

Contribución al conocimiento de la flora y la vegetación de la región de Los Azufres, Michoacán

*Enriqueta Martínez Murillo**

*Alejandra Hernández Valdivia**

*Gerardo Ibarra Contreras***

*Francisco Lorea-Hernández**

Introducción

El presente trabajo es una contribución al conocimiento de la flora y vegetación de la zona conocida como Los Azufres ubicada en la porción noreste del estado de Michoacán. Esta zona es de importancia económica debido a la presencia de recursos forestales y geotérmicos que en la actualidad están siendo aprovechados parcialmente. Desde el punto de vista florístico y vegetacional también es interesante ya que forma parte del Eje Neovolcánico, el cual se considera una barrera geográfica para la distribución de muchas especies e incluye las elevaciones más altas de México así como muchas áreas montañosas aisladas cuya presencia propicia el desarrollo de muy numerosos endemismos (Rzedowski 1978).

Aunque en la región fisiográfica que corresponde al Eje Neovolcánico se han realizado varios trabajos que intentan elucidar las condiciones físicas y la vegetación que existe en relación a ellas o la dinámica de las comunidades, no se cuenta todavía con suficientes estudios florísticos que permitan conocer la distribución detallada de las especies, sobre todo porque dichos estudios se han concentrado en las elevaciones más prominentes de esta cadena montañosa. Por otra parte, la región de Los Azufres ha sido, desde hace muchos años, un atractivo turístico importante como consecuencia de sus bellos paisajes que invitan al paseo y excursionismo, la presencia de aguas termales azufrosas a las que se atribuyen propiedades curativas y el espectáculo, ahora extinto, de los chorros de agua caliente y géysers. A esto se aúna el hecho de la existencia de una zona de protección forestal desde septiembre de 1979 que incluye una buena porción de terrenos boscosos naturales.

* Depto de Biología, Facultad de Ciencias, UNAM, México.

** Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, DGG, Barragán, col. Gremiak, Aguascalientes, Ags.

Por todo lo antes mencionado se aprecia la necesidad de contar con estudios botánicos básicos de la región que permitan por un lado una relación más estrecha entre el pasante y las plantas (sea mediante guías de campo comentadas o por visitas guiadas) y por otro lado una mejor planeación del uso de los recursos para no agotarlos.

Ubicación y descripción de la zona

Como ya se mencionó, la zona de estudio se ubica en el extremo noreste del estado de Michoacán en la región conocida como sierra de San Andrés o Los Azufres, aproximadamente a 25 km al noroeste de Ciudad Hidalgo y a 95 km por carretera al este de Morelia; ocupa una superficie aproximada de 408 km² accidentada por varias elevaciones. Pertenece a los sistemas hidrológicos de los ríos Lerma y Balsas y carece de aportes acuíferos importantes, existiendo únicamente corrientes intermitentes y algunos arroyos permanentes. Salvo algunas lagunetas temporales, los demás espejos de agua son reservorios concebidos por obras de ingeniería. Las rocas que predominan en esta región son andesitas, riolitas, dacitas y dioritas y los suelos se encuentran representados por andosoles y en menor frecuencia regosoles.

El clima que rige corresponde al templado (C según Köppen, modificado por García) con variantes en la humedad que van de 900 a 1700 mm de precipitación anual aproximadamente. Los tipos de vegetación reconocidos antes de este trabajo son los siguientes: bosque de *Abies*, bosque de *Pinus* y bosque de *Quercus*.

Actualmente el área está sometida a diversas actividades que varían en intensidad y extensión, destacando las forestales, industriales y turísticas y en menor grado las agropecuarias.

Antecedentes

No obstante lo atractivo de la zona, los trabajos de vegetación y/o florísticos han sido más bien pocos y someros, restringiéndose a descripciones fisionómicas principalmente y datos poco precisos respecto a las especies ahí encontradas. Quizá el más antiguo de ellos es el de Villada (1891), donde se describen altos y espesos bosques de coníferas constituidos por diferentes especies de los géneros *Pinus*, *Abies* y *Cupressus* y bosques de latifoliadas con representantes de *Quercus*, *Alnus* y *Arbutus*.

Es interesante que se mencione también a *Pseudotsuga douglassii* como un elemento frecuente de los bosques de coníferas, pues al parecer ya no se le encuentra actualmente. Acerca de los estratos arbustivo y herbáceo sólo se apunta que las compuestas y las labiadas son las familias más abundantes y se citan algunas especies.

De fines del siglo pasado al inicio de la segunda mitad del presente no hay ningún reporte escrito, pero seguramente la región fue visitada en diversas ocasiones por botánicos en sus recorridos de prospección. Al menos así lo atestiguan los ejemplares depositados en los herbarios, tal es el caso de los recolectados por MacVaugh y Wilbur en 1949, alrededor de 100 números. Sosa (1953) en un recorrido particular de la zona también describió de modo global los bosques, especialmente los de pino y oyamel.

Los datos más recientes provienen de los reportes anotados en las cartas de uso del suelo publicadas por Cetenal y de una guía excursoria, publicada por la Sociedad Botánica de México (Takaki e Ibarra 1981).

La contraparte de estos estudios lo constituyen los realizados por la Comisión Federal de Electricidad a partir de 1975 con el fin de evaluar la potencialidad del recurso geotérmico para la producción de electricidad (Hindu 1977 y Valladares 1977). En la fase de prospección y pruebas (1977-1980) se perforaron 20 pozos y entre 1981 y 1982 se tenía planeado realizar 15 pozos más (Hiriart 1981). Los efectos negativos de estas actividades en la vegetación son apreciables a estas fechas.

Probablemente, para contrarrestar este deterioro, el 20 de septiembre de 1979 fue decretada como zona de protección forestal un área de 82-86 km², incluyendo la totalidad del cerro San Andrés por arriba de los 3000 m así como sus estribaciones por arriba de los 2600 m al este y sureste. También incluye la zona donde la CFE ha instalado plantas geotermoeléctricas y prosigue sus estudios geotérmicos.

Metodología

Se efectuaron 4 visitas para recolección de material y muestreo, una por cada estación del año con el propósito de

encontrar a la mayoría de las plantas en floración y fructificación (29 de junio-3 de julio, 14-18 de septiembre de 1985; 2-6 de enero y 18-23 de marzo de 1986). Previamente se habían seleccionado los sitios que se visitarían durante los recorridos, utilizando fotografías aéreas a color escala 1: 25 000. Cada una de las localidades se seleccionó considerando las características que permitían tomarla como representativas de unidades homogéneas más grandes y por su accesibilidad (véase figura 1).

El muestreo ecológico-descriptivo se realizó sólo para determinar la estructura del estrato arbóreo de las comunidades. El método utilizado fue el de "cuartos centrados en un punto" (Müller-Dombois y Ellenberg 1974), seleccionando el primer punto semialeatoriamente y distribuyendo a los subsecuentes aproximadamente cada 25 m. Al mismo tiempo, de cada uno de los individuos registrados en el muestreo, se tomó su altura y en su caso, la presencia de huellas de incendio, resinación o alguna marca forestal. También se anotaron colateralmente los tocones que se encontraban en cada cuadrante siempre y cuando estuvieran más cerca del punto que el árbol en pie más próximo. El material herborizado y determinado se encuentra depositado en el herbario de la Facultad de Ciencias (FCME).

Resultados

Con base en los recorridos y muestreos realizados se reconocieron los tipos de vegetación que a continuación se describen:



Foto 1. Vista del bosque de *Abies* en las inmediaciones de Laguna Llano Grande.

I. Bosques de Coníferas. Que a su vez se divide en:

A) Bosque de *Abies* (oyamel)

El bosque de *Abies* está constituido por comunidades cuya distribución se encuentra entre los 2600 y los 3400 msnm, donde se presenta un clima tipo C(w₂) (el más húmedo de los subhúmedos). El estrato alto alcanza los 35 m de altura, destacando *Abies religiosa* como la especie dominante (foto 1), con densidades relativas que oscilan entre el 67 y 77% (véase tablas 1 y 2).

Especie	No. de ind.	Altura prom. en m	Diámetro prom. en cm	Densidad en ind./ha	Densidad relativa en %
<i>Abies religiosa</i>	62	18	33.7	297	77.5
<i>Pinus pseudostrobus</i>	15	21	43.7	72	18.7
<i>Quercus laurina</i>	3	22	52.5	14	3.7

Localidad: Mesa El Bosque
Municipio: Zinapécuaro
Altitud: 2890 msnm
Fecha: 5-1-1986

Sito: 5
Total de puntos: 20
Area media: 26.12 m²
Densidad: 383 ind./ha

Tabla 1.- Relación parcial de datos de muestreo en bosques de *Abies* (ladera de exposición E).

Especie	No. de ind.	Altura prom. en m	Diámetro prom. en cm	Densidad en ind./ha	Densidad relativa en %
<i>Abies religiosa</i>	27	16	25.6	265	67.5
<i>Pinus pseudostrobus</i>	12	17.6	22.8	118	30
<i>Quercus laurina</i>	1	23	50.7	10	2.5

Localidad: Mesa El Bosque
Municipio: Zinapécuaro
Altitud: 2870 msnm
Fecha: 5-1-1986

Sito: 3
Total de puntos: 10
Area media: 25.47 m²
Densidad: 393 ind./ha

Tabla 2.- Relación parcial de datos de muestreo en bosque de *Abies* (ladera de exposición O).

Pinus pseudostrobus y *Quercus Laurina* son las especies acompañantes más frecuentes en el estrato arbóreo, con alturas promedio mayores de 20m; *Clethra mexicana* es más escasa. Hacia el límite inferior de distribución de este bosque se encuentra *Abies religiosa* var. *emarginata*.

