraron, que los suelos de los sitios de muestreo son generalmente someros, de colores café amarillentos, con texturas migajón arenosas, el pH presenta una ligera tendencia a la acidez. El contenido de materia orgánica es bajo (5.03 %), el contenido de nitrógeno es alto, comparándolo con el poco desarrollo que tiene el suelo. Un aspecto posiblemente importante que se encontró es que, el elemento crítico en esta comunidad es el fósforo, ya que se encuentra en bajas concentraciones.

### 5.7 Vegetación.

Tomando en cuenta la clasificación de los tipos de vegetación de Miranda y Hernández X. (1963). Se observa que en el área de la estación de Biología y en zonas aledañas prevalecen dos tipos de vegetación: Selva Baja Caducifolia (S.B.C) y Selva Mediana Subperennifolia (S.M.SP).

#### a) Selva Baja Caducifolia (S.B.C.)

Este tipo de vegetación es la que predomina en los terrenos de la estación de Biología. La vegetación de S.B.C domina en las pendientes pronunciadas y en las partes altas de los cerros, el suelo es somero, pedregoso y de colores claros. Una de las características principales de esta vegetación, es que pierde sus hojas en la época de sequía y que las alturas máximas de los árboles no sobrepasan los 15 m. de altura.

Las formas leñosas son muy ramificadas y de troncos

torcidos. Abundan las especies de corteza escamosa, papiráceas o con protuberancias suberosas. Algunas especies presentan exudados resinosos o laticíferos. Las especies con formas de vida suculentas espinosas son relativamente escasas, aunque algunas veces llegan a formar pequeños manchones. Existen dos estratos: i) estrato arbóreo arbustivo, que es el dominante con dos alturas: las especies menores de 7 y 8 m. de altura (diámetro a la altura del pecho menor de 15 cm.); y las especies de 7 a 15 m. de altura y un d.a.p mayor de 15 cm. ii) estrato herbáceo, que sólo se manifiesta durante las lluvias.

Algunas especies dominantes de esta vegetación se presentan en el apéndice.

#### b) Selva Mediana Subperennifolia (S.M.SP)

La S.M.SP se establece en las partes bajas de los lomeríos, siguiendo el curso de los arroyos y donde los suelos son generalmente profundos, de colores oscuros y de texturas francas, presentando estratos de gravas y cantos rodados. Se distinguen tres tipos de estratos: i) Estrato arbóreo de 15 a 25 m. de altura, ii) Estrato arbóreo de 7 a 15 m de altura y iii) Estrato herbáceo arbustivo.

Algunas especies dominantes de la S.M.SP. se presentan en el apéndice.

Por último, en las cuencas experimentales de la Estación de Biología se establece la Selva Baja Caducifolia. En las zonas más húmedas y con un contenido mayor de Materia orgánica, se encuentran individuos de Selva Mediana Subperennifolia. Los sitios que presentan especies de S.M.SP son los cuadros 1C, cuadro 2 y cuadro 3, en tanto que los cuadros 1A, 1B, 4 y 5 presentan especies de S.B.C.

A continuación se listan las cinco especies más dominantes en cuanto a su área basal, dentro de las cinco cuencas de trabajo.

Cuenca 1 cuadro 1A

Guazira linearibracteata

Luehea candida

Pochycereus pecten - ab

Thounidium decandrum

Cuenca 1 cuadro 1B

Bursera instabilis

Guazira linearibracteata

Lonchocarpus erioxarinialis

Plumeria rubra

Poeppigia procera

Cuenca 1 cuadro 1C

Bursera instabilis

Caesalpinia eriostachys

Guazira linearibracteata

Lonchocarpus constrictus

Plumeria rubra

Cuenca 2 cuadro 2

Bursera instabilis

Celaenodendron mexicanum  
Euphorbia pseudofulva  
Guapira linearibracteata  
Thouinidium decandrum

Cuenca 3 cuadro 3

Celaenodendron mexicanum  
Jacaratia mexicana  
Sophora nov. sp.  
Sciadodendron excelsum.

Cuenca 4 cuadro 4

Bursera instabilis  
Guapira linearibracteata  
Lonchocarpus eriocarinalis  
Plumeria rubra  
Tabebuia impetigi

Cuenca 5 cuadro 5

Caesalpinia aristachys  
Guapira linearibracteata  
Lonchocarpus eriocarinalis  
Thouinidium decandrum.

#### 5.8 Descripción de los sitios de trabajo.

El presente trabajo se realizó en cinco cuencas de

estudio, que se localizan dentro del área de la estación.

En la misma formación orográfica, se tienen determinadas las cinco cuencas. Estas presentan una extensión de 99.81 ha., una elevación media de 126 m. (s.n.m.), orientadas hacia el Oeste y localizadas a 3900 m. de la línea de costa. El conjunto de cuencas presenta las siguientes características (ver Fig. 4).

Los cauces de las cuencas presentan una anchura entre 2 y 4 m., que desembocan sobre un tramo de 3 km. del arroyo el "Zarco".

Dentro del conjunto de cuencas se han distribuido siete cuadros permanentes de muestreo (ver fig. 5), cada uno de 2400 m. (el área se determinó por el método de "área mínima"). Los tres primeros cuadros se localizan en la parte alta, media y baja de la cuenca 1 los cuales llamaremos cuadro 1A, 1B y 1C respectivamente. Los cuatro cuadros restantes se ubican en la parte media de cada una de las cuencas cuadro 2, 3, 4 y 5. A su vez cada cuadro se encuentra dividido en 24 subcuadros de 10 X 10 m., excepto el cuadro de la parte alta de la cuenca 1 (cuadro 1A), que debido a su topografía sólo presenta 21 subcuadros.

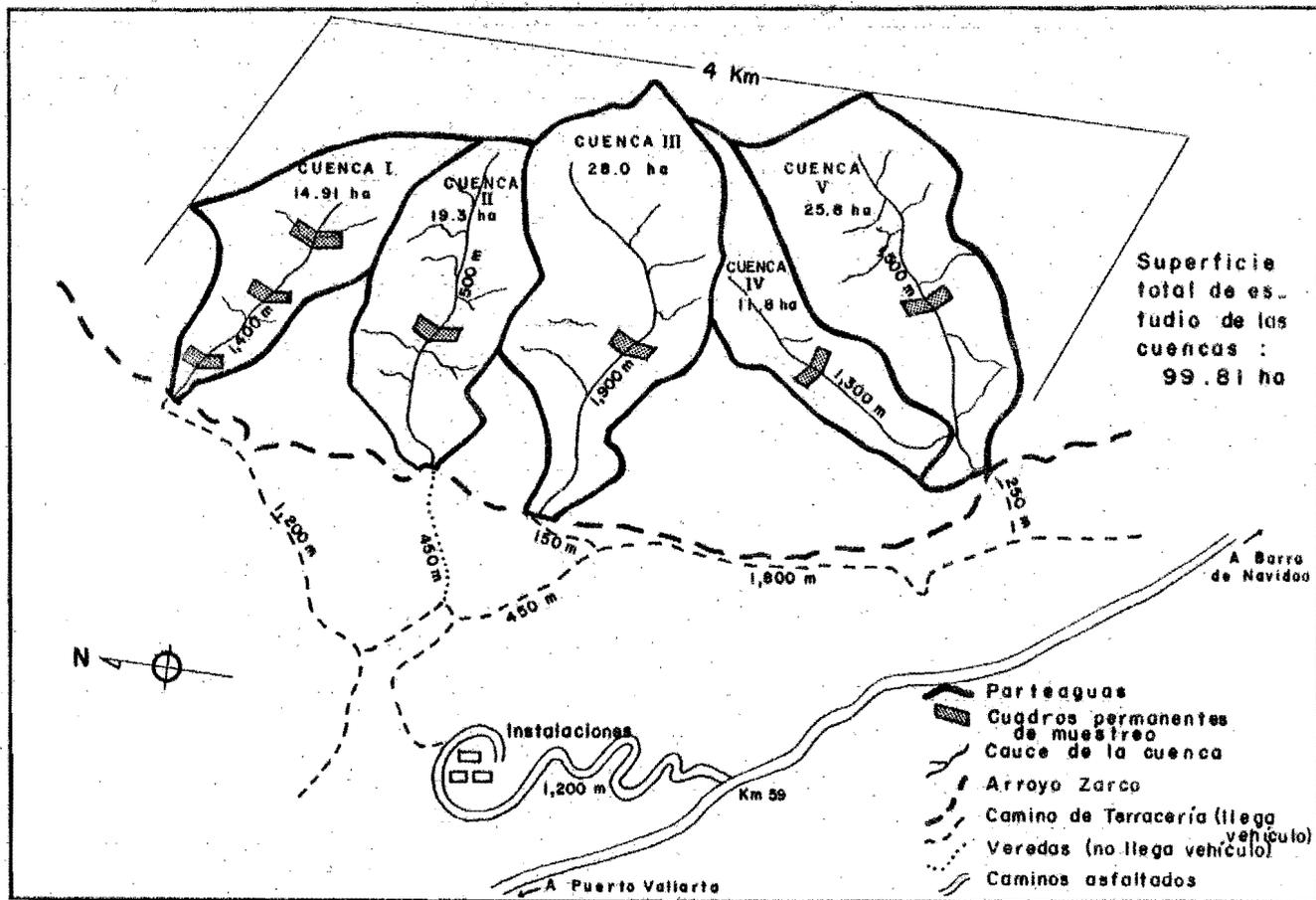


Fig. 4. Medidas de superficie y longitud de los cauces de las cinco cuencas y localización de los cuadros de muestreo.

