

00381  
1e501



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS**

Relación clima - planta  
en el estado de Veracruz

**TESIS**  
para optar el grado de doctor en Ciencias  
(Biología)

presentada por  
**Margarita Soto Esparza**

**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.

<b>CAPITULO 1</b>	<b>INTRODUCCIÓN</b>	
1.1	GENERALIDADES . . . . .	1-1
1.2	ANTECEDENTES . . . . .	1-8
<b>CAPITULO 2</b>	<b>HIPÓTESIS Y OBJETIVOS</b>	
2.1	INTRODUCCION . . . . .	2-1
2.2	OBJETIVOS GENERALES . . . . .	2-4
<b>CAPITULO 3</b>	<b>METODOLOGÍA</b>	
3.1	ESTUDIOS CLIMÁTICOS . . . . .	3-1
3.1.1	Banco de Datos Climáticos . . . . .	3-1
3.1.2	Estudio Climático Descriptivo . . . . .	3-2
3.2	BASE DE DATOS CARTOGRAFICOS . . . . .	3-3
3.3	RELACIÓN CLIMA-TAXA . . . . .	3-5
3.3.1	Base de Datos Botánicos . . . . .	3-6
3.3.1.1	Colectas . . . . .	3-7
3.3.2	Determinación de las Condiciones Climáticas . . . . .	3-7
3.3.3	Mapas de Distribución Potencial . . . . .	3-7
3.3.4	Presentación de Resultados . . . . .	3-8
<b>CAPITULO 4</b>	<b>RESULTADOS</b>	
4.1	ESTUDIO CLIMÁTICO DEL ESTADO DE VERACRUZ . . . . .	4-1
4.1.1	Base de Datos Climáticos . . . . .	4-1
4.1.2	Registros y Estaciones Climáticas . . . . .	4-1
4.1.3	Localización y Relieve del Estado De Veracruz . . . . .	4-2
4.1.4	Climas según el Sistema De Koeppen modificado por García . . . . .	4-3
4.1.5	Análisis de los Parámetros de Temperatura . . . . .	4-4
4.1.5.1	Isotermas Anuales (Mapa 5) . . . . .	4-5
4.1.5.2	Zonas Térmicas (Mapa 6) . . . . .	4-7
4.1.5.3	Oscilación de temperatura media mensual (Mapa 7) . . . . .	4-9
4.1.5.4	Exremos Anuales de Temperatura Máximas . . . . .	4-10
4.1.5.5	Promedio Anual de Temperaturas Mínimas Extremas (Mapa 9) . . . . .	4-11
4.1.6	Análisis de Parametros sobre Humedad . . . . .	4-13
4.1.6.1	Precipitación Total (Isoyetas Anuales) (Mapa 10) . . . . .	4-14
4.1.6.2	Lluvia Máxima en 24 Horas (Mapas 11 y 12) . . . . .	4-15

4.1.6.3	Número de Días con Precipitación Apreciable (Mapa 13)	4-17
4.1.6.4	Número de días con Precipitación Inapreciable (Mapa 14)	4-18
4.1.6.5	Número de días con Tempestad (Mapa 15)	4-20
4.1.6.6	Número de Días con Helada (Mapa 16)	4-21
4.1.6.7	Número de Días con Granizo (Mapa 17)	4-22
4.1.6.8	Número de Días Nublados (Mapa 18)	4-24
4.1.6.9	Número de Días Despejados (Mapa 19)	4-25
4.1.6.10	Rocío, Neblina y Nevada	4-26
4.1.7	Vientos	4-27
4.1.8	Discusión y Conclusiones del Estudio Climático Descriptivo	4-30
4.2	ESTUDIO CLIMÁTICO DE LA FAMILIA BETULACEAE	4-32
4.2.1	Generalidades	4-32
4.2.2	Género Alnus	4-33
4.2.2.1	Alnus acuminata H.B. & K.	4-34
4.2.2.1.1	Climas	4-36
4.2.2.1.2	Altitud	4-41
4.2.2.1.3	Tipos de Suelo	4-41
4.2.2.1.4	Distribución Potencial	4-42
4.2.2.1.5	Discusión	4-42
4.2.2.2	Alnus jorullensis H.B. & K.	4-43
4.2.2.2.1	Climas	4-45
4.2.2.2.2	Altitud	4-49
4.2.2.2.3	Tipos de Suelo	4-49
4.2.2.2.4	Distribución Potencial	4-50
4.2.2.2.5	Discusión	4-50
4.2.3	Género Carpinus	4-50
4.2.3.1	Carpinus caroliniana Walt.	4-50
4.2.3.1.1	Climas	4-52
4.2.3.1.2	Altitud	4-56
4.2.3.1.3	Tipos De Suelo	4-56
4.2.3.1.4	Distribución Potencial	4-57
4.2.3.1.5	Discusión	4-57
4.2.4	Género Ostrya	4-58
4.2.4.1	Ostrya virginiana (Miller) K. Kock	4-58
4.2.4.1.1	Climas	4-60
4.2.4.1.2	Altitud	4-63
4.2.4.1.3	Tipo De Suelo	4-64
4.2.4.1.4	Distribución Potencial	4-64
4.2.4.1.5	Discusión	4-64
4.2.5	Discusión General de la Familia	4-65
4.2.6	GLOSARIO	4-67

CAPITULO 5 CONCLUSIONES

CAPITULO 6 BIBLIOGRAFIA

APENDICE A PROGRAMAS PARA MANEJAR LA BASE DE DATOS

A.1	FUNCIONES . . . . .	A-1
A.1.1	Desplegar los planos de información . . . . .	A-1
A.1.2	Crear un Grupo Vegetal con las Coordenadas de sus Elementos . . . . .	A-2
A.1.3	Hacer Una consulta con el grupo vegetal deseado . . . . .	A-2
A.1.4	Hacer una Consulta para características Climáticas Deseadas . . . . .	A-3
A.1.5	Repetir la Consulta . . . . .	A-4
A.1.6	Asignar leyendas a un plano de información deseado . . . . .	A-4
A.1.7	Obtener información climática para cada municipio . . . . .	A-4
A.1.8	Desplegar o Imprimir las tablas de un Grupo Vegetal Deseado . . . . .	A-5
A.1.9	Unir dos o más grupos vegetales deseados . . . . .	A-5
A.1.10	Ubicar en color los elementos de un grupo vegetal . . . . .	A-5
A.1.11	Ubicar en el overlay los elementos de un grupo vegetal . . . . .	A-6
A.1.12	Verificar las coordenadas de los Elementos de un grupo Vegetal . . . . .	A-6
A.1.13	Desplegar en color las ciudades de referencia . . . . .	A-6
A.1.14	Resaltar el valor de la clase deseada . . . . .	A-6
A.1.15	Actualizar el valor de las clases en los grupos vegetales . . . . .	A-6
A.1.16	Asignar el nombre científico de los grupos vegetales . . . . .	A-7
A.1.17	Porcentaje . . . . .	A-7
A.1.18	Resumen de Los Datos . . . . .	A-8
A.2	COMENTARIOS SOBRE LAS VARIABLES DEL SISTEMA . . . . .	A-10
A.2.1	Plano 1: Límites Políticos . . . . .	A-10
A.2.2	Plano 2: Precipitación Anual . . . . .	A-10
A.2.3	Plano 4: Zonas Térmicas . . . . .	A-11
A.2.4	Plano 5: Días con Precipitación Inapreciable . . . . .	A-11
A.2.5	Plano 6: Isotermas Anuales . . . . .	A-11
A.2.6	Plano 7: Oscilación de Temperatura . . . . .	A-11
A.2.7	Plano 8: Régimen Pluviométrico . . . . .	A-11
A.2.8	Plano 10: Elevación . . . . .	A-12
A.2.9	Plano 11: temperatura Máxima Extrema . . . . .	A-12
A.2.10	Plano 12: Temperatura Mínima Extrema . . . . .	A-12

A.2.11	Plano 13: Días con Helada . . . . .	A-12
A.2.12	Plano 14: Días con Tempestad . . . . .	A-12
A.2.13	Plano 15: Días con Precipitación Apreciable . . . . .	A-12
A.2.14	Plano 16: Días con Nubes . . . . .	A-12
A.2.15	Plano 17: Días con Granizo . . . . .	A-13
A.2.16	Plano 18: Días Despejados . . . . .	A-13
A.2.17	Plano 19: Tipo de Suelo . . . . .	A-13
A.3	VARIABLE A AGREGAR . . . . .	A-13

APENDICE B ESTUDIO ESTADÍSTICO SOBRE VALIDEZ DEL BANCO

B.1	INTRODUCCION . . . . .	B-1
B.2	CARACTERISTICAS GENERALES . . . . .	B-1
B.3	FRECUENCIAS POR ESPECIES . . . . .	B-5
B.4	HETEROGENEIDAD DE COLECTAS . . . . .	B-6
B.5	ES ADECUADA ESTA BASE DE DATOS? . . . . .	B-6
B.5.1	Principios Generales . . . . .	B-6
B.5.2	Casos específicos de especies . . . . .	B-7
B.5.3	Los Datos . . . . .	B-8
B.6	ESTIMACIÓN DE PARÁMETROS ESTADÍSTICOS . . . . .	B-8
B.7	DATOS EXPERIMENTALES . . . . .	B-9
B.8	CONCLUSIONES . . . . .	B-12

APENDICE C RESUMEN ESTADÍSTICO DE LOS DATOS

C.1	INTRODUCCION . . . . .	C-1
C.2	ESTIMACION DE PARÁMETROS ESTADÍSTICOS . . . . .	C-1

## CAPITULO 1 INTRODUCCIÓN

### 1.1 GENERALIDADES

El estudio del clima siempre ha resultado fascinante para el hombre. Desde su aparición sobre la tierra, tuvo que enfrentar las diferentes condiciones climáticas, de las que dependió que desarrollara sus estrategias para poder sobrevivir en cada una de ellas.

El clima rige en gran parte la vida de los organismos que habitan el planeta. La influencia y presiones que les impone el clima en los diversos niveles de organización; ecosistemas, comunidades, poblaciones y especies, se puede observar, según Dansereau (1957), en función de una gran variedad de estrategias adaptativas que éstas desarrollan.

Por la importancia del clima para el hombre y sus muchas aplicaciones en diversos campos, siempre hubo interés por estudiarlo y desde épocas muy tempranas, clasificarlo. Ya los griegos reconocían zonas climáticas y desde entonces existe una amplia gama de clasificaciones del clima, cada una con sus propios criterios de jerarquización, así como sus divisiones mayores y menores. Estos sistemas se supone comprenden áreas naturales y se da por sentado generalmente, que el mejor índice es la vegetación, porque ésta es siempre un reflejo del clima.

## INTRODUCCIÓN GENERALIDADES

Sin embargo, ningún sistema de clasificación climática coincide exactamente con las áreas de vegetación, lo cual se debe probablemente entre otras cosas, a que están basadas en los promedios matemáticos de la temperatura y en los de precipitación, y son determinadas condiciones extremas de los parámetros climáticos las que ejercen una influencia definitiva. No obstante ello, a pesar de los defectos que se les puedan atribuir, estos sistemas constituyen uno de los mejores marcos de referencia para ecología, botánica y biogeografía.

La historia de la clasificación y cartografía del clima, y de los estudios de la vegetación y la flora, han evolucionado paralelamente, y la interacción entre ellas ha sido siempre muy estrecha. Esta interrelación, la ilustra Dansereau (1957) indicando; 'existe confusión sobre llamar a un área 'seca' porque tiene: una baja precipitación (criterio meteorológico); cierto grupo de especies de plantas que crecen ahí que exhiben rasgos xerofíticos (criterio fisiológico) ó está ocupada por vegetación esparcida que muestra una adaptación definida a la sequía (criterio vegetacional)'. Este ejemplo de Dansereau pone de manifiesto lo que ocurre, de hecho, en cualquier zona. Las diferentes regiones tienen sus propias características climáticas, florísticas y de vegetación, y el hecho de que éstas, la mayor parte de las veces coincidan, nos indica el estado armónico de la naturaleza. En algunas ocasiones las correlaciones son tan constantes que la presencia de una especie de planta o de una formación es buen indicador de condiciones climáticas.

## INTRODUCCIÓN GENERALIDADES

Desde los primeros climatólogos ha existido la tendencia a buscar plantas indicadoras de climas. Uno de los primeros ejemplos de esto, es del botánico A. P. De Candolle (1874) quién ideó una clasificación para las plantas en función de las adaptaciones al clima que en ellas se denotaban. Así determinó: plantas nekistotermas, microtermas, mesotermas, megatermas y xerotermas. Este criterio ha permanecido en clasificaciones más modernas.

También con respecto a la distribución de las plantas en función del clima Schimper (1964) reconoce que las adaptaciones de las plantas dependen de seis factores primarios que son: agua, calor, luz, aire, suelo y animales. Obsérvese que tres de ellos (agua, calor y aire) están ligados a condiciones climáticas y aun el factor luz depende de una manera indirecta de condiciones climáticas. Dicho autor también afirma que, en general, la vegetación (bosque, sabana) está controlada por la precipitación, mientras que el tipo de flora lo está por la temperatura viéndose afectada en otros detalles por la influencia edáfica.

En relación a la clasificación de plantas Raunkiaer (1934), basándose en las adaptaciones de las mismas a la estación desfavorable del año, elabora un sistema en el que reconoce cinco grandes grupos o biotipos. Estos se diferencian por la localización de las yemas de reemplazo, dichos grupos son: fanerófitas (las yemas se encuentran a más de 25 cm del suelo, incluye árboles y algunos arbustos), hemicriptófitos (las yemas quedan al ras del suelo, comprende algunas plantas anuales), caméfitas (las yemas están a menos de 25 cm de altura sobre el suelo: se encuentran las plantas leñosas y algunas herbáceas perennes), geófitas (las yemas pueden quedar completamente protegidas bajo el suelo en forma de rizomas, bulbos, etc.) y terófitas (incluye las plantas anuales capaces de completar todo su ciclo de vida en un año).

## INTRODUCCIÓN GENERALIDADES

Si analizamos con un poco de detenimiento las clasificaciones que se han hecho sobre la vegetación, vemos que, prácticamente, todas ellas en mayor o menor grado, siguen un criterio climático o que tienen bases climáticas. En casi todas ellas los diversos autores encuentran que hay tipos de vegetación que se localizan en ciertos tipos de clima o bien que hay un tipo de clima conteniendo varios tipos de vegetación. Esto conduce a afirmaciones como las de Miranda y Hernández X. (1963) que concluyen que aunque hay evidente relación entre el clima y la vegetación, para clasificar a esta última es necesario partir de ella misma.

Rzedowski (1978) en relación al clima comenta que 'es una opinión general que el clima mantiene el papel principal como factor determinante de la distribución de la vegetación. Esta relación, al menos a grandes rasgos, es una realidad indudable, a pesar de que no pueden aceptarse, a la luz de conocimientos modernos, sus expresiones demasiado idealizadas o simplistas, como por ejemplo, fueron las de Clements (1916) y sus seguidores, y más recientemente las de Holdridge (1957)'.

Llama la atención que en ningún caso de la bibliografía revisada en el presente trabajo, los autores se cuestionan acerca de lo exacto, de lo general o detallado de las clasificaciones climáticas que usan. Algunas veces al hacer relaciones biológicas con el clima dan cifras de temperatura media y precipitación total; de esta manera se usa la misma información de las clasificaciones climáticas, ya que las mismas se establecen en base a tales datos. En otros casos se hace referencia a temperaturas mínimas o a meteoros como las heladas.

## INTRODUCCIÓN GENERALIDADES

Sin que lleguen a hacer un cuestionamiento de lo exacto de las clasificaciones climáticas, Miranda y Hernández X. (op. cit.) hacen varios comentarios importantes en relación a los datos: 'la red de observatorios meteorológicos que nos proporciona los factores del clima, no tiene nunca, y mucho menos en México, la densidad necesaria para poder dar idea de todos los cambios mayores de la vegetación, y todavía menos para poder precisar los límites de los diversos tipos de ésta. Ciertas clases de clima y muchas variaciones microclimáticas no son registradas en ningún observatorio'.

Rzedowski (1978) reconoce la problemática de las clasificaciones climáticas cuando afirma que 'no se pueden aceptar a la luz de conocimientos modernos, las expresiones del clima, demasiado idealizadas o simplistas'.

La falta de información sobre muchas de las variables ecológicas nos explica la ausencia de correlación entre ellas y las inconsistencias hacen que la clasificación de la vegetación sea incompleta', tal como lo comenta Gómez-Pompa (1978).

A pesar de lo expuesto, diversos investigadores han encontrado que existen algunas especies de plantas y animales cuya distribución coincide de manera notable con la de elementos climáticos tales como isoterms, isoyetas y temperaturas extremas.

Así Good (1925) encontró que la distribución de Stylidium sp. en Australia seguía el patrón de la isoyeta de 20 pulgadas. Salisbury (1926) describe que la distribución de Rubia peregrina en su límite nororiental sigue la isoterma de enero de 4.50C, aunque no guarda el mismo límite para el resto de su perímetro. Davis (1942) correlacionó la ocurrencia del punto de congelación con la distribución de algunas asociaciones vegetales. Determinó que en

## INTRODUCCIÓN GENERALIDADES

Norteamérica, 90 días libres de heladas coinciden con la zona de bosque de Picea y Abies, y 120 días sin helada concuerdan con la zona de bosque deceduo de Arce. Meusel (1943) demuestra que la frontera occidental de la asociación Picea-Abies coincide con la temperatura mínima de 0oC durante 120 días, que los límites del norte se ajustan a la isoterma de tiempo de 65 días con un máximo de 12.5oC y que su lindero suroriental concuerda con la isoterma de temperatura máxima de 24oC durante 65 días.

También sobre el mismo tema, Stage (1952), al estudiar la distribución de Pinus ponderosa en la porción occidental de Norteamérica, encontró que guarda una correlación muy estrecha con la isoyeta anual de 500 mm (20 pulgadas). Dansereau (1957) afirma que Acer saccharophorum (arce de azúcar) en Norteamérica está limitado al norte por la isoterma mínima media de -40oC y al sur por la de -10oC. En cuanto a la precipitación está limitado al sur por la isoyeta de 750 mm (30 pulg.) que es también el límite del bosque. García et al. (1961) encontró que una oscilación anual de las temperaturas medias mensuales de 7oC marca el límite sur de Larrea tridentata y adopta este valor como límite entre los climas del sur, que tienen poca oscilación, y los extremos del norte.

De los trabajos anteriores se deduce que las condiciones climáticas de las plantas indicadoras de clima están dadas principalmente por isotermas e isoyetas. En pocos casos se consideran las isolíneas de los promedios de las temperaturas mínimas así como su duración, y en otro caso, el número de días libres de heladas. No se consideran otros parámetros que actualmente se registran en las estaciones climatológicas y que tradicionalmente no se han considerado en la clasificación del clima. Estos podrían tener gran importancia ecológica; por ejemplo, las temperaturas extremas, especialmente las mínimas, como

## INTRODUCCIÓN GENERALIDADES

indica Gómez-Pompa (1978), pueden ser los valores que tienen mayor significación para la distribución de las especies, más que valores promedio. Otro ejemplo es el registro del número de días con precipitación inapreciable. Este es interesante ya que significa que si hubo lluvias, aunque su cantidad es menor a 0.1 mm (la mínima que es posible medir en el pluviómetro), y por lo tanto no se registra. El hecho de que hubiera condensación indica que la atmósfera alcanzó el punto de saturación, lo cual es muy importante si se toma en cuenta que la humedad relativa del aire influye en los procesos fisiológicos de las plantas. Es evidente que las zonas con un número elevado de días con precipitación inapreciable tendrán condiciones climáticas diferentes a otras sin esta característica y que esto es decisivo para la presencia o distribución de ciertas especies de plantas.

Otro parámetro importante es la neblina, la cual influye notablemente en las condiciones de luz, siendo este uno de los factores reguladores para la vida en el medio terrestre. Desde el punto de vista ecológico son tres los aspectos importantes sobre la luz: calidad (longitud de onda o color), duración (fotoperíodo) y la intensidad o cantidad por unidad de área. Especialmente en este último aspecto la neblina tiene un papel importante. Por ejemplo Jiusto (1974) indica que la neblina actúa como una lente con foco de corto alcance que dispersa la luz; de esta manera, el tipo de luz dentro de una comunidad con niebla estará determinado por ésta y por lo tanto los procesos fotosintéticos también se verán afectados por ella. Miranda y Sharp (1950) también ponen de manifiesto la importancia de la neblina en lo que denominan 'bosque de neblina' ya que observan que dicho meteoro introduce gran cantidad de humedad al ecosistema. Vogelmann (1973) ha señalado que en los límites de Puebla y Veracruz en los meses secos e invernales, la presencia de

## INTRODUCCIÓN GENERALIDADES

la neblina aporta cierta cantidad de humedad a la vegetación.

En relación al papel que juegan, en general, los parámetros climáticos no considerados en las clasificaciones climáticas, Gama (1982) y Gama y Soto (en prensa) concluyen que muchos de ellos pueden actuar compensando deficiencias de humedad o de temperatura y que por lo tanto son de gran importancia al hablar de distribución de las plantas.