Algunas de las especies que constituyen el estrato arbustivo son *Cestrum anagyris*, *Fuchsia microphylla*, *Roldana michoacana*, *Salvia gesneriflora* y *Verbesina onchophora*. *Agrostis toluensis*, *Arenaria lanuginosa*, *Carex volcanica*, *Cyperus cayennensis*, *Enphorbia campestris*, *Galium aschembornii*, *Senecio callosus* y *Viola nanne* son especies que pertenecen al estrato herbáceo.

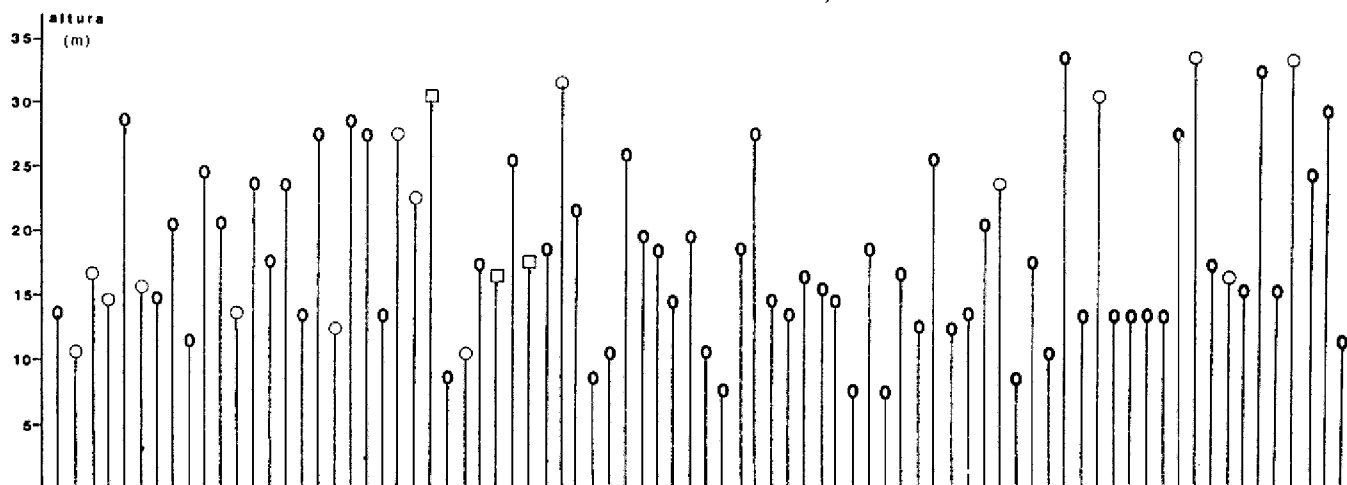
Dentro de los parásitos se encuentran especies tales como *Arceuthobium* sp. (en tronco y ramas), *Monotropa coccinea* y *M. hypopithys* en las raíces, en tanto que en las epífitas se puede citar a *Peperomia quadrifolia*, *Pleopeltis macrocarpa*, *Polypodium plebeium*, *Tillandsia violácea* y *T. aff. actynostachys*.

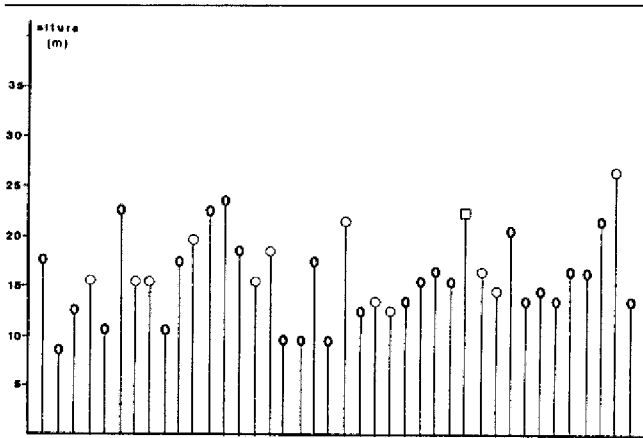
En las gráficas 1 y 2 se representa en arreglo lineal la disposición de los árboles registrados durante los muestreos del bosque.

La perturbación en esta comunidad se debe principalmente a la tala, aunque la resinación y la introducción de ganado bovino también están presentes.

En el sitio 5 se anotaron 17 tocones de *Abies* y 2 de *Pinus* que ocurrieron sobre la línea de muestreo, y 5 de los 15 individuos de *P. pseudostrobus* mostraban huellas de haber sido resinados en el pasado. En el sitio 4 se anotaron 6 tocones de *Abies* y 5 de *Pinus*.

Gráfica 1.- Representación lineal de los árboles registrados durante el muestreo en el sitio 5 (Mesa El Bosque). (Para la simbología de las gráficas 1 a 7, véase el apéndice 1).





Gráfica 2.- Representación lineal de los árboles registrados durante el muestreo en el sitio 3 (Mesa El Bosque).

Otro fenómeno importante que causa graves daños son los incendios. Tal es el caso de una vasta zona de la ladera sur del cerro Laguna Seca, donde prácticamente todos los árboles tienen cicatrices de quemaduras que alcanzan entre los 10 y 12 m de altura y se encuentran muy espaciados entre sí, predominando más bien un matorral donde los géneros *Eupatorium*, *Lupinus*, *Baccharis* y *Senecio* son dominantes. En algunos lugares los arbolillos de *Abies religiosa* forman ya un estrato tupido y homogéneo de 3 a 4 m, lo cual indica que el bosque se está regenerando.

B) Bosque de *Pinus*

Este tipo de vegetación tiene una amplia distribución en la zona. Se extiende desde las 2200 hasta los 3600 msnm, bajo climas templados del tipo C(w) al C(w₂), alcanzando alturas entre los 20 y 36 m.

Las comunidades pueden estar dominadas por una o varias especies del género *Pinus* y a la vez ser abiertas o densas (tablas 3, 4 y 5). *Pinus leiophylla* y *P. michoacana* son las más comunes en los sitios por abajo de los 2500 msnm (foto 2) en tanto *P. teocote* es el correspondiente por arriba de los 3300 msnm, *P. montezumae* y *P. pseudostrobus* forman frecuentemente comunidades mixtas en las zonas intermedias. Por lo general se encuentran mezcladas con otros árboles, entre los que destacan *Abies religiosa*, *Arbutus glandulosa*, *Q. laurina* y *Q. obtusata*.

Arctostaphylos longifolia, *Calliandra grandiflora*, *Eupatorium glabratum*, *Fuchsia microphylla*, *Monnima xalapensis*, *Ribes ciliatum*, *Rubus pringlei*, *Sabia albocaerulea* y *Solanum nigrum* son algunas de las especies arbustivas y *Alchemilla procumbens*, *Arenaria lanuginosa*, *Eryngium pal-*

Especie	No. de ind.	Altura prom. en m.	Diámetro prom. en cm	Densidad en ind./ha	Densidad relativa en %
<i>Pinus leiophylla</i>	41	19	33.3	98	51.2
<i>Pinus michoacana</i>	15	17	31.2	36	18.7
<i>Arbutus glandulosa</i>	14	6	28	33	17.5
<i>Pinus pseudostrobus</i>	4	16	19.2	10	5
<i>Pinus teocote</i>	5	14	20.5	12	6.2
<i>Quercus aff castanea</i>	1	8	14	2	1.2

Localidad: Meseta Los Cajones
 Municipio: Zinapécuaro
 Altitud: 2310 msnm.
 Fecha: 3-1-1986

Sitio: 1
 Total de puntos: 20
 Área media: 52.42 m²
 Densidad: 191 ind./ha

Tabla 3.- Relación parcial de datos de muestreo en bosque de *Pinus*

Especie	No. de ind.	Altura prom. en m	Diámetro prom. en cm	Densidad en ind./ha	Densidad relativa en %
<i>Pinus montezumae</i>	18	21	37.2	70	22.5
<i>Pinus pseudostrobus</i>	19	20	33.8	74	23.7
<i>Abies religiosa</i>	34	11	17.4	133	42.5
<i>Quercus laurina</i>	3	17	24.8	12	3.7
<i>Arbutus glandulosa</i>	4	8	15.2	15	5
<i>Quercus obtusata</i>	1	24	31.1	4	1.2
<i>Salix oxylepis</i>	1	9	12.7	4	1.2

Localidad: Pízcuro
 Municipio: Cd. Hidalgo
 Altitud: 3100 msnm
 Fecha: 4-1-1986

Sitio: 2
 Total de puntos: 20
 Área media: 32 m²
 Densidad: 312 ind./ha

Tabla 4.- Relación parcial de datos de muestreos en bosque de *Pinus*

Especie	No. de ind.	Altura prom. en m	Diámetro prom. en cm	Densidad en ind./ha	Densidad relativa en %
<i>Pinus teocote</i>	69	16	41.2	164	86.2
<i>Abies religiosa</i>	10	9	31	24	12.5
<i>Alnus foeniculensis</i>	1	4	14	2	1.2

