VEGETACION DE UNA CORRIENTE DE LAVA DE FORMACION RECIENTE, LOCALIZADA EN EL DECLIVE MERIDIONAL DE LA SIERRA DE CHICHINAUTZIN*

Judith Espinosa Garduño.

I. INTRODUCCION

El presente trabajo se refiere al estudio de la vegetación de una corriente de lava de formación bastante reciente, localizada en el declive meridional de la Sierra de Chichinautzin; área a la que hace alusión el botánico y colector Cyrus Guernsey Pringle en sus múltiples excursiones por la región (Davis 1936) y que fue tratada en forma somera por la señorita Ramírez C. (1949), en su trabajo intitulado "Notas generales sobre la vegetación de la Sierra de Tepoztlán, Morelos".

Para la realización de este trabajo se hicieron 45 excursiones efectuadas en distintas épocas del año, en las que se tomaron los datos correspondientes y se colectó el material de herbario.

La identificación de éste se realizó en el Departamento de Botánica Fanerogámica del Instituto de Biología de la U. N. A. M., en cuyo herbario quedarán depositados los ejemplares correspondientes.

En la marcha de este trabajo fue utilizado un mapa de la región, editado por la Secretaría de la Defensa, Comisión Cartográfica Militar: Hoja 14 Q - h (19) Tres Cumbres, Esc. 1 : 25 000, así como una fotografía aérea de la región.

Hago patente mi sincero agradecimiento al doctor Faustino Miranda por haber aceptado la dirección de este trabajo y por haberme orientado en la realización del mismo. Agradezco asimismo a los profesores Eizi Matuda y Maximino Martínez, a la doctora Helia Bravo, al arqueólogo José Luis Lorenzo, al geólogo Federico Mooser y al doctor Manuel Maldonado K., por la ayuda que en distintas formas me prestaron para la realización de este estudio.

Mi sincero reconocimiento al doctor Aarón J. Sharp por su gentileza al haber identificado los musgos colectados, al biólogo Teófilo Herrera en lo que se refiere a la identificación de hongos y líquenes, así como al doctor Cornelius H. Muller por lo que respecta a los encinos.

Agradezco además al Servicio Meteorológico Mexicano y a la Sección de Climatología de la Secretaría de Recursos Hidráulicos por haberme facilitado los datos necesarios y al Laboratorio de Análisis Agrícolas de la Secretaría de Agricultura y Ganadería, por haber efectuado los análisis de suelos.

Mi especial y sincero agradecimiento al biólogo J. Rzedowski y al arqueólogo Francisco G. Rul.

* Trabajo realizado en el Instituto de Biología, U. N. A. M.

II. EL MEDIO AMBIENTE

1. *Datos geográficos*

La zona en estudio (Mapa 1) se localiza al noroeste de Tepoztlán, en el declive sur de la Sierra de Chichinautzin.

Políticamente pertenece al Municipio de Tepoztlán en el Estado de Morelos, encontrándose a 5.5 m. del pueblo de Coajomulco, que es la población más cercana por carretera.

La zona (Mapa 2) se ve cruzada en su parte central por el meridiano $99^{\circ} 09' 06''$ de longitud oeste (que correspondería al número 484 de la cuadrícula de la hoja Tres Cumbres) y por el paralelo $19^{\circ} 01' 14''$ de latitud norte (2103 de la cuadrícula del mismo mapa); ocupa una extensión aproximada de 3 Km². afectando una forma romboidal irregular con eje mayor de norte a sur y cuyos límites son bien definidos.

Tiene una exposición al S SE y presenta un fuerte relieve descendente con una inclinación media de 15° o sea 26.8% de pendiente, de manera que la parte más baja se encuentra a 2 000 m. s/n/m. y rápidamente se eleva en una extensión relativamente corta y 2.5 Km. más arriba, en su límite norte, nos encontramos ya en la cota 2 650 m. s/n/m.

La zona es atravesada dos veces por la Autopista México-Cuernavaca en una pronunciada curva conocida como "Curva de la Pera", la primera vez entre el Km. 52.5 y el Km. 54 (tramo norte) y la segunda entre el Km. 55 y el Km. 56.5 (tramo sur). La vía del ferrocarril entre México y Cuernavaca también la cruza dos veces, una entre las estaciones de Coajomulco y El Parque, $\frac{1}{2}$ Km. al norte del tramo norte de la carretera y otra entre las estaciones de El Parque y Alarcón, $\frac{1}{2}$ Km. al sur del tramo sur de la misma.

No existe en la zona ninguna corriente de agua, solamente a lo largo del borde oriental de la misma, puede advertirse una depresión longitudinal que sirve de cauce a las aguas en la época de mayor precipitación, tratándose por lo tanto de una corriente intermitente.

2. *Datos geológicos*

Es bien conocida la enorme actividad volcánica que dio lugar a la formación de la Cuenca de México, la cual muestra una compleja variedad de formas volcánicas distintas, originadas en 3 ciclos de efusión ígnea a partir del Terciario Medio (Mooser, 1956 y 1957).

Durante el tercero y más reciente de estos ciclos ocurrido durante el Pleistoceno, se originó la llamada Serie Basáltica Chichinautzin (Fries, 1956), que tuvo sus inicios en la parte norte de la cuenca y fue desplazándose posteriormente hacia el sur, lugar en que tuvo finalmente su manifestación más significativa al formar la enorme barrera volcánica que suspendió definitivamente el desagüe que anteriormente tenía la

Cuenca de México por el sur al alto Amacuzac, a través de dos enormes sistemas de valles, uno al este y otro al oeste de la Sierra del Tepozteco, transformándola así en una cuenca cerrada (Mooser, 1957).

Aún en tiempos recientes continúa la actividad volcánica en esta región como lo muestran el Xitli, al pie del Ajusco y algunos conos escoriáceos y domos de última formación en la Sierra de Chichinautzin (Mooser, op. cit.).

Es esta Sierra por lo tanto, una zona de múltiples corrientes de lava, formadas en distintas épocas a partir del Pleistoceno, siendo la que ocupa este estudio, aunque de poca magnitud, tal vez la de formación más reciente.

Se trata de un área de aproximadamente 3 Km²., cubierta de material lávico petrificado, de emisión más reciente en relación con la zona que la rodea, cuyo sustrato está formado por roca del mismo tipo, que por su estado de conservación, denota una mayor antigüedad. Generalmente se da el nombre de "malpais" o "pedregal" a este tipo de terrenos.

Se pueden distinguir en nuestra área tres corrientes bien diferenciadas (Mapa 3), cuyas bocas de emisión pueden considerarse más bien que verdaderos conos, fisuras de poca magnitud situadas a poca distancia entre sí y por encima de la cota 2 450 m. s/n/m., cuyas emisiones respectivas cubrieron áreas de poca extensión.

Aunque no precisamente simultáneas, el lapso transcurrido entre los distintos escurrimientos debió haber sido bastante corto, ya que las características de las distintas corrientes son muy semejantes y muestran en términos generales el mismo estado de conservación.

La roca ígnea que forma dicho pedregal, es de color gris muy oscuro, siendo este material, desde el punto de vista petrográfico, un basalto hemicrostalino con olivino y pyroxenas que muestran una sola generación de feldespatos, en comparación con el basalto que forma el sustrato del área circundante, en el que pueden distinguirse dos generaciones.

Dicho basalto es de tipo vesicular, es decir que se encuentra salpicado de pequeñas oquedades formadas por el desprendimiento de gases. Algunas porciones presentan una textura peculiar con superficie acordonada y aspecto lobulado característico de las lavas cordadas denominadas "pahoe-hoe" y otras muestran claramente una superficie cavernosa característica de las lavas rugosas tipo "aa", constituyendo ambos tipos de lava el resultado de distintas formas de solidificación (Cotton, 1952). Este material que es el predominante, se ve acompañado en sus partes inferiores de otro material de color rojizo, menor tamaño y mayor fragmentación, de tipo escoriáceo.

Por lo que se refiere a la edad de estos derrames lávicos, parece que no hay hasta la fecha ningún método geológico de cierta exactitud que se pueda emplear para conocer o comparar la edad de los mismos, por lo que no podemos tener un dato preciso al respecto.

ESQUEMA ALTIMETRICO

MAPA 2

3. *Datos topográficos y edafológicos*

Desde el punto de vista topográfico, el área presenta como ya vimos, un fuerte grado de inclinación; existen, sin embargo, algunas porciones de superficie más o menos horizontal, así como algunas hondonadas de cierta extensión. En el área que presenta una acentuada pendiente, es notable la existencia de pronunciadas costillas descendentes, alternando con otras tantas depresiones o grietas, habiendo un desnivel entre unas y otras hasta de 5 m.

Una gran parte de la superficie del manto de lava se encuentra desnuda de suelo vegetal, debido en primer término a la corta edad del derrame y en segundo a la fuerte pendiente que presenta la mayor parte del área, acumulándose el poco suelo existente en las grietas y oquedades que quedan entre los grandes fragmentos de lava, así como en algunas hondonadas o depresiones que han permitido su mayor acumulación, pero aún en estos lugares la capa de suelo es de poco espesor y desde luego no forma horizontes edafológicos.

A continuación tenemos los cuadros con los datos correspondientes a los análisis mecánico y químico de 10 muestras de suelo colectadas en distintos sitios (Mapa 3). Las muestras 1 y 4 se colectaron fuera del área en estudio, con fines comparativos.

Como podemos ver por los datos que siguen, se trata en todos los casos de suelos arenoso-limosos, con una marcada acidez; son ricos en materia orgánica, calcio y potasio y pobres en fósforo y nitrógeno. La riqueza de calcio y potasio se debe con toda seguridad al tipo de roca de que provienen, ya que dichos elementos se originan de la descomposición de

Análisis mecánico

Muestra #	% Arcilla	% Limo	% Arena
1	10	38	52
2	12	50	38
3	16	38	46
4	14	44	42
5	20	32	48
6	12	42	46
7	18	44	38
8	18	44	38
9	12	50	38
10	16	36	48

CORRIENTES LAVICAS

I CORRIENTE MAS ANTIGUA

II CORRIENTE INTERMEDIA

III CORRIENTE MAS RECIENTE

AREA NO DEFINIDA COMO CORRIENTE I O II

"ALUVION LAVICO" QUE CORRESPONDE POSIBLEMENTE A LA CORRIENTE III O A UNA IV MAS RECIENTE.

LUGARES EN LOS CUALES SE TOMARON MUESTRAS DE SUELO

ESCALA

1000 MTS

MAPA 3

Análisis químico

Muestra #	pH		Porcentaje		de		Org.	
		Mat.	Nitrógeno nitríco		Nitrógeno amoniacal	P	K	Ca
1	6.7	9.96	.000943		.001999	.000337	.01580	.189
2	5.7	10.92	.000558		.001167	.000018	.00342	.075
3	5.7	8.84	.000862		.001822	.000180	.00354	.059
4	6.0	16.32	.001027		.001822	.000242	.01389	.189
5	5.7	11.12	.000862		.002041	.000107	.00266	.045
6	5.7	16.32	.001088		.001484	.000393	.00732	.189
7	5.0	13.04	.000998		.001822	.000051	.00234	.029
8	4.9	12.84	.000998		.001167	.000037	.00309	.184
9	5.6	11.48	.000917		.001353	.000051	.00511	.112
10	5.4	17.72	.000972		.001680	.000051	.00342	.027

algunos minerales, entre ellos los feldespatos (Lyon y Buckman, 1958), que son abundantes en las rocas ígneas.

En cuanto al origen del suelo, son varios los factores que intervienen en su formación, uno de los factores mecánicos de mayor importancia es sin duda la variación de la temperatura, ya que al calentarse la roca intensamente durante el día y enfriarse durante la noche, origina la exfoliación de la misma; los fragmentos que así se forman, quedan más fácilmente expuestos a las distintas reacciones químicas que constituyen el otro tipo de factores que intervienen en la formación del suelo. Entre las causas mecánicas, es importante también la acción de las plantas que progresivamente van ocupando el lugar, siendo los líquenes crustáceos los iniciadores de esta ocupación. Es desde luego posible la intervención del factor eólico como uno más en la formación del suelo.

4. *Datos climatológicos*

Desgraciadamente, los datos con los que se cuenta son bastante escasos, ya que las únicas estaciones más o menos próximas y cuyos datos pueden ser utilizados, son la de Cuernavaca que ha venido funcionando con bastante regularidad, la de Tres Cumbres (Tres Marías) que sólo funcionó durante los años 1953 y 1954, y una estación en Tepoztlán instalada por la Secretaría de Recursos Hidráulicos y que sólo tiene datos de precipitación de agosto de 1959 a septiembre de 1960.

Con datos tan escasos se comprenderá que cualquier cálculo que se haga, será sólo una aproximación a la realidad, con objeto de dar una idea muy general y aproximada de las condiciones climáticas del lugar.