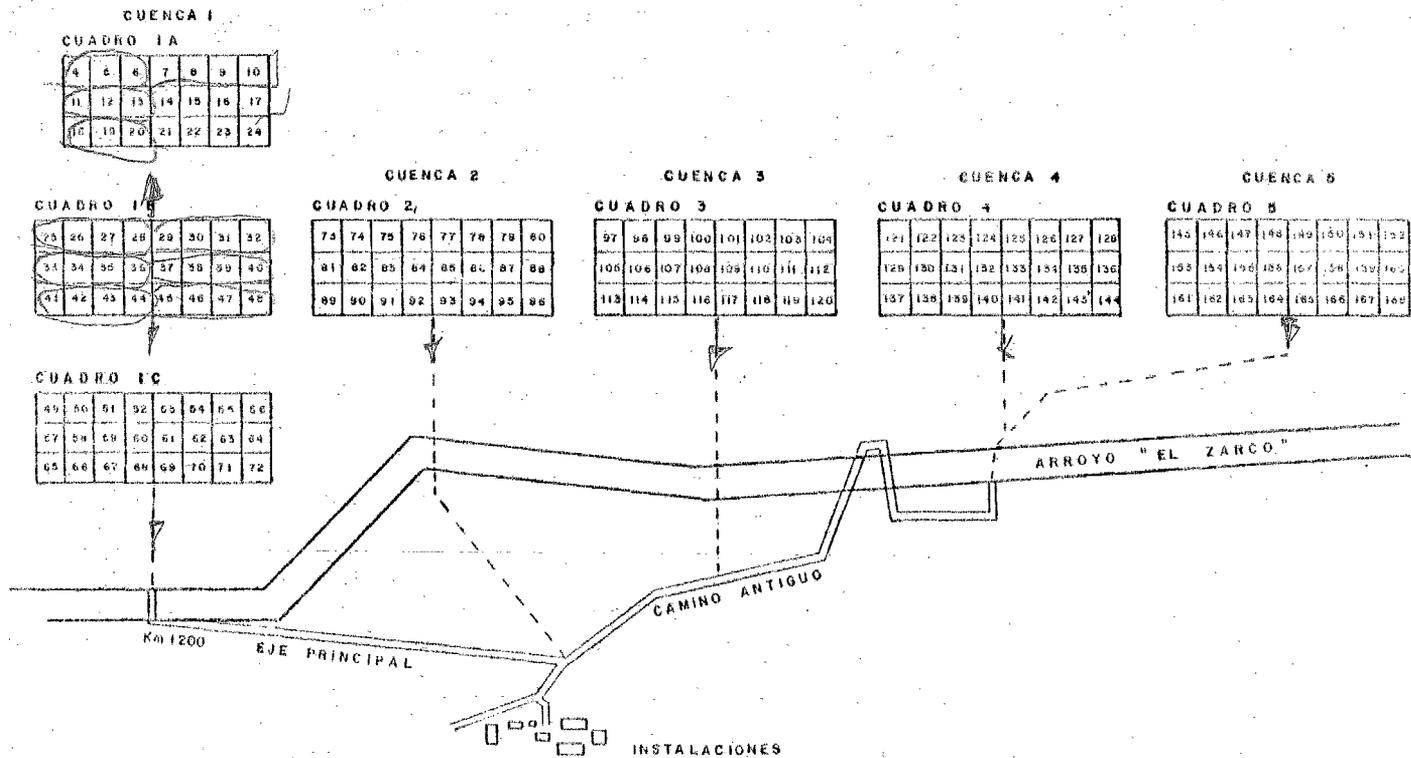


Fig. 5. Cuadros Permanentes de Muestreo en las Cuencas Experimentales de la Estación de Biología de Chamela, Jal.

## 6. MATERIAL Y METODOS.

### 6.1 Trabajo de campo.

#### 6.1.1 Colecta de hojarasca.

Las colectas de hojarasca se han venido realizando a partir de febrero de 1982, los últimos días de cada mes por Martínez et al (1984).

Dentro de cada uno de los subcuadros permanentes de muestreo se localiza una trampa (165) para estimar la producción de "litter" por unidad de área, la cual presenta una numeración seriada que inicia en el cuadro A de la cuenca 1 hasta el cuadro de la cuenca 5. Las trampas se diseñaron de acuerdo al modelo propuesto por el Programa Internacional de Biología (I.B.P). Las trampas consisten en un aro de alambre de 50 cm. de diámetro, forrado con plástico, del cual cuelga una malla de nylon en forma de embudo. El aro está sostenido por tres estacas de aluminio, a una altura de 1m. del suelo (Martínez, 1980) (ver fig. 6).

La instalación del equipo en el campo para la colecta de hojarasca o "litter", se inició durante el año de 1981.

La hojarasca colectada se pasa a bolsas rotuladas con la fecha, el número de trampa, número de cuadro, etc.. Se seca a 80° C durante 72 h., se separa en sus diferentes componentes (hojas, ramas, estructuras reproductivas, animales y material no identificado). Ya separada y seca, se pesa para así estimar la tasa de producción de hojarasca o "litter".

#### 6.1.2 Preparación de muestras compuestas.

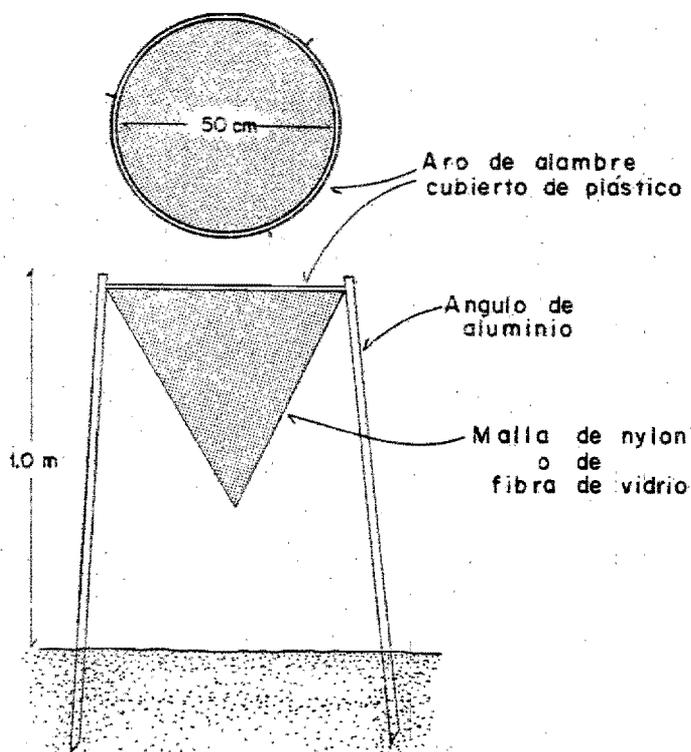


Fig. 6. Trampa para estimar la producción de hojarasca en comunidades arbóreas.

En la determinación de los macronutrientes, se trabajó con muestras compuestas por periodos variables dependiendo de la cantidad de material colectado. De tal forma que los periodos analizados durante febrero 1982 a enero 1983 son:

Hojas (tres periodos): febrero-abril, mayo-octubre y noviembre-enero.

Ramas y estructuras rep. (dos periodos): febrero-julio y agosto-enero.

Material no identif. y animales (1 solo periodo): febrero-enero.

Como se indicó anteriormente en cada cuenca experimental se localiza un cuadro de muestreo de 24 subcuadros. Estos cuadros se encuentran situados de una manera tal, que el cauce de un arroyo los divide en su parte media. Por lo tanto, en cada una de las laderas tendremos 12 subcuadros: 6 en la parte superior y 6 en la parte inferior (ver Fig.7).