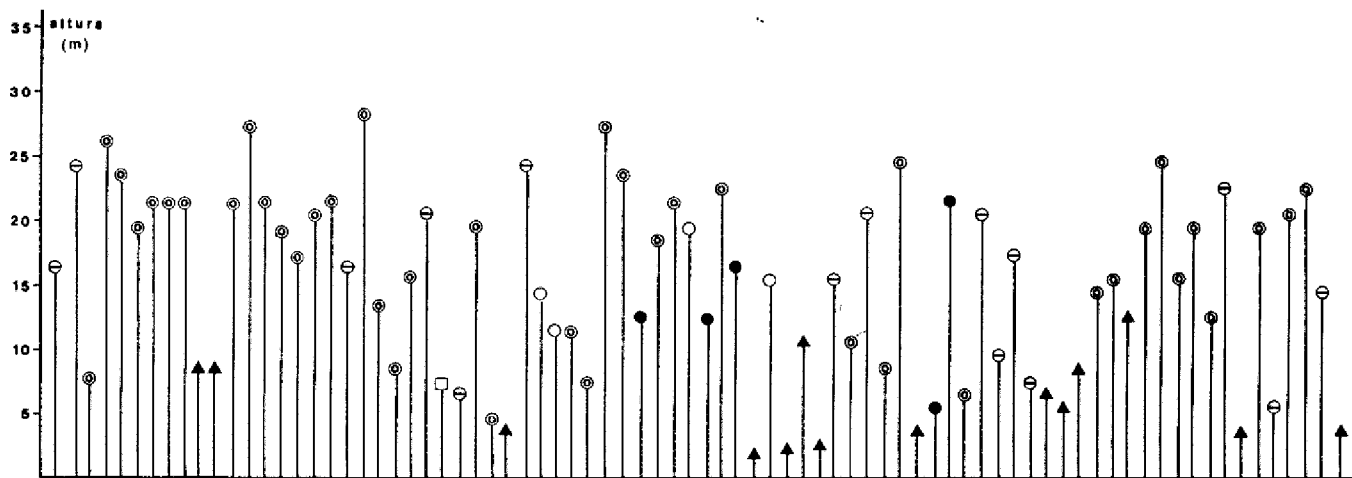
Localidad: Laguna Seca
 Municipio: Cd. Hidalgo
 Altitud: 3320 msnm
 Fecha: 21-III-1986

Sitio: 4
 Total de puntos: 20
 Área media: 52.7 m²
 Densidad: 190 ind./ha

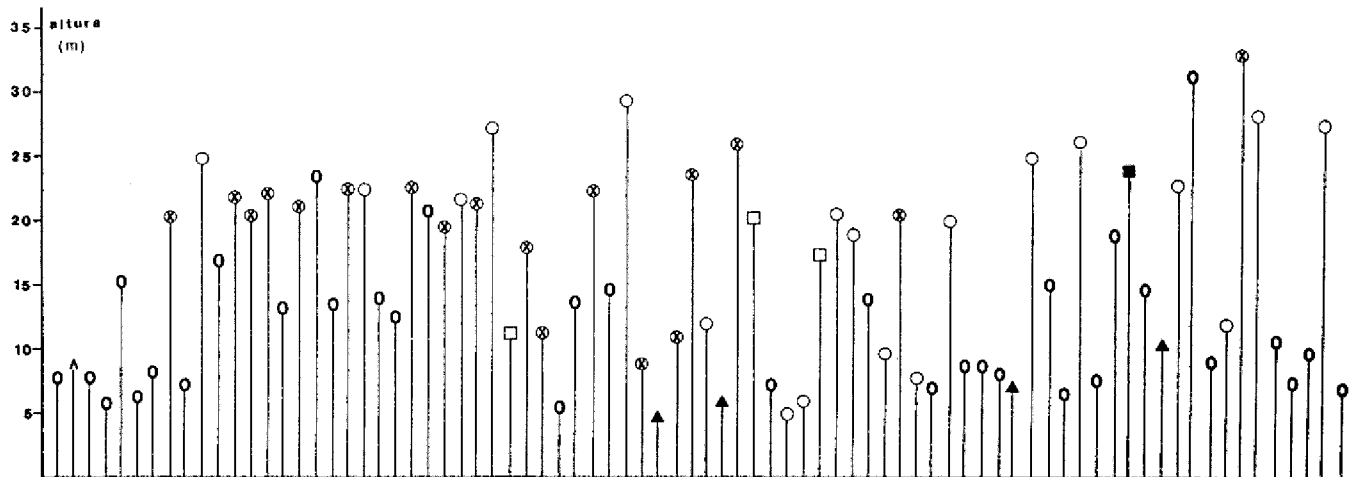
Tabla 5.- Relación parcial de datos de muestreo en bosque de *Pinus*



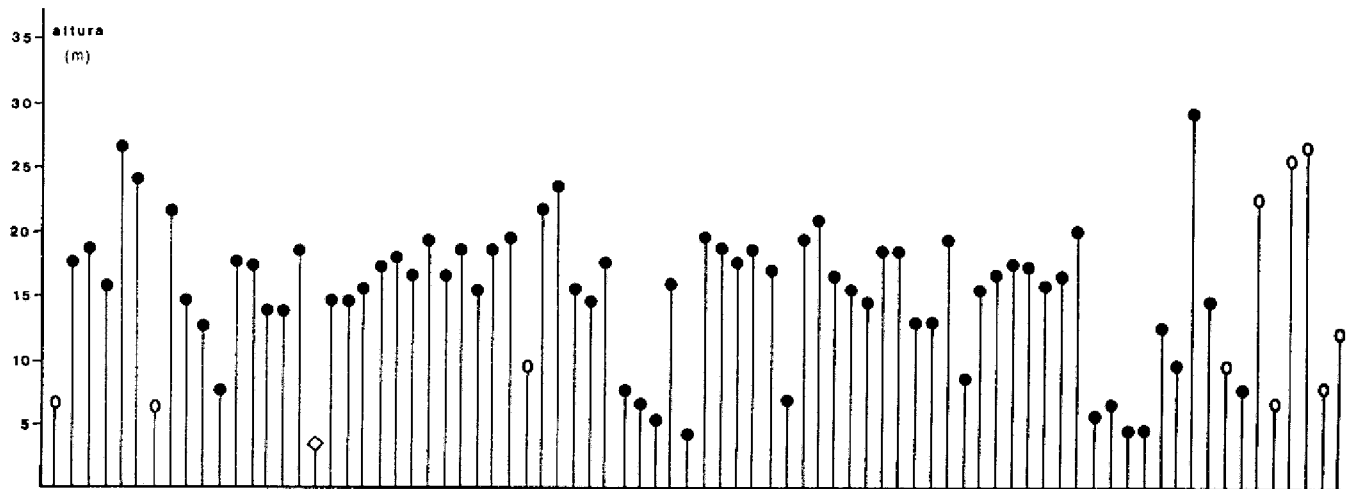
Foto 2. Vista del bosque de *Pinus* en la meseta Los Cajones.



Gráfica 3.- Representación lineal de los árboles registrados durante el muestreo en el sitio 1 (Meseta Los Cajones).



Gráfica 4.- Representación lineal de los árboles registrados durante el muestreo en el sitio 2 (Pízcuro).



Gráfica 5.- Representación lineal de los árboles registrados durante el muestreo en el sitio 4 (Laguna Seca).

meri, *Geranium seemannii*, *Halenia candida*, *Muhlenbergia robusta*, *Oxalis alpina*, *Panicum bulbosum*, *Plantago australis*, *Ranunculus pilosus*, *Stipa virescens*, *Trifolium amabile* y *Viola reptans* constituyen elementos del estrato herbáceo.

En estas comunidades también son frecuentes *Pleopeltis macrocarpa* y *Polypodium plebeium* como epífitas y *Arceuthobium* sp. como parásita.

Es probable que varias de las comunidades dominadas por especies de pino sean producidas debido a diversos factores de disturbio, y por lo tanto transicionales.

Tal puede ser el caso del sitio 2 (tabla 4) donde se aprecia una cantidad de individuos de *Abies religiosa* ligeramente menor a la del total de pinos, y cuyo diámetro y altura promedio indican que se trata todavía de individuos jóvenes que, junto con los que no alcanzaron el diámetro mínimo para ser considerados, en unos cuantos años revertirían la proporción pino oyamel produciendo otro tipo de bosque. De hecho el registro de los tocones hallados en el muestreo, que podría ser una evidencia de la condición original, cambia la relación pino-abies a favor de un bosque de oyamel.

Las gráficas 3, 4 y 5 representan linealmente los árboles registrados en cada uno de los sitios muestreados correspondientes a bosque de pino.

Al igual que en el bosque de *Abies* las actividades humanas se aprecian de modo patente en las comunidades del bosque de pino. Así en el sitio 1 se reconocieron 24 tocones de pino 4 de *Arbutus* y 1 de *Crataegus*; en el sitio 2, 10 de *Abies* y 5 de pino y 10 de *Abies* y 12 de pino en el sitio 4. En cuanto a registro de árboles resinados se tienen los siguientes datos:

Especie	sitio No. de ind.	No. total de ind. resinados	Resinados actualmente	Resinados en el pasado	Resinados en presente y pasado
<i>Pinus tetophylla</i>	1 41	18	16	1	1
<i>Pinus michoacana</i>	1 15	8	6	1	1
<i>Pinus montezumae</i>	2 18	8	4	3	1
<i>Pinus pseudostrobus</i>	1 4	-	-	-	-
	2 19	10	5	4	1
<i>Pinus teocote</i>	1 6	1	1	-	-
	4 69	34	28	6	-

Tabla 6.- Relación de árboles resinados en el bosque de *Pinus*

En todos los sitios visitados se observó también evidencia de introducción de ganado bovino y en algunos de incendio.

II. Bosque de *Quercus* (encino)

Los bosques de encino en la región se encuentran de los 2200 a cerca de los 2900, pero son más frecuentes por abajo de los 2700 msnm, abarcando zonas con clima C(wo) y C(w₁). Las comunidades varían entre los 20 y 30 m de altura.

Al igual que en los pinares, los encinares pueden estar dominados por una o varias especies de *Quercus* y ser abiertos o densos. Las especies comunes en las partes bajas son *Quercus obtusata*, *Q. castanea* y *Q. candicans*: en tanto *Q. laurina* lo es en las altas (foto 3). *Pinus* y *Arbutus* son los géneros más frecuentes que acompañan a los encinos en el estrato arbóreo, pero *Alnus* y *Abies* también pueden presentarse (tabla 7).



Foto 3. Vista del interior del bosque de *Quercus* en la localidad de San José.