PRECIPITACION

- A TRES CUMBRES - 2830 M. S/N/M
- - - B LIMITE NORTE DEL PEDREGAL - 2650 M. S N M
- - - C LIMITE SUR DEL PEDREGAL - 2000 M. S N M
- D CUERNAVACA - 1542 M. S N M

GRAFICA I

TEMPERATURA

a) Precipitación

Como se puede ver en la gráfica 1, la distribución de la lluvia durante el año es bastante desigual, ya que en los meses de mayo a octubre se acumula el mayor porcentaje del total de la lluvia anual, teniendo un promedio de 97.5 por ciento para los meses citados y sólo 2.5 por ciento para el resto del año. Esta distribución de la lluvia en el año con ese contraste tan acentuado, tiene desde luego una influencia decisiva sobre la vegetación.

Asimismo, si comparamos la gráfica de precipitación de Cuernavaca con la de Tres Cumbres, lugares que tienen una diferencia en altitud de 1 288 m., vemos que también hay una diferencia en la cantidad de lluvia, siendo desde luego mayor en Tres Cumbres.

Si consideramos que esa variación está en función de la altitud, aumentando con ella, las líneas punteadas en la gráfica marcarían los límites de precipitación, entre los cuales se encontraría la zona estudiada de acuerdo con sus límites de altitud.

La precipitación anual en el área oscilaría entre los 1 286 mm. en la parte más baja y los 1 619 mm. en la parte más alta, aproximadamente (Gráfica 3).

b) Temperatura

Como lo muestra la gráfica 2, a diferencia de lo que sucede con la precipitación, la temperatura media muestra una variación anual de poca significación, ya que la diferencia entre la temperatura media del mes más caliente y del mes más frío es sólo de 5°C. tanto en Cuernavaca como en Tres Cumbres.

Por otro lado, siguiendo un criterio semejante al seguido para la precipitación, es decir, comparando la gráfica de la temperatura media de Cuernavaca con la de Tres Cumbres, vemos que a diferencia de lo ocurrido con la precipitación que aumenta con la altitud, la temperatura media disminuye, habiendo un promedio de casi 10°C. de diferencia entre estos dos sitios.

Las líneas punteadas en la gráfica mostrarían los límites de temperatura, entre los que se encontraría nuestra área de acuerdo con su altitud.

El promedio anual de temperatura media en el área oscilaría aproximadamente entre los 11.9°C. y los 16.8°C. (Gráfica 3).

Por tener el área una temperatura entre -3°C y $+18^{\circ}\text{C}$. en el mes más frío, la época seca en invierno, la temperatura del mes más caliente entre 14°C . y 22°C . y temperatura máxima anterior al solsticio de verano, puede asignársele un clima tipo Cwbg, según la clasificación de Koeppen, (1948).

ESQUEMA COMPARATIVO DE TEMPERATURA Y PRECIPITACION ANUAL

TEMPERATURA MEDIA EN C

PRECIPITACION EN MM.

- 1 CUERNAVACA - 1542 M. S/N/M
- 2 LIMITE SUR DEL PEDREGAL - 2000 M. S/N/M
- 3 LIMITE NORTE DEL PEDREGAL - 2650 M. S/N/M
- 4 TRES CUMBRES - 2830 M. S N M

III. VEGETACION

1. Descripción

El área que estudiamos, aunque de poca extensión, muestra ciertas variantes en la vegetación, las cuales nos han permitido reconocer la existencia de 4 comunidades más o menos diferenciadas, con las correspondientes zonas de transición entre sí, así como entre el área estudiada y aquella que la circunda.

Las comunidades, cuya distribución se muestra en el mapa correspondiente (Mapa 4) son las siguientes:

- A. Asociación: *Hechtia podantha* - *Agave horrida*
- B. Asociación: *Bursera cuneata*
- C. Asociación: *Quercus-Arctostaphylos polifolia*
- D. Asociación: *Quercus rugosa*

- A. Asociación: *Hechtia podantha* - *Agave horrida*

Es ésta la asociación que ocupa la mayor parte del pedregal, mostrando una homogeneidad casi continua desde la cota 2 150 m. hasta la cota 2 450 m. s/n/m., por encima de esta última la encontramos formando manchones que alternan con la asociación *Quercus rugosa* que describiremos en cuarto lugar en este trabajo.

Se encuentra por lo general ocupando áreas que muestran una fuerte pendiente; el sustrato en el que se desarrolla está formado por los dos tipos de lava ya mencionados antes, rugosa y cordada, notándose una acentuada escasez de suelo; las temperaturas medias en esta parte del área, según los cálculos, oscilarían entre los 12°C. y los 16°C., y la precipitación anual estaría comprendida entre los 1 370 y los 1 619 mm., aproximadamente.

Hechtia podantha y *Agave horrida* son las especies dominantes de esta asociación; ambas son plantas de tipo arrosetado suculento capaces de prosperar en un medio xerofítico. Su floración se efectúa en los meses de primavera.

Es también muy abundante *Arracacia tolucensis*, una umbelífera criptofita que al iniciarse la temporada de lluvias, y por lo tanto su período vegetativo, invade todo el pedregal, llegando a tener en esa época una cobertura semejante a la de *Hechtia podantha*.

Otras especies abundantes son *Sedum frutescens* y *S. oxypetalum*, arbustos erguidos, de tallo y hojas suculentas que almacenan gran cantidad de agua, rompiéndose sus tallos con gran facilidad, e inclusive *S. oxypetalum* posee la característica de que las ramas con los frutos se desprenden al madurar éstos, es decir, son deciduas. Se caracterizan ambas especies porque su corteza se desprende en forma de láminas papiráceas. Se diferencian entre sí por la forma de sus hojas, el color de los

DISTRIBUCION DE LAS ASOCIACIONES

A ASOCIACION *Hechtia podantha* - *Agave horrida*

B ASOCIACION *Bursaria cuneata*

C ASOCIACION *Quercus* - *Arctostaphylos* *polifolia*

D ASOCIACION *Quercus rugosa*

ESCALA
1000 MTS

MAPA 4

pétalos y sobre todo porque la época de floración y fructificación no coincide en ambas; *S. oxypetalum* tiene hojas aovadas, pétalos amarillos y la floración se efectúa en la época de lluvias, agosto y septiembre, en tanto que *S. frutescens* tiene hojas lineares, pétalos blancos y la floración tiene lugar en marzo y abril, fructificando cuando *S. oxypetalum* está en flor, razón por la que Clausen (1959) afirma que no hay hibridación entre ambas especies. Es interesante hacer notar que mientras *S. frutescens* se encuentra distribuido en todo el pedregal, desde las partes más bajas a las más altas, *S. oxypetalum* está restringido a la parte norte, más o menos de la cota 2 350 m. hasta el límite superior. Ambas especies forman parte del estrato arbustivo (.80 m. a 2 m.).

Echeveria gibbiflora, también abundante, es una planta caulescente que llega a medir hasta unos 60 cm. de altura, sin incluir la inflorescencia que mide otro tanto. Sus hojas espatuladas, dispuestas en roseta, son de color verde pálido que va tornándose rosado con la edad. La floración se efectúa en los meses de noviembre a enero.

Senecio adenolepis se encuentra en esta asociación, predominando de la cota 2 300 m. hacia arriba; pertenece también al estrato arbustivo.

Entre la vegetación herbácea más importante, encontramos en la temporada de lluvias, es decir, de mayo a octubre: *Pitcairnia karwinskyana*, *Begonia balmisiana*, *B. gracilis*, *Maurandia scandens*, *Commelina coelestis* y su variedad *Bourgeaui*, *Calochortus cernuus*, *Dahlia coccinea*, *D. scapigera*, *Anthericum stenocarpum*, *Bomarea acutifolia*, *Bouvardia ternifolia*, *Lopezia violacea*, *Salvia lavanduloides*, *Crotalaria mollicula*, *C. angulata*, etc. Entre los helechos encontramos principalmente: *Cheilanthes lendigera*, *Ch. angustifolia*, *Dryopteris athyrioides*, *Notholaena aurea*, *Pellaea ternifolia*, *Phlebodium aureum*, etc., todas estas especies además de las dominantes *Hechtia podantha* y *Agave horrida*, de *Arracacia tolucensis* y *Echeveria gibbiflora*, forman parte del estrato herbáceo (.05 m. a .80 m.).

El estrato rasante (0 m. a .05 m.) está formado por *Cyperus seslerioides*, *Peperomia umbilicata*, *Oxalis alpina*, *O. discolor*, algunos líquenes de los géneros *Physcia*, *Cladonia*, etc., algunas hepáticas y musgos, entre éstos: *Pogonatum comosum*, *P. alpiniforme*, *Targionia hypophylla*, *Bryum microbalanum*, *B. truncorum* y *Tayloria mexicana*.

En forma poco abundante, como ejemplares aislados encontramos algunas especies correspondientes al estrato arbóreo bajo (2 m. a 6 m.) como: *Buddleia parviflora*, *Garrya longifolia*, *Bursera cuneata*, *Dodonaea viscosa* y *Bocconia arborea*.

Esta asociación, que se muestra más o menos uniforme en toda su extensión, manifiesta cierta variedad en la distribución de las especies, de acuerdo con los microhabitats existentes. A continuación mencionamos dichos microhabitats y algunas de las especies más abundantes en cada uno de ellos,

a) Porciones expuestas a la intemperie que forman especie de convexidades más o menos acentuadas, como son los lomos de las enormes costillas descendentes, porciones estas que por sus condiciones están sujetas a una fuerte erosión y poseen una ausencia casi absoluta de suelo, a la vez que tienen una reducida humedad y poseen fuerte insolación. En estos lugares predominan: *Hechtia podantha*, *Agave horrida*, *Cheilanthes lendigera*, *Pellaea ternifolia* y *Notholaena aurea*.

b) Laderas más o menos inclinadas donde el grado de sombra varía, hay poco suelo y humedad. Aquí encontramos entre las principales especies: *Aegopogon cenchroides*, *Cyperus seslerioides*, *Festuca myuros*, *Begonia gracilis*, *B. balmisiana*, *Dryopteris athyrioides*, *Maurandia scandens*, *Pitcairnia karwinskyana*, *Commelina coelestis* var. *Bourgeauii*, *Ipomoea emetica*, *Calochortus cernuus*, etc.

c) Fondos de depresiones, como las que se forman entre las costillas, lugares estos que por estar un poco más resguardados y menos drenados hacen posible la acumulación de una proporción un poco mayor de suelo, habiendo asimismo mayor humedad y algo más de sombra. Aquí encontramos: *Epicampes robusta*, *Dahlia scapigera*, *D. coccinea*, *Stevia subpubescens*, *Ageratum corymbosum*, *Bouvardia ternifolia*, *Salvia lavanduloides*, *Echeveria gibbiflora*, *Castilleja tenuiflora*, *Phlebodium aureum*, *Nocca helianthifolia*, etc.

d) Oquedades más o menos reducidas que constituyen los sitios que tienen mayor grado de sombra y humedad. Aquí vemos principalmente: *Peperomia umbilicata*, *Oxalis alpina*, *O. discolor*, *O. stolonifera*, *Peperomia galioides* y musgos.

Aunque hemos hecho esta especie de subdivisión de la asociación, no significa desde luego que haya una restricción de las especies mencionadas a cada uno de los tipos de microhabitat, pudiendo existir indistintamente en uno u otro, notándose, sin embargo, cierta preferencia de ellas por los sitios mencionados.

Consideramos importante señalar que existe una pequeña zona de unos 60 000 m². que tiene características especiales, ya que topográficamente muestra una superficie exageradamente plana y horizontal, sin el menor accidente topográfico, constituyendo lo que se denomina un "aluvión lávico", es decir, un verdadero lago de lava petrificada, formado al acumularse el magma en una hondonada, al escurrir éste en su descenso y encontrarse con una porción más elevada que le impedía su avance. Esta zona muestra lava tipo "aa" o rugosa en toda su extensión, pudiendo ser parte del más reciente de los tres derrames o posiblemente un derrame lávico de edad aún posterior. En esta zona es donde encontramos la asociación *Hechtia* - *Agave* en su manifestación más típica y característica, ya que al no haber accidentes topográficos no se forman microhabitats y por lo tanto la asociación se muestra más uniforme (Mapa 3). Es interesante hacer notar que en esta parte del pedregal se nota una dominancia

de *Agave horrida* sobre *Hechtia podantha*, siendo este el único lugar en que esto sucede, ya que en el resto del pedregal ocupado por esta asociación hay siempre una dominancia, aunque no muy acentuada, de *Hechtia* sobre *Agave*.

B. Asociación: *Bursera cuneata*

Esta asociación se desarrolla entre la cota 2 000 m. y 2 150 m. s/n/m., ocupando por lo tanto la parte del pedregal con temperatura más alta, 16°C a 17°C., de media anual, y menor precipitación anual, 1 286 mm. a 1 370 mm. aproximadamente; el sustrato está formado por los dos tipos de lava mencionados y la cantidad de suelo es también bastante escasa.

La asociación está formada por un matorral abierto en el que encontramos representados los estratos: rasante (0 m. a .05 m.), herbáceo (.05 m. a .80 m.), arbustivo (.80 m. a 2 m.) y arbóreo bajo (2 m. a 6 m.).