En la obtención de las muestras compuestas, se mezclan el material de las 6 trampas de la parte superior de la ladera y las 6 trampas de la parte inferior, lo cual hace dos muestras compuestas por ladera. Como se tienen 7 cuadros, esto da un total de 28 muestras compuestas por trimestre ( 7 cuadros \* 2 laderas \* 2 zonas sup. e inf. = 28 ).

## 6.2 Trabajo de laboratorio.

### 6.2.1 Análisis de minerales.

Una vez llevada a peso constante, la hojarasca fue molida hasta pasar por un tamiz de 20 u, para las determinaciones de N, P, K, Ca, Mg y Na.

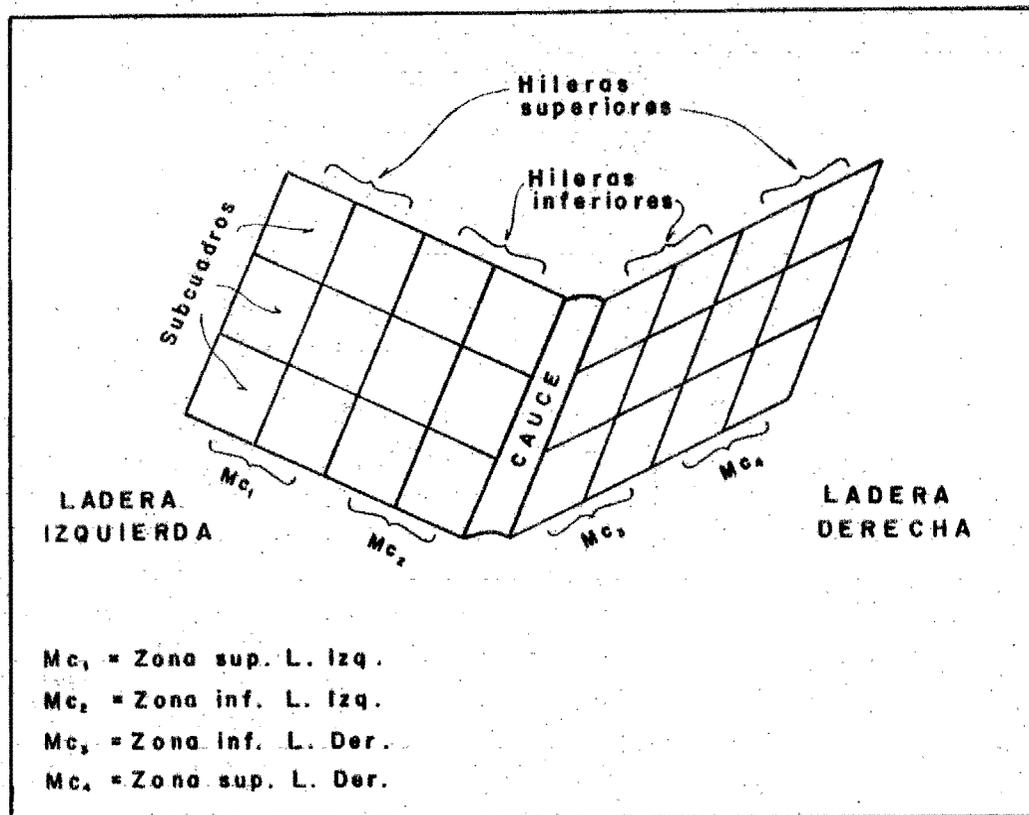


Fig.7. Arreglo de las muestras compuestas en los cuadros permanentes de muestreo.

Las técnicas utilizadas en su determinación son:

Nitrógeno total: Método semimicrokjeldhal, citado por Jackson (1964).

Fósforo total: Método del ac. ascórbico, previa digestión ácida de la muestra (Franson, 1976).

Calcio y Magnesio totales: Método volumétrico, previa acenización en seco (Chapman, D.H, 1973).

Potasio y Sodio totales: Método flamométrico, previa acenización en seco (Barnes, 1945; Wander, 1942).

### 6.3. Análisis estadísticos de los datos.

Debido a la naturaleza del muestreo se utilizó estadística no paramétrica.

Las hipótesis a comprobar fueron:

- 1) Existen diferencias en el contenido de minerales en la hojarasca entre: cuencas, laderas y zona superior e inferior.
- 2) Existen diferencias temporales en el contenido de minerales en la hojarasca entre los distintos periodos del año estudiado.

Para establecer diferencias significativas entre: cuencas, laderas y zonas, se utilizó un análisis de la varianza de dos clasificaciones por rangos de Friedman. Respecto al análisis de variaciones de minerales entre periodos de los componentes: hojas, ramas y estructuras reproductivas, se utilizó un análisis de la varianza de dos clasificaciones por rangos de Friedman y una prueba de

rangos señalados y pares igualados de Wilcoxon.



BIBLIOTECA  
INSTITUTO DE ECOLOGIA  
UNAM

## 7. RESULTADOS.

De acuerdo a Martínez *et al.* (1984) la producción anual promedio de la hojarasca en 1982 aportada al suelo fue de 3996.7 kg ha<sup>-1</sup>, siendo el componente hojas el predominante, seguido de elementos leñosos o ramas, estructuras reproductivas animales y mat. no identificado.

La cantidad de elementos minerales contenidos en la hojarasca para el año de 1982 fue de 245.7 kg ha<sup>-1</sup>. La fracción más importante de minerales fue aportada por el componente hojas y la menor fracción por el componente mat. no identificado (ver tabla 1).

**NITROGENO TOTAL.** Tomando en cuenta los valores de los siete cuadros de muestreo la cantidad de nitrógeno total aportada por la hojarasca al suelo fue de 97.9 kg ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>, siendo el componente hojas el de mayor contribución (58.4 kg ha<sup>-1</sup>). La contribución de nitrógeno del componente hojas disminuyó en los meses de lluvia (julio a noviembre) de 22 a 15 kg ha<sup>-1</sup>. (ver tabla 2). El cuadro 3 de la cuenca 3 y el cuadro 1B de la cuenca 1 presentaron diferencias significativas en cuanto a contribución de nitrógeno para el periodo de febrero a julio, en los componentes: ramas y estructuras reproductivas ( $P < 0.025$  y  $P < 0.001$ ) respectivamente y en el componente hojas en el periodo febrero a octubre ( $P < 0.02$ ).

El componente ramas fue el más pobre en contenido por unidad de peso (1.63 %). Los componentes formados por mat. no identificado y animales presentaron gran contenido de nitrógeno por unidad de peso (ver tabla 3). El componente hojas presentó diferencias a lo largo del año, siendo la época de lluvias la que aportó la mayor cantidad de nitrógeno por unidad de peso ( $P < 0.025$ ) (ver tabla 4).

Los contenidos por unidad de peso de nitrógeno en los

componentes ramas y estructuras reproductivas, no presentaron fluctuaciones en el curso del año ( $P > 0.05$ ). (ver Fig. 9).

**FOSFORO TOTAL.** Es el mineral que se encuentra en la hojarasca en menor cantidad ( $0.53 \text{ kg ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$ ). El componente hojas es el que contribuye con la fracción más importante ( $0.3 \text{ kg ha}^{-1}$ ). No se registraron diferencias significativas de fósforo a lo largo del año, en cuanto a su contribución en  $\text{kg ha}^{-1}$  ( $P > 0.05$ ) (ver tabla 2). El cuadro de mayor contribución, fue el 3 (ver tabla 5). Se registraron diferencias significativas en el componente hojas ( $P < 0.025$  y  $P < 0.001$ ), en cuanto a su contenido por unidad de peso, incrementando su contenido (de  $0.0068$  a  $0.018 \%$ ) en los meses de febrero a octubre (ver Fig. 8). Los componentes de: ramas y estructuras reproductivas presentaron fluctuaciones significativas a lo largo del año, respecto a su contenido por unidad de peso ( $P < 0.001$ ). Los componentes ramas y estructuras reproductivas disminuyeron su contenido por unidad de peso (de  $0.0159$  a  $0.0092$  y de  $0.0339$  a  $0.017 \%$ ) en los meses de lluvia (ver Fig. 9).