Especie	No. de ind.	Altura prom. en m	Diámetro prom. en cm	Densidad en ind./ha	Densidad relativa en %
<i>Quercus castanea</i>	28	15	29.5	224	35
<i>Quercus obtusata</i>	17	12	22.6	136	21.2
<i>Pinus pseudostrobus</i>	9	16	30.8	72	11.2
<i>Pinus michauxiana</i>	1	29	77	8	1.2
<i>Alnus jorullensis</i>	2	28	51	16	2.5
<i>Quercus candicans</i>	6	16	28	48	7.5
<i>Quercus laurina</i>	5	13	18.8	40	6.2
<i>Ternstroemia pringlei</i>	10	7	10.8	80	12
<i>Arbutus glauca</i>	1	6	23	8	1.2
<i>Eupatorium mayretianum</i>	1	6	10	8	1.2

Localidad: San José
Municipio: Cd. Hidalgo
Altitud: 2440 msnm
Fecha: 20-III-1986

Sitio: 7
Total de puntos: 20
Área media: 15.6 m²
Densidad: 641 ind./ha

Tabla 7.- Relación parcial de datos de muestreo en bosque de encino

El estrato arbustivo está representado por especies como *Arctostaphylos longifolia*, *Ceanothus coeruleus*, *Lobelia laxiflora* y *Rubus adenotrichus* y el herbáceo por *Aegopogon cenchroides*, *Aneilema geniculata*, *Castilleja arvenis*, *Cheilanthes hirsuta*, *Cologonia angustifolia*, *Gnaphalium oxyphyllum*, *Hieracium mexicanum*, *Melampodium montanum*, *Panicum bolbusum*, *Salvia mexicana* y *Senecio peltiferus*. *Lemboglossum cervantesii*, *Polypodium plebeium*, *Tillandsia chaetophylla* y *T. aff. intumescens* son algunas epífitas frecuentes. *Conopholis alpina* es una parásita típica de las raíces.

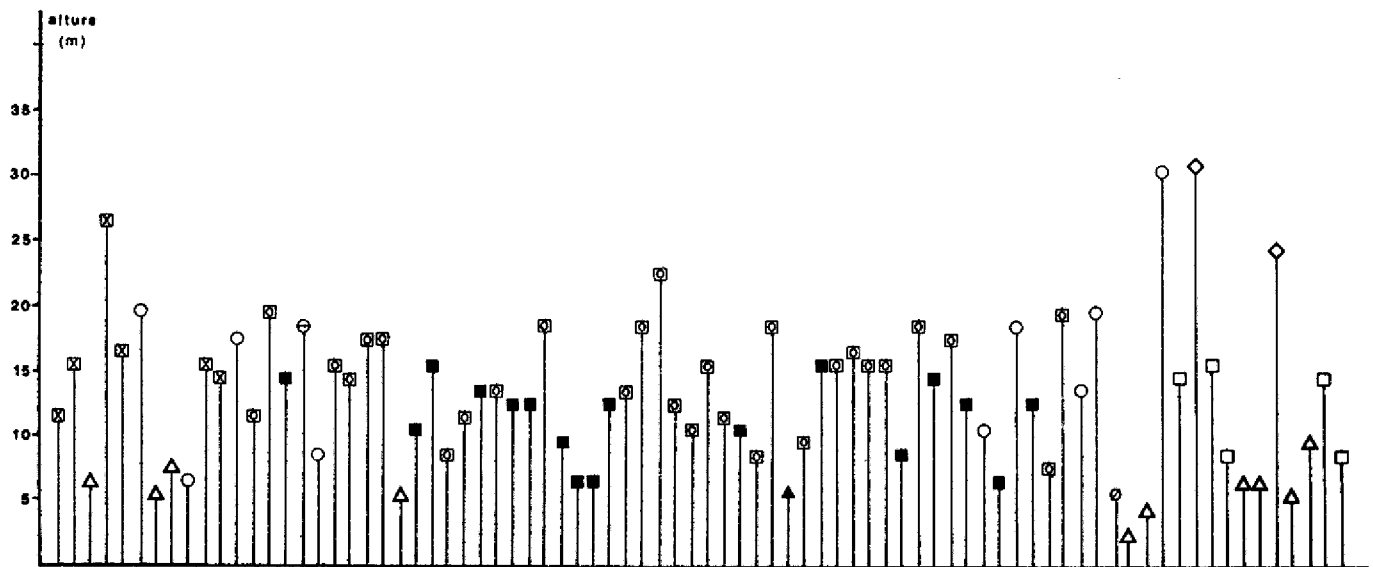
La representación lineal de los árboles registrados en el muestreo se ilustra en la gráfica 6.

Respecto al efecto de las actividades humanas podría decirse que en este sitio muestreado no es de grandes proporciones, pues sólo se registraron dos tocones de pino y uno de encino. Pero cabe hacer notar que posiblemente se tratara de un bosque regenerado ya que una buena proporción (tal vez un 50%) de los árboles eran brotes derivados de tocones más anchos. También había restos de ganado bovino.

III. Bosque mesófilo de montaña

Este tipo de vegetación se encuentra restringido a las cañadas con corrientes de agua permanentes, entre los 2 300 y 2 600 msnm. Las comunidades son densas y algunos de los árboles dominantes pueden llegar a medir cerca de los 40 m de altura.

En el estrato arbóreo son frecuentes *Quercus laurina*, *Clethra mexicana*, *Cleyera integrifolia*, *Alnus jorullensis*, *Meliosma dentata*, *Cornus disciflora*, *Ilex tolucana* y *Symplocos* sp. (tabla 8). Como ejemplo de los arbustos está *Eupatorium aschenbornianum*, *Salvia gesneriflora*, *Solanum aff. cervantesii* y *Valeriana clematitidis*. *Cyrtomium nobile*, *Iresine celosia* y *Ranunculus peruvianus* son algunas de las especies herbáceas.



Gráfica 6.- Representación lineal de los árboles registrados durante el muestreo en el sitio 7 (San José).



Foto 5. Vista de un pastizal derivado de la tala de un bosque de pino en la localidad Mesa de los Bueyes.

cies más frecuentes son las siguientes: *Agrostis* aff. *osei*, *Carex leucophylla*, *Commelina alpestris*, *Juncus tenuis*, *Lobelia nana*, *Isoetes montezumae*, *Eriocaulon microcephalum*, *Piptochaetium* sp., *Poa annua*, *Potentilla candicans*, *P. rubra*, *Ranunculus geoides*, *R. hydrocharoides*, *Setaria geniculata*, *Pedicularis mexicana*, *Sisyrinchium angustifolium*, *Verbena teucrifolia* y *Weldenia candida*.

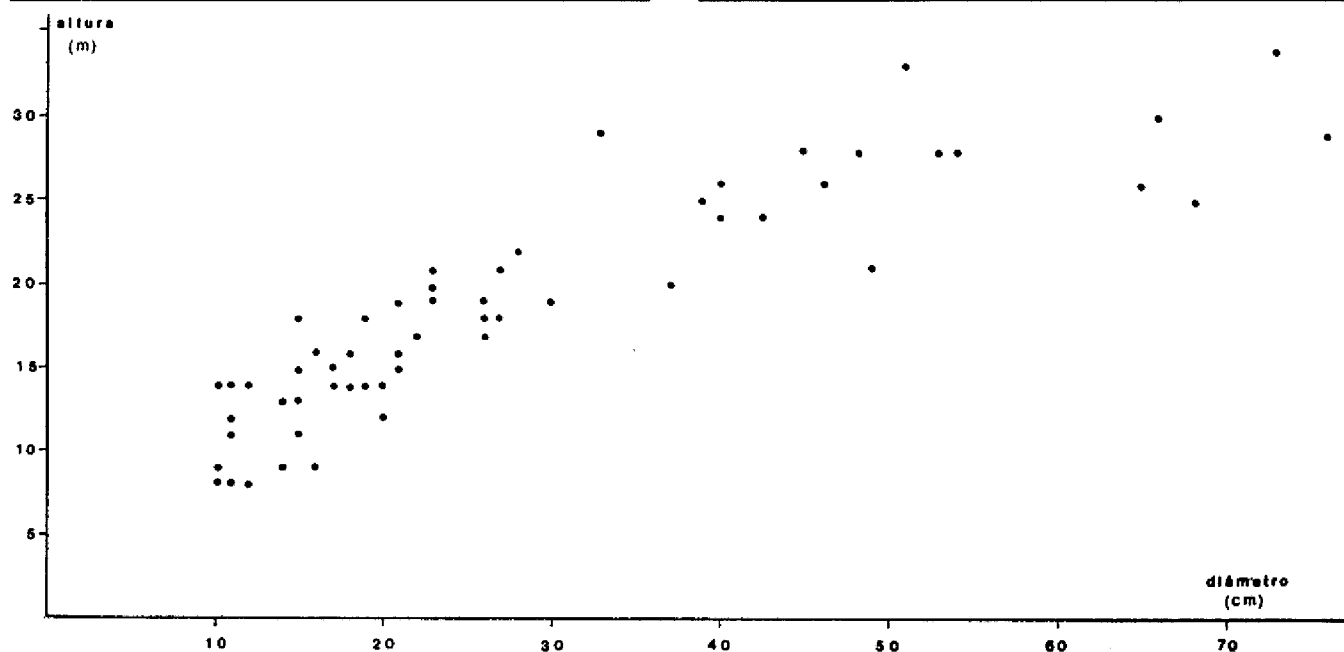
Este tipo de vegetación se utiliza principalmente para el mantenimiento de ganado bovino, ovino y caballar.

Comentarios finales

La impresión que se tiene de la vegetación de la zona después de recorrerla y observarla más de cerca es que está siendo alterada a un grado y rapidez que en algunos lugares puede ocasionar cambios drásticos irreversibles por mucho tiempo debido a la remoción de las comunidades originales. En realidad la región es un gran mosaico de asociaciones vegetales resultado principalmente de las actividades silvícolas que ahí se realizan desde hace por lo menos 100 años, lo cual es más evidente en los bosques de coníferas.