La especie dominante es *Bursera cuneata*, planta que pertenece al grupo de los llamados vulgarmente copales; tiene alrededor de 4 m. de altura, sus hojas son compuestas, características de plantas adaptadas a lugares relativamente secos y las pierde en la temporada desfavorable (tropofito), iniciándose su foliación poco antes de la época de lluvias, por abril o mayo, siendo ésta simultánea con la floración. Tiene canales resiníferos cuya resina se llama también copal y es usada como incienso.

En el estrato arbóreo bajo, *Cedrela saxatilis* sigue en orden de dominancia a *Bursera cuneata*, tiene también alrededor de 4 m. de altura, sus hojas son también compuestas y está adaptada a este habitat debido posiblemente a la facilidad que tiene de absorber agua rápidamente, ya que en estos lugares el enorme drenaje que hay, hace que el agua escurra rápidamente en cuanto llueve y de no captarla de inmediato, se pierde. Es notable la presencia de un gran número de ejemplares pequeños de alrededor de 50 cm. de altura, que tal vez en el futuro constituirán un factor de competencia bastante fuerte.

Senecio morelensis, tercer componente en orden de dominancia del estrato arbóreo de esta asociación, fue descrito por primera vez del cuajital cercano a Tepoztlán estudiado por Miranda (1941) y es una especie próxima a *S. praecox* que se caracteriza por tener tallos engrosados capaces de almacenar agua hecho que le permite adaptarse fácilmente a lugares secos y de temperatura más o menos elevada. Tiene escaso tejido de sostén en comparación con el volumen y peso de la planta, por lo que sus tallos se rompen con facilidad; pierde sus hojas en la temporada de secas.

Entre otros componentes de la asociación en el estrato arbóreo tenemos: *Bursera fagaroides*, llamada vulgarmente "cuajote amarillo", se caracteriza porque su corteza se desprende en forma de láminas papiráceas y su floración se inicia tempranamente; *Ipomoea murucoides*, que se ca-

racteriza porque prolonga su floración aún después de perder sus hojas, vulgarmente se le llama "cazahuate"; *Dodonaea viscosa*, *Tecoma stans*, *Buddleia parviflora* y *Bocconia arborea*. En forma aislada, casi en los límites inferiores del pedregal hay escasos ejemplares de *Lysiloma acapulcensis* y *Ceiba aesculifolia*.

En el estrato arbustivo, *Sedum frutescens* es importante por el grado de cobertura que tiene.

Por lo que se refiere al estrato herbáceo, vemos que *Hechtia podantha* y *Agave horrida*, aunque continúan existiendo en esta asociación y aún en forma abundante, se hallan en proporción mucho menor que en la asociación anterior, ya que ocupan más bien los espacios más soleados no cubiertos por el follaje de las especies arbóreas. Asimismo encontramos una mayor abundancia de especies herbáceas como *Pitcairnia karwinskiana*, *Notholaena aurea*, *Maurandia scandens*, *Begonia balmisiana*, *Pellaea ternifolia*, *Dryopteris athyrioides*, *Oxalis cuernavacana* y especialmente de *Cheilanthes lendigera*, cuyo grado de cobertura es bastante importante; todas estas plantas están concentradas en su mayor parte a la sombra de las especies arbóreas que les proporcionan un medio más favorable. *Arracacia tolucensis*, al igual que en la asociación anterior, es de bastante importancia en la temporada de lluvias.

Entre la vegetación epífita encontramos sobre *Bursera* una lorantácea muy vistosa por sus flores rojas, *Phrygilanthus palmeri*, así como *Phoradendron brachystachyum* que también existe sobre *Bocconia arborea* en forma muy abundante. Las *Loranthaceae* son en realidad plantas hemiparásitas. Son abundantes entre las epífitas: *Tillandsia atroviridipetala*, *T. recurvata*, *T. prodigiosa* y *T. violacea*; todas ellas principalmente sobre *Burseras*.

El estrato rasante está ocupando la superficie de las rocas; encontramos líquenes y musgos semejantes a los enumerados para la asociación *Hechtia - Agave*; lo mismo podemos afirmar para las pequeñas cavidades sombreadas y húmedas.

Por lo que se refiere a los microhabitats, podemos decir que en esta asociación de *Bursera cuneata* existen en forma semejante a los que encontramos en la asociación *Hechtia - Agave*.

C. Asociación: *Quercus - Arctostaphylos polifolia*

Esta asociación la encontramos en pequeñas áreas que están enclavadas en la zona ocupada por la asociación *Hechtia - Agave* y que forman hondonadas o depresiones que al abrigo de la intemperie y con drenaje más lento, han permitido la acumulación de una mayor cantidad de suelo, cosa que a la vez, ha hecho posible el desarrollo de otro tipo de vegetación.

Aquí encontramos ya representado un estrato arbóreo más alto (6 m. a 15 m.) además de los estratos existentes en la asociación anterior.

En esta asociación existen como dominantes *Quercus castanea* y *Quercus diversifolia* junto con *Arctostaphylos polifolia*.

Quercus castanea es un encino de unos 10 a 12 m. de altura con la corteza rugosa, de color gris oscuro que encontramos cubierta de líquenes y musgos, sus hojas son duras, de borde aserrado, con la cara superior lisa y brillante y la inferior tomentosa.

Quercus diversifolia, encino de hojas más bien pequeñas, tomentosas en el envés, de forma ovado-oblonga con borde crenado-dentado.

Arctostaphylos polifolia es una ericácea de unos 6 m. a 8 m. de altura, con hojas angostas, oblongas, con los márgenes revolutos, glabras arriba y algo tomentosas en la cara inferior; en el estado de Morelos le dan el nombre de "pingüica" (la verdadera pingüica es *A. pungens*).

Además de las dominantes encontramos en el estrato arbóreo: *Arbutus xalapensis*, *Quercus rugosa*, *Q. obtusata*, *Bocconia arborea* y *Buddleia parviflora*.

Por lo que se refiere a los estratos inferiores, en algunos sitios encontramos una mayor semejanza con la vegetación de la asociación que a la de *Quercus* - *Arctostaphylos* rodea, es decir, encontramos: *Sedum frutescens*, *Agave horrida* y *Hechtia podantha* aunque en menor cantidad, y abundan: *Arracacia toluensis*, *Dahlia scapigera*, *D. coccinea*, *Lopezia violacea*, *Echeveria gibbiflora*.

En otros sitios en que la depresión del terreno es mayor, habiendo mayor cantidad de suelo, de materia orgánica en descomposición, de humedad y sombra y ausencia casi total de superficie rocosa expuesta, la vegetación es un poco distinta, pues desaparecen totalmente *Hechtia podantha*, *Agave horrida* y *Sedum frutescens*; *Echeveria gibbiflora* es escasa; en cambio, se hacen abundantes *Arracacia toluensis*, *Dahlia scapigera*, *D. coccinea*, *Begonia gracilis*, *Fuchsia thymifolia*, *F. cylindracea*, *Commelina coelestis*, *Tradescantia commelinoides*; encontramos también *Malaxis fastigiata*, *Bletia reflexa* y entre los helechos *Phlebodium aureum* y *Dryopteris athyrioides*; asimismo hay abundancia de plantas con tallo voluble como *Dioscorea urceolata*, *D. ulinei*, *D. hintoni*, *Phaseolus formosus*, *Wenderothia hirsuta*, *Bomarea acutifolia*, *Matelea chrysantha*, etc. Encontramos también *Cuscuta corymbosa*.

Sobre los encinos hay en forma abundante algunas epífitas como: *Polypodium madrense*, *P. plebejum*, *Tillandsia violacea*, *T. prodigiosa*, algunos líquenes como *Peltigera canina*, *Collema pulposum* y algunas especies de los géneros *Physcia* y *Parmelia*.

Existen algunos hongos viviendo sobre la corteza de los encinos o sobre la abundante materia orgánica que se acumula en estos sitios que constituyen un medio favorable para ellos. los más abundantes pertenecen a los géneros: *Polyporus*, *Exagonia*, *Lycoperdum*, *Marasmius*, *Pholiota*,

Hygrophorus, *Mycena*, *Laccaria*, *Lactarius*, *Fistulina*, *Tricholloma* y *Pleurotus*. Hay también algunos líquenes como *Funaria hygrometrica*, *Tarignia hypophylla*, etc.

D. Asociación: *Quercus rugosa*

Esta asociación la encontramos en el extremo norte del pedregal entre la cota 2 450 m. y 2 650 m. s/n/m., la temperatura media anual en este lugar, según lo calculado, es alrededor de 12°C a 13°C y la precipitación anual media, oscilaría aproximadamente entre los 1 540 mm. y los 1 619 mm., ocupando áreas que forman ligeras depresiones o porciones más o menos horizontales alternando como ya dijimos anteriormente, con la asociación *Hechtia* - *Agave* que se desarrolla a esa misma altura en espacios que muestran una pendiente acentuada o condiciones especiales en cuanto al sustrato rocoso se refiere y que ya vimos al hablar de dicha asociación.

En esta cuarta asociación encontramos los mismos estratos que en la anterior; presenta como dominante *Quercus rugosa* que aquí es un encino de unos 7 a 8 m. de altura, con hojas deciduas, glabras por arriba y tomentosas y reticulado-venosas por el envés.

En el estrato arbóreo encontramos también *Arbutus xalapensis* y *Arctostaphylos polifolia*.

Arbutus xalapensis, ericácea cuyo nombre vulgar es "madroño", tiene alrededor de 10 a 12 m. de altura, es un árbol que se caracteriza porque la corteza es lisa y se desprende en forma de láminas papiráceas, hecho que lo protege de la invasión de plantas epífitas y parásitas, aunque no totalmente, pues llegamos a encontrar en algunos casos ejemplares de madroño invadidos por *Tillandsia prodigiosa* y *T. violacea*; sus hojas son tomentosas en el envés cuando jóvenes, pero con la edad van volviéndose glabras. Su floración se efectúa a partir de marzo o abril. Esta ericácea es muy abundante hacia las partes altas del pedregal ocupadas por esta asociación, pudiendo considerarse, hasta cierto punto como subdominante de ella en esos lugares; en tanto que *Arctostaphylos polifolia* es más bien abundante en las partes más bajas ocupadas por dicha asociación.

Existen también *Dodonaea viscosa*, *Garrya longifolia* y en las partes más altas algunos escasos y aislados ejemplares de *Pinus pseudostrobus*.

En el estrato arbustivo encontramos *Sedum frutescens* y *S. oxypetalum* principalmente y en el herbáceo las especies más importantes son: *Echeveria gibbiflora*, *Agave collina*, *Lopezia violacea*, etc. *Agave horrida* y *Hechtia podantha* casi desaparecen en estos lugares.

Entre la vegetación epífita encontramos *Tillandsia prodigiosa*, *T. violacea*, *T. recurvata*, *Pleurothallis nigriflora*, *Odontoglossum cervantesii* y *Epidendrum gladiatum*; algunos líquenes como *Usnea barbata*, *U. longissima*, *Evernia furfuracea*, y algunos musgos.

El estrato rasante es semejante al de algunos sitios de la asociación anterior.

Finalmente, podemos considerar la zona de transición o ecotonía entre toda el área estudiada y aquellas que la circundan. Esta muestra por un lado la persistencia de algunas especies características de la primera y por otro la invasión de especies que integran la segunda. En estos lugares encontramos hacia la parte más alta, formando parte del estrato arbóreo: *Quercus rugosa*, *Garrya longifolia*, *Arctostaphylos polifolia* y algunos ejemplares de *Pinus pseudostrobus*; un poco más al sur se van intercalando especies características de tierra caliente como *Styrax ramirezii*, *Ternstroemia pringlei*, *Tecoma stans*, *Erythrina breviflora*, *Rumfordia floribunda*, *Calliandra anomala*, *Dalea submontana*, *Cedrela oaxacensis*, *C. saxatilis*, *Bursera fagaroides*, *Ipomoea murucoides*, *Oreopanax salvinii*; existen también *Quercus castanea*, *Q. acutifolia*, *Q. obtusata*, *Q. laurina*, *Q. conglomerata*, *Buddleia parviflora* y *Eysenhardtia polystachya*. *Arbutus xalapensis* es muy abundante, constituyendo con los encinos la asociación característica de toda esa zona (Ramírez C. 1949).

Formando parte de la vegetación herbácea encontramos además de algunas especies pertenecientes al manto de lava más reciente, otras como *Phytolacca icosandra*, *Govenia liliacea*, *Rubus coriifolius*, *Lobelia nelsoni*, *Russelia cuneata*, *Agave collina*, *Begonia palmaris*, etc.

Por lo que toca a los epífitos, es notable en estos lugares la enorme variedad de especies que encontramos habitando sobre los encinos: *Tillandsia prodigiosa*, *T. violacea*, *Odontoglossum cervantesii*, *Polypodium madrense*, *P. plebejum*, *Epidendrum gladiatum*, *Pleurothallis nigriflora*, *Peperomia galioides*, *Heliocereus speciosus*, e inclusive se llegan a encontrar como epífitos: *Agave horrida*, *Echeveria gibbiflora*, *Sedum frutescens* y *S. oxypetalum*; todos ellos igualmente desarrollados que aquellos que crecen en su habitat ordinario.

2. Análisis cuantitativo

Se realizó un análisis cuantitativo de la vegetación en la asociación *Hechtia podantha*-*Agave horrida* que es la que ocupa la mayor extensión del pedregal, así como en la asociación *Bursera cuneata*.