De lo anterior se desprende la importancia de contar con estudios detallados sobre las condiciones climáticas, especialmente si se considera que los tres factores físicos, luz, temperatura y agua (lluvia), reguladores de la vida de los organismos en el medio terrestre son los que conforman el clima de un lugar.

### 1.2 ANTECEDENTES

Este trabajo tiene su origen en el Programa Flora de Veracruz, cuyo objetivo más importante es realizar un estudio integral de los recursos vegetales de este estado. Una de las razones para llevar a cabo estudios en esta parte del país, es la gran diversidad de zonas ecológicas que tiene, lo que la hace probablemente una de las más ricas en especies de la República Mexicana (Gómez-Pompa y Nevling, 1970). Esta variedad de zonas ecológicas refleja la presencia de diferentes climas, lo cual es el resultado de la influencia de los factores que lo modifican. De éstos, prácticamente todos dejan sentir su efecto en el estado de Veracruz. Por esta razón se decidió iniciar los estudios climáticos dentro del programa, lo que contribuiría a entender las razones de la diversidad vegetal. Con el objeto de ilustrar lo anterior, a continuación se mencionan algunos ejemplos sobresalientes de factores que modifican al clima.

## INTRODUCCIÓN ANTECEDENTES

Latitud (distancia angular al Ecuador).- La temperatura disminuye del Ecuador (0o de latitud) a los polos (90o de latitud), y Veracruz se extiende del paralelo 17o 10' al 22o 15'. Esta diferencia tiene su influencia en la distribución de algunos parámetros climáticos, especialmente de temperatura. Por ejemplo, Soto (1972) encontró que el coeficiente de variación de las temperaturas mínimas extremas es de 30 a 40% al norte del paralelo 20o N mientras que al sur de éste es de 20-26% en el mismo tipo de clima Aw2. Esto se atribuye a dos fenómenos: uno de ellos es la latitud, y el otro es el efecto de barrera climática de la Sierra Madre Oriental.

Altitud (altura sobre el nivel del mar).- La temperatura disminuye con la altura. En Veracruz la variación de altitudes es grande, hallándose la elevación más alta del país, el Pico de Orizaba con 5,747 m, y se encuentran también altitudes de 0 m. Por ejemplo, en una distancia de tan solo 75 km existen alturas de 4,282 m del Cofre de Perote hasta 0 m al nivel del mar.

Relieve (configuración del terreno).- Aunque la mayoría del estado alcanza altitudes menores de 200 m, la presencia de algunas sierras dejan sentir su influencia en el clima. Por ejemplo, la Sierra Madre Oriental se extiende de SE a NO entre los paralelos 16o a 18o N; posteriormente de S a NO y en el paralelo 20o N cambia nuevamente de dirección por la de SE a NO, formando un saliente hacia el Golfo de México. Este saliente constituye una importante barrera climática, quizá la que más influencia tiene en la distribución y en los valores que presentan los diversos parámetros climáticos que se han estudiado en el estado de Veracruz. Por ejemplo, se ha observado que al sur de dicho saliente muchas regiones se encuentran protegidas de los "nortes", provocando con ello temperaturas menores en comparación con las del norte. A la

## INTRODUCCIÓN ANTECEDENTES

vez constituye una sombra de lluvia, razón por la cual la región situada inmediatamente al sur del paralelo 20o (región de Rinconada y Soledad de Doblado) resulta ser una de las menos húmedas del estado. (García, 1970). Son también dignas de mencionar por su influencia climática en sus respectivas áreas, la Sierra de Tantima al norte y la de Los Tuxtlas al sureste.

Corrientes Marinas (desplazamientos de grandes masas de agua a través de los océanos).- En Veracruz, deja sentir su influencia una de las corrientes más importantes, la denominada Corriente Cálida del Golfo de México.

Además de la influencia de los factores mencionados, es importante hacer notar: posición geográfica del estado con respecto a los vientos húmedos del NE (alisios); localización en el límite de la zona tropical americana y de la zona árida del noreste de México; y su situación en el área de influencia de los 'ciclones tropicales' hacia fines del verano y principios del otoño, y de los 'nortes' en la época invernal.

Siendo Veracruz un estado en el que influyen prácticamente todos los factores que modifican a los elementos climáticos, se decidió iniciar estudios sobre los mismos dentro del Programa Flora de Veracruz. Sin duda esto ayudaría a entender su diversidad vegetal.

El primer estudio climático dentro del Programa Flora de Veracruz fue realizado por García aunque fue publicado hasta 1970. En él se describen los climas del estado de acuerdo al sistema de Koeppen modificado por la misma autora (1964) para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana. El segundo estudio es el de Soto (1969). En éste se introducen 12 datos climáticos de 33 estaciones meteorológicas y se trazan mapas de isolinéas para cada

## INTRODUCCIÓN ANTECEDENTES

unc de los datos estudiados.

Es interesante mencionar que la introducción de otros parámetros climáticos para clasificar el clima, también ha sido realizado por varios autores. Como por ejemplo, en el trabajo de Stretta y Mosiño (1963), introducen el uso de la temperatura mínima extrema. Martyn (1977) en su estudio sobre los climas del Medio Oriente encuentra que éstos se definen mejor por las temperaturas extremas que por las medias.

Es también importante hacer notar que debido al desarrollo avanzado de las técnicas de computación y de la aplicación de las matemáticas y estadística a las diversas disciplinas científicas, la tendencia actual del uso de los datos climáticos con fines de clasificación o regionalización climática, hace cada vez más común el uso de un mayor número de datos climáticos, Stellmacher (1971), McBoyle (1972), Powell (1977) y Oliver et al. (1978). Esto también pone en evidencia la gran importancia que tiene la existencia de estaciones meteorológicas integrales modernas y funcionales, manejadas permanentemente por expertos y formando una red lo más extensa y completa posible, para poder realizar paralelamente estudios climáticos y de vegetación que contribuyan al conocimiento integral de nuestros ricos recursos naturales.

## CAPITULO 2

### HIPOTESIS Y OBJETIVOS

#### 2.1 INTRODUCCION

La distribución de todos los organismos está afectada en mayor o en menor grado por el clima. Por lo tanto elementos y factores climáticos han contribuido a la selección de las especies.

Cada especie y comunidad tiene su rango de tolerancia a los diversos factores ambientales que responden a la denominada 'ley del mínimo de Liebig', descrita por primera vez por el alemán Justus Liebig. A él le llamó la atención que las plantas de un cultivo con frecuencia estaban limitadas por la falta o escasez de algún elemento esencial, no siendo crítico si la cantidad requerida era poca o mucha (Odum, 1970 y 1972).

Otra ley que complementa a la anterior fue la llamada 'ley de tolerancia de Shelford'. Este autor observó que no solo la falta o escasez de algo era importante para los organismos, sino que el exceso que se aproxime al límite de tolerancia, puede también ser limitante.

No todos los organismos son igualmente sensibles a los diferentes factores del medio ambiente. Existen algunos que tienen amplios rangos de tolerancia, mientras que otros los poseen más estrechos. Para denominar a los primeros se les agrega el prefijo euri y a los segundos esteno el factor de que se trate. Por

## HIPÓTESIS Y OBJETIVOS INTRODUCCION

ejemplo, las plantas que viven en los desiertos del norte de México son euritérmicas, ya que la variación diaria de la temperatura es muy amplia, (más de 20 oC), la oscilación de la temperatura media mensual es mayor de 7 oC y la temperatura media mensual de 12o a 26 oC. Las plantas que habitan las selvas tropicales son estenotérmicas ya que en éstas la variación diaria de la temperatura es del orden de 8o a 12 oC, la oscilación de la temperatura media mensual es menor de 5 oC y la temperatura media anual de 20o a 26oC (Los valores de las diferentes temperaturas fueron tomados de Rzedowski 1978).

Los organismos con límites amplios de tolerancia tienen más probabilidades de estar distribuidos ampliamente, pero límites amplios para un factor no significa necesariamente límites amplios para todos los factores (Odum 1970).

Las especies con amplia distribución con frecuencia tienen ecotipos que son poblaciones generalmente adaptadas a condiciones ambientales locales. En unas ocasiones éstos originan razas genéticas que pueden o no presentar diferenciaciones morfológicas.

Según Odum (1970) la producción de ecotipos es un mecanismo de compensación eficiente. Se tiene una adaptación más completa a través de especies íntimamente ligadas que se substituyen unas a otras a lo largo de un gradiente.

Conocer las afinidades y patrones de comportamiento de las especies en relación a las condiciones climáticas tiene repercusiones prácticas importantes, esencialmente en el manejo de los recursos vegetales. A pesar del amplio margen de adaptación de algunas especies, pueden ser útiles como indicadoras de condiciones medio ambientales.

## HIPÓTESIS Y OBJETIVOS INTRODUCCION

Se han hecho algunos estudios sobre las necesidades climáticas de las especies de valor económico, dentro de estos son especialmente relevantes los trabajos de Duke y su grupo. Entre los más relacionados con condiciones ambientales se encuentran los trabajos que tratan sobre la amplitud ecológica de especies de leguminosas arbóreas y arbustivas, incluyendo factores ambientales, y dentro de estos anota factores climáticos tales como precipitación y temperatura anual (Duke 1978 y 1981). En otros trabajos, también sobre amplitud ecológica, da datos para 200 especies dentro de las cuales se consideran entre otras, plantas medicinales y verduras (Duke 1975). Este mismo autor presenta para 1000 plantas de valor económico, datos ecosistemáticos dentro de los cuales incluye valores mínimos, máximos, y promedio anual de temperatura y precipitación (Duke 1979).

En el estudio 'malezas perennes como indicadoras de parámetros climáticos' (Duke 1976) propone una evaluación preliminar para 100 cultivos perennes tipo maleza que pueden utilizarse en la agricultura mundial para: predecir lugares en los cuales malezas exóticas y cultivos pueden encontrar nichos ecológicos apropiados y para deducir los parámetros ecológicos de otros lugares mediante la información de las necesidades ecológicas de las malezas que ahí se encuentran. Entre los datos considerados están doce regiones climáticas que van desde tropical hasta boreal, pH, precipitación temperatura anual, número máximo de meses consecutivos libres de heladas al año, etc. El estudio está basado en 300 estaciones experimentales.

## HIPÓTESIS Y OBJETIVOS INTRODUCCION

En otros estudios, dicho autor plantea el uso de una matriz para la recuperación de datos de tolerancias ecológicas para 1000 cultivos de importancia alimenticia y química. En esta matriz se sugieren cultivos alternativos para aquellos países que dejen de cultivar plantas narcóticas (Duke 1974).

Davidson y Duke (1978) mediante el uso de computadora determinan la amplitud ecológica para parámetros tales como pH máximo y mínimo, precipitación anual y temperatura media anual. Basándose en los datos climáticos la computadora puede generar mapas muy generales de isoyetas, isotermas y ambos. También puede estimar la factibilidad de implantar en una zona algunas de las malezas estudiadas. Por otra parte en función de las malezas estima con bastante precisión temperatura y precipitación anual de un área dada.

A pesar de todo, en términos generales se desconocen aún las necesidades ecológicas para muchas de las especies de valor económico. Por falta de información de este tipo, en la actualidad se desperdicia una gran cantidad de recursos económicos al tratar de aclimatar especies, cuyas necesidades no se conocen, y por lo tanto las regiones son inadecuadas para ellas.

Por otro lado, el conocimiento de las necesidades climáticas de las especies silvestres es extraordinariamente escaso. En muchas descripciones de ellas sólo se hace referencia a aspectos generales; por ejemplo, que son propias de climas cálido-húmedos, de zonas secas, de regiones templadas, etc., lo cual no es de mucha utilidad especialmente para la solución de problemas prácticos.

## HIPÓTESIS Y OBJETIVOS INTRODUCCION

Sin embargo, en relación con la flora silvestre podemos afirmar que al igual que las plantas cultivadas cada especie tiene necesidades ecológicas específicos (de suelo, clima, orientación, etc). A la vez, ciertas especies las tienen similares, lo que nos permite agruparlas en comunidades.

### 2.2 OBJETIVOS GENERALES

El objetivo general es desarrollar una metodología que permita descubrir, con la mayor precisión posible y con los datos disponibles las características climáticas en las que viven las especies de plantas de Veracruz. Con esta información se puede asegurar la factibilidad de usar la flora como indicadora de condiciones climáticas, y también la de conocer la potencialidad de los climas para detectar especies.

## CAPITULO 3 METODOLOGÍA

La metodología utilizada para recabar y analizar los datos está dividida en tres partes, las cuales comprenden estudios que contemplan tres aspectos: climático, botánico y de relaciones clima-taxa.

### 3.1 ESTUDIOS CLIMÁTICOS

El estudio climático se realizó en tres etapas de trabajo. La primera fue la formación del banco electrónico de registros climáticos; la segunda, el estudio climático descriptivo; y la tercera, la formación de una base computarizada de datos cartográficos.

#### 3.1.1 Banco de Datos Climáticos

Los datos fueron obtenidos de los archivos del Departamento de Climatología del Servicio Meteorológico Nacional de la antigua Secretaría de Agricultura y Ganadería, y del Departamento de Climatología de la extinta Secretaría de Recursos Hidráulicos (fusionadas ambas en la actual Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos).

## **METODOLOGÍA ESTUDIOS CLIMÁTICOS**

Las 196 estaciones meteorológicas cuyos datos se emplearon, son de los tres tipos que existen: observatorios, estaciones termo-pluviométricas o climáticas, y pluviométricas, y sus registros están comprendidos dentro del período 1921-1970. Los parámetros estudiados se anotan en la siguiente lista:

- Precipitación total
- Temperatura media
- Temperatura máxima extrema
- Temperatura mínima extrema
- Oscilación de temperatura
- Lluvia máxima en 24 horas
- Número de días con precipitación apreciable
- Número de días con precipitación inapreciable
- Número de días con tempestad
- Número de días con helada
- Número de días con granizo
- Número de días nublados
- Número de días despejados
- Número de días con rocío
- Número de días con neblina
- Número de días con nevada
- Vientos dominantes

## METODOLOGÍA ESTUDIOS CLIMÁTICOS

### 3.1.2 Estudio Climático Descriptivo

Se realizó el estudio del clima, lo más detallado posible con los datos meteorológicos existentes del estado de Veracruz. Para esto se estudiaron parámetros no considerados en las clasificaciones climáticas ni en los estudios de clima tradicionales. La información de los registros numéricos de los diferentes meteoros estudiados se representan cartográficamente. Esta presentación es muy útil ya que permite visualizar fácilmente la distribución espacial de los fenómenos. Con base en los mapas trazados se hace una descripción somera de las condiciones climáticas prevalecientes en el estado, las cuales constituyen el marco teórico climático del presente trabajo. Empleando algunas de las funciones de la base de datos cartográficos (ver Apéndice A) se calculó el área en km<sup>2</sup> y en porcentaje que ocupan las diferentes condiciones encontradas en cada uno de los parámetros que se estudiaron. También se elaboraron climogramas y rosas de vientos para las 196 estaciones meteorológicas con que se hizo el estudio.

### 3.2 BASE DE DATOS CARTOGRAFICOS

La base de datos que se diseñó es similar a una secuencia de mapas elaborados con un material transparente que al sobreponerlos permiten delimitar zonas que cumplen con características que uno impone, o bien, extraer las características climáticas de lugares o puntos definidos. Con este concepto general se desarrolló un sistema de computación interactivo. Detalles de éste se dan en Soto et al. (1984) y en el Apéndice A.

## METODOLOGÍA BASE DE DATOS CARTOGRAFICOS

Está constituida por 20 mapas digitalizados, a los que se les denomina planos de información. De estos, 17 muestran la distribución espacial de parámetros climáticos y son parte del estudio de climas. Los otros tres corresponden al mapa de suelos, tomado del Atlas del Medio Físico de la Secretaría de Programación y Presupuesto (1982), el de División Municipal (Instituto de Geografía, 1970) y el contorno del estado de Veracruz.

La digitalización se hizo mediante una Tabla digitalizadora de la Summagraphics Corporation. La tabla está conectada a un control donde se captan las señales dadas en coordenadas X e Y, las cuales son grabadas en una cinta magnética. Para cada mapa se escogieron 4 puntos de control siendo los mismos para todos.

Primero se digitalizó el mapa del contorno del estado. Del resto de los mapas sólo se digitalizaron las líneas internas. Estas se colocaron automáticamente dentro del contorno del estado.

El equipo que se utilizó fue una computadora IBM-370/158 y dos terminales gráficas, una de blanco y negro y otra de color para desplegar imágenes. Se requirió también de una mesa digitalizadora conectada a una minicomputadora IBM Serie/1 y a una impresora.

En la tabla 1 se muestra un esquema de la secuencia de la formación de la base de datos.

**METODOLOGÍA  
BASE DE DATOS CARTOGRAFICOS**

PROCESO	FORMA DE LA INFORMACION	LENGUAJE Y MAQUINA
Digitalización de contornos	Planos cartográficos	Programas en Editor EDX de Serie/1. Tablet y IBM de Serie/1.
Delimitación de coordenadas X-Y de cada punto de los contornos	Vectorial de contornos	Programa de Editor EDX de Serie/1. Tablet y IBM de Serie/1.
Formación de una matriz con las coordenadas anteriores	Matricial de contornos	Programas en APL IBM 370/158.
Revisión y corrección de continuidad de contornos	Matricial de contornos	Programas APL. Editor del VM/SP IBM-370/158
Formación de zonas mediante relleno	Matricial de zonas	Programas en ensamblador 370. IBM-370/158
Asignación del mismo valor a las zonas iguales	Matricial de zonas	Programas en ensamblador 370-IBM-370/158
Eliminación de zona erróneas	Matricial de zonas	Programas en ensamblador 370. IBM-370/158.
Imágen artificial	Matricial de zonas	Programas en ensamblador 370. IBM-370/158.

Tabla 1. Secuencia de introducción de la información a la base de datos. Tomada de Soto et al. (1984).

**METODOLOGÍA  
RELACIÓN CLIMA-TAXA**

**3.3 RELACIÓN CLIMA-TAXA**

Esta etapa fue la de mayor interés ya que todo el trabajo previo se hizo con el objeto de conocer las condiciones climáticas en las que se desarrollan las especies, basándose en los sitios donde se han encontrado. Para llevarla a cabo se usaron la base de datos botánicos del Programa Flora de Veracruz y la de datos cartográficos anteriormente descrita.

La relación bioclimática fue hecha considerando solamente la familia Betulaceae pues el objetivo principal de este trabajo era encontrar y probar una metodología que permitiera realizarlas; no obstante, se llevaron a cabo pruebas con varios taxa (ver Soto et al., 1984). Es conveniente aclarar que se harán las relaciones con todas las familias señaladas para el estado, tomando como modelo la familia que ahora se describe.

Dicha familia fue seleccionada debido a que su distribución y habitat son bien conocidos y determinados en el estado. Además para las zonas donde se colectó se realizó un estudio de la vegetación empleando imagenes de satélite (Soto et al., 1978).

**3.3.1 Base de Datos Botánicos**

La información del banco electrónico de datos de la Flora de Veracruz se utilizó para conocer la distribución de las especies en el estado. En la actualidad el banco registra 7,000 nombres de especies y tiene almacenadas 60,000 etiquetas. De éstas unas corresponden a ejemplares colectados dentro del Programa y otras a información recabada del Herbario Nacional de México, en la UNAM y del Herbario en el Instituto Politécnico Nacional, se contó, además, con la información del Herbario de Kew, Gran Bretaña; del Gray Herbarium; del Arnold Arboretum de la Universidad de Harvard y del

## METODOLOGÍA RELACIÓN CLIMA-TAXA

Herbario del Field Museum de Chicago.

A pesar de disponer del volumen de información arriba citada, se decidió trabajar únicamente con las especies de las familias publicadas (en fascículos). Esto, aunque redujo mucho la información, permitió emplear la depurada por especialistas. Por ejemplo, se evitó el problema de usar sinónimos (nombres de especies no válidos).

### 3.3.1.1 Colectas -

En vista de que el número de colectas con que se describen las especies en los fascículos varía en abundancia, y de que la información de la base de datos florísticos pudiera tener un sesgo por no haberse muestreado cada metro cuadrado, se realizó una prueba estadística para formar el banco que se incluye en el Apéndice B.

### 3.3.2 Determinación de las Condiciones Climáticas

Empleando la base de datos cartográficos (ver Soto *et al.* 1984 y Apéndice A) se determinaron las condiciones climáticas para cada una de las especies de la familia que se estudió en los sitios en los que se habían colectado las diferentes especies. En función de éstas, se obtuvo el rango de valores climáticos de cada parámetro, así como el más frecuente en donde se encontró cada especie.

Las bases de los datos botánicos y cartográficos se encuentran físicamente separadas (la primera está en el INIREB en la ciudad de Xalapa y la segunda en el Centro Científico IBM en la Ciudad de México). Por esto, hubo que transferir manualmente los datos de las especies a estudiar. Si los bancos estuvieran juntos la interrelación se habría hecho automáticamente.