Al revisar las tablas 1 a 5 y sus gráficas correspondientes se advierte la presencia de una buena cantidad de individuos con poca altura en relación a las máximas alcanzadas y diámetros pequeños. Esto parece indicar que las proporciones entre las especies dominantes están cambiando, como el caso ya comentado del sitio 2. De hecho, en algunos lugares se observaron "estratos" arbóreos bajos conformados por arbolillos de especies diferentes a la dominante que no llegaban al límite diamétrico para ser considerados. Tal es el caso de la ladera oriental del Cerro Pedregoso donde a primera vista se distingue un bosque de *Pinus*, que a su vez alberga una gran cantidad de arbolillos, principalmente de *Abies religiosa*.

Como puede verse en la gráfica 8, la cantidad de individuos jóvenes presentes aún en el caso de que correspondan



Gráfica 8.- Relación de diámetro vs altura de los individuos de *Abies religiosa* en el sitio 5 (Mesa El Bosque).

a la especie dominante es muy alta, cerca del 65% en este caso, lo cual apoya las ideas arriba expuestas.

Otro aspecto que puede tomarse en cuenta en la evaluación del grado en que estas comunidades representan situaciones fuera de las condiciones naturales, es la determinación aproximada de la densidad total y por género "sin disturbio" en los sitios de muestreo. Para esto se utilizaron los datos aportados por los tocones, considerándolos como si fueran árboles en pie (tablas 9 y 10).

Tipo de Vegetación	Sitio	Densidad	Densidad c/tocones,	% Disminuído
Bosque de <i>Pinus</i>	1	191	365	47.7
	2	312	425	26.6
	3	190	273	30.4
Bosque de <i>Abies</i>	4	393	542	27.5
	5	383	481	20.4

Tabla 9.- Evaluación de la disminución de densidad por tala

Sitio	Género	Densidad actual	Densidad c/tocones
1	<i>Arbutus</i>	33	59
	<i>Pinus</i>	156	296
	<i>Quercus</i>	2	5
	<i>Crataegus</i>	0	5
2	<i>Pinus</i>	144	175
	<i>Abies</i>	133	213
	<i>Quercus</i>	16	16
	<i>Arbutus</i>	15	21
3	<i>Abies</i>	24	62
	<i>Pinus</i>	164	208
	<i>Alnus</i>	2	3
4	<i>Abies</i>	265	312
	<i>Pinus</i>	118	217
	<i>Quercus</i>	10	13
5	<i>Abies</i>	297	391
	<i>Pinus</i>	72	72
	<i>Quercus</i>	14	18

Tabla 10.- Relación por género de densidad disminuída.

Resulta que, según el lugar, la densidad ha disminuido hasta casi la mitad debido a la tala inmoderada, apreciación que seguramente no esta sobrevalorada sino por el contrario, si se considera que el área media en el encinar es de 15.6 m² y en ninguno de los casos registrados en la tabla 9 es menor de 18.5 m² al tomar los tocones como árboles en pie. La presencia de algunos (escasos) individuos tanto de pino como de oyamel mayores de 30 m y entre 70 y 95 cm de diámetro, que en ciertos lugares es más frecuente como en la cañada Los Tejamaniles, es también evidencia del impacto que han tenido las actividades forestales.

No es difícil que debido a estas actividades se hayan diezmado poblaciones de algunas especies y que los bosques con tanta emoción descritos por el profesor Villada (1891) han sido transformados radicalmente. Al respecto resulta

interesante la cita que dicho autor hace de *Pseudotsuga douglasii* (= *P. macrolepis*) como un elemento frecuente de los bosques de la región y que durante los recorridos de este estudio no se encontró. Aunque el profesor Villada pudo equivocarse en la identificación, es posible también que dicha especie haya sido extinguida en este lapso de casi un siglo.

Es claro que no sólo la tala ha modificado grandemente a la vegetación, también tiene su importancia la introducción de ganado en una práctica de pastoreo extensiva que resulta dañina para los estratos bajos y plántulas de árboles. Los incendios, como ya se ha comentado anteriormente, sean naturales o provocados (no se sabe) al parecer son un fenómeno frecuente de grandes magnitudes devastadoras. Ciertamente el caso de fuertes vientos no ha de ser un evento frecuente pero también podría provocar cambios, si bien no tan radicales y extensos como las otras causas arriba citadas. Un ejemplo probablemente sería una pequeña zona al NNO de la laguna Pízcuaru donde en una ladera se encontraron varios árboles de grandes dimensiones caídos desde la raíz y ya en estado de putrefacción.

Sea como sea, las comunidades vegetales de la región aún pueden ser preservadas sin menoscabo de su aprovechamiento siempre y cuando se determinará mediante estudios la mejor manera de lograrlo. Pues lo cierto es que incluso dentro de la zona de protección forestal, de acuerdo a las observaciones hechas durante la visita, no se cumple la fracción "e" del artículo tercero del decreto y además, en la localidad conocida como Los Tejamaniles se están vendiendo lotes de terreno y ya hay algunas casas.

Agradecimientos

Queremos agradecer la colaboración de las siguientes personas: Magdalena Ruvalcaba, Francisco Gutiérrez, Fernando Díaz, Juan Almazán y Rosa González por su participación en el trabajo de campo y laboratorio; M. en C. Nelly Diego, M. en C. José Luis Villaseñor, Biól. Ana R. López y Gerardo Salazar por la determinación de parte del material herborizado y al Dr. J. Rzedowski por la determinación de ejemplares de la familia Compositae y la revisión y comentarios que hizo al manuscrito.

BIBLIOGRAFIA

- DIARIO OFICIAL. 20 de septiembre 1979: 6-7. México.
 HINDU ROBLES J., 1977. Estudio geológico y geotérmico en la sierra de San Andrés, Michoacán. Tesis profesional. IPN (ESIA) 464. México.
 HIRIART LE-BERT G., 1981. *Campo geotérmico de Los Azufres (Mich.)*. Alternativas de desarrollo CFE. Depto de Geotérmica, Morelia.
 MUELLER-DOMBOIS y H. ELLEMBERG, 1974. *Aims and Method of Vegetation Ecology*. John Wiley & Sons, Nueva York.
 RZEDOWSKI, J., 1978. *La vegetación de México*. Limusa, México.
 SOSA, B.A., 1953. La Laguna de Llano Grande. *Boletín de la Subsc. de Rec. Forestales y de Caza*: 23-27. Depto. de Divulgación y Propaganda, SAG, México.
 TAKAKI, F. y G. IBARRA, 1981. Excursión a las sierras de Otzumatlán (Mil Cumbres) y de San Andrés (Los Azufres). En *Guías botánicas de excursiones en México V*: 35-45. Sociedad Bot. de México, Morelia.
 VALLADARES, R., 1977. Geología y tectónica de la zona volcánica de San Andrés, Mpo. Cd. Hidalgo Michoacán. Tesis profesional. IPN (ESIA) 461. México.
 VILLADA, M., 1891. Apuntes de geología y de botánica relativos a México. Erupciones de Agua Caliente en el Edo. de Michoacán. *La Naturaleza* II(1): 419-433. México.

ASCLEPIADACEAE

Cynanchum sepium (Dcne.) Standl.

BEGONIACEAE

Begonia gracilis H.B.K.
Begonia sp.

BETULACEAE

Alnus acuminata var. *arguta* Furlow
A. jorullensis ssp. *lutea* Furlow

BORAGINACEAE

Lithospermum distichum Ort.
Macromeria longiflora (Sessé & Mocifio) D. Don.

BROMELIACEAE

Tillandsia aff. *achyrostachys* E. Morren
T. andrieuxii (Mez.) L. B. Smith
T. prodigiosa (Lemaire) Baker

CACTACEAE

Heliocereus elegantissimus var. *stenopetalum* Britt. & Rose

CAMPANULACEAE

Lobelia laxiflora H.B.K.
L. nana H.B.K.
L. aff. picta Rob. & Seat.

CAPRIFOLIACEAE

Sambucus mexicana Presl.
Symphoricarpos microphyllus H.B.K.
Viburnum sp.

CARYOPHYLLACEAE

Arenaria bourgaei Hemsl.
A. lanuginosa (Michx.) Rohrb. in Mart.
A. lycopodioides Willd. ex Schlecht.
A. reptans Hemsl.
Cerastium nutans Raf.
C. aff. nutans Raf.
C. vulcanicum Schlecht.
Drymaria villosa Schlecht. & Cham.
Stellaria cuspidata Willd.

CELASTRACEAE

Celastrus pringlei Rose

CISTACEAE

Helianthemum glomeratum Lag.

CLETHRACEAE

Clethra mexicana A. DC.

COMMELINACEAE

Aneilema geniculata (Jac.) Woodson
Commelina alpestris Standl. & Steyerf.
C. coelestis var. *Bourgeaui* C. B. Clarke
Tradescantia crassifolia Cav.
Weldenia candida Schult.

COMPOSITAE

Achaetogeron sp.
Ageratum corymbosum Zucc. ex Pers.

APENDICE 1

Simbología correspondiente a las gráficas 1 a 7

♀	<i>Abies religiosa</i>	♀	<i>P. pseudostrobus</i>
♀	<i>Alnus jorullensis</i>	♀	<i>P. teocote</i>
↑	<i>Arbutus glandulosa</i>	♂	<i>Quercus candicans</i>
Y	<i>Clethra mexicana</i>	♂	<i>Q. castanea</i>
†	<i>Cleyera integrifolia</i>	♂	<i>Q. laurina</i>
♀	<i>Eupatorium mayretianum</i>	♂	<i>Q. obtusata</i>
U	<i>Meliosma dentata</i>	↑	<i>Salix oxylepsis</i>
♀	<i>Pinus leiophylla</i>	↑	<i>Symplocos</i> sp.
♀	<i>P. michoacana</i>	△	<i>Ternstroemia pringlei</i>
♀	<i>P. montezumae</i>		

APENDICE 2

Listado florístico de la zona de estudio. La colección completa se encuentra en el herbario de la Facultad de Ciencias, UNAM (FCME) con duplicados disponibles para intercambio.

AMARANTHACEAE

Iresine celosia L.