A. Asociación: *Hechtia podantha*-*Agave horrida*

En esta asociación se determinó en primer lugar el área mínima mediante el sistema geométrico de nichos (Cain 1959) habiendo obtenido una relación número de especies-área que se muestra en la figura siguiente.

Como se puede ver en la figura, la curva resultante nos indica que el área mínima es de 8 m²; se hicieron por lo tanto muestras de 9 m². en forma de cuadrados de 3 m. x 3 m.

El número de muestras fue de 20, distribuidas en toda la asociación. En ellas se tomaron datos de:

1. Densidad. Número de individuos de cada especie en cada una de las muestras (Cain 1959).
2. Cobertura. Área de la muestra cubierta por el conjunto de individuos de cada especie.
3. Estratificación. Altura de la vegetación.

Con estos datos se construyó el cuadro siguiente que resume las observaciones de las 20 muestras. En él se indican:

- D. Número de individuos de cada especie en un área de 100 m².
- C. Cobertura de cada especie según la escala de 5 grados de Braun-Blanquet (1950) a la cual se ha agregado una X para marcar aquellas especies cuya cobertura es menor del 2 por ciento del área o sea menor de 1/50 de la misma.
- F. Frecuencia, o sea el porcentaje del total de las muestras en las que se encuentra representada cada especie.
- S. Grado de sociabilidad según la escala de Braun-Blanquet.

Especies por estratos	D	C	F	S
Arbóreo				
<i>Bursera cuneata</i>	3	X	15	1
<i>Buddleia parviflora</i>	1	X	5	1
Arbustivo				
<i>Sedum frutescens</i>	36	1	75	1
<i>Sedum oxypetalum</i>	15.5	X	35	1
<i>Senecio adenolepis</i>	.5	X	5	1
Herbáceo				
<i>Hechtia podantha</i>	448	2	100	3
<i>Agave horrida</i>	85.5	2	95	1
<i>Arracacia tolucensis</i>	78.8	2	100	2
<i>Cheilanthes lendigera</i>	214	1	95	2
<i>Dryopteris athyrioides</i>	115	1	90	2
<i>Notholaena aurea</i>	69.4	X	50	2
<i>Pitcairnia karwinskyana</i>	55	X	30	2
<i>Begonia balmisiana</i>	42.2	X	60	1
<i>Pellaea ternifolia</i>	18.8	X	50	1
<i>Maurandia scandens</i>	12.7	X	40	1
<i>Commelina coelestis</i> var.				
<i>Bourgeau</i>	11	X	45	1
<i>Calochortus cernuus</i>	11	X	15	2
<i>Dahlia coccinea</i>	12	X	40	1
<i>Phlebodium aureum</i>	8.3	X	5	3
<i>Echeveria gibbiflora</i>	7.7	X	30	1
<i>Begonia gracilis</i>	6	X	5	1
<i>Anthericum stenocarpum</i>	10	X	5	1
<i>Bouvardia ternifolia</i>	5.5	X	15	1
<i>Dahlia scapigera</i>	3.8	X	20	1
<i>Cheilanthes angustifolia</i>	3.3	X	10	1
<i>Oxalis cuernavacana</i>	1.6	X	10	1
<i>Epicampes robusta</i>	1.6	X	5	1
<i>Aleuropteris farinosa</i>	.5	X	5	1
<i>Bomarea acutifolia</i>	.5	X	5	1
<i>Coreopsis rhyacophila</i>	.5	X	5	1
Rasante				
<i>Cyperus seslerioides</i>	r numeroso	1	100	3

Por lo que respecta al grado de cobertura de cada estrato, la figura siguiente nos indica dicha relación.

Grado de
cobertura

	1	2	3	4	5

Estrato

Arbóreo 2 m. a 6 m.

Arbustivo .80 m. a 2 m.

Herbáceo .05 m. a .80 m.

Rasante 0 m. a .05 m.

B. Asociación: *Bursera cuneata*

En esta asociación se hicieron 5 muestras semejantes a las de la asociación anterior para tomar datos de los estratos inferiores (rasante, herbáceo y arbustivo) y además, otras 5 para el estrato arbóreo; estas últimas fueron de 100 m²., área mínima para este estrato, que fue determinada en la misma forma que para la asociación anterior. A continuación (página siguiente), tenemos el cuadro con el resumen de los datos tomados en las 10 muestras.

Por lo que respecta a la cobertura de los distintos estratos, el siguiente esquema nos representa dicha relación.

Grado de
cobertura

	1	2	3	4	5

Estrato

Arbóreo 2 m. a 6 m.

Arbustivo .80 m. a 2 m.

Herbáceo .05 m. a .80 m.

Rasante 0 m. a .05 m.

Especies por estratos	D	C	F	S
Arbóreo				
<i>Bursera cuneata</i>	3.8	3	100	1
<i>Cedrela saxatilis</i>	3.6	1	80	1
<i>Senecio morelensis</i>	2.2	1	80	1
<i>Dodonaea viscosa</i>	1.4	1	40	1
<i>Bursera fagaroides</i>	.8	1	40	1
<i>Buddleia parviflora</i>	.4	X	20	1
<i>Bocconia arborea</i>	.2	X	20	1
<i>Tecoma stans</i>	.2	X	20	1
<i>Ipomoea murucoides</i>	.2	X	20	1
Arbustivo				
<i>Sedum frutescens</i>	28.8	2	100	1
Herbáceo				
<i>Arracacia toluensis</i>	51.1	2	100	2
<i>Cheilanthes lendigera</i>	360	2	100	2
<i>Notholaena aurea</i>	200	1	80	2
<i>Pitcairnia karwinskyana</i>	153.3	1	60	3
<i>Hechtia podantha</i>	104.4	1	60	3
<i>Agave horrida</i>	40	1	80	1
<i>Murandia scandens</i>	35.5	1	100	1
<i>Begonia balmisiana</i>	82.2	X	100	1
<i>Pellaea ternifolia</i>	44.4	X	100	1
<i>Dryopteris athyrioides</i>	37.7	X	80	2
<i>Oxalis cuernavacana</i>	24.4	X	40	1
<i>Dahlia coccinea</i>	15.5	X	40	1
<i>Commelina coelestis</i> var.				
<i>Bourgeaui</i>	6.6	X	20	1
Rasante				
<i>Cyperus seslerioides</i>	numeroso	1	60	3

Con los datos anteriores podemos decir:

1. Considerando el grado de cobertura como indicador de la dominancia, obtuvimos las especies para cada asociación.
2. En la asociación *Hechtia-Agave* existe un porcentaje de superficie expuesta carente de vegetación, superficie que constituye alrededor de un 50 por ciento de cada una de las muestras.
3. En esta misma asociación el estrato arbóreo prácticamente no cuenta, pues si bien hay algunas especies correspondientes a este estrato, son tan escasas que no llegan a alcanzar ningún grado de cobertura de importancia. Es el estrato herbáceo el de mayor cobertura.

4. Es interesante el caso de *Arracacia tolucensis*, criptofita que cubre materialmente el pedregal en la época de lluvias, haciéndose verdaderamente abundante hasta el grado de que en esa época muestra una cobertura semejante a la de *Hechtia podantha* y *Agave horrida* en la primera asociación; sin embargo, durante la época desfavorable su cobertura desaparece totalmente, en tanto que la de *Hechtia* y *Agave* se mantienen iguales, razón por la cual hemos considerado estas dos últimas especies como dominantes de dicha asociación.
5. En la asociación *Bursera cuneata*, el estrato de mayor cobertura es el arbóreo, que en este caso por su altura (2 m. a 6 m.) podría considerarse como arbóreo bajo. Los otros estratos son semejantes a los de la asociación *Hechtia-Agave*.

3. Clasificación ecológica

La vegetación del área tiene como sustrato la roca viva, razón por la cual representa, según la clasificación de Huguet del Villar, una *Petrophytia*, en la que estarían representadas tanto la *Lithophytia*, vegetación que habita la superficie de la roca y que corresponde al *Pezoproteretum*, representado por líquenes, musgos, etc., como la *Chasmophytia* o sea la vegetación de las fisuras que corresponde al *Hysteretum* e incluye toda clase de plantas, siendo ambas, subdivisiones de la *Petrophytia*.

Al mismo tiempo, la escasez de suelo que en gran parte es causa de escasez de agua, implica la existencia de una *Xerophytia* en el área.

Según la clasificación de Warming, que se basa fundamentalmente en el factor agua, la vegetación sería de tipo litofítico.

Weaver y Clements aplican para este mismo caso el nombre de litoserie.

4. Clasificación biotipológica

En cuanto a las formas biológicas, Huguet del Villar, hace una clasificación del *Hysteretum* basándose en el tipo de protección de la planta en conjunto, distinguiendo 4 grandes biotipos, los cuales encontramos representados en el pedregal estudiado, en las proporciones siguientes:

Lignetum	27 %	
Graminoidetum	6 %	del número total de especies
Herbetum	59 %	existentes en el área.
Crassicauletum	8 %	

Raunkjaer estableció una clasificación biotipológica basada en la forma como se protegen las yemas de reemplazo de las plantas durante la estación desfavorable para sobrevivir a ella, distinguiendo 5 categorías: Fanerofitas, Camefitas, Hemcriptofitas, Criptofitas y Terofitas.

Al comparar el espectro biológico del área, o sea la distribución porcentual de las especies entre las distintas formas biológicas, con el espectro mundial normal establecido por dicho autor, vemos que, por lo que a las Fanerofitas se refiere, el porcentaje es menor, aunque excede del supuesto, en virtud de las condiciones xéricas del área. Sin embargo, vemos

	Número de especies	Ph	Ch	H	Cr	Th
Espectro mundial normal	1000	46	9	26	6	13
Pedregal estudiado	145	30	10	13	33	14

que en este porcentaje de Fanerofitas, un 7 por ciento corresponde a formas con tallo succulento, característica que les permite adaptarse a dichas condiciones, otro 7 por ciento corresponde a formas epífitas, como son el género *Tillandsia* y las orquídeas que presentan también, ciertos caracteres que les permiten desarrollarse en dicho medio, así como algunas lorantáceas, que son plantas hemiparásitas. De esta manera, quedaría un 17 por ciento de Fanerofitas, la mayor parte de las cuales quedarían alojadas en el grupo de las microfanerofitas con algunos representantes entre las nano y las mesofanerofitas. En este 17 por ciento quedan, a su vez, incluídas algunas especies de las que sólo hemos encontrado escasos ejemplares en los límites inferior y superior del pedregal. En general, el porcentaje de Fanerofitas es menor en la asociación *Hechtia* - *Agave*, aumenta en la asociación *Bursera cuneata* y es mayor aún en las asociaciones *Quercus* - *Arctostaphylos* y *Quercus rugosa*.

El porcentaje de Criptofitas es bastante más elevado a expensas inclusive de las Hemicriptofitas; indudablemente este alto porcentaje está relacionado con las características del habitat.

IV. ALGUNAS CONSIDERACIONES ACERCA DE LA VEGETACION

1. *Relaciones de la vegetación con el medio ambiente*

Como podemos ver por los datos anteriores, son varios los factores que ejercen su influencia sobre la vegetación en el área; entre ellos podemos mencionar, como más importantes, la acumulación de suelo y la altitud, que como ya se ha dicho implica variación de temperatura y humedad.

Por lo que se refiere a la acumulación de suelo, es indudable que es éste uno de los factores de mayor importancia que ejercen su influencia sobre la vegetación del área, la mayor parte de la cual denota una escasez acentuada de suelo vegetal, lo cual es un factor limitante para el desarrollo de formas arbóreas, por la insuficiencia tanto de las sustancias nutritivas necesarias para ellas, como la falta de área suficiente para el sostén de las mismas. Existen, sin embargo, enclavadas en este terreno, algunas zonas que forman especie de hondonadas o depresiones que por sus condiciones han permitido una mayor acumulación de suelo, cosa que a su vez ha facilitado el desarrollo de otro tipo de vegetación, integrada por formas arbóreas como elementos dominantes, condiciones éstas que encontramos sobre todo en la parte norte del pedregal.

En cuanto a los factores que influyen sobre la mayor o menor acumulación de suelo, es de gran importancia el relieve del terreno, y así vemos que aquellos lugares que tienen fuerte declive y que constituyen además prominencias con mayor exposición a la intemperie, tienen una acentuada escasez de suelo, siendo menor ésta en lugares que aunque muestran declive, forman depresiones como las que encontramos entre las enormes costillas descendentes y menos aún en las hondonadas de mayor extensión, probablemente formadas en algunos casos por hundimiento de antiguos domos y en otros por las bocas de emisión de las corrientes.

En cuanto al área que constituye el "aluvión lávico", ocupado por la asociación *Hechtia - Agave* en su forma más típica, aunque se trata de una área sin declive, no constituye tampoco una depresión, de manera que a este respecto se encuentra en un punto intermedio entre ambos casos; si a esto se agrega, por un lado, el que dicha área forma parte de la corriente más reciente, y por otro que el espesor de la capa del material lávico es mayor y quizás más compacto, tendríamos tal vez en todo esto las causas de la escasez de suelo en dicho lugar. Es interesante el hecho de que es precisamente esta parte del pedregal, el único lugar ocupado por la asociación *Hechtia - Agave*, en el que domina *Agave horrida* sobre *Hechtia podantha*, hecho que indudablemente está relacionado con las características del sustrato.