## METODOLOGIA RELACION CLIMA-TAXA

### 3.3.3 Mapas de Distribución Potencial

Con base en las condiciones climáticas que se determinaron para cada especie, se obtuvieron dos mapas de distribución potencial: en uno se consideró todo el rango de condiciones climatológicas y en el otro sólo se consideró el valor más frecuente. Es importante señalar que la estructura de la base de datos cartográficos para hacer consultas conjuntas solo admite 10 planos de información (parámetros climáticos). Por lo que ambos mapas de distribución están basados en 10 parámetros climáticos.

El criterio de selección se basó en la importancia ecológica de los parámetros. Se escogieron los siguientes: temperaturas máxima y mínima extremas, número de días con helada, y número de días nublados; como posible parámetro compensatorio de humedad se seleccionó el número de días con precipitación inapreciable; se eligió el parámetro de altitud ya que es uno de los factores que modifican al clima; también se emplearon los elementos que conforman al clima como son la temperatura media anual y su oscilación mensual y la precipitación total anual. Por último se consideró el mapa de climas ya que éste resulta de la combinación de varios otros parámetros.

### 3.3.4 Presentación de Resultados

Los resultados comprenden dos secciones. En la primera se presenta el estudio climático y en la segunda el estudio bioclimático de la familia Betulaceae.

**METODOLOGÍA**  
**RELACIÓN CLIMA-TAXA**

Con el objeto de conservar cierta sistematización en el trabajo, la discusión y las conclusiones de los resultados de cada sección se hace al final de las mismas, no habiendo por ello un capítulo especial de conclusiones.

## CAPITULO 4

### RESULTADOS

#### 4.1 ESTUDIO CLIMÁTICO DEL ESTADO DE VERACRUZ

##### 4.1.1 Base de Datos Climáticos

Es una base de datos computarizada para el estado de Veracruz. Para su manejo, además de existir programas de recuperación de información, existen otros que realizan funciones tales como las de obtener promedios, valor máximo, valor mínimo, desviación estandar y coeficiente de variación.

Esta base, se encuentra en dos sitios distintos: en el Instituto de Biología de la UNAM, integrado a la computadora Burroughs 6700, donde se formó y se maneja con base en programas desarrollados dentro del Programa Flora de Veracruz; y en el Instituto Nacional de Investigaciones sobre Recursos Bióticos (INIREB) en donde está integrado a la computadora VAX-11/780.

##### 4.1.2 Registros y Estaciones Climáticas

La base de datos contiene los registros mensuales y anuales de 17 parámetros climáticos. El período de observación corresponde a 1921-1970; sin embargo, no todas las estaciones tienen el total de años del período indicado. El promedio de observaciones es de 20 años.

## RESULTADOS ESTUDIO CLIMÁTICO DEL ESTADO DE VERACRUZ

La distribución de las 196 estaciones climáticas que se utilizaron no es homogénea. Como se aprecia en el mapa 1, existe una concentración en la zona del centro y una escasez notable en el sur y norte del estado.

### 4.1.3 Localización y Relieve del Estado De Veracruz

Por no estar dentro de los alcances de este trabajo profundizar en los diversos aspectos geográficos del estado, solo se describirán aquellos que estén relacionados o tengan alguna repercusión con las condiciones climáticas. Cabe señalar que éstos no fueron investigados originalmente por la autora de este estudio. Sin embargo, dado que se utilizaron para formar la base de datos climáticos y cartográficos y constituyen un marco de referencia para todo el trabajo, se consideró necesario introducirlos.

Veracruz es uno de los estados que colinda al este con el Golfo de México. Se extiende de Norte a Sur del paralelo 17º 10' al 22º 15' de latitud norte, quedando por lo tanto dentro de la zona tropical del Hemisferio Norte. (Ver mapa 2).

Como se describió anteriormente, la mayor parte del estado tiene altitudes menores de 300 m y solamente en la parte centro-occidental, el terreno se eleva bruscamente alcanzando alturas de más de 5000 m (Pico de Orizaba). Estas elevaciones son parte de la Sierra Madre Oriental, la cual en el paralelo 20º N forma un saliente que penetra prácticamente hasta la costa. Esta condición orográfica tiene fuertes repercusiones en la climatología del estado. Ver Mapa 3. En la tabla 1 se observa el área y por ciento de ella que ocupan en el estado las diversas altitudes.

**RESULTADOS**  
**ESTUDIO CLIMÁTICO DEL ESTADO DE VERACRUZ**

Clase	Valor de Elevación	Area, km <sup>2</sup>	Porcentaje
1	entre 0 y 200 m	50548	72.55
2	entre 200 y 1000 m	12528	17.98
3	entre 1000 y 2000 m	4775	6.85
4	entre 2000 y 3000 m	1669	2.40
5	mayor de 3000 m	152	0.22

Tabla 1.- Valores de las altitudes que se encuentran en Veracruz. El mapa altimétrico de la USAF SET Navigation Chart tomado de García (1970) fue digitalizado e integrado a la base de datos cartográficos a partir de la cual se obtuvieron estos valores.

#### 4.1.4 Climas según el Sistema De Koeppen modificado por García

En total existen 17 subtipos de climas que van desde los cálido-húmedos hasta los fríos de hielos perpetuos. Los que se extienden en una área mayor son los siguientes: Aw2 (cálido subhúmedo de mayor humedad), ocupa el 32% de la superficie total del estado; el Am (cálido húmedo con lluvias de verano e influencia de monzón y con porcentaje de lluvia invernal menor de 5% de la anual) representa el 21%; Aw1 (cálido, subhúmedo intermedio) el 14%; Aw0 (el más seco de los subhúmedos) el 10%; Af(m) (cálido húmedo con lluvias abundantes todo el año pero con porcentaje de lluvia invernal menor de 18% de la anual) cubre el 8%; (A) C (fm) (semicálido con lluvias abundantes todo el año y con porcentaje de lluvia invernal menor de 18%) ocupa 5% y el (A) C(m) (semicálido húmedo con lluvias de verano e influencia de monzón, con porcentaje

**RESULTADOS**  
**ESTUDIO CLIMÁTICO DEL ESTADO DE VERACRUZ**

de lluvia invernal entre 5 y 10.2% de la anual abarca) aproximadamente el 5%. Los otros 10 subtipos presentes ocupan menos del 5% de la superficie total del estado. En el mapa 4 se muestra su distribución y en la tabla 2 se anota la superficie que ocupa cada tipo de clima y el porcentaje que ésta representa.

Clase	Símbolo de Clima	Área, km <sup>2</sup>	Porcentaje
1	EEH	10	0.01
2	ETH	21	0.03
3	BS1K	168	0.24
4	C(w0)	31	0.04
5	C(w1)	424	0.61
6	C(w2)b'	248	0.37
7	C(w2)b'	515	0.74
8	C(m)	773	1.11
9	C(fm)	1177	1.69
10	(A)C(w2)	105	0.15
11	(A)C(m)	3129	4.49
12	(A)C(fm)	3513	5.04
13	Aw0	7255	10.41
14	Aw1	9631	13.82
15	Aw2	22444	32.21
16	Am	14923	21.42
17	Af(m)	5289	7.59

Tabla 2. Tipos de climas presentes en el estado de Veracruz. El área que ocupan cada uno de ellos fue obtenida con base al mapa de García (1970), el cual fue digitalizado y forma parte de la base de datos cartográficos (Soto et al. 1984 y Apéndice A).

Puede verse en la tabla que en el estado de Veracruz predominan los climas cálidos húmedos y subhúmedos que en conjunto representan el 85.45% del área total del estado.

## RESULTADOS

### ESTUDIO CLIMÁTICO DEL ESTADO DE VERACRUZ

#### 4.1.5 Análisis de los Parámetros de Temperatura

La temperatura de un lugar depende de la razón entre la cantidad de insolación que recibe en un día ó en un año la superficie terrestre y la que irradia al espacio exterior.

Las capas de la atmósfera más próximas a la superficie terrestre (tropósfera) se calientan directamente por el calor que irradia ésta, y sólo de una manera indirecta por las radiaciones de onda corta del sol. Así las capas inferiores de la tropósfera se calientan más que las altas no solo debido a su mayor cercanía a la fuente de calor sino a su mayor densidad, así como a la mayor cantidad de vapor de agua y de partículas de polvo que contiene, que favorecen la absorción de las radiaciones solares tanto directas del sol como terrestres.

Es importante señalar la relevancia de la latitud en la variación de la temperatura. En las bajas latitudes la insolación se distribuye con gran uniformidad durante todo el año, siendo mínima la diferencia de duración del día y la noche; en cambio en las altas latitudes es desigual y hay gran diferencia en la duración del día y la noche.

Otro factor que actúa sobre la temperatura es la altitud; se ha demostrado que la temperatura disminuye con la altura. Esta disminución no es uniforme sino que depende de circunstancias tales como hora del día, estación del año, y localización del lugar. Al valor de disminución de la temperatura por cada 100 m se le da el nombre de "gradiente térmico" (el promedio mundial del gradiente es de 0.65°C por cada 100 m).

## RESULTADOS ESTUDIO CLIMÁTICO DEL ESTADO DE VERACRUZ

### 4.1.5.1 Isotermas Anuales (Mapa 5) -

Son líneas que unen lugares de igual temperatura anual, mostrando así la distribución horizontal de la misma. Representan el promedio de las temperaturas medias mensuales de un periodo largo. La isoterma anual de 26oC limita cinco áreas. La presencia de la situada al norte del paralelo 22o N., se debe a que la Sierra de Tamaulipas actúa como una barrera a los "nortes" en invierno e impide que baje mucho la temperatura. Otra de las áreas se localiza al abrigo de la Sierra Madre Oriental a la altura del paralelo 20o N. Por último, las otras tres se localizan al oeste, suroeste y sureste de la Sierra de Los Tuxtlas, en las cuales la mencionada sierra también actúa como barrera que atenua la penetración de los nortes en invierno.

La isoterma anual de 22oC sigue muy de cerca la curva de nivel de 500 m en el norte del estado y la de 800 m al sur.

La isoterma 18oC se localiza al oeste de la porción central del estado y sigue aproximadamente la curva de nivel de los 1300 m al norte del paralelo 20o, y al sur de éste la de los 1500 m.

Las isotermas de 12oC, 5oC, y 2oC se localizan en la porción de la Sierra Madre Oriental donde se encuentran los dos grandes volcanes del estado (Pico de Orizaba y Cofre de Perote), su presencia se debe a la gran altitud.

De los datos anotados en la tabla 3 se desprende que el estado es cálido, ya que en más de la mitad de su territorio prevalecen temperaturas entre 24o y 26oC (el 59% de su superficie). En un 18% la temperatura media anual tiene valores entre 22o y 24oC. Una pequeña área que ocupa el 7% es muy cálida, es decir, en ella los valores de temperatura son mayores a 26oC.

**RESULTADOS**  
**ESTUDIO CLIMÁTICO DEL ESTADO DE VERACRUZ**

Clase	Temperatura media Grados Centígrados	Area, km <sup>2</sup>	Porcentaje
1	menos de 0	38	0.05
2	entre 8 y 10	56	0.08
3	entre 10 y 12	238	0.34
4	entre 12 y 14	814	1.17
5	entre 14 y 16	1301	1.87
6	entre 16 y 18	1760	2.53
7	entre 18 y 20	3067	4.40
8	entre 20 y 22	3553	5.10
9	entre 22 y 24	12560	18.03
10	entre 24 y 26	41072	58.95
11	mayor de 26	5212	7.48

Tabla 3. Valores y área que presenta la temperatura media anual. Fue obtenida del mapa de García (1970) el cual forma parte de la base de datos cartográficos. El valor más alto es de 27.40C en la estación de Tierra Blanca.

#### 4.1.5.2 Zonas Térmicas (Mapa 6) -

Este mapa contiene información sobre temperatura media anual ya que agrupa varios rangos de ella. Aunque el agrupamiento da una visión más general, en ocasiones y para algunos tipos de estudio es de mayor utilidad. Los límites para determinar las diferentes zonas térmicas fueron propuestos por García (1964, 1981).

Zona muy cálida.- Comprende temperaturas medias anuales mayores de 26oC. En el estado se encuentran cinco zonas muy cálidas situadas en la llanura costera. La primera se localiza en el extremo noroeste del estado. La segunda al sur del saliente que a manera de espolón forma la Sierra Madre Oriental en las inmediaciones del paralelo 20o N. Las otras tres se localizan respectivamente al oeste, suroeste y sureste de la Sierra de Los Tuxtlas.

## RESULTADOS ESTUDIO CLIMÁTICO DEL ESTADO DE VERACRUZ

La presencia de estas zonas que se mantienen muy cálidas durante todo el año se debe a que se encuentran al abrigo de las diferentes sierras (Sierra de Tamaulipas, Sierra de Teziutlán, Zacapoaxtla y la Sierra de Los Tuxtlas) que las protegen de los 'nortes' que son los responsables en gran parte de las bajas de temperatura en invierno.

Zona cálida.- Se caracteriza porque la temperatura media anual presenta valores entre 22oC y 26oC. Ocupa la mayor parte de la llanura del Golfo de México y se extiende desde el nivel del mar hasta 500 m de altitud en la parte norte y 800 m en el sur.

Zona semicálida.- Presenta temperaturas medias anuales entre 18o y 22oC. Se localiza en las franjas a lo largo de las laderas bajas de la Sierra Madre Oriental a altitudes comprendidas entre 500 y 1300 m en el noroeste y entre 800 y 1500 m en el sur. También se localiza en la Sierra de Los Tuxtlas a altitudes comprendidas entre 900 y 1,000 m.

Zona templada.- Se caracteriza por poseer una temperatura media anual entre 12o y 18oC. Ocupa las pendientes de la Sierra Madre Oriental comprendidas entre 1300 y 2800 m.

Zona semifría.- Se distingue por registrar temperaturas anuales entre 5o y 12oC. Se localiza en los declives del Pico de Orizaba, Cofre de Perote y Sierra Negra a altitudes comprendidas entre 2800 y 3900 m.

Zona fría.- La temperatura media anual observada en esta zona está comprendida entre 2o y 5oC. Se localiza únicamente en la parte alta del Pico de Orizaba a altitudes de 3900 a 5000 m.

**RESULTADOS**  
**ESTUDIO CLIMÁTICO DEL ESTADO DE VERACRUZ**

Zona muy fría o de nieves perpetuas.- Se encuentra exclusivamente en la cúspide del Pico de Orizaba de altitud mayor a 5000 m.

En la tabla 4 se muestra el área que ocupan las diversas zonas térmicas.

Clase	Temperatura media Grados centígrados	Area, km2	Porcentaje
1 muy fría	menor de -2	22	0.03
2 fría	entre -2 y 5	57	0.08
3 semifría	entre 5 y 12	195	0.28
4 templada	entre 12 y 18	5401	7.75
5 semicálida	entre 18 y 22	6155	8.83
6 cálida	entre 22 y 26	51012	73.22
7 muy cálida	mayor de 26	6829	9.80

Tabla 4. Zonas térmicas. El mapa empleado fue tomado de García (1970).

#### 4.1.5.3 Oscilación de temperatura media mensual (Mapa 7) -

Corresponde a la diferencia de las temperaturas medias mensuales del mes más frío con respecto a la del más caliente. El estado presenta dos regiones, una con poca oscilación cuyos valores están entre 5o y 7oC, y ocupa el 52%; la otra presenta valores entre 7o y 14oC, es decir extremoso, y comprende el 48% del territorio. Ver tabla 5.

**RESULTADOS**  
**ESTUDIO CLIMÁTICO DEL ESTADO DE VERACRUZ**

Clase	Oscilación en	Area, km <sup>2</sup>	Porcentaje
	Grados centígrados		
1	5 y 7	36562	52.48
2	7 y 14	33110	47.52

Tabla 5. Valores y área de la oscilación de las temperaturas medias mensuales. El mapa base fue tomada de García (1970).

**4.1.5.4 Promedio Anual de Temperatura Máximas Extremas (Mapa 8) -**

La temperatura máxima extrema es la temperatura más alta que se registra en un lapso determinado. Así por ejemplo, la máxima extrema de un determinado mes es el dato de la temperatura más alta que se registró en un cierto día del mes. Los datos que aquí se incluyen son los promedios anuales de las temperaturas máximas extremas mensuales en el periodo considerado.

Los registros más altos de este dato son de 35oC ó mayores se encuentran en la llanura Costera del Golfo de México. En general los meses más calientes son mayo y abril, y los valores relativamente más bajos se localizan en las elevaciones de la Sierra Madre Oriental.

**RESULTADOS**  
**ESTUDIO CLIMÁTICO DEL ESTADO DE VERACRUZ**

Un área que ocupa el 46% de la superficie total del estado registra valores comprendidos entre 33o y 35oC; el 39% presenta temperaturas mayores de 35oC (el valor más alto que se registró fue de 37.4oC en varias estaciones por ejemplo, Tierra Blanca, Soledad de Doblado, Capulines, etc.) Valores de 31o a 33oC están presentes en el 7% de la superficie; de 27o a 31oC en el 5% y en el 3% se encuentran valores menores a 27oC. El valor más bajo que se encontró fue de 24.6oC en la estación de Papantla y Tehuipango y muy probablemente se debe a su localización. (Ver tabla 6).

<u>Clase</u>	<u>Temperatura Máxima extrema, Grados centígrados</u>	<u>Area, km2</u>	<u>Porcentaje</u>
1	menos de 27 oC	2347	3.37
2	entre 27 y 31 oC	3515	5.05
3	entre 31 y 33 oC	5088	7.30
4	entre 33 y 35 oC	31901	45.79
5	más de 35 oC	26820	38.49

Tabla 6. Rangos de valores y áreas de los promedios de temperaturas máximas extremas mensuales.

**4.1.5.5 Promedio Anual de Temperaturas Mínimas Extremas (Mapa 9) -**

La temperatura mínima extrema es la menor que se registra en un determinado periodo de tiempo. Al igual que en el caso de las máximas los datos que aparecen en las tablas son los promedios de las temperaturas mínimas mensuales del periodo considerado.

## RESULTADOS ESTUDIO CLIMÁTICO DEL ESTADO DE VERACRUZ

Las temperaturas bajas se alcanzan en la época en la que la superficie terrestre recibe el mínimo de insolación, ocurriendo esto en el invierno. En el Hemisferio Norte por lo general, la temperatura más baja se alcanza en el mes de enero, en este mes el calor que recibe la tierra es menor que el que pierde por irradiación.

En Veracruz influye notablemente la localización del lugar, es decir, si está ó no resguardado de la influencia directa de los "nortes". Por ejemplo, se observa que los valores más altos se localizan en la parte sur de la Llanura Costera del Golfo de México, la cual está protegida de los nortes por el saliente que forma la Sierra Madre Oriental; en cambio, en la parte norte de la Llanura los valores son relativamente más bajos. El mes más frío es el mes de enero. El 77% de las estaciones meteorológicas que se estudiaron presentan el valor más bajo en este mes.

Se delimitaron ocho áreas cuyos valores van de menos de 0oC (partes altas del Pico de Orizaba) a más de 18oC (20oC en Cosamaloapan). El rango más frecuente es de 16o a 18oC, y los lugares que lo presentan ocupan el 41% de la superficie; le sigue en importancia el de 10o a 14oC abarcando 18%. El resto de los valores están comprendidos en menos del 5% del territorio. (Ver tabla 7).

**RESULTADOS**  
**ESTUDIO CLIMÁTICO DEL ESTADO DE VERACRUZ**

Clase	Temperatura Mínima extrema grados C.	Area, km <sup>2</sup>	Porcentaje
1	menos de 0	53	0.08
2	entre 0 y 2	981	1.41
3	entre 2 y 6	1806	2.59
4	entre 6 y 10	2964	4.25
5	entre 10 y 14	12635	18.13
6	entre 14 y 16	21490	30.84
7	entre 16 y 18	28521	40.94
8	mas de 18	1220	1.75

Tabla 7. Clases y área que ocupan los promedios anuales de las temperaturas mínimas extremas mensuales.

#### 4.1.6 Análisis de Parametros sobre Humedad

Los principales factores que influyen en la cantidad de lluvia que cae en un lugar son: la presencia de zonas de convergencia de vientos; la cantidad de humedad de la atmósfera y su capacidad para contener el vapor de agua, lo cual depende de la temperatura; la cercanía del lugar al océano; y la presencia o ausencia de montañas. Sin embargo, el que un lugar sea seco ó húmedo no depende solamente de la cantidad de lluvia que cae al año, sino también de la temperatura así como de la época en que se presenta la estación más lluviosa. García (1969) dice al respecto: 'Ninguna cantidad de lluvia puede considerarse como límite entre los climas secos y los húmedos; es necesario considerar conjuntamente con la cantidad anual, la temperatura y la época en que la lluvia se presenta'.

## RESULTADOS ESTUDIO CLIMÁTICO DEL ESTADO DE VERACRUZ

Los aspectos que se consideran en relación con la precipitación son: cantidad total de precipitación anual; distribución de la misma en la superficie terrestre; su origen, ya sea por convección, orográfico ó frontal; su distribución en el año, lo que origina el régimen de lluvias, y su variabilidad anual y estacional.

La humedad de un lugar no sólo depende de la cantidad de precipitación, sino del contenido del vapor de agua en la atmósfera. La precipitación es un valor registrado prácticamente en todas las estaciones climáticas y es uno de los que se cuantifica con precisión.