AMARYLLIDACEAE

Hypoxis decumbens L.
Zephyranthes carinata Herb.

AQUIFOLIACEAE

Ilex toluhana Hemsl.

- A. toluensis* H.B.K.
Aphanostephus ramosissimus var. *racemosus* (DC.) Turner & Birdsong
Aphanostephus sp.
Archibaccharis serratifolia (H.B.K.) Blake
Archibaccharis sp.
Aster sp.
Astranthum sp.
Baccharis conferta H.B.K.
Baccharis sp.
Bidens ostruthioides (DC.) Sch. Bip.
Bidens sp.
Brickellia sp.
Calea integrifolia (DC.) Hemsl.
Carphochaete grahamii Gray
Chromolepis heterophylla Benth.
Chromolepis sp.
Chrysanthellum mexicanum Greenm.
Cirsium ehrenbergii Sch. Bip.
Cirsium sp.
Conyza coronopifolia H.B.K.
Conyza sp.
Cosmos aff. *scabiosoides* H.B.K.
Cotula sp.
Dahlia sp.
Eupatorium aschenbornianum Schlecht.
E. glabratum H.B.K.
E. mairetianum D.C.
E. petiolare Moc. ex DC.
E. pycnocephalum Less.
Eupatorium sp.
Erigeron galeottii (Gray) Greene
Gnaphalium americanum Müll.
G. oxyphyllum DC.
Gnaphalium sp.
Haplopappus stoloniferus DC.
Helenium scorzonerifolium (DC.) Gray
Heliopsis procumbens Hemsl.
Hieracium disonimum Blake
H. fendleri Gray
H. mexicanum Less.
H. aff. mexicanum Less.
Hieracium sp.
Jaegeria glabra (S. Wats.) Rob.
Melampodium montanum
M. repens Sessé & Moc.
Melampodium sp.
Oxylobus adscendens (Sch. Bip.) Rob. & Greenm.
Oxylobus sp.
Perezia sp.
Pinaropappus sp.
Piqueria trinervia Cav.
Piqueria sp.
Roldana michoacana
Senecio albonervius Greenm.
S. angulifolius DC.
S. barba-johannis DC.
S. callosus Sch. Bip.
S. cinerarioides H.B.K.
S. peltiferus Hemsl.
S. salignus DC.
- S. sanguisorbae* DC.
S. sinuatus H.B.K.
S. stoechadiformis DC.
S. toluccanus DC.
Senecio sp.
Stigesbeckia forullensis H.B.K.
Stevia monardifolia H.B.K.
S. subpubescens Lag. var. *intermedia* Grashoff.
Taraxacum officinale Weber
Taraxacum sp.
Tridax sp.
Verbesina discoides (Brandege) Rzedowski
V. hypoglauca Sch. Bip. ex Klatt
V. oncophora Rob. & Seat.
- CORNACEAE**
Cornus disciflora Sessé & Moc. ex DC.
- CYPERACEAE**
Carex conspecta Mack.
C. madrensis Bailey
C. peucophila Holm
C. schiedeana Kunze
C. volcanica F.J. Herman
C. xerantica Bailey
Carex sp.
Cyperus cayennensis (Lam.) Britton.
C. hermaphroditus (Jacq.) Standl.
C. humilis Kunth
Eleocharis acicularis Roem. & Schutl.
E. montevidensis Kunth
Rhynchospora sp.
- ERICACEAE**
Arbutus glandulosa Mart. & Gal.
A. occidentalis MacVaugh & Rosatii
A. xalapensis H.B.K.
Arctostaphylos longifolia Benth.
Gaultheria adorata Willd.
Pernettya ciliata (Schlecht. & Cham.) Small.
- ERIOCAULACEAE**
Eriocaulon microcephalum H.B.K.
- EUPHORBIACEAE**
Euphorbia campestris Cham. & Schlecht.
E. graminea Jacq.
- FAGACEAE**
Quercus candicans Née
Q. castanea Née
Q. crassifolia Humb. & Bonpl.
Q. crassipes Humb. & Bonpl.
Q. laurina Humb. & Bonpl.
Q. obtusata Humb. & Bonpl.
- GARRYACEAE**
Garrya laurifolia Hartw.
- GENTIANACEAE**
Gentiana adsurgens Cerv.
G. amarella var. *acuta* Hook.

Halenia alata (Mart. & Gal.) Hemsl.

H. brevicornis (H.B.K.) G. Don.

H. candida Ram.

H. aff. candida Ram.

GERANIACEAE

Geranium latum Small.

G. potentillaefolium DC.

G. seemannii Peyr.

GRAMINAE

Aegopogon cenchroides Humb. & Bonpl. ex Willd.

Agrostis aff. rosei Scribn. & Merr.

A. aff.

A. aff. perennans (Walt) Tuckerm.

Brachypodium mexicanum (Roem. & Schult.) Link

Festuca aff. willdenoviana Schult.

Hierochloe mexicana (Rup.) Benth. ex Hitchc.

Myhlenbergia pubescens (H.B.K.) Hitchc.

M. robusta (Fourn.) Hitchc.

Panicum bulbosum H.B.K.

Panicum sp.

Piptochaetium fimbriatum (H.B.K.) Hitch.

Piptochaetium sp.

Poa annua L.

Poa sp.

Setaria geniculata (Lam.) Beauv.

Sporobolus pyramidatus (Lam.) Hitchc.

Trisetum aff. fournieranum (Fourn.) Hitchc.

T. virlettii Fourn.

Trisetum sp.

GUTTIFERAE

Hypericum formosum H.B.K.

H. silenoides var. *mexicanum* (Keller) Rodr.

HYDROPHYLLACEAE

Phacelia platycarpa (Cav.) Spreng.

IRIDACEAE

Nemastylis sp.

Neomarica sp.

Orthrosanthus chimboracensis Baker.

Sisyrinchium angustifolium Mill.

S. aff. convolutum Nocca.

S. schaffneri Wats.

Sisyrinchium sp.

Sphenostigma longispatha Benth.

Tigridia sp.

ISOETACEAE

Isoetes montezumae A.A. Eaton

JUNCACEAE

Juncus effusus var. *aemulans* (Liebm.) Buchenau

J. effusus var. *solutus* Fern. & Wieg

J. marginatus var. *setosus* Rostk. Coville

J. tenuis Willd.

J. trinervis Liebm.

LABIATAE

Prunella vulgaris L.

Salvia albocaerulea Lindl.

S. cardinalis H.B.K.

S. coccinea Juss. ex Murr.

S. elegans Vahl.

S. gesneriflora Lindl.

S. aff. helianthemifolia Benth.

S. inconspicua Benth.

S. aff. iodhanta Fern.

S. mexicana L.

S. micrantha Vahl.

S. patens Cav.

Salvia sp.

Satureja macrostema (Benth.) Briq.

Scutellaria caerulea Sessé & Moc.

S. dumetorum Schlecht.

Stachys coccinea Jacq.

LAURACEAE

Litsea glaucescens H.B.K.

Litsea sp.

LEGUMINOSAE

Astragalus hypoleucus Schauer

Calliandra grandiflora (L'Her.) Benth.

Cologania angustifolia Kunth

C. rufescens Rose

Crotalaria rotundifolia (Walt.) Gmelin

Desmodium molliculum (H.B.K.) DC.

D. uncinatum (Jacq.) DC.

Lupinus campestris Cham. & Schlecht.

L. marshallianus Sweet

L. persistens Rose

L. aff. splendens Rose

Lupinus sp.

Phaseolus pedicellatus Benth.

Trifolium amabile H.B.K.

T. ortegae Greene

Vicia americana Muhl.

LENTIBULARIACEAE

Pinguicula moranensis H.B.K.

LILIACEAE

Allium glandulosum Link. & Otto.

Anthericum sp.

LINACEAE

Linum orizabae Planch.

LONGANIACEAE

Buddleia parviflora H.B.K.

B. sessiliflora H.B.K.

LORANTHACEAE

Arceuthobium sp.

Cladocolea sp.

Phoradendron velutinum Nutt.