En cuanto a la precipitación, es sin duda ésta el factor de importancia decisiva sobre el desarrollo fenológico de la vegetación, ya que hemos visto que la diferencia entre la temperatura del mes más caliente y del más

frío es de poca significación, en tanto que la diferencia entre los meses de menor y mayor precipitación es bastante fuerte. Es precisamente durante estos últimos, es decir, de mayo a octubre, cuando encontramos un mayor porcentaje de formas en floración y en pleno período vegetativo. El porcentaje de floración se reduce el resto del año, en el que se nota una acentuada sequía, especialmente en los meses de febrero a mayo en que la temperatura se eleva. No es sino hasta mayo o junio, en que se inician las lluvias y se combinan con una temperatura más o menos elevada, cuando, como ya dijimos, se inicia la época óptima para la vegetación. Sin embargo, no hay que dejar de mencionar que algunas especies, desde luego un porcentaje muy reducido, florecen en los meses de noviembre a abril, entre ellas tenemos: *Echeveria gibbiflora*, *Sedum frutescens*, *Tillandsia prodigiosa*, *T. violacea*, *Senecio adenolepis*, *S. morelensis*, etc.

La existencia de un período favorable tan corto es factor importante que influye desde luego sobre el tipo de vegetación; vemos así, en la mayor parte del área, una dominancia de formas de porte arrosetado suculento, con abundancia de formas geófitas y suculentas, que constituyen una asociación de tipo xerofítico; las anteriores son formas de adaptación a las condiciones mencionadas. Es notable en esta asociación, el cambio que sufre la vegetación de la temporada de secas a la de lluvias, y viceversa.

Es interesante la distribución que tienen ambas especies del género *Sedum* dentro del pedregal, hecho que confirma la observación de Clausen de que *S. frutescens* está adaptado a condiciones más calientes y secas que *S. oxipetalum*.

Ambas especies tienen, en general, una distribución algo limitada. *S. oxipetalum* es endémica del eje volcánico transmexicano (Clausen, 1959), y *S. frutescens* está citado de 5 localidades en los Estados de Guerrero, Michoacán y Morelos; una de ellas es un manto de lava situado al NE de Cuernavaca, sitio que posiblemente sea el lugar en que Pringle lo colectó en 1904 (Clausen, op. cit.), pudiendo éste ser tal vez el pedregal que tratamos en este trabajo, en cuyo caso éste sería la localidad típica de la especie.

En esta asociación, aunque existen representados los estratos rasante, herbáceo y arbustivo, no encontramos una verdadera interrelación entre los mismos.

Vimos ya que tanto la temperatura como la precipitación están relacionadas con la altura; la precipitación en relación directa, y la temperatura en relación inversa. Esto trae como consecuencia la distribución de algunas especies limitada a ciertas zonas y así vemos que en la parte más baja, de temperatura más elevada y menor precipitación (Gráfica 3), ocupada por la asociación *Bursera cuneata*, existen plantas características de tierra caliente o que derivan de ellas como son: *Bursera cuneata*, *B. fagaroides*, *Ipomoea murucoides*, *Senecio morelensis*, *Erythrina breviflora*

y, especialmente, *Lysiloma acapulcensis* y *Ceiba aesculifolia*, cuyo límite altitudinal en su distribución, normalmente está por debajo de los 2 000 m., pero que en este caso han llegado algunos ejemplares hasta aquí, por las condiciones especiales del área. Algunas de estas especies como *Bursera cuneata* y *Cedrela saxatilis* las encontramos más al norte, en la asociación *Hechtia* - *Agave*, aunque desde luego en forma muy escasa y ejemplares poco desarrollados.

Es interesante también señalar el principio en esta asociación de una interrelación entre los estratos.

De interés es también el caso de *Bursera cuneata* y *Senecio morelensis*. *Bursera cuneata* Engl. es una especie cercana a *B. jorullensis* Engl., hasta el grado de que algunos autores (Bullock, 1936) las han considerado como sinónimos, sin embargo, es posible que se trate de dos especies muy relacionadas, pero con una distribución distinta, siendo *B. jorullensis* la especie característica de lugares de clima caliente y *B. cuneata* la correspondiente en áreas de clima más frío. *B. jorullensis* está citada del cuajiotal desarrollado sobre una antigua corriente de lava localizada en la carretera entre Cuernavaca y Tepoztlán, del Cerro San Miguel Atlixco en Puebla, del Cañón de Lobos cerca de Yautepec, del Cerro de Sta. Clara cerca de Jonacatepec, de los Cerros de Jojutla y Tlaquilténango, de los Cerros calizos del NO de Matamoros, Puebla (Miranda, 1941), y de las corrientes de lava emitidas por el Jorullo (Eggler, 1959), lugares todos estos situados por debajo de la cota 2 000 m. *B. cuneata* está citada del Cerro de San Cristóbal al oeste del Lago de Texcoco, de la Sierra de Guadalupe y del Cerro El Risco (Reiche, 1914) lugares situados por encima de la cota 2 000 m. s/n/m.

Por lo que respecta a *Senecio morelensis* Mir. sucede algo semejante; está muy relacionada con *S. praecox* (Cav.) DC. siendo éste la especie característica de lugares más fríos y *S. morelensis* la de lugares de clima caliente. El primero está citado del Pedregal de San Angel, del Cerro de la Estrella, del Cerro El Risco y de la Sierra de Guadalupe (Reiche, 1914), lugares situados por encima de la cota 2 000 m., y *S. morelensis* está citado del Cuajiotal localizado entre Cuernavaca y Tepoztlán, del Cerro de San Miguel Atlixco, del Cerro de Sta. Clara (Miranda, 1941), lugares situados, como ya dijimos, por debajo de los 2 000 m.

De ser así, el área del pedregal ocupada por la asociación *Bursera cuneata* constituiría un punto intermedio en que tendríamos representada en *Bursera cuneata* la especie correspondiente en lugares más fríos a *B. jorullensis*, y en *Senecio morelensis* la especie correspondiente en lugares de clima caliente, a *S. praecox*.

Ipomoea murucoides es una especie que no se extiende a lugares muy calientes, se encuentra en la vertiente meridional de la Sierra de Guadalupe (Reiche, 1914), en el Cuajiotal localizado entre Cuernavaca y Tepoztlán, en el Cerro de San Miguel Atlixco y es sustituida en lugares más

calientes como el Cañón de Lobos, el Cerro de Sta. Clara, en las Barrancas al sur de Cuernavaca, cerca de Temisco, en los Cerros de Jojutla y Tlaquiltenango, etc. (Miranda, 1941), por *Ipomoea arborescens* e *I. intrapilosa*.

Por lo que se refiere a las asociaciones *Quercus-Arctostaphylos* y *Quercus rugosa*, encontramos una interrelación entre los estratos, bastante acentuada, basada fundamentalmente en las condiciones ambientales que proporciona el follaje de los dominantes. En estas asociaciones los cambios estacionales y la influencia de la temporada de sequía es un poco menos acentuada y notable, ya que la protección del follaje evita cambios tan bruscos y acentuados como los que tienen lugar en las otras asociaciones.

2. Sucesión vegetal

La sucesión que se desarrolla sobre el pedregal, representa, según la clasificación de Huguet del Villar, una sucesión que se inicia en un medio primordial, es decir, en condiciones primarias que en este caso están representadas por la roca viva. Weaver y Clements (1944) dan a este tipo de sucesión el nombre de Sere Primaria o Prisere, debido a que se desarrolla sobre un área no ocupada previamente por vegetación. Según estos mismos autores, tendríamos representada en el pedregal una xerosere.

Los diferentes habitats existentes dentro del pedregal, por un lado, y la asociación que existe en el área circundante por otro, nos muestran un cuadro bastante claro de las etapas sucesionales en dicho pedregal.

En la superficie rocosa con mayor exposición al sol y escasez casi absoluta de suelo, encontramos las primeras etapas de la sucesión representadas por los líquenes y en las pequeñas grietas con un poco de suelo encontramos algunos musgos. Entre las primeras invasoras vasculares están *Cheilanthes lendigera*, *Notholaena aurea* y tal vez *Pellaea ternifolia*, seguidas por *Hechtia podantha* y *Agave horrida*, siendo estas dos últimas especies las dominantes en la asociación que ocupa la mayor parte del área.

En las hondonadas enclavadas en las zonas cubiertas por esta asociación, así como en la parte alta del pedregal, encontramos ya los primeros cambios que conducirán a la asociación clímax que se desarrolla en el área circundante (Ramírez C. 1949).

El cambio de la asociación *Hechtia - Agave* a la asociación clímax (encinar con madroño), es bastante claro al observar las distintas hondonadas cuyas características respecto al grado de depresión, acumulación de suelo, sombra y humedad varían, mostrando una verdadera gradación entre una etapa y otra; vemos claramente como *Hechtia podantha* y *Agave horrida* empiezan a hacerse cada vez menos frecuentes, desapareciendo finalmente y siendo sustituidas por especies que, aunque existen en la asociación *Hechtia - Agave*, a la sombra de los dominantes arbóreos se

hacen más abundantes y se encuentran mejor desarrollados. Empieza asimismo a hacerse más gruesa la capa de materia orgánica sobre el suelo, hecho que da origen a la existencia de algunos hongos, que son muy frecuentes en la asociación clímax que circunda el área.

El hecho de que es la parte más alta del pedregal donde encontramos la etapa más avanzada de la sucesión, inclusive en ciertas partes que no forman hondonadas y por lo tanto no se hallan muy resguardadas de la intemperie, nos hace pensar que tal vez la mayor altitud a que se encuentra esta asociación sea un factor que a causa del aumento de la precipitación, favorezca en parte la formación de suelo.

Por lo que se refiere a la asociación *Bursera cuneata*, las etapas anteriores a ella fueron las mismas que las que existieron en la asociación *Hechtia - Agave*, existiendo inclusive esta última antes de iniciarse la invasión de las actuales dominantes. Esta asociación será posiblemente desplazada en el futuro por la asociación clímax encinar con madroño, ya sea directamente o a través de una asociación intermedia cuyo dominante podría ser *Cedrela saxatilis*.

V. INFLUENCIA HUMANA

Como ya se dijo anteriormente, el pedregal se ve cruzado dos veces tanto por la vía del ferrocarril como por la autopista, hecho que ha dado lugar a la formación de 4 zonas en las que el sustrato y la vegetación fueron alterados.

Estas zonas, que se distinguen como 4 fajas más o menos paralelas situadas alrededor de las cotas 2 100 m., 2 250 m., 2 350 m., y 2 480 m. s/n/m., constituyen, según la terminología de Huguet del Villar, "estaciones viarias", en las que encontramos representadas las siguientes especies.

Al borde de la carretera encontramos principalmente: *Alsine moehringioides*, *Tagetes micrantha*, *Cosmos ocellatus*, *Cyperus incompletus*, *C. aschenbornianus*, *Reseda luteola*, *Tagetes patula*, *Bidens pilosa*, *Lepechinia caulescens*, *Melilotus indica*, *Medicago denticulata*, *Festuca myuros*, *Brassica campestris* y *Wigandia kunthii*.

En cuanto a la vegetación que crece sobre el balasto de la vía del ferrocarril, hay cierta diferencia entre las especies que encontramos en el tramo norte y en el tramo sur; en el primero las principales son: *Oenothera laciniata*, *Saracha umbellata*, *Physalis subintegra*, *Solanum nigrum*, *Plantago mexicana*, *Oxalis corniculata*, *Geranium vulcanicola*. En el segundo encontramos: *Asclepias glaucescens*, *Cosmos ocellatus*, *Rhynchosia cuernavacana*, *Mimosa albida*, *Loeselia glandulosa*, *Bonplandia geminiflora*, *Asclepias linaria*.

Fuera ya del malpais estudiado, cerca de su límite oriental y al borde del tramo norte de la carretera, se encuentra una pequeña zona de habitación cuyos ocupantes han utilizado algunas áreas adyacentes para cultivo de maíz, estas mismas personas en la época de fructificación de *Hechtia* cortan las inflorescencias y las llevan a vender como adorno a la ciudad.

VI. LISTA DE ESPECIES

A continuación se da la lista de especies ordenadas por familias. En esta lista se incluyen las especies que forman parte de las 4 asociaciones descritas, plantas ruderales colectadas en las 4 zonas alteradas por las vías de comunicación, y algunas especies correspondientes a la asociación que se desarrolla en el área circundante, en sus proximidades con el área estudiada.

En cuanto a la forma biológica, se da únicamente para aquellas especies que forman parte de las asociaciones que ocupan el pedregal estudiado.