Las estaciones climáticas registran diferentes meteoros que aportan más o menos cantidad de humedad al medio. Algunos de éstos son cuantificables como es el caso de la precipitación total anual ya mencionado, el de lluvia máxima en 24 horas, y el de humedad relativa. Otros registros sólo indican el número de días en que ocurren los fenómenos, por ejemplo: número de días con precipitación apreciable, con precipitación inapreciable, con rocío y número de días nublados.

### 4.1.6.1 Precipitación Total (Isoyetas Anuales) (Mapa 10) -

En general la precipitación está concentrada en los meses del verano. En relación a su distribución, se observa que el 74% de las estaciones presentan sequía intraestival o canícula (disminución de la precipitación en la época lluviosa, generalmente en los meses de julio y agosto).

**RESULTADOS**  
**ESTUDIO CLIMÁTICO DEL ESTADO DE VERACRUZ**

La cantidad de precipitación en el estado abarca un rango relativamente amplio. Los valores más bajos registrados son menores a 800 mm (510 mm en Perote) y los más altos mayores a 4000 mm (4822 mm en Coyame). El 33% del área total del estado registra precipitaciones que van de 1500 a 2000 mm; el 24% presenta valores de 1200 a 1500 mm; el 21% de 2000 a 2500 mm; el 11% de 1000 a 1200 mm; y el 5% de 2500 a 3000 mm. El 5% restante del área o bien, menos de 1000 mm o más de 3000 mm anuales. (Ver Tabla 8).

Clase	Precipitación en milímetros	Area, km <sup>2</sup>	Porcentaje
1	menos de 800	313	0.45
2	entre 800 y 1000	1309	1.88
3	entre 1000 y 1200	7811	11.21
4	entre 1200 y 1500	16686	23.95
5	entre 1500 y 2000	22657	32.52
6	entre 2000 y 2500	15057	21.61
7	entre 2500 y 3000	3619	5.19
8	entre 3000 y 4000	1864	2.68
9	mayor de 4000	355	0.51

Tabla 8. Valores de la precipitación total anual y área que ocupan en el estado. Tomado de García (1970).

**4.1.6.2 Lluvia Máxima en 24 Horas (Mapas 11 Y 12 -**

Este dato corresponde al valor máximo que se registró desde que se fundó la estación. Los valores máximos que se presentaron son mayores a 400 mm y se localizan en las sierras de los Tuxtlas, por ejemplo en las estaciones meteorológicas de Angel R. Cabada, San Andrés y Santiago Tuxtla, y en las inmediaciones de las costas de Coatzacoalcos. Estos valores se presentaron en donde la precipitación es superior a 2000 mm anuales. Los valores mínimos fueron menores a 100 mm y se localizaron en zonas donde la

## RESULTADOS ESTUDIO CLIMÁTICO DEL ESTADO DE VERACRUZ

precipitación es menor a 1000 mm al año. Por ejemplo, Acultzingo, Maltrata, Tetelzingo y Elotepec. Los valores más frecuentes son del orden de 100 a 200 mm y estos son comunes en zonas donde la precipitación va de 1000 a 2000 mm anual y corresponden a la mayor parte del estado (Ver mapa 11).

De este dato también se analizó el promedio y en base a este fué posible distinguir siete rangos los cuales están comprendidos entre menos de 20 mm (15.5 mm en Perote) y más de 100 mm (103 mm en Coyame). En general predominan valores entre 30 y 40 mm en el 40% del territorio estatal. El rango que sigue en importancia varía de 40 a 50 mm y representa el 31% del área; después el de 50 a 60 mm en el 13% y 30 a 40 mm en el 11%. Los otros tres rangos ocupan áreas más reducidas. (Ver tabla 9 y mapa 12).

Este dato no debe interpretarse como índice de intensidad de lluvia; señala únicamente la cantidad mayor de precipitación diaria que cayó en el periodo de datos de la estación. Si no se toma aislado puede dar idea de la distribución y hasta cierto punto de la efectividad de la lluvia. Por ejemplo, valores muy altos de este parámetro en una región en la cual el número de días con precipitación apreciable sea bajo y el de días con tempestades sea alto, puede indicarnos que las lluvias son intensas y por lo tanto poco efectivas. Lugares con valores altos de este parámetro e igualmente con un alto número de días con tempestad, también pueden corresponder a sitios en los cuales la efectividad de la lluvia sea baja.

**RESULTADOS**  
**ESTUDIO CLIMÁTICO DEL ESTADO DE VERACRUZ**

Clase	Lluvia máxima en 24 hrs. en milímetros	Area, km <sup>2</sup>	Porcentaje
1	menos de 20	793	1.14
2	entre 20 y 30	7618	10.93
3	entre 30 y 40	28489	40.89
4	entre 40 y 50	21247	30.50
5	entre 50 y 60	9230	13.25
6	entre 60 y 100	1832	2.63
7	más de 100	463	0.66

Tabla 9. Valores de la cantidad máxima de lluvia y superficie que se presentan en el estado.

**4.1.6.3 Número de Días con Precipitación Apreciable (Mapa 13) -**

Este dato señala el número de días en que la precipitación fue mayor que 0.1 mm, aporta información en relación a las condiciones de humedad atmosférica de una región, e indica la época de lluvias. Por ejemplo, las zonas con un alto valor (mayor a 150) sin duda no tienen restringida la época de lluvias a los 3 meses que, teóricamente, dura el verano. Relacionando este valor con la cantidad de precipitación se obtiene un índice de intensidad de la lluvia el cual también puede ser relacionada con la efectividad de la lluvia (Pérez et al. 1977).

Se distinguieron cuatro clases y a continuación se dan los valores por orden de importancia en cuanto al porcentaje del área total que ocupan y algunas de las estaciones meteorológicas cuyo registro está contenido en esa clase. De 100 a 150 días (42%) en Atzalán, Huatusco, Jalacingo, Chicontepec, Misantla, Potrero, San Andrés Tuxtla y el Puerto de Veracruz entre otros; de 80-100 (24%); Actopan, Maltrata, Nautla, Tantoyuca, Tuxpan y Venustiano Carranza. Las zonas en las que se presentaron valores mayores a 150 representan el 18%, por ejemplo en Xalapa, Orizaba, y Córdoba; el valor más

**RESULTADOS**  
**ESTUDIO CLIMÁTICO DEL ESTADO DE VERACRUZ**

alto registrado fue de 198 en Coyame. Las zonas con menos de 80 días, ocupan el 16%. El valor más bajo que se registró fue de 53 días en la estación de Pánuco. Otras estaciones en que se presenta este valor son Cosamaloapan, Pánuco, San Juan Evangelista, Soledad de Doblado, etc. (Ver tabla 10).

Clase	Número de días por año	Area, km2	Porcentaje
1	menor de 80	11309	16.23
2	entre 80 y 100	16575	23.79
3	entre 100 y 150	29118	41.79
4	mayor de 150	12669	18.18

Tabla 10. Número de días con precipitación apreciable y área que ocupan en el estado.

**4.1.6.4 Número de días con Precipitación Inapreciable (Mapa 14) -**

Este dato aporta información sobre las condiciones ambientales relativas a la humedad atmosférica, por lo que tiene gran importancia ecológica. Corresponde a días en los que hubo precipitación, pero ésta no fue mayor a 0.1 mm, o sea, la mínima cantidad que es posible medir en el pluviómetro. Como hubo condensación es evidente que la atmósfera estaba saturada (100% de humedad relativa). Aunque no es un dato de humedad, si puede ser indicador al menos de aquellos días que tuvieron una alta humedad relativa. Este registro puede ser de gran utilidad en los estudios de ecofisiología, al constituir un punto de referencia de la humedad ambiental, sobre todo cuando los experimentos se llevan a cabo en el campo. También constituye un mecanismo compensatorio de humedad para el medio, y puede servir como un factor de abatimiento de la

**RESULTADOS**  
**ESTUDIO CLIMÁTICO DEL ESTADO DE VERACRUZ**

temperatura entre otros.

En relación a este valor, se distinguieron 6 rangos en el estado, los cuales oscilan entre valores menores de 10 días a mayores de 120 (el valor mínimo encontrado fue de 0 días en Chicayan y el máximo de 136 días en Coyame). El rango que más porcentaje del área ocupa es el que comprende valores entre 20 y 40 días (39%) y entre las estaciones meteorológicas con tales registros podemos citar Acayucan, Atzalan, Chicontepec, Cordoba, Jalapa, Nautla, Ozuluama, Papantla, San Andrés, Tuxtla, Tantoyuca y Tlacotalpan. En orden decreciente de importancia otros rangos que se encuentran son: de menos de 10 días (28%) en Venustiano Carranza, Rinconada, Mata de Limones y Tecolutla; de 10 a 20 (19%) en Jesús Carranza, Pánuco, Progreso de Zaragoza y San Juan Evangelista y Orizaba; entre 40 y 80 días (13%) en Huatusco, Tancochapa, Tuxpan, Las Vigas, Villa José Cardel y Jalacingo. Las otras áreas comprenden valores de 80 a 120 días una y la otra de más 120 días y sumadas ocupan el 2% del total del área del estado. (Ver tabla 11).

**RESULTADOS**  
**ESTUDIO CLIMÁTICO DEL ESTADO DE VERACRUZ**

Clase	Número de días por año	Area, km <sup>2</sup>	Porcentaje
1	menos de 10	19334	27.75
2	entre 10 y 20	12927	18.55
3	entre 20 y 40	26882	38.58
4	entre 40 y 80	9212	13.22
5	entre 80 y 120	630	0.90
6	mas de 120	686	0.98

Tabla 11. Número de días con precipitación inapreciable y áreas en que se presentan los diferentes valores.

**4.1.6.5 Número de días con Tempestad (Mapa 15) -**

Este dato registra aquellos días en los que la intensidad de la lluvia fue alta y hubo además descargas eléctricas de la atmósfera, en general las tempestades son de corta duración. Este tipo de precipitación es muy poco favorable para las plantas: su gran intensidad y poca duración no permite su adecuado aprovechamiento, además, causa daños mecánicos a las plantas como por ejemplo, tirarles las flores, los frutos pequeños aún no maduros, las hojas, etc. El daño puede agravarse cuando la tormenta va acompañada de fuerte viento, lo cual es común. Las tempestades también pueden favorecer los procesos de erosión, especialmente en zonas deforestadas, ya que al producirse, escurrimientos rápidos arrastran consigo gran parte del suelo.

Las tempestades en el estado de Veracruz son frecuentes. Hay zonas que presentan menos de 10 días de tormentas; éstas representan el 36% de la superficie veracruzana, por ejemplo en Actopan, Acultzingo, Maltrata, Madereros, Papantla, Río Blanco, Sumidero, Tantoyuca, y Las Vigas. Otras áreas tienen de 10 a 20 días, lo cual significa el 40% entre estas se encuentran Tuxpan, Alvarado, Atzalan, Jalapa, Chicontepec, Cordoba, Otatitlán, Potrero,

**RESULTADOS**  
**ESTUDIO CLIMÁTICO DEL ESTADO DE VERACRUZ**

San Andrés y Santiago Tuxtla; otras muestran valores entre 20 a 40 días representando el 23% en Ciudad Alemán, Custotolapan, Misantla, Jalacingo, Huatusco, Orizaba, Teocelo y el Puerto de Veracruz; y por último aquellas con valores mayores a 40 ocupan el 1% por ejemplo en Jaltipan y Jesús Carranza. (Ver tabla 12).

Clase	Número de días por año	Area, km <sup>2</sup>	Porcentaje
1	menor de 10	24947	35.81
2	entre 10 y 20	27717	39.78
3	entre 20 y 40	16067	23.06
4	mayor de 40	941	1.35

Tabla 12. Número de días con tempestad y superficie que cubren.

#### 4.1.6.6 Número de Días con Helada (Mapa 16) -

Las heladas se presentan al descender la temperatura por debajo de 0oC.

Este fenómeno alcanza su mayor frecuencia en la época invernal, pero en ocasiones puede presentarse fuera de ésta (heladas tempranas o tardías). En estos casos puede ocasionar serios daños a las plantas, tanto a las cultivadas como a las silvestres. Se distinguen dos tipos de heladas: 'helada blanca' y 'helada negra'.

La helada blanca es una forma de condensación frecuente en la época fría del año. Se produce cuando la superficie del suelo se enfría más que las capas del aire que están cercanas a ella y alcanzan el punto de saturación a una temperatura menor de 0oC.

**RESULTADOS**  
**ESTUDIO CLIMÁTICO DEL ESTADO DE VERACRUZ**

La helada negra se efectúa cuando la temperatura del aire desciende a valores inferiores de 0oC, sin que se alcance el punto de saturación. Esta helada produce en las plantas un efecto de 'quemá' por lo que es más perjudicial que la 'helada blanca'.

Es un meteoro que tiene gran repercusión en las plantas. En muchos casos actúa como factor limitante en la distribución de algunas especies.

En general se puede decir que el estado de Veracruz casi no presenta heladas ya que el 71% de su superficie está libre de ellas o presenta solo una al año. Este 71% se localiza en la Llanura Costera del Golfo. Valores entre 1 y 10 días se encuentran representando el 23% del área y se localizan en zonas semicálidas, templadas y semifrías por ejemplo en Acultzingo, Atzacan, Coscomatepec, Huatusco, Xalapa y Orizaba, Sumidero y Tantoyuca entre otros. Los comprendidos entre 10 y 60 días abarcan en total 6%, localizándose en las partes más altas por ejemplo en Maltrata, Jalacingo y Altotonga. El valor más alto registrado es de 80 en Las Vigas. (Ver tabla 13).

Clase	Número de días con helada por año	Area, km2	Porcentaje
1	de 0 a 1	49459	71.12
2	de 1 a 10	15961	22.91
3	de 10 a 20	1916	2.75
4	de 20 a 30	1379	1.98
5	de 30 a 60	434	0.62
6	mayor a 60	432	0.62

Tabla 13. Número de días que presentan helada y área total que ocupan en el estado.

**RESULTADOS**  
**ESTUDIO CLIMÁTICO DEL ESTADO DE VERACRUZ**

**4.1.6.7 Número de Días con Granizo (Mapa 17) -**

El granizo está formado por una serie de capas de hielo de dos tipos, una de hielo transparente y otra de hielo opaco. Esto se debe a su origen ya que se forma dentro de una nube de tormenta dentro de la cual las corrientes verticales del aire son fuertes provocando que las gotas de agua se encuentren en diferentes momentos por encima o por debajo del nivel de congelación. Constituye la forma más grande, pesada y densa de precipitación, y se presenta con más frecuencia en la estación caliente del año.

Esta forma de precipitación no es muy frecuente en el estado, el 97% del mismo está libre de granizo o tiene una granizada al año. Solo el 3% presenta de 1 a 10 granizadas al año encontrándose en estas zonas Xalapa, Chilapa, Ixhuacán de los Reyes y Tembladeros. (Ver tabla 14).

<u>Clase</u>	<u>Número de Días por Año</u>	<u>Area, km<sup>2</sup></u>	<u>Porcentaje</u>
1	0	21042	30.20
2	1	46272	66.41
3	2 - 10	2357	3.38

Tabla 14. Número de días con granizo que se presentan por año en Veracruz y superficie que abarcan.

**RESULTADOS**  
**ESTUDIO CLIMÁTICO DEL ESTADO DE VERACRUZ**

**4.1.6.8 Número de Días Nublados (Mapa 18) -**

Son aquellos en los que el cielo está cubierto de nubes, por lo menos en sus tres cuartas partes. En lo que a nubosidad se refiere, existen diagramas que indican la porción del cielo que debe estar cubierto de nubes para que un día pueda considerarse nublado. Estos se indican a continuación.

CIELO DESPEJADO 

CIELO SEMINUBLADO 

CIELO NUBLADO 

Todas las formas de precipitación tienen su origen en las nubes, sin embargo, no todas las nubes son capaces de producir precipitación. La nubosidad influye sobre la cantidad de insolación que llega a la superficie terrestre, lo cual es de gran importancia en funciones como la fotosíntesis. También ejerce su efecto sobre la temperatura ya que las nubes tienen la propiedad de ser transparentes a las radiaciones solares y retener las terrestres, actuando como termorreguladores.

En Veracruz es relativamente frecuente que se presenten días nublados. Los valores registrados se agruparon en 5 rangos que de menor a mayor son los siguientes: de 100 a 150 días ocupan un área de 42% Acayucán, Chicontepec, Maltrata, Jalapa, Teocelo, Madereros y el Puerto de Veracruz; otro 41%, lo ocupan los valores de 50 a 100

**RESULTADOS**  
**ESTUDIO CLIMÁTICO DEL ESTADO DE VERACRUZ**

días por ejemplo en Papantla, Pánuco, Río Blanco, Tantima, etc.; y de 150 a 200 días representan el 15% Cordoba, Huatusco, Orizaba, Jalacingo, Sumidero, Tancochapa, Atzalán, además de otros. El 2% del área del Estado se presentan más de 200 días nublados al año, entre estas se encuentran Tlaxicoyan, Las Animas y Alvarado. (Ver tabla 15).

Clase	Numero de días por año	Area, km <sup>2</sup>	Porcentaje
1	menos de 50	256	0.37
2	entre 50 y 100	28284	40.60
3	entre 100 y 150	29543	42.40
4	entre 150 y 200	10323	14.82
5	mas de 200	1266	1.82

Tabla 15. Se muestra el número de días nublados que se presentan en el año, así como el área que cubren en Veracruz.

#### 4.1.6.9 Número de Días Despejados (Mapa 19) -

Los días despejados son los que carecen totalmente de nubes o en los que las nubes cubren un cuarto o menos de la bóveda celeste. Este parámetro repercute en la cantidad de insolación, y por ende, en la temperatura. La ausencia de nubes influye también para que se produzcan otros fenómenos, como por ejemplo, inversiones de temperatura, heladas y rocío, cuya formación se ve favorecida en las noches largas y despejadas. Los ciclos despejados favorecen el escape de la radiación terrestre al espacio exterior produciéndose el descenso de la temperatura.

**RESULTADOS**  
**ESTUDIO CLIMÁTICO DEL ESTADO DE VERACRUZ**

Con los datos disponibles fue posible distinguir 4 clases las cuales presentan diferentes valores. Como se indica en la tabla 16 la mitad de la superficie del estado, presenta de 150 a 200 días al año, entre las estaciones meteorológicas que presentaron estos valores están: Acayucán, Ciudad Alemán, Chicontepec, Jalacingo, Jaltipan, Manchital, Otatitlán, Sumidero, Tantoyuca y muchos otros.

En el 23% del territorio veracruzano se localizan valores de 100 a 150 por ejemplo en Actopan, Huatusco, Atzalan, Tancochapa, Tempoal y otras. También existen otras zonas con valores mejores a 200 días, estas constituyen el 22% y entre otras localidades se pueden citar, San Pedro Amatlán, Misantla, Ozuluama, Pánuco, Venustiano Carranza, Boca de Sochiapa, Huazuntlán, Dobladero y otros.

Por último en un 5% del total del estado se presentan valores menores a 100 días, entre las localidades que presentan dicho valor están: Alvarado, Cordoba, Jalapa, Orizaba, San Andrés y Santiago Tuxtla, Puerto de Veracruz.

Clase	Número de días por año	Area, km <sup>2</sup>	Porcentaje
1	menos de 100	3421	4.91
2	entre 100 y 150	15964	22.91
3	entre 150 y 200	35234	50.57
4	mayor de 200	15052	21.60

Tabla 16. Número de días despejados que se presentan en el año y superficie estatal que cubren.

## RESULTADOS ESTUDIO CLIMÁTICO DEL ESTADO DE VERACRUZ

Es importante aclarar que los dos registros anteriores no se complementan, ya que hay días que no tiene la suficiente cobertura de nubes para considerarse nublados. Estos, en las estaciones climáticas se registran con la denominación de medio nublados.

### 4.1.6.10 Rocío, Neblina y Nevada -

Con los datos de estos meteoros, no fue posible trazar mapas debido a que son fenómenos muy locales. Sin embargo, su repercusión e influencia es clara. En algunos casos, como en la neblina, su influencia sobre la vegetación ha sido bien estudiada, Miranda y Sharp (1950), Vogelmann (1973).

En general se presentan días con neblina en zonas con tipos de climas diversos (cálidos, templados y semicálidos), pero en regiones localizadas. Por ejemplo, el área de Xalapa, Las Vigas, Naolinco cuyo clima es templado; Orizaba, Córdoba y Fortín que presentan clima semicálido y en general las zonas costeras cálidas. Por lo que se refiere a las nevadas el fenómeno se presenta como es de esperarse sólo en las partes más altas de las montañas, especialmente en el Pico de Orizaba y Cofre de Perote. El primero permanentemente presenta nieve en su cúspide; el segundo no la tiene en la época veraniega ni en los inviernos benignos. Dependiendo de lo intenso del invierno, las nevadas pueden presentarse a altitudes menores de 3000 m. Por observaciones personales se pudo constatar que en el invierno de 1983 hubo nevadas en las montañas que se encuentran en los alrededores de Altotonga y Las Vigas, es decir como 2500 m de altitud, pero por la falta de una buena red de estaciones climatológicas, los datos de nevadas son escasos. Por otra parte, las estaciones se encuentran generalmente, en los pueblos, en donde las temperaturas son mayores que en el campo.