LYTHRACEAE*Cuphea* sp.**MELASTOMA CEAE***Monochaetum calcaratum* (DC.) Triana**MYRICACEAE***Myrica cerifra* L.**ONAGRACEAE***Epilobium mexicanum* DC.*Fuchsia microphylla* H.B.K.*Fuchsia* sp.*Lopezia hirsuta* Jacq.*L. racemosa* Jacq.*Oenothera pubescens* Willd.*O. purpusi* Munz.**OPHIOGLOSSACEAE***Botrychium virginianum* (L.) Sw.**ORCHIDACEAE***Corallorhiza odontorhiza* Nutt.*Corallorhiza* sp.*Govenia superba* (Llave & Lex.) Lindl.*G. aff. superba* (Llave & Lex.) Lindl.*Habenaria entomantha* Lindl.*Hexaletris* sp.*Lemboglossum cervantesii* (Llave & Lex.) Halbinger*Liparis draculooides* Greenwood*Malaxis ehrenbergii* Reichb.*Malaxis unifolia* Michaux*Malaxis* sp.*Platanthera limosa* Lindl.*Prescottia tubulosa* (Lind.) L.**OROBANCHACEAE***Conopholis alpina* Liebm.**OXALIDACEAE***Oxalis alpina* (Rose) Kunth*O. corniculata* L.*O. hernandesii* DC.*Oxalis* sp.**PHYTOLACCACEAE***Phytolacca* sp.**PINACEAE***Abies religiosa* (H.B.K.) Schlecht. & Cham.*Pinus hartwegii* Lindl.*P. leiophylla* Schlecht. & Cham.*P. martinezii* Larsen*P. michoacana* Martínez*P. montezumae* Lambert*P. pseudostrobus* Lindl.*P. teocote* Schlecht. & Cham.**PIPERACEAE***Pepromia campylotrapa* Hill.*P. galioides* H.B.K.*P. hispidula* (Sw.) A. Dietr.*P. quadrifolia* (L.) H.B.K.**PLANTAGINACEAE***Plantago australis* Lam.*P. linearis* H.B.K.**POLYGALACEAE***Monnina xalapensis* H.B.K.*Polygala myrtilloides* Willd.*P. scoparia* H.B.K.**POLYGONACEAE***Polygonum punctatum* Elliot*Rumex obtusifolius* L.**POLYPODIACEAE***Adiantum andicola* Liebm.*A. poiretii* Wikstr.*Asplium castaneum* Schlecht. & Cham.*A. cuspidatum* var. *foeniculacum* (H.B.K.) Morton & Lell.*A. monanthes* L.*Cheilanthes farinosa* (Forsk.) Kaulf.*C. hirsuta* Link*C. myriophylla* Desv.*Cyrtomium nobile* (Schlecht. & Cham.) Morton*Cystopteris fragalls* (L.) Bernh.*Dryopteris parallelogramma* (Kunze) Alston*D. patula* (Sw.) Underw.*Elaphoglossum affine* (Mart. & Gal.) Moore*E. petiolatum* (Sw.) Urban*Mildella intramarginalis* var. *serratifolia* (Hook. & Back.) Hall & Lell.*Notholaena aurea* (Poir.) Desv.*N. incana* Presl.*Pellaea cordifolia* (Sessé & Moc.) A. R. Smith*P. ternifolia* (Cav.) Link*Plecosorus speciosissimus* (A. Br.) Moore*Pleopeltis macrocarpa* (L.) Kaulf.*Polypodium alfredii* Rosenst.*P. hartwegianum* Hook.*P. platilepis* Mett.*P. plebeium* Schlecht. & Cham.*P. subpetiolatum* Hook.*Pteridium aquilinum* var. *feeii* Schaffn. ex Fée*Woodsia mollis* (Kaulf.) J. Smith*Woodwardia spinulosa* Mart. & Gal.**PORTULACACEAE***Claytonia perfoliata* Donn.**PYROLACEAE***Chimaphila umbellata* (L.) Barton*C. umbellata* var. *mexicana* (DC.) L.*Monotropa coccinea* Zuc.*M. hypopithys* L.*Pyrola secunda* L.**RANUNCULACEAE***Anemone mexicana* H.B.K.*Ranunculus dichotomus* Moc. & Sessé ex DC.

R. geoides H.B.K.
R. hydrocharoides Gray
R. peruvianus Pers.
R. pilosus H.B.K. ex DC.
Thalictrum strigillosum Hemsl.
Thalictrum sp.

RHAMNACEAE

Ceanothus coeruleus Lag.

ROSACEAE

Acaena elongata L.
Alchemilla aphanoides L.
A. aff. siboldiaefolia H.B.K.
A. procumbens Rose
A. aff. vulcanica Schlecht. & Cham.
Alchemilla sp.
Crataegus pubescens (H.B.K.) Steud.
Fragaria mexicana Schlecht.
Potentilla candicans Humb. & Bonpl.
P. rubra Willd.
Prunus capuli Cav.
Rubus adenotrichus Schlecht.
R. aff. liebmanni Focke
R. pringlei Rydb.
R. pumilus Focke

RUBIACEAE

Crusea coccinea DC.
C. longiflora (Wild. ex Roem. & Schult.) W.R. Anderson
Didymaea alsinoides (Schlecht. & Cham.) Mart.
Galium aschenbornii Schauer
G. mexicanum H.B.K.
G. uncinatum DC.
Galium sp.
Houstonia wrightii A. Gray
Relbunium microphyllum (Gray) Hemsl.

SABIACEAE

Meliosma dentata (Liebm.) Urban

SALICACEAE

Salix oxylepis Schn.

SAXIFRAGACEAE

Heuchera orizabensis Hemsl.
Philadelphus mexicanus Schlecht.
Ribes ciliatum Humb. & Bonpl.

SCROPHULARIACEAE

Bacopa sp.
Castilleja arvensis Schlecht. & Cham.
C. aff. lithospermoides H.B.K.
C. schaffneri Hemsl.
C. tenuiflora Benth.
Castilleja sp.
Gratiola aff. oresbia Rob.
Lamourouxia multifida H.B.K.
L. rhinanthifolia H.B.K.
Mimulus glabratus H.B.K.

Pedicularis mexicana Zucc. ex Benth.
Pedicularis sp.
Penstemon campanulatus (Cav.) Willd.
Penstemon sp.
Sibthorpia repens (Mutis ex L.) D. Kunze

SELANGINELLACEAE

Selaginella pallescens (Presl.) Spring

SMILACACEAE

Smilax sp.

SOLANACEAE

Cestrum anagyris Dunal
C. benthamii Miers Lond.
C. confertifolium Schlecht.
C. regelii Planchon in Fl.
Physalis puberula Fern.
P. stapelioides (Regel) Bitter
Solanum appendiculatum Humb. & Bonpl. en Dunal
S. aff. cervantesii Lag.
S. nigrum L.
S. oxycarpum Schiede
S. tacanense Lundell
S. aff. verrucosum Schlecht.

SYMPLOCACEAE

Symplocos sp.

THEACEAE

Cleyera integrifolia (Benth.) Planch.
Ternstroemia pringlei (Rose) Standl.
T. sylvatica Schlecht. & Cham.

UMBELLIFERAE

Apium leptophyllum (Pers.) F. Muell.
Arracacia atropurpurea (Lehm.) Benth. & Hook.
Donnellsmithia serrata (Coult. & Rose) Math. & Const.
D. tuberosa (Coult. & Rose) Math. & Const.
Eryngium carlinae Delar.
E. aff. cymosum Delar.
E. palmeri Hemsl.
E. aff. proteiflorum Delar.
Eryngium sp.
Hydrocotyle beecheyanum Humb. & Bonpl.
H. verticillata Thunb.

URTICACEAE

Urtica sp.

VALERIANACEAE

Valeriana clematidis H.B.K.
V. densiflora Benth.
V. urticifolia H.B.K.

VERBENACEAE

Verbena teucriifolia Mart. & Gal.

VIOLACEAE

Viola nannei Polák.
V. reptans Rob.

PRESENTATION DU MEMOIRE DE B. GUERIN-DESJARDINS

SUR LA GEOLOGIE DE LA SIERRA MADRE ORIENTALE

Bertrand Guérin-Desjardins, auteur du présent mémoire, naquit à Nîmes, le 1er juillet 1927, au sein d'une famille calviniste croyante et préoccupée d'action sociale. Entré à l'Ecole Polytechnique dans la promotion de 1948, il en sortit avec le titre d'ingénieur, en août 1951, et partit presque aussitôt pour un voyage d'étude aux Etats-Unis et au Canada. De là, il passa au Mexique. Captivé par le charme et l'intérêt de ce pays, il y resta en 1952 et commença de le parcourir, tout en exerçant les fonctions de professeur de mathématiques au Lycée Français de Mexico. Il fit la connaissance de Guy Stresser-Péan, chercheur au CNRS, qui réalisait alors des études ethnologiques dans la Huasteca, ou région de Tampico. Il devint son compagnon de travail bénévole, depuis le 4 mai 1953 jusqu'au 26 août 1954. Pendant cette période, il parcourut à cheval une partie de la Huasteca et des régions voisines et prit part à des voyages d'étude dans les états du Guanajuato, San Luis Potosí, Oaxaca, Chiapas, Yucatán et Quintana Roo. Il passa sa licence de Géologie à l'Université de Fribourg (Suisse) en 1955, puis son diplôme d'Etudes Supérieures de Géologie à l'Université de Grenoble en 1956. Entré comme ingénieur à l'Institut Français du Pétrole en janvier 1957, il fut chargé de missions de géologie pétrolière à Madagascar, en Espagne, en Algérie et au Mali. C'est au cours de ces missions qu'il contacta un paludisme perniciosus qui devait le suivre au cours de sa vie, occasionnant de graves crises et provoquant sa mort en 1982.

Mission géologique au Mexique: 1964-1965.

L'Institut Français du Pétrole ayant dû ralentir quelque peu ses travaux de prospection, B. Guérin-Desjardins s'en sépara en acceptant la proposition de G. Stresser-Péan de revenir au Mexique pour y faire des travaux de géologie. Ces travaux devaient être réalisés dans le cadre d'une Recherche Coopérative sur Programme, la RCP 48 du CNRS qui venait d'être créée et qui était étroitement associée à la Mission Archéologique et Ethnologique Française au Mexique.

La mission de B. Guérin-Desjardins dura dix mois et demi, depuis le début d'octobre 1964 jusqu'au milieu d'août 1965. Son but était d'apporter une contribution géologique aux recherches scientifiques générales effectuées par la Mission Française dans la Huasteca et ses environs. La Mission Française, lors de sa fondation en 1960, avait été chargée par les autorités mexicaines de réaliser une large étude des problèmes humains, passés et présents, de cet ample secteur. Mais il apparut bientôt que cette étude ne pouvait être menée sérieusement sans une bonne base écologique, et notamment sans une connaissance suffisante de la géologie régionale.

Les plaines côtières du bassin de Tampico étaient, à cet égard, relativement bien connues, parce que les recherches pétrolières y avaient donné lieu à des études géologiques importantes. Mais, depuis la grande synthèse écrite par John Muir (Geology of the Tampico region, Tulsa 1936), la plupart des travaux réalisés par la régie mexicaine des pétroles (Pemex) étaient restés inédits, sauf quelques études de détail. Il était donc nécessaire de pouvoir se faire communiquer, au moins partiellement, les principaux résultats du travail des ingénieurs mexicains.

Par ailleurs, la Mission Française ne pouvait pas limiter son étude aux plaines côtières et devait surtout y inclure certaines régions voisines, en fonction de nos connaissances sur le peuplement indigène, ancien ou actuel. L'étude de ce cadre montagneux de la Huasteca devait donc englober un large secteur de la haute cordillère orientale du Mexique ou Sierra Madre Orientale. Ce secteur n'était alors connu qu'assez sommairement dans son ensemble. Il n'avait été étudié de façon détaillée et précise que dans des zones périphériques ou en quelques points de passage privilégiés.

Il fut donc décidé que B. Guérin-Desjardins s'efforcera d'élaborer, avec l'aide des ingénieurs de la régie mexicaine des pétroles, une mise à jour générale de nos connaissances sur la géologie des plaines côtières de la Huasteca, et qu'il ferait porter son principal effort de recherches sur les secteurs voisins et moins connus de la Sierra Madre Orientale... Toutefois l'étendue de ces secteurs montagneux était si grande qu'il ne pouvait être question d'en réaliser un lever géologique complet et détaillé.

Contacts pris avec les géologues mexicains

A Mexico, B. Guérin-Desjardins entra d'abord en contact avec l'Institut de Géologie de l'Université Nationale Autonome de Mexico (UNAM) où l'ing. Salas et surtout l'ing. Friès lui fournirent aide et conseils. Outre une orientation bibliographique, il prit connaissance, là, de trois cartes géologiques de certaines parties du versant oriental de la Sierra, levées au 1:100 000 et éditées, à des échelles diverses, sur un fond planimétrique sans courbes de niveau.

Le "Département d'exploration" de la régie mexicaine des pétroles (Pemex) adressa B. Guérin-Desjardins à son équipe géologique basée à Tampico. B. Guérin-Desjardins reçut là un accueil particulièrement amical et une aide considérable, avec discussion directe de certains problèmes sur le terrain même, et mise à sa disposition de toute la documentation cartographique inédite. Cette documentation comprenait notamment une carte géologique générale au 1:200 000, couvrant toutes les régions de plaines côtières, au nord du parallèle 20° 30'. En échange, B. Guérin-Desjardins s'engagea à ne rien publier sur la Huasteca et ses régions environnantes sans l'assentiment de Pemex.

Projet de travail envisagé dans la Sierra Madre Orientale

Dans son projet de travail primitif, B. Guérin-Desjardins envisageait de choisir deux ou trois bandes transversales par rapport à la direction générale des plis de la **cordill**'

Dans son projet de travail primitif, B. Guérin-Desjardins envisageait de choisir deux ou trois bandes transversales par rapport à la direction générale des plis de la cordillère:

- Une au niveau du parallèle 22°, entre le secteur de Rayón et celui de Ciudad Valles.
- Une au niveau du parallèle 21° 20', entre le secteur de Jalpan et celui de Tamazunchale.
- Une au niveau du parallèle 20° 50', entre le secteur de Molango et celui de Chicontepec.

Le long des ces bandes, il se proposait d'étudier en détail la stratigraphie et la tectonique, ainsi que d'élaborer quelques coupes bien étayées. Il pensait lever en détail certains secteurs particulièrement significatifs et examiner si l'on ne pourrait pas, ensuite, lever quelques feuilles complètes au 1:100 000, comme celle du district minier de Pachuca, qui avait été publiée en 1962.

B. Guérin-Desjardins renonça bientôt à étudier ainsi la bande la plus méridionale: Molango-Chicontepec, parce qu'une équipe d'ingénieurs de Pemex venait de l'explorer avec soin pendant plusieurs années et était en train d'élaborer ses résultats. Il limita donc son travail de recherche personnelle aux secteurs plus septentrionaux, et s'efforça, par ailleurs, d'obtenir une vision générale de la structure de la Sierra Madre Orientale.

Travail sur le terrain

Pendant la saison sèche 1964-1965, outre diverses études locales détaillées, B. Guérin-Desjardins put effectuer six traversées de la Sierra Madre Orientale, depuis le parallèle 20° (au niveau de Pachuca) jusqu'au parallèle 24° (au niveau de Ciudad Victoria), élargissant ainsi vers le nord le programme primitif. Quatre de ces traversées furent ensuite revues rapidement, en août 1965, en compagnie de G. Stresser-Péan et de M. le professeur Mattaver.

Elaboration d'une carte géologique

Se trouvant ainsi en possession de données géologiques importantes et d'origines diverses, B. Guérin-Desjardins les rapprocha des données géographiques que la Mission Française mettait à sa disposition: cartes topographiques au 1:100 000 du Ministère de la Défense Nationale (non mises dans le commerce), notes et croquis divers précisant ou corrigeant le contenu et surtout la toponymie de ces cartes.

B. Guérin-Desjardins put ainsi réaliser, avec la garantie d'un contrôle sur le terrain, un type de document que ne possédaient alors ni la régie mexicaine des pétroles, ni l'Institut de Géologie de l'Université de México: une carte géologique classique, où les faits observés étaient cartographiés sur une représentation à peu près correcte du relief au moyen de courbes de niveau. L'échelle choisie était celle du 1:200 000, obtenue par réduction de la carte au 1:100 000. Malgré de nombreuses zones restées en blanc, ce document était alors le plus complet qui existât sur la zone considérée. Il souleva beaucoup d'intérêt chez les ingénieurs mexicains.

Coupes tectoniques

B. Guérin-Desjardins accompagna les 28 feuilles de sa carte géologique de cinq coupes tectoniques basées surtout sur ses observations personnelles et se situant, grosso modo, au niveau de:

- 1) Miquihuana-Ciudad Victoria.
- 2) Ciudad del Maíz-Ciudad Mante.
- 3) Río Verde-Ciudad Valles.
- 4) Lagunillas-San Joaquín.
- 5) Peñamiller-Xilitla.

Rapport géologique et tectonique

Le 12 août 1965, B. Guérin-Desjardins remit à G. Stresser-Péan, responsable de la RCP 48 du CNRS un rapport dactylographié de 53 pages, suivi d'une bibliographie de 50 titres, et illustré de 26 photographies. Ce rapport, intitulé "GEOLOGIE DE LA SIERRA MADRE ORIENTALE, DE PACHUCA A CIUDAD VICTORIA", commence par présenter la carte au 1:200 000, dont elle est le commentaire, en indiquant les sources utilisées pour son élaboration.

Une copie de ce rapport et des coupes annexes fut remise à la Gerencia de Exploración de la régie mexicaine des pétroles (Pemex), représentée par les ingénieurs García Rojas, López Ramos et Benavides. A ce même département furent communiquées, par ailleurs, les 28 feuilles de la carte géologique au 1:200 000 élaborée par B. Guérin-Desjardins.

Appréciation de l'oeuvre accomplie par B. Guérin-Desjardins dans le cadre de la RCP 48 du CNRS.

Le responsable de la RCP 48 du CNRS, directeur de la Mission Archéologique et Ethnologique Française au Mexique (devenue ensuite CEMCA), a apprécié de façon très favorable la collaboration apportée par B. Guérin-Desjardins. Seul un géologue pétrolier expérimenté et un familier des pays de tradition hispanique comme lui, pouvait, par un prestige personnel, gagner la confiance des ingénieurs mexicains et obtenir d'eux communication des dossiers et des cartes inédites nécessaires à la synthèse recherchée. B. Guérin-Desjardins y a joint un travail sur le terrain, exécuté dans des conditions parfois difficiles. Il a aussi, pendant près d'un an, su se passer de traitement, et se contenter de frais de mission aussi modestes qu'irrégulièrement versés; bref accepter des conditions financières singulièrement différentes de celles que l'Institut Français du Pétrole réserve à ses collaborateurs scientifiques. Ajoutons enfin que tous ses déplacements routiers furent effectués à l'aide d'un véhicule lui appartenant, qu'il avait fait venir de France dans ce but.

La carte géologique au 1:200 000, accompagnant le mémoire de B. Guérin-Desjardins, et couvrant une immense étendue de territoire, présentait de si nombreuses plages blanches que sa publication aurait été difficile, même avec une réduction à l'échelle du 1:500 000. B. Guérin-Desjardins était parfaitement conscient de ces lacunes et aurait vivement souhaité pouvoir les combler, en prolongeant son travail dans le cadre d'une collaboration scientifique franco-mexicaine. Des couvertures lui furent d'ailleurs faites, en ce sens, par les géologues de Pemex, avec lesquels il avait établi des relations particulièrement amicales et confiantes, qui auraient pu présenter pour l'avenir un grand intérêt.

Quoi qu'il en soit, en 1965 et dans les années qui suivirent, les conditions n'étaient pas réunies, du côté français, pour la continuation d'une étude d'ensemble de la Huasteca et de ses montagnes, en collaboration avec la régie mexicaine des pétroles. B. Guérin-Desjardins décida alors de mettre ses connaissances scientifiques et ses qualités d'organisateur au service de la coopération internationale ce qui correspondait bien à ses préoccupations humanitaires en faveur du tiers monde. Il exerça ainsi, jusqu'en 1980 de hautes fonctions au Congo, dans le secteur minier du Katanga. Mais il continuait de penser à sa carte géologique inachevée et, en 1977 encore, il se déclarait prêt à reprendre son travail dans la Huasteca, au besoin pour deux ans, ou même plus. Rien ne put alors être fait, ni même envisagé. B. Guérin-Desjardins devait mourir au Maroc, fin février 1982, à l'âge de 54 ans, d'une hémorragie interne consécutive à une grave crise de paludisme.

Au cours des années écoulées depuis 1965, l'exploration géologique de la Sierra Madre Orientale a beaucoup progressé, avec l'aide de la photographie aérienne, des images Landsat et de la réalisation d'une nouvelle carte topographique au 1:50 000. Cependant, les travaux ainsi réalisés n'ont pas encore donné lieu à la publication de cartes d'ensemble assez détaillées. Faute de pouvoir reproduire, avec leurs blancs, les 28 feuilles de la carte géologique de B. Guérin-Desjardins, celle-ci peut être consultée en s'adressant directement au CEMCA.

*Guy Stresser-Péan
Ancien directeur de la Mission Archéologique
et Ethnologique Française au Mexique*