Abreviaturas usadas

- L.A.: Algunas especies de la asociación encinar - madroño, que se desarrolla en la corriente de lava antigua y que no existen en el área estudiada, encontrándose en sus proximidades.
 L.R.: Especies que existen en el área estudiada, o sea en las corrientes de lava más recientes.
 R.: Plantas ruderales.
 F.b.: Forma biológica según la clasificación de Raunkjaer.
 Ph: Fanerofita
 Ch: Camefita
 H: Hemicriptofita
 Cr: Criptofita
 Th: Terofita

	L.A.	L.R.	R.	F.b.
Selaginellaceae				
<i>Selaginella cuspidata</i> Link		x		H
Polypodiaceae				
<i>Aleuropteris farinosa</i> Fee		x		Cr
<i>Asplenium praemorsum</i> Sw.		x		Cr
<i>Cheilanthes angustifolia</i> H.B.K.		x		Cr
<i>Cheilanthes Kaulfussii</i> Ktze.		x		Cr
<i>Cheilanthes lendigera</i> Sw.		x		Cr
<i>Cheilanthes myriophylla</i> Desv.		x		Cr
<i>Dryopteris athyrioides</i> Ktze.		x		Cr
<i>Dryopteris mazoni</i> Underwood		x		Cr
<i>Notholaena aurea</i> Desv.		x		Cr
<i>Pellaea cordata</i> J. Smith		x		Cr
<i>Pellaea ternifolia</i> Link		x		Cr
<i>Phlebodium aureum</i> J. Smith		x		Cr
<i>Pleopeltis lanceolata</i> Klf.		x		Cr
<i>Polypodium madrense</i> J. Smith		x		Cr
<i>Polypodium plebejum</i> Ch. et Schl		x		Cr

	L.A.	L.R.	R.	F.b.
<i>Polypodium rosei</i> Maxon		x		Cr
<i>Woodsia mollis</i> J. Smith		x		Cr
Pinaceae				
<i>Pinus Montezumae</i> Lamb.			x	
<i>Pinus pseudostrobus</i> Lindl.		x		Ph
Gramineae				
<i>Aegopogon cenchroides</i> H. et B.		x		Th
<i>Aegopogon tenellus</i> Trin.			x	
<i>Andropogon feensis</i> Fourn.		x		Th
<i>Avena fatua</i> L.			x	
<i>Avena sativa</i> L.			x	
<i>Epicampes robusta</i> Fourn.		x		Ch
<i>Festuca myuros</i> L.		x		Th
<i>Heteropogon contortus</i> Beauv.		x		Th
<i>Muhlenbergia</i> sp.		x		H
<i>Trisetum deyeuxioides</i> Kunth		x		H
Cyperaceae				
<i>Cyperus aschenbornianus</i> Bosck.			x	
<i>Cyperus incompletus</i> Link			x	
<i>Cyperus seslerioides</i> H.B.K.		x		Cr
Bromeliaceae				
<i>Hechtia podantha</i> Mez.		x		Ph
<i>Pitcairnia karwinskyana</i> Schult.		x		Cr
<i>Tillandsia atroviridipetala</i> Mat.		x		Ph
<i>Tillandsia prodigiosa</i> Baker		x		Ph
<i>Tillandsia recurvata</i> L.		x		Ph
<i>Tillandsia violacea</i> Baker		x		Ph
Commelinaceae				
<i>Commelina coelestis</i> Willd.		x		Cr
<i>Commelina coelestis</i> var. <i>Bourgeau</i> Clarke		x		Cr
<i>Tinantia erecta</i> Schl.			x	
<i>Tradescantia commelinoides</i> Roem. et Schult.		x		Cr
<i>Tripogandra amplexicaulis</i> Woods.			x	
<i>Tripogandra discreta</i> Woods.	x			
Liliaceae				
<i>Anthericum stenocarpum</i> Baker		x		Cr
<i>Calochortus cernuus</i> Painter		x		Cr
Amaryllidaceae				
<i>Agave horrida</i> Jacobi		x		Ph
<i>Agave collina</i> Greenm.		x		Ph
<i>Bomarea acutifolia</i> Herb.		x		Cr
Dioscoreaceae				
<i>Dioscorea hintoni</i> Kunth		x		Cr
<i>Dioscorea ulinei</i> Greenm.		x		Cr
<i>Dioscorea urceolata</i> Uline		x		Cr

	L.A.	L.R.	R.	F.b.
Orchidaceae				
<i>Bletia reflexa</i> Lindl.		x		Cr
<i>Epidendrum gladiatum</i> Lindl.		x		Ph
<i>Govenia liliacea</i> Lindl.	x			
<i>Habenaria carssicornis</i> Lindl.		x		Cr
<i>Malaxis fastigiata</i> Ktze.		x		Cr
<i>Odontoglossum cervantesii</i> Llave et Lexarza		x		Ph
<i>Pleurothallis nigriflora</i> Willd.		x		Ph
<i>Spiranthes Llaveana</i> Lindl.		x		Cr
Piperaceae				
<i>Peperomia galioides</i> H.B.K.		x		Th
<i>Peperomia umbilicata</i> R. et P.		x		Cr
Fagaceae				
<i>Quercus acutifolia</i> Née	x			
<i>Quercus castanea</i> Née		x		Ph
<i>Quercus conglomerata</i> Trealt.	x			
<i>Quercus diversifolia</i> Née		x		Ph
<i>Quercus laurina</i> H. et B.	x			
<i>Quercus obtusata</i> H. et B.		x		Ph
<i>Quercus rugosa</i> Née		x		Ph
Loranthaceae				
<i>Phoradendron brachystachyum</i> Nutt.		x		Ph
<i>Phrygilanthus palmeri</i> Engl.		x		Ph
<i>Struthanthus grahami</i> Standl.		x		Ph
Polygonaceae				
<i>Rumex obtusifolius</i> L.			x	
Amarantaceae				
<i>Iresine celosioides</i> L.			x	
Phytolacaceae				
<i>Phytolacca icosandra</i> L.		x		Ch
Caryophyllaceae				
<i>Alsine moehringioides</i> Rohrb.			x	
<i>Arenaria lanuginosa</i> Rohrb.		x		Ch
<i>Cerastium brachypodium</i> Rob.			x	
<i>Drymaria villosa</i> Cham. et Schl.		x		Th
Ranunculaceae				
<i>Clematis dioica</i> L.		x		Ph
<i>Thalictrum cuernavacana</i> Rose		x		H
<i>Thalictrum</i> sp.		x		H
Papaveraceae				
<i>Ecoconia arborea</i> Wats.		x		Ph
Cruciferae				
<i>Brassica campestris</i> L.			x	
<i>Lepidium virginicum</i> L.			x	
Resedaceae				
<i>Reseda luteola</i> L.			x	

	L.A.	L.R.	R.	F.b.
Crassulaceae				
<i>Echeveria gibbiflora</i> DC.		x		Ph
<i>Sedum frutescens</i> Rose		x		Ph
<i>Sedum naviculare</i> Rose		x		Ch
<i>Sedum oxypetalum</i> H.B.K.		x		Ph
<i>Villadia Batesii</i> Rose		x		Ch
Rosaceae				
<i>Crategus mexicana</i> Moc. et Sessé			x	
<i>Rubus coriifolius</i> Lieb.	x			
Leguminosae				
<i>Acacia angustissima</i> Ktze.	x			
<i>Calliandra anomala</i> Kunth	x			
<i>Cologania pulchella</i> H.B.K.		x		H
<i>Crotalaria angulata</i> Miller		x		Th
<i>Crotalaria mollicula</i> H.B.K.		x		Th
<i>Dalea Cliffortiana</i> Willd.			x	
<i>Dalea submontana</i> Rose	x			
<i>Dalea uncifera</i> Cham. et Schl.			x	
<i>Desmodium nitidum</i> M. et G.		x		H
<i>Desmodium uncinatum</i> DC.		x		H
<i>Erythrina breviflora</i> DC.	x			
<i>Erythrina leptorhiza</i> DC.			x	
<i>Eysenhardtia polystachya</i> Ort.	x			
<i>Lysiloma acapulcensis</i> Benth.		x		Ph
<i>Medicago denticulata</i> Willd.			x	
<i>Melilotus indica</i> All			x	
<i>Mimosa albida</i> Humb. et Bonpl.			x	
<i>Phaseolus formosus</i> H.B.K.		x		H
<i>Rhynchosia cuernavacana</i> Rose			x	
<i>Wenderothia hirsuta</i> M. et G.		x		H
Oxalidaceae				
<i>Oxalis alpina</i> Rose		x		Cr
<i>Oxalis corniculata</i> Small			x	
<i>Oxalis cuernavacana</i> Rose		x		Cr
<i>Oxalis discolor</i> Small		x		Cr
<i>Oxalis stolonifera</i> Rose		x		Cr
Geraniaceae				
<i>Geranium vulcanicola</i> Small			x	
Burseraceae				
<i>Bursera cuneata</i> Engl.		x		Ph
<i>Bursera fagaroides</i> Engl.		x		Ph
Meliaceae				
<i>Cedrela oaxacensis</i> C. DC. et Rose	x			
<i>Cedrela saxatilis</i> Rose		x		Ph
Polygalaceae				
<i>Monnina Schlechtendaliana</i> Dietr.	x			
Euphorbiaceae				
<i>Acalypha mollis</i> H.B.K.	x			
<i>Euphorbia ariensis</i> H.B.K.			x	
<i>Euphorbia Preslii</i> Guss.	x			
<i>Euphorbia</i> sp.	x			

	L.A.	L.R.	R.	F.b.
Sapindaceae				
<i>Dodonaea viscosa</i> Jacq.		x		Ph
Vitaceae				
<i>Vitis tiliifolia</i> Humb. et Bonpl.	x			
Malvaceae				
<i>Sida rhombifolia</i> L.			x	
Bombacaceae				
<i>Ceiba aesculifolia</i> Britt. et Baker.		x		Ph
Theaceae				
<i>Ternstroemia pringlei</i> Rose	x			
Loasaceae				
<i>Mentzelia hispida</i> Willd.		x		H
Begoniaceae				
<i>Begonia balmisiana</i> Ruiz		x		Cr
<i>Begonia gracilis</i> H.B.K.		x		Cr
<i>Begonia palmaris</i> A. DC.		x		Cr
Cactaceae				
<i>Heliocereus speciosus</i> Britt. et Rose		x		Ph
<i>Opuntia tomentosa</i> Salm-Dyck		x		Ph
Lytraceae				
<i>Cuphea wrightii</i> Gray		x		Th
Onagraceae				
<i>Fuchsia cylindracea</i> Lindl.		x		Ph
<i>Fuchsia microphylla</i> H.B.K.		x		Ph
<i>Fuchsia thymifolia</i> H.B.K.		x		Ph
<i>Lopezia violacea</i> Rose		x		H
<i>Oenothera laciniata</i> Hill.			x	
Cornaceae				
<i>Garrya longifolia</i> Rose		x		Ph
Araliaceae				
<i>Creopanax salvinii</i> Hemsl.	x			
Umbelliferae				
<i>Arracacia toluensis</i> Hemsl.		x		Cr
<i>Daucus montanus</i> Humb. et Bonpl.		x		Th
<i>Donnellsmithia mexicana</i> M. et C.	x			
<i>Eryngium pectinatum</i> Presl.			x	
<i>Prionosciadium Nelsoni</i> Coult. et Rose		x		Cr
Clethraceae				
<i>Clethra mexicana</i> DC.	x			
Ericaceae				
<i>Arbutus xalapensis</i> H.B.K.		x		Ph
<i>Arctostaphylos polifolia</i> H.B.K.		x		Ph
Styracaceae				
<i>Styrax ramirezii</i> Greenm.	x			
Myrsinaceae				
<i>Rapanea jurguensenii</i> Mez.		x		Ph
Symplocaceae				
<i>Symplocos prionophylla</i> Hemsl.	x			

	L.A.	L.R.	R.	F.b.
Loganiaceae				
<i>Buddleia parviflora</i> H.B.K.		x		Ph
<i>Buddleia sessiliflora</i> H.B.K.	x			
Asclepiadaceae				
<i>Asclepias curassavica</i> L.			x	
<i>Asclepias glaucescens</i> H.B.K.			x	
<i>Asclepias linaria</i> Cav.		x		Ph
<i>Matelea chrysantha</i> Woods.		x		H
Convolvulaceae				
<i>Cuscuta corymbosa</i> R. et P.		x		Ch
<i>Ipomoea emetica</i> Choisy		x		H
<i>Ipomoea murucoides</i> R. et Schult.		x		Ph
<i>Ipomoea ursina</i> Brandeg.		x		H
<i>Quamoclit coccinea</i> Moench.			x	
Polemoniaceae				
<i>Bonplandia geminiflora</i> Cav.			x	
<i>Loeselia glandulosa</i> Don	x			
<i>Loeselia mexicana</i> Brand.	x			
Hydrophyllaceae				
<i>Wigandia kunthii</i> Choisy			x	
Labiatae				
<i>Lepechinia caulescens</i> Epl.			x	
<i>Salvia lavanduloides</i> H.B.K.		x		Ch
<i>Salvia leptostachys</i> Benth.		x		Th
<i>Salvia mexicana</i> L.		x		H
<i>Salvia polystachya</i> Ort.			x	
<i>Salvia purpurea</i> Cav.		x		H
<i>Salvia sessei</i> Benth.		x		Ph
Solanaceae				
<i>Physalis subintegra</i> Fern.			x	
<i>Saracha umbellata</i> Don			x	
<i>Solanum nigrum</i> L.			x	
Scrophulariaceae				
<i>Castilleja tenuiflora</i> Benth.		x		Ch
<i>Castilleja tenuifolia</i> M. et G.		x		Ch
<i>Lamourouxia nelsonii</i> R. et G.	x			
<i>Maurandia scandens</i> Gray		x		Cr
<i>Pentstemon campanulatus</i> Willd.		x		Ch
<i>Russelia cuneata</i> Rob.	x			
Orobanchaceae				
<i>Conopholis mexicana</i> Gray	x			
Bignoniaceae				
<i>Tecoma stans</i> H.B.K.		x		Ph
Gesneriaceae				
<i>Achimenes</i> sp.		x		Th
Plantaginaceae				
<i>Plantago mexicana</i> Link			x	
Rubiaceae				
<i>Bouvardia ternifolia</i> Schl.		x		Ph
<i>Crusea brachyphylla</i> Ch. et Schl.		x		Th
<i>Crusea subulata</i> Gray		x		Th