## RESULTADOS ESTUDIO CLIMÁTICO DEL ESTADO DE VERACRUZ

### 4.1.7 Vientos

El estado de Veracruz se localiza en la zona en que dominan los vientos alisios del Hemisferio Norte, los cuales tienen su origen en el centro de alta presión Bermuda-Azores. Sin embargo, no en todo el estado ni en todo el año el viento dominante es del NE o del E, debido principalmente a la influencia del relieve y al desplazamiento que sufre la celda mencionada en las diferentes épocas del año. Así por ejemplo, en el verano la celda Bermuda-Azores se desplaza hacia el norte llegando hasta los 35o o 40o de latitud norte. En esta época los vientos alisios alcanzan su mayor extensión y profundidad. Por ello, logran traspasar la sierra Madre Oriental, dominando por lo tanto desde el nivel del mar hasta las partes altas de la Sierra. Esto se comprueba al analizar las rosas de vientos de los meses de abril y julio, el primero corresponde a un mes que representa la dirección del viento al principio de la época caliente del año y el segundo a un mes típicamente veraniego.

Al analizar el mapa 20 que contiene las rosas de viento del mes de julio se corrobora lo expuesto anteriormente, es decir, la dominancia del viento de dirección NE Y E. No obstante en las partes altas se observa que algunas estaciones no presentan dicha dirección, lo cual se debe, como se dijo antes, a que en esta región el relieve es sumamente accidentado. Otra región en la que gran parte de las estaciones no presentan, la dirección típica de NE O E propia de esta época, es la zona situada al oeste y al sur de la Sierra de Los Tuxtlas, lo que se puede explicar por el efecto que sobre la dirección del viento ejerce dicha Sierra.

## RESULTADOS ESTUDIO CLIMÁTICO DEL ESTADO DE VERACRUZ

El mapa con las rosas de vientos del mes de abril (mapa 21) muestra un patrón semejante al descrito para el mes de julio lo cual indica que aun en la primera época de calentamiento el esquema del sistema de vientos del verano ya es notorio.

En la época invernal la celda Bermuda-Azores se desplaza hacia el sur, lo que trae como consecuencia que los vientos alisios pierdan intensidad y profundidad, dominando solo en las partes más bajas y en la porción sur del estado, mientras que en las partes altas dominan los vientos del oeste. Para esta época también se analizaron dos meses representativos los cuales fueron enero y octubre.

Al analizar el mapa 22 con las rosas de vientos para el mes de enero, se observa que en la parte norte de la planicie costera del Golfo de México la mayoría de las estaciones situadas desde el nivel del mar hasta aproximadamente 1000 msnm. la componente principal es del NE o E.

En la zona central del estado las rosas de vientos presentan diversas direcciones. Esto se debe sin duda a la influencia del relieve, ya que esta zona corresponde a la más accidentada.

En el sur del estado el viento dominante es de dirección N, lo cual se explica debido a que en esta época tienen su mayor frecuencia las perturbaciones atmosféricas denominadas "nortes". Estos son masas de aire frío proveniente del norte de Estados Unidos y sur de Canadá, cuando estas masas pasan por el Golfo de México, cuyas aguas están relativamente cálidas, modifican su temperatura y recogen humedad y la introducen al continente.

## RESULTADOS ESTUDIO CLIMÁTICO DEL ESTADO DE VERACRUZ

El esquema anterior del viento en la época invernal se deja sentir desde el primer período de enfriamiento, es decir, en el otoño. Al analizar el mapa 23 en el que se representan las rosas de vientos del mes de octubre se observa el esquema descrito.

En el mapa 24 en el que se muestran las rosas de vientos en promedio anual se observa que a grandes rasgos se sigue lo descrito anteriormente para la circulación atmosférica predominante en los meses de abril y julio.

Es importante hacer notar que en el estado de Veracruz se deja sentir el efecto de perturbaciones atmosféricas tanto en la cálida como en la fría. En el verano son frecuentes las perturbaciones atmosféricas denominadas 'ciclones tropicales' las cuales influyen tanto en la dirección del viento como en el incremento de la precipitación especialmente en el mes de septiembre (ver climogramas). Jauregui (1967) indica que de los 96 ciclones tropicales que se produjeron de 1901 a 1960 el 15% afectaron el estado.

En el invierno la dirección de los vientos se ve también influida por la incidencia de 'nortes'. Son perturbaciones que no sólo tienen influencia en la dirección del viento que prevalece en el invierno, sino también en las cantidades de lluvia invernal de algunas zonas del Golfo de México, entre ellas Veracruz.

### 4.1.8 Discusión y Conclusiones del Estudio Climático Descriptivo

El archivo de datos climáticos que se formó para realizar este trabajo constituye una excelente fuente para llevar a cabo otro tipo de estudios, que conduzcan a un conocimiento más detallado y cuantitativo de las condiciones climáticas que prevalecen en el estado.

## RESULTADOS

### ESTUDIO CLIMÁTICO DEL ESTADO DE VERACRUZ

La correlación entre los diversos parámetros estudiados aparentemente es alta, sin embargo, es necesario llevar a cabo estudios estadísticos que permitan reconocer los parámetros que aportan más información, los que son consecuencia de otro y los que son redundantes.

Considerar otros meteoros que no se toman en cuenta en las clasificaciones climáticas permite detectar las diferencias climáticas que pueden existir en zonas que por la naturaleza de las clasificaciones climáticas pueden aparecer como semejantes. Por ejemplo, los datos de las temperaturas máximas y mínima extrema, cuyos valores absolutos son más bajos los que se presentan al norte del paralelo 20o N que los del sur (Ver mapa 8 y 9) aun en tipos de climas iguales.

La relación entre los diferentes datos también nos da una idea más precisa de lo que ocurre climáticamente, ya que por ejemplo una zona cuya precipitación sea relativamente baja es decir que esté dentro del rango de los climas subhúmedos si presenta un alto número de días con precipitación inapreciable sin duda tendrá que ser más húmedo aunque ello no este reflejado en la cantidad de precipitación total ni en la clasificación climática.

Aunque en su mayor parte el estado de Veracruz es cálido (el 73% presenta temperatura media anual de (22o a 26oC) la variación de la temperatura es grande, llegando a ser aún de 0oC o menor. Esto se debe a la configuración del terreno que presenta altitudes que van de 0 m a más de 5000 m.s.n.m.

## RESULTADOS ESTUDIO CLIMÁTICO DEL ESTADO DE VERACRUZ

Los datos de humedad que están fuertemente ligados a la temperatura, como lo son las heladas, siguieron el patrón de distribución de la temperatura. Por ejemplo, las heladas no son frecuentes en la mayor parte del estado; se presentan solo en las partes altas en donde, por consiguiente, la temperatura es baja.

Por lo que se refiere a la cantidad de lluvia las variaciones en el estado también son grandes. Hay zonas con relativamente baja cantidad de precipitación como el caso de la zona de Ferrote, (780 mm) hasta otras como Coyame (4000 mm). Dentro de esta gran gama predominan los valores de 1500 a 2000 mm; son los más frecuentes ya que se presentan en el 32% de la superficie total del estado.

Entre los parámetros que guardaron una relación notable entre sí fueron: el régimen de lluvias y el número de días nublados, es decir, zonas con régimen de lluvias de verano presentaron alrededor de 100 a 150 días nublados. Esto es explicable dado que aunque la duración del verano es estrictamente de 90 días en general, la época de lluvias de las zonas con este régimen empieza antes del verano (fines de mayo) y finaliza después de que termina el verano (principios de octubre).

En las zonas con régimen de lluvias uniformemente repartidas el número de días nublados es mayor, hasta de más de 250.

Es notable la poca congruencia y quizá hasta aparentemente existe contradicción entre el número de días nublados y el de despejados. Esto se debe a que ambos registros no se complementan, ya que hay días que no cumplen las condiciones para ser nublados o despejados. En algunas estaciones la suma de ambos tipos de días excede a 365 días, lo cual puede explicarse en el hecho de la forma de su medida, ya que en un día se pueden presentar las dos condiciones, de manera que en la observación de la mañana, por

## RESULTADOS ESTUDIO CLIMÁTICO DEL ESTADO DE VERACRUZ

ejemplo, el día era despejado, en tanto que en la del medio día o de la tarde, era nublado.

En resumen, Veracruz es uno de los estados en los que la variación climática es grande. Esto se debe a que en él dejan sentir su efecto prácticamente todos los factores que modifican al clima (latitud, altitud, relieve, corrientes marinas). En distancias relativamente cortas se dan cambios drásticos de clima. Estos son especialmente notorios en la región centro del estado, lo cual es explicable, ya que es en esta zona donde se encuentra la mayor variación del relieve.

### 4.2 ESTUDIO CLIMÁTICO DE LA FAMILIA BETULACEAE

#### 4.2.1 Generalidades

Las características taxonómicas de la familia Betulaceae se tomaron del fascículo No. 20 del INIREB, elaborado por Nee (1981) para esta familia, dentro del Programa Flora de Veracruz. De esta misma obra se toman los datos generales que se dan a continuación.

La familia Betulaceae es pequeña, estando constituida por 6 géneros: Alnus, Betula, Carpinus, Ostrya, Corvulus y Ostryopsis.

Sus miembros se localizan principalmente en regiones templadas del Hemisferio Norte. Algunos de sus géneros se distribuyen en las partes templadas de las montañas ubicadas dentro de la zona tropical, siendo en estas regiones donde se localizan en México.

**RESULTADOS**  
**ESTUDIO CLIMÁTICO DE LA FAMILIA BETULACEAE**

Para nuestro país se reportan los géneros Alnus, Carpinus y Ostrya. Todos ellos presentan una distribución más o menos amplia en algunos estados, encontrándose los 3 en Veracruz con un total entre todos de 4 especies. (Ver tabla 18)

- 
- Alnus acuminata H. B. & K.
  - Alnus jorullensis H. B. & K.
  - Carpinus caroliniana Walt.
  - Ostrya virginiana (Miller) K. Kock
- 

Tabla 18. Géneros y especies de la familia Betulaceae señaladas por Nee (1981) para el estado de Veracruz.

#### 4.2.2 Genero Alnus

En Veracruz el género Alnus presenta 2 especies. Alnus acuminata y Alnus jorullensis. Ambas especies son arbóreas.

**RESULTADOS**  
**ESTUDIO CLIMÁTICO DE LA FAMILIA BETULACEAE**

**4.2.2.1 Alnus acuminata H.B. & K. -**

Este árbol puede alcanzar tallas hasta de 30 m. Forma parte en el estado de la vegetación típica de las altitudes mayores: bosque caducifolio, de encino o pino-encino. También puede encontrarse en selva mediana subperennifolia y en vegetación secundaria derivada de cualquiera de estos.

Nee (1981) menciona en su trabajo 35 colectas botánicas; cuyas coordenadas se anotan en la tabla 19 y la distribución se señala en el mapa 25.

**RESULTADOS**  
**ESTUDIO CLIMÁTICO DE LA FAMILIA BETULACEAE**

Colectas	Coordenadas	
	Latitud N	Longitud O
1	19°-33'	96°-56'
2	19°-36	97°-00
3	19 -12	97 -02
4	19 -27	96 -57
5	19 -45	96 -54
6	19 -35	97 -01
7	19 -40	96 -52
8	19 -36	97 -00
9	19 -20	97 -02
10	20 -33	98 -29
11	19 -45	96 -40
12	19 -39	97 -05
13	18 -48	97 -14
14	19 -37	97 -02
15	19 -38	97 -01
16	18 -48'	97 -14
17	18 -48'	97 -13
18	19 -10	97 -06
19	19 -48	97 -17
20	19 -38	96 -52
21	19 -33	97 -12
22	19 -40	96 -52
23	19 -42	96 -50
24	18 -41	97 -02
25	18 -42	97 -04
26	18 -40	97 -07
27	18 -47	96 -59
28	18 -31	97 -04
29	18 -40	97 -01
30	19 -36	96 -57
31	18 -40	97 -02
32	19 -47	97 -14
33	19 -37	96 -55
34	19 -37'	97 -02'
35	19 -36'	96 -58'

Tabla 19. Puntos de muestreo de *Alnus acuminata* y sus respectivas coordenadas.

Las características climáticas para los diferentes puntos de colecta se indican en la Tabla 20. En ésta se muestran los tipos de climas y el rango de valores para cada uno de los parámetros estudiados así como el de valores en que se colectó con más frecuencia.

**RESULTADOS**  
**ESTUDIO CLIMÁTICO DE LA FAMILIA BETULACEAE**

PARAMETRO	RANGO CLIMATICO (35)	VALORES MAS FRECUENTES	
	Am, (A)C(m), (A)C(fm)	(A)C(fm)	11
	C(fm), C(m)		
Clima*	C(w2) y C(w1) y Am	C(fm)	12
Altitud*	200 a 3000 m	1000 a 2000	22
Isotermas anuales*	10o a 22oC	16o a 20o	22
Prom. anual de temp. máximas*	<27o a 33oC	27o a 31o	21
Prom. anual de temp. mínimas*	0o a 14oC	6o a 10o	24
Oscilación de temp. med. mensual*	5o a 14o C	5o a 7o	32
Precipitación total*	1000 a 4000	1500 a 2000 mm	19
Lluvia máxima en 24 hrs. (maximum, maximorum)	<100 a 300 mm	200 a 300 mm	18
Prom. anual de lluvia máxima en 24 hrs.	<20 a 50 mm	30 a 40 mm	22
No. de días c/precip. apreciable	80 a >150	>150	24
No. de días c/precip. inapreciable*	20 a 80	20 a 40	21
No. de días c/tempestad	<10 a 40	<10	21
No. de días c/heladas*	0 a 60	1 a 10	25
No. de días c/granizo	0 a 10	0 a 1	27
No. de días nublados*	50 a >200	100 a 150	22
No. de días despejados	<100 a >200	100 a 150	16

Tabla 20. Características Climáticas obtenidas en base a los 35 sitios de colectas de *Alnus acuminata*. Los datos marcados con asterisco fueron los utilizados para obtener el mapa de distribución potencial.

4.2.2.1.1 Climas -

Se ha registrado en el grupo templado C, en el subgrupo semicálido (A)C, y en el cálido húmedo A. (Ver glosario).

Es importante hacer notar que el sitio con clima cálido donde se ha colectado *Alnus acuminata* está colindando con el semicálido. Considerando que en la naturaleza los cambios climáticos se dan gradualmente, es probable que se encuentren ecotipos de esta especie adaptados a estos climas y a las zonas de transición, aunque la

## RESULTADOS ESTUDIO CLIMÁTICO DE LA FAMILIA BETULACEAE

mayoría de los individuos estén en condiciones templadas o semicálidas.

### Isotermas anuales

El rango de temperatura media anual en el que se le ha encontrado es de 10o a 22oC. El valor con más frecuencia (63% del rango) se encuentra entre 16o y 20oC. Al comparar estos valores con los límites dados para el grupo templado, y para el subgrupo semicálido, se observa que dentro del grupo templado, A. acuminata se localiza con mayor frecuencia en los relativamente más cálidos, mientras que en el subgrupo semicálido su frecuencia es mayor en los valores intermedios.

### Oscilación de temperatura media mensual

La especie se ha colectado en lugares donde ésta alcanza valores de 5o a 14oC. No obstante el 91% se colectó en donde la oscilación tiene valores de 5o a 7o C, es decir, zonas con poca oscilación térmica.

### Promedio anual de temperatura máxima extrema

Para A. acuminata su rango de distribución va de <27oC a 33oC. Es importante señalar que el promedio anual de la temperatura máxima más bajo registrado es de 24.6oC en las estaciones de Papantla y Tehuipango por lo que su límite inferior de distribución no será menor a tal valor. El rango de valores más frecuente (60%) es de 27oC a 31oC.

### Promedio anual de temperatura mínima extrema

## RESULTADOS

### ESTUDIO CLIMÁTICO DE LA FAMILIA BETULACEAE

La especie que se está estudiando se ha colectado en regiones en donde este parámetro alcanza valores de 0o a 14oC. Sin embargo, el 68% de las colectas se hicieron en lugares cuyo rango es de 6o a 10oC.

#### Régimen de lluvia

Los sitios en los que se colectó *A. acuminata* presentan régimen de lluvias de verano dentro de las siguientes modalidades en orden decreciente de humedad: (fm), m, (w2), (w1).

(fm)-lluvias uniformemente repartidas, el mes más seco tiene precipitación mayor a 40 mm. El porcentaje de lluvia invernal es menor de 18.

m-húmedo, lluvias de verano con influencia de monzón, con porcentaje de lluvia invernal entre 5 y 10.2

(w2)-subhúmedo con lluvias de verano, con P/T mayor de 55.3 y porcentaje de lluvia invernal entre 5 y 10.2

(w1)-subhúmedo con lluvias de verano, con P/T intermedio entre 43.2 y 55.3 y porcentaje de lluvia invernal entre 5 y 10.2

El régimen de lluvias en el que se encontró el mayor número de colectas (83%) fue el (fm).

#### Precipitación total anual

Este registro en unión con el de temperatura media es uno de los que más se usa en las clasificaciones climáticas. En base a la precipitación total anual se han establecido diversas terminologías que denotan distintos grados de humedad.

**RESULTADOS**  
**ESTUDIO CLIMÁTICO DE LA FAMILIA BETULACEAE**

Las zonas en las que se colectó *A. acuminata* presentan valores de precipitación entre 1000 y 4000 mm. No obstante poco, más de la mitad de las colectas (54%) se encontró en regiones con valores entre 1500 a 2000 mm, un 20% en zonas entre 1200 a 1500 mm y otro porcentaje similar se registró en áreas con valores de 2000 a 3000 mm.

**Lluvia máxima en 24 horas**

Los sitios en los que se colectó la especie en cuestión presentan valores de menos de 20 a 50 mm. El rango en el que se registró el mayor número de colectas (63%) fue en el de 30-40 mm. En lo que se refiere al dato de máxima maximorum el rango de distribución es de menos de 100 a 300 mientras que el más frecuente (58%) es de 200 a 300 mm.

**Número de días con precipitación apreciable**

Los lugares donde se encontró este parámetro alcanza cifras de 80 a >150. El mayor número de colectas (69%), se hizo en zonas con valores mayores a 150. (El número más alto que se señala es de 198 días en Coyame).

**Número de días con precipitación inapreciable**

En las áreas donde fue encontrada esta especie, este parámetro alcanza valores de 20 a 80 días al año. El 60% de las colectas está realizado en zonas cuyo valores van de 20 a 40 días.

## RESULTADOS ESTUDIO CLIMÁTICO DE LA FAMILIA BETULACEAE

### Número de días con tempestad

La especie estudiada se presentó en regiones en donde las tempestades son del orden de menor de 10 a 40. Sin embargo, el mayor número de ejemplares (60%) se encontró en áreas en las que las tempestades van de 0 a 10 al año. El 17% se localiza en regiones en las que las tempestades van de 10-20 días y el 23% en región con 20 a 40 tempestades.

### Número de días con helada

De los datos se deduce que el rango de tolerancia de esta especie a las heladas es amplio, ya que se encuentra desde zonas que no las presentan hasta aquellas en las que hay 60 al año. No obstante el mayor número de colectas (71%) se hizo en zonas que presentan de 1 a 10 heladas al año.

### Número de días con granizo

Aunque en Veracruz no son frecuentes las granizadas, A. acuminata se localiza en zonas donde puede haber de 0 a 10 al año. El mayor número de colectas (77%) se hizo en zonas que presentan 1 granizada al año.

### Número de días nublados

La especie en cuestión se registra en lugares en los que la nubosidad es relativamente alta, de 50 a más de 200 días (el mayor valor registrado es de 250). Es más frecuente según las colectas (63%) en los lugares que presentan de 100 a 150 días nublados, lo cual es lógico, ya que su distribución parece estar relacionada con una precipitación alta.

**RESULTADOS**  
**ESTUDIO CLIMÁTICO DE LA FAMILIA BETULACEAE**

**Número de días despejados**

Las zonas en donde se ha localizado esta especie presentan de 100 a más de 200 días despejados. El 46% de las colectas provienen de sitios con valores de 100 a 150. El 34% se localizó en aquellos cuyos días despejados son menos de 100. El valor más bajo que se registró para este parámetro es de 44 en Poza Rica.

**4.2.2.1.2 Altitud -**

La distribución altitudinal de esta especie muestra un rango aparentemente amplio, de 200 a 3000 m. Sin embargo, el mayor número de colectas (63%) está concentrada en altitudes de 1000 a 2000 m, precisamente la que ocupan los tipos de vegetación a los que pertenece y donde más frecuentemente se le ha colectado.

**4.2.2.1.3 Tipos de Suelo -**

Los tipos de suelo que se encuentran en los diferentes lugares de colecta así como el número de las mismas que se hicieron en cada uno de ellos se anotan a continuación.

Tipo de suelo	No. de colectas
Andosol	14
Luvisol	6
Acrisol	5
Cambisol	3
Feozem	3
Litosol	2
Regosol	1
Rendzina	1

**RESULTADOS**  
**ESTUDIO CLIMÁTICO DE LA FAMILIA BETULACEAE**

**4.2.2.1.4 Distribución Potencial -**

La distribución potencial de A. acuminata se observa en el mapa 26, y está basada en todo el rango de distribución de 10 datos, los cuales se marcan con un asterisco en la tabla 20.

**4.2.2.1.5 Discusión -**

La diversidad de tipos de vegetación en los que se ha encontrado a A. acuminata refleja la gama de condiciones climáticas en las que estos tipos se desarrollan, por ejemplo en climas cálidos, semicálidos y templados. Como consecuencia, el rango de temperatura media anual, dentro del cual crece es amplio (10o a 22oC). Su mayor distribución se encuentra en los climas templado y semicálido.

Por lo que se refiere al régimen de lluvias, solo encontramos 4 colectas dentro del tipo subhúmedo y de éstas 3 se registraron en el subhúmedo más húmedo.

El mayor número de especímenes, se registraron en zonas con regimenes de lluvias abundantes todo el año. Esto guarda relación con el número de días con precipitación inapreciable el cual también fue de los de mayor valor indicando las necesidades de la especie a la humedad alta.

El amplio rango de precipitación total anual en las áreas en las que se encontró esta especie, pareciera que Alnus tiene un gran límite de tolerancia a la variación de la cantidad de precipitación, en realidad esto no es así. Los sitios con mayor precipitación también corresponden a los de mayor temperatura, por lo tanto su humedad no es tan alta como pudiera pensarse, si se toma en cuenta también la temperatura.

## RESULTADOS ESTUDIO CLIMÁTICO DE LA FAMILIA BETULACEAE

Por lo que respecta a los parámetros promedio anual de temperaturas máximas y mínimas extremas, en el primero no varía mucho en los sitios donde se colectó (27 a 33oC); además, estos no corresponden a los valores más altos encontrados en Veracruz. El segundo tuvo valores en un rango más amplio llegando el más bajo a ser de 0oC. y el más alto de 14oC. Las heladas también presentaron un rango amplio (0-60 días); sin embargo, en 25 de los sitios el valor se podría considerar relativamente bajo (1-10). Este tipo de condiciones puede llegar a ser de gran importancia en la especie. Por ejemplo Nee (op.cit) indica que la época de floración de esta especie es de noviembre a marzo. Si en alguno de estos meses se presentan heladas tempranas (noviembre) cuando las flores están en formación, entonces la producción de semillas de ese año en esa localidad se verá afectada. Consideraciones de este tipo podrían ser mejor explicadas y fundamentadas por otros especialistas al disponer de este tipo de datos.

### 4.2.2.2 *Alnus jorullensis* H.B. & K. -

Es un árbol que llega a medir hasta 20 m de altura. Se señala como propio de bosque de pino y bosque de pino y oyamel.

En el trabajo de Nee (1981) se describen 2 subespecies *A. jorullensis*

*jorullensis* y *A. jorullensis lutea*. Para definir las características climáticas no se consideró tal separación debido al número de colectas citadas para esta especie en el fascículo de Betulacea (Nee op. cit.) que es de 7 solamente. A pesar de este número relativamente escaso, se determinan las características climáticas, ya que al hacer las pruebas estadísticas para validar el banco los resultados fueron positivos. En la Tabla 21 se anotan los

**RESULTADOS**  
**ESTUDIO CLIMATICO DE LA FAMILIA BETULACEAE**

nombrés y las coordenadas de los sitios de colectas, y en el mapa 28 se consigna su localización.

Colectas	Coordenadas	
	Latitud	Longitud
1	19 <sup>o</sup> - 33'	97 <sup>o</sup> - 12'
2	19 - 32	97 - 12
3	19 - 01	97 - 11
4	19 - 03	97 - 13
5	19 - 22	97 - 08
6	19 - 01	97 - 11
7	19 - 35	97 - 06

Tabla 21. Coordenadas de los puntos de colecta de *Alnus Jarullensis*

En la Tabla 22 se resumen las características climáticas obtenidas en base a los sitios de colecta. Se anota todo el rango de valores donde fue colectado y en el que se hizo con más frecuencia.

**RESULTADOS**  
**ESTUDIO CLIMÁTICO DE LA FAMILIA BETULACEAE**

PARAMETRO	RANGO CLIMATICO (7)	VALORES MAS FRECUENTES	
-----			
Climas*	C(m), C(w2)b C(w1)	C(m)	4
Altitud*	1000 a 3000	1000 a 3000	7
Isotermas anuales*	10o a 16oC	10o a 12oC	4
Prom. anual de temperatura máxima extrema*	<27o a 31oC	<27oC	6
Prom. anual de temperatura mínima extrema*	0o a 6o C	0o a 2oC	6
Oscilación de temperaturas media mensual *	5o a 7o C	5o a 7o C	7
Precipitación total anual*	1000 a 1500 mm	1200 a 1500 mm	5
Lluvia máxima en 24 hrs. (maximum maximum)	<100 a 300 mm	100 a 200 mm	7
Prom. anual de lluvia máxima en 24 hrs.	20 a 50 mm	20 a 30 mm	5
No. de días con precipit. apreciable	80 a >150	100 a 150	4
No. de días con precipit. inapreciable*	20 a 80	20 a 40	4
No. de días con tempestad	<10 a >40	20 a >40	5
No. de días con helada*	20 a 60	30 a 60	5
No. de días con granizo	0 a 10	1 a 10	6
No. de días nublados*	100 a >200	100 a 150	4
No. de días despejados	<100 a 200	100 a 150	5
-----			

Tabla 22. Características climáticas de Alnus  
gorullensis. Se obtuvieron en base  
a 7 sitios de muestreos. La última  
columna indica el número de colectas  
que tuvieron esa característica.

4.2.2.2.1 Climas -

A. gorullensis se ha colectado solamente en clima templado

C.

Isotermas Anuales

## RESULTADOS ESTUDIO CLIMÁTICO DE LA FAMILIA BETULACEAE

A. jorullensis se localizó en lugares donde la temperatura media anual alcanza valores de 10o a 16oC. En cuanto al mayor número de colectas (57%) éstas se han efectuado en lugares cuyo rango es de 10o a 12oC.

### Oscilación de temperatura media mensual

Es una especie propia de lugares con poca oscilación. En todos los casos el valor de este parámetro fue entre 5o a 7oC.

## RESULTADOS

### ESTUDIO CLIMÁTICO DE LA FAMILIA BETULACEAE

#### Promedio anual de temperaturas máximas extremas

El rango de valores encontrados para este parámetro es de menos de 27o a 31oC. En 6 de los 7 sitios de colecta se tienen valores de menos de 27oC (el valor más bajo registrado es de 24.6oC).

#### Promedio anual de temperaturas mínimas extremas

Los valores encontrados para este parámetro oscilan entre 0o y 6oC. El rango en el que más frecuentemente se encontró la especie en cuestión (6) fue en el de 0o a 2oC.

#### Régimen de lluvias

El régimen de lluvias de las zonas donde se registró es de verano en las siguientes modalidades: m, (w2) y (w1) (Ver Glosario). En 4 de los sitios el régimen fue del tipo m.

#### Precipitación total anual

El rango de precipitación para esta especie no es amplio en números absolutos. Comprende de 1000 a 1500 mm. De los 7 registros, 5 se localizaron en un intervalo de 1200 a 1500 mm.

#### Lluvia máxima en 24 horas

Para las áreas en las que se inventarió A. jorullensis el valor de este dato es de 20 a 50 mm. El mayor número de colectas (5) se encuentra en el rango de 20 a 30 mm. Con respecto al valor maximum maximumorum el rango total es de 100 a 300 mm; siendo el valor más frecuente (7) de 100 a 200 mm.

**RESULTADOS**  
**ESTUDIO CLIMÁTICO DE LA FAMILIA BETULACEAE**

**Número de días con precipitación apreciable**

Los valores encontrados para la especie estudiada caen dentro de un rango de 80 a más de 150. El rango al que pertenecen 4 de las colectas es de 100 a 150. El valor más alto registrado es del orden de 200 días.

**Número de días con precipitación inapreciable**

Las cifras que alcanza este parámetro en los diferentes sitios de colecta es de 20 a 80 días. De los 4 registros 5 se localizaron en áreas con rango de 20 a 40 días.

**Número de días con tempestad**

Los valores detectados en los lugares donde se registró A. jorullensis varían entre menos de 10 a más de 40 (El valor más bajo es 0 ó libre de tormentas, y el más alto es del orden de 70). La mayor parte de las colectas (5) se llevó a cabo en localidades con registros de 20 a 40 tempestades al año.

**Número de días con helada**

Esta especie se encontró en lugares en los que existen entre 20 y 60 heladas y el más frecuente (5 colectas) fue entre 30 y 60 heladas al año.

**Número de días con granizo**

A. jorullensis se encuentra en zonas donde hay granizadas. De las colectas, 1 se encontró en un área cuyo rango es de 0 a 1 y las otras 6 de 1 a 10.

**RESULTADOS**  
**ESTUDIO CLIMÁTICO DE LA FAMILIA BETULACEAE**

**Número de días nublados**

Las zonas en donde se encontró A. jorullensis presentan de 100 a más de 200 días nublados (El valor más alto de nubosidad es del orden de 250). Sin embargo, 4 colectas se localizaron en regiones con 100 a 150 días nublados.

**Número de días despejados**

En las zonas en las que se registró la especie en cuestión los días despejados son de menos de 100 a 200. En las que se registró con más frecuencia (5 colectas), van de 100 a 150.

**4.2.2.2.2 Altitud -**

A. jorullensis es una especie propia de regiones con altitudes relativamente grandes. La altura en la cual se colectó va de 1000 a 3000 m.

**4.2.2.2.3 Tipos de Suelo -**

Los tipos de suelo reportados para los diferentes sitios de colecta son los siguientes:

Tipo de suelo	No. de colectas
Andosol	6
Litosol	1

**RESULTADOS**  
**ESTUDIO CLIMÁTICO DE LA FAMILIA BETULACEAE**

**4.2.2.2.4 Distribución Potencial -**

Esta se muestra en el mapa 28. Se estableció considerando los datos que se marcan con asterisco en la Tabla 22 y usando todo el rango de valores encontrados para la especie.

**4.2.2.2.5 Discusión -**

De los resultados obtenidos es evidente que esta especie crece en condiciones más frescas que la anterior. Se registró sólo en el tipo de clima templado. Los valores de la temperatura media anual en las regiones donde se encontró corresponden a los intermedios (10o a 12oC) del grupo templado. Igualmente, los parámetros de temperaturas máximas y mínimas extremas para esta especie se mantienen entre los más bajos encontrados para Veracruz. En relación a los valores de las temperaturas mínimas, los sitios donde A. jorullensis crece presentan con frecuencia valores de 0oC lo que se refleja en el alto número de días con helada (30 a 60).

En lo que se refiere a la humedad A. jorullensis se encontró en zonas húmedas (régimen de lluvias del tipo m) y subhúmedas del tipo (w1) y (w2). Por lo tanto crece en zonas menos húmedas que A. acuminata.

**4.2.3 Género Carpinus**

Para Veracruz solo se reporta una especie C. caroliniana.

**RESULTADOS**  
**ESTUDIO CLIMÁTICO DE LA FAMILIA BETULACEAE**

**4.2.3.1 Carpinus caroliniana Walt. -**

Son árboles caducifolios que llegan a alcanzar tamaños de 4 a 12 m. Se señala en bosque caducifolio y selva baja perennifolia y bosque de encino (Nee, 1981).

En el trabajo de Nee (op. cit.) se mencionan 23 colectas cuyas localidades con sus respectivas coordenadas se anotan en la Tabla 23. En el mapa 31 se muestra su distribución.

**RESULTADOS**  
**ESTUDIO CLIMÁTICO DE LA FAMILIA BETULACEAE**

Número de Colecta	Coordenadas  Latitud	Longitud
1	19 <sup>o</sup> -36'	96 <sup>o</sup> -57'
2	19 -06	97 -00
3	19 -12	97 -02
4	18 -19	94 -45
5	19 -30	96 -57
6	19 -33	96 -56
7	18 -42	96 -50
8	19 -33	96 -52
9	19 -39	97 -07
10	19 -36	97 -00
11	19 -06	97 -02
12	19 -47	96 -41
13	18 -48	97 -05
14	19 -54	96 -49
15	19 -33	97 -00
16	19 -40	96 -52
17	18 -18	94 -44
18	19 -22	97 -08
19	19 -38	96 -38
20	19 -33	96 -56
21	18 -52	97 -06
22	19 -30	96 -56
23	19 -42	96 -50

Tabla 23. Sitios de colecta y coordenadas geográficas de Carpinus caroliniana

Las peculiaridades climatológicas encontradas en cada uno de estos sitios se señalan en l Tabla 24 y con base en ellas se hacen las siguientes consideraciones sobre las condiciones en las que se desarrolla Carpinus caroliniana.

**4.2.3.1.1 Climas -**

Esta especie se encontró dentro de los grupos climáticos cálido A, en el templado C y en un subgrupo semicálido (A)C. El 43% de las colectas fue en el grupo templado; el 35 en el semicálido 22 en el cálido. Como se observa su rango climático es amplio.

**RESULTADOS**  
**ESTUDIO CLIMÁTICO DE LA FAMILIA BETULACEAE**

PARAMETRO	RANGO CLIMÁTICO	VALORES MAS FRECUENTES	
Climax	Af(m); Am (A)C(m); (A)C(fm) C(fm); C(m)	(A)C(fm) C(fm)	6 9
Altitud	200 a 3000 m	1000 a 2000 m	18
Isotermas anuales	12o a 24oC	16o a 20oC	16
Promedio anual de temp. máximas extremas	<27o a 35oC	27o a 31oC	13
Promedio anual de temp. mínimas extremas	2o a 18oC	6o. a 10oC	11
Oscilación de temp. media mensual	5o a 14oC	5o a 7oC	21
Precipitación total anual	1200 4000 mm	1500 a 2000	11
Lluvia máxima en 24 hrs. (maximum maximum)	100 a 300 mm	100 a 200	12
Prom. anual de lluvia máxima en 24 hrs.	30 a >100 mm	30 a 40 mm	15
No. de días con precip. apreciable	80 a >150	>150	18
No. de días con precip. inapreciable	10 a 120	20 a 40	17
No. de días con tempestad	<10 a 40	<10	17
No. de días con helada	0 a 30	1 a 10	16
No. de días con granizo	0 a 10	0 a 1	17
No. de días nublados	50 a >200	100 a 150	15
No. de días despejados	<100 a >200	100 a 150	12

Tabla 24. Valores climáticos obtenidos con base a las 23 localidades de muestreo de *Carpinus caroliniana*. Los números de la última columna consignan el de colectas.

**Isotermas anuales**

*Carpinus caroliniana* se colectó en lugares en los cuales el rango de isotermas anuales es amplio, desde 12o a 24oC. Se notó una mayor frecuencia de colectas (70%) dentro del rango de 16o a 20oC.

**Oscilación de temperatura media mensual**

## RESULTADOS

### ESTUDIO CLIMÁTICO DE LA FAMILIA BETULACEAE

Se colectó especialmente en lugares con poca oscilación, es decir, en los que la variación de la temperatura media mensual es de 5o a 7oC (91% de las colectas). El rango general para todas las localidades es de 5o a 14oC.

#### Promedio anual de temperaturas máximas extremas

En el caso de este parámetro se encontró en lugares que presentan menos de 27o a 35oC (el valor más bajo registrado es de 24.6o). El mayor número de muestras (57%) se concentró en áreas cuyos valores van de 27o a 31oC.

#### Promedio anual de temperaturas mínimas extremas

Abarca un espectro amplio en los diferentes lugares donde se registró *C. caroliniana* alcanzando valores de 2o a 18oC. Una parte de la colecta (48%) se hizo en sitios con valores de 6o a 10oC.

#### Régimen de lluvia

A pesar de la variedad de grupos climáticos en la que se ha inventariado esta especie, el régimen de lluvias en el que se encuentra viviendo es el (fm), es decir, lluvias abundantes todo el año (61%) y en zonas con régimen de lluvias en verano con influencia de monzón m el 39% se colectó en el régimen (fm).

#### Precipitación total anual

Las zonas en las cuales se colectó esta especie tienen valores de precipitación de 1200 a 4000 mm anuales. El 48% de las colectas se concentró en regiones con valores de 1500 a 2000 mm.

**RESULTADOS**  
**ESTUDIO CLIMÁTICO DE LA FAMILIA BETULACEAE**

**Lluvia máxima en 24 horas**

Los valores que alcanza este parámetro en promedio anual en las diferentes áreas en las que se ha reportado esta especie van de 30 a mayores de 100 mm (103 es el valor más alto registrado). Se observó una mayor concentración (65% de las colectas) en áreas con valores de 30 a 40 mm.

En cuanto al valor máximo maximorum el rango en el que fue colectada esta especie es de menos de 100 a 300 mm mientras que el 52% de las colectas se colectaron en zonas en donde el valor de este registro va de 100 a 200.

**Número de días con precipitación apreciable**

C. caroliniana se encuentra viviendo en áreas en las que se tienen valores de 80 a mayor de 150 días, siendo más frecuente (78%) en áreas con valores menores de 150 días (el valor máximo es del orden de 200).

**Número de días con precipitación inapreciable**

El rango para los diferentes sitios en donde se colectó es amplio, va de 10 a 120 días. En el que se observa un mayor número de individuos es en el de 20-40 días (74%)

**Número de días con tempestad**

En relación a las zonas que presentan tempestades, encontramos que puede crecer en aquellas que están exentas de ellas, o bien puede localizarse en sitios hasta con 40 tempestades al año. Se encontró con más frecuencia en lugares que con menos de 10 tempestades al año (43%); el 30% se presentó en sitios con rangos

**RESULTADOS**  
**ESTUDIO CLIMÁTICO DE LA FAMILIA BETULACEAE**

de 10 a 20 y 26% con 20 a 40. Observece que el rango de este dato es en general amplio.

**Número de días con helada**

Algunos de los sitios en donde se ha colectado esta especie, están libres de heladas aunque otros llegan a presentar hasta 30 al año. Los lugares en los que se registró más frecuentemente (70%) tienen valores de 1 a 10 heladas.

**Número de días con granizo**

En algunos casos las zonas en las que se registró esta especie están libres de granizadas, y en otros alcanzan hasta 10 al año. Fué más frecuente la colecta (74%) en áreas libres de granizo o cuando más, con una sola granizada al año.

**Número de días nublados**

Esta especie se ha registrado en lugares que tienen valores de 50 a más de 200 días nublados al año (el valor más alto es de 250). Se presenta con más frecuencia (65%) en áreas con 100 a 150 días.

**Número de días despejados**

Se encontro en sitios donde este dato alcanza valores que van de menos de 100 a mayores de 200. (Los valores más bajos registrados son del orden de 50 y los más altos de 250). El 52% de las colectas se localizó en áreas con valores de 100 a 150.

**RESULTADOS**  
**ESTUDIO CLIMÁTICO DE LA FAMILIA BETULACEAE**

**4.2.3.1.2 Altitud -**

El rango de altitud en el que crece esta especie es amplio, oscila de 200 a 3000 m. Sin embargo, se encuentra con mayor frecuencia en altitudes de 1000 a 2000 m (78%)

**4.2.3.1.3 Tipos De Suelo -**

Los que predominan en las áreas donde C. caroliniana fue colectada, se anotan abajo.

Tipo de suelo	Número de colectas
Acrisol	4
Andosol	9
Cambisol	2
Feozem	1
Luvisol	6
Vertisol	1

**4.2.3.1.4 Distribución Potencial -**

La distribución potencial se muestra en el mapa 30 tomando en cuenta los parámetros que se marcan con asterisco en la tabla 24 y considerando el rango general.

**4.2.3.1.5 Discusión -**

Carpinus caroliniana se encontró en una amplia variedad de condiciones climáticas. Por ejemplo, se le puede observar en climas cálidos, semicálidos, y templados. Esto se refleja en el rango de la temperatura media que también es amplia, ya que va de 12o a 24oC. No obstante esto, se observa la mayor frecuencia de individuos (70%) en regiones en donde la temperatura va de 16o a 20oC. Es decir, en lugares templados más calientes y en los semicálidos con atmósferas

**RESULTADOS**  
**ESTUDIO CLIMÁTICO DE LA FAMILIA BETULACEAE**

relativamente templados.

Los promedios anuales de las temperaturas máximas de las áreas de distribución de esta especie tienen un rango muy amplio (de menos de 27o a menos de 35oC), siendo el límite superior de los más calientes encontrados en general para el estado de Veracruz. Las temperaturas mínimas, a pesar del rango amplio en el que se encuentra (de 2o a 18oC) tiende a ser más frecuente en zonas con temperaturas relativamente bajas (de 6o a 10oC). En relación con las heladas se encuentra en zonas en las que no se presenta este meteoro.

El hecho de que esta especie se encuentre en sitios donde el promedio de la temperatura máxima extrema sea de los valores más altos que se encontraron en el estado, mientras que los de los promedios de las temperaturas mínimas sean de los más bajos, e incluso se presente en lugares con heladas indica la tolerancia a un amplio rango de temperatura. Esto también se observó como ya se señaló en la temperatura media.

Lo contrario sucede con la humedad ya que en todas las regiones donde se muestreó esta especie las condiciones de humedad siempre son altas. Así, por ejemplo, todos los regimenes de lluvias de estas regiones se clasifican dentro de los climas húmedos, en el (65%) fue del tipo (fm), es decir, con lluvias abundantes todo el año; el otro 35 corresponde a regimenes de lluvia de verano con influencia de monzón m es decir, también con humedad alta.

La relación de los parámetros lluvia máxima en 24 horas, número de días con precipitación apreciable y días con precipitación inapreciable muestra mayor congruencia, lo cual también guarda relación con regiones de alta humedad.

**RESULTADOS**  
**ESTUDIO CLIMÁTICO DE LA FAMILIA BETULACEAE**

La amplitud de las condiciones climáticas donde se encontró esta especie debe estar relacionada con el hecho de citarse en diferentes tipos de vegetación.

La tendencia de encontrarse en ciertas condiciones especialmente de humedad es relativamente alta en todos los promedios.

#### 4.2.4 Género *Ostrya*

##### 4.2.4.1 *Ostrya virginiana* (Miller) K. Kock -

Los árboles pertenecientes a esta especie son caducifolios con alturas que van de 5 a 15 m y se han descrito dentro de los tipos de vegetación que corresponden a los de bosque caducifolio y bosque de pino-encino, Nee (1981).

*Ostrya virginiana* se ha colectado en el estado en 5 localidades, todas ellas en la porción centro del estado, en las inmediaciones de Xalapa.

En la Tabla 25 se anotan las coordenadas geográficas para las localidades referidas y en el mapa 34 se aprecia su distribución.

Colectas	Coordenadas	
	Latitud	Longitud
1	19°-30'	96°-55'
2	19 -36	96 -58
3	19 -37	96 -58
4	19 -36	96 -58
5	19 -36	96 -56

Tabla 25. Coordenadas geográficas de las localidades de colecta de *Ostrya virginiana*.

**RESULTADOS**  
**ESTUDIO CLIMÁTICO DE LA FAMILIA BETULACEAE**

En la tabla 26 se anotan los parámetros y los valores de cada uno de los sitios donde se llevaron a cabo las colectas botánicas.

El escaso número de colectas de esta especie puede causar un sesgo en la información; sin embargo, se prefirió hacer la descripción a pesar del riesgo con los pocos datos que se tenían, ya que la prueba estadística que se realizó indica que las muestras del banco de datos botánicos eran representativas. En todo caso la metodología seguida permite que la información se actualice casi automáticamente a medida que se incrementa el banco de datos botánicos.

PARAMETRO	RANGO CLIMATICO	VALORES MAS FRECUENTES	
Climax	C(fm)	C(fm)	5
Altitud	1000 a 2000 m	1000 a 2000 m	5
Isotermas anuales	16o a 20oC	16o a 18oC	4
Promedio anual de temp. máximas extremas	<27o a 31oC	27o a 31oC	4
Promedio anual de temp. mínimas extremas	6o a 14oC	6o a 10oC	4
Oscilación de temp. media mensual	5o a 7oC	5o a 7oC	5
Precipitación total	1500 a 2000 mm	1500 a 2000 mm	5
Lluvia máxima en 24 hrs. (maximum maximum)	100 a 300	200 a 300	4
Prom. anual de lluvia máxima en 24 hrs.	30 a 40 mm	30 a 40 mm	5
No. de días con precip. apreciable	>150	>150	5
No. de días con precip. inapreciable	20 a 40	20 a 40	5
No. de días con tempestad	<10	<10	5
No. de días con helada	1 a 10	1 a 10	5
No. de días con granizo	0 a 1	0 a 1	5
No. de días nublados	100 a 150	100 a 150	5
No. de días despejados	<100 a 150	<100	4

Tabla 26. Peculiaridades climatológicas de *Ostrya virginiana* determinadas a partir de los valores de las 5 zonas en donde se colectó. La última columna indica el

**RESULTADOS**  
**ESTUDIO CLIMÁTICO DE LA FAMILIA BETULACEAE**

número de sitios con esa característica.

**4.2.4.1.1 Climas -**

Se colectó esta especie únicamente en el grupo de climas templados C. Es importante hacer notar que aunque solo se registró en dicho grupo los límites de la temperatura media anual también corresponden al subgrupo semicálido lo cual indica que se puede encontrar en un ectono entre los climas templados y los semicálidos.

**Isotermas anuales**

Los lugares en los que se registró, las isotermas anuales presentan valores de 16o a 20oC. De las 5 colectas 4 se registraron en zonas con temperatura media de 16o a 18oC.

**Oscilación de temperatura media anual**

En los 5 lugares muestreados, este parámetro tuvo valores de 5o a 7oC, lo que indica que son regiones con poca oscilación térmica.

**Promedio anual de temperaturas máximas extremas**

Las cifras que se registran de este parámetro en los diferentes sitios de muestreo van de menos de 27o a 31oC (el valor más bajo registrado es de 24.6oC). De las 5 colectas 4 se presentaron en localidades que tienen valores de 27o a 31oC.

**RESULTADOS**  
**ESTUDIO CLIMÁTICO DE LA FAMILIA BETULACEAE**

**Promedio anual de temperaturas mínimas extremas**

Las áreas en las que se colectó O. virginiana muestran cifras de 60 a 140C, sin embargo 4 de las cinco colectas se hicieron en lugares en los que se tienen valores de 60 a 100C.

**Régimen de lluvias**

Ostrya virginiana se encontró en sitios que presentan lluvias todo el año (fm).

**Precipitación total anual**

La cantidad de lluvia que se registra en las localidades donde se colectó O. virginiana va de 1500 a 2000 mm.

**Lluvia máxima en 24 hrs.**

Se presenta en las zonas en las que los registros de este dato tienen valores de 20 a 40 mm.

En lo que se refiere al valor máximo maximorum es de 100 a 300 mm el valor más frecuente (4) es de 200 a 300 mm.

**Número de días con precipitación apreciable**

Se encuentra en regiones con valores de más de 150 (el valor más alto registrado es de 200 días). En términos generales puede afirmarse que en estas regiones llueve durante dos tercios del año.

**Número de días con precipitación inapreciable**

**RESULTADOS**  
**ESTUDIO CLIMÁTICO DE LA FAMILIA BETULACEAE**

Las localidades donde se muestreo esta especie presentan de 20 a 40 días de lluvia inapreciable.

**Número de días con tempestad**

La especie, se encontró en áreas que pueden estar libres de tormentas o bien presentar hasta 10 al año.

**Número de días con helada**

La especie en cuestión se localizó en sitios en donde el número de heladas es de 1 a 10 al año.

**Número de días con granizo**

Este fenómeno no se presenta en general en las zonas donde se colectó O. virginiana, aunque en algunos lugares puede haber una granizada al año.

**Número de días nublados**

Las zonas en las que se registró esta especie presentan de 100 a 150 días nublados al año.

**Número de días despejados**

Los sitios donde se encontró a esta especie el número de días despejados van de menos de 100 a 150 al año, aunque en 4 de los 5 lugares lo más frecuente es que sean de 50 a 100 días.

**RESULTADOS**  
**ESTUDIO CLIMÁTICO DE LA FAMILIA BETULACEAE**

**4.2.4.1.2 Altitud -**

Por lo que respecta a la altitud esta especie se localiza en todos los casos en sitios cuya altitud está comprendida entre 1000 a 2000 m.

**4.2.4.1.3 Tipo De Suelo -**

Los suelos reportados en las diferentes localidades se anotan a continuación, así como el número de colectas.

Tipo de suelo	No. de colectas
Andosol	4
Luvisol	1

**4.2.4.1.4 Distribución Potencial -**

En el mapa 32 se observa la distribución considerando todo el rango de valores dentro del cual se colectó.

**4.2.4.1.5 Discusión -**

Ostrya virginiana se colectó sólo en el grupo de climas templados. Los valores encontrados de isothermas anuales (temperatura media anual) son incongruentes con este dato, ya que el rango observado es de 160 a 200C mientras que el límite de temperatura asignado al grupo templado es de 50 a 180. Esto podría indicar que el límite de las isothermas, está ligeramente desfasado de su valor real, o bien que O. virginiana puede presentarse en las zonas de ecotono entre los climas templados y los semicálidos.

## RESULTADOS ESTUDIO CLIMÁTICO DE LA FAMILIA BETULACEAE

Al analizar los 5 sitios donde se colectó esta especie se observa que uno de ellos el correspondiente a la localidad del km 3 carretera vieja a Coatepec (Calzada 1947, XAL) puede corresponder a un ecotono ya que Coatepec tiene clima semicálido. Con el objeto de investigar lo anterior se ha enlistado una estación climatológica en esta zona (Jardín Botánico Francisco Javier Clavijero). Es evidente que los registros de dicha estación serán utilizados a largo plazo.

En lo que se refiere a los promedios anuales de temperaturas máximas y mínimas extremas, para el primero el rango es amplio y en el caso del segundo los valores aunque bajos, no son de los menores encontrados para Veracruz. Lo cual reafirmaría la posibilidad de que esta especie pueda encontrarse en lugares ligeramente más cálidos.

Por lo que respecta a humedad en todos los casos se encontró en sitios con régimen de lluvias abundantes todo el año.

Respecto al número de días con precipitación apreciable es alto (más de 150 días) lo cual es congruente con el régimen de lluvias. Los días con precipitación inapreciable aunque se presentan no son de los más altos. También guardaron estrecha relación con los datos anteriores el número de días con tempestad y los días nublados, estos registros aunque no correspondieron a los más altos del estado sino a los intermedios.

En cuanto a heladas esta especie se encontró en lugares que las presentan aunque tales sitios no corresponden a los de valores más altos. Esto debe tener relación a que en general las zonas tienen una alta humedad.

**RESULTADOS**  
**ESTUDIO CLIMÁTICO DE LA FAMILIA BETULACEAE**

**4.2.5 Discusión General de la Familia**

Considerando solamente el tipo de clima, las cuatro especies no parecen precisar de condiciones climáticas específicas, ya que todos están en el grupo cálido húmedo, templado y semicálido. Sin embargo, al analizar los diferentes parámetros por separado se observa que para cada especie se puede distinguir un patrón más o menos particular, ya sea considerando el rango de condiciones obtenidas con base en todas las localidades o en el que se obtuvo con los valores más frecuentes. Por ejemplo, en relación a la temperatura media anual, Alnus acuminata se localizó en un rango general de 10o a 22oC; Alnus incana entre 10o y 16oC, Carpinus caroliniana entre 12o y 24oC, y Ostrya virginiana entre 16o y 20oC. Sus valores respectivos para el rango más frecuente son: de 14o a 20oC; de 10o a 12oC; de 16o a 20oC y de 16o a 18oC. La sobreposición es evidente y seguramente en estas áreas conviven si otros factores como el suelo lo permiten. Ver diagramas 1, 2 y 3.

Por lo que se refiere a la humedad, los resultados indican que todas las especies de Betulaceas requieren de alta humedad. En tres de las 4 especies, el régimen de lluvias más frecuente es del tipo (f) (abundantes todo el año), a excepción de Alnus incana que es más frecuente en el régimen de lluvias de verano con influencia de monzón. Esta especie también se presenta en regimenes de tipo subhúmedo en los cuales la cantidad de lluvia es menor. (Ver diagramas 4, 5 y 6).

Otros parámetros en los cuales se observó un patrón definido fueron el número de días con helada, con tempestad y granizo. Ver diagramas 7, 8, y 9.

## RESULTADOS

### ESTUDIO CLIMÁTICO DE LA FAMILIA BETULACEAE

En relación al número de días con precipitación inapreciable, nublados y despejados, aunque se observa cierta diferencia en los valores de los rangos para todas las especies, en los valores más frecuentes esta diferencia se atenúa para todas las especies.

Para Ostrya virginiana el patrón en la mayoría de los parámetros no parece ser tan definido, lo cual es muy probable que se deba al número de colectas de la muestra, que es muy pequeño.

En resumen podemos observar que existe en todos los casos una relación y una congruencia aceptable entre los diferentes parámetros.

#### 4.2.6 GLOSARIO

##### GRUPOS

A.- Cálido húmedo con temperatura media anual de 22o a 24oC (en algunos casos puede ser mayor a 26oC). La temperatura media del mes más frío es inferior a 18oC.

C.- Templado con temperatura anual entre 5o y 18oC y la del mes más frío inferior a 18oC.

##### SUBGRUPO

(A) C.- Semicálido con temperatura media anual entre 18o y 22oC y la del mes más frío inferior a 18oC.

**RESULTADOS**  
**ESTUDIO CLIMÁTICO DE LA FAMILIA BETULACEAE**

A (C).- Semicálido con temperatura media anual entre 18o y 22oC y la del mes más frío superior a 18oC.

**REGIMENES DE LLUVIA**

(fm).- lluvias abundantes durante todo el año. Precipitación del mes más seco mayor de 40 mm. Porcentaje de lluvia invernal menor de 18.

m.- lluvias de verano con influencia de monzón. Porcentaje de lluvia invernal entre 5 y 12.5

(w2).- lluvias en verano. El valor del P/T es mayor a 55.0. Es el más húmedo de los subhúmedos.

(w1).- lluvias en verano. El P/T presenta valores entre 43.2 y 55.3.

(wo).- lluvias de verano. El P/T tiene valores menores de 43.2

P/T.- índice de humedad de Lang que resulta de dividir la precipitación total expresada en milímetros entre la temperatura media anual en oC.

Porcentaje de lluvia invernal.- Es la proporción de lluvia que cae en el invierno. Se obtiene de la suma de la precipitación de los meses de enero, febrero y marzo dividida entre la total anual.

Régimen de lluvias de Verano.- El mes más lluvioso se presenta en la mitad caliente del año, el cual debe tener por lo menos 10 veces

**RESULTADOS**  
**ESTUDIO CLIMÁTICO DE LA FAMILIA BETULACEAE**

mayor cantidad de lluvia que el mes más seco.

## CAPITULO 5 CONCLUSIONES

Es evidente que el haber llegado a la descripción de las condiciones climáticas para las especies que integran la familia Betulaceae en el Estado de Veracruz, es un avance significativo en los estudios bioclimáticos.

También es cierto que el adelanto tecnológico de las computadoras tanto en equipo como en programas, constituyen un excelente método o instrumento en el desarrollo de este trabajo. Sin embargo, éste no se hubiera podido emplear adecuadamente sin haber tenido la información básica. La computadora se hizo necesaria cuando ante la cantidad de información se hacia casi imposible manejarla. Así el primer uso fué el de ordenar registros sobre los fenómenos climáticos, de tal manera que fuera fácil y rápida su recuperación; se formó así la base de registros climáticos, la cual contenía algunos parámetros que no se habían estudiado hasta entonces.

La siguiente tarea consistió en sintetizar toda esa información de una manera en que se tuviera una visión global de las condiciones climáticas que en forma de registros contenía el banco. El problema se resolvió cartografiando tales datos con lo cual se tuvo un panorama de las condiciones climáticas en base a 17 parámetros. La metodología usada fue la conocida y usual (trazo de isolíneas).

## CONCLUSIONES

Con el estudio anterior se sabían ya las condiciones climáticas para Veracruz. También el estudio de la Flora de Veracruz había avanzado; se tenían 70,000 registros de nombres de especies y alrededor de 30 familias publicadas en fascículos. El problema era hacer la interrelación de ambos conocimientos. Volviéndose a enfrentar el problema 'cantidad de información'. Por lo tanto hubo necesidad de acudir nuevamente a la tecnología de la computación que ha avanzado mucho, y ahora es ya posible trabajar frente a un monitor de despliegue de imágenes y a color. Igualmente los métodos interactivos están ampliamente desarrollados. En resumen, el instrumento necesario estaba disponible y era adecuado. Finalmente el problema se resolvió integrando la base de datos cartográficos al de datos botánicos. Con la metodología desarrollada ya es posible conocer las condiciones del sitio o sitios donde crecen y se han colectado las especies. El siguiente paso será nuevamente sintetizar toda esa información que nos lleve a entender mejor la presencia de las especies en tales o cuales regiones. Por ahora con ese cúmulo de información se harán sinopsis de condiciones climáticas para las especies de plantas presentes en Veracruz.

La integración de la base de datos climáticos y cartográficos, permitió reunir en un solo lugar los datos que existen hasta ahora sobre condiciones climáticas para el estado de Veracruz. La forma en que se tiene la información permite su obtención y uso de una manera rápida. Los datos que requiere el usuario se obtienen automáticamente, lo que trae como consecuencia un ahorro de tiempo en tareas manuales, y de búsqueda de datos. La información está ahora disponible para un gran número de estudios.

## CONCLUSIONES

Los parámetros estudiados, aunque por sí solos tienen su valor de información sobre las condiciones ambientales, aportan más información cuando se relacionan con otros parámetros; la interacción entre ellos es evidente, y son un buen complemento, unos de otros. También son buenos indicadores de condiciones ambientales, que no se puede apreciar en las clasificaciones climáticas.

La metodología que se diseñó para caracterizar las condiciones climáticas de los diferentes sitios de colecta, las cuales a su vez, sirvieron para determinar la distribución potencial de las especies, es sin duda novedosa. Aunque el principio en el cual se basa es muy sencillo (sobreposición de mapas), el hecho de que sea computarizado y que su operación sea interactiva lo hacen realmente eficaz; tanto por el volumen de informaciones que permite usar como por la rapidez de respuesta.

También dicha metodología representa un gran potencial ya que es factible aplicarla en otros campos; por ejemplo, se ha consultado para el diseño y construcción de aulas determinadas condiciones climáticas, y para la detección de sitios adecuados climáticamente para el cultivo de plantas de interés económico. Por otra parte, también es posible incrementar la base de datos cartográficos con información diferente a la climática, lo cual permitiría en el futuro que las interrelaciones se lleven a cabo con un mayor número de variables.

Es importante señalar que el sistema tiene limitaciones, algunas de las cuales será posible subsanar en el futuro; por ejemplo: la escala 1:1000000 a la que están hechos los mapas originales para algunas zonas, especialmente las más accidentadas, puede resultar inadecuada; los intervalos entre los diferentes valores que conforman las clases en los mapas no en todos los casos son iguales, debido a que la información que existía no era suficiente. Aunque se trabajó con un gran número de estaciones (196) hay zonas -especialmente en la parte norte y sur- que tanto el número como su distribución no son suficiente.

En cuanto a los registros que se emplearon en el trazo de mapas, se les pueden atribuir defectos, muchos ellos fundamentados y otros, no. Sin embargo, debemos reconocer que en la actualidad, es con lo único que se cuenta para conocer mejor las condiciones climáticas de nuestro país y a pesar de tales 'defectos' constituyen una buena fuente de datos. Tenemos una gran confianza en el hecho de que a medida que éstos se utilicen más y mejor se superarán muchas de las deficiencias que puedan tener.

CAPITULO 6  
BIBLIOGRAFIA

- Clements, F. E. 1916. Plant succession: analysis of the development of vegetation. Carn. Inst. Wash. Publ. 242: 1-512.
- Dansereau, P. 1957. Biogeography: an Ecological Perspective. Ronald Press Co., New York. 394 pp.
- Davidson, T. C. & J. A. Duke, 1978. Cropping recommendations based on computerized floristic weed analysis. In: abstracts, Meeting Weed Science Society of America.
- Davis, D.H. 1942. The earth and man. A human geography. The Macmillan Co., New York, xxiii+ 675 pp.
- De Candolle. 1874. Geographie botanique raisonnée. Archives des Sciences de la Bibl. Université de Geneve.
- Duke, J.A. & E.E. Terrel, 1974. Crop diversification matrix: introduction. Taxon 23, 5/6, 759-799.
- Duke, J.A. & S.J. Hurst., 1975. Ecological amplitudes of herb, spices, and medical plants. Lloydia, 38(5):404-410.

## BIBLIOGRAFÍA

- Duke, J.A., 1976. Perennial weeds as indicators of annual climatic parameters. *Agricultural Meteorology*. 16(2):291-294.
- Duke, J.A., 1978. Ecological amplitudes of legumes. *Tropical Grain Legume Bulletin*, No. 13(14):3-8.
- Duke, J.A., 1979. Ecosystem data on economic plants. *Quarterly Journal of Crude Drug Research*. 17, 3-4 y 91-110.
- Duke, J.A. (Editor), 1981. Handbook of legumes of World economic importance. Editorial Plenum. New York, E.U.A. 345 p.
- Gama, C. Lilia. 1982. Contribución al Estudio de la Relación Vegetación Suelo-Clima en el Estado de Veracruz. Tesis. E.N.E.P. Iztacala. U.N.A.M. 51 P.
- Gama, C. Lilia. 1985. Estudio de la relación entre el clima y la vegetación en dos zonas del estado de Veracruz. (en prensa en *Biotica*).
- García, E., C. Soto y F. Miranda. 1961. Larrea y Clima. *An. Ins. Biol. Méx.* 31: 137-171.
- García, E. 1964. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Koeppen. Instituto de Geografía. UNAM. México, D.F. 246 pp.
- García, E. 1970. Los climas del estado de Veracruz. *Anales Inst. Biol. Univ. Nal. Ser. Bot.*, 41(1):3-42.

## BIBLIOGRAFIA

- García, E. 1981. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Koeppen. Instituto de Geografía. UNAM. México, D.F. 252 pp.
- Gómez-Pompa, A. y Nevling, L. I. 1970. La Flora de Veracruz. Anales Inst. Biol. Univ. Nac. Méx. Ser. Bot. 4(1):1-2.
- Gómez-Pompa, A. 1978. Ecología de la Vegetación del Estado de Veracruz. C.E.C.S.A. México, D.F. 91 pp.
- Good, R. 1925. On the geographical distribution of the Stylidiaceae. New Phytol. 24: 225-240.
- Holdridge, L. R. 1957. Life Zone Ecology, with supplement prepared by J. A. Tosi, Jr. Trop. Science Center. San José Costa Rica. 206. pp.
- Instituto de Geografía. UNAM 1970. Carta Base Municipal escala 1:4 000 000. México, D.F.
- Jauregui, O. E., 1967. Las ondas del Este y los ciclones tropicales en México. Ing. Hidraul. México. 21(3): 197-208.
- Jiusto, J. E. 1974. Remarks of visibility in fog. Journal of Applied Meteorology, (13): 608-610
- Koeppen, W. 1948. Climatología. Fondo de Cultura Económica. México.
- Koeppen, W. 1948. Climatología (versión directa de Grundriss

## BIBLIOGRAFÍA

- der Klimatologie 1923, 1931 por Hendrichs Pérez), México-Buenos Aires, Fondo de Cultura Económica.
- Martyn, Danuta. 1977. Klimaty bliskiego wschodu. Warsaw. Uniwersytet. Institut Geograficznego. Proce 1 Studia: Klimatologia No. 9. p. 203-223.
- McBoyle, G. R. 1972. Factor analytic approach to a climatic clasification of Europe. Climatological Bull. 12:1-11.
- Meusel, H. 1943. Vergleichende arealkunde. Gebr. Borntraeegr Ver., Berlin-Zehlendorf. Vol. I: 496 pp, Vol. II: 91 pp.
- Miranda, F. y Sharp, A. J. 1950. Characteristics of the vegetation in certain regions of eastern Mexico. Ecology, 31: 313-333.
- Miranda, F. y Hernandez, X. E., 1963. Los tipos de vegetación de México y su clasificación. Bol. Soc. Bot. Méx. 28: 29-179.
- Nee, M. 1981. Betulaceae. Flora de Veracruz. Fasc. 20. I.N.I.R.E.B. México. 20 pp.
- Odum, E.P. 1970. Ecología. Estructura y Función de la Naturaleza. Los Modernos Principios de Flujo de Energía y ciclos Biogeoquímicos. C.E.C.S.A. México, D.F. 201 pp.
- Odum, E.P. 1972. Ecología. Nueva Editorial Interamericana. S.A.

## BIBLIOGRAFÍA

Tercera edición. México, D.F.

Oliver, J. E., Siddigi, A. H., Goward, S. N. 1978. Spatial patterns of Climate and Irrigation in Pakistan: a multivariate statistical approach. Geophysik, und Bioklimatologie, Ser. B. Vienna. 25(4): 345-357.

Pérez, V., G. Heras y R. Echenique. 1977. Riesgo a la pudrición de la madera en los diferentes climas de México. INIREB-LACITEMA. Xalapa. 11p.

Powel, J. M. 1977. Climatic classifications of the Prairie Provinces. Atmosphere 15:27.

Raunkier, C. 1934. The life forms the plants and statical plant geography. Clarendon Press. Oxford. 632 pp.

Rzedowski, J. 1978. Vegetación de México. LIMUSA. México, D.F. 432 pp.

Salisbury, E. J. 1926. The geographical distribution of plants in relation to climatic factors. Geogr. Journ. 67: 312-335.

Schimper, A.F.W. 1964. Plant Geography Upon a Physiological Basis. Wheldon & Wesley, Ltd. Stechert-Hafner Service Agency, Inc. Codicote, Herts. New York, N.Y. Tomus II. 839 pp.

Secretaría de Programación y Presupuesto. 1981. Atlas del Medio Físico. México, D.F. 224 pp.

## BIBLIOGRAFÍA

- Soto, E. M. 1969. Consideraciones Ecoclimáticas en el estado de Veracruz. Tesis. Fac. de Ciencias U.N.A.M. México, D.F. 43 pp.
- Soto, E. M. 1972. Uso de la Carta Climática de CETENAL (en el estudio de algunos fenómenos ecoclimáticos. Comisión de estudios del Territorio Nacional, Secretaría de la Presidencia. México, D.F.
- Soto, E. M., J. Angulo., O. L. Garduño y M. Hernández. 1984. Bioclimatología y computación interactiva. Ciencia y Desarrollo (59): 153-161.
- Stage, A. R. 1952. Growth determinants of ponderosa pine. Univ. Michigan, Dept. Botany term paper (inédito).
- Stellmacher, R. 1971. Finise Methoden der statistischen Analyse ansewandt ouf das Problem der Klimaklassifikation. Some methods of statistical analysis applied to the problem of climate classification, Meteorologischer Dienst, Abhandlungen, 13(99). 40 p.
- Stretta, P. E., P. Mosiño. 1963. Delimitación de las zonas áridas en la República Mexicana según el índice de Emberger. Ing. Hidr. México, Vol. 17(1).
- Thorntwaite, W. C. 1931. The climates of North America according to a new classification, Geographical Review, Vol. 21.
- Vogelman, H. W. 1973. Precipitation in the cloud forest of eastern Mexico. Bioscience, 23(2): 96-100.

**APENDICE A**  
**PROGRAMAS PARA MANEJAR LA BASE DE DATOS**

El concepto para desarrollar este conjunto de programas está basado en la sobreposición de una serie de mapas con el objeto de extraer información climática sobre un punto dado, encontrar zonas climáticas que cumplan con ciertas características así como relacionar esta información con puntos específicos donde se han colectado especies de plantas.

En base a lo anterior el programa realiza una variedad de funciones que a continuación se anotan.

**A.1 FUNCIONES**

**A.1.1 Desplegar los planos de información**

Esta función permite visualizar, en la pantalla en color, cualquier plano de información que esté en la base de datos. Estos son los siguientes:

**NUMERO Y LEYENDA DE LOS PLANOS DISPONIBLES**

01	Contorno de Veracruz	11	Temperatura máxima extrema
02	Lluvia máxima en 24 horas	12	Temperatura mínima extrema
03	Precipitación anual	13	Número de días con helada
04	Zonas térmicas	14	Días con tempestad
05	Precipitación inapreciable	15	Precipitación apreciable
06	Isotermas anuales	16	Número de días con nubes
07	Oscilación de temperatura	17	Número de días con granizo
08	Régimen pluviométrico	18	Número de días despejados
09	Climas	19	Tipos de suelos
10	Altimétrico	20	Municipios

## PROGRAMAS PARA MANEJAR LA BASE DE DATOS FUNCIONES

### A.1.2 Crear un Grupo Vegetal con las Coordenadas de sus Elementos

Por medio de esta función se sitúa especialmente a los componentes de cada grupo por medio de sus coordenadas geográficas.

### A.1.3 Hacer Una consulta con el grupo vegetal deseado

Esta función permite interactuar con el sistema acerca de las características relativas al grupo vegetal elegido, desplegando en la pantalla la información referente al grupo seleccionado en cada uno de los planos solicitados. En base a ésta el usuario formula la pregunta adecuada, generándose una imagen con las zonas que cumplan las condiciones solicitadas, siendo desplegada en el monitor a colores.

### FUNCION CONSULTA

Con el objeto de ilustrar mejor esta parte del manejo del sistema, a la vez que se describe la instrucción se da un ejemplo muy sencillo para la especie Bocconia frutescens.

1. Identificador del grupo a consultar (9 cifras) 104015002\*
2. Desea consultar todos los planos (si/no) N
3. Número de los planos (separados por 'blancos') 02 03
4. Los números de los planos elegidos fueron: 02 03
5. Son los planos deseados? (si/no) S
6. Información para el plano 2: lluvia máxima en 24 horas

SOBRE EL GRUPO: 104015002 Bocconia frutescens

- Número de clases en el plano: 2
- Valor mínimo tipo 3: entre 30 y 40 mm
- Valor mínimo tipo 7: más de 100 mm
- Existe(n) 18 miembro(s) de tipo 3: entre 20 y 40 mm

---

ACLave según la base de datos botánicos de Flora de Veracruz:

104 Familia-Papaveraceae; 015 Género-Bocconia;

002 Especie-frutescens

## PROGRAMAS PARA MANEJAR LA BASE DE DATOS FUNCIONES

- Existe(n) 5 miembro(s) de tipo 4: entre 40 y 50 mm
- Existe(n) 0 miembro(s) de tipo 5: entre 50 y 60 mm
- Existe(n) 3 miembro(s) de tipo 6: entre 60 y 70 mm
- Existe(n) 9 miembro(s) de tipo 7: más de 100 mm
- Formule pregunta (condición) para el plano 02: igual a 3

### INFORMACION PARA EL PLANO 03: PRECIPITACION ANUAL SOBRE EL GRUPO: 104015002 Bocconia frutescens

- Número de clases en el plano: 9
- Valor mínimo tipo 5: entre 1500 y 2000 mm
- Valor mínimo tipo 7: entre 2500 y 3000 mm
- Existe(n) 13 miembro(s) de tipo 5: entre 1500 y 2000 mm
- Existe(n) 10 miembro(s) de tipo 6: entre 2000 y 2500 mm
- Existe(n) 5 miembro(s) de tipo 7: entre 2500 y 3000 mm
- Formule pregunta (condición) para el plano 03 entre 5 y 6
- Desplegar consulta en color número? 8
- Imagen resultante en disco (si/no) N

la consulta está siendo analizada . . . . .

- El área es de 12733.4808 km<sup>2</sup>
- La pregunta formulada fue:  
plano 02: lluvia máxima en 24 horas igual a entre 30 y 40 mm  
plano 03: precipitación anual entre 1500 y 2000 mm y entre 2500  
y 3000 mm
- Desea seguir consultando los mismos planos? (si/no) N
- Desea consultar otros planos? (si/no) N

#### A.1.4 Hacer una Consulta para características Climáticas Deseadas

Esta función permite al usuario interaccionar con el sistema acerca de las características relativas a los planos elegidos, desplegando en la pantalla la información referente a cada plano. En base a esta información, el usuario formula la pregunta adecuada, generándose una imagen con las zonas que cumplan con las condiciones solicitadas siendo desplegada en el monitor a colores.

7. Desea consultar todos los planos? (si/no) N
8. Números de los planos (separados por:
9. Los números de los planos elegidos fueron: 08 10
10. Son los planos deseados (si/no) S

### INFORMACION PARA EL PLANO 08: REGIMEN PLUVIOMETRICO

## PROGRAMAS PARA MANEJAR LA BASE DE DATOS FUNCIONES

- clase 1: w(w)
- clase 2: w
- clase 3: m
- clase 4: m, w
- clase 5: m(f)
- clase 6: f(m) ó m(f)
- clase 7: f(m)
- formule pregunta (condición) para el plano 08: igual a 3

### A.1.5 Repetir la Consulta

Esta función permite visualizar nuevamente el resultado de la consulta anterior, con el objeto de que el usuario no tenga que repetir las características de dicha consulta.

### A.1.6 Asignar leyendas a un plano de información deseado

Por medio de esta función se introduce la leyenda equivalente a cada uno de los valores numéricos en los diferentes planos de información. Por ejemplo, en el plano altimétrico el valor 0 representa a la clase entre 0 y 200 m.

### A.1.7 Obtener información climática para cada municipio

Consiste básicamente en obtener por municipio la información de superficie y porcentual de las clases de los planos de información solicitados.

## FUNCION CLIMAMUNI

LEYENDO EL PLANO DE MUNICIPIOS Número del municipio? 80  
BUSCANDO EL MUNICIPIO ELEGIDO Número del plano a consultar  
(dos cifras)? 18  
LEYENDO EL PLANO A CONSULTAR  
CARACTERISTICAS PARA EL MUNICIPIO: 80

PROGRAMAS PARA MANEJAR LA BASE DE DATOS  
FUNCIONES

Plano 18: Número de días despejados

clase 1 menos de 100 días: 66.2796 km<sup>2</sup> (área), 25.50 %

-----  
Desea consultar otro plano? (si/no) N

A.1.8 Desplegar o Imprimir las tablas de un Grupo Vegetal Deseado

Esta función muestra la distribución de los elementos del grupo vegetal con respecto a los parámetros climáticos así como los valores extremos que en ésta se presentan.

FUNCION TABLA

11. Identificador del grupo (9 cifras)? 104000000
12. Se desea grabar en un archivo (si/no) N
13. Se despliega en la pantalla (si/no) S

DATOS SOBRE EL GRUPO 104000000 PAPAVERACEAE

- Número de clases en el plano: 7
- Valor mínimo tipo 3: menos de 20 mm
- Valor máximo tipo 7: más de 100 mm
- Existe(n) 2 miembro(s) de tipo 3: menos de 20 mm
- Existe(n) 2 miembro(s) de tipo 2: entre 20 y 30 mm
- Existe(n) 28 miembro(s) de tipo 3: entre 30 y 40 mm
- Existe(n) 6 miembro(s) de tipo 4: entre 40 y 50 mm
- Existe(n) 5 miembro(s) de tipo 5: entre 50 y 60 mm
- Existe(n) 3 miembro(s) de tipo 6: entre 60 y 100 mm
- Existe(n) 3 miembro(s) de tipo 7: más de 100 mm
- la clase más frecuente es de tipo 3: entre 30 y 40 mm

## **PROGRAMAS PARA MANEJAR LA BASE DE DATOS FUNCIONES**

### **A.1.9 Unir dos o más grupos vegetales deseados**

Esta función permite trabajar a varios niveles de información. Refiriéndose a vegetales, por ejemplo, el usuario puede hacer sus consultas a nivel específico o por familia, simplemente uniendo grupos.

### **A.1.10 Ubicar en color los elementos de un grupo vegetal**

Esta función es considerada como auxiliar ya que ubica en color especialmente a los elementos de un grupo dentro del estado de Veracruz borrando la imagen que esté desplegada.

### **A.1.11 Ubicar en el overlay los elementos de un grupo vegetal**

Esta función despliega en color blanco la distribución de los elementos del grupo sobre cualquier imagen.

### **A.1.12 Verificar las coordenadas de los Elementos de un grupo Vegetal**

Esta función, como su nombre lo indica, permite cotejar las coordenadas que la computadora tiene registradas con las coordenadas originales.

### **A.1.13 Desplegar en color las ciudades de referencia**

Esta función, también considerada como auxiliar, permite ubicarse dentro del estado de Veracruz por medio de varias ciudades de referencia.

## PROGRAMAS PARA MANEJAR LA BASE DE DATOS FUNCIONES

### A.1.14 Resaltar el valor de la clase deseada

Por medio de esta función se puede discriminar muy fácilmente resaltando en un color contrastante, la clase que interese de un plano de información.

### A.1.15 Actualizar el valor de las clases en los grupos vegetales

Esta función es útil cuando se ha modificado o reemplazado alguno de los planos de la base de datos, ya que actualiza el valor de los elementos en los grupos vegetales con respecto al plano nuevo.

### A.1.16 Asignar el nombre científico de los grupos vegetales

Con esta función se crea internamente una tabla de referencia en la cual se asocia el número identificador del grupo (9 cifras) con su nombre científico.

### A.1.17 Porcentaje

Esta función permite conocer el porcentaje y el área en km cuadrados de cada una de las clases en los planos de información.

## FUNCION LISTA AREA

14. Número del plano (dos cifras)? 05

CALCULANDO EL AREA Y EL PORCENTAJE

.....CALCULANDO EL AREA Y EL PORCENTAJE.....

Clase 1 menos de 10 días	:	19198.9908 km <sup>2</sup> (área), 27.76 %
Clase 2 entre 10 - 20 días	:	12795.8616 km <sup>2</sup> (área), 18.50 %
Clase 3 entre 20 - 40 días	:	26854.9344 km <sup>2</sup> (área), 38.83 %
Clase 4 entre 40 - 80 días	:	9136.188 km <sup>2</sup> (área), 13.21 %

PROGRAMAS PARA MANEJAR LA BASE DE DATOS  
FUNCIONES

Clase 5 entre 80 - 120 días : 525.7228 km2 (área), .83 %  
Clase 6 más de 120 días : 601.7848 km2 (área), .87 %

-----  
69163.4124 km2 (área) total

Desea otro plano? (si/no) N

99 Salir de la base de datos INIREB-IBM. Como su nombre lo indica  
permite salirse de los programas que forman la base de datos.

## RESUMEN DE LOS DATOS

Plano > .. clase v	Lluvia mm. en 24 horas (mm)	Precipi- tacion Anual (mm)	Zonas Temperas (o C)	Precip. Inaste- rizable (dias)	Isotermas Anuales (o C)	Oscila- cion de Temp. (o C)	Resimen Fluviom- etrico	Clima	Elevacion (m)
	--2--	--3--	--4--	--5--	--6--	--7--	--8--	--9--	--10--
1	0 - 20	0 - 800	<-2	0 - 10	<8	5 - 7	w(u)	EFH	0 - 200
2	20 - 30	800 - 1000	-2 - 5	10 - 20	8 - 10	7 - 14	w	ETH	200 - 1000
3	30 - 40	1000 - 1200	5 - 12	20 - 40	10 - 12		w	BSIK	1000 - 2000
4	40 - 50	1200 - 1500	12 - 18	40 - 80	12 - 14		mw	C(w0-)	2000 - 3000
5	50 - 60	1500 - 2000	18 - 22	80 - 120	14 - 16		m(f)	C(w1-)	>3000
6	60 - 70	2000 - 2500	22 - 26	>120	16 - 18		f(m);m(f)	C(w2-)...b'	
7	>70	2500 - 3000	>26		18 - 20		f(m)	C(w2-)...b	
8.		3000 - 4000			20 - 22			C(m)	
9		>4000			22 - 24			C(fm)	
10					24 - 26			(A)C(w2)	
11					>26			(A)C(m)	
12								(A)C(fm)	
13								Aw0	
14								Aw1	
15								Aw2	
16								Am	
17								AF(m)	

PROGRAMAS PARA MANEJAR LA BASE DE DATOS  
FUNCIONES

Plano >	Temp. Máxima Extrema (o C)	Temp. Mínima Extrema (o C)	Días con Helada (días)	Días con Tempestad (días)	Precipi- tación Apreciable (días)	Días con Nubcs (días)	Días con Granizo (días)	Días Despejadas (días)	Tipo de Suelo
Clase v	--11--	---12---	---13---	---14---	---15---	---16---	---17---	---18---	---19---
1	<27	<0	0 - 1	0 - 10	0 - 80	0 - 50	0	0 - 100	acrisol
2	27 - 31	0 - 2	1 - 10	10 - 20	80 - 100	50 - 100	1	100 - 150	andosol
3	31 - 33	2 - 6	10 - 20	20 - 40	100 - 150	100 - 150	1 - 10	150 - 200	cambisol
4	33 - 35	6 - 10	20 - 30	>40	>150	150 - 200		>200	feozem
5	[>35	10 - 14	30 - 60			>200			gleysol
6		14 - 16	>60						litosol
7		16 - 18							luvisol
8		>18							nitosol
9									resosol
10									rendzina
11									solonchak
12									vertisol

## PROGRAMAS PARA MANEJAR LA BASE DE DATOS COMENTARIOS SOBRE LAS VARIABLES DEL SISTEMA

### A.2 COMENTARIOS SOBRE LAS VARIABLES DEL SISTEMA

Los siguientes comentarios están dentro de la perspectiva de lo deseable para una base de datos como la diseñada. Estamos conscientes que mucho de esto no será posible en un futuro próximo; sin embargo, a medida que se tengan más registros y de mayor confiabilidad, la base será más útil o eficiente. Es importante aclarar que los diferentes planos contienen la información disponible hasta el momento que se trazaron. Los datos de que se dispone hasta la fecha, no permiten establecer los intervalos que hubieran sido los más convenientes.

Debido a la naturaleza pionera del sistema, no había antecedentes para guiar su construcción. Por esto en esta parte se hace una evaluación de los parámetros, sobre sus bondades y sus deficiencias. Un sistema futuro, tal vez de todo el país, debe tomar en cuenta esta primera experiencia.

#### A.2.1 Plano 1: Límites Políticos

Al consultarse, este plano indica que un punto está dentro del estado de Veracruz o que no lo está. En sistemas futuros puede usarse para diferenciar los estados, asignando valores diferentes para los puntos correspondientes a cada uno, o sea, un total de 32 clases.

#### A.2.2 Plano 2: Precipitación Anual

Este parámetro es adecuado como está clasificado. Sin embargo, debe agregarse una o dos clases más para evitar que haya muchos puntos en la clase 9 que no tiene límites definidos.

**PROGRAMAS PARA MANEJAR LA BASE DE DATOS  
COMENTARIOS SOBRE LAS VARIABLES DEL SISTEMA**

De ser posible sería más conveniente para el análisis estadístico que las clases fueran iguales en intervalos, como 1000-1200, 1200-1400, 1400-1600, etc.

**A.2.3 Plano 4: Zonas Térmicas**

Ya que este plano duplica, a menor resolución, el plano 6, sería preferible prescindir de él en el futuro. Fue incluido en este sistema porque puede ser útil para algunos usuarios que requieran información muy general sobre temperatura.

**A.2.4 Plano 