

01059
19.2

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE FILOSOFIA Y LETRAS

INFLUENCIA DE LOS FACTORES NATURALES EN LA DISTRIBUCION
DE LA VEGETACION EN EL CENTRO - ESTE DE QUERETARO

T E S I S

QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE
MAESTRA EN GEOGRAFIA

PRESENTA

C I A E T E R N O D A G U I L A R .



FACULTAD DE FILOSOFIA Y LETRAS
ESTUDIOS SUPERIORES

MEXICO D.F.

1983

01059
1983

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

CONTENIDO

Introducción y Objetivos	
Antecedentes	
Metodología	
I. Características Generales de la Región en Estudio	7
II. Clima	10
A) Patrón general de Vientos	10
B) Insolación	13
C) Temperatura media anual	14
D) Constante térmica	17
E) Horas Frío	20
F) Promedio de Temperatura máxima y mínima	21
G) Foto y Nictotemperatura	23
H) Temperatura mínima y máxima extremas	25
I) Heladas	26
J) Precipitación	28
K) Índice de Aridez	30
L) Humedad Relativa	33
M) Climas	35
III. Geología	39
IV. Vegetación	46
A) Técnicas de muestreo de vegetación	52
B) Sitios de muestreo	54
V. Relación entre la Vegetación y los Elementos Climático-geológicos.	60
A) Relación entre las especies vegetales, el clima y la geología	61
1) Relación de las especies vegetales con las condiciones climático-geológicas	62
2) Especies relacionadas con las características climáticas	65
3) Especies que no presentan relación con las condiciones climático-geológicas.	67

B) Relación entre las asociaciones vegetales y las condiciones climático-geológicas	68
1) Relación con los elementos climáticos y geológicos	69
2) Relación con las condiciones climáticas	69
Conclusiones	
Bibliografía	
Apéndice de cuadros y gráficas	

RELACION DE MAPAS Y CUADROS

Mapa 1. Localización de la Región en Estudio.

2. Zonas Térmicas.
3. Constante Térmica.
4. Horas Frío.
5. Promedio de temperatura Mínima
6. Promedio de Temperatura Máxima
7. Fototemperatura.
8. Nictotemperatura.
9. Número de Días con Heladas al Año.
10. Precipitación media anual.
11. Índice de Lang.
12. Climas.
13. Geología.
14. Localización de los Sitios de Muestreo de Vegetación

Cuadro A) Estaciones Meteorológicas en la Región

- B) Vientos
- C) Temperatura Media Mensual y Anual
- D) Constante Térmica (Grados calor acumulados)
- E) Horas Frío (Método de Da Meta/
- F) Promedio de Temperatura Mínima °C
- G) Promedio de Temperatura Máxima °C
- H) Fototemperatura °C
- I) Nictotemperatura °C
- J) Número de Días con Heladas al Año.
- K) Precipitación pluvial (mm)
- L) Condiciones Climático-geológicas de los sitios de Muestreo
- M) Límites Naturales de la Distribución de las Especies
- N) Límites Naturales de la Distribución de las Comunidades vegetales.

INTRODUCCION Y OBJETIVOS

Es de gran interés geográfico el conocimiento de los diferentes paisajes que conforman la tierra. Este conocimiento implica un punto de partida para su posible habitabilidad, rentabilidad y explotación, dando lugar a una mejor utilización del espacio o paisaje geográfico.

Así, para llegar a describir y clasificar los diferentes tipos de paisaje, es necesario considerar las plantas y animales característicos que lo conforman.

El geógrafo, para describir el paisaje en conjunto, necesita conocer los elementos que lo integran, por ello, es usual que la vegetación sea un elemento característico de estudio. Así, es necesario hacer distinción entre flora y vegetación. La flora es el conjunto de las plantas que habitan en una localidad, provincia o región, analizado desde el punto de vista de los organismos, mientras que la vegetación se refiere más bien a como se agrupan o disponen en comunidades dentro de un espacio geográfico, es decir a la fisonomía de la cubierta vegetal.

Las causas que determinen la distribución de la vegetación, han sido siempre una de las preocupaciones fundamentales de los estudiosos de las comunidades vegetales, sean biólogos, botánicos o geógrafos. Así, diferentes investigadores han tratado de explicarse las relaciones espaciales

de las plantas, su origen, desarrollo y distribución. En sus estudios, se han planteado como objetivos, por un lado, entender los procesos de evolución orgánica que han regido el desarrollo de la vegetación, y por otro conocer las afinidades que puedan existir entre el medio y los tipos actuales de distribución vegetal.

El problema que involucra la distribución natural de las plantas es un tema de gran interés y polémica; ya que existe toda una serie de factores que tienden a controlar la distribución de los elementos vegetales. Entre éstos, se pueden citar al clima, suelo, sustrato geológico, topografía, altitud, etc.

En la presente tesis se pretende relacionar no la totalidad de los factores naturales, sino fundamentalmente, al sustrato geológico y algunos elementos climáticos con el fin de establecer el marco ambiental en que se desarrollan las plantas para así lograr cierto entendimiento del papel que éstos desempeñan en la distribución de la vegetación, tomando como caso particular la porción oriental del Estado de Querétaro.

Se hace énfasis en estos dos factores por ser en primer lugar, el clima, el más estudiado y por constituir uno de los más importantes en la distribución vegetal; pues sin duda debe darse preferencia a aquellos factores que dependen de la energía solar y del agua, sin los cuales se hace imposible toda forma de vida sobre la Tierra.

Por otro lado, se piensa en el factor geológico puesto que este puede dar lugar a la formación de suelos; además porque se ha observado que dentro de una población natural de organismos de cualquier clase, existen un gran número de especies las cuales están bien adaptadas al medio que prevalece. Sin embargo, se ha encontrado que dichas especies no están distribuidas al azar formando áreas continuas, sino que, se encuentran agrupadas en pequeñas comunidades que muestran distintos grados de afinidad hacia los diferentes nutrientes o elementos químicos que proporciona el sustrato geológico.

Además, algunos autores han observado que en los climas áridos las diferencias en las características de la topografía, del sustrato geológico y del suelo ejercen, a menudo, mayor influencia sobre la distribución de la vegetación que la que acusa la misma precipitación pluvial.

ANTECEDENTES.

Existen investigaciones tendientes a caracterizar las causas que en un momento dado pueden intervenir en la distribución de la vegetación.

Cain (1944) hace mención del concepto de "tolerancia" y establece que ésta, no es más que la capacidad de la especie para responder a su medio. Los límites de tolerancia son entonces, los requerimientos mínimos y máximos necesarios para el desarrollo de las plantas, los cuales son resultado directo de las características orgánicas de las mismas.

Zeuner (1952) intentó caracterizar el desarrollo de la vegetación en las diferentes eras geológicas, relacionándolo con los cambios climáticos que se presentaron a lo largo de la evolución de la Tierra. En su trabajo, menciona la influencia de los climas continentales y marinos, dependiendo de la continuidad de las masas terrestres y oceánicas.

Por otro lado, Billings (1952) estableció la existencia de una serie de fuerzas externas que caracterizan al medio en que se desarrollan las plantas. Entre éstas coloca a los factores edáficos, climáticos y geográficos entre otros, y es con la consideración de estos factores, con los que se inician los primeros estudios encaminados a la caracterización del medio en que se desarrolla la vegetación.

Dansereau (1957) estudió el medio típico de

álgunas comunidades vegetales estableciendo los requerimientos climáticos para su desarrollo. Asimismo, caracterizó la respuesta de la vegetación a los cambios climáticos que se pudieran presentar en su medio original.

Entre los trabajos más recientes y particularmente para México, se puede citar al de Miranda y Hernandez X. (1963) que caracterizaron la presencia de bosques relicto como resultado de cambios climáticos y fisiográficos ocurridos en el pasado. Asimismo Rzedowsky (1978) considera algunos factores naturales, como el clima, suelo, y formas del relieve como elementos que intervienen en la distribución de la vegetación.

Como se puede apreciar, en los trabajos anteriores el clima juega un papel determinante en el comportamiento espacial de la vegetación, no obstante se consideren otros elementos. Sin embargo, existen pocos estudios en los que se toma en cuenta a la geología como factor que interviene en la distribución vegetal. A este respecto se pueden citar los trabajos de dos investigadores, entre otros:

Rzedowsky (1956) y González Medrano (inédito) que intentan definir la relación geología - vegetación. El primero hace una descripción entre la relación mencionada en algunas zonas del Estado de San Luis Potosí, mientras que González M. se circunscribe a las Huastecas para determinar esta misma relación.

Los trabajos anteriormente citados pueden

considerarse representativos en términos generales de las investigaciones existentes, pero no se pretende, de ninguna manera, enumerar a todos los estudiosos de la vegetación.

METODOLOGIA.

La metodología desarrollada comprende el manejo de información climática, geológica y de vegetación, aspectos que involucraron tanto trabajo de gabinete como de campo.

En lo que al clima se refiere, se han considerado a los vientos y a otros parámetros ligados a la temperatura y precipitación.

Los vientos son importantes porque pueden relacionarse con algunas actividades orgánicas de las plantas, como la transpiración, y debido a que ayudan en la dispersión de las mismas. Por lo anterior, se juzgó pertinente establecer el patron general de los vientos en la región analizada.

La temperatura es, posiblemente, el factor ecológico más importante que determina la distribución vegetal, tanto en altitud como en latitud. Los parámetros térmicos aquí utilizados han sido empleados para caracterizar las condiciones ambientales en que los cultivos se desarrollan y su empleo en este trabajo obedece a que permiten diferenciar los medios naturales en que las plantas prosperan. Entre dichos parámetros se pueden citar los siguientes:

- Constante térmica; que se refiere a la can

tidad de calor acumulada en cierta época del año.

- Horas Frío; que implica el manejo de temperaturas bajas en cierta época del año.

- Foto y nictotemperaturas; que se refieren a las temperaturas prevalecientes durante el día y la noche.

- Temperaturas máximas y mínimas; con el fin de caracterizar en forma más fiel los límites de tolerancia en que las plantas se desarrollan.

- Heladas; parámetro importante por su influencia en el ciclo vegetativo de las plantas.

Además de la información térmica, se consideró a la cantidad y distribución de la precipitación, tanto en tiempo como en espacio, puesto que la humedad, junto con la temperatura, determinan las condiciones fundamentales para el desarrollo de los vegetales.

Aunque en este trabajo no pudo considerarse, ante la falta de observatorios meteorológicos en la región, resultaría de gran utilidad contar con datos de humedad relativa y absoluta, que permitirían caracterizar más fielmente la relación humedad - vegetación.

Las características geológicas tomadas en cuenta en el estudio de la distribución de los vegetales fueron: la permeabilidad, grado de fractura y composición mineral, entre otros.

La permeabilidad, que se puede llevar a cabo

a través de las partículas que constituyen a la roca, o a través de fracturas que puedan presentarse en las mismas, son un elemento de gran ayuda para explicar el comportamiento de una determinada comunidad vegetal. De la permeabilidad dependerá, en gran medida, la existencia de agua o la falta de ésta en superficie, y esto repercutirá en la cantidad del líquido disponible para su aprovechamiento por parte de las plantas. Baste mencionar que algunas regiones, con precipitaciones considerables, pueden presentar tipos de vegetación característicos de zonas con climas secos, debido a la poca disponibilidad de agua en la superficie, misma que se pierde a través de la infiltración.

Un segundo aspecto a considerar corresponde a la composición mineral de las rocas. La presencia de determinadas plantas en algunas regiones es indicadora de un tipo característico de roca.

Rzedowsky (1963) caracteriza la presencia de plantas indicadoras para diferentes tipos litológicos. Así, en algunas regiones existen plantas indicadoras de rocas calizas, como por ejemplo la samandoca Yucca carnerosana, la lecheguilla Agave lecheguilla, o el ocotillo Fouquieria splendens; sobre rocas ígneas se presentan por ejemplo el garambullo Myrtillocactus geometrizans, el mezquite Prosopis juliflora etc.

De lo anterior se deduce que las plantas tam

bién se desarrollan en función de los minerales que componen a las rocas, por lo que el conocimiento de estas características es importante para conocer el comportamiento de la vegetación.

El manejo de la información referente a la vegetación requiere, además del trabajo de gabinete consistente en la recopilación bibliográfica y cartográfica, de un trabajo de campo que consta de un muestreo de vegetación en los puntos en los que las características climáticas y geológicas produzcan cambios en la fisonomía vegetal. Los muestreos se llevaron a cabo por el método de área mínima, según las recomendaciones de Nigel Pears (1977), que se detallará más adelante.

Una vez obtenida y procesada la información antes citada, se procedió a la correlación de los resultados y al establecimiento de algunas conclusiones.

I CARACTERISTICAS GENERALES DE LA REGION DE ESTUDIO.

La región en estudio queda incluida, en su mayor parte, dentro del estado de Querétaro, en la porción oriental del mismo, abarcando al sureste una pequeña porción del estado de Hidalgo. Comprende una superficie aproximada de 4 000 km² y sus coordenadas extremas son los paralelos 20°30' y 21° 00' de latitud norte y los meridianos 99° 20' y los 100° 00' de longitud oeste (mapa 1).

Entre las poblaciones más importantes destacan Tequisquiapan al suroeste, Ezequiel Montes y Bernal al oeste, Tolimán al noroeste, San Joaquín al noreste, Tecozautla al sur y Zimapán al este, éstas dos últimas en el estado de Hidalgo.

Desde el punto de vista fisiográfico, el estado de Querétaro en general y la región analizada en particular, presenta vastas zonas ocupadas por elevaciones montañosas de altitudes considerables, mismas que se presentan en la provincia conocida como la Sierra Madre Oriental. Esta provincia, se encuentra representada al norte y oriente por la llamada Sierra del Doctor, en donde las altitudes alcanzan en algunos casos más de 3 000 m. Las rocas que la constituyen son esencialmente sedimentos de origen marino que fueron plegados, alineándose con un rumbo NW - SE bien marcado. Además de esta sierra, se presentan otras zonas de relieve accidentado en la porción noroeste, aunque sus elevaciones son con

siderablemente menores que en el primer caso.

Por otro lado, aparecen también zonas planas que cubren una vasta porción de la región en estudio, tanto al oeste como hacia el sur y oriente, cubiertas de materiales aluviales transportados y depositados por corrientes fluviales. Estas planicies, forman parte de la provincia fisiográfica de la Altiplanicie Mexicana, mismas que presentan altitudes promedio de 1900 m. En este caso, a diferencia de la primera provincia referida, las rocas predominantes, además de los depósitos aluviales mencionados, son de origen volcánico de diversa composición y edad.

Desde el punto de vista hidrográfico, la región queda comprendida dentro de la cuenca del sistema Moctezuma - Pánuco. El río Moctezuma constituye precisamente el límite entre los estados de Querétaro e Hidalgo y es originado por el río San Juan del Río, que forma el vaso de la presa Centenario, al suroeste de la región. A este río, sin duda el más importante de la zona, se unen una gran cantidad de tributarios de menor importancia, la mayoría intermitentes, que provienen de la sierra de El Doctor, antes mencionada. En la parte norte, al río Moctezuma también se unen corrientes de mayor importancia, como la del río Extoraz, formado por el río Tolimán al noroeste de la región y por otros ríos de los estados de Guanajuato y San Luis Potosí.

Debido a los fuertes contrastes de relieve y

litología, se presenta una variación importante en cuanto a climas, suelos y vegetación.

Las altitudes registradas en la sierra, así como la orientación de éstas con respecto a los vientos dominantes húmedos del noreste, originan la presencia de climas templados húmedos, mismos que se tornan cada vez más secos hacia la planicie occidental, en donde dominan las condiciones de semiaridez.

Los procesos edáficos en la sierra, intimamente ligados a las condiciones climáticas, originan suelos de caracter alterítico, de eluvi^{ón}, provenientes de la descomposición de roces de origen marino, fundamentalmente calizas. En la planicie, con las condiciones climáticas descritas con anterioridad, se desarrollan suelos producto de la acumulación fluvial, mismos que presentan, en algunos casos, horizontes álbicos producto de la acumulación de sales por evaporación.

Los cambios climático - edáficos determinan, a su vez, una diversidad vegetal contrastante. Por un lado, en las porciones elevadas de la sierra, se presentan comunidades de Bosques de pino - encino, mismas que desaparecen hacia la planicie para dar su lugar a los matorrales espinosos y subinermes.

En resumen, se observa que la región presenta contrastes en el campo físico y biológico, motivo por el cual se seleccionó a esta zona con el objeto de establecer la relación clima - geología - vegetación.

II CLIMA.

Como se mencionó en apartados anteriores, en la presente tesis se toman en cuenta a las condiciones climáticas como elemento que caracteriza al medio en el que las plantas se desarrollan, por representar, según la mayoría de los autores consultados, el factor ecológico más importante para comprender el comportamiento espacial de la vegetación.

Se analizan aquí los datos registrados en diez estaciones meteorológicas distribuidas a lo largo de la región (cuadro A), a partir de los cuales se obtuvieron las variables climáticas que en este estudio se utilizan. Los datos de las estaciones meteorológicas corresponden a períodos de observación de diez o más años, aunque en algunos casos se consideraron registros de tan solo seis años, con el objeto de minimizar las áreas ciegas, lo que ocasionaría una alteración más marcada.

Con las variables climáticas que aquí se estiman se pretende caracterizar el ambiente en el que los vegetales se desarrollan. El manejo de estas variables ha sido considerado con fines de planeación frutícola exclusivamente (Reyna 1982) pero por sus características puede tener aplicación en la comprensión del comportamiento de la vegetación.

A) Patrón General de Vientos. Por su situación geográfica, la región en estudio se encuentra localiza

da dentro de la zona tropical, siendo afectada por los vientos alisios provenientes del este.

Como explica García (1965), durante la mitad caliente del año existe un desplazamiento hacia el norte de la zona subtropical de alta presión, por lo que la zona de los alisios aumenta en intensidad, latitud y altura, soplando con una dirección noreste - ~~suroeste~~ suroeste, recogiendo humedad del golfo de México. Durante la mitad fría del año, tanto la faja subtropical como la zona de los alisios se desplazan hacia el sur, dominando los vientos del oeste en la porción central del país.

Sin embargo, lo anterior puede sufrir modificaciones en función de otras variables, dentro de las que destaca el relieve como elemento modificador de la predominancia de los vientos, no solo por constituir un obstáculo sino debido a que, dependiendo de la topografía, se pueden presentar laderas con mayor insolación que otras, lo que origina diferencias de presión, que dan movimiento a las masas de aire.

Para caracterizar el patrón de vientos en la región en estudio, se elaboraron las rosas de vientos de las cinco estaciones que registran estos datos. Estas rosas fueron realizadas con los registros de los meses de enero, abril, julio y octubre, de las observaciones de las 8 de la mañana. Los meses utilizados caracterizan las condiciones meteorológicas de la mitad más caliente y fría de año, es decir julio y enero respectivamente; abril y octubre la transición entre

aquellos. En la mayor parte de los casos se presenta un pre dominio de los vientos procedentes tanto del norte como del este, no solo en la época fría del año, sino inclusive en la caliente. (ver cuadro B). Así se puede observar la rosa de la estación Cadereyta (gráfica 1), en la que, para los meses considerados en su totalidad, existe una disposición bastante semejante en la dirección de los vientos.

En el caso de la rosa de la estación Paso de tablas se observa claramente la influencia del relieve sobre los vientos, ya que tanto al norte como al sur de dicha esta ción, se presentan elevaciones que encajonan al centro de re gistro, lo que explica el comportamiento de los vientos re presentados en la rosa. (gráfica 2)

Para el caso de Presa Centenario (gráfica 3), se observa una predominancia de vientos del norte y este. Notese que los vientos provenientes del noreste no son de im portancia en relación con los anteriores, hecho que se puede explicar por la presencia, en dicho punto, de elevaciones mon tañosas superiores a los 3 000 metros; así, los vientos pro venientes del norte y del este corren a lo largo de bajos to pográficos, como el valle del río Moctezuma, hecho que favo rece, entonces, la concentración de vientos en dicho lugar, explicando de esta manera su predominancia.

Lo anterior se comprueba observando las rosas de vientos de las estaciones de Villa Bernal y Vizarrón (grá ficas 4 y 5), directamente al oeste de las elevaciones monta

ñosas con más de 3 000 metros, en donde los vientos del este son menos importantes, en términos generales, que aquéllos que provienen del norte y noreste.

En resumen, se puede establecer que el área analizada, o en parte de ella al menos, tiende a presentarse una predominancia de vientos provenientes tanto del norte como del este. Estas condiciones son representativas para la porción occidental de la región, aunque se carecen de elementos para caracterizar el comportamiento de los vientos en la porción oriental de la misma. Sin embargo, en esta última zona puede inferirse un patrón de vientos semejante al del sector occidental, puesto que la disposición de la vegetación caracteriza un ambiente opuesto, o de sotavento, está representado en la porción oeste.

B) Insolación. La insolación es un fenómeno directamente relacionado con la radiación solar, y se determina a partir del número de horas de sol brillante observado en un punto de la superficie terrestre. Este elemento depende fundamentalmente de la duración del día, por lo que existen variaciones importantes dependiendo de la latitud del lugar y de la estación del año.

Existen formulas específicas que determinan la cantidad de insolación que existirían para cada grado de latitud, sin embargo algunos factores, como la presencia de nubes, pueden alterar el número de horas de sol brillante en cada punto de la superficie. Asimismo, la estación del año,

de la cual dependerá la duración del día, interviene en el número de horas de insolación para cada lugar.

La importancia de este parámetro en un estudio de vegetación se relaciona directamente con la temperatura y la humedad; su importancia radica también, en la cantidad de luz aprovechable por las plantas para el desarrollo de sus necesidades orgánicas.

Los datos de insolación efectiva en nuestro país en general, y en la región en particular que aquí se estudia, son escasos y no existen, respectivamente, debido a la falta de un número adecuado de observatorios meteorológicos. En la zona, en donde no contamos con datos de insolación, fué necesario obtener la información referente a este parámetro de otras fuentes que manejan los resultados a nivel nacional (Atlas del Agua de la República Mexicana, 1976). Así, se puede observar que la región queda comprendida entre las isolíneas de 2 200 y 2 300 horas de insolación media anual, misma que se distribuye en forma homogénea a lo largo de todos los meses del año, según lo reflejan los datos obtenidos entre los años 1941 y 1960.

C) Temperatura Media Anual. La temperatura es uno de los parámetros ecológicos más importantes. Hardy (1970) menciona que " la temperatura del aire afecta profundamente a los procesos fisiológicos que se presentan en las partes superiores de las plantas, expuestas a influencias atmosféricas". Entre los procesos afectados por la tempera

tura se pueden citar a la evapotranspiración, fotosíntesis, crecimiento de organismos patógenos, etc., mismos que, de alguna manera, determinan tanto las características de la vegetación, como su comportamiento espacial.

En el presente apartado se hace una descripción de la temperatura media a lo largo de la región en estudio. Sin embargo, es importante mencionar que los valores de temperatura media anual no representan en forma precisa las características térmicas de los ambientes en los que las plantas se desarrollan, puesto que dichos valores, representan los promedios de temperaturas extremas, que de alguna manera, reflejarían en forma más precisa el ambiente en el que los vegetales se desenvuelven. Sin embargo, la temperatura media anual permite una primera aproximación para entender el comportamiento de las condiciones térmicas de la región.

En la zona de estudio, se presentan las isotermas comprendidas entre los 14°C y los 20°C, observándose que su distribución queda controlada a partir de la altitud. Por lo tanto puede dividirse a la región en dos zonas térmicas: una semicálida, la cual presenta una temperatura media anual entre los 18°C y los 22°C y otra, la templada cuyos límites oscilan entre los 12°C y los 18°C de temperatura media anual. (mapa 2). Así, se puede observar que los valores más altos se presentan en la porción occidental y sur de la región, en donde predominan los bajos topográficos, con altitud

des promedio poco inferiores a los 2 000 metros. En esta zona, los valores más elevados corresponden a la estación Tolimán, con más de 20°C, presentándose también valores relativamente elevados en Tecozautla, Paso de Tablas y Zimapán.

A medida que nos desplazamos en dirección noreste, los valores de las isothermas disminuyen gradualmente, alcanzando sus valores mínimos en las partes altas de la sierra, en donde las estaciones de San Joaquín y El Doctor, con altitudes cercanas a los 3 000 m, registran temperaturas de 13.9°C y 13.4°C respectivamente, siendo las más bajas de la región en estudio.

El comportamiento de la temperatura media a lo largo de los meses del año es bastante homogéneo para todas las estaciones consideradas (ver gráficas de la 6 a la 15). En todos los casos, las temperaturas medias mensuales más bajas se registran en el mes de enero, aumentando en forma gradual hasta el mes de mayo en el que se presenta la media mensual más alta, para todos los casos considerados. A partir de este mes, nuevamente se presenta un decremento gradual debido al inicio de la temporada de lluvias que abate la temperatura, hasta alcanzar valores mínimos en el mes de diciembre, con los que se cierra la gráfica.

En resumen, se aprecia en forma clara la relación existente entre los valores para la temperatura media anual y la topografía, mismos que se incrementan en relación inversa a la altitud.

D) Constante Térmica. La constante térmica es uno de los parámetros que han sido utilizados con fines de planeación agrícola.

El concepto de constante térmica surge de las observaciones de algunos estudiosos sobre el comportamiento de los cultivos, y se refiere a la cantidad de calor acumulada a lo largo del año en función de las temperaturas medias mensuales de la región que se considere.

Para la determinación de la constante térmica, sin embargo, no se toman en cuenta a todos los valores de la temperatura, sino únicamente a aquéllos que sean superiores a los 12°C. Este valor es utilizado debido a que por debajo de dicha cifra, la actividad de los cultivos es considerada insignificante. A este respecto, es importante hacer dos aclaraciones.

En primer lugar, el valor de 12°C es establecido por Wilsie (1966), valor que dicho investigador considera apropiado para las condiciones existentes en los Estados Unidos. Sin embargo es necesario aclarar que el valor mínimo, varía en función de la latitud del lugar que se considere, así como las características de continentalidad u oceanidad del mismo. De esta manera, el valor mínimo varía en forma considerable. Así, se pueden citar los trabajos del ingeniero De Fina (1975), en los que se estima al valor de 6°C como cifra mínima a considerar.

Una segunda aclaración se refiere a que este

parámetro se aplica en la actividad de los cultivos agrícolas, en donde el establecimiento de la cifra de 12°C puede ser considerada, pero para el estudio de la vegetación el establecimiento de un valor mínimo como el descrito puede no ser el más adecuado, puesto que cada especie responde de diferente forma a las variaciones térmicas. Dicho de otra manera, habrá vegetales cuyo desarrollo pueda realizarse a temperaturas mayores o bien menores de dicha cifra mínima. Sin embargo, el establecimiento de los mínimos necesarios para el desarrollo de los diferentes tipos de vegetación implicaría un trabajo de investigación sumamente arduo, que en nuestro país, al parecer, no existe. Por esto, cabe hacer la aclaración de que en la determinación de la constante térmica en esta tesis, se han seguido los lineamientos propuestos por Wilsie (op. cit.), por considerarlos como los más apropiados a la región que aquí se estudia.

Por las características del método utilizado, podemos entonces, definir a la constante térmica como la "cantidad de calor que se acumula de febrero a octubre, inclusive, en regiones de la Tierra en donde la temperatura mensual permanece sobre los 12°C" (Reyna 1977). Se utilizan dichos meses por considerarse la necesidad de calor en éstos para efectuar el ciclo vegetativo; es decir la brotación, floración, etc.

La constante térmica, también llamada grados calor, fueron obtenidos por el método de "Índice Restante",

a partir de los valores de temperatura media, propuesta por Wilsie (1966). Estos valores se obtienen aplicando la siguiente fórmula:

$$Gc = \frac{\sum_{n=1} (Ti - 12) \times 30}{n}$$

En donde: Gc = Grados Calor.

Ti = Temperatura Media Mensual.

n = número de años utilizados.

A partir de los datos obtenidos para la constante térmica (cuadro D) se realizó el mapa correspondiente, en donde se muestran las variaciones espaciales del parámetro (mapa 3).

En una primera aproximación, se puede observar una relación estrecha entre los valores de la constante térmica y la altitud. Así, las isolíneas de valores más bajos, de 700 y 600 grados calor, se presentan en las zonas cercanas a los 3 000 metros, alrededor de la estación El Doctor, que registra los valores más bajos (558.5). A medida que la altitud decrece, tanto al sur como al occidente de la región, los valores para la constante térmica aumentan en forma considerable, hasta alcanzar los valores máximos de 2 100, alrededor de Tecozautla, al sur, y los 2 400 grados calor en los alrededores de la estación de Tolimán, en el extremo noroccidental de la región en estudio.

Así pues, como en el caso de las temperaturas medias, descrito con anterioridad, se presenta una zonificación de este parámetro en función de la altitud.

E) Horas Frío. Al igual que el parámetro anterior, éste ha sido utilizado con fines de planeación agrícola y frutícola.

"Por hora frío se entiende el período de 60 minutos en el cual la temperatura ambiente permanece a 7°C o por debajo de esta cifra" (Reyna 1981). El valor de 7°C proviene de los estudios de Nightingale y Blake (De Fina 1975), los cuales demostraron que a dicha temperatura, las actividades orgánicas en algunos frutales, dejaban de presentarse.

Para este parámetro, es importante hacer la misma aclaración que en el caso de la constante térmica, debido a que, como el mismo De Fina (op. cit) menciona, este nivel térmico "no es uniforme y aplicable a todas las especies y variedades vegetales".

La determinación se puede llevar a cabo por distintos métodos, siendo el más adecuado aquel que considere el cómputo de las horas frío, a partir de las temperaturas horarias observadas, o bien registradas por el termógrafo. Sin embargo, son escasos los observatorios que registran estos datos, además de constituir, en caso de que éstos existan, una tarea larga y tediosa. Así, se han desarrollado otros métodos para el cálculo de las horas frío, los cuales utilizan los datos de temperatura media mensual.

En esta tesis, el cálculo de las horas frío se llevó a cabo por el método de Da Mota que Reyna (1981) ha empezado a aplicar en diferentes regiones del país. Para la

cuantificación se utiliza la siguiente fórmula:

$$H_f = 485.1 - 28.52(X)$$

Donde H_f = Cantidad mensual de horas frío

X = Temperatura media mensual.

485.1 y 28.52 = valores constantes.

Como en el caso de la constante térmica, para la cuantificación de horas frío no se utiliza la totalidad de los valores mensuales del año, sino que únicamente se emplean los datos para noviembre, diciembre, enero, y febrero, en los que los valores medios de temperatura son más bajos (ver cuadro E).

En el mapa correspondiente (mapa 4) se observa, como en los casos anteriores, una zonificación del parámetro íntimamente ligada a las diferencias altimétricas. Así, los valores más elevados de horas frío, alrededor de 600, se localizan en la porción elevada del norte de la región, mientras que hacia el sur y occidente, se registran valores considerablemente menores, alrededor de 200.

F) Promedios de Temperatura Máxima y Mínima.

Como se mencionó anteriormente, la sola consideración de los valores de temperatura media anual, no permiten por sí solos caracterizar, desde el punto de vista térmico, los ambientes en que se desarrollan los vegetales. Es recomendable, por tanto, utilizar los datos de promedios de temperatura máximas y mínimas, que tenderán a caracterizar en forma más clara los requerimientos de los mismos.

Como explica Clarke (1963) " los vegetales tienden a responder a los efectos de las temperaturas" . En el caso de la temperatura mínima, Clarke refiere dos conceptos que resultan fundamentales. El primero de ellos se denomina "Temperatura mínima efectiva", que es "la temperatura más baja en que un organismo puede vivir indefinidamente en estado activo". Por otro lado, el concepto de "Temperatura mínima de supervivencia se define como la temperatura más baja en donde el vegetal ya no puede sobrevivir, por lo que éste desaparece".