	L.A.	L.R.	R.	F.b.
Valerianaceae				
<i>Valeriana densiflora</i> Benth.		x		Cr
<i>Valeriana sorbifolia</i> H.B.K.		x		Cr
<i>Valeriana urticaefolia</i> H.B.K.		x		Cr
Cucurbitaceae				
<i>Cyclanthera Pringlei</i> R. et Seat.	x			
Campanulaceae				
<i>Lobelia nelsonii</i> Fern.	x			
<i>Palmerella debilis</i> Gray		x		Th
<i>Palmerella tenera</i> Gray		x		Th
Compositae				
<i>Ageratum corymbosum</i> Zucc.		x		H
<i>Ambrosia artemisiaefolia</i> L.	x			
<i>Archibaccharis mucronata</i> Blake	x			
<i>Baccharis conferta</i> H.B.K.	x			
<i>Baccharis ramulosa</i> Gray		x		Ch
<i>Bidens pilosa</i> L.			x	
<i>Brickellia pacayensis</i> Coult.	x			
<i>Coreopsis rhyacophila</i> Greenm.		x		Ch
<i>Cosmos ocellatus</i> Greenm.		x		Th
<i>Dahlia coccinea</i> Cav.		x		Cr
<i>Dahlia scapigera</i> Link et Otto		x		Cr
<i>Eupatorium areolare</i> DC.	x			
<i>Eupatorium conspicuum</i> K. et B.	x			
<i>Eupatorium pazcuarense</i> H.B.K.	x			
<i>Galinsoga parviflora</i> Cav.		x		Th
<i>Gnaphalium altamiranum</i> Greenm.		x		H
<i>Gnaphalium attenuatum</i> DC.		x		H
<i>Gnaphalium wrightii</i> Gray		x		H
<i>Melampodium perfoliatum</i> H.B.K.			x	
<i>Montanoa frutescens</i> Hemsl.	x			
<i>Nocca helianthifolia</i> H.B.K.		x		Ch
<i>Piqueria trinervia</i> Cav.	x			
<i>Rumfordia floribunda</i> DC.	x			
<i>Senecio morelensis</i> Mir.		x		Ph
<i>Senecio adenolepis</i> Greenm.		x		Ph
<i>Senecio salignus</i> DC.	x			
<i>Stevia jaliscensis</i> Rob.		x		Ch
<i>Stevia monardaefolia</i> H.B.K.	x			
<i>Stevia subpubescens</i> Lag.		x		Ch
<i>Tagetes micrantha</i> Cav.		x		Th
<i>Tagetes patula</i> L.			x	
<i>Verbesina nelsonii</i> R. et G.			x	
<i>Verbesina virgata</i> Cav.			x	
<i>Vernonia alamani</i> DC.			x	

VII. AFINIDADES DE LA FLORA

1. *Relaciones florísticas*

La presencia en el pedregal de géneros como: *Quercus*, *Pinus*, *Arbutus*, *Arctostaphylos*, *Castilleja* y *Pentstemon* indican su afinidad con la región Holártica o Arctoterciaria, equivalente al Reino Boreal de Good (1953).

Al mismo tiempo, encontramos géneros que muestran una afinidad con la región Neotropical como son: *Bursera*, *Agave*, *Fuchsia*, *Echeveria*, *Cosmos* y *Tecoma*.

La afinidad del pedregal con estas dos zonas está indudablemente en relación con la altitud, siendo la parte norte y más alta del mismo la que presenta mayor afinidad con la región Holártica, ya que es ahí donde encontramos los géneros *Quercus*, *Pinus*, *Arbutus* y *Arctostaphylos* principalmente y la parte sur y de menor altitud la que muestra mayor afinidad con la zona Neotropical ya que aquí encontramos los géneros *Bursera*, *Cosmos*, *Tecoma*, etc.

Encontramos, además, algunos géneros cosmopolitas y otros de distribución pantropical, entre los primeros están: *Plantago*, *Rumex*, *Cerastium*, *Arenaria*, *Cuscuta*, *Festuca*, *Andropogon*, *Lepidium*, *Gnaphalium*, *Avena*, *Cyperus*, y *Bidens*, la mayor parte de los cuales están localizados en las zonas alteradas por las vías de comunicación; entre los segundos tenemos: *Dioscorea*, *Ageratum*, *Quamoclit*, *Ipomoea*, *Rhyncosia*, *Commelina*, *Dodonaea*, *Peperomia*, *Begonia*, *Crotalaria*, *Sida*.

Algunos géneros relacionan florísticamente la vegetación del pedregal con la selva perennifolia de montaña, como son *Buddleia*, *Cedrela*, *Clethra*, *Fuchsia* y *Rapanea*; algunos de estos géneros como *Cedrela* y *Rapanea*, otros que también se encuentran en el pedregal como *Ceiba* y *Dodonaea* así como algunos otros que forman parte de la vegetación del área que circunda el pedregal, como *Acacia*, *Erythrina*, *Iresine*, *Calliandra*, *Eupatorium* y *Vernonia* son géneros característicos de la selva de lugares bajos (Miranda 1960).

Algunos géneros como *Garrya* y *Calochortus* que son endémicos de la región pacífico-norteamericana, se extienden hasta México y Guatemala; otros como *Bouvardia*, *Dahlia* y *Agave* son endémicos de la región Caribe de Good; *Dahlia* es un género endémico de México y *Agave* tiene su centro principal en México, pero se extiende hasta Estados Unidos y al norte de Sudamérica; algo semejante sucede tal vez con el género *Hechtia*.

Aunque existen en el pedregal especies que tienen una amplia distribución como *Fuchsia thymifolia*, *Pitcairnia karwinskyana*, *Arracacia toluensis*, *Bouvardia ternifolia*, *Bocconia arborea* e *Ipomoea murucoides*, la vegetación de éste muestra más bien una afinidad con la del sur de la

República, es decir, la mayor parte de las especies que integran la vegetación del pedregal tienen su distribución principal en los estados de Morelos, México, Michoacán, Oaxaca, Jalisco, Guerrero y Puebla; entre ellas tenemos principalmente *Salvia purpurea*, *S. leptostachys*, *S. sessei*, *Castilleja tenuiflora*, *Tillandsia prodigiosa*, *Epidendrum gladiatum*, *Fuchsia microphylla*, *Nocca helianthifolia*, *Odontoglossum cervantesii*, *Bursera fagaroides*, *B. cuneata*.

Encontramos, asimismo bastantes especies de distribución muy limitada aún dentro de esta zona, como: *Coreopsis rhyacophila*, *Ipomoea emetica*, *Ternstroemia pringlei*, *Dioscorea urceolata*, *D. hintoni*, *D. ulinei*, *Tillandsia atroviridipetala*, *T. violacea*, *Hechtia podantha*, *Desmodium nitidum*, *Senecio morelensis*, *Sedum oxypetalum*, *S. frutescens*, *Cedrela oaxacensis* y tal vez *Agave horrida*; y aún algunas que sólo están citadas de la localidad o sus alrededores como: *Cosmos ocellatus*, *Oxalis stolonifera*, *O. cuernavacana*, *Garrya longifolia*, *Cedrela saxatilis*, *Pleurothallis nigriflora*.

Por otro lado, encontramos algunas especies cuya distribución llega hasta Guatemala y Centroamérica y otras aun a Sudamérica; entre las primeras están: *Salvia lavanduloides*, *Tripogandra disgrega*, *Tradescantia commelinoides*, *Commelina coelestis*, *Valeriana sorbifolia*, *Ipomoea murucoides*, *Ceiba aesculifolia*, *Malaxis fastigiata*, *Bletia reflexa*, *Habenaria crassicornis*, *Spiranthes Llaveana*, *Wenderothia hirsuta* y *Lysiloma acapulcensis*; y entre las segundas tenemos: *Echeveria gibbiflora*, *Peperomia galioides*, *Daucus montanus* y *Valeriana urticaefolia*.

El pedregal que estudiamos se encuentra enclavado en el encinar (bosque esclerófilo), que constituye uno de los pisos de vegetación de la zona de los declives altos de los bordes de la cuenca del Balsas, siendo estos declives una de las zonas en que se ha dividido dicha cuenca de acuerdo con su vegetación (Miranda 1947).

La parte más alta del pedregal, ocupada por la asociación *Quercus rugosa*, así como las depresiones ocupadas por la asociación *Quercus - Arctostaphylos polifolia*, muestran desde luego relación con dicho encinar, siendo en realidad áreas en las que la sucesión vegetal hacia el clímax encinar con madroño se encuentra muy avanzada.

Algunas especies del pedregal y algunas otras colectadas en el área que lo rodea, son características del bosque mesófilo de montaña, piso de vegetación que corresponde al encinar en las barrancas, lugares estos que presentan condiciones más favorables en cuanto a humedad se refiere; entre éstas están: *Symplocos prionophylla*, *Oreopanax salvinii*, *Ternstroemia pringlei*, *Styrax ramirezii*, *Bocconia arborea* y *Rapanea jurguensenii*.

La asociación *Bursera cuneata*, desarrollada en la parte más baja del pedregal, muestra indudablemente relación con el Cuajitlal, asociación ésta que interviene en la formación denominada selva baja decidua, de carácter tropoxerofítico tropical.

Esta relación con el Cuajiotal, y especialmente con el que se desarrolla sobre una corriente de lava antigua localizada en la carretera entre Cuernavaca y Tepoztlán, se basa en la presencia en la parte baja del pedregal de especies como: *Bursera cuneata*, *B. fagaroides*, *Ceiba aesculifolia*, *Ipomoea murucoides*, *Lysiloma acapulcensis*, *Senecio morelensis*, *Cedrela saxatilis* y *Tecoma stans*.

Finalmente, la asociación *Hechtia* - *Agave*, que ocupa la mayor extensión dentro del pedregal, podría considerarse hasta cierto punto relacionada a las zonas áridas con asociaciones de suculentas dominantes de la cuenca del Balsas, a la vez que con algunas otras zonas de carácter semejante, localizadas en los estados de Puebla e Hidalgo, con la diferencia de que mientras en estos lugares la vegetación suculenta está formada básicamente por cactáceas, en el pedregal dominan fundamentalmente plantas de tipo arrosetado suculento.

2. Comparación con otros pedregales

Con relación a la antigua corriente de lava localizada entre Cuernavaca y Tepoztlán (Miranda, 1941), cuya edad es probablemente bastante mayor que la del pedregal, ya dijimos que existe cierta relación de tipo florístico entre ésta y la parte más baja del pedregal.

En el Jorullo, cuya actividad es bastante reciente, las dos primeras corrientes de lava originadas por la actividad volcánica en dicha zona, fueron en gran parte cubiertas posteriormente por cenizas volcánicas, y en las dos últimas la proporción fué algo menor. Aquí encontramos *Lysiloma acapulcensis* y *Bursera jorullensis*; entre los helechos, los géneros *Dryopteris* y *Notholaena*, y la especie *Cheilanthes angustifolia*, son comunes al pedregal.

Por lo que respecta a los mantos de lava emitidos por el Parícutín, son tan extraordinariamente recientes que la sucesión primaria que ahí se desarrolla se encuentra en un estado muy poco avanzado, existiendo solamente líquenes, algas y musgos, y se inicia la invasión de plantas vasculares con *Adiantum poiretii* (Eggler, 1959).

En relación con la vegetación que cubre las corrientes de lava de mayor antigüedad ocupadas por la asociación clímax encinar con madroño, que se encuentra rodeando al pedregal, es la parte superior de éste, ocupada por la asociación *Quercus rugosa*, la que presenta mayor semejanza con dicha asociación clímax.

Finalmente, al comparar el pedregal en estudio con el Pedregal de San Angel (Rzedowski, 1954), encontramos, por un lado, que la mayor extensión del segundo (80 Km².) da lugar a una mayor riqueza florística de la que encontramos en el otro pedregal, cuya extensión es sólo de 3 Km².; por otra parte, el grado de inclinación, así como la exposición, varían en ambos, teniendo el Pedregal de San Angel una inclinación de 6° en su

parte de mayor pendiente, con una exposición al N NE, en tanto que en el otro pedregal el ángulo de inclinación es de 15° , con una exposición al S SE; el sustrato en ambos pedregales es más o menos semejante, al igual que el tipo de clima, aunque la desigualdad en la distribución de la lluvia durante el año es un poco más acentuada en el pedregal estudiado.

Por lo que respecta a los límites de altitud, a continuación se incluye un esquema comparativo de la distribución altitudinal de las principales asociaciones en ambos pedregales.

Al observar dicho esquema vemos que la asociación *Hechtia* ? *Agave* del pedregal estudiado, es comparable altitudinalmente con el *Senecionetum praecocis* del Pedregal de San Angel; ambas asociaciones son de tipo xerofítico, aunque en la primera domina una vegetación de tipo arrosetado suculento que no existe en la segunda.

Por otro lado, la asociación *Quercus rugosa* está relacionada altitudinalmente con el *Quercetum centralis lavosum* y en parte con el *Quercetum rugosae fruticosum* y el *Quercetum rugosae crassipedis* del Pedregal de San Angel, las dos primeras consideradas por Rzedowski como formas transicionales entre la zona de matorral y la zona de bosque montano y subalpino, y la última considerada ya dentro de esta última zona. Hay tal vez una mayor semejanza de la asociación *Quercus rugosa* con el *Quercetum centralis lavosum*, ya que como éste tiene carácter de bosque pero conservando al mismo tiempo relaciones florísticas con la asociación xerofítica inmediata, sin embargo florísticamente es semejante al *Quercetum rugosae* en cuanto a la dominante se refiere, ya que en ambos casos ésta es *Quercus rugosa*.

Finalmente, la asociación *Bursera cuneata* del pedregal en estudio, no tendría equivalente altitudinal en el Pedregal de San Angel, siendo precisamente algunos géneros representados en esta asociación como *Bursera*, *Cedrela*, *Tecoma*, *Rapanea*, *Achimenes* y *Phrygilanthus* los que no encontramos en la lista de especies del Pedregal de San Angel; algo semejante sucede, aunque en forma inversa, con los pinares de este último pedregal.

Comparando el espectro biológico del pedregal estudiado con el del Pedregal de San Angel, vemos que en el primero el porcentaje de Fanerofitas es mayor, lo cual en gran parte se debe a que el estrato epifítico es proporcionalmente menor en el Pedregal de San Angel, en cambio en el pedregal estudiado, está bien representado con los géneros *Heliocereus*, *Tillandsia*, *Epidendrum*, *Odontoglossum*, *Pleurothallis*, *Phoradendron*, *Phrygilanthus* y *Struthanthus* y por otro lado hay una proporción mayor en este último de Fanerofitas de tallo suculento. La proporción de Cimefitas es semejante; el porcentaje de Criptofitas es bastante mayor en el pedregal que estudiamos, no sólo a expensas de las Hemicriptofitas, sino de las Terofitas.

VIII. RESUMEN Y CONCLUSIONES

El pedregal que tratamos se localiza en el declive meridional de la Sierra de Chichinautzin, y constituye una manifestación más de la actividad volcánica que ha originado la Serie Basáltica Chichinautzin. Se encuentra circundada por corrientes de lava de mayor antigüedad, que muestran un estado muy avanzado de transformación, a partir de la roca ígnea original, y en ellas encontramos ya una asociación clímax de encinar con madroño.

En el pedregal de formación reciente se desarrolla una xerosere primaria, encontrando representadas 4 asociaciones que muestran etapas sucesionales hacia la clímax que será la misma que encontramos en el área circundante.

El estado más o menos avanzado de la sucesión vegetal depende fundamentalmente de la mayor o menor acumulación de suelo y ésta a la vez depende de la edad de la corriente lávica, de las condiciones topográficas del terreno y tal vez se vea influída también por la mayor o menor precipitación, estando en este caso en relación con la altitud.

La fuerte pendiente que presenta el área, da origen a una diferencia altitudinal muy fuerte en ésta, hecho que desde luego influye sobre el tipo de vegetación que en ella se desarrolla.

La parte más baja del pedregal, ocupada por la asociación *Bursera cuneata*, constituye tal vez el punto de máxima distribución de dos especies, una de ellas, *Bursera cuneata*, característica de lugares de clima más frío, cuyo representante en lugares más calientes es *B. jorullensis*; la otra, *Senecio morelensis*, característica de lugares de clima caliente, que tiene en *S. praecox* la especie correspondiente en lugares de clima más frío.

El pedregal constituye posiblemente la localidad típica de *Sedum frutescens*.

La vegetación del pedregal muestra afinidad con la región Holártica o Arctoterciaria, así como con la Neotropical, afinidad que está manifestamente en relación con la altitud; existen al mismo tiempo algunos géneros de distribución cosmopolita y pantropical.

La mayor parte de las especies que integran dicha vegetación tiene su distribución en el sur de la República, existiendo algunas especies de distribución muy limitada que tal vez podrían considerarse como endémicas.

Dicha vegetación está relacionada principalmente con el bosque esclerófilo (encinar) y con el Cuajiotal, ambos de la cuenca del Balsas y en cierto modo con la de las zonas áridas cuyos dominantes son plantas de tipo suculento.

Al comparar el pedregal estudiado con otros pedregales, vemos que hay cierta relación florística entre la parte más baja del primero y la antigua corriente de lava localizada entre Cuernavaca y Tepoztlán. Con respecto al Jorullo y al Parícutín, la actividad volcánica de éstos es bastante reciente al grado de que en el último, apenas se inicia la invasión de plantas vasculares.

Con relación a la vegetación que cubre las corrientes de lava que circundan al pedregal y que representa ya una asociación clímax, las asociaciones que se desarrollan en éste constituyen etapas sucesionales hacia dicha asociación clímax.

Finalmente, la mayor semejanza se presenta con el Pedregal de San Angel; aunque no podemos tener un dato preciso en relación con la diferencia de edad entre ambos, el estado evolutivo en el que se encuentra la sucesión vegetal en ellos nos hace suponer que la diferencia de edad no debe ser muy grande; siendo probablemente algo más reciente el pedregal estudiado, de manera que si al Pedregal de San Angel se le ha asignado una edad de 2 400 años, ésta sería el límite máximo de edad para el pedregal estudiado.

Fig. 1. Vista del "aluvión lávico", en el que se desarrolla la asociación *Hechtia podantha* - *Agave horrida* en su forma más típica; al fondo se ve la asociación *Quercus rugosa*.

Fig. 2. *Hechtia podantha*, en la asociación *Hechtia podantha* - *Agave horrida*.

Fig. 3. *Agave horrida*, en la asociación *Hechtia podantha* - *Agave horrida*.

Fig. 4. *Sedum frutescens*, en la asociación *Hechtia podantha* - *Agave horrida*.

Fig. 5. Asociación: *Hechtia podantha* - *Agave horrida*; destacan *Dioscorea urceolata*, *Peperomia umbilicata* y *Dryopteris athyrioides*.

Fig. 6. Asociación: *Bursera cuneata*, en su límite norte durante la época desfavorable; destacan en los extremos derecho e izquierdo *Bursera cuneata* y al centro dos ejemplares de *Senecio morelensis*, al iniciarse su floración.

Fig. 7. *Bursera cuneata*, dominante en la asociación del mismo nombre.

Fig. 8. *Cedrela saxatilis*, en la asociación *Bursera cuneata*.

Fig. 9. *Senecio morelensis*, en la asociación *Bursera cuneata*.

Fig. 10. Vista de la asociación: *Quercus* - *Arctostaphylos polifolia*.

Fig. 11. En primer término, asociación *Hechtia podantha* - *Agave horrida*; atrás, asociación *Quercus* - *Arctostaphylos polifolia*.

Fig. 12. Estrato epifítico en la asociación *Quercus* - *Arctostaphylos polifolia*; destacan *Polypodium plebejum* y *P. madreense*.

Fig. 13. Asociación *Quercus rugosa* al fondo; en primer término, asociación *Hechtia podantha* - *Agave horrida*.

Fig. 14. Vista de la asociación *Quercus rugosa* al fondo; al frente destacan algunos ejemplares de *Agave horrida*.

Fig. 15. Vista de la asociación clímax Encinar con Madroño, que rodea al pedregal.

Fig. 16. Asociación clímax Encinar con Madroño que rodea al pedregal; destaca *Tillandsia violacea*.

BIBLIOGRAFIA

B I B L I O G R A F I A

- Braun-Blanquet, J. 1950. Sociología vegetal. Acme Agency. Buenos Aires.
- Bullock, A. A. 1936. Notes on mexican species of the genus *Bursera*. Kew Bull.: 346-387.
- Cain, S. A. and G. M. de Oliveira C. 1959. Manual of Vegetation analysis. Harper & Broth. New York.
- Clausen, R. T. 1959. Sedum of the Trans-Mexican Volcanic Belt. An exposition of taxonomic methods. Comstock Publishing Associates. New York.
- Conzatti, C. 1946-1947. Flora taxonómica mexicana. Publicación de la Sociedad Mexicana de Historia Natural. Vol. 1 y 2. México, D. F.
- Cotton, C. A. 1952. Volcanoes as landscape forms. John Wiley & Sons. New York.
- Davis, H. B. 1936. Life and work of Cyrus Guernsey Pringle. Univ. of Vermont, Burlington, Vermont.
- Eggler, W. A. 1959. Manner of invasion of volcanic deposits by plants with further evidence from Paricutin and Jorullo. Ecological Monographs, 29: 267-284.
- Fries, C. Jr. 1956. Bosquejo geológico de las partes centrales y occidental del estado de Morelos y áreas contiguas de Guerrero y México. Congr. Geol. Intern. XX Sesión, Libroto Guía de la Excursión C-9.
- Good, R. 1953. The Geography of the flowering plants. Longmans Green and Co. London-New York-Toronto.
- Hemsley, W. B. 1879-1888. Biología Centrali Americana. R. H. Poster Editor. Botany. Vols. I-V. Londres.
- Hitchcock, A. S. 1913. Mexican grasses in the United States National Herbarium. Contrib. from the U. S. Nat. Herb. Vol. 17 Part. 3:181-389.
- Huguét del Villar, E. 1929. Geobotánica. Edit. Labor. Barcelona.
- Kearney, T. H. and R. H. Peebles. 1942. Flowering plants and ferns of Arizona. U. S. Dept. of Agric. Misc. Publ. No. 423.
- Koeppen, W. 1948. Climatología. Fondo de Cultura Económica, México, D. F.
- Lawrence, G. H. M. 1951. Taxonomy of vascular plants. The MacMillan Co., New York.
- Lyon, T. L. y H. O. Buckman. 1958. Edafología. Naturaleza y propiedades del suelo. Acme Agency. Buenos Aires.
- Martínez, M. 1937. Catálogo de nombres vulgares y científicos de las plantas mexicanas. Ediciones Botas. México, D. F.
- Miranda, F. 1941. Estudios sobre la vegetación de México. I. La vegetación de los cerros al sur de la Meseta de Anáhuac. El Cuajitl, Anals. Inst. Biol. Tomo XII No. 2: 569-614.

- Miranda, F. 1942. Estudios sobre la vegetación de México. III. Notas generales sobre la vegetación del S. O. del estado de Puebla, especialmente de la zona de Itzocan de Matamoros. Anals. Inst. Biol. Tomo XIII No. 2: 417-450.
- Miranda, F. 1947. Estudios sobre la vegetación de México. V. Rasgos de la vegetación en la cuenca del río de las Balsas. Rev. Soc. Mex. Hist. Nat. Tomo VIII No. 1-4: 95-114.
- Miranda, F. 1960. Posible significación del porcentaje de géneros bicontinentales en América Tropical. Anals. Inst. Biol. Tomo XXX No. 1 y 2: 117-150.
- Mooser, F. 1956. Bosquejo geológico del extremo sur de la cuenca de México. Congr. Geol. Intern. XX Sesión. Libreto Guía de la Excursión C-9. México, D. F.
- Mooser, F. 1957. Los ciclos de vulcanismo que formaron la cuenca de México, Congr. Geol. Intern. XX Sesión. Sección I Vulcanología del Cenozoico. (segundo tomo): 337-348.
- Ramírez, C. D. 1949. Notas generales sobre la vegetación de la Sierra de Tepoztlán, Morelos. Anals. Inst. Biol. Tomo XX Nos. 1 y 2: 189-228.
- Reiche, C. 1914. La vegetación de los alrededores de la ciudad de México. Tipografía Moderna. México, D. F.
- Reiche, C. 1926. Flora excursoria en el Valle Central de México. Secretaría de Educación Pública. México, D. F.
- Rzedowski, J. 1954. Vegetación del Pedregal de San Angel. An. Esc. Nal. Cien. Biol. Vol. VIII No. 1-2: 59-129.
- Standley, P. C. 1920-1926. Trees and Shrubs of Mexico. Contr. U. S. Nat. Herb. XXIII Nos. 1-5.
- Weaver, J. E. y F. E. Clements. 1944. Ecología vegetal. Acme. Agency. Buenos Aires.
- Williams, L. O. 1951. The Orchidaceae of Mexico. Ceiba. Vol. 2 No. 1.