**POTASIO TOTAL.** La contribución de este nutrimento mineral fue de  $33.0 \text{ kg ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$ . Igual que para los demás elementos minerales, el componente hojas aportó la mayor cantidad ( $23.4 \text{ kg ha}^{-1}$ ) (ver tabla 1). Los meses secos presentaron mayor contribución por  $\text{kg ha}^{-1}$  en los componentes hojas y estructuras reproductivas ( $P < 0.001$  y  $P < 0.05$ ) (ver tabla 2). El sitio de mayor contribución de este mineral en los componentes hojas, ramas y estructuras reproductivas fue el cuadro 3, y el de menor fue el cuadro 4. Las hojas únicamente presentaron diferencias significativas en el periodo de mayo a octubre ( $P < 0.001$ ) y los componentes ramas y estructuras reproductivas en el periodo de febrero a julio ( $P < 0.05$  y  $P < 0.001$ ) (ver tabla 2). El componente ramas fue el más pobre en contenido por unidad de peso ( $0.31 \%$ ). En el transcurso del año los componentes hojas y estructuras reproductivas observaron un descenso en su

contenido por unidad de peso (1.12 a 0.5 % y 1.08 a 0.69 respectivamente) (ver Fig. 8 y 9).

**CALCIO TOTAL.** La cantidad aportada de este nutrimento mineral fue de 66.1 kg ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>. Nuevamente el componente que aportó la fracción más importante fueron las hojas (44.4 kg ha<sup>-1</sup>) (ver tabla 1). Existen diferencias significativas en contribución (por kg ha<sup>-1</sup>), a lo largo del año para los componentes: hojas, ramas y estructuras reproductivas. Dichos componentes aumentaron su contenido en los meses de lluvia (P > 0.001 y P > 0.05) (ver tabla 2). El mismo comportamiento se observó para los componentes mencionados, en cuanto a su contenido por unidad de peso (P > 0.05, P > 0.025 y P > 0.025) (ver Fig. 8 y 9). Los componentes animales y mat. no identificado fueron los más ricos en contenido por unidad de peso (ver tabla 3).

El sitio más rico en contribución de este mineral fue el cuadro 3 y el de menor cantidad fue el cuadro 4, para los componentes: hojas en el periodo de mayo a octubre (P < 0.001), ramas y e. reproductivas en el periodo de agosto a enero. (P < 0.001 y P < 0.002) (ver tablas 5 y 2 respectivamente).

**MAGNESIO TOTAL.** La contribución de este mineral fue de 40.7 kg ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup> (ver tabla 1). La mayor cantidad fue aportada por las hojas (28.9 kg ha<sup>-1</sup>). Existen variaciones significativas en cuanto a su contribución por kg ha<sup>-1</sup>, se observó diferencias significativas en los componentes: hojas y e. reproductivas a lo largo del año (P > 0.005 y P > 0.05). Se registró un descenso considerable en los meses de lluvia en dichos componentes (ver tabla 2). También se registraron variaciones significativas (P < 0.05) a lo largo del año en el contenido por unidad de peso de los componentes hojas, ramas y e. reproductivas. En dichos componentes los niveles de este mineral descienden al presentarse las lluvias (ver Fig. 8 y 9).

El sitio con mayor aporte de magnesio al suelo fue el cuadro 3, para los meses de febrero a octubre en los 30

componentes: hojas, ramas y e. reproductivas ( $P < 0.02$ ,  $P < 0.001$  y  $P < 0.005$ ) (ver tablas 5 y 2 respectivamente).

**SODIO TOTAL.** La contribución fue de  $7.3 \text{ kg ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$ . Como en todos los minerales, las hojas aportaron la mayor cantidad ( $5.9 \text{ kg ha}^{-1}$ ) (ver tabla 1). Este mineral muestra un comportamiento muy similar al del potasio.

Para todos los componentes decrece su contribución en  $\text{kg ha}^{-1}$  y en contenido por unidad de peso, en el transcurso del año (ver tablas 2 y 4). Encontrándose diferencias significativas en contribución ( $\text{kg ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$ ) en el componente hojas ( $P < 0.005$ ). En los componentes hojas, ramas y e. reproductivas hubo diferencias significativas ( $P < 0.001$ ) en cuanto a contenido por unidad de peso (ver Fig. 8 y 9).

CONTRIBUCION MINERAL DE LA HOJARASCA

COMPONENTES	N	P	K	Ca	Mg	Na	TOTAL
HOJAS	58.46(2.2)	0.3(0.02)	23.46(1.6)	44.43(1.9)	28.9(1.7)	5.96(0.48)	161.51
%	23.79	0.12	9.5	18.0	11.76	2.4	65.57
RAMAS	13.98(1.2)	0.03(0.009)	2.47(0.26)	12.6(1.3)	6.09(0.07)	0.54(0.05)	35.76
%	5.69	0.03	1.0	5.1	2.48	0.2	14.5
E. REPRODUCTIVA	11.0(1.2)	0.09(0.014)	4.07(0.72)	1.8(0.2)	2.42(0.5)	0.41(0.05)	19.79
%	4.48	0.04	1.66	0.7	0.99	0.17	8.04
ANIMALES	7.7(3.5)	0.04(0.018)	1.64(1.03)	4.95(2.0)	1.43(0.08)	0.21(0.14)	15.97
%	3.1	0.016	0.67	2.0	0.58	0.8	7.7
MI NO IDENTIFICADO	6.8(3.5)	0.02(0.018)	1.42(0.8)	2.36(0.1)	1.9(1.3)	0.23(0.05)	12.73
%	2.77	0.008	0.58	0.96	0.77	0.09	5.18
TOTAL	97.94	0.53	33.06	66.14	40.74	7.35	245.76
%	39.83	0.214	13.46	26.51	16.58	3.7	100.00

Tabla 1. Contenido mineral (en Kg Ha<sup>-1</sup>) y contribución porcentual en el aporte de minerales al suelo por los diferentes componentes de la hojarasca colectada. (Período de Enero de 1982 a Febrero de 1983). El número en el parentesis indica dos veces el error estándar.

MINERALES	HOJAS			RAMAS		E. REPRODUCTIVAS	
	3°	1°	2°	2°	1°	1°	2°
N	21.9	21.6	14.8	8.08	5.89	7.48	3.53
P	0.13	0.128	0.054	0.046	0.032	0.035	0.033
K	14.9	4.4	4.0	1.1	1.1	3.1	0.8
Ca	22.9	11.0	10.5	9.6	2.9	1.4	0.3
Mg	19.1	4.9	4.7	3.8	2.2	1.9	0.47
Na	4.3	0.91	0.74	2.8	2.4	0.33	0.083
	1° febrero a abril			1° febrero a julio		1° febrero a julio	
	2° mayo a octubre			2° agosto a enero		2° agosto a enero	
	3° noviembre a enero						

Tabla 2. Valores promedio en el aporte de minerales al suelo por los diferentes componentes de la hojarasca a lo largo del año de estudio (dividido en períodos). Los valores representan el promedio de los 7 sitios de muestreo en el período dado y están expresados en Kg Ha<sup>-1</sup>. Los promedios unidos con una línea no difieren significativamente (P 0.05). (Análisis de varianzá de dos clasificaciones por rangos de Friedman y prueba de rangos señalados y pares igualados de Wilcoxon).

NUTRIENTES	HOJAS	RAMAS	ESTR. REP.	ANIMALES	MAT. NO IDENTIF.
	%	%	%	%	%
NITROGENO	2.26	1.63	2.68	3.58	3.33
FOSFORO	0.01483	0.01258	0.01864	0.01544	0.01570
POTASIO	0.767	0.311	0.883	0.6212	0.6567
CALCIO	1.69	1.34	0.63	2.35	1.42
MAGNESTO	0.935	0.74	0.517	0.6194	0.68
SODIO	0.189	0.1627	0.08457	0.00748	0.135

Tabla 3 . Niveles nutricionales de la hojarasca en las cinco cuencas experimentales en Chamela, Jalisco Mex. durante Febrero 1982-Enero 1983.

CONTENIDO MINERAL EN LA HOJARASCA

HOJAS

PERIODO	N	P	K	Ca	Mg	Na
FEBRERO-ABRIL	1.66	0.00683	1.12	0.78	1.43	0.35
MAYO-OCTUBRE	2.55	0.01810	0.67	1.74	0.81	0.12
NOVIEMBRE-ENERO	2.54	0.01790	0.50	2.56	0.50	0.12

RAMAS

PERIODO	N	P	K	Ca	Mg	Na
FEBRERO-ABRIL	1.65	0.01590	0.31	0.72	1.00	0.38
AGOSTO-ENERO	1.62	0.0092	0.26	1.97	0.49	0.12

ESTRUCTURAS REPRODUCTIVAS

PERIODO	N	P	K	Ca	Mg	Na
FEBRERO-ABRIL	2.63	0.0339	1.08	0.14	0.68	0.34
AGOSTO-ENERO	2.72	0.01719	0.69	1.13	0.36	0.062

Tabla 4. Contenido mineral (en por-ciento) en los componentes de la hojarasca en las cinco cuencas experimentales de Chamela Jal. México. Durante Febrero 1982 a Enero 1983.

Cuenca	Cuadro	N	P	K	Ca	Mg	Na
1	1A	74.2	0.34	26.74	54.79	25.85	5.32
		(5.9)	(0.034)	(1.92)	(6.0)	(2.1)	(0.55)
		68.14	0.30	23.36	57.9	32.42	6.35
	1B	(4.7)	(0.024)	(2.34)	(5.6)	(2.8)	(0.90)
	1C	87.59	0.58	41.73	71.90	46.93	7.07
		(4.8)	(0.040)	(5.96)	(5.3)	(6.1)	(1.14)
2	2	92.86	0.49	34.23	69.04	41.19	7.88
		(4.9)	(0.026)	(3.58)	(4.9)	(4.6)	(1.14)
3	3	200.67	1.03	62.87	104.94	80.04	9.5
		(8.5)	(0.044)	(5.06)	(5.9)	(6.7)	(1.00)
4	4	72.42	0.31	19.46	50.57	23.39	6.76
		(5.3)	(0.014)	(1.52)	(4.5)	(2.19)	(0.80)
5	5	85.69	0.59	26.41	54.1	35.53	8.5
		(6.5)	(0.066)	(2.84)	(4.3)	(4.92)	(1.14)
PROMEDIO		97.93	0.53	33.00	66.17	40.77	7.34
		(4.2)	(0.023)	(1.37)	(1.7)	(1.74)	(0.14)

Tabla 5. Contribución mineral (en  $\text{Kg Ha}^{-1} \text{año}^{-1}$ ) por la hojarasca colectada en los siete cuadros de muestreo. El número en el parentesis indica dos veces el error estándar.

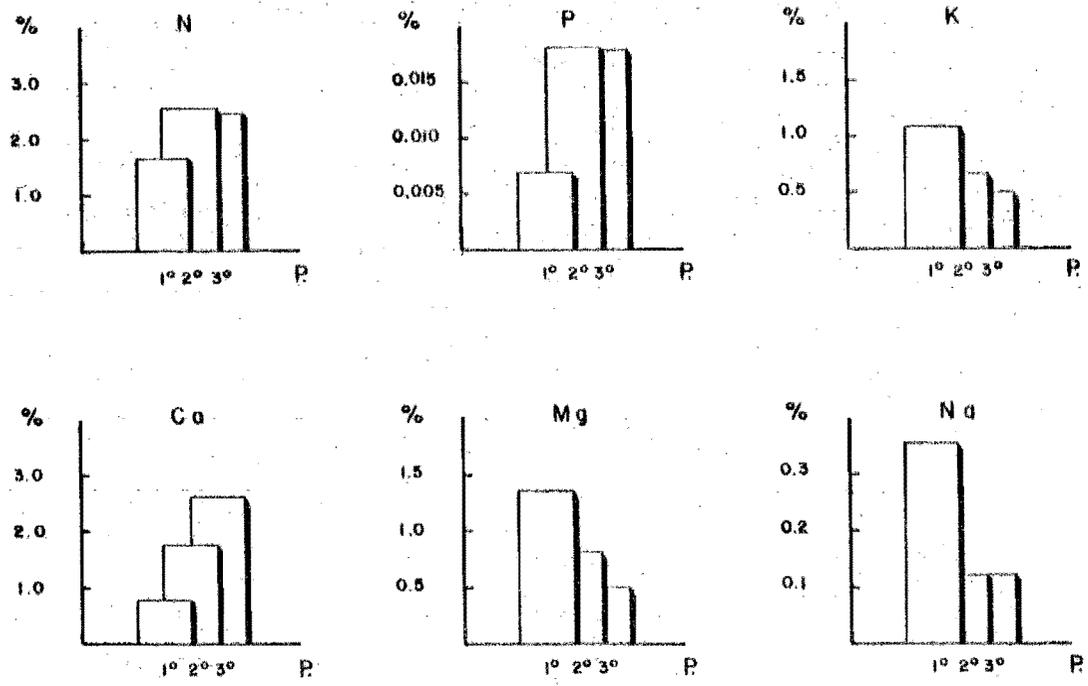


Fig. 8. Diferencias en el contenido mineral de las hojas. Durante febrero de 1982 a enero de 1983. (por periodos).

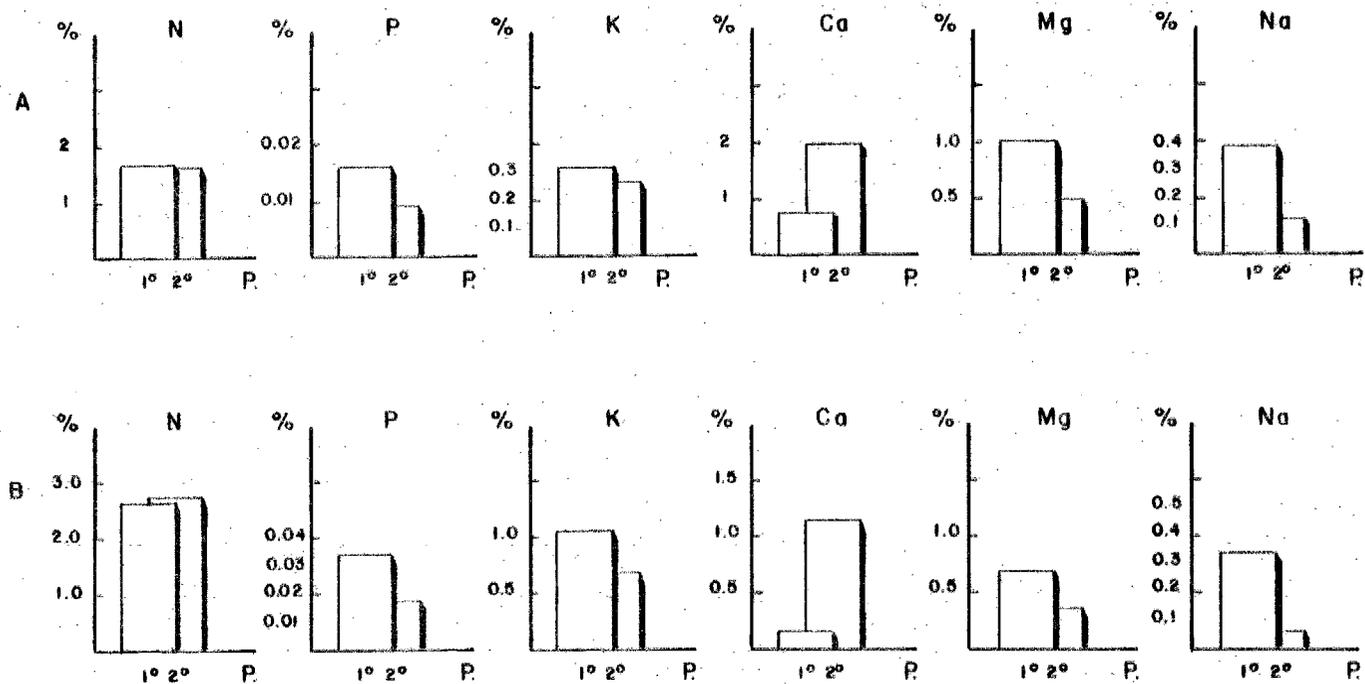


Fig. 9. Diferencias en el contenido mineral de los ramas (A) y e. reproductivas (B) febrero de 1982 a enero de 1983. (por periodos).

## 8. DISCUSION.

Se sabe que la productividad de las regiones tropicales se debe a la combinación de una alta incidencia de radiación solar, altas temperaturas, abundante precipitación y un constante abastecimiento de nutrimentos o un eficiente reciclaje de los mismos. En Chamela se da una baja productividad de 4 a 4.5 ton ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup> que al parecer se debe en gran parte a la baja disponibilidad de nutrimentos, producto de una escasa precipitación. Como se mencionó anteriormente el año de 1982 fue escaso en lluvias, esto parece que redundó en una baja productividad, comparándola con la de 1983 y 84 (Martínez et al, 1984). Por otro lado Martínez Op. cit., encontraron que existen diferencias significativas en cuanto a la producción de hojarasca entre los sitios de muestreo. Los cuadros más productivos son aquellos que parecen tener más humedad en el suelo (cuadros 1C, 3 y 5; con humedades de 2.08, 1.8 y 1.8 % respectivamente) (Solís, 1983). Es posible que un eficiente ciclaje de nutrimentos y una considerable cantidad de especies de Selva Mediana sean las causas, principales de dichas diferencias, aun a pesar de que en los sitios predomina una vegetación de Selva Baja Caducifolia.

Qvington (1961), afirma que de 0.3 a 0.5 de la energía fijada y carbono transformado en comunidades arbóreas, llegan al suelo en forma de hojarasca. Por lo tanto las hojas son una fuente muy importante de materia orgánica para el suelo. Bray y Gorham (1964), encontraron, a través de estudios en comunidades tropicales, que el mayor porcentaje de "litter" está constituido por hojas (70 %), seguido de ramas, e. reproductivas y restos fecales de organismos invetebrados. En chamela se encontró la misma composición

porcentual de "litter"; (hojas 68.3, ramas 18.9, e. rep., 7.8, animales 2.8 y m. no identificado 2.3 %) (Martínez et al. 1984). Además era de esperarse un orden similar de aporte de nutrientes por cada uno de los componentes de la hojarasca, como fue el caso. Por lo tanto, parece que existe una correlación entre la caída de hojarasca y la contribución de elementos minerales.

En el año de 1982 se observó un patrón definido de caída de hojarasca. Aun existiendo S.B.C. en las cinco cuencas experimentales, hubo dos comportamientos diferentes en lo que se refiere a la productividad de hojarasca. Los sitios menos productivos fueron los cuadros 1A, 1B, 4 y 5, los cuales tiraron la mayor parte de su follaje en la época de sequía (3.2, 3.2, 3.8 y 3.8 Ton ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup> respectivamente. Los cuadros 1C y 3 fueron de los más productivos (4.3 y 4.9 Ton ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup> Martínez, *op cit.*) tirando también la mayor parte de sus hojas en la época de sequía, pero con un pequeño aporte constante de hojarasca a lo largo del año.

La caída mayor de ramas, se dió en la primera mitad de la época de lluvias, posiblemente porque las ramas viejas se hincharon de humedad y cayeron debido a su peso, o bien por acción del viento. El resto del año el componente ramas estuvo formado de: peciolo, raquis, ramitas y fragmentos de estos.

El componente e. rep. presentó un definido patrón de caída en los siete sitios de muestreo. La mayoría de las especies de los cuadros 1A, 1B, 1C, 4 y 5 tiraron e. reproductivas, a lo largo del año. Los cuadros 2 y 3 sólo dos veces al año.

El total (245.7 kg ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>) de elementos minerales (N, P, K, Ca, Mg y Na totales), incorporados al suelo por la hojarasca, observa una similitud con trabajos que se han llevado a cabo por Ewel (1976), en una comunidad de "Tropical Forest" y Nye (1961), en "Lower Montane Rain Forest".

La concentración de minerales en el componente animales, no presentó diferencias significativas, en los siete sitios

de muestreo, aunque sí a través del año.

Las diferencias que se dan en el contenido de nutrimentos en la hojarasca por unidad de peso (%), están estrechamente relacionadas con: el comportamiento de cada nutrimento mineral dentro de la planta, las condiciones edáficas y a los mecanismos de traslocación de los minerales dentro de la planta. Por ejemplo Hewitt y Smith (1975), señalan que el flujo lento o rápido de los minerales en el ecosistema, afecta de manera importante la abscisión de los órganos de las plantas. También se ha visto que, elementos como nitrógeno y fósforo pueden ser traslocados en mayor o menor grado de hojas senescentes a jóvenes, o a otros órganos antes de la abscisión. La producción foliar está determinada por la precipitación, por lo tanto es de esperarse que en los meses secos haya una mayor caída de hojarasca (Klinge y Rodríguez, 1968 ; Colley et al, 1975). De todo esto se derivan las grandes fluctuaciones observadas en cuanto a la contribución de minerales por la hojarasca durante el curso del año, en particular nitrógeno, calcio y magnesio.

El orden decreciente de contribución de los nutrimentos minerales al suelo por la hojarasca (en kg ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>) es : N > Ca > Mg > K > Na > P. Al parecer estos niveles nutricionales están relacionados con: la diversidad y fisiología de la vegetación, las características del suelo y la influencia del mar. Los contenidos de nitrógeno son relativamente altos, lo cual se debe posiblemente a la presencia de leguminosas. Estas especies debido a sus formas biológicas de vida y su considerable diversidad de especies, ocupan un gran número de habitats, siendo en ocasiones especies dominantes o codominantes de la vegetación, como es el caso de Caesalpinia eriostachys y Cordia alliodora que son especies dominantes de S.B.C. (Solís, 1980). Asimismo, se sabe que las especies de leguminosas tienen mayores requerimientos de calcio. Los contenidos elevados de potasio y sodio que normalmente se presentan en la época de sequía, pueden ser explicados por la influencia que ejerce la cercanía del mar. Por último, el contenido de magnesio

Al hojarasca

podría reflejar la geología del lugar.

La fracción más importante de cada uno de los nutrimentos minerales fue aportada por el componente hojas y la menor por el componente material no identificado.

**Nitrógeno.** El descenso que se observa en los meses de lluvia, en cuanto a la contribución en  $\text{kg ha}^{-1} \text{año}^{-1}$  de nitrógeno, se debe a que la mayor parte de las especies de la S.B.C. tiran sus hojas en la época de sequía.

Respecto al contenido por unidad de peso (% de nitrógeno), el componente ramas resultó ser el más pobre. Esto se explica, en parte, por la baja actividad metabólica que presentan las ramas de la mayoría de las especies. En cambio los componentes mat. no identificado y animales presentaron grandes contenidos de nitrógeno, ya que en gran parte el componente animales se forma por excrementos ricos en nitrógeno.

El componente m. no identificado debido a la gran heterogeneidad de fragmentos que lo componen (hojas, ramas e. rep., etc.), se hace difícil la interpretación de los resultados, por lo cual no se discutirá detalladamente este componente.

En el componente hojas se obtuvieron diferencias significativas por unidad de peso. Los contenidos elevados se presentaron en los meses de lluvia, debido posiblemente a fijaciones atmosféricas, de formas ricas de nitrógeno, que quedaron disponibles y asimilables por la actividad de las lluvias. Estas hojas colectadas durante los meses de lluvia, llegan al suelo por daños ocasionados (ataques microbianos y animales), mostrando así el contenido nutricional real de la hoja.

**Fósforo.** La contribución de fósforo por la hojarasca  $0.53 \text{ kg ha}^{-1} \text{año}^{-1}$  es relativamente baja en comparación con otros estudios que se han realizado en ecosistemas tropicales. Se piensa que el fósforo es el elemento limitante en la dinámica de esta comunidad (Solís, 1983). Nuevamente encontramos que la contribución (en  $\text{kg ha}^{-1}$ ) de fósforo al

suelo, está determinada por la cantidad de hojarasca que se produce. No hubo diferencias significativas en cuanto a su contribución por  $\text{kg}^1 \text{ha}^1 \text{año}^1$ , en los componentes hojas, ramas y e. reproductivas. Una vez más el cuadro 3 fue el que contribuyó con la mayor cantidad de este elemento. El descenso que se observa en el contenido por unidad de peso durante los meses de lluvia en las ramas caídas se debe posiblemente a que en los meses de sequía, el componente ramas se forma de pecíolos, raquis y fragmentos de estos, ricos en fósforo, debido a la capacidad fotosintética que tienen, mientras que en los meses de lluvia, el componente ramas se forma de ramas como tales (crecimiento secundario), con bajo contenido de fósforo.

Por otro lado las hojas caídas incrementaron su contenido de fósforo por unidad de peso en los meses de lluvia, esto se debe posiblemente a que: las hojas se caen por daños producidos en ellas, antes de haber trasladado el fósforo y el nitrógeno.

En los meses de precipitación se desarrollan en la superficie de la hoja poblaciones de microflora y microfauna, lo cual incrementa en parte la concentración de minerales, principalmente de nitrógeno y fósforo.

Las fluctuaciones que se presentan en el contenido de fósforo por unidad de peso a lo largo del año, en el componente e. reproductivas, están asociadas al tiempo de floración y fructificación de las especies dominantes las cuales marcan el patrón de producción de hojarasca en la comunidad. En el periodo de febrero a octubre, se registró un incremento en el componente hojas en su contenido por unidad de peso.

Potasio y Sodio. Las cantidades de potasio ( $33.0 \text{ kg ha}^1 \text{año}^1$ ) y sodio ( $7.3 \text{ kg ha}^1 \text{año}^1$ ) fueron relativamente altas en comparación con otras comunidades debido posiblemente a la influencia marina. Estos minerales tienen un comportamiento marcadamente estacional, ya que la lixiviación ocurre en toda la temporada de precipitación (aprox. 5 meses en Chamela) y a lo largo de la vida de las

plantas, pero el lavado de nutrimentos (cationes monovalentes) de los árboles, se incrementa hacia la senectud de las hojas y culmina para la mayoría de los elementos lixiviables con la abscisión.

Jensen (1974), explica que las pérdidas de potasio, en las plantas por ejemplo son del orden de 10 a 200 kg ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>. Nye (1961), encuentra que la cantidad de potasio lixiviado por la lluvia del dosel de una comunidad de Selva es de 219.9 kg ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>, mientras que la cantidad del mismo que llega a suelo, con la caída de las hojas es de 61 kg ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>. Tal diferencia muestra que los nutrimentos minerales lixiviables juegan un importante papel en el ciclaje de minerales en el ecosistema. Sin embargo el grado de lixiviación, varía según las partes de la planta y de una especie a otra, así como de una comunidad a otra. Gilbert (1957), sostiene que el potasio y el sodio, por no ser elementos estructurales, en el tejido foliar, se pierden rápidamente por lavado. Guha y Mitchell (1966), reportan que el sodio se inmoviliza y acumula en el tejido foliar antes de la abscisión y que por acción de las lluvias es fácilmente lixiviado. Los componentes hojas y r. reproductivas presentaron altos contenidos en los meses de sequía, debido a que no hay lixiviación de estos minerales. El componente ramas no presentó diferencias significativas en sus contenidos de potasio, pero sí un descenso en contenido por unidad de peso en sodio (0.034 a 0.062 %).

**Calcio.** La contribución de calcio fue de 66.1 kg ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>.

La cantidad elevada que presenta la hojarasca se debe principalmente al aporte de dos fuentes a la comunidad: la entrada por agua de lluvia, que en ocasiones supera a la del potasio y sodio y a la intemperización de la roca madre, lo que da como resultado un incremento en la concentración de los componentes de la hojarasca. Attiwill (1967) y Olsen en Antuña - Camporro *et al.* (1983) indican que el calcio es un elemento de difícil lixiviación por estar en su mayor parte unido a moléculas estructurales de las hojas, aunque una pequeña proporción se presenta en forma de iones que pueden

ser lavados inmediatamente después de la caída. El incremento que se observó a lo largo del año por unidad de peso (X), en los componentes hojas, ramas y e. rep., podrían deberse a la acción directa de la lluvia en el suelo. Al llover, el calcio se libera del complejo coloidal, quedando así disponible para la asimilación por la vegetación. También el incremento en calcio podría deberse a procesos acumulativos de tipo biológico, derivados de la actividad de hongos, cuyos filamentos proliferan en la superficie y que pueden estar rodeados de cristales de oxalato cálcico (Mangenot y Toutan citado en Antuña Camporro, 1983). Por otro lado, el aumento que se da en la contribución por kg ha<sup>-1</sup> en los mismos componentes, durante los meses de lluvia, está asociado con la formación de cada uno de los componentes de la hojarasca, el cual es característico de alguna época del año, tanto en cantidad como en calidad (contenido de nutrimentos).

Magnesio. La cantidad de magnesio 40.7 kg ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup> es elevada en comparación con otras comunidades tropicales. El comportamiento que se observa en los componentes: hojas, ramas y e. rep., es similar en contenido por unidad de peso y en contribución por Kg ha<sup>-1</sup> al calcio. Se observa un descenso de este mineral en los meses de lluvia lo que se debe en gran parte a la pérdida de este mineral por acción de las lluvias.

## 9. CONCLUSIONES.

Se registró una baja productividad debido a una escasa precipitación, por lo tanto parece haber una correlación entre la caída de hojarasca y la contribución de minerales.

Se encontraron diferencias significativas en cuanto a la producción de hojarasca entre los sitios de muestreo.

Los sitios menos productivos en cuanto a contribución, fueron la cuenca 1 cuadros 1A y 1B, cuenca 4 cuadro 4 y cuenca 5 cuadro 5 tirando la mayor parte de su follaje en la época de sequía.

La cuenca 1 cuadro 1C y la cuenca 3 cuadro 3 fueron de las más productivas en cuanto al aporte de minerales.

La fracción más importante de cada uno de los nutrimentos minerales, fue aportado por las hojas y la menor por el componente m. no identificado.

La cantidad ( $245.76 \text{ kg ha}^{-1}$ ) de elementos minerales (N, P, K, Ca, Mg y Na) observa una similitud con trabajos que se han llevado a cabo en comunidades similares.

El orden decreciente de contribución por  $\text{kg ha}^{-1}$  de los nutrimentos minerales fue  $\text{N} > \text{Ca} > \text{Mg} > \text{K} > \text{Na} > \text{P}$ .

El alto contenido de nitrógeno es relativamente alto posiblemente debido a la presencia de especies leguminosas.

La mayor contribución de nitrógeno se registra en los meses de lluvia.

La contribución de fósforo  $0.53 \text{ kg ha}^{-1}$  es relativamente

baja en comparación con otras comunidades.

Los contenidos elevados, así como la contribución (kg ha<sup>-1</sup>) de sodio y potasio, se presentan en la época de sequía.

El nitrógeno, sodio y potasio tienen un comportamiento marcadamente estacional.

## 10. BIBLIOGRAFIA.

ACEVEDO, f. A. Estudio Geológico sobre algunas Muestras de Materiales de la Estación de Biología Chamela. (Datos no Publicados).

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION. WATER POLLUTION CONTROL FEDERATION. 1963. Métodos Estándar para el Examen de Aguas y Aguas de desecho. 11a. Ed editorial Interamericana, S. A. México.

ANTUÑA-CAMPORRO, V. y ALVAREZ, M. 1983. Descomposición de las Hojas y Liberación de Bioelementos en la Hojarasca de un Bosque de Hayas (*Fagus sylvatica*) en Asturias (N. de España). Revista de Biología de la Universidad de Oviedo, España. Vop. 1.

ATTIWL, P. M. 1968. The Loss of Elements from Decomposing Litter. Ecology.

BARNES, R. B. 1945. Flame Photometry: a Rapid Analytical Method. Ind Eng. Chem. Ann. Ed 17: 605

BOCCK, K. L. and GILBERT O. J. W. 1957 The Disappearance of leaf litter under different Woodland Conditions. Plant and Soil.

BORMANN, F. H. and LIKENS, G. E. 1967. Nutrient Cycling. Science.

BUOL, S. W., F. D. HOLE and R. J. McCracken. 1981. Génesis y Clasificación de Suelos. Ed. Trillas, 1a. ed. en Español. México.

CHAPIN, F.S. 1980. The Mineral Nutrition of Wilds Plants  
Annv. Rev. Ecol. Syst. 11: 233-260.

CHAPMAN, H. D. y PRATT P. F. 1973. Métodos de análisis para  
suelos, Plantas y Aguas. Ed. Trillas. México, D.F.

DAUBENMAIRE, R. 1968. Pant Comunities. Harper and Row Publ.  
New. York.

DE ITA, M. C. 1983. Patrones de Producción Agrícola en un  
Ecosistema Tropical Estacional en la Costa de Jalisco. Tesis  
Profesional, Fac. de Ciencias. U.N.A.M. Mexico

DETENAL. 1975. Cartas de Uso del Suelo. Geología, Suelos,  
Topografía, Uso Potencial escala 1:50,000. Claves E-13 A-18  
La gloria; A-19 Tomatlán; A-29 Bahía Chamela; B-31 Miguel  
Hidalgo; b-41 San Patricio; b-42 Cihuatlán.

DUVIGNEAUD, P. and DENAEYER-DE SMET, S. 1976. Biological  
Cycling of Minerals in Temperate Deciduos Forests. In D. E.  
Reichle, Ed. Analysis of temperate Forest Ecosystems.  
Springer Verlag, New York.

EWEL, J. J. 1976. Litterfall and Leaf decomposition in a  
Tropical Forest Succession in Eastern Guatemala. J. Ecology.

FAO/UNESCO. 1970. Clasificación de Suelos. Cetenal.

FAO/UNESCO. 1973. Definiciones de las Unidades de Suelos  
para el mapa de suelos del Mundo. SRH. Dirección de  
Agrología, México, D.F.

FRANKIE, G. W., BAKER h. G. and OPLER P. A. 1974.  
Comparative Phenological studies of trees in Tropical and  
Dry Forest in The Lowlands of Costa Rica. J. Ecology.

GARG, R. K. and VYAS, L. N. 1975. Litter Production in 43

Deciduous Forest near Udaipur (South Rajasthan), India. Tropical Ecological Systems Trends in Terrestrial and Aquatic Research. Eds. Springer-Verlag, New York.

GOLLEY, F. B., J. T. Mc GINNIS, R. G. CLEMENTS, G. I. CHILD, and M. J. DUEVER. 1975. Mineral Cycling in a Tropical Moist Forest Ecosystem. University of Georgia. Press Athens.

GORHAM, E. and BRAY, J. R. 1964. Litter Production in Forest of the World. Adv. Ecol. Res.

GREENLAND, D. J. y KOWAL, J. M. L. 1966. Nutrient Content of the Mont Tropical Forest of Ghana Plant Soil.

GRUBB, P. J. 1977. Control of Forest Growth and Distribution on Wet Tropical mountains: with special reference to Mineral Nutrition. Ann. Rev. Ecol. Syst.

HERRERA, R. JORDAN C. KINGE, H. and MEDINA, E. 1978 Amazon Ecosystems. their Structure and Functioning with Particular Emphasis on Nutrients. InterCiencia.

JACKSON, F. V. 1978. Seasonality of Flowering and Leaf-fall in a Brazilian Subtropical Lower Montane Moist Forest. Biotropica 10(1) 38-42.

JACKSON, M. L. 1964. Análisis Químicos de Suelos. Ediciones Omega S.A. Barcelona, España.

JENSEN, V. 1974. Decomposition of Angiosperm Tree Leaf Litter. Biology of Plant Litter Decomposition. Vol. 1 Academic Press, London.

JOHN, D. M. 1973. Accumulation and Decay of Litter and Net Production of Forest in Tropical West Africa. O. Kos.

JORDAN, C. F. 1983. Productivity of Tropical Rain Forest Ecosystems and the Implications for their Use as Future Wood 44

and Energy Sources. In: Tropical Rain Forest Ecosystem. A. Structure and Function . F. B Golley, ed., Elsevier Sci. Publ. Co. Amsterdam.

KLINGE, H. and W. A. RODRIGUES. 1968. Litter Production in a Area of Amazonian Terra Firme Forest Amazonianan. 1: 287-310.

KRAMER, P. J. y KOSLOWSKI, T. T. 1979. Physiology of Woody Plants. Academic Press N. Y.

LIETH, H. y WHITTAKER, H. 1975.. Primary Productivity of de Biosphera. Spinger Verlag, New York.

● LUGO, A. E., GONZALES-LIBOY J. A., CINTRON B. and DUGGER K. 1978. Structure Productivity, and transpiration of a Subtropical Dry Forest in Puerto Rico. Biotropic

LUGO, H. J., M. A. ORTIZ-PEREZ. 1980. Análisis Geomorfológico-estructural del Conjunto Montañoso de la Región de Cabo Corrientes, Jalisco.

MADGE, D. S. 1965. Leaf Litter Desappearance in a Tropical Forest. Pedobiología.

MARTINEZ, Y. A., 1984. Procesos de Producción y Descomposición de Hojarasca en Selvas Estacionales. Tesis de Maestría. Fac. de Ciencias, UNAM. México, D.F.

—————, 1980. Tasas de descomposición de Materia Orgánica Foliar de Especies Arbóreas de Selvas en Clima Estacional. Tesis de Licenciatura. Fac. de Ciencias UNAM. México, D.F.

MARTINEZ, y O. E., MARTINEZ, Y. A., PATINO, A. C. 1984 Producción de Hojarasca y Dinámica del Mantillo. (Datos no Publicados).

MIRANDA, F. y HERNANDEZ, X. E. 1963. Los Tipos de Vegetación 45

de México y su Clasificación, Sobre tiro del Boletín de la Sociedad Botánica de México. No. 28.

MEGURO, M., VINUEZA, G. N., CARVALHO, W. S. 1979. Clicagem de Nutrientes Minerais na Mata Mesofila Secundaria Sao Paulo. I-Producao e Conteudo de Nutrientes Minerais no Folheto. Bol. Botanica, Univ. S. Paulo. 7:11-31.

MUNSON, R. D. y W. L. NELSON. 1980. Principles and Practices in Plant analysis in Soil Testing and Plant Analysis. Walsh. L. M. and J. D. Beaton. Eds. SSSA. USA..

NYE, P. H. 1961. Organic Matter and Nutrients Cycles under Moist Tropical Forest Plant Soil. 13: 333-345.

ORTIZ-VILLANUEVA y C. A. ORTIZ SOLARES. 1980. Edafología. U. A. Chapingo. México.

OVINGTON, J. D. 1961. Quantitative Ecology and the Woodland ecosystem Concept. Adv. Ecol. Res.

PEREZ-SILICIO, E. 1963. Algunas Características de la Precipitación Pluvial en Laderas de la Sierra Madre Oriental. III Conferencia Técnica sobre Huracanes y Meteorología Tropical. Geofísica Internacional. México.

SHANKS, R. W. and J. S. OLSON. 1961. Firts-year Brekdown of Litter Sothern Appalachian Forest. Science.

SINGH J, S. and GUPTA S, R. 1977. Plant Decomposition and Soil Respiration in terrestrial Ecosystem. Bot. Rev.

SOLIS, M. A.. 1980. Leguminosas de Chamela Jal. México. Tesis de Licenciatura. Fac. de Ciencias. U.N.A.M.

SOLIS, V. E. 1983. Estudios Preeliminarios sobre el Análisis de Nutrientes en Suelos de la Selva Baja Caducifolia en Chamela. (Datos no Publicados).

SOLIS, V. J. 1961. Bosquejo Geológico General de una parte de los Edos. de Jalisco y Colima. Tesis Facultad de Ingeniería, U.N.A.M. México.

SWIFT N, J., O. W. HEAL and J. N. ANDERSON 1979. Decomposition in Terrestrial Ecosystems. Studies in Ecology. Vol. 5. University of California Press. Berkeley.

VIZCAINO, C. M. SARUKHAN, K. J. 1983. Patrones Espaciales y Temporales de Producción de Hojarasca en Selva Baja Caducifolia en la Costa de Jalisco. México. IV Simposio Internacional de Ecología Tropical, Panamá, Panamá.

WHITTAKER, R. H. 1975. Communities and Ecosystems. 2nd. Ed. MacMillan Publ. Co., New. York.

WITKAMP, M. 1966. Decomposition of Leaf Litter in Relation to environment, Microflora and Respiration Microbial. Ecology.

APENDICE.

Algunas especies dominantes de los tipos de vegetación de Selva Baja Caducifolia (S.B.C.) y de Selva Mediana Subperennifolia (S.M.SP), se presentan a continuación:

Selva baja Caducifolia

- estrato herbáceo

Cassia uniflora

Commelina coelestis

Crotalaria pumila

Desmodium procumbens

Irasine interrupta

Lasiacis sp.

Verbesina sp.

- estrato arbóreo con especies menores de 8m. de altura.

Bursera excelsa

Comocladia engleriana

Cordia dentata

Erythrina lanata

Jacquinia pungens \*

Jatropha chamelensis

Lonchocarpus eriocarinalis

L. guatemalensis

Opuntia excelsa

Plumeria rubra

Trichillia trifolia

- estrato arbóreo con especies de 7 a 15m. de altura.

Caesalpinia eriostachys

C. coriaria

Ceiba aesculifolia

Coccoloba liebmanni \*

Cordia eleagnoides  
Forchammeria pallida \*  
Heliocarpus pallidum  
Ipomoea wolcottiana  
Jathropha chamelensis  
Lysiloma divaricata  
Spondia purpurea  
Trophis mollis

\* tiran sus hojas en la epoca de lliuvias

Selva Mediana Subperennifolia

- estrato herbáceo arbustivo

Crotalaria incana +  
C. pumila +  
Dalea cliffortiana  
Randia sp.  
Rourea glabra  
Tephrosia multifolia

- estrato arbóreo con especies de 7 a 15 m. de altura

Applanesia paniculata  
Caesalpinia platyloba  
C. sclerocarpa  
Cassia atomaria  
Carica mexicana  
Gyrocarpus americana  
Pterocarpus amphymentum  
Trophis mexicana

- estrato arbóreo de 15 a 25 m. de altura

Brosimum alicastrum  
Cordia alliodora  
Cordia eleagnoides  
Enterolobium cyclocarpum

Lysiloma divaricata

Tabebuia chrysantha

Platymiscium excelsum

+ especies herbáceas