Estos mismos conceptos se presentan en el otro extremo de la escala termométrica. Es decir, existe también una "Temperatura máxima efectiva" y una "Temperatura máxima de supervivencia". Con estos dos parámetros, tanto mínimos como máximos se pueden establecer los extremos de tolerancia en que los vegetales pueden desarrollarse. Es por esto que la utilización de los promedios de mínima y máxima temperatura, resulta recomendable.

Para la región que nos ocupa, los valores mínimos obtenidos corresponden a la estación de San Joaquín, con temperaturas de 6.6°C (cuadro F), registrados en las porciones elevadas del norte, mientras que en la estación Paso de Tablas, al sureste, se registran los valores más elevados para los datos de temperatura mínima (mapa 5). Así, el parámetro presenta relación con los valores altimétricos.

Para el caso de las temperaturas máximas se

registra asimismo la relación con la altitud, presentándose los valores máximos, de 29°C, en la zona noroccidental (mapa 6). Los valores comienzan a descender a medida que la altitud se incrementa, hasta alcanzar los valores mínimos en la isoterma de 20°C en la porción elevada de la Sierra.

G) Foto y Nictotemperaturas. A este parámetro también se le conoce como termoperíodo. De Fina (1975) define el termoperíodo como la variación de la temperatura "en un ciclo completo de un año, un día o varios días, constituye un termoperíodo anual, diario o aperiódico, respectivamente". El termoperíodo se caracteriza por presentar dos sectores bien definidos, una termofase que corresponde al lapso más cálido y otra que corresponde al más frío del termoperíodo. Es decir, que si consideramos un termoperíodo anual, la termofase cálida, o positiva, se presentará en los meses de máxima temperatura, y la termofase fría, o negativa, se presentará durante el invierno. En el caso de un termoperíodo diario, la termofase positiva corresponderá a la temperatura registrada durante el día (fototemperatura), mientras que la termofase negativa, se representa por las temperaturas nocturnas (nictotemperaturas).

Actualmente, los fitofisiólogos están de acuerdo en que la termoperiodicidad es uno de los factores más importantes, que decide el crecimiento y reproducción satisfactoria de las plantas. Entre los principales autores cuyos estudios se han enfocado a la determinación de los requerimien

tos térmicos de las plantas se puede citar a Went (Clarke, 1963), así como diversos investigadores holandeses (Greulach 1970), mismos que describen la importancia de las variaciones térmicas del termoperíodo para el desarrollo de los vegetales. La importancia del termoperíodo consiste en poder "representar aspectos más detallados de la actuación de la temperatura sobre los procesos vitales de las plantas" (Clarke op.cit.).

Con este parámetro se pretende, entonces, caracterizar en forma más precisa las condiciones térmicas bajo las cuales los vegetales se desarrollan en la región en estudio. El cálculo tanto de la foto, como de la nictotemperatura se realizó con base en los datos mensuales y en las fórmulas propuestas por Went (1957). Las fórmulas que se utilizan para su determinación son las siguientes:

$$\text{Fototemperatura} = \text{Temp. Máx.} - 1/4 (\text{Temp. Máx.} - \text{Temp. Mín.})$$

$$\text{Nictotemperatura} = \text{Temp. Mín.} + 1/4 (\text{Temp. Máx.} - \text{Temp. Mín.})$$

De los valores obtenidos (Cuadro H) se deduce una relación, como en casos anteriores, entre el parámetro y la altitud. En las regiones más elevadas, en las estaciones de El Doctor y San Joaquín, se presentan los valores más bajos para la fototemperaturas mientras que para Toluimán y Teceautla, dos de las estaciones con más baja altitud, los valores son considerablemente mayores (mapa 7).

Para la nictotemperatura (Cuadro I) se presen

ta, de igual manera, la misma relación. Para la estación de El Doctor y San Joaquín los valores apenas sobrepasan los 10°C, mientras que para Tolimán, el valor es casi de 16°C (mapa 8).

H) Temperatura Mínima y Máxima Extremas. Como se mencionó con anterioridad, la consideración de las temperaturas mínimas y máximas resulta importante por estar relacionada con los límites de tolerancia de los vegetales, lo que queda explícito en los conceptos de temperatura Máxima y mínima efectiva y temperatura máxima y mínima de supervivencia ya citados.

Los vegetales reaccionan de determinada manera a las temperaturas extremas. Cuando la temperatura baja más allá de los cero grados, algunas plantas sufren el congelamiento de sus tejidos, lo que a su vez provoca que la planta muera o emigre; lo mismo sucede si las temperaturas sobrepasan cierto límite, con lo que la excesiva evapotranspiración tiende a alterar el comportamiento biológico de la planta, presentándose, de la misma manera, su muerte o emigración. Es, por lo tanto, importante considerar a los valores de las temperaturas extremas que se puedan presentar en el medio ambiente de las plantas.

Sin embargo, es importante hacer la aclaración de que las temperaturas extremas constituyen casos extraordinarios, por lo que, en forma preliminar, se puede pensar que este dato es menos representativo que los promedios de temperatura mínima y máxima. Sin embargo, se utiliza este

parámetro con el fin de encontrar posibles relaciones con el comportamiento espacial de la vegetación.

También es importante señalar, que las plantas presentan límites de tolerancia, en este caso representadas por las temperaturas extremas, muy variables. La falta de datos precisos de dichos límites de tolerancia para la mayor parte de los vegetales presentes en la región que aquí se estudia, dificulta la correlación entre su distribución y este parámetro.

Para el caso de las temperaturas máximas extremas, la altitud juega un papel importante. Así, la temperatura más elevada corresponde a la registrada en Tolimán, a principios de la década de los sesentas, con 42°C, mientras que para San Joaquín la máxima extrema, registrada en 1971 fue de 31.5°C.

Para el caso de las temperaturas mínimas extremas, en la estación de San Joaquín se registraron - 7°C, en 1974, mientras que para Tolimán la máxima extrema se registra en 1955 y corresponde a - 5°C.

I) Heladas. Este parámetro, corresponde también a los utilizados con fines de planeación agrícola.

La helada, o escarcha, "se produce cuando el rocío se congela, por haberse depositado sobre una superficie que acusa una temperatura igual o inferior a cero grados" (De Fina, 1975). Dentro de los elementos más importantes que determinan la aparición de este fenómeno se pueden citar, ade

más de la temperatura, el grado de nubosidad, la velocidad del viento, la sequedad del aire, la evapotranspiración y la forma de relieve, entre otros.

En nuestro país, las heladas se presentan debido a las invasiones de aire polar continental provenientes de Canadá y Estados Unidos. Según el Atlas del Agua (1976) este fenómeno se presenta a partir de los 1800 metros de altitud en nuestro país, aunque en algunos casos, este límite altitudinal puede presentarse por debajo de dicha cifra.

La importancia de las heladas se relaciona con el período vegetativo de las plantas. En el siguiente cuadro se presenta la relación entre las heladas y el momento del ciclo vegetativo en que ésta se presente (De Fina 1975) para una variedad de manzano.

<u>Momento del ciclo vegetativo</u>	<u>Daños sobre la cosecha</u>
Frutos verdes desarrollándose	-Perdida prácticamente total
Plena floración	-Merma de producción apreciable
Botones cerrados pero ya coloreados	-Daños insignificantes.
Botones florales cerrados sin color	- Ningún daño.
Reposo invernal	- Absolutamente ningún daño

Como puede observarse, la presencia de las heladas puede llegar, en el caso de que éstas se presenten de manera prolongada e intensa, a la destrucción de la planta completa. En el caso de la fruticultura, por lo tanto, es

importante considerar las fechas de la primera y última helada, pues en función del momento del ciclo vegetativo en que se presenten, se pueden esperar menores o mayores rendimientos. Para el caso de este trabajo, se pretende relacionar el número de días con heladas con los diferentes tipos de vegetación presentes en la región.

Como se observa en el mapa 9 correspondiente al número de días con heladas al año, la frecuencia de éstas refleja un control altitudinal más o menos claro. Por una parte, se observa que los valores más elevados corresponden a las porciones elevadas de la sierra, en las estaciones de El Doctor y San Joaquín, mientras que los valores registrados en Tolimán son apenas superiores a tres heladas al año (cuadro J).

J) Precipitación. La precipitación, junto con la temperatura, completan el binomio más importante que debe ser considerado para comprender la distribución de la vegetación. "La disponibilidad de agua influye, no solo en la intensidad, sino también en la forma del crecimiento" (Clarke 1963). El factor agua regula, entonces, a la distribución geográfica de la vegetación, por lo que es importante entonces considerar a la distribución espacial de la precipitación.

Debido a la posición geográfica de la región en estudio, se presentan una serie de condiciones que tienden a caracterizar la distribución de la precipitación. En primer lugar debe de considerarse la fuente de origen de dichas pre

cipitaciones, lo cual está relacionado con la procedencia de los vientos dominantes. Un segundo aspecto, digno de ser considerado, son las características topográficas de la región, que ya se han descrito en apartados anteriores. Estos dos e l e m e n t o s, los vientos y el relieve, permiten comprender las variaciones sustanciales en la distribución de la precipita ción en la región.

Como se mencionó con anterioridad, la región se ve afectada por vientos provenientes del noreste, mismos que en sus orígenes recogen la humedad en el golfo de México. En su recorrido, estos vientos se ven afectados por la dispo sición del relieve, por lo que van descargando lluvias a lo largo de las irregularidades montañosas de la Sierra Madre Oriental. A medida que se desplazan hacia el interior, los vientos pierden, humedad, presentándose, por lo tanto, exten sas regiones semidesérticas.

Para el caso específico de la región analiza da, lo anterior queda evidenciado al presentarse las zonas de máxima precipitación anual en las regiones elevadas de bar lo vent o, como lo establecen los datos registrados en las es taciones de San Joaquín y el Doctor, con más de 1000 mm y 800 mm respectivamente, precipitación captada a partir de las llu vias de carácter orográfico que se presentan a casi 3000 me tros de altitud. A partir de dicho punto, a medida que nos desplazamos hacia el oeste y sur de la región, las altitudes descienden considerablemente, y junto con ellas, los valores

para la precipitación, por lo que puede inferirse la importancia de los vientos como del relieve (ver mapa 10 y Cuadro K)

K) Indice de aridez. La temperatura y la precipitación han sido caracterizados como los elementos más importantes que desde el punto de vista ecológico explican el comportamiento espacial de los vegetales. Asimismo, diferentes autores han tratado de combinar estos dos elementos con el fin de determinar, de una manera más clara, al clima. Entre estos autores se puede citar a De Martonne (1916) Lang (1915), García (1973), etc. Para el caso del presente trabajo se ha utilizado el llamado Índice de aridez de Lang, que es el cociente resultado de dividir el valor para la precipitación media anual en mm, entre la temperatura media anual en grados centígrados. La consideración de este parámetro es útil, ya que, como lo menciona García (op cit) este cociente es importante "desde el punto de vista de su influencia en el medio físico, especialmente en los aspectos de la vegetación, agricultura, etcetera". Por otro lado, la determinación del cociente P/T es indispensable para el establecimiento de los diferentes subtipos climáticos.

De acuerdo a los resultados de dicho cociente se pueden obtener diversos valores, mismos que se engloban en los rangos que se enumeran a continuación (Maderrey, 1979):

- 0 - 20 Zonas de desierto
- 20 - 40 Zonas áridas
- 40 - 60 Zonas húmedas de estepa y sabana

- 60 - 100 Zonas húmedas de bosques claros.
- 100 - 160 Zonas húmedas de grandes Bosques.
- Mayer de 160 Zonas superhúmedas con prados y tundras.

Como se puede deducir del cuadro anterior, el índice de aridez es un índice de efectividad de la precipitación, combina la precipitación y la temperatura, considerando que mientras mayor sea la temperatura mayor será la evapotranspiración (Maderay, op cit). Así que puede concluirse que el índice de aridez refleja las relaciones temperatura - precipitación y facilita, si estos datos se grafican, la distribución en el tiempo de los déficits o meses secos y los húmedos.

Como se observa en las gráficas de la 6 a la 15, en donde se encuentran representadas la distribución de la precipitación y de la temperatura media anual, en algunos meses la línea que representa a la precipitación, se encuentra por debajo de la línea de la temperatura, lo que está caracterizando a los meses con deficit de agua, mismos que se presentan, fundamentalmente, entre los meses de Enero a Mayo, y de Octubre a diciembre. En el caso de la estación de Tolimán (gráfica 11) se puede observar que la línea que representa la precipitación se encuentra siempre por debajo de la línea de la temperatura, lo que caracteriza las condiciones de sequía propias de dicha estación. En el caso de la estación Villa Bernal (gráfica 12) se observa que existe un deficit

de agua en los meses de Enero a mayo y de octubre a diciembre, por otro lado, se presentan los meses húmedos; dentro de los cuales se pueden diferenciar dos rangos de humedad: los muy húmedos y los húmedos. El límite entre éstos está definido por los 100 mm de precipitación (García, comunicación personal). Por lo que para la estación junio sería el mes más húmedo por rebasar los 100 milímetros, y de julio a septiembre se tendrían los meses húmedos simplemente.

Para la elaboración de estas gráficas se siguieron los criterios sugeridos en el trabajo de García et al., (1983), con el fin de poder establecer la relación entre el comportamiento de las dos curvas.

Así, entonces, el índice de aridez permite caracterizar a las regiones de condiciones climáticas secas y húmedas, y ayuda a conocer el medio en el que los vegetales se desarrollan.

En el mapa 11 puede observarse que para la mayor parte de la región se presentan valores entre los 30 y 40 para el índice de aridez, y de acuerdo con los valores contenidos en el cuadro citado con anterioridad, corresponden a zonas áridas. Estos valores pueden reconocerse, principalmente en las porciones sur y occidente de la región en estudio.

Por otro lado se presentan valores más elevados para las estaciones de San Joaquín y El Doctor, en las porciones elevadas de la sierra al nororiente de la región, en donde la humedad es considerablemente mayor, con la conse

cuenta aparición de tipos de vegetación diferentes a los que se presentan en la región árida antes mencionada.

L) Humedad Relativa. La presencia de vapor de agua en la atmósfera constituye un factor importante para ser considerado en un estudio sobre distribución vegetal.

La importancia de la humedad ambiental se relaciona con la capacidad del aire para absorber las radiaciones térmicas, por lo tanto: " el aire húmedo se calienta más que el aire seco bajo la acción directa de los rayos solares" (De Fina, 1975). Además, la cantidad de vapor de agua en la atmósfera regula la desecación de los suelos e influye, asimismo, en la velocidad de transpiración de las plantas, interviniendo también en la aparición de plagas que pueden afectar la vegetación.

Más específicamente, es importante tener el conocimiento sobre el comportamiento espacial de la humedad relativa. Esta, se puede definir como "el cociente porcentual entre la cantidad de vapor de agua presente en el aire a una determinada temperatura y la cantidad máxima de vapor de agua que el aire podría contener a la misma temperatura" (De Fina op cit).

De la definición anterior puede deducirse que el porcentaje de humedad relativa se encuentra determinado por el factor temperatura. La humedad relativa, entonces, presenta variaciones importantes dependiendo de la hora del día,

la época del año, la altitud y la latitud.

Clarke (1963) establece la relación entre los porcentajes de humedad relativa y la presencia de tipos vegetales y climáticos distintos. Así, este autor establece que "el bosque lluvioso tropical está caracterizado por humedades relativas del 80 al 100%. Las regiones cuya humedad relativa es inferior al 50% se consideran de clima seco, y aquellas con valores inferiores al 20%, como extremadamente áridas"

Para el caso específico de nuestra región, como sucedió en el caso de la insolación, este parámetro no pudo ser determinado en forma directa ante la carencia de datos de este tipo que normalmente son registrados en observatorios meteorológicos, que no existen en la región. Por lo tanto, los valores que aquí se describen solo pueden considerarse aproximados, y fueron tomados del Atlas del agua de la República Mexicana (1976), correspondiendo a las lecturas efectuadas a las 14 horas durante los años comprendidos entre 1951 y 1960.

Para la zona que nos ocupa el Atlas del agua refiere una humedad relativa media anual de 40 a 50%. En las partes elevadas de la sierra, cercanas a los 3 000 metros de altitud, se presentan valores de 50%, lo que constituiría, según Clarke (op cit) una humedad relativa característica de climas transicionales, entre los secos y los lluviosos. Por otra parte, el resto de la región presentaría características de clima seco, según el mismo autor, pues los valores de humedad

relativa oscilan alrededor del 40%.

M) Climas. En este apartado se incluyen, en forma sintética, algunas de las características climáticas que se presentan en la región. Para ello, se utiliza la clasificación climática de Köppen modificada por García (1973).

En una primera aproximación, puede observarse que existen dos tipos fundamentales de climas los secos BS, y los templados con lluvias en verano Cw. Los primeros, ocupan la mayor parte de la región en estudio, mientras que los segundos se presentan únicamente en las regiones o porciones elevadas de las montañas, en la porción norte de la zona. (mapa 12).

Aplicando las modificaciones recomendadas por García (op cit), dentro de los climas secos, se detectaron cinco tipos y subtipos, como son:

BSchw"(e). Este tipo climático se reconoce hacia el extremo noroccidental de la región en estudio, en la localidad de Tolimán. Se trata de un clima semiseco o semiárido, el más seco de los BS; con temperatura media anual, entre 18° y 22°C que lo hace ser semicálido, presentando una temperatura inferior a 18° durante el mes más frío del año; régimen de lluvias de verano, con presencia de canícula o sequía de medio verano y oscilación térmica entre 7° y 14°, lo que lo enmarca dentro de los climas extremosos.

BS₁Kw(e)g. Este tipo climático se presenta en la porción oeste de la región, en la localidad de Villa Ber

nal, con las siguientes características: semiseco, el menos seco de los BS; templado con verano cálido, régimen de lluvias en verano; oscilación térmica entre 7° y 14°, lo que lo hace extremo, y la marcha de la temperatura es tipo ganges, es decir, el mes más caliente se registra antes del solsticio de verano.

BS₁kw"(e)g. Este clima se localiza en un amplio sector presente desde la porción suroeste, alrededor de la estación Presa Centenario, hasta la porción central de la región, englobando las estaciones de Cadereyta y Vizarrón. Sus características son las siguientes: semiárido, el menos seco de los BS; con temperatura media anual entre 12 y 18°C lo que lo hace ser templado con verano cálido, presentando temperaturas entre menos tres y 18° en el mes más frío y en el mes más cálido superior a los 18°C; presenta canícula y es extremo, con oscilaciones térmicas anuales entre los 7° y los 14°, y la marcha de la temperatura es de tipo ganges.

BS₁hw"(e)g. Este tipo climático se presenta en la porción sur de la región, englobando las estaciones de Paso de Tablas y Tecozautla. Se trata de un clima semiárido o semiseco, el menos seco de los BS; semicálido con régimen de lluvias de verano que presenta canícula; es extremo y la marcha de temperatura es de tipo ganges.

BS₁hw"(i')g. Es característico del oriente de la región, alrededor de la estación de Zimapán. Se trata de un clima semiseco, el menos seco de los BS; semicálido con

régimen de lluvias en verano que presenta céntrica; presenta poca oscilación térmica, entre 5° y 7°C y la marcha de la temperatura es de tipo ganges.

Además de los climas descritos, en su generalidad secos, se presentan dos variantes para los templados, que son:

Cw₂b(i')g. Este clima, se presenta en las porciones elevadas de las montañas situadas al norte de la región. Sus características son las siguientes: templado subhúmedo, el más húmedo de los subhúmedos; presenta un verano fresco y largo; presenta asimismo una oscilación térmica anual entre 5° y 7° y la marcha de la temperatura es de tipo ganges,

Cw"₂b(i)g. Este clima se presenta en la porción norte de la región, sobre las elevaciones cercanas a los 3 000 metros de altitud. Es muy similar al anterior solo que es isotermal debido a que la oscilación térmica anual es menor de 5°C.

Como puede observarse, en las características climáticas antes mencionadas intervienen, por un lado, la altitud, que determina además de variaciones térmicas, una variación importante en lo que respecta a precipitación. Esta distribución desigual de la humedad interviene también para caracterizar a los climas extremos, que en su totalidad corresponden a los secos. Asimismo, se observa una predominancia en la marcha de la temperatura que por lo general es de tipo ganges; esto puede explicarse a partir del desplazamiento

te del ecuador térmico hacia el norte, lo que ocasiona que los registros de máxima temperatura mensual se presenten antes del solsticio de verano.

Per otro lado, el sistema de clasificación aplicada a las lo estaciones meteorológicas da por resultado variaciones de humedad. Es decir, se tienen climas semisecos BS_1 y subhúmedos Cw_2 . Sin embargo, este sistema contempla una transición e evolución paulatina por lo que al mapearse estos datos aparecen los valores intermedios de humedad, es decir, el Cw_0 y el Cw_1 de los cuales no se pueden decir mayores características.

III GEOLOGIA.

Los trabajos de caracter geológico son relativamente escasos para la región que aquí se estudia. Entre los pocos trabajos que existen se pueden citar a los de Segstrom (1961), cuyas descripciones forman parte básica en la identificación geológica de esta tesis; los trabajos cartográficos del Instituto de Geología de la UNAM, basados en gran parte en el autor mencionado, y los mapas litológicos editados por la DGGM, que permitieron la identificación de los tipos de rocas presentes.

Desde el punto de vista geológico, la región presenta contrastes importantes, existen rocas que atestiguan diferentes eventos geológico-geomorfológicos a lo largo de la evolución de la misma. Se presentan rocas distintas en su origen y en su edad; rocas sedimentarias tanto de origen marino como continental, así como rocas de origen volcánico y plutónico y rocas metamórficas, lo que permite hacer una reconstrucción de las etapas evolutivas de la geología de la región. (mapa 13)

Desde el punto de vista geomorfológico, se pueden detectar tres grandes unidades: la planicie, el piedemonte y la zona montañosa. La primera, corre con dirección norte-sur en la porción occidental de la región, siendo más amplia en su parte meridional, estrechándose a medida que nos desplazamos hacia el norte. La segunda unidad, el piedemonte,

está constituida por materiales acarreados desde las eminencias montañosas, que constituyen a la tercera unidad geomorfológica, presentando pendientes transicionales entre la primera unidad y ésta última. La zona montañosa, como ya se mencionó, corresponde a las primeras manifestaciones de la Sierra Madre Oriental, formando parte del extremo meridional de la Sierra del Doctor.

En cada una de estas unidades se presentan variaciones sustanciales en cuanto a los tipos de rocas que las constituyen. A continuación se describen las principales características de las formaciones geológicas presentes en la región.

M E S O Z O I C O

El mesozoico en la región está representado por rocas esencialmente de origen marino, algunas de las cuales presentan rasgos de metamorfismo que han alterado las características originales de las mismas.

Jurásico. Las rocas correspondientes a esta época están representadas por lutitas y limonitas calcáreas con un grado de metamorfismo bajo, que les da características filíticas. Estas rocas se intercalan con calizas arcillosas y capas delgadas de pedernal, presentando poca resistencia a los agentes de modelado, lo que ocasiona la aparición de pendientes en muchos casos abruptas. Estas rocas metamorfidadas corresponden al jurásico superior y se conocen como formación las Trancas. Esta formación se presenta cubriendo una

extensión considerable en la porción noroccidental de la re
gión, formando parte de la unidad montañosa. La constitución
arcillosa de sus rocas, y la falta de una red de fracturas
densa, determinan que en estas rocas se presente más escurri
miento o acumulación de agua en el exterior, siendo la infil
tración de menor importancia.

Cretácico. Sobre la formación descrita con
anterioridad descansan en discordancia erosional rocas cali
zas de espesor variable, estratificadas y masivas, conocidas
como formación El Doctor. Esta unidad geológica está amplia
mente distribuida en la zona montañosa, disponiéndose en ca
denas paralelas entre sí en la porción noreste de la región
en estudio. Se trata de rocas calizas casi puras interestra
tificadas con dolomías y bandas o nódulos de pedernal. Sus
constituyentes, así como la red de fracturas que sobre estas
rocas se presenta, determina una alta infiltración, que pue
de también inferirse ante la carencia de rasgos erosivos su
perficiales causados por la esorrentía del agua. En algunos
casos, principalmente en las zonas de mayor humedad, se desa
rollan rasgos kársticos, evidenciados por la presencia de
terra-rossa y lapiaces.

Encima de esta unidad litológica, se presen
ta un tercer componente de origen marino, conocido con el nom
bre de formación Soyotal. Esta formación se encuentra consti
tuida por calizas y lutitas calcáreas, así como limonitas y
areniscas intercaladas. Sus características determinan, en

gran medida, su susceptibilidad a ser erosionadas, por lo que el relieve montañoso compuesto por esta formación presenta una irregularidad mucho mayor que el caso de las montañas compuestas por la caliza El Doctor, debido al escaso poder de infiltración de aquéllas.

Las tres formaciones descritas fueron plegadas durante la Revolución Laramídica, también conocida como Hidalguense a fines del cretácico y principios del cenozoico, y constituyen alineaciones montañosas con dirección noroeste-sureste. Estas alineaciones presentan afallamientos inversos paralelos, orientados en la misma dirección.

C E N O Z O I C O

A partir del cenozoico se presenta un cambio fundamental en los procesos geológicos: termina la sedimentación marina, dando paso a los procesos continentales.

Terciario. Una vez que aparecen las primeras elevaciones originadas por el plegamiento, éstas empiezan a ser afectadas por los agentes del modelado, lo que determina la acumulación de conglomerados de caliza cementados con una matriz de arcilla calcárea rojiza. A este conglomerado, que data del paleógeno, se le ha dado el nombre de El Morro, y se presenta en porciones de terreno de escasa extensión, generalmente asociados a la Caliza Morelos, en diferentes puntos del centro y este de la región.

Por otro lado, durante el paleógeno, y prin

principalmente el neógeno, aparecen derrames de rocas volcánicas, entre las que predominan las riolitas, mismas que tienen una clara expresión al sur de la región en la porción tanto occidental como oriental. Estos derrames presentan una red de fracturas importante en cuanto a su densidad, mismas que han permitido el desarrollo de un drenaje profuso que origina el aspecto irregular de los lomeríos y montañas compuestas por estas rocas. También se encuentran derrames de tipo riolítico en la porción occidental y noroccidental de la región, mismos que poseen, en términos generales las mismas características que las citadas para los derrames meridionales.

Plioceno-Fleistoceno. Durante esta época se presentaron manifestaciones volcánicas que dejaron una clara huella en la porción suroriental de la región. Los materiales emitidos son tobas y derrames de tipo basáltico que cubren a los derrames riolíticos mencionados en el apartado anterior. El relieve originado por estos derrames basálticos es principalmente de pendientes bajas, hecho explicable por la fluidez de este tipo de materiales.

Ya en el cuaternario, el acarreo de materiales origina la aparición de un piedemonte bien desarrollado, que constituye la segunda unidad geomorfológica. Este piedemonte está compuesto de una serie de abanicos aluviales coalescentes que se desarrollan en la ruptura de pendiente entre la montaña y la planicie. Los conglomerados que la constitu-

yen tienen la característica de presentar un alto grado de permeabilidad, por lo que existe una escasa disponibilidad de agua en superficie.

Por último, se presentan los materiales aluviales finos sobre la planicie de nivel de base, mismos que son utilizados en la región con fines agrícolas.

Rocas Intrusivas. En la región se encuentra presente la huella del magmatismo intrusivo en un gran número de lugares, todos ellos relacionados con los plegamientos. Entre los casos más notables se encuentra la llamada Peña de Bernal, con 350 metros de altura y unos 500 de diámetro; se presentan asimismo, intrusiones al moreste de la región desarrolladas sobre las calizas y teniendo una extensión mayor al primer caso citado, pero sin representar cuerpos litológicos importantes a nivel regional, tanto por su extensión como por su número. La roca que compone a estos cuerpos intrusivos es fundamentalmente de tipo granítico, variando en cada caso la cantidad de contenido de cuarzo. En algunos casos se puede observar un metamorfismo de la caliza por contacto debido a las intrusiones, pero para los objetivos que se persiguen en este trabajo sería imposible considerar a este tipo de rocas por su escasa representación espacial en la región.

Como se puede observar, la diversidad geológica y el comportamiento de cada unidad presenta una variedad notable.

Resumiendo la información geológica, se pue

den establecer las siguientes etapas de desarrollo de la geología y geomorfología.

Una primera etapa consistente en la sedimentación en un medio marino durante el jurásico-cretácico. En esta etapa se constituyen las formaciones Trancas, El Doctor y Soyotal.

En la segunda fase ocurre el levantamiento de los sedimentos marinos a fines del Cretácico y se continúa durante el paleógeno, presentándose las intrusiones que afectan a los plegamientos, mismos que, al ser afectados por los agentes de modelado, originan los conglomerados del Grupo El Morro, los más antiguos sedimentos continentales del centro del país.

Posteriormente, ya en el neógeno, la orogénesis se lleva a cabo a través de manifestaciones volcánicas, fundamentalmente de tipo ácido e intermedio, para posteriormente ser cubiertas, en parte, por materiales pliocuaternarios, tanto piroclastos como lavas, en este caso de tipo básico.

Durante el cuaternario, las estructuras sufren cambios debido fundamentalmente a la acción de los agentes exógenos que le imprimen su huella en forma clara.

IV VEGETACION.

La flora de México no ha sido aún suficiente mente estudiada, no obstante existir trabajo que incluyen la descripción de un gran número de plantas. Entre las causas que han influido a este respecto, se puede citar, como menciona Rzedowsky (1978) a la falta de exploración de algunas partes del territorio y al grán número de especies probables existentes en México, que según el mismo autor, son más de 20 000.

Lo anterior ha originado, que se carezca de información a cerca de algunos aspectos de suma importancia que rigen el comportamiento espacial de las especies; entre éstos, figuran las determinaciones de tolerancia, migraciones, adaptaciones y reemplazabilidad asi como todos aquellos factores de relación de las especies entre sí y con los factores ambientales del medio.

La tolerancia, como se mencionó en los primeros capítulos, es la capacidad del organismo para responder a su medio. Esta capacidad esta regida por el acervo genético producto de una evolución de la especie. Asi se puede decir que cada una y todas las especies vegetales son capaces de existir y reproducirse, de manera sucesiva, solamente dentro de ciertos rangos de los parámetros ambientales sean climáticos, edáficos etc., cuyos límites extremos representan la tolerancia que tienen las especies a las condiciones externas. Algunos autores han caracterizado ciertos aspectos de -

la interacción entre condiciones climáticas variables y la zona de tolerancia de las especies vegetales. Por ejemplo, Densereau (1957), estudio el medio típico del Bosque de Picea - Abies y observó que las condiciones óptimas para el crecimiento de éste son de un clima frío y húmedo; éstas cambiaron a través del tiempo presentandose un calentamiento; por lo que las especies se desarrollaron con mayor intensidad en el límite latitudinal superior de su zona.

Lo anterior es posible debido a la existencia de reemplazabilidad de factores abióticos con el cual se compensa un factor limitante por otro. Así se puede decir que la altitud de un lugar puede ser sustituida por la latitud, o bien el grado de inclinación de una pendiente y su dirección se puede sustituir por la latitud, ya que dependiendo del ángulo de exposición de la radiación va a depender la temperatura; por lo que si se requiere de gran temperatura se descendera en latitud y viceversa. La precipitación puede ser reemplazada por el rocío o niebla, etc.

Otras veces la población se adapta; lo cual implica una capacidad para hacer frente a las condiciones del medio natural y para utilizar sus recursos; presentandose manifestaciones morfológicas o fisiológicas de los organismos. Así, podemos decir, que la planta o propiamente dicho la adquisición de algún carácter o elemento de la planta le permite hacer un uso más completo de los nutrientes, agua, temperatura o luz disponibles, o protegerla contra los factores

adversos como temperaturas extremas, insectos dañinos y enfermedades.

También, se ha observado que la distribución de la vegetación depende de la competencia entre especies, las cuales luchan por un espacio vital o por su alimentación. Organismos de una misma especie compiten por el espacio, la luz, los nutrientes y otros elementos del medio. Cuanto más se parezca una especie a otra, más semejantes serán sus necesidades y por tanto más intensa su rivalidad, pues ocupan el mismo nicho. Así se sabe que en general, la rivalidad entre especies del mismo género es más intensa que la que existe entre las especies pertenecientes a géneros diferentes.

Estos aspectos, entre otros son los que impiden en un momento dado, caracterizar de manera definitiva al comportamiento de la distribución de la vegetación; lo cual requiere de la intervención de una amplia gama de especialistas como fisiólogos, botánicos, ecologistas, biogeógrafos, etc y un mayor número de investigaciones teóricas y experimentales con el fin de lograr una serie de conocimientos necesarios que desemboquen en conclusiones contundentes que refuercen los estudios biogeográficos.

Existe una diversidad florística en México que puede explicarse, entre otras causas a la variedad fisiográfica y climática característica de nuestro país, aspectos que se relacionan, asimismo, con el gran número de endemismos que se presentan.

Otro elemento que puede considerarse como de terminante para la diversidad florística mexicana se refiere a la situación geográfica del país, situación por demás estrategica, debido a que el territorio constituye un puente entre el norte y sur de America, lo que da como resultado la compleja presencia de vegetación característica de dos reinos fitogeográficos de distinta naturaleza, el Holártico y el Neotropical.

Así, Rzedowsky (op cit) establece relaciones geográficas de la flora mexicana con la flora meridional y septentrional del continente americano, caracterizando al territorio mexicano como una zona transicional sobre la cual se establecen tipos de vegetación de ambientes diferentes. De esta manera, se establecen afinidades entre la vegetación de Chiapas, por ejemplo, con aquella que se desarrolla en el istmo centroamericano; de la misma manera, la vegetación de las altas montañas de México puede también relacionarse con la del oeste de los Estados Unidos.

"Con fundamento en el análisis de afinidades geográficas de la flora de diferentes regiones del país, y tomando también en cuenta los conocimientos acerca de endemismos, se reconoce en el territorio de México la existencia de 17 provincias florísticas que pueden agruparse en cuatro regiones, y éstas, a su vez en dos reinos" (Rzedowsky, 1978). Los dos grandes reinos referidos, tanto el Holártico como el Neotropical, están representados en nuestro país a lo largo de su territorio.

De acuerdo a Rzedowsky (op cit), el reino holártico en nuestro país se representa en forma característica en la porción noroccidental del Estado de Baja California, comprendiendo a la región pacífica - norteamericana. El reino Neotropical, comprende, a su vez, dos regiones que son: la Caribeña y la Xerofítica mexicana, Una cuarta región corresponde a la Mesoamericana de montaña, la cual no puede ser considerada ni Holártica exclusivamente, ni tampoco puramente Neotropical, sino que en realidad constituye una zona de transición en la que los elementos vegetales de ambos reinos se entremezclan dándole características distintivas a dicha región.

Para el caso concreto que aquí se estudia se puede considerar, en una primera aproximación la presencia de elementos vegetales tanto de tipo Holártico como Neotropical. De acuerdo con Rzedowsky (1978) la zona en estudio que daría comprendida, a su vez, entre las regiones Xerofítica mexicana por un lado, y Mesoamericana de montaña por el otro. Precisando aun más quedaría incluida en la provincia de la altiplanicie, que corresponde a la región Xerofítica mexicana, y a la provincia de la Sierra madre Oriental, que forma parte de la región Mesoamericana de montaña.

La provincia de la altiplanicie corresponde a la región fisiográfica del mismo nombre, que incluye vastas regiones del norte del país y que se extiende en dirección sur hasta los estados de Puebla y Tlaxcala. La altitud en su

territorio varía, en general, entre los 1000 y los 2 000 metros. "El número de especies endémicas es muy considerable, y su abundancia es favorecida por la diversidad de sustratos geológicos" Rzedowsky (1962).

La provincia de la Sierra Madre Oriental incluye, de la misma manera, a la región fisiográfica del mismo nombre. Se extiende desde los estados de Coahuila y Nuevo León hasta los de Veracruz y Puebla, presentándose, en la región en estudio, en la porción nororiental de la misma. Sus altitudes, por lo general son superiores a los 1 500 metros, presentándose en un gran número de casos, elevaciones superiores a los 3000.

Dentro de los estudios biogeográficos realizados en México son los de Miranda y Rzedowsky los que destacan. Este último influyo en los trabajos que de America Latina realizó Cabrera (1973).

A diferencia de Rzedowsky, Cabrera divide estos reinos o regiones en dominios, provincias y distritos. Así el reino Holártico comprende al Dominio norteamericano pacífico y dentro de éste está la provincia del Bosque Montano.

La región neotropical comprende al Dominio Caribe y dentro de éste se presentan dos provincias: la mesoamericana de montaña y la Xerofila mexicana, Esta última esta formada por tres distritos: Sonoriano, Chihuahuano y árido del sur de México.

De acuerdo a este autor la zona de estudio queda comprendida en la Región Neotropical, en el Dominio Caribe

en las provincias Mesoamericana de montaña y xerofilamexicana y dentro de esta última en el distrito árido del sur.

A) Técnicas de muestreo de vegetación utilizadas. Existen diversas técnicas de muestreo de vegetación, mismas que son manejadas en función de los objetivos que se persiguen.

En términos generales, los muestreos de vegetación pueden ser clasificados dentro de dos tipos. El primero implica la consideración de las especies vegetales incluidas en una área determinada, lo que constituye un muestreo de tipo florístico. Por otro lado, se tienen los muestreos de carácter fisonómico, en los cuales se consideran características no florísticas, como sería la densidad, cobertura, etc. En la presente tesis, ambos criterios, tanto el florístico como el fisonómico, son considerados.

Los ecólogos, en sus estudios sobre vegetación, utilizan principalmente la técnica de muestreo de área mínima (Pears, 1977). El área mínima se puede definir como la superficie del terreno en la que todas las especies que componen a una comunidad vegetal están representadas. La extensión del área mínima, es decir, la superficie a ser considerada en el muestreo, puede ser sumamente variable. Su determinación se puede llevar a cabo por métodos gráficos y por el método de cuadrantes.

El método gráfico consiste en considerar sobre un sistema de ejes coordenados, al número de especies y

al tamaño del cuadrante, el primer aspecto corresponde al eje de las "Y" y el segundo al de las "X". Así, graficando los resultados, se observa, generalmente, que a medida que se incrementa el tamaño del cuadrante, el número de especies sufre aumentos también considerables, hasta llegar a un punto, en el que la curva se estabiliza, es decir, que no existen nuevas especies (ver gráfica I).

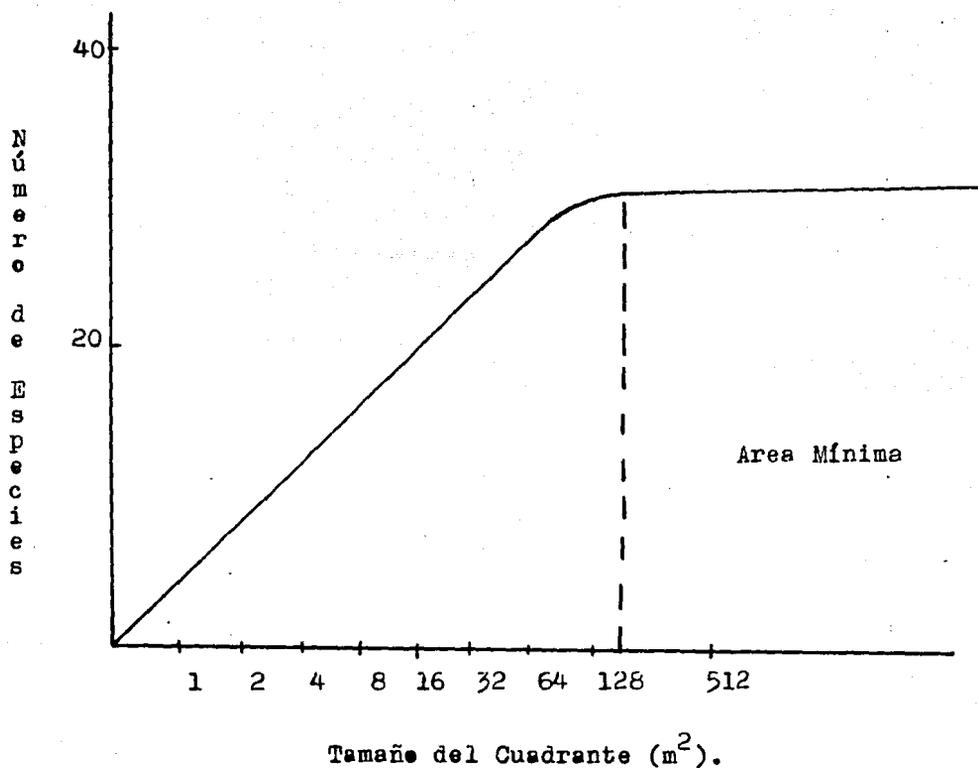
El método de cuadrantes consiste en considerar una área de tamaño pequeño, por ejemplo 20 m^2 , en la cual se identifican todas las especies presentes. Posteriormente, se considera un cuadrante del mismo tamaño contiguo al primero, en el que se registran nuevamente, las especies presentes. En el caso de que en este segundo cuadrante no se presenten especies diferentes a las registradas en el primero, se puede considerar que los 20 m^2 medidos en un principio, son representativos del áreamínima para la comunidad que se muestrea. En el caso contrario, es decir, que aparezcan nuevas especies no registradas, debe considerarse un tercer cuadrante, y así sucesivamente hasta que no se registren variaciones en las especies consideradas.

A partir del muestreo por área mínima, se pueden obtener toda una serie de variables tanto florísticas como fisonómicas, por ejemplo, especie dominante, densidad, frecuencia, vitalidad, etc. (Pears op cit).

Para el caso de los muestreos realizados, en esta tesis se incluyen a las especies presentes y el tipo de

GRAFICA I

Area - Número de Especies.



En esta gráfica se muestra como a medida que se incrementa el tamaño del cuadrante aumenta, asimismo, el número de especies colectadas hasta llegar a un punto en que no aparecen nuevas especies, lo que se registra cuando la curva se estabiliza. El punto donde la curva se estabiliza, representa el área mínima en donde todas las especies de una comunidad vegetal quedan representadas.

asociación, mismos que se consideran como más importantes y que permiten la correlación de los elementos climáticos y geológicos, objetivo de la presente.

B) Sitios de Muestreo. Los sitios de muestreo se establecen en función de los objetivos que se persiguen en el trabajo a desarrollar. En este caso, (ver mapa 14) se de terminaron once sitios de muestreo para la vegetación. Estos, se ubicaron dependiendo de las características climático - geológicas las cuales se resumen en el cuadro L.

En dicho cuadro se ubican por coordenadas a los sitios donde se llevaron a cabo las colectas, la altitud de estos, como las características climáticas que se han descrito en el capítulo correspondiente. Por otro lado se menciona el tipo litológico sobre el cual descansaba la vegetación.

A manera de ejemplo describiremos las características del punto uno. Se encuentra localizado en las coordenadas 20° 39' de latitud norte y 99°21'; a 2000 metros sobre el nivel de mar, la temperatura media anual fluctúa entre los 18° y 19°C, existe una acumulación de calor entre los 1900 y los 2 000 grados, con la presencia de 200 horas frío, los promedios de temperatura máxima entre 26° y 27°, los de mínima entre 10° y 11°, presenta una fototemperatura de 23° y 24°C como una nictotemperatura entre lo 14° y 15°, el período de heladas es de 10 y 15 días al año; la precipitación es de 400 a 500 mm por año, presenta una humedad relativa del 40%, con un índice de aridez entre 20 y 30, su clima es BS₁hw, es de

cir un clima semiseco, el menos ~~asco~~ de los BS, semicálido con lluvias de verano, el sustrato geológico esta caracterizado por riolitas.

A continuación se referiran los resultados para cada sitio de muestreo, incluyendose tanto las especies dominates colectadas como las asociaciones vegetales más importantes, mismas que fueron obtenidas a partir de las cartas de Use del Suelo, publicadas por la DGGTN.

Muestreo # 1. Según la cartografía referida (DGGTN) se presenta una comunidad compuesta por Cardonal, matorral subinerme y nopalera. Se colectaron las siguientes plantas:

- Acacia Farnesiana ("Huizache")
- Equinocactus sp. ("biznaga")
- Jatropha dioica ("sangre de drago")
- Mammilaria sp. ("Biznaga")
- Mimosa biuncifera ("uña de gato")
- Opuntia imbricata ("xoconostli o cardón")
- Opuntia megacantha ("hopal de castilla")
- Opuntia lasiocantha ("hopal")
- Tillandsia recurvata ("heno o gallitos.")

Muestreo # 2. Según la cartografía se presenta una comunidad compuesta por matorral subinerme, nopalera cardonal, habiéndose encontrado las mismas especies que en el sitio anterior. Se recolecto además:

Teloschistes ("Liquen").

- Muestreo # 3 La cartografía indica una asociación de matorral subinerme, nopalera y cardonal, como en el caso antes descrito; presentándose en su totalidad, las mismas especies.
- Muestreo # 4 La cartografía muestra una asociación de nopalera y matorral subinerme, presentándose también en este caso las mismas especies hasta ahora mencionadas.
- Muestreo # 5 Se refiere en la cartografía una asociación de matorral subinerme, cardonal e izotal. Se presentan las mismas especies que en casos anteriores, a excepción de la Opuntia megacantha y Opuntia lasiocantha. Además, se presentan un número importante de izotes Yucca sp.
- Muestreo # 6 La cartografía marca una asociación de matorral subinerme y cardonal. Se presentan las mismas plantas que para el punto número 5, no presentándose en este caso los izotes.

Opuntia imbricata ("Cardón")

Acacia sp.

Equinocactus sp. ("Biznaga")

Jatropha dioica ("Sangre de Drago")

Mimosa biuncifera ("Uña de Gato")

Teloschistes ("Liquen")

Tillandsia recurvata ("Heno")

Muestreo # 7 Aparece una asociación de matorral subinerme, cardonal y matorral crasirrosulifolio espino so, en donde se encontraron las siguientes especies:

- Acacia farnesiana ("Huizache")
- Chenopodium sp. ("Epezote"; "quelite")
- Equinocactus sp. ("Biznaga")
- Fouquieria splendens ("Ocotillo")
- Jatropha dioica ("Sangra de Drago")
- Mammillaria sp. ("Biznaga")
- Mimosa biuncifera ("Uña de Gato")
- Myrtillocactus geometrizans ("Garambullo")
- Opuntia imbricata ("Cardón")
- Zinnia sp. ("Mal de Ojo" o "Teresita")

Muestreo # 8 Le corresponde, según la cartografía utilizada, una asociación caracterizada por el matorral subinerme. Se recolectaron las siguientes plantas:

- Bidens sp.
- Equinocactus sp. ("Biznaga")
- Fouquieria splendens ("Ocotillo")
- Karwinskia humboldtiana ("Tullidora")
- Mammillaria sp. ("biznaga")
- Mimosa biuncifera ("Uña de Gato")
- Sesuvium sp.

Muestreo # 9 Se refiere para este caso una vegetación de pasto natural y matorral subinerme. Las plantas colectadas son:

Acacia sp

Bidens sp.

Fouquieria Splendens ("Ocotillo")

Jatropha dioica ("Sangre de Drago")

Karwinskia humboldtiana ("Tullidora")

Lycium sp.

Opuntia imbricata ("Cardon").

Parthenium incanum ("Mariola")

Sesuvium sp.

Muestreo # 10. La cartografía refiere una asociación compuesta de matorral subinerme e izotal, del que se colectó:

Artemisa, sp.

Baccharis conferta

Yucca sp.

Muestreo # 11. En la cartografía se observa, para este caso, una asociación compuesta por matorral subinerme, Bosque natural de latifoliadas (encino y bosque natural de coníferas (pino). Las plantas colectadas son:

Artemisa sp.

Baccharis conferta

Cupressus sp. ("Cipres o Cedro")

Desmodium sp.

Funaria Hygrometrica

Geranium sp.

Juniperus flaccida ("Tascate")

Mimosa biuncifera ("Uña de Gato")

Oenothera rosea

Pinus cembroides ("Pino")

Pinus pseudostrobus ("Pino")

Quercus sp. ("Encino")

Quercus microphyla ("Encino Chaparro")

Stevia sp.

Cabe hacer la anotación de que las épocas de recolección fueron, para los puntos 4, 10 y 11 en el mes de Junio de 1982, los muestreos 7, 8, y 9 se llevaron a cabo en noviembre del mismo año, mientras que los muestreos restantes 1, 2, 3, 5, 6, se realizaron en marzo de 1983.

Por lo que se puede observar que se han realizado en épocas con condiciones climáticas diferentes.

V RELACION ENTRE LA VEGETACION Y LOS ELEMENTOS CLIMATICOS - GEOLOGICOS.

Una vez detallada la información tanto climática como geológica, y descritas las especies encontradas en cada sitio de muestreo, se trató de establecer la relación entre estos elementos.

La relación que guarda la vegetación con los elementos geológicos y climáticos se manejan en este capítulo de dos maneras diferentes. La primera, corresponde a las relaciones particulares entre el clima y la geología con las especies vegetales detectadas a partir de los muestreos. Además, se intenta establecer las posibles relaciones entre los elementos mencionados utilizando en este caso no a las especies colectadas, sino a las asociaciones vegetales presentes en la región, para lo cual se utilizan mapas geológicos y de uso del suelo editados por la DGGMN, así como la cartografía climática elaborada para esta tesis.

A) Relación entre las especies vegetales el Clima y la Geología. Para establecer estas relaciones se toman en cuenta 35 especies colectadas en once muestreos a lo largo de la región. Cabe mencionar, que el 97% de las especies reflejan una relación clara con los elementos climáticos y geológicos; es decir, que únicamente una de las especies consideradas, no presenta una relación clara con estos elementos.

En función, de las relaciones establecidas

se puede realizar una clasificación de las especies consideradas. El primer grupo, constituido por las especies que presentan una relación detectable tanto con el clima como con la geología; el segundo grupo formado por especies que presentan una relación evidente únicamente con las condiciones climáticas, y el tercer grupo, compuesto por aquellas especies que no reflejan un comportamiento claramente definido ni con el clima ni con la geología.

Para lograr establecer las relaciones que aquí se pretenden, se realizó el cuadro M, en el cual se muestran los límites de tolerancia de carácter climático y geológico, para la vegetación comprendida en la región. A manera de ejemplo se van a describir los límites en que se encuentra a la Opuntia imbricata, en cuanto a altitud se refiere se localiza entre los 1800 y 2100 metros, con un rango de temperatura entre los 15° y 20°, con una acumulación de calor de 1300 a 2100 y entre 100 y 500 horas frío, los promedios de temperatura en que se registra esta especie fluctúan entre los 7° y los 11° de temperatura mínima y los 23° y 28° de temperatura máxima. Las temperaturas óptimas en que se desarrolla son para la fottemperatura entre los 19° y 24° y para la nictotemperatura entre 11° y 15°; el promedio de heladas anuales es de 5 a 30, se localiza en las regiones que presenten precipitaciones anuales entre los 400 y 800 mm con una humedad relativa del 40% y un rango de aridez entre los 20 y 60, el clima fluctúa entre un BS₁hw a un Cw₁; el sustrato geológico

en el que se desarrolla es tanto ígneo como sedimentario, así se localiza en Riolita, Andesita, Caliza, Arenisca.

Así teniendo estos rangos se pudieron establecer los resultados que a continuación se describen.

1) Relación entre las especies vegetales con las condiciones climático - geológicas. En este inciso, se incluyen aquellas especies en las que se refleja un comportamiento estrechamente vinculado al sustrato geológico, y a las condiciones climáticas. Entre las especies referidas se pueden citar a las siguientes:

Opuntia lasiocantha ("Nopal")

Opuntia megacantha ("Nopal de Castilla")

Se colectaron en los sitios de muestreo 1, 2, 3, y 4, ausentándose en los demás sitios o muestreos realizados. Observando las características de cada uno de los sitios de muestreo (ver cuadro L) se puede apreciar que cada caso se presenta el mismo sustrato geológico, en éste de riolitas. Al no presentarse ningún sustrato geológico de naturaleza distinta, no obstante que las condiciones climáticas son bastante semejantes, se puede considerar que estas plantas guardan estrecha relación con el sustrato geológico que las mantiene. Asimismo, se puede observar, que ambas especies se presentan únicamente en climas de tipo semiárido (ver cuadro). Sin embargo, cabe hacer la aclaración de que no se reporta la existencia de las dos especies mencionadas en el sitio de muestreo número 5, no obstante presentar condiciones climáticas

semejantes y el mismo sustrato geológico, lo que nos lleva a pensar que existe otro elemento, probablemente no climático ni geológico, que impide el desarrollo de dichas especies en este punto.

Tillandsia recurvata ("heno")

En este caso, la especie fué colectada para los seis primeros muestreos, no presentándose en ningún otro. La totalidad de los sitios en que se muestreo y recolectó, presentan clima seco (Cuadro M), y están constituidas, en sutotalidad, por sustratos geológicos ígneos, con lo que queda establecida la relación con la geología.

Teloschistes sp. ("Liquen")

En este caso, como en el anterior, únicamente se presenta sobre rocas ígneas, aunque en el primer punto de muestreo, con condiciones climático- geológicas semejantes a los puntos de muestreo, 2, 3, 4, 5, 6, en que sí se reporta, no fué detectada esta especie.

Fouquieria splendens. ("Ocotillo")

Esta especie fué colectada en los puntos de muestreo 7, 8, y 9, con base en las características de éstos, se puede establecer la relación entre la especie y el sustrato geológico, que en su generalidad corresponde a rocas de origen marino. Esta especie se considera como indicadora de sustrate calizo, aunque en nuestra región se presenta sobre arenisca y lutita que esencialmente no son de este tipo. (muestreo # 7). La explicación a este hecho podría darse a

partir de la evolución geomorfológica, puesto que las rocas presentes en el punto de muestreo referido estuvieron cubiertas por rocas calizas, que probablemente, al ser erosionadas y desaparecer, permitieron a la Fouquieria adaptarse al sustrato geológico de composición distinta. Este último, sin embargo, requiere para su total afirmación de información más precisa acerca del comportamiento biológico de esta especie, así como un estudio geomorfológico para establecer el desarrollo de la sucesión geológica que aquí se implica. Por otro lado, puede observarse que en todos los puntos de muestreo en donde se colectó esta especie se presentan condiciones semi deserticas.

Myrtillocactus geometrizans ("Garambullo")

Zinnia sp. ("Mal de Ojo" "Teresita")

Chenopodium sp. ("Epazote" "Quelite")

Estas tres especies fueron reportadas únicamente para el punto de muestreo número 7, con lo que puede establecerse una relación con un sustrato geológico compuesto de lutitas y areniscas, y con un tipo climático de carácter semidesértico (ver cuadro M).

Virens sp.

Sesuvium sp.

Karwinskia humboldtiana ("Tullidora").

Estas tres especies se reportan para los puntos de muestreo 8 y 9, pudiéndose inferir entonces, la relación de las mismas con un sustrato geológico en donde las ro

cas calizas juegan un papel importante (Cuadro M). Se presentan en su totalidad en climas con características semidesérticas.

Parthenium incanum ("Mariola")

Lycium sp.

Estas especies solamente se colectaron en el sitio de muestreo 9, por lo que se puede establecer la relación entre éstas y un sustrato geológico calizo. El tipo climático, como en casos anteriores presenta características de semiaridez.

2) Especies relacionadas con las características climáticas. En este caso, se incluyen especies que, aunque en algunos sitios se puede implicar una relación geológica, ésta no es tan clara como en casos anteriores, sino que se pueden relacionar en forma más clara con las condiciones climáticas que prevalecen en la región. Entre estas especies se encuentran las siguientes:

Opuntia imbricata ("Cardón").

Jatropha dioica ("Sangre de Drago").

Acacia sp.

Estas tres especies se presentan en climas con características semidesérticas (Cuadro M). Fueron colectadas en los puntos de Muestreo 1,2,3,4,5,6,7, y 9, por lo que puede decirse que el sustrato geológico no juega un papel determinante, a excepción del punto de muestreo número 8, en donde se presenta una sucesión de calizas y lutitas. De esta

manera, aunque el clima caracteriza en forma clara la distribución de estas especies, puede deducirse la importancia del sustrato geológico que se menciona, mismo que limita su desarrollo en ciertas áreas, como en el punto # 8 citado.

Equinocactus sp. ("Biznaga")

Mamilaria sp. ("Biznaga")

Mimosa biuncifera ("Uña de Gato").

Estas especies fueron recolectadas en los 8 primeros sitios de muestreo. En el número 9, no obstante presentar las mismas condiciones climáticas de semiaridez, no se reportan éstas, por lo que puede deducirse la importancia que el sustrato de rocas calizas tiene en el comportamiento espacial de estas especies. De cualquier manera, como en el caso anterior, la influencia del clima sobre su distribución es más clara que la ejercida por las condiciones geológicas.

Quercus sp. ("Encino")

Cupressus sp. ("Cipres"o "Cedro")

Juniperus flaccida ("Tascate")

Funaria hygrometrica

Quercus mycrophila ("Encino Chaparro")

Desmodium sp.

Artemisa sp.

Baccharis conferta

Stevia sp

Oenothera rosea

Verbena sp.

Geranium sp.

Pinus pseudostrobus ("Pinos")

Pinus cembroides ("Pino")

Todas estas especies presentan una clara relación con las condiciones climáticas (cuadro M). Así, se observa que éstas se desarrollan únicamente en las porciones elevadas de las montañas, donde se presentan condiciones de humedad favorable para su desarrollo. La importancia de la litología en este caso no pudo comprobarse de manera tan precisa como en apartados anteriores, debido a que las zonas húmedas no presentan la misma diversidad geológica que en el caso de las secas, puesto que en esta zona, se presentan únicamente dos tipos litológicos, sobre los cuales se desarrollan las especies señaladas.

3) Especies que no presentan relación con las condiciones climático - geológicas. En este inciso se incluyen aquellas especies que fueron colectadas en puntos de muestreo que reflejaban distintas condiciones tanto climáticas como geológicas, lo que impide establecer claramente la influencia que dichos elementos tienen en el comportamiento espacial de las mismas. Para este grupo, únicamente se detectó una especie, la Yucca sp., registrada para los sitios de muestreo 5 y 10 (cuadro M). Como puede observarse, dichos puntos de muestreo presentan condiciones por demás contradictorias. En el muestreo 5 el sustrato es ígneo y el clima seco, mientras que para el punto de muestreo 10 se presentan rocas de origen

marino en climas húmedos. Por lo tanto, se puede concluir que las condiciones geológicas y climáticas no se encuentran de terminando en forma directa el desarrollo de esta especie, si no que deben existir elementos que aquí no fueron considera dos y que intervienen en el comportamiento de la especie en cuestión.

B) Relación entre las asociaciones vegetales y las condiciones climáticas y geológicas. A diferencia del caso anterior, ahora se intenta determinar la influencia del clima y la geología en la distribución espacial de las asocia ciones vegetales. Así que no se contemplan a las especies, sino a las comunidades, lo que trae como consecuencia que los resultados sean menos precisos y detallados.

Existen algunos trabajos, como el de Miranda y Hernández X (1963) en los cuales se intentan relacionar las condiciones climáticas y edáficas para caracterizar el medio en que se desarrollan las comunidades vegetales.

Por otro lado, como lo muestra Rzedowsky (1978) se presenta una gran cantidad de interpretaciones aplicables a las asociaciones vegetales. En el presente trabajo se toman en cuenta los criterios de Miranda y Hernández X (op cit) para caracterizar las asociaciones vegetales presentes en nuestra región, solo aquellas que por su amplia distribución pueden considerarse dominantes.

Se dan dos tipos de relaciones específicas, en la primera, la distribución espacial de las comunidades

vegetales se ve afectada tanto por el clima como por la geología; en el segundo caso, se establece una relación estrechamente ligada a las condiciones climáticas solamente.

1) Relación con los elementos climáticos y geológicos.

Matorral Inerme. El matorral inerme está constituido por especies carentes de espinas. En el cuadro N, puede observarse que este tipo de matorral presenta una gran variación altitudinal. Sin embargo, las condiciones climáticas y geológicas controlan en forma clara su distribución. En primer lugar, el matorral inerme, en la región, se localiza en climas húmedos únicamente. Al noroeste de la región, en donde el clima aparece como semidesértico cabe hacer la aclaración de que posiblemente se trata de un clima más húmedo, mismo que no se refleja en la carta correspondiente por la falta de datos para dicha zona. Además de la influencia climática, puede observarse un control litológico bien definido. Este matorral se presenta exclusivamente sobre sustratos de rocas calizas, y se observa tanto al noroeste como en el centro oriente de la región, la casi perfecta correspondencia entre este tipo de matorral y las rocas mencionadas, por lo que al menos en esta región puede establecerse la relación comunidad vegetal - geología.

2) Relación con las condiciones climáticas.

Matorral Subinerme. Está constituido por es

pecies sin espinas y por otras espinosas, predominando aquéllas sobre de éstas. Su distribución es amplia, tanto en altitud como en clima y geología (ver cuadro N). Se encuentra de hecho, sobre todos los tipos Geológicos presentes en la región, por ello se descarta la influencia del sustrato rocoso en su comportamiento espacial. Por otro lado, este matorral se desarrolla tanto en climas semidesérticos como en climas templados húmedos, aunque es más característico del primero. La presencia de este matorral en climas húmedos puede buscarse en la deforestación, misma que reviste singular importancia si consideramos que en la región se establecen un gran número de minas, que para su funcionamiento requieren de la tala de bosques. En efecto, como explican Miranda y Hernández X (1963) este tipo de matorral aparece, en algunos casos como producto de la tala de bosques.

Matorral Espinoso. En este caso se presenta una predominancia de especies dotadas de espinas, desarrollándose en climas semidesérticos y sobre estratos rocosos de naturaleza variada, pero no están presentes en suelos desarrollados sobre sustratos de rocas calizas.

Nopaleras. Son asociaciones de nopales Opuntia spp. que están presentes en climas semiáridos con predominancias de sustratos rocosos de origen volcánico, en la región, también se localizan sobre rocas de origen marino a excepción de las calizas.

Cardonal." Son agrupaciones de plantas crasas

altas, de las llamadas a veces candelabros y organos" (Miranda y Hernandez X. op cit). Presenta, en términos generales, las mismas condiciones que las descritas para la nopalera; es decir, se presentan en climas demideserticos únicamente y sobre todos los sustratos geológicos a excepción del compuesto por rocas calizas.

Matorral Crasirrosulifolio. " Consisten en agrupaciones de plantas de hojas en roseta carnosas y espinas, como por ejemplo los magueyes Agave spp." (Miranda y Hernandez X. op cit). Se presentan también en climas semiáridos y sobre todos los tipos de rocas a excepción de las calizas.

Bosque Mixto Fino - Encino. Como se mencio no anteriormente, los bosques de la región en estudio estan copuestos por pinares y encinares. Estos se presentan con una amplia distribución altitudinal (cuadro N). aunque en todos los casos corresponden a climas húmedos originados, ya sea por altitud, • por la disposición de laderas con respecto a los vientos húmedos dominantes. Se presentan asimismo, sobre todos los tipos geológicos presentes en la región.

CONCLUSIONES.

A partir de los trabajos desarrollados se pueden establecer las siguientes conclusiones:

La temperatura es un factor muy importante pues afecta, debido a sus fluctuaciones tanto estacionales como diurnas, los procesos fisiológicos de las plantas. Entre éstos se encuentran la fotosíntesis, respiración, evapotranspiración, la termoperiodicidad de los procesos de crecimiento y reproducción, el crecimiento por calor acumulado, etc.

De igual forma la humedad, afecta el crecimiento y floración de las plantas, la evapotranspiración, etc. entre otros. Así, la falta de estudios más amplios y específicos sobre el comportamiento fisiológico de las plantas y sus requerimientos, impiden en un momento dado llegar al establecimiento de conclusiones más precisas sobre el comportamiento espacial de la vegetación.

Por lo tanto, además de los estudios botánicos referidos sería deseable contar con un trabajo interdisciplinario en el cual participaran tanto geógrafos y biólogos como ecólogos, con el fin de lograr una caracterización más amplia del medio en el que las plantas se desarrollan, lo que permitiría, realizar un trabajo mucho más exhaustivo y preciso en el campo teórico y experimental que el que aquí se realizó.

No obstante las limitaciones anteriores, se

puñieron establecer relaciones interesantes entre la distribución vegetal y los parámetros climático-geológicos.

En el renglón climático se llegaron a establecer los límites y rangos en los que se desarrollan algunas especies localizadas en la zona en estudio, tratando de caracterizar, así, las condiciones ambientales en que prosperan éstas.

Asimismo, se puede concluir que la inclusión del sustrato geológico en estudios de este tipo es por demás valiosa, debido a que en diversos casos se presenta como elemento que explica el comportamiento espacial de la vegetación.

Sin embargo, la sola consideración de los elementos que se han señalado, y los resultados alcanzados, nos obligan también a concluir en la necesidad de ampliar la gama de variables a considerar, sean suelo, actividad humana, etc. A manera de ejemplo para la región que se estudió, resulta importante considerar la acción del hombre, pues sus actividades, como la minería y el pastoreo pueden intervenir en un comportamiento determinado en la vegetación.

A manera de recomendación final, se puede concluir que resultaría de interés realizar estudios como el presente en zonas donde las condiciones, tanto climáticas como geológicas lleguen a ser incluso más contrastantes que las que se presentan en la región que aquí se estudió, lo que permitiría un mayor entendimiento sobre el medio natural en el que las plantas se desarrollan.

BIBLIOGRAFIA.

- Billings, W.D. 1968 Las Plantas y el Ecosistema, edit. Herre-
ro. Méx. 168p.
- Brunt, David. 1948 Climatología ESPASA - CALFE, Argentina.
268 p.
- Cabrera, A.L. Willink, A. 1973 Biogeografía de América Latina
Dpto. de asuntos científicos de la Sec.
Gral. de la OEA, Programa Regional de
Desarrollo Científico y Tecnológico.
Monografía # 13, Serie de Biol. 120 p.
- Cain, S.A. 1944 Fundamentos de Fitogeografía Acme. Agency.
Soc. Resp. LTD, Buenos Aires, Argentina.
- Carbonell, M. 1956 Bosquejo Geológico de la Región Jalpan, Gro.
Tesis Profesional Fac. Ing. UNAM.
- Clarke, L.G. 1963 Elementos de Ecología. Edic. Omega, Brcelona,
España. 615 p.
- Dansereau, P. 1957 Biogeography An Ecological Perspective. Ro-
nald Press. Co. New York 394p.
- Daubenmire, R. 1958 Plants and Environment. A textbook of plant
Autoecology. John Wiley and Sons Inc. New
York 409 p.
- _____ 1968. Plant Communities Harper & Row, Publishers
New York. 300p.
- De Fina, A, Ravele, A. 1975 Climatología y Fenología Agrícolas.
EUDEBA. Argentina. 281 p.
- García, E. 1965 Distribución de la precipitación en la Repú-
blica. Inst. de Geog. Boletín #1 UNAM.
- _____ 1973 Modificaciones al Sistema de Clasificación
Climática de Koeppen. Inst. de Geog. UNAM
246p.

- García, E. Hernández, M. y Cardoso, M. 1982 Las Gráficas Om
brotérmicas y los Regímenes Pluviométricos
en la República Mexicana. IX Congreso Nacio
nal de Geografía, Guadalajara, México (en
Prensa).
- Gómez Pompa, 1965 La Vegetación de México, Bol. # 29 de la
Soc. Botánica de México.
- Greulach y Adams, 1970. Las Plantas editorial Limusa. Prime
ra edic. México. 679p.
- Grime J.P. 1982 Estrategías de Adaptación de las Plantas y
Procesos que controlan la Vegetación. Editó
rial Limusa. Lra. Edic. en Español. Méx.
291 p.
- Hardy, F. 1970 Edafología Tropical Edit. Herrero Hnos. Suce
sors. Lra. edicion en español, México 416 p.
- Jáuregui, E, 1975. Los Sistemas de Tiempo en el Golfo y su
vecinidad. Inst. de Geograf. Boletín # 6
pp 7 - 36
- Maderrey, L. 1979 Apuntes de Geografía de la Atmósfera, Fac.
de Filosofía y Letras UNAM.
- Margalef, R. 1980 Ecología, Edic. Omega, Barcelona España.
- Miranda, F. Hernández, X. 1963. Fisiografía y Vegetación. In:
Las zonas áridas del centro y NE de México.
Edic. Inst. Mex. de Rec. Nat. Renov. México
D.F. pp 1 - 27.
-
- _____ 1963 Los tipos de Vegetación de Méxi
co y su clasificación. Sobretiro del Boletín
de la Soc. Bot. de Méx. # 28. Colegio de pos
graduados SARH. pp 29 - 178,
- Orellana L. R. 1978. Relaciones Clima - Vegetación en la Re

gión Lacandona, Chiapas. Tesis Profesional
Fac. Ciencias, UNAM 124p.

Pears, Nigel, 1977 Basic Biogeography Longman, London, pp
11 - 25

Reyna, T.T. 1975 Relaciones entre el Clima y la Principales
Asociaciones Vegetales en la Sierra Tarasca
Inst. de Geograf. Boletín # 6 UNAM pp 87- 96

_____ 1977 Características Climatico- frutícolas en
Cuautitlan, Edo. de Méx. Inst. de Geograf.
Bol. # 8 UNAM. pp 55 - 66

_____ 1981 Cuantificación de Horas Frío y su Importancia
En la Planeación del Cultivo de Caducifolios
en México . Memorias del VIII Congreso Nac.
de Geografía, Toluca, Edo de Méx. pp 193 -
203.

_____ 1982 El Ecoclima en la Planeación frutícola de
los Altos de Jalisco, México. Tesis Doctoral
Fac. de Ciencias UNAM.

Rzedowsky, J. 1956 La Vegetación como Indicador de Rocas en
la parte Árida del Estado de San Luis Potosí.
XX Congreso Geológico Internacional. Excurs.
C - 3. Edit. Soc. Geol. Mexicana. Méx.

_____ 1962 Contribuciones a la Fitogeografía Florística
e Histórica de México. Algunas Consideraciones
A cerca del Elemento Endémico en la Flora Me
xicana. Bol. # 27 de la Soc. Bot. Mex.

_____ 1978 La Vegetación de Mexico. Edit. LIMUSA, Méx
432 p.

Seegerstrom, F. 1961 Estratigrafía del Area Bernal - Jalpan,
Estado de Gro.. Bol. Asoc. Mexicana de Geolog.
Petrol. XIII # 5 - 6. Méx.

Soto Mora y Jáuregui, E. 1968 Cartografía de Elementos Bio climáticos en la República Mexicana. Inst. de Geografía UNAM.

_____. 1970 Frecuencia y Distribución de algunos Elementos del Clima del Estado de Querétaro. Inst. de Geograf. Bol. # 3 UNAM pp 103 - 133.

S.A.R.H. 1976 Atlas del Agua de la República Mexicana. Mex.

Viers, G. 1975 Climatología. OIKOS / TAU, EDIC. Barcelona, España.

Weaver, J. E, Clements, F. 1944 Ecología Vegetal, Acme Agency, Soc. Resp. LTD Buenos Aires, Argentina. 667p.

Wilsie, C. 1966 Cultivos: Aclimatación y Distribución. Edit. Acibia, Zaragoza, España. 490p.

Zeuner, F. E. 1952 The Pleistocene Period its Climate. Chronology and faunal succession. Hutchinson, London.

La cartografía utilizada fue:

- Cartas Topográficas, Geológicas y de Uso del

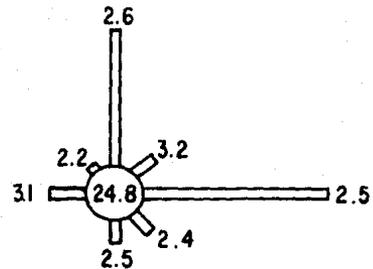
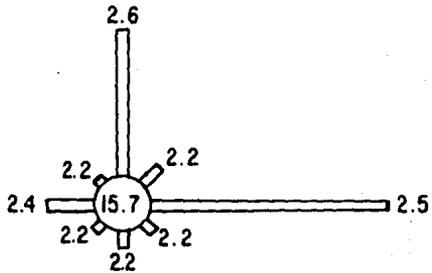
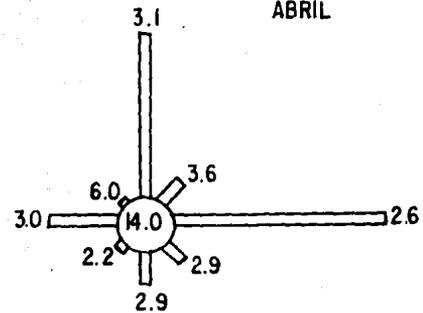
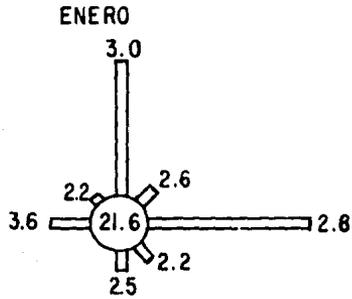
Suelo a escala 1 : 50 000 editadas por CETENAL (DGGTN).:

San Pablo Toliman	F 14 C 57
San Joaquín	F 14 C 58
Tequisquiapan	F 14 C 67
Tecoautla	F 14 C 68

- Carta Geológica del Estado de Querétaro a escala 1: 500 000 editada por el Instituto de Geología de la UNAM, 2da. edic.

CADEREYTA, QRO.

VIENTOS 8:00 AM



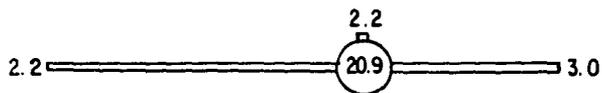
JULIO

OCTUBRE

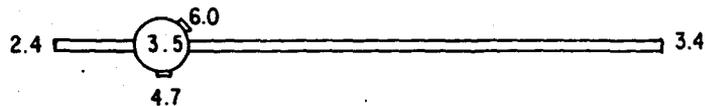
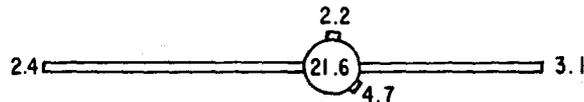
PASO DE TABLAS, ORO.

VIENTOS 8:00 AM.

ENERO



ABRIL



JULIO



OCTUBRE

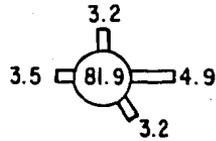
GRAFICA 2

ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

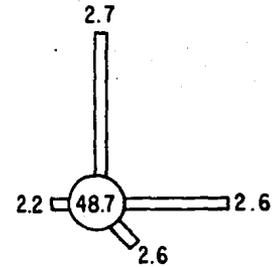
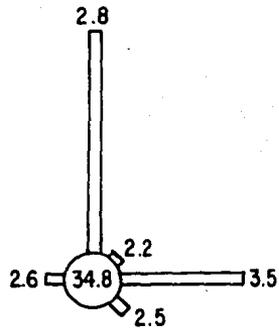
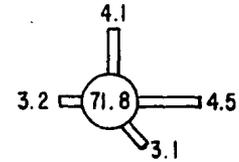
PRESA CENTENARIO, QRO.

VIENTOS 8:00 AM

ENERO



ABRIL



JULIO

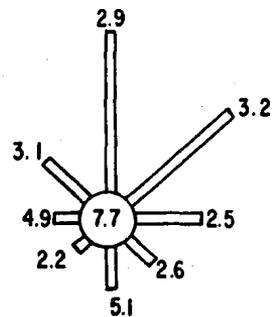
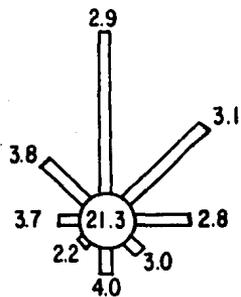
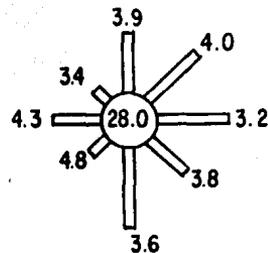
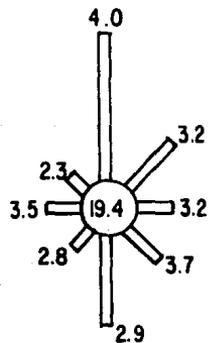
OCTUBRE

VILLA BERNAL, QRO.

VIENTOS 8:00 AM.

ENERO

ABRIL



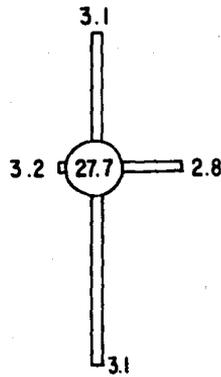
JULIO

OCTUBRE

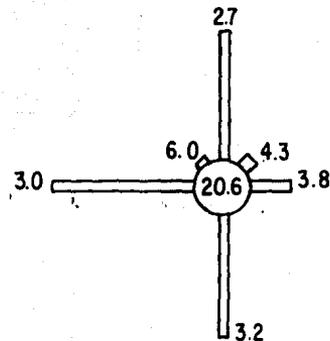
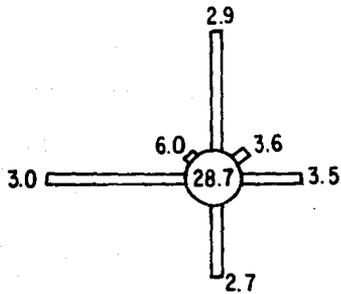
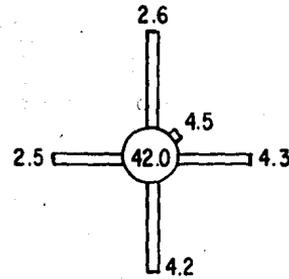
VIZARRON, GRO.

VIENTOS 8:00 AM

ENERO



ABRIL



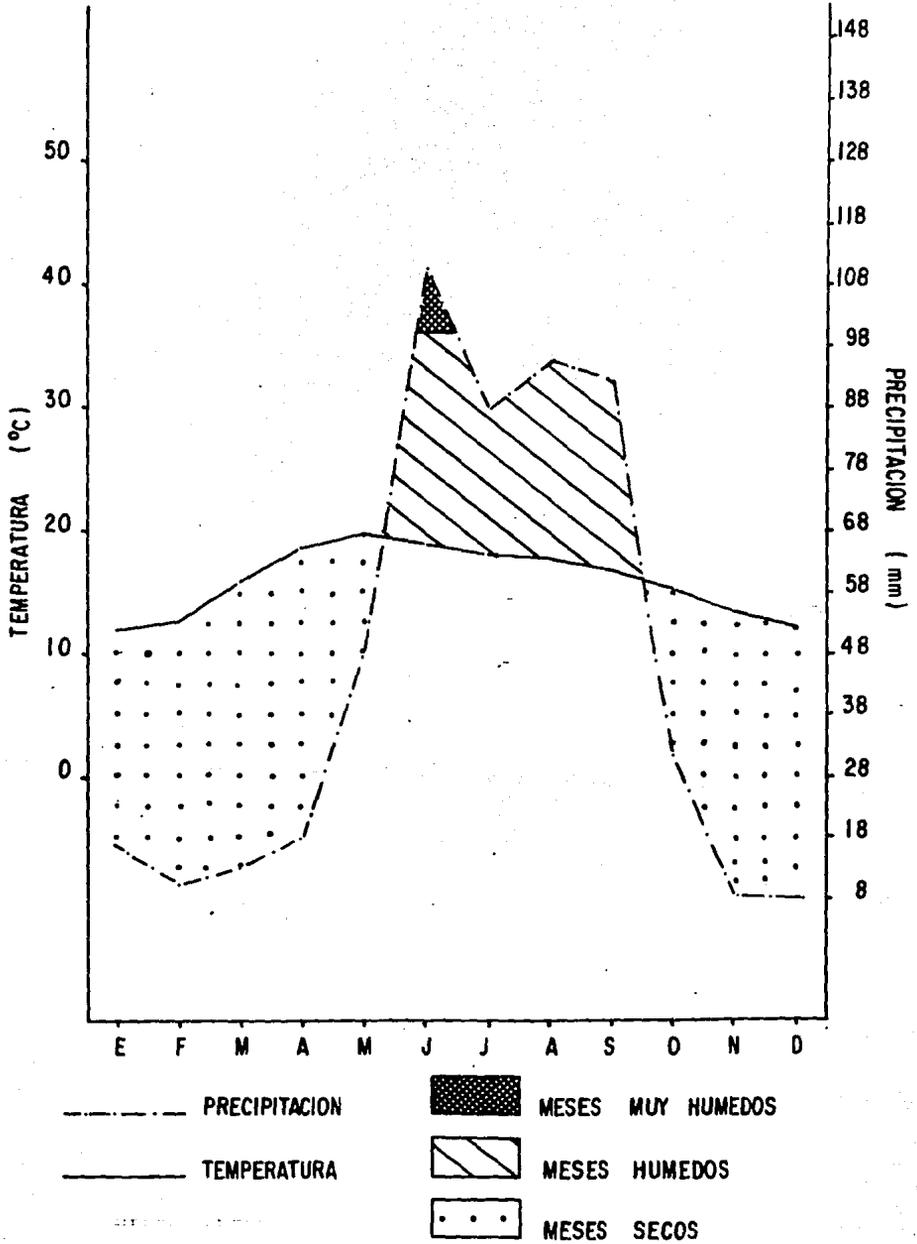
JULIO

OCTUBRE

GRAFICA 5

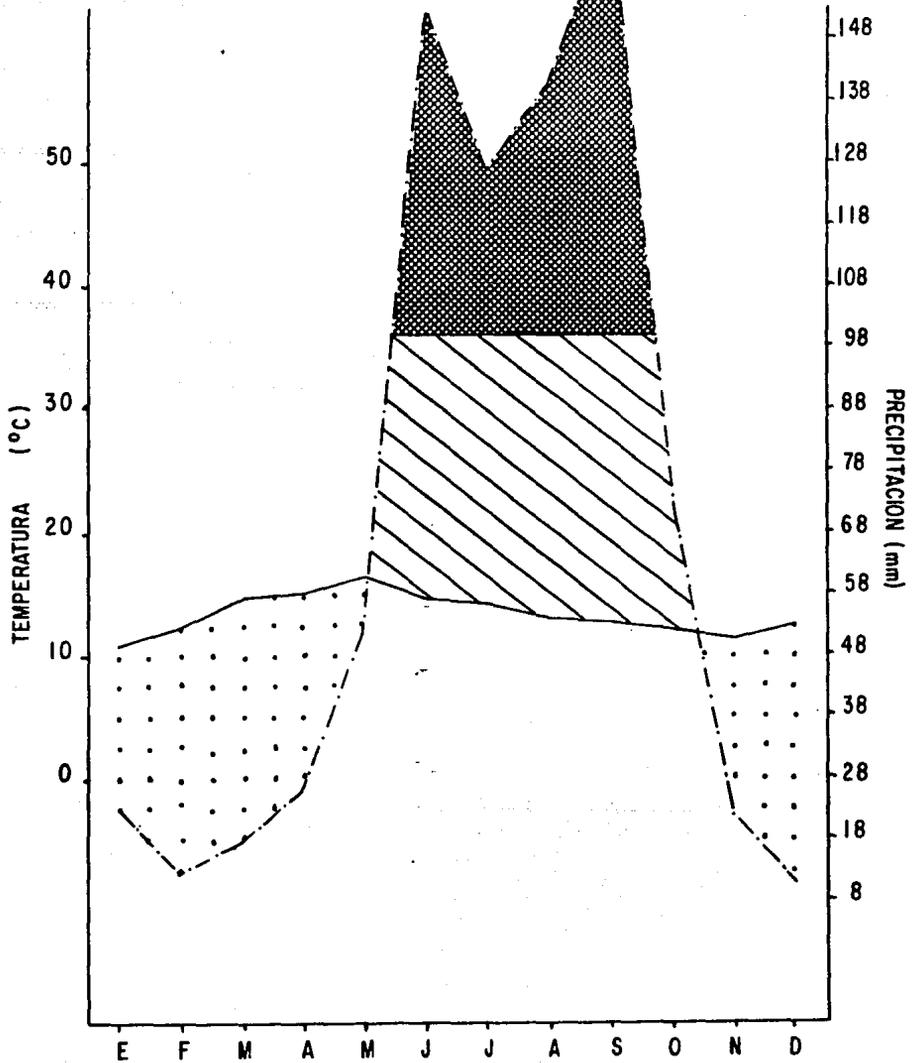
CADEREYTA, QRO.

GRAFICA 6



EL DOCTOR, QRO.

GRAFICA 7



--- PRECIPITACION

— TEMPERATURA



MESES MUY HUMEDOS



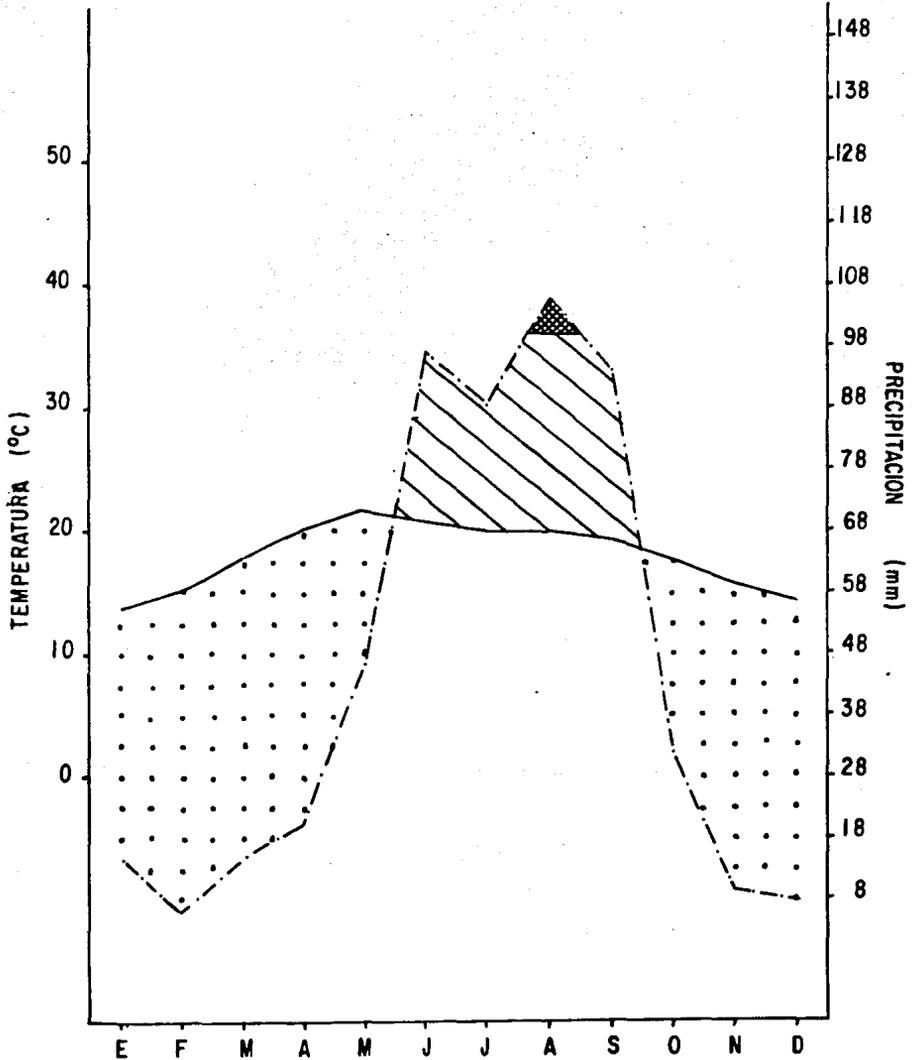
MESES HUMEDOS



MESES SECOS

PASO DE TABLAS, QRO.

GRAFICA 8



--- PRECIPITACION

— TEMPERATURA



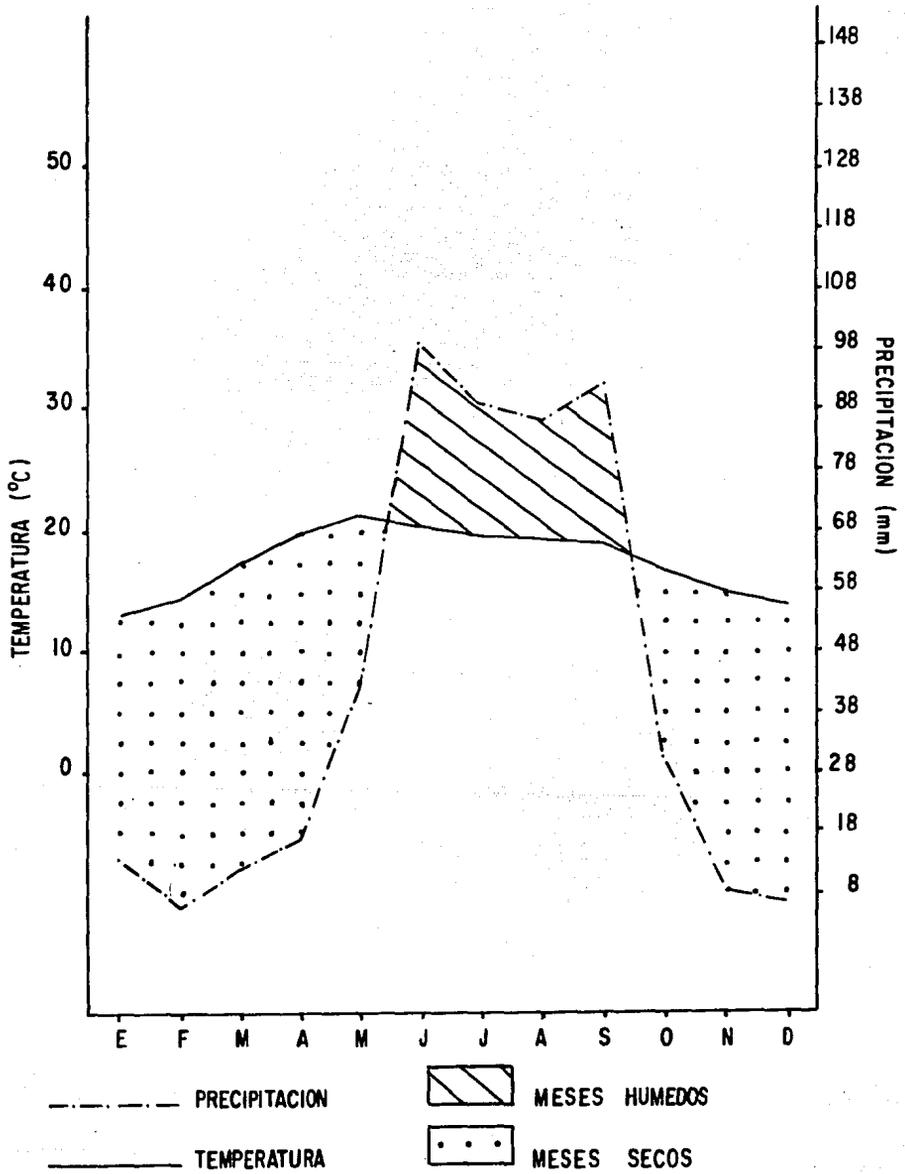
MESES MUY HUMEDOS



MESES HUMEDOS

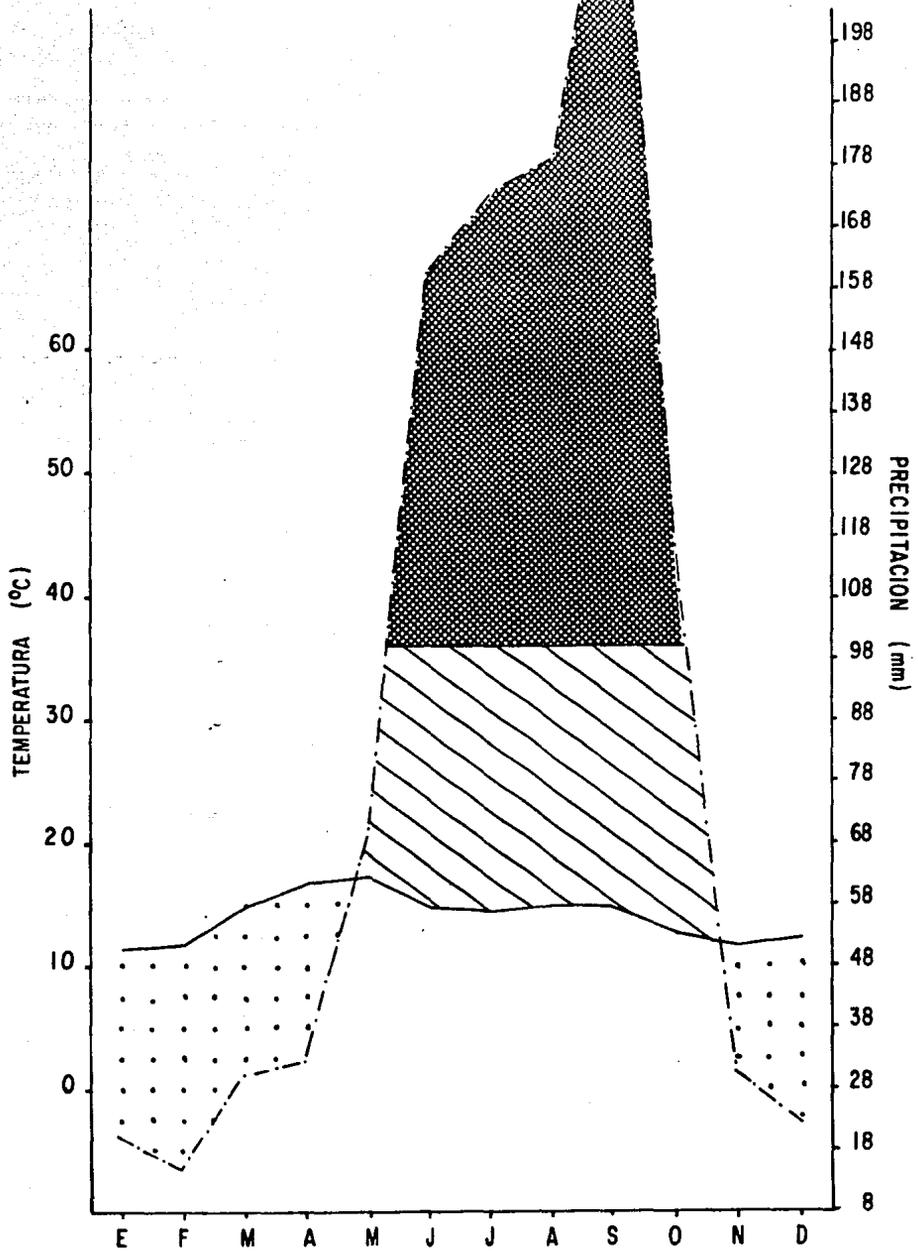


MESES SECOS



SAN JOAQUIN, QRO.

GRAFICA 10



--- PRECIPITACION

— TEMPERATURA



MESES MUY HUMEDOS



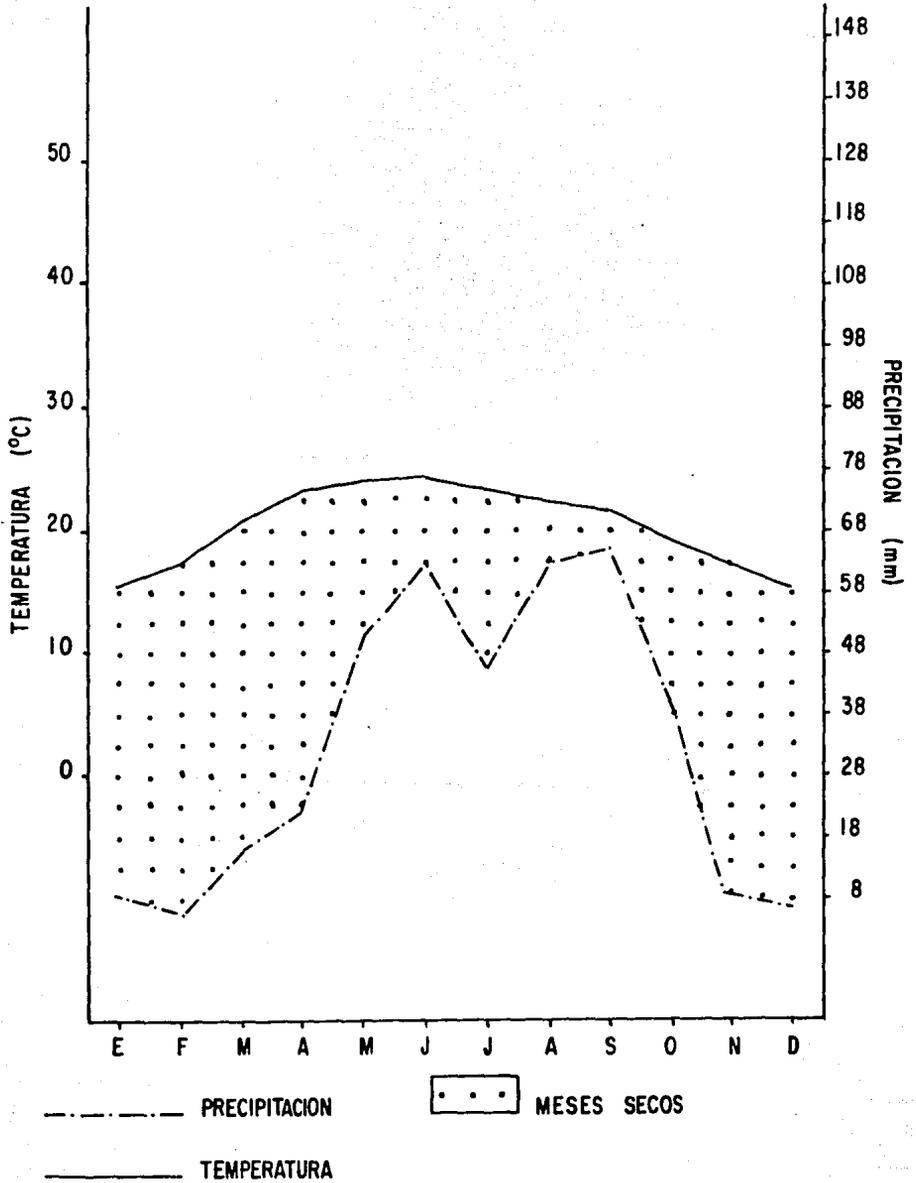
MESES HUMEDOS

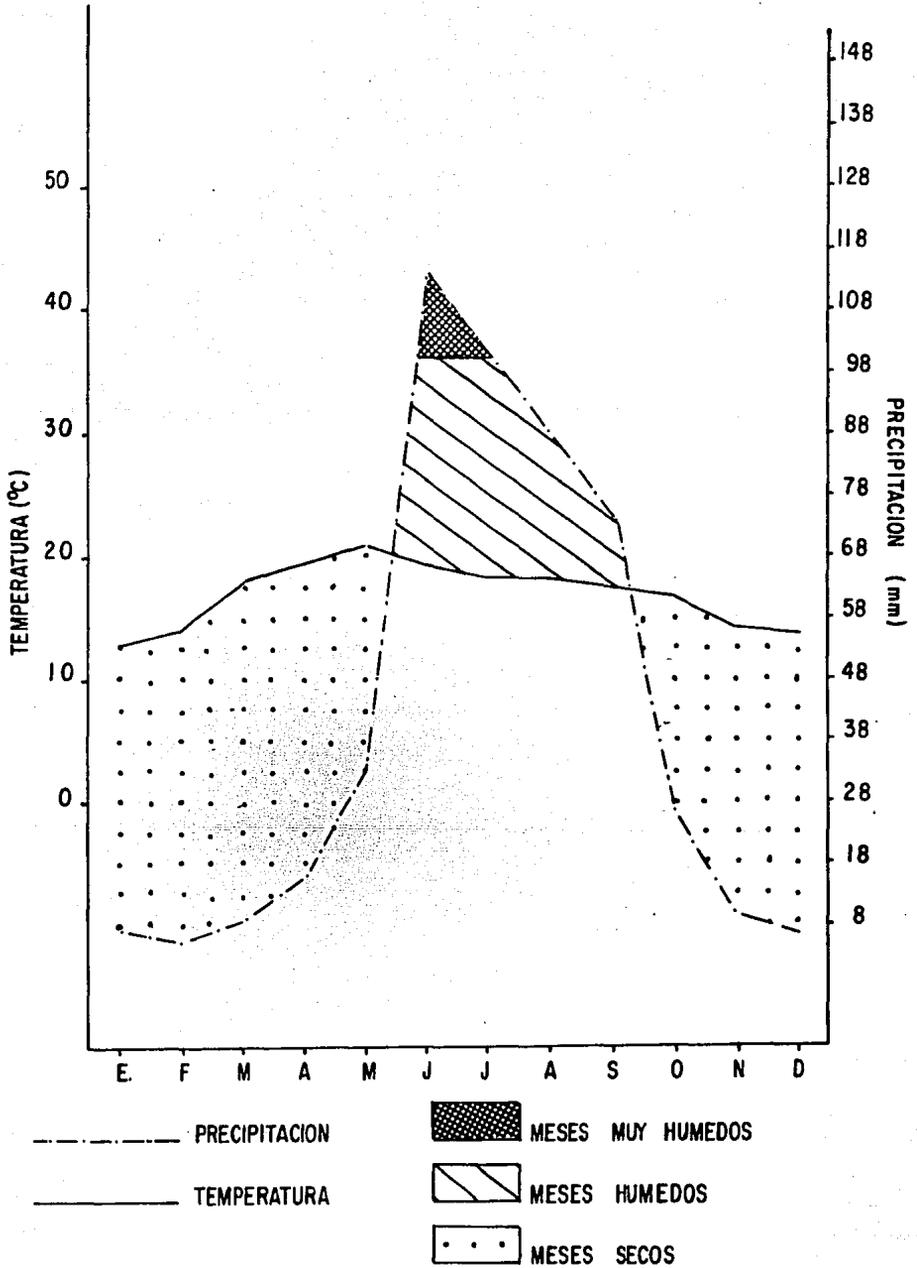


MESES SECOS

TOLIMAN, QRO.

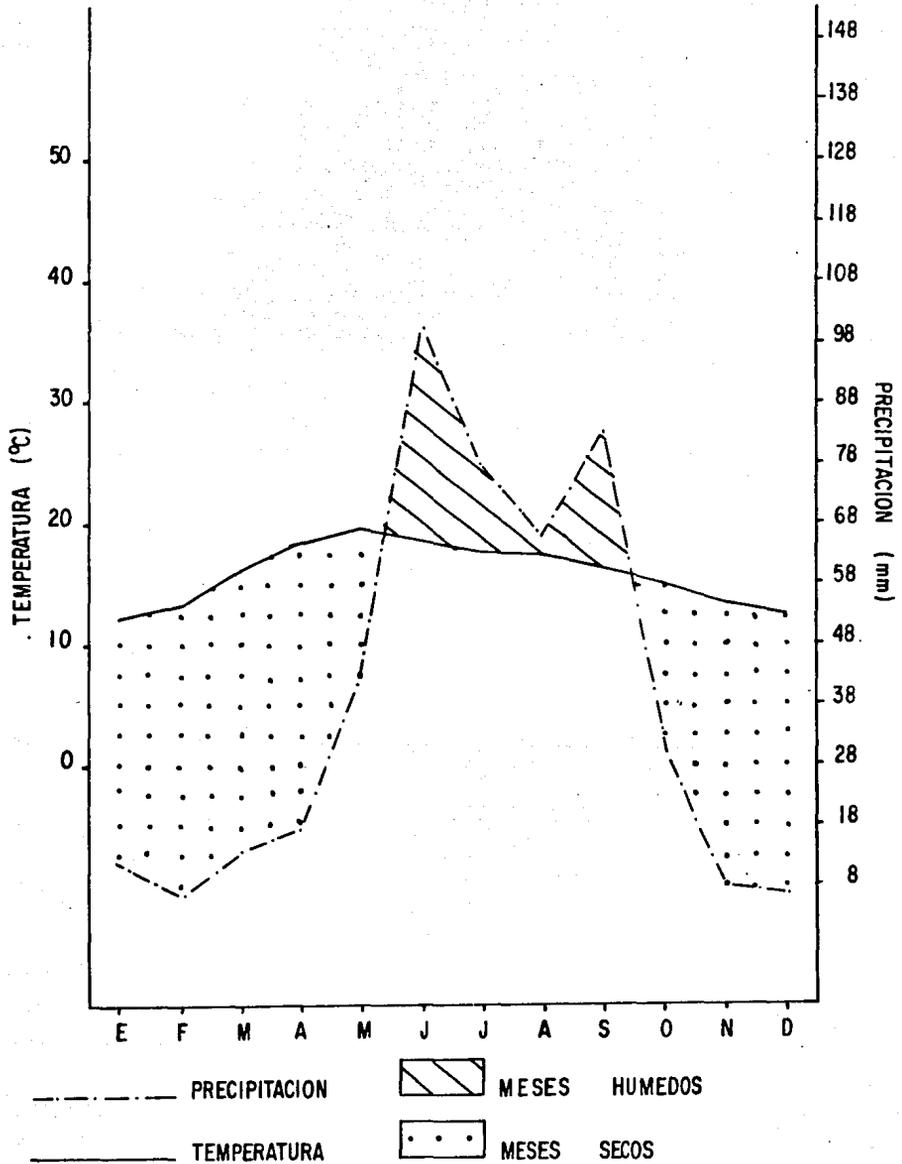
GRAFICA II

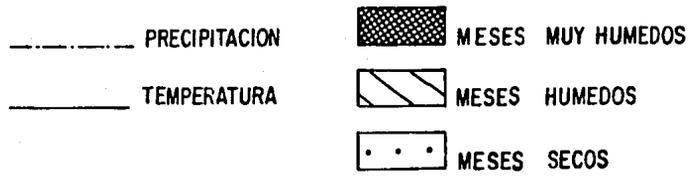
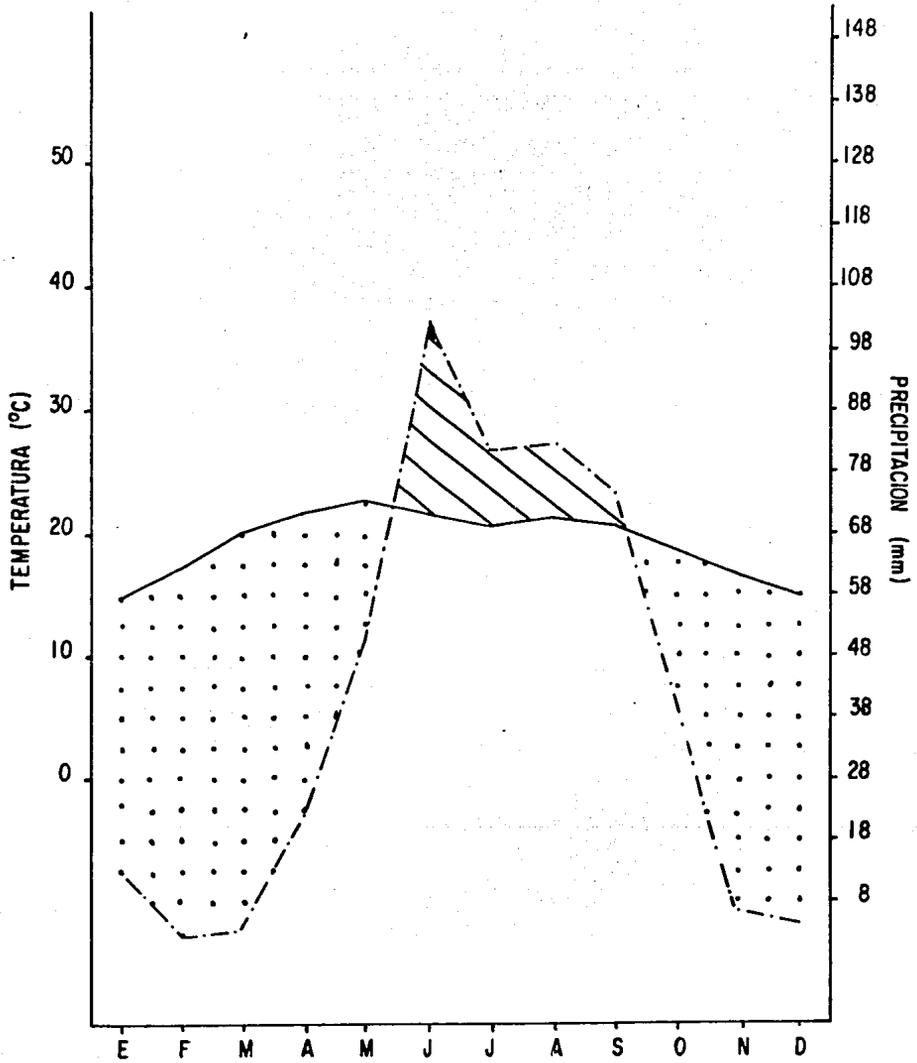




VIZARRON, QRO.

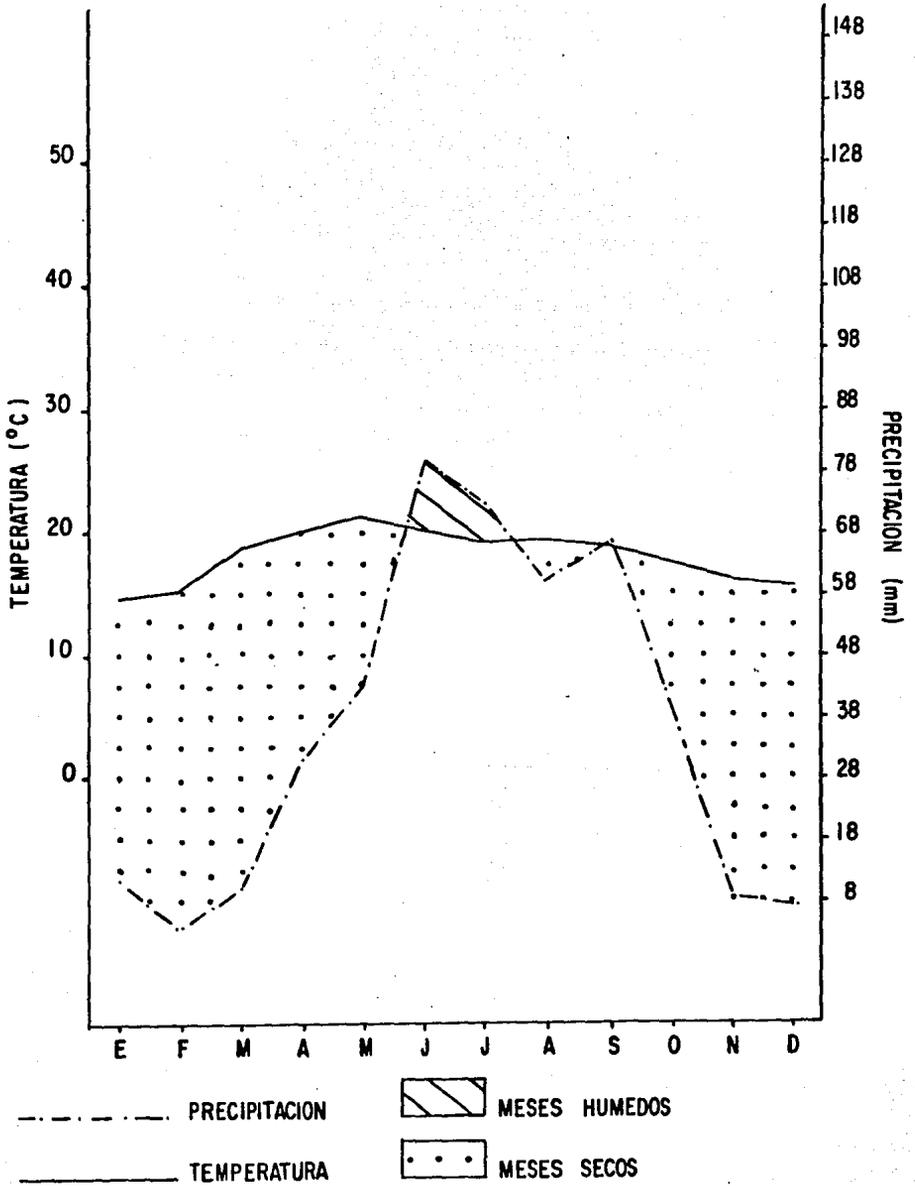
GRAFICA 13





ZIMAPAN, HGO

GRAFICA 15



CUADRO A. ESTACIONES METEOROLOGICAS EN LA REGION.

Estación.	Coordenadas		Altitud (m. snm)	Periodo de Observación		Estado
	Lat. N.	Long. W.		Temp. Años	Precipitación Años	
Cadereyta	20°42'	99°49'	2 060	16	16	Querétaro.
El Doctor	20°51'	99°36'	2 715	6	16	Querétaro.
Paso de Tablas	20°33'	99°50'	1 380	16	16	Querétaro.
Presa Centenario	20°31'	99°54'	1 885	16	16	Querétaro.
San Joaquín	20°56'	99°34'	2 020	16	31	Querétaro.
Tolimán	20°55'	99°51'	1 510	16	16	Querétaro.
Villa Bernal	20°44'	99°56'	2 100	11	12	Querétaro.
Vizarrón	20°50'	99°43'	2 056	16	16	Querétaro.
Tecoautla	20°32'	99°38'	1 700	16	17	Hidalgo.
Zimapán	20°44'	99°23'	1 720	16	24	Hidalgo.

CUADRO B. VIENTOS: DIRECCION, FRECUENCIA(%) E INTENSIDAD(m/seg).

Hora de Observación: 8 horas

Periodo: 1970 - 1979.

Estación	Mes de Observación.	Calma %	N		NE		E		SE		S		SW		W		NW	
			%	I	%	I	%	I	%	I	%	I	%	I	%	I	%	I
Cadereyta	Enero	21.6	26.7	3.0	2.9	2.6	32.9	2.8	3.8	2.2	3.5	2.5			7.7	3.6	0.6	2.2
	Abril	14.0	27.3	3.1	3.6	3.6	33.3	2.6	3.6	2.9	5.3	2.9	0.3	2.2	12.0	3.0	0.3	6.0
	Julio	15.7	25.9	2.6	3.8	2.2	38.5	2.5	3.8	2.2	2.4	2.2	1.0	2.2	7.7	2.4	0.7	2.2
	Octubre	24.8	22.9	2.6	4.8	3.2	30.3	2.5	5.1	2.9	4.5	2.5			6.7	3.1	0.6	2.2
Paso de Tablas	Enero	20.9	1.2	2.2	-	-	28.7	3.0	-	-	-	-	-	-	49.0	2.2	-	-
	Abril	21.6	1.6	2.2	-	-	31.0	3.1	1.0	4.7	-	-	-	-	44.6	2.4	-	-
	Julio	3.5	-	-	0.6	6.0	80.3	3.4	-	-	0.9	4.7	-	-	14.5	2.4	-	-
	Octubre	9.3	0.3	2.2	-	-	65.8	3.0	-	-	1.9	3.5	-	-	22.3	2.3	-	-
Presa Centenario	Enero	81.9	3.5	3.2	-	-	6.7	4.9	4.8	3.2	-	-	-	-	2.9	3.5	-	-
	Abril	71.8	8.0	4.1	-	-	10.2	4.5	5.8	3.1	-	-	-	-	4.0	3.2	-	-
	Julio	34.8	37.7	2.8	0.3	2.2	20.3	3.5	3.8	2.5	-	-	-	-	2.9	2.6	-	-
	Octubre	48.7	24.1	2.7	-	-	17.7	2.6	6.1	2.6	-	-	-	-	2.5	2.2	-	-
Villa Bernal	Enero	19.4	24.6	4.0	11.6	3.2	6.1	3.2	7.4	3.7	15.2	2.9	4.2	2.8	6.4	3.5	4.5	2.3
	Abril	28.0	10.6	3.9	11.3	4.0	12.3	3.2	8.0	3.8	13.6	3.6	4.3	4.8	8.3	4.3	3.3	3.3
	Julio	21.3	27.4	2.9	18.0	3.1	9.6	2.8	3.2	3.0	4.8	4.0	1.2	2.2	4.1	3.6	10.0	3.8
	Octubre	7.7	27.4	2.9	23.5	3.2	11.6	2.5	6.1	2.6	7.4	5.1	2.2	2.2	4.5	4.9	9.3	3.1
Vizarrón	Enero	27.7	18.7	3.1	-	-	9.6	2.8	-	-	29.0	3.1	-	-	14.8	3.2	-	-
	Abril	42.0	16.3	2.6	1.6	4.5	11.3	4.3	-	-	16.6	4.2	-	-	12.0	2.5	-	-
	Julio	28.7	21.6	2.9	3.5	3.6	9.6	3.5	-	-	12.2	2.7	-	-	23.5	3.0	0.6	6.0
	Octubre	20.6	22.9	2.7	2.2	4.3	7.4	3.8	-	-	22.9	3.6	-	-	23.5	3.0	0.3	6.0

CUADRO C. TEMPERATURA MEDIA MENSUAL Y ANUAL.

ESTACION	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Anual
Cadereyta	11.9	12.8	15.8	18.2	19.6	18.8	17.9	17.7	16.9	15.2	13.3	12.3	15.9
Doctor, El	10.9	12.3	14.7	15.0	16.7	14.5	14.1	13.1	12.9	12.3	11.4	12.5	13.4
P. de Tablas	13.8	15.0	18.1	20.3	21.8	20.9	20.0	20.0	19.4	17.5	15.7	14.4	18.2
Presa Centen.	13.0	14.4	17.4	19.8	21.1	20.4	19.7	19.6	19.0	16.9	15.1	13.7	17.5
San Joaquín	11.4	11.7	14.9	16.8	17.3	14.9	14.5	14.5	14.5	12.7	11.7	12.2	13.9
Tolimán	15.4	17.3	20.7	23.2	24.0	24.2	23.2	22.4	21.6	19.0	17.4	15.7	20.4
Villa Bernal	13.0	14.2	17.9	19.4	20.8	19.2	18.4	18.2	17.6	16.7	14.3	13.9	17.0
Vizarrón	12.1	13.3	16.1	18.4	19.6	18.3	17.7	17.6	16.5	15.9	13.6	12.7	15.9
Tecoautla	14.8	17.2	20.1	21.7	22.8	21.9	20.9	21.2	20.7	18.6	16.8	15.0	19.3
Zimapan	14.5	15.3	18.5	20.1	21.3	20.2	19.3	19.3	19.0	17.7	16.4	15.7	18.1

CUADRO D. CONSTANTE TERMICA (Grados calor acumulados)

Estación	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sept	Oct.	Total
Cadereyta	116.2	186.0	230.4	206.6	179.8	173.0	148.1	99.2	1338.5
Doctor, El	87.5	90.5	143.5	76.0	64.0	48.5	32.0	16.5	558.5
P.de Tablas	184.3	244.3	294.0	267.9	242.2	242.0	225.6	168.0	1867.5
Presa Cent.	162.0	237.3	273.3	254.2	231.0	227.8	211.6	148.6	1746.1
San Joaquín	92.0	144.7	160.8	90.1	75.1	77.4	76.1	26.3	742.8
Tolimán	263.6	338.4	361.6	368.0	348.8	313.3	289.6	210.9	2486.6
Villa Bernal	177.8	224.4	265.6	217.9	193.9	168.4	169.3	143.1	1580.7
Vizarrón	124.1	196.6	229.3	190.5	172.3	169.1	137.0	90.5	1309.6
Tecoautla	243.0	292.9	324.5	298.5	129.0	276.3	261.0	198.7	2163.1
Zimapán	195.0	244.1	280.1	246.7	220.1	220.3	210.5	173.4	1791.3

CUADRO E. HORAS FRIO (Método de Da Mota)

Estación	Ene.	Feb.	Nov.	Dic.	Total
Cadereyta	161.2	117.3	104.1	133.5	516.3
Doctor, El	171.8	134.3	157.5	131.4	595.1
P.de Tablas	91.3	55.5	38.7	73.5	259.0
Presa Cent.	110.7	74.0	55.6	94.1	334.6
San Joaquin	159.2	150.1	149.2	141.9	600.6
Tolimán	48.7	17.4	15.6	42.0	123.7
Villa Bernal	111.7	78.0	74.9	88.1	352.8
Vizarrón	139.6	105.6	96.3	120.2	461.7
Tecozautla	61.5	10.9	18.0	54.6	145.2
Zimapan.	70.1	52.7	22.9	41.0	186.3

CUADRO F. PROMEDIO DE TEMPERATURA MINIMA (°C)

Estación	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Anual
Cadereyta	2.7	3.3	6.4	8.5	10.7	11.0	10.7	10.7	10.3	7.6	4.6	3.6	7.5
Doctor, El	4.2	5.1	7.1	8.7	9.9	8.7	8.1	8.3	7.8	6.8	5.4	5.7	7.1
P. de Tablas	4.0	4.7	7.7	11.0	12.6	13.7	13.5	13.5	13.2	10.2	6.8	5.2	9.7
Presa Cent.	3.4	3.2	7.4	10.3	12.3	13.4	13.1	13.3	13.0	9.7	6.2	4.8	9.3
San Joaquín	3.7	4.4	6.6	7.8	8.8	8.6	8.6	8.7	8.6	6.2	3.2	3.7	6.6
Tolimán	6.6	7.2	10.1	12.6	14.3	15.5	15.1	14.1	13.4	10.8	7.4	6.2	11.1
Villa Bernal	5.2	6.0	9.1	10.8	12.1	12.3	12.1	12.0	11.8	9.9	6.8	5.9	9.6
Vizarrón	4.6	5.4	7.7	9.8	11.0	10.9	11.1	10.7	10.5	8.5	6.7	5.5	8.5
Tecoautla	4.8	6.1	8.9	11.1	12.9	13.7	13.8	13.1	13.0	10.3	7.2	5.4	10.0
Zimapan	5.6	6.0	8.8	11.3	12.9	13.2	12.9	12.7	12.6	10.3	7.7	6.0	10.1

CUADRO G. PROMEDIO DE TEMPERATURA MAXIMA (°C)

Estación	Enc.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Anual
Caderyta	20.2	22.3	25.3	27.4	28.7	26.7	25.3	24.8	23.6	22.9	21.9	21.0	24.2
Doctor, El	17.7	19.3	22.4	23.3	23.6	20.2	20.3	19.4	17.9	17.7	17.2	17.1	19.7
P. de Tablas	23.5	24.9	28.5	30.5	30.9	28.1	26.7	26.5	25.7	26.0	24.4	23.5	26.5
Presa Cent.	22.7	24.0	27.4	29.0	29.8	27.5	25.1	25.0	25.1	24.2	23.6	22.6	25.7
San Joaquín	18.3	19.3	23.1	25.2	25.6	21.9	20.0	20.1	19.9	18.5	19.1	18.2	20.8
Tolimán	24.6	27.4	31.7	34.0	33.7	33.0	31.3	30.8	30.0	26.8	27.0	23.0	29.5
Villa Bernal	21.1	22.4	26.6	28.2	29.1	26.0	24.6	24.3	23.3	23.2	21.6	21.8	24.3
Vizarrón	19.7	21.1	24.5	27.2	28.2	25.7	24.3	23.8	22.6	21.6	20.8	20.0	23.3
Tecoautla	24.5	20.8	31.1	32.3	32.4	30.2	28.6	29.1	28.0	26.9	26.1	24.2	28.4
Zimapán	23.9	25.3	28.9	30.2	30.3	27.9	26.5	26.7	26.0	25.6	25.2	24.5	26.7

CUADRO H. FOTOTEMPERATURA (°C)

Estación	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Anual
Cadereyta	16.3	16.6	20.3	22.7	24.2	22.8	21.7	21.7	20.3	19.1	17.5	16.6	20.1
Doctor, El	14.3	15.3	17.6	19.6	20.1	17.4	17.2	16.6	15.4	15.0	14.2	14.7	16.5
P. de Tablas.	18.6	19.8	23.3	26.6	26.4	24.5	23.4	23.3	22.6	21.3	20.0	17.9	22.3
Presa Cent.	17.9	19.9	22.4	24.4	25.4	23.9	22.9	22.7	22.1	20.6	19.3	18.1	21.6
San Joaquín	14.7	15.6	18.9	20.8	21.4	18.6	17.2	17.5	17.0	15.4	15.4	14.6	17.2
Tolimán	20.1	22.3	16.3	28.7	28.8	28.6	27.2	26.7	28.8	22.8	22.1	18.8	24.8
Villa Bernal	17.2	18.3	22.2	23.8	24.9	22.6	21.5	21.5	20.4	19.9	14.7	17.0	20.6
Vizarrón	15.9	17.2	20.3	22.9	23.9	22.0	21.0	20.5	10.5	18.3	17.3	16.2	19.6
Tecoautla	19.6	22.6	25.6	27.0	27.6	26.1	24.8	25.1	24.3	22.8	21.4	19.4	23.8
Zimapan	19.2	20.5	23.9	25.5	26.0	24.4	23.1	23.2	22.6	21.8	20.8	20.1	22.6

CUABRO I.

NICTEMPÉRATURA (°C)

Estación	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Anual
Cadereyta	7.2	8.1	11.7	13.2	15.1	14.9	16.6	14.2	13.6	11.5	8.9	8.0	11.7
Doctor, E.	7.6	8.7	10.9	12.3	14.3	11.6	11.1	11.0	10.3	9.5	8.3	8.6	10.3
P. de Tablas	8.9	9.8	12.9	15.9	17.2	17.3	16.8	16.7	16.4	13.9	11.2	9.8	13.0
Presa Cent.	8.2	9.1	12.4	15.0	16.6	16.0	16.4	16.4	16.4	13.3	10.6	9.2	13.4
San Joaquín	7.2	8.1	10.7	12.3	13.0	11.9	11.4	11.6	11.4	9.2	6.9	7.3	10.2
Tolimán	11.1	12.2	15.7	18.0	19.1	19.8	19.1	18.4	17.5	14.5	12.3	10.4	15.7
Villa Bernal	9.2	10.2	13.5	15.2	16.3	15.7	15.2	15.1	14.6	13.2	10.5	9.9	13.2
Vizarrón	8.4	9.3	11.9	14.2	15.3	14.6	14.4	14.0	13.5	11.7	10.2	9.1	12.2
Tecoautla	9.7	11.6	14.5	15.4	17.8	17.9	18.5	17.1	16.9	14.4	11.9	10.1	14.6
Zimapán	10.1	10.8	13.9	16.0	17.3	16.9	16.4	16.2	15.9	14.1	12.1	11.9	14.2

CUADRO J. NUMERO DE DIAS CON HELADAS AL AÑO

Estación	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Total
Cadereyta	8.7	7.1	0.8	0.1		0.5	2.1	5.4	6.0	31.0
Doctor, El	8.8	4.9	1.6	0.5		0.7	2.8	6.4	8.1	34.2
P.de Tablas	8.7	6.2	1.0				1.2	3.9	6.1	27.1
Presa Cent.	10.6	6.4	1.2	0.2		0.2	1.0	4.3	7.2	31.2
San Joaquin	8.0	5.4	2.0	0.5	.05	0.7	3.4	7.0	6.2	34.5
Tolimán	0.7	0.9	0.1					0.2	1.3	3.3
Villa Bernal	5.0	2.6	0.6				0.3	2.0	2.7	13.4
Vizarrón	5.0	3.2	1.1				1.1	2.4	3.6	16.7
Tecoautla	5.9	4.2	0.4	0.2			0.8	4.0	5.3	21.0
Zimapan	1.5	1.7	0.1			0.1	1.0	0.6	1.2	6.4

CUADRO K. PRECIPITACION PLUVIAL (mm)

Estación	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Anual
Cadereyta	16.8	10.5	13.0	18.9	48.3	110.3	87.1	95.6	91.7	31.9	8.8	8.4	541.7
Doctor, El	22.1	12.5	18.1	25.3	52.5	151.4	126.8	141.3	169.8	74.8	22.1	11.6	829.6
P. de Tablas	15.9	6.5	14.3	20.8	46.5	96.7	88.9	106.0	94.8	31.4	9.3	7.8	539.5
Presa Cent.	13.9	5.4	12.3	16.5	42.4	68.4	88.8	86.1	92.9	30.3	8.3	6.1	501.8
San Joaquín	24.4	15.0	30.0	32.8	70.8	160.8	175.5	170.7	237.4	113.7	30.2	22.8	1091.5
Tolimán	8.2	5.2	15.6	22.0	50.6	62.5	45.0	62.5	65.0	39.9	8.9	5.5	391.4
Villa Bernal	7.3	5.8	8.7	16.2	33.7	114.2	101.1	87.5	74.3	26.8	9.8	6.5	492.6
Vizarrón	11.2	6.1	13.8	17.7	43.4	100.7	77.7	66.3	83.4	20.7	8.3	6.4	466.0
Tecoautla	12.3	2.4	3.9	22.2	51.6	102.8	81.2	82.5	74.3	40.1	6.1	4.8	484.7
Zimapán	11.7	3.5	10.1	30.2	43.5	79.3	72.5	60.9	66.7	38.2	8.8	7.3	433.0

CUADRO L. CONDICIONES CLIMATICAS - GEOLOGICAS DE LOS SITIOS DE MUESTREO

Muestreo	Coordenadas	Altitud m.s.n.m.	Temp. Media Anual	Constante Termica	Horas-Frío	Prom.Temp. Mínima	Prom.Temp. Máxima	Fototemp.	Nictotemp.	Heladas No. Días	Precipitación	Humedad Relativa	Indice Aridez	Clima	Geología
1	20°39' 99°21'	2 000	18 - 19°	1900-2000	100-200	10 - 11°	26 - 27°	23 - 24°	14 - 15°	10 - 15	400-500	40%	20 - 30	BS ₁ hw	Riolitas
2	20°33' 99°30'	1 800	19 - 20°	2000-2100	100-200	10 - 11°	27 - 28°	23 - 24°	14 - 15°	15 - 20	400-500	40%	20 - 30	BS ₁ hw	Riolitas
3	20°31' 99°49'	2 050	17 - 18°	1700-1800	300-400	8 - 9°	25 - 26°	21 - 22°	12 - 13°	25 - 30	500-600	40%	30 - 40	BS ₁ kw	Riolitas
4	20°42' 99°45'	2 100	15 - 16°	1400-1500	400-500	7 - 8°	23 - 24°	19 - 20°	11 - 12°	25 - 30	500-600	40%	30 - 40	BS ₁ kw	Riolitas
5	20°46' 99°56'	2 000	17 - 18°	1600-1700	300-400	8 - 9°	24 - 25°	21 - 22°	14 - 15°	10 - 15	400-500	40%	20 - 30	BS ₁ kw	Riolitas
6	20°50' 99°57'	1 820	18 - 19°	2000-2100	200-300	9 - 10°	27 - 28°	23 - 24°	14 - 15°	5 - 10	400-500	40%	20 - 30	BS ₁ hw	Andesita
7.	20°54' 99°50'	1 900	18 - 19°	2000-2100	200-300	9 - 10°	26 - 27°	22 - 23°	14 - 15°	10 - 15	500-600	40%	30 - 40	BS ₁ hw	Arenisca-Lutit. (Form, Trancos)
8	20°54' 99°41'	1 900	16 - 17°	1300-1400	400-500	8 - 9°	23 - 24°	20 - 21°	12 - 13°	15 - 20	700-800	40%	50 - 60	Cw ₀	Caliza-Lutita (Soyotal)
9	20°54' 99°41'	1 900	16 - 17°	1300-1400	400-500	8 - 9°	23 - 24°	20 - 21°	12 - 13°	15 - 20	700-800	40%	50 - 60	Cw ₁	Caliza El Doctor
10	20°53' 99°41'	2 500	14 - 15°	900-1000	500-600	7 - 8°	21 - 22°	18 - 19°	11 - 12°	20 - 25	800-900	50%	60 - 70	Cw ₂	Caliza El Doctor
11	20°52' 99°36'	2 500	13 - 14°	600- 700	500-600	7 - 8°	20 - 21°	17 - 18°	10 - 11°	30 - 35	900-1000	50%	60 - 70	Cw ₂	Caliza-Lutita (Soyotal)

CUADRO. **M** Límites Naturales de la Distribución de las Especies.

Especies	Altitud en m.	Insoleación med. Anual	Temp. Media Anual	Constantes Térmicas	Horas Frío	Prom. Temp. Mínima	Prom. Temp. Máxima	Pototemp.	Nicotemp.	Heladas (# días)	Precip. Anual	Humedad Relativa
<i>Opuntia lasiocarpa</i>	1800 - 2100	2200 Hrs.	15 - 20°	1300 - 2100	100 - 500	7 - 11°	23 - 28°	19 - 24°	11 - 15°	5 - 30	400 - 800	40%
<i>O. mepadantha</i> <i>O. lasiocarpa</i>	1800 - 2100	2200	15 - 20°	1400 - 2100	100 - 500	7 - 11°	23 - 28°	19 - 24°	11 - 15°	10 - 30	400 - 600	40
<i>Equinocectus</i> sp.	1800 - 2100	2200	15 - 20°	1400 - 2100	100 - 500	7 - 11°	23 - 28°	17 - 24°	10 - 15°	5 - 35	400 - 800	40
<i>Mesalaria</i> sp.	1800 - 2100	2200	15 - 20°	1400 - 2100	100 - 500	7 - 11°	23 - 28°	19 - 24°	11 - 15°	5 - 30	400 - 800	40
<i>Jatropha dioica</i>	1800 - 2100	2200	15 - 20°	1300 - 2100	100 - 500	7 - 11°	23 - 28°	19 - 24°	11 - 15°	5 - 30	400 - 800	40
<i>Miconia blanchifera</i>	1800 - 2500	2200	13 - 20°	600 - 2100	100 - 600	7 - 11°	23 - 28°	17 - 24°	10 - 15°	5 - 35	400 - 1000	40 -
<i>Acaola</i> sp.	1800 - 2100	2200	15 - 20°	1300 - 2100	100 - 500	7 - 11°	23 - 28°	19 - 24°	12 - 15°	5 - 30	400 - 800	40
<i>Tillandsia recurvata</i> <i>Taluachiston</i>	1800 - 2100	2200	15 - 20°	1400 - 2100	100 - 500	7 - 11°	23 - 28°	19 - 24°	11 - 15°	5 - 30	400 - 600	40
<i>Yuca</i> sp.	2000 - 2500	2200	14 - 28°	900 - 1900	300 - 600	7 - 9°	21 - 25°	18 - 22°	11 - 15	10 - 25	400 - 900	40 -
<i>Pouqueria splendens</i>	1900	2200	16 - 19°	1300 - 2100	200 - 500	8 - 10°	23 - 27°	20 - 23°	13 - 15°	10 - 20	500 - 800	40
<i>Pyrrhuloxia mexicanus</i> <i>Zinnia</i> <i>Chenopodium</i> sp.	1900	2200	18 - 19°	2000 - 2100	200 - 300	9 - 10°	26 - 27°	22 - 23°	14 - 15°	10 - 15	500 - 600	40
<i>Hibiscus</i> sp. <i>Convolvulus</i> sp. <i>Karwinskia humboldtiana</i>	1900	2200	16 - 17°	1300 - 1400	400 - 500	8 - 9°	23 - 24°	20 - 21°	12 - 13°	15 - 20	700 - 800	40
<i>Parthenium inoanum</i> <i>Lycium</i> sp.	1900	2200	16 - 17°	1300 - 1400	400 - 500	8 - 9°	23 - 24°	20 - 21°	12 - 13	15 - 20	700 - 800	40
<i>Quercus</i> sp. <i>Cupressus</i> sp. <i>Juniperus flaccida</i> <i>Eucalyptus</i> <i>Cercus microphylla</i> <i>Desmodium</i> sp. <i>Artocarpus</i> sp. <i>Passiflora conferta</i> <i>Stemodia</i> sp. <i>Conoclinium rosea</i> <i>Yareña</i> sp. <i>Pinus pseudostrobus</i> <i>Pinus centroides</i> <i>Geranium</i> sp.	2500	2200	13 - 14°	600 - 700	500 - 600	7 - 8°	20 - 21°	17 - 18°	10 - 11	30 - 35	900 - 1000	50

Temp m	Pototemp.	Nirottemp.	Hieladas (% día)	Precip Anual	Humedad Relativa	Índice de Aridex
- 28°	19 - 24°	11 - 15°	5 - 30	400 - 800	40%	20 - 60
- 28°	19 - 24°	11 - 15°	10 - 30	400 - 600	40	20 - 40
- 28°	17 - 24°	10 - 15°	5 - 35	400 - 800	40	20 - 60
- 28°	19 - 24°	11 - 15°	5 - 30	400 - 800	40	20 - 60
- 28°	19 - 24°	11 - 15°	5 - 30	400 - 800	40	20 - 60
- 28°	17 - 24°	10 - 15°	5 - 35	400 - 1000	40 - 50	20 - 70
- 28°	19 - 24°	12 - 15°	5 - 30	400 - 800	40	20 - 60
- 28°	19 - 24°	11 - 15°	5 - 30	400 - 600	40	20 - 40
- 25°	18 - 22°	11 - 15	10 - 25	400 - 900	40 - 50	20 - 70
- 27°	20 - 23°	12 - 15°	10 - 20	500 - 800	40	30 - 60
- 27°	22 - 23°	14 - 15°	10 - 15	500 - 600	40	30 - 40
- 24°	20 - 21°	12 - 15°	15 - 20	700 - 800	40	50 - 60
- 23° - 24°	20 - 21°	12 - 15	15 - 20	700 - 800	40	50 - 60
20 - 21°	17 - 18°	10 - 11	30 - 35	900 - 1000	50	60 - 70

Clima

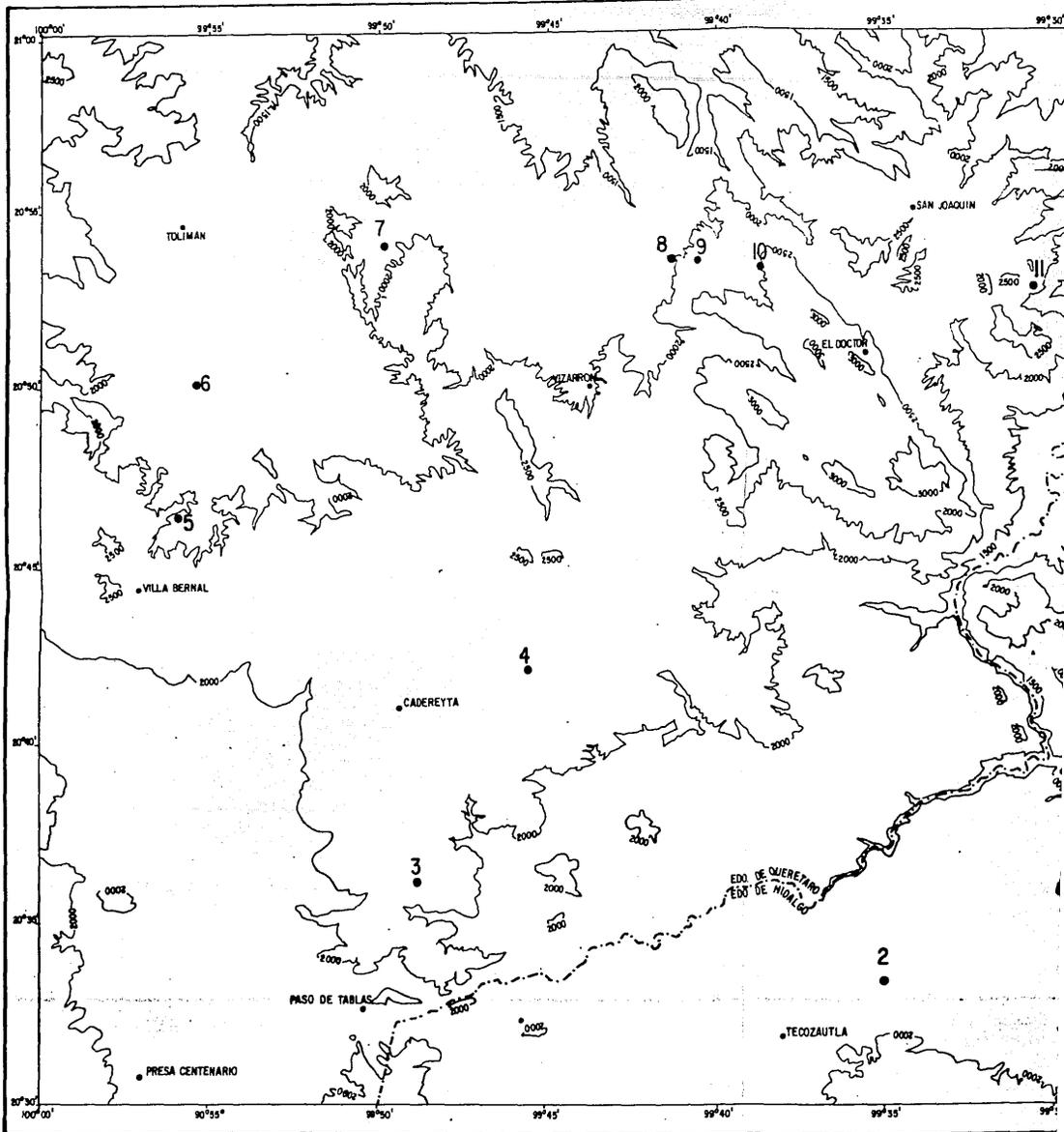
Geología

HS ₁ hw	a	Cw ₁	Riolitas, Andesita, Caliza, Arenisca.
HS ₂ hw	-	HS ₁ Kw	Riolitas.
HS ₁ hw	a	Cw ₀	Riolitas, andesita, Cal. - Lut, Arenisca-lutita.
HS ₁ hw	a	Cw ₀	Riolita, Andesita, Caliza-lutita, Arenisca-lutita.
HS ₁ hw	a	Cw ₁	Riolita, Andesita, Caliza, Arenisca-lutita.
HS ₂ hw	a	Cw ₂	Riolita, Andesita, CZ, Lu-ar, ox-lu, basalto,
HS ₁ hw	a	Cw ₁	Riolita, Andesita, Arenisca-lutita, caliza.
HS ₁ hw	-	HS ₁ k	Riolita, Andesita.
HS ₁ k	-	Cw ₂	Riolita, Caliza
HS ₁ hw	a	Cw ₁	Arenisca-lutita, Caliza-lutita, caliz.
HS ₁ hw			Arenisca-lutita
Cw ₀	-	Cw ₁	Caliza-lutita.
Cw ₁			Caliza
Cw ₂			Caliza-lutita.

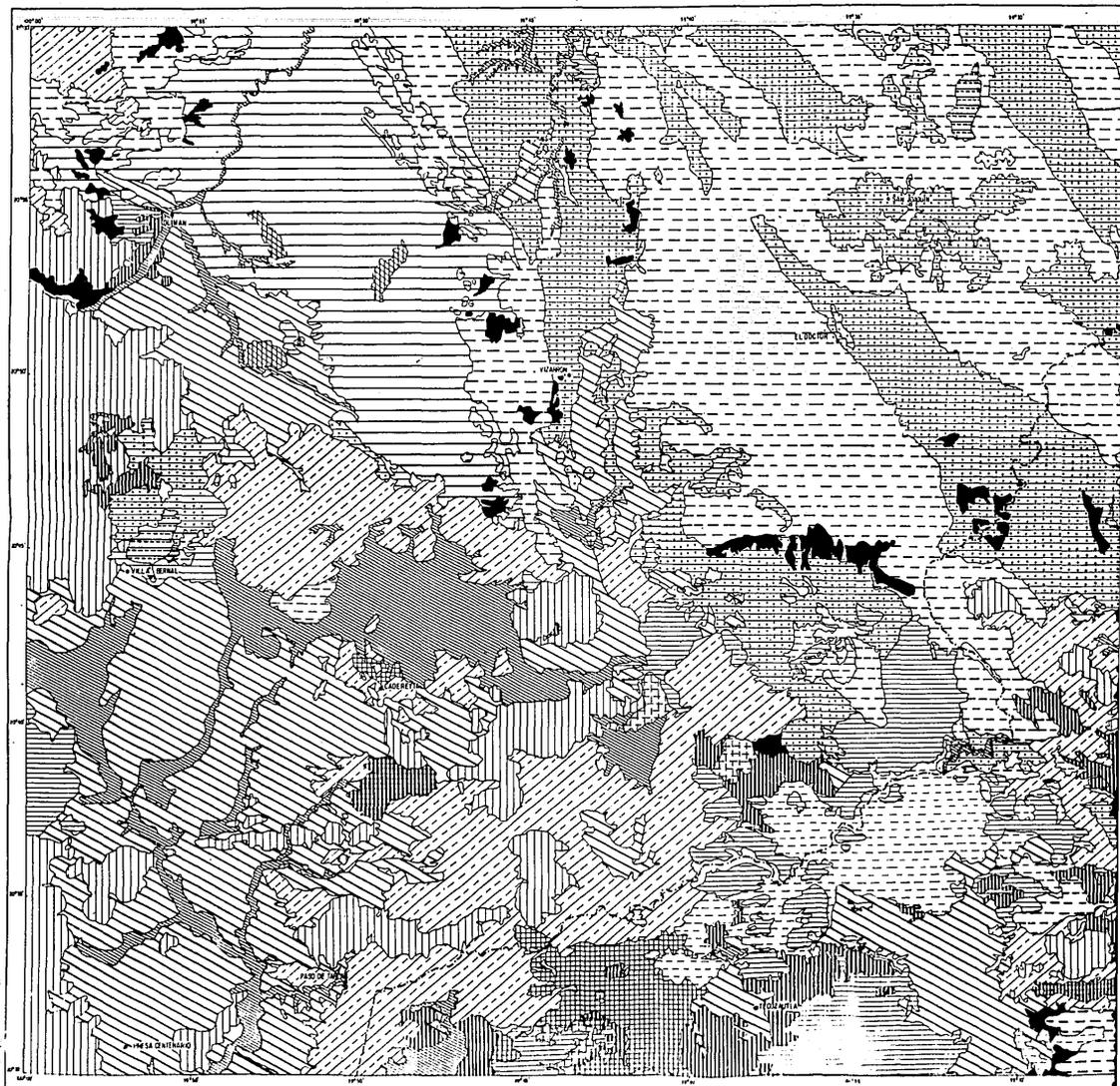
CUADRO N . LIMITES NATURALES DE DISTRIBUCION DE LAS COMUNIDADES VEGETALES.

Comunidad	Altitud (m snm)	Clima	Litología
Matorral Inerme	800 - 2 300	Cw	Caliza, Caliza-lutita
Matorral Subinerme	1 500 - 2 800	BS	Caliza, Caliza-lutita, riolita y andesita
Matorral Espinoso	1 400 - 2 400	BS	Riolita, Basalto, Arenisca, Lutita-arenisca y tobas
Nopalera	1 600 - 2 600	BS	Riolita, Basalto, Arenisca, Caliza-lutita y conglomerado basáltico.
Cardonal	1 400 - 2 000	BS	Riolita, Basalto, Arenisca, Lutita-arenisca y conglomerado basáltico
Crasirosulifolio	1 600 - 2 400	BS	Riolita, Basalto, Arenisca, Lutita-arenisca y conglomerado basáltico
Bosque	1 400 - 3 100	Cw	Riolita, Basalto, Arenisca, Caliza, Caliza-lutita y conglomerado basáltico.

-->
Continua 1



-->
Continua 1



MAPA 13

LITOLOGIA

ROCAS IGNEAS

-  Rocas Intrusivas
-  Rocas Extrusivas Acidas
-  Riolitas
-  Rocas Extrusivas Intermedi
-  Andesita
-  Rocas Extrusivas Basicas
-  Basalto
-  Tobas
-  Brecha Volcanica

ROCAS SEDIMENTARIAS

-  Calizas
-  Caliza-Lutita
-  Lutita
-  Lutita-Arenisca
-  Arenisca
-  Arenisca Conglomerado
-  Conglomerado

ROCAS METAMORFICAS

-  Esquistos

SUELOS

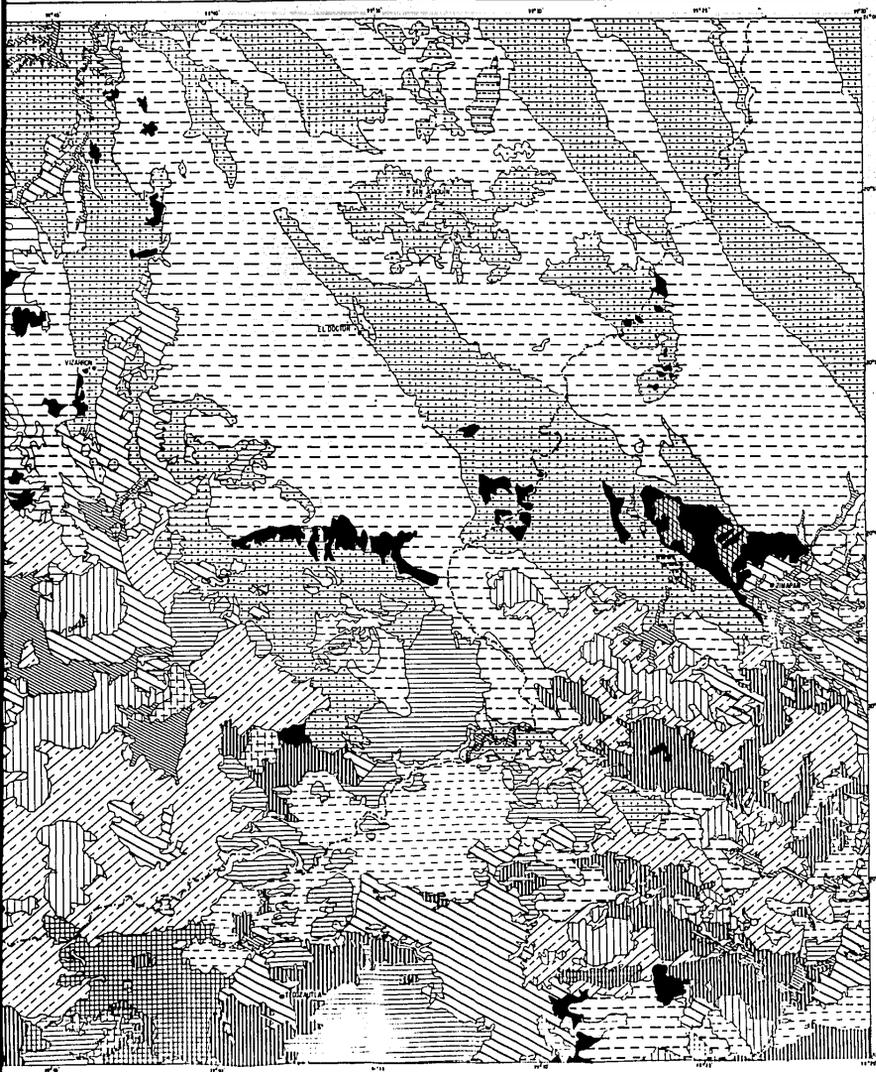
-  Aluvial

ESCALA

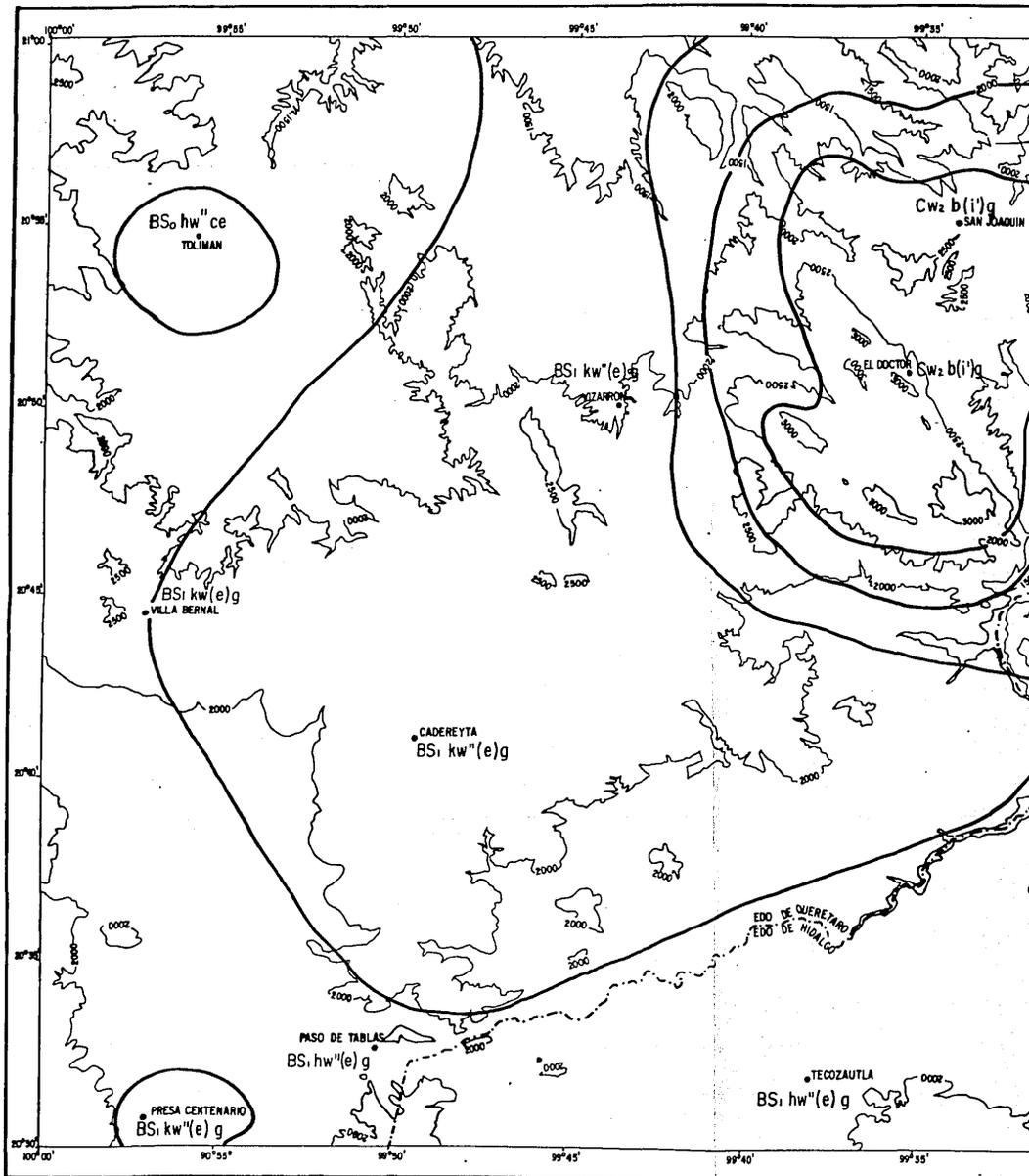


Fuente: CETENAL 1974

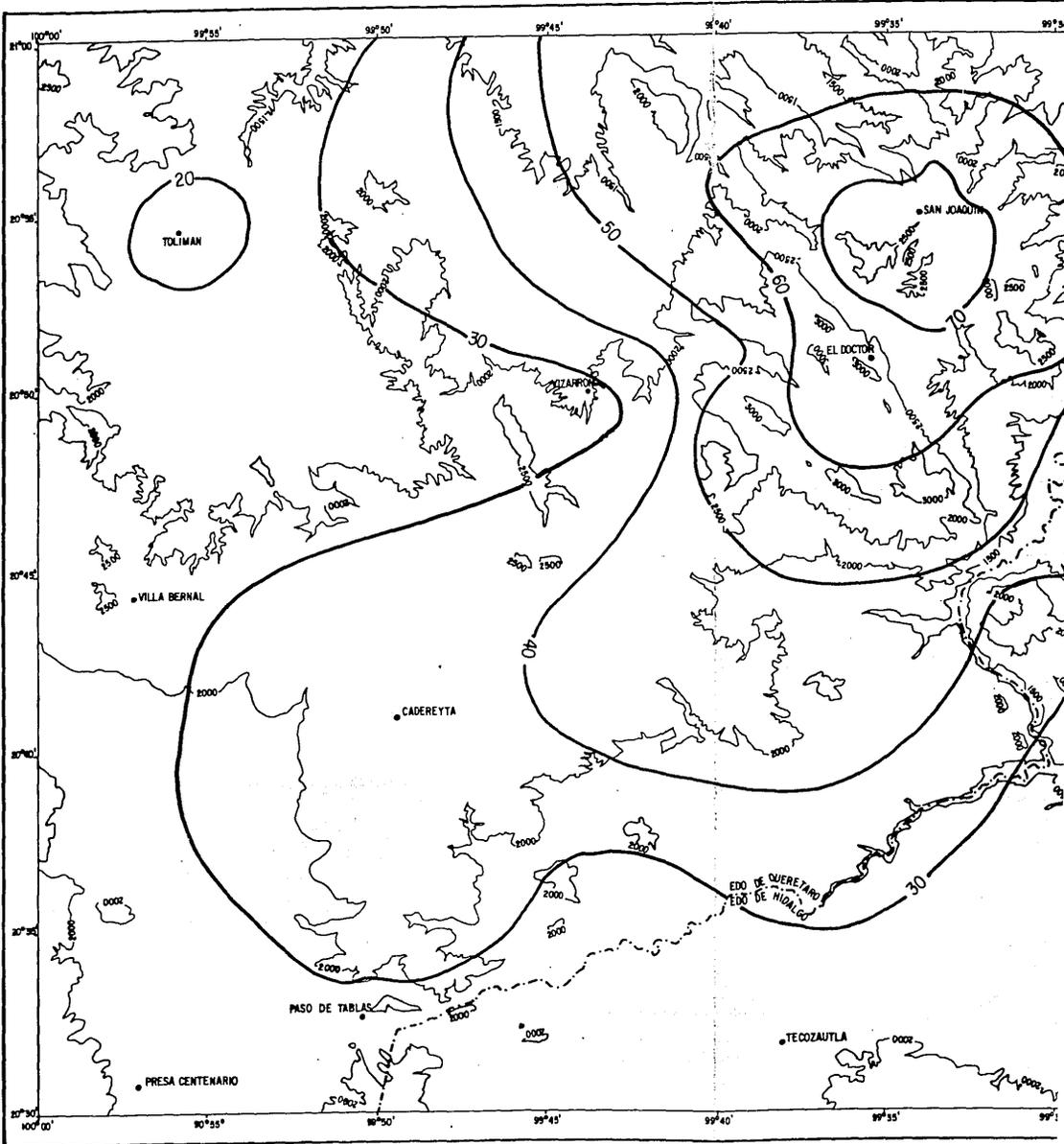
Dibujó Arturo L. Reséndiz Cruz.

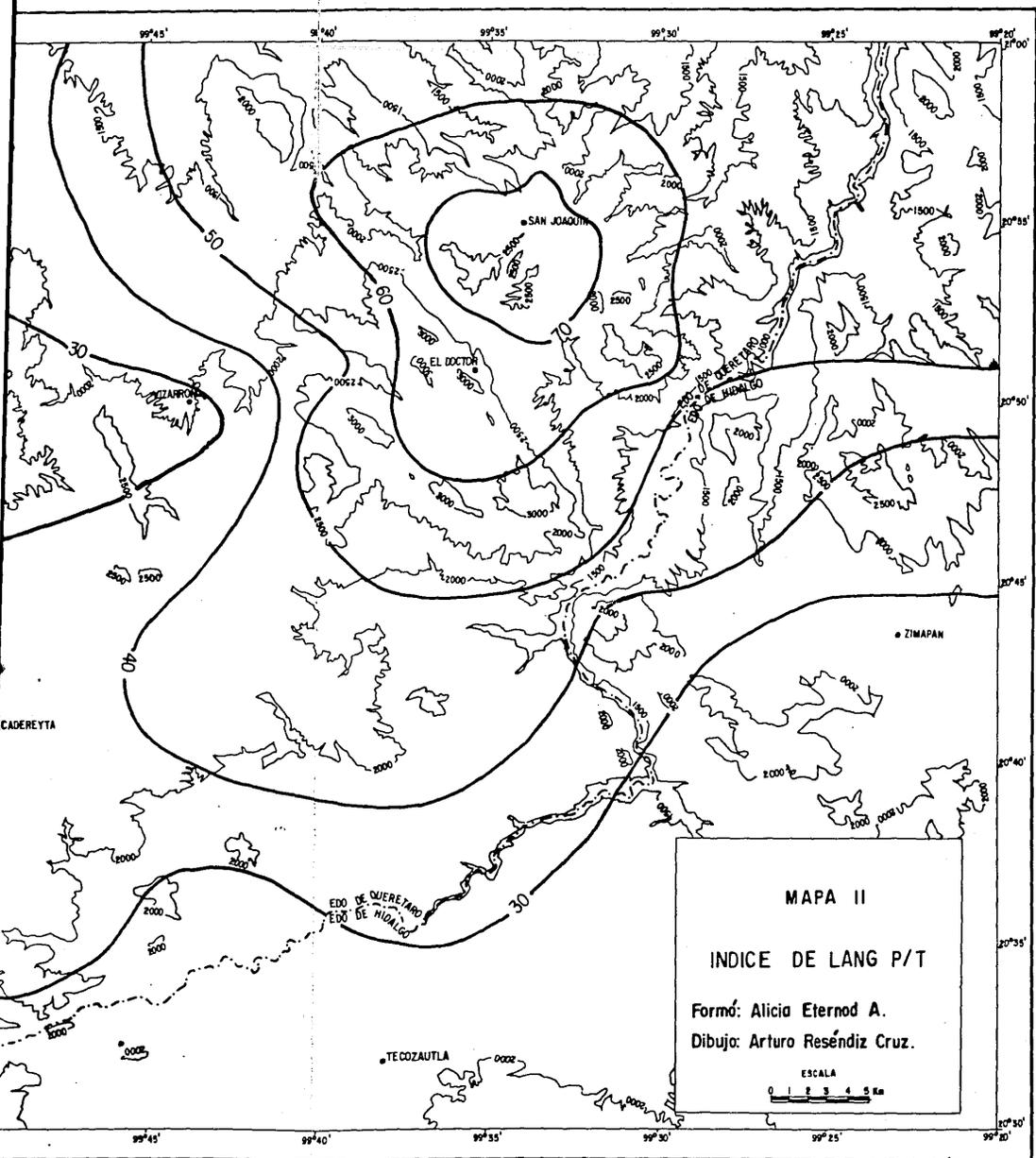


-->
Continua 1



--->
Continua 1



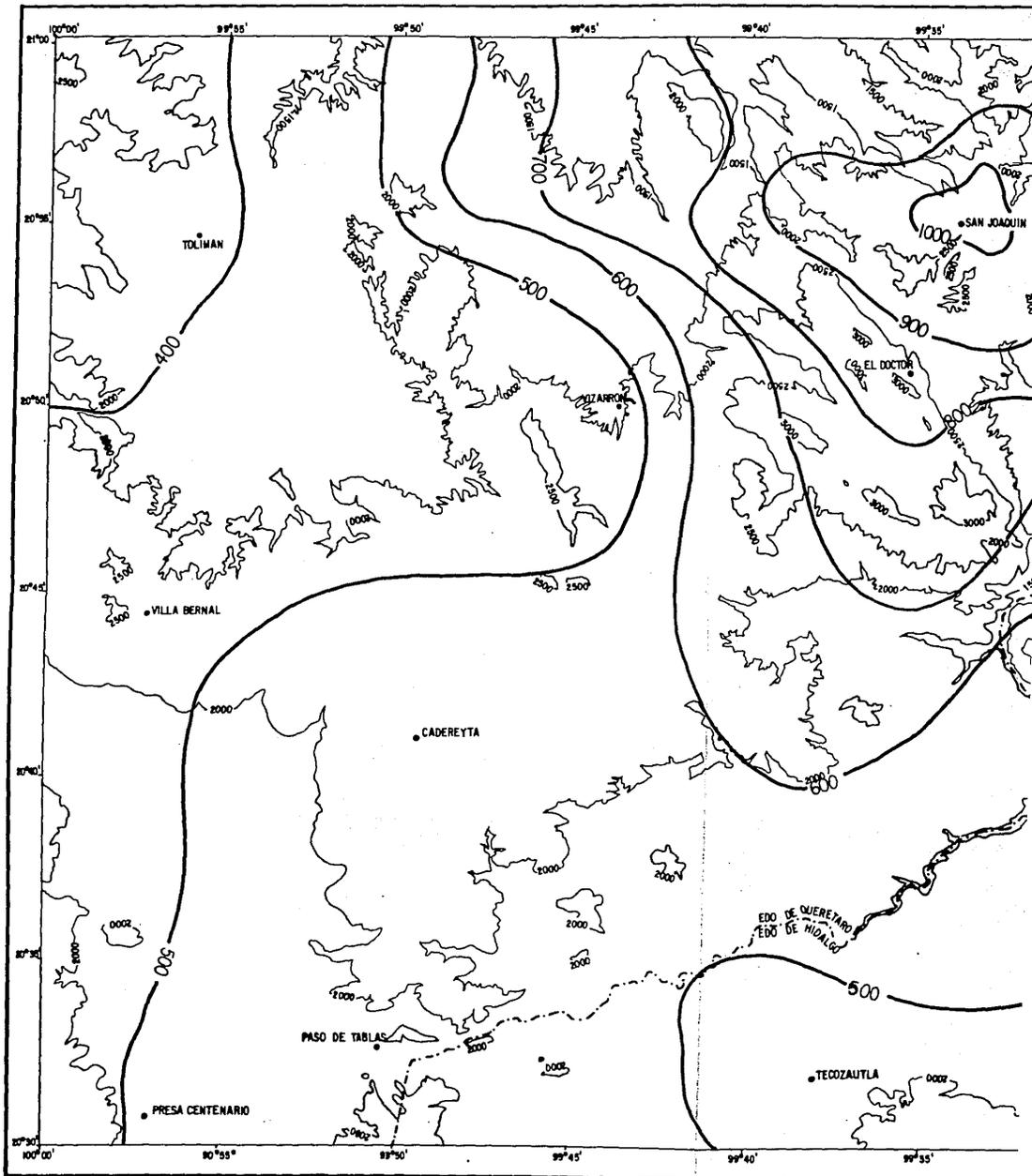


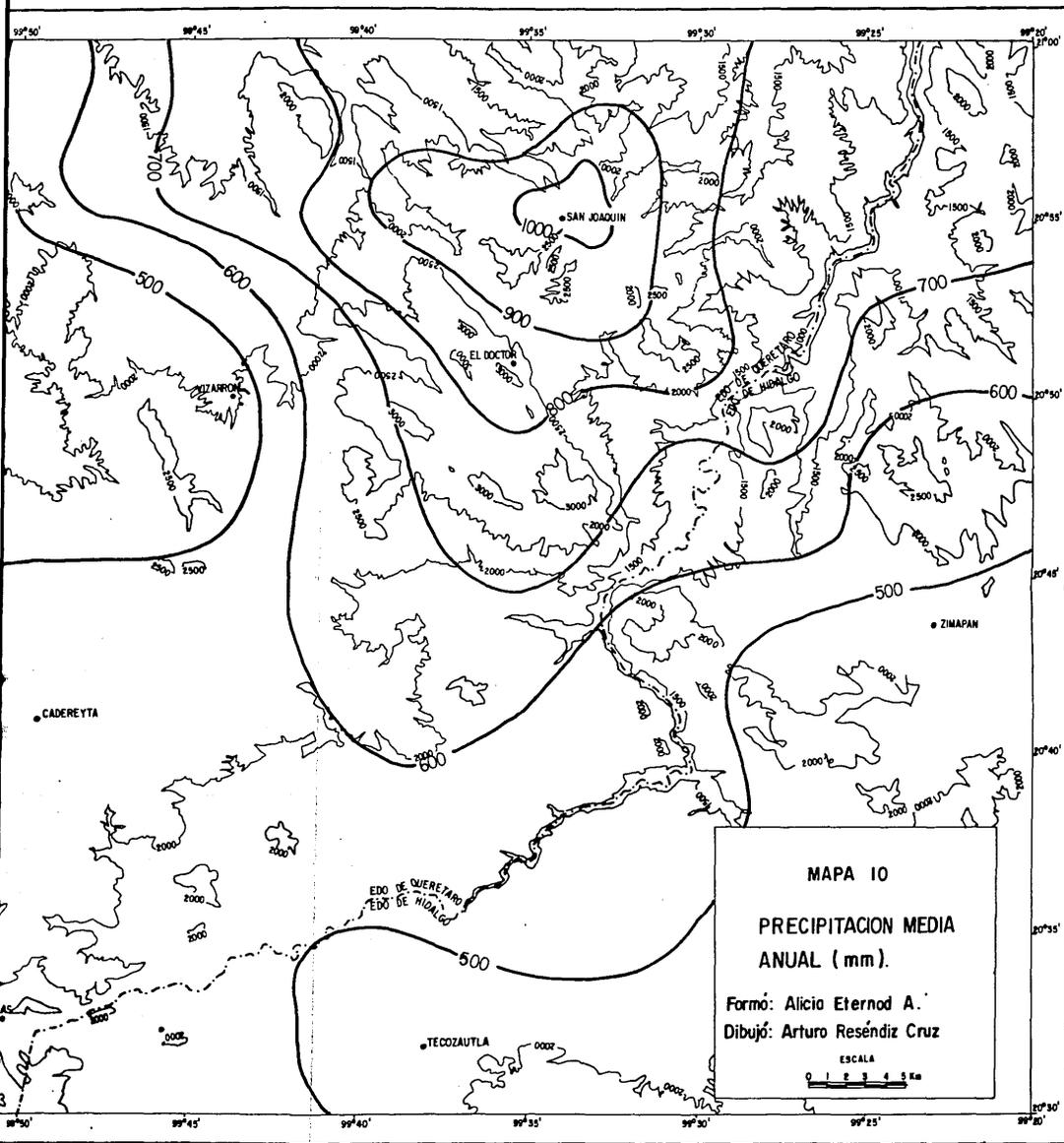
MAPA II
INDICE DE LANG P/T

Formó: Alicia Eternod A.
 Dibujo: Arturo Reséndiz Cruz.

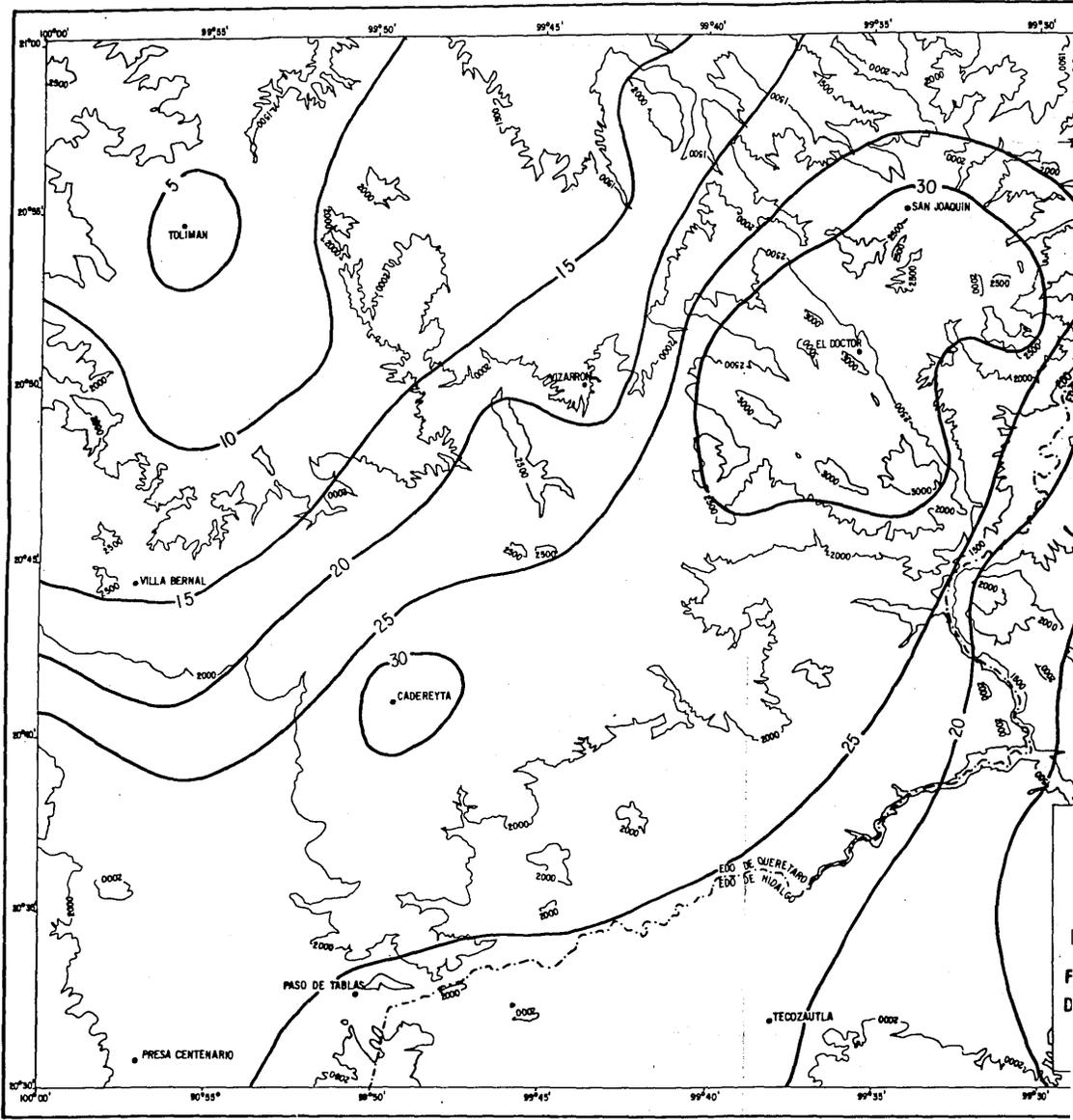


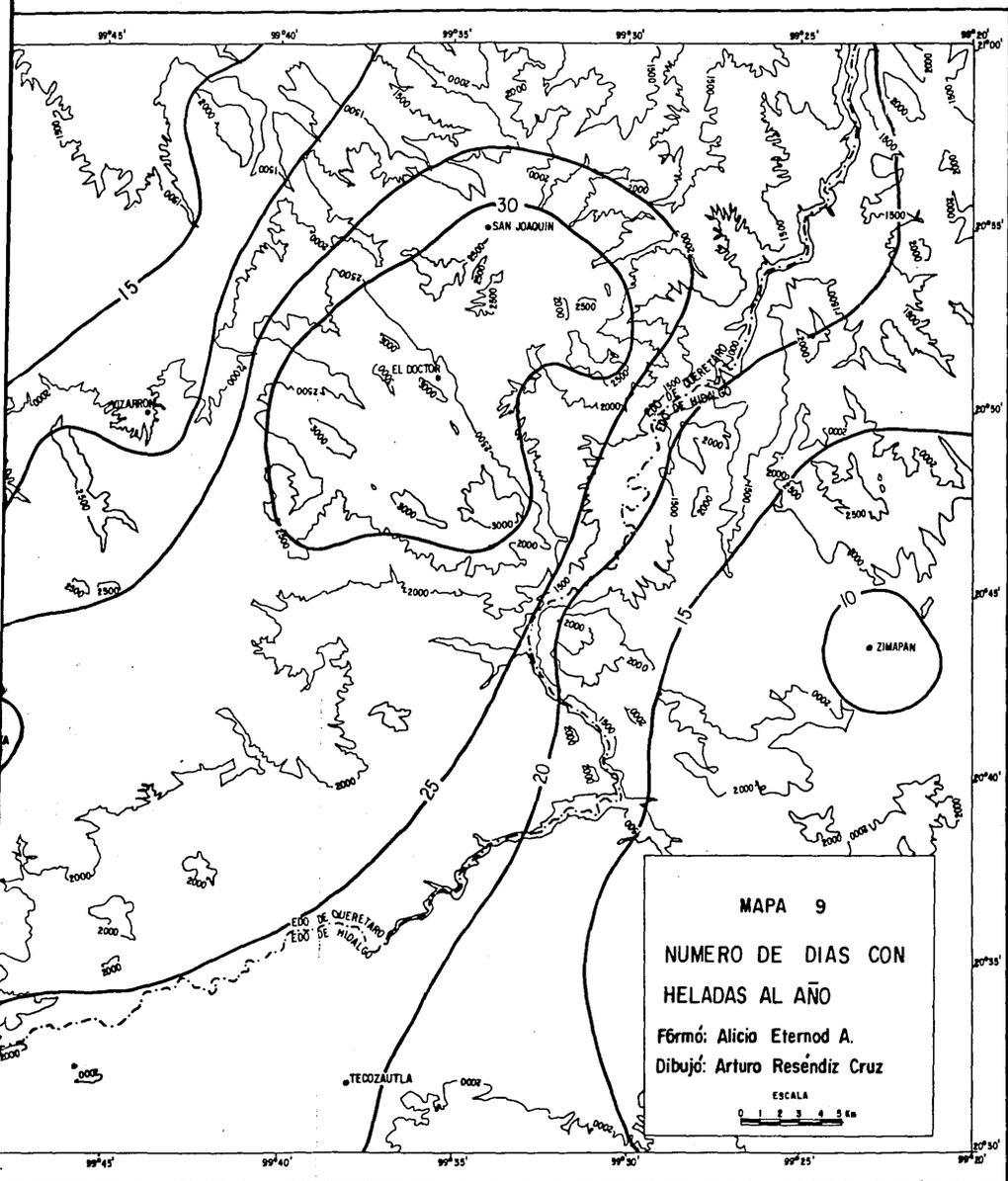
-->
Continua I



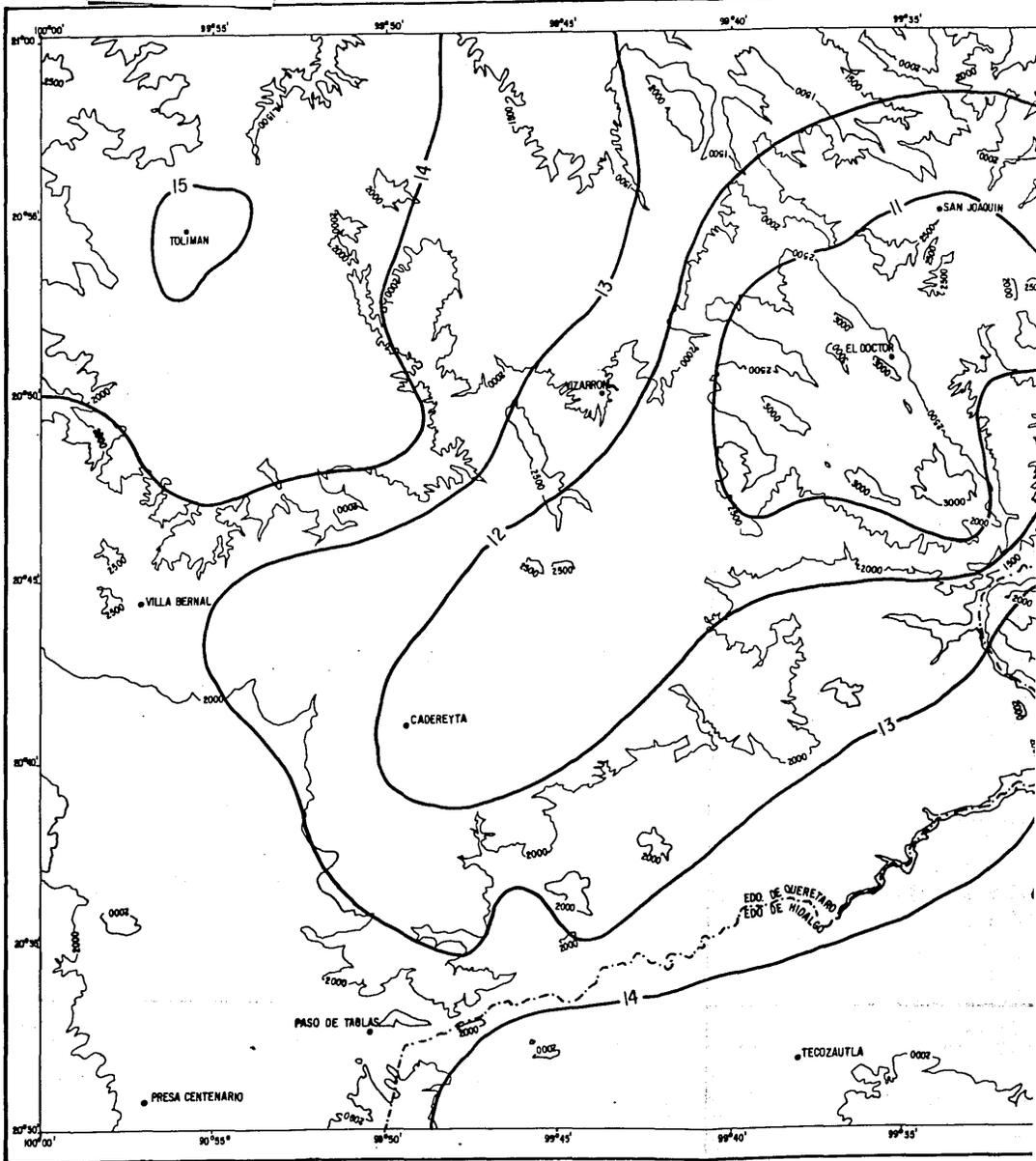


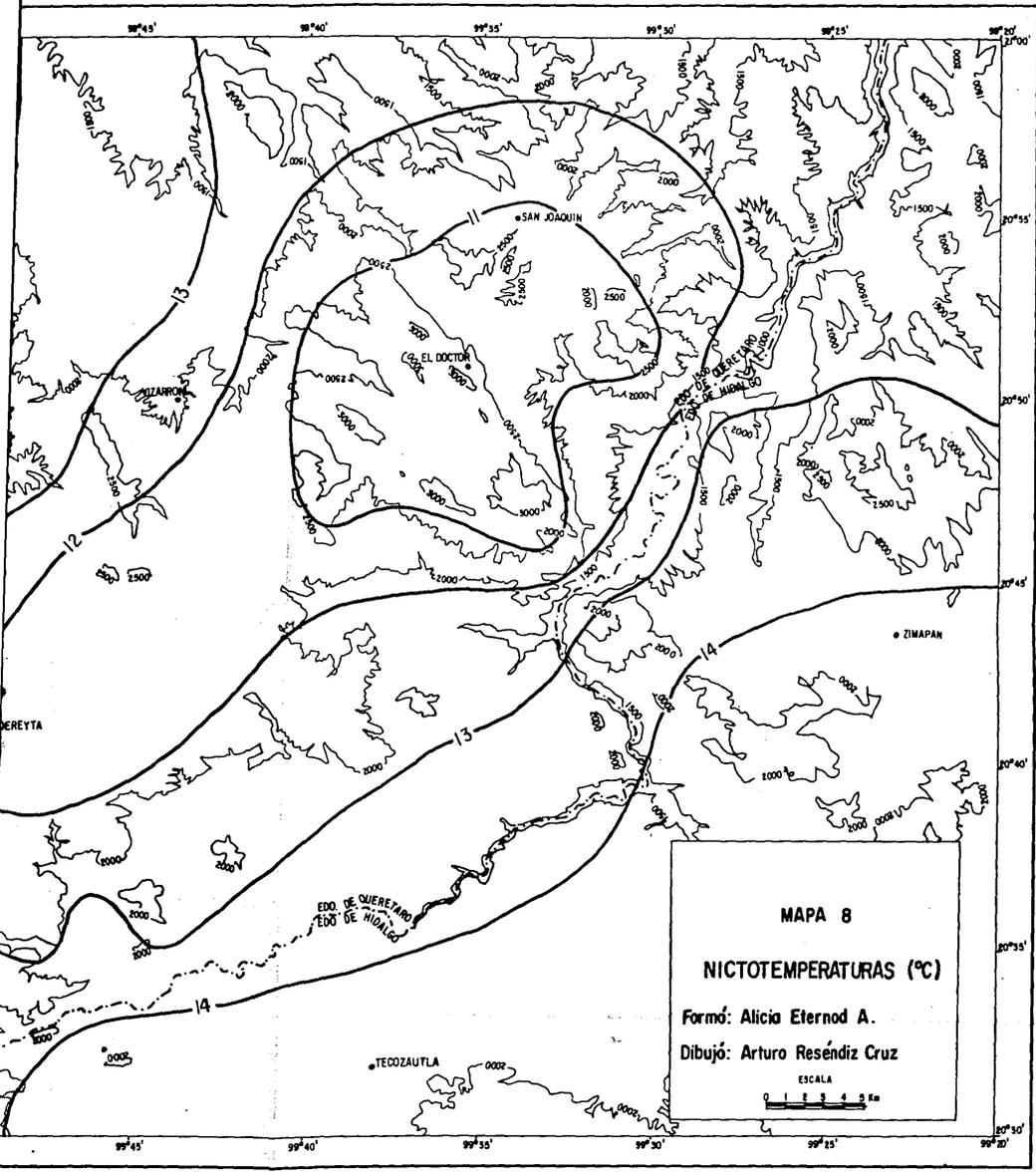
--->
Continua I



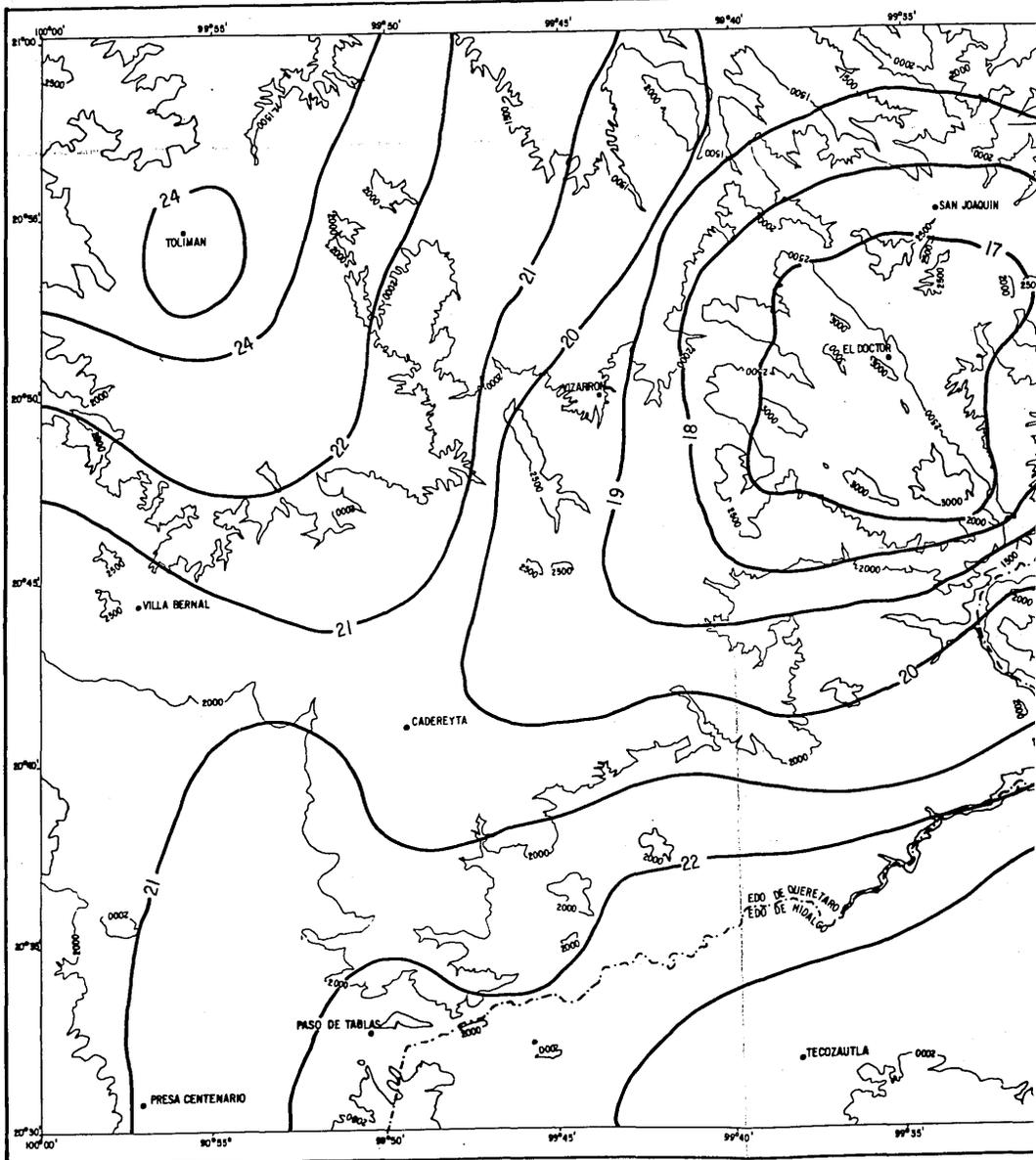


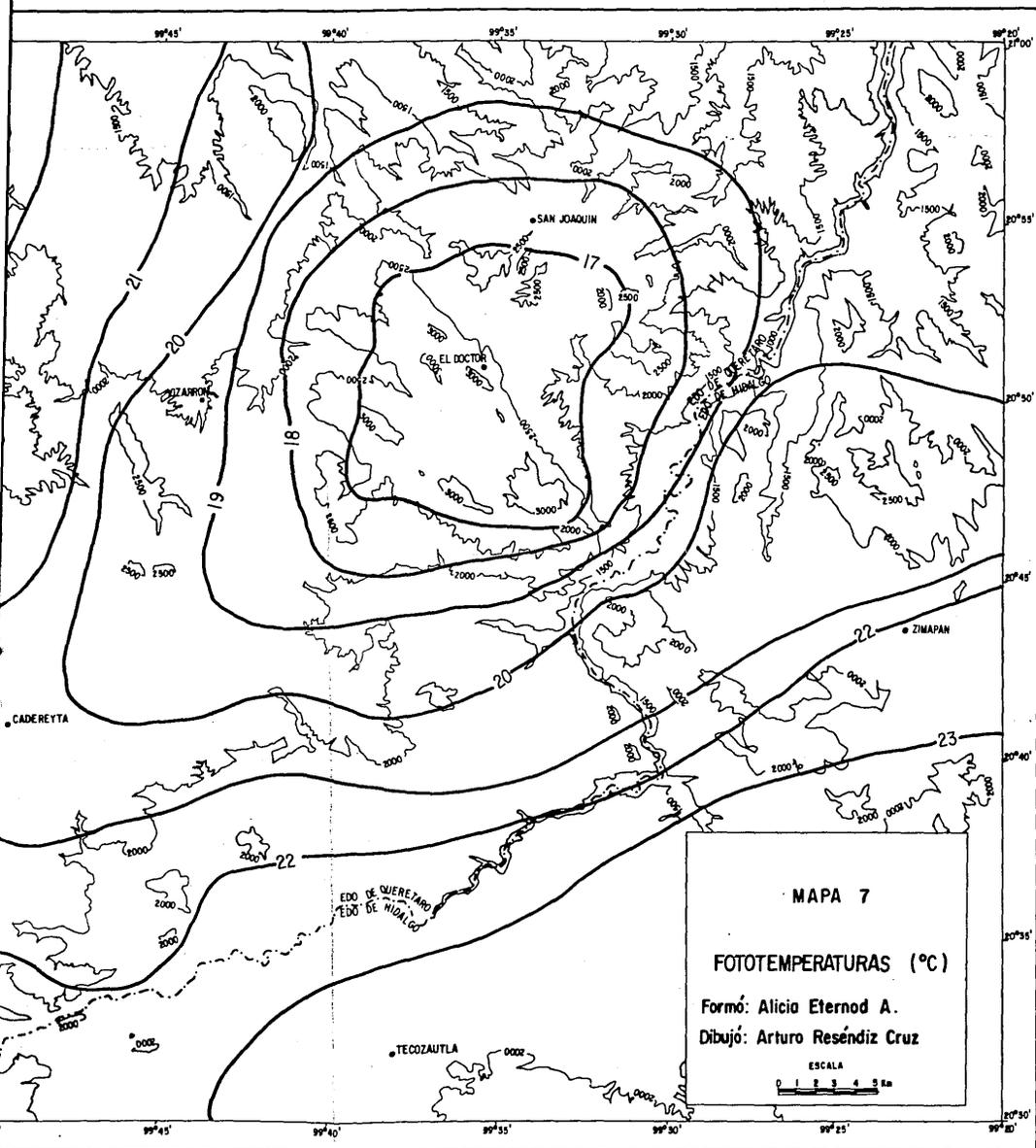
-->
Continua 1



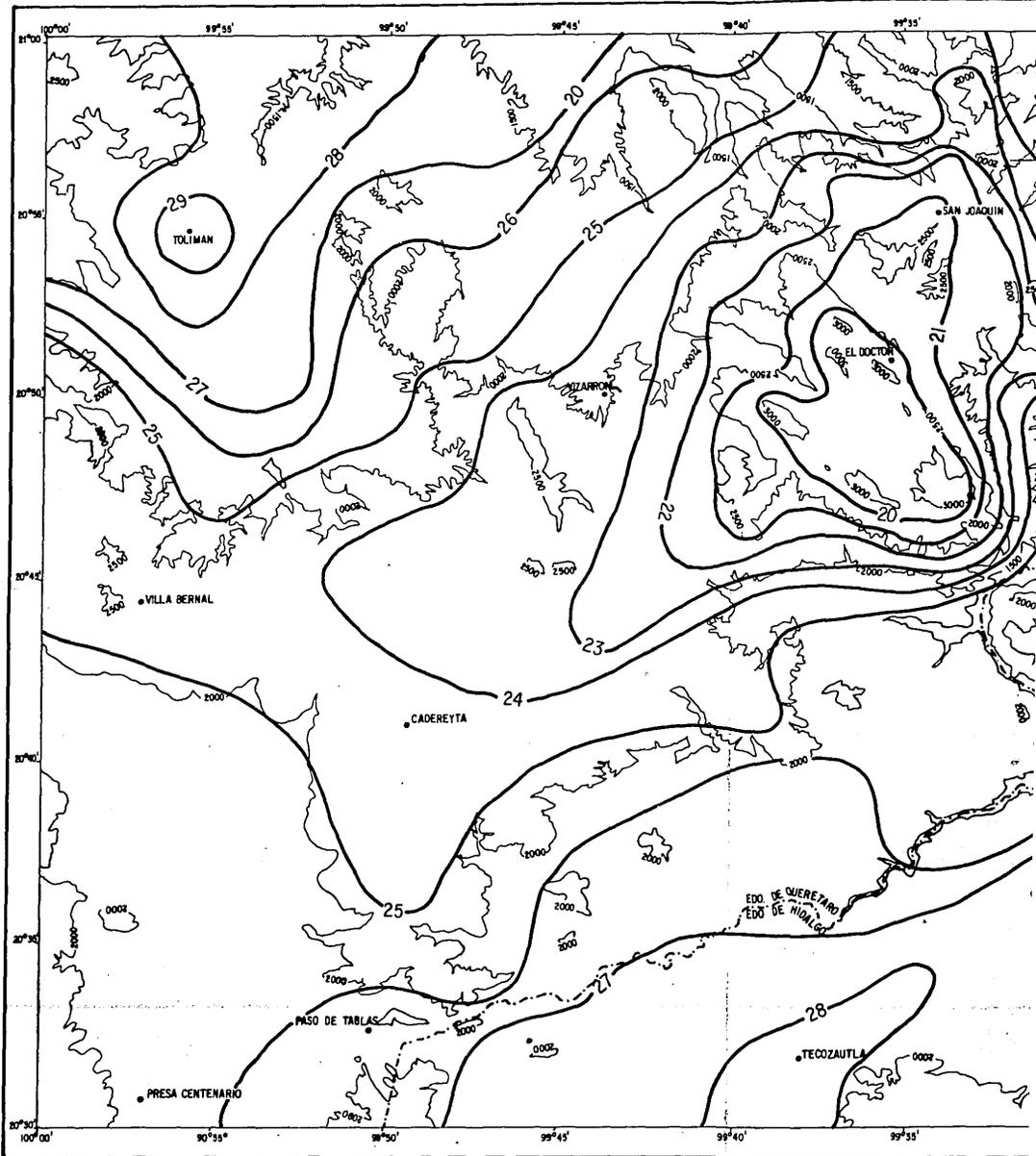


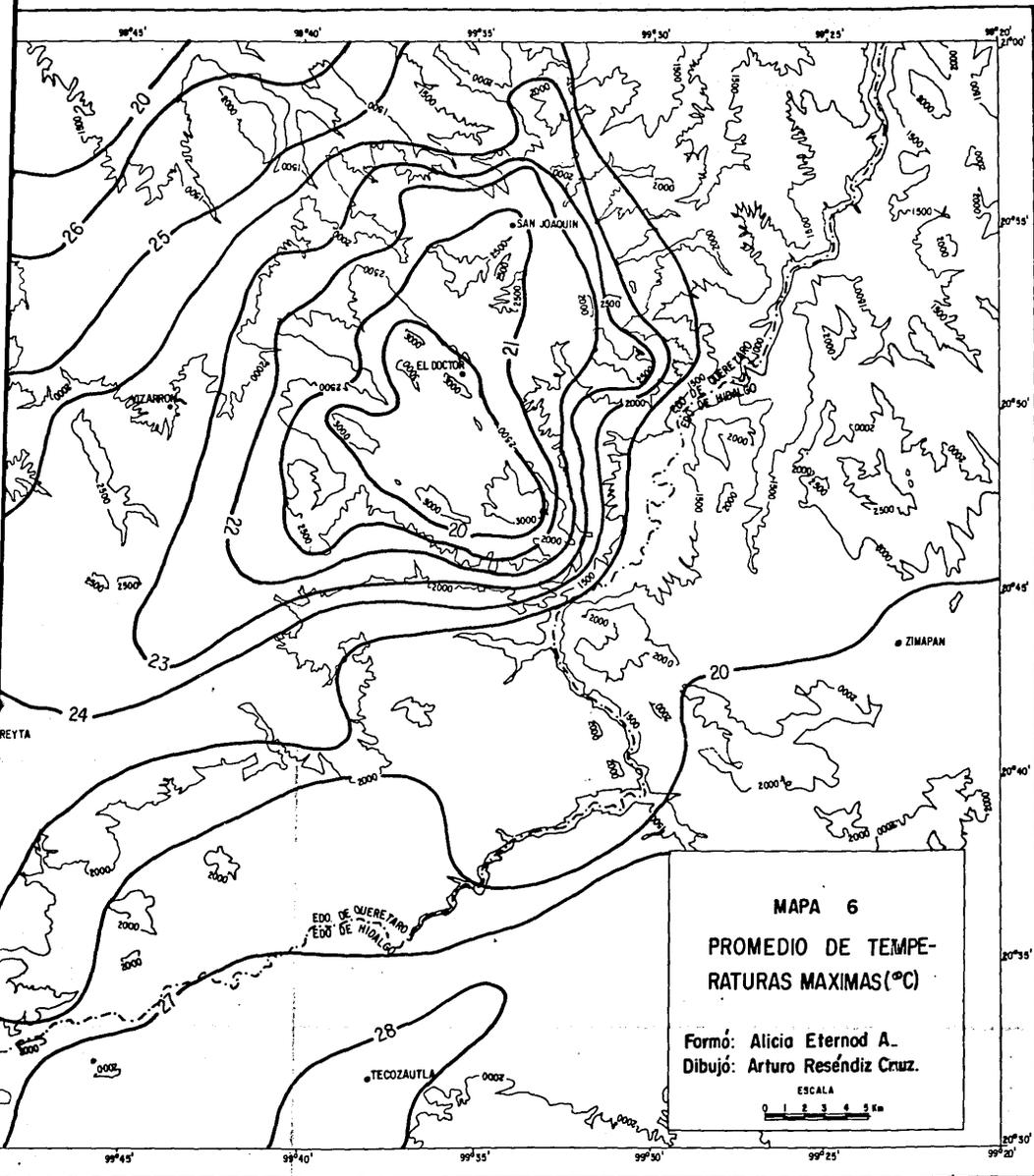
-->
Continua 1





--->
Continua I



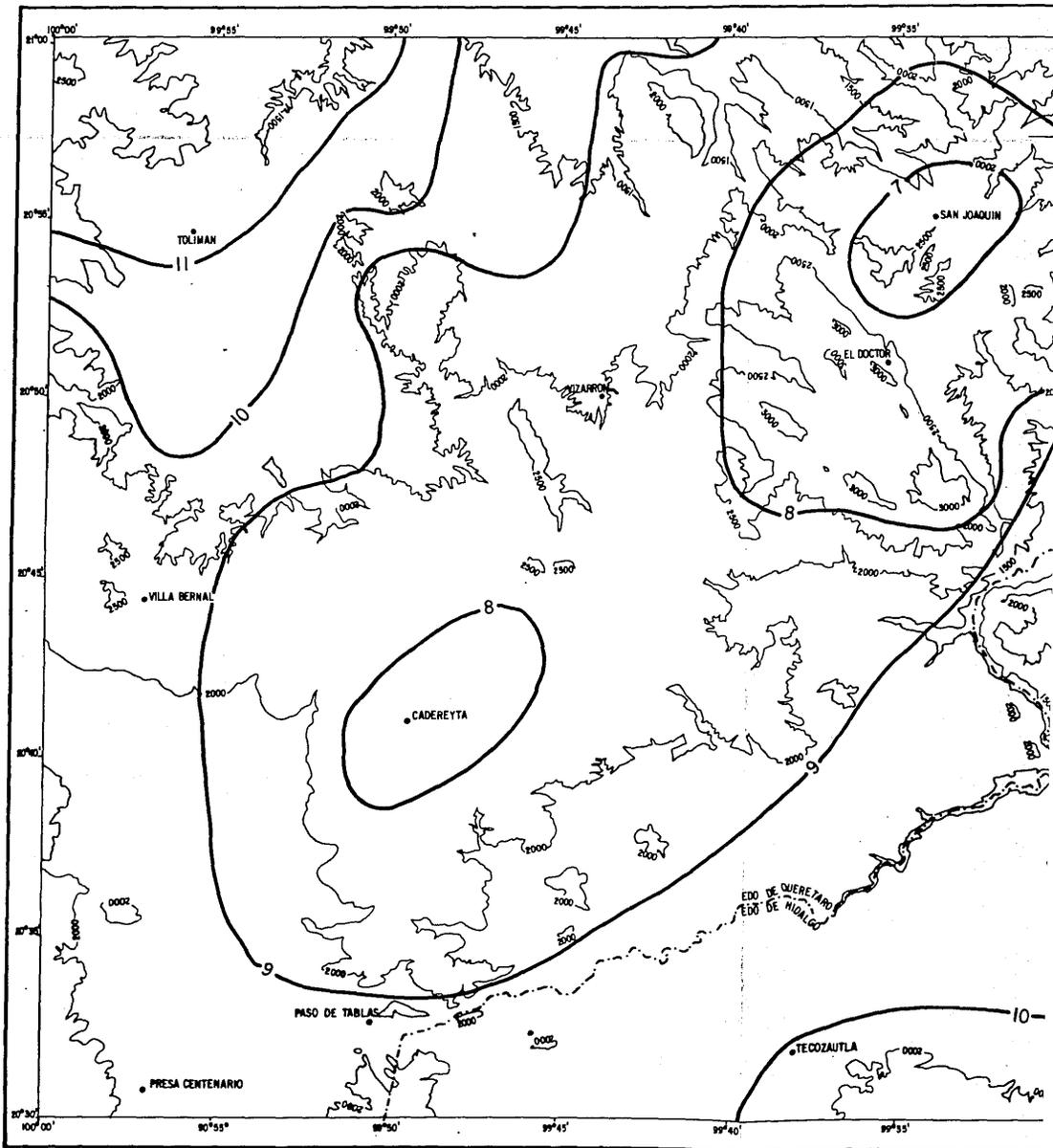


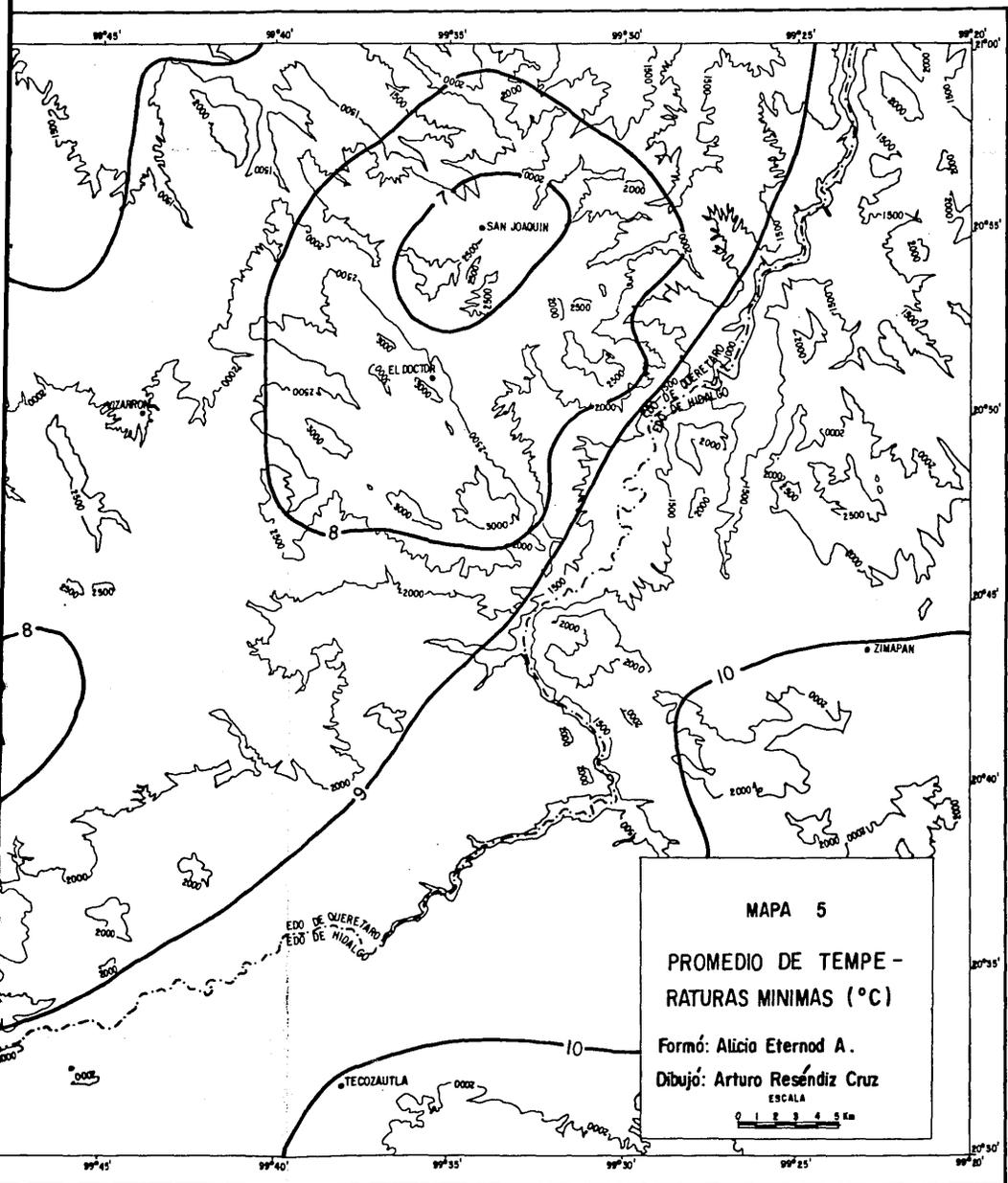
MAPA 6
PROMEDIO DE TEMPERATURAS MAXIMAS (°C)

Formó: Alicia Eternod A.
 Dibujó: Arturo Reséndiz Cruz.

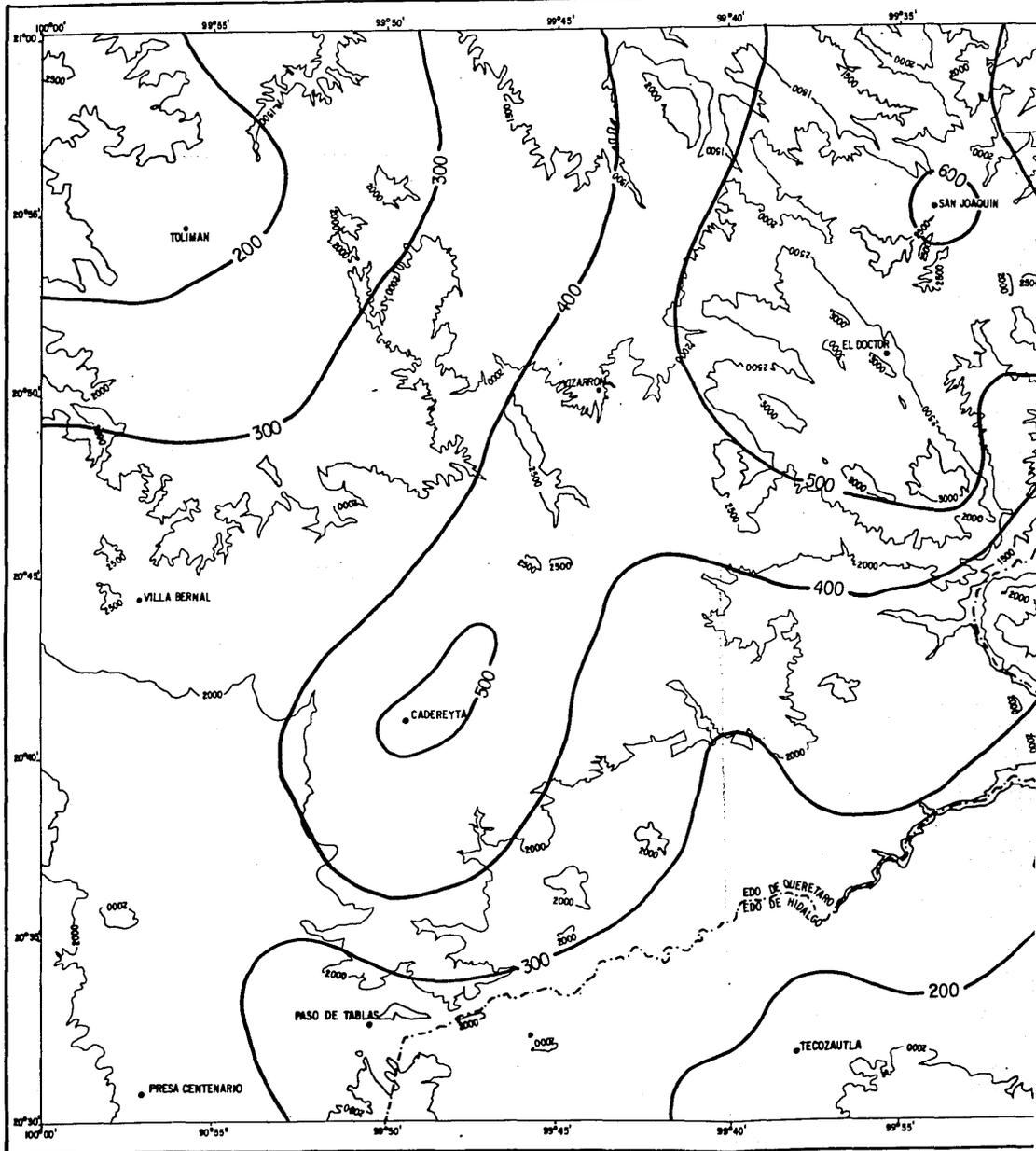


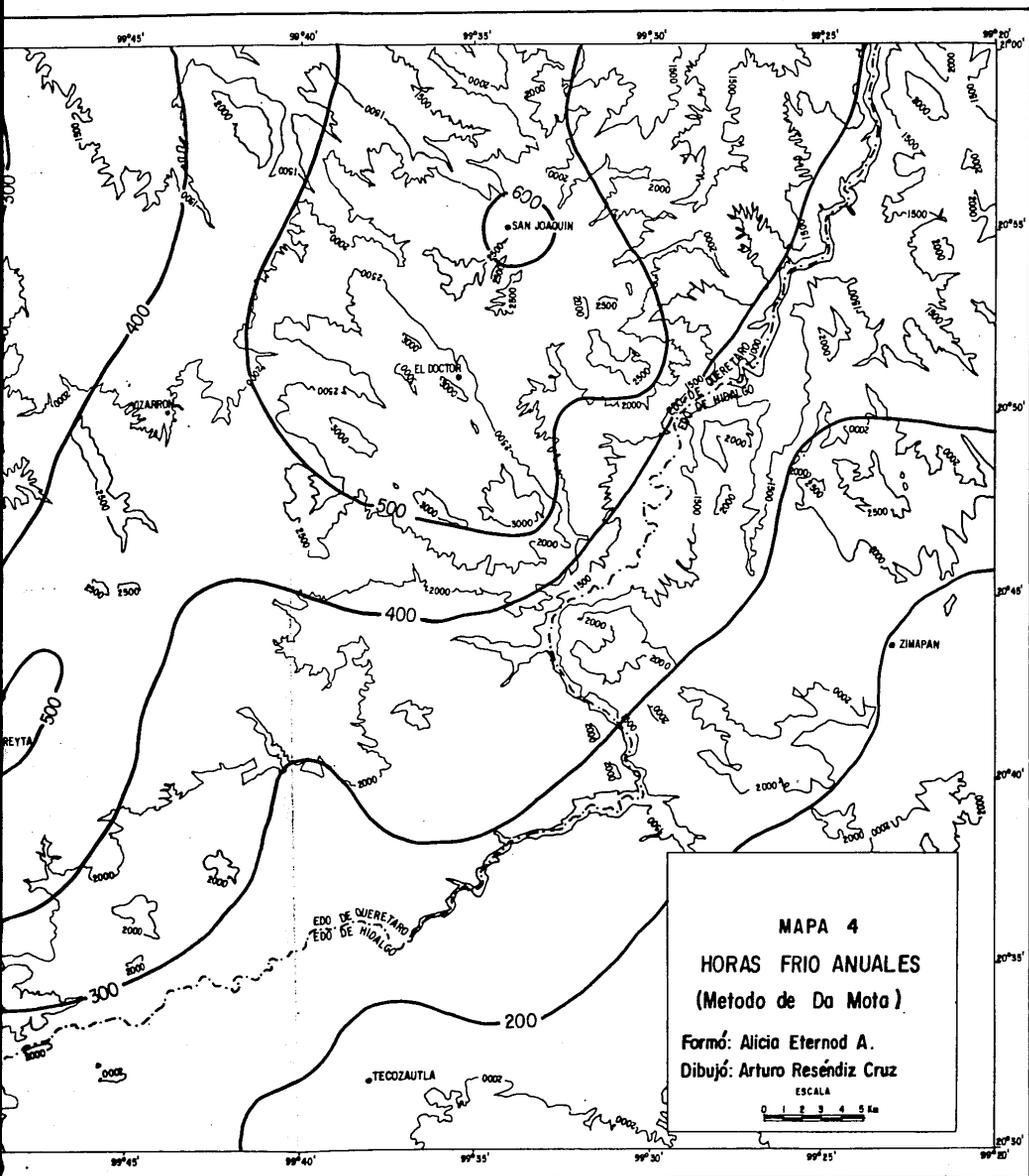
--->
Continua I



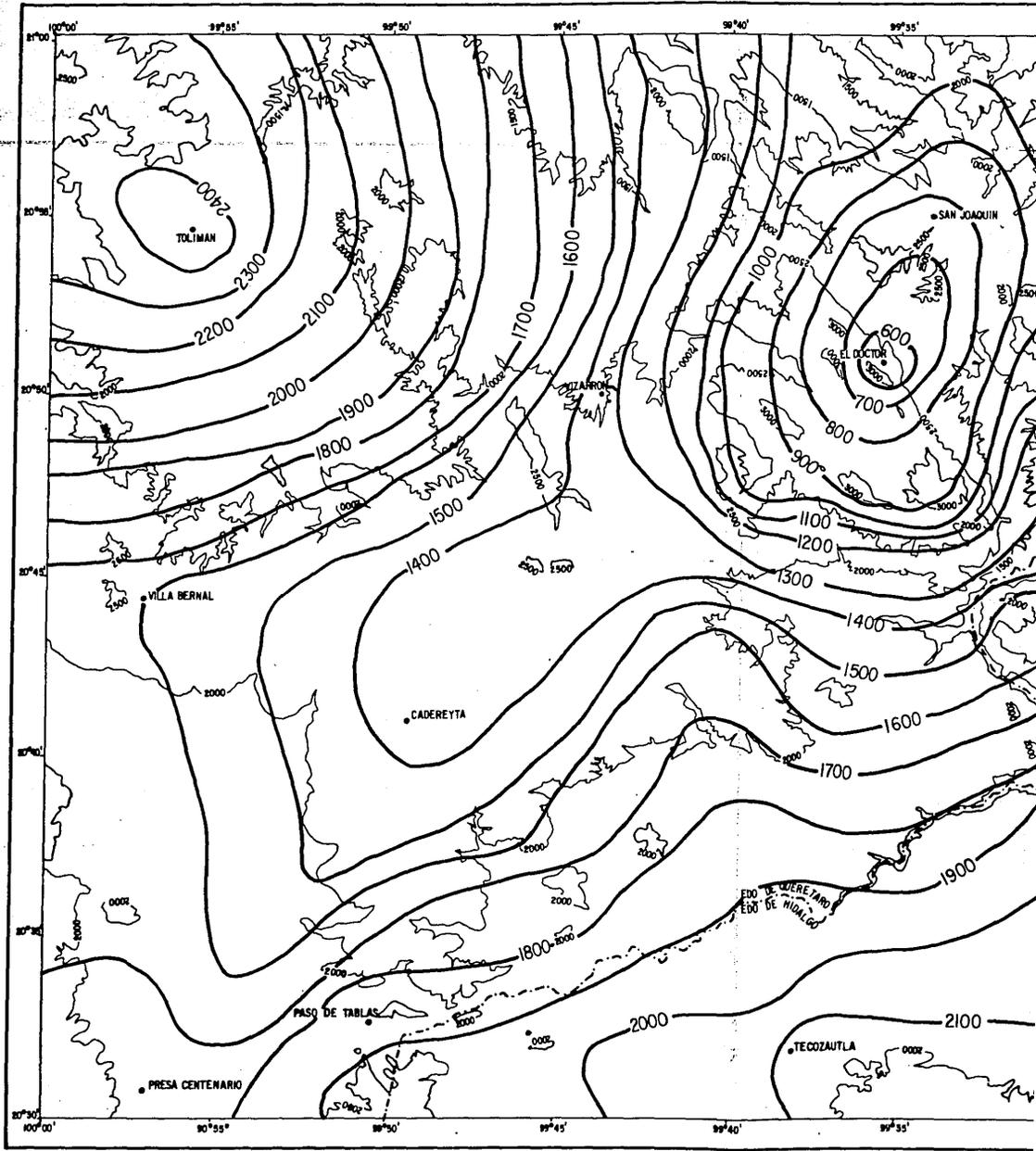


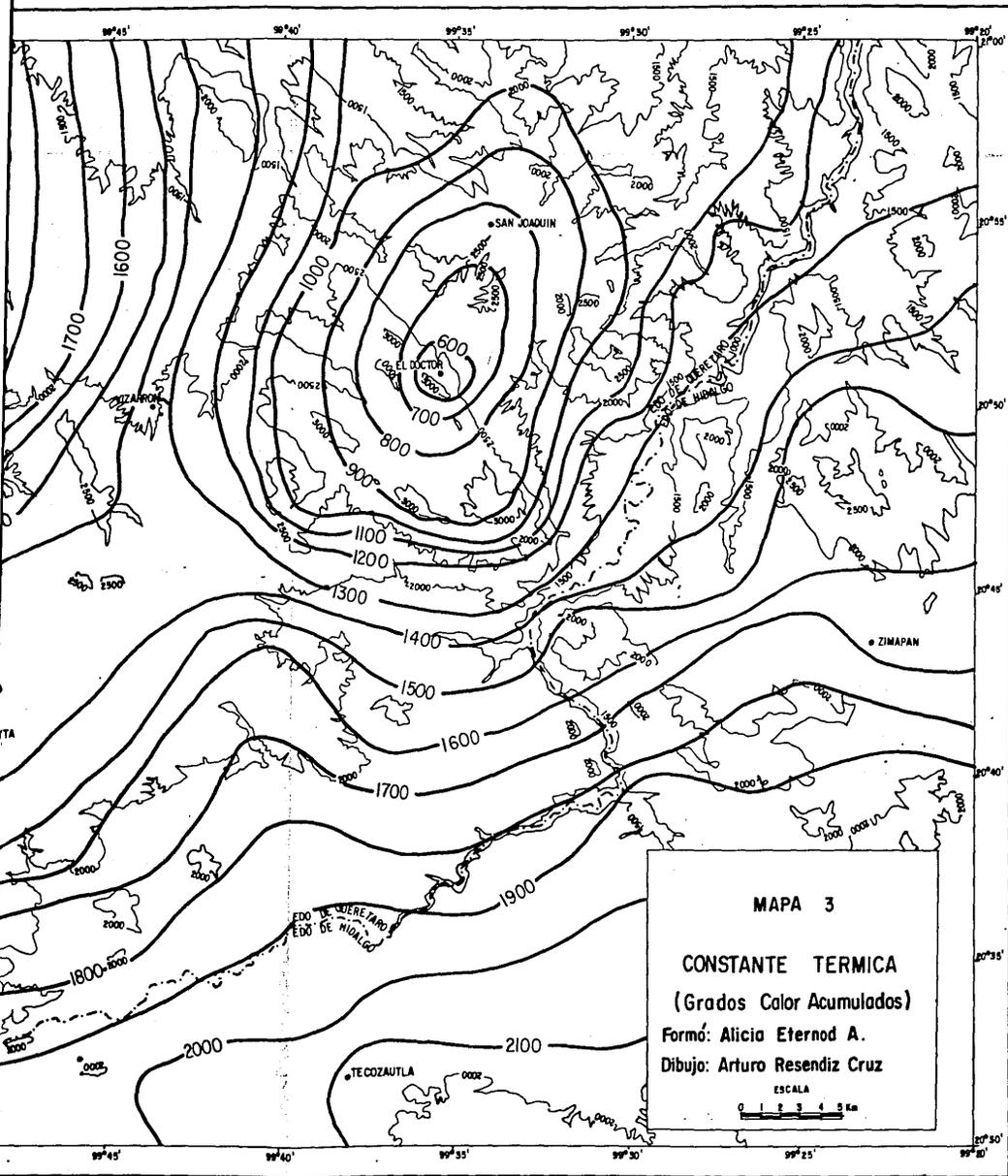
-->
Continua I





Continua 1





Continua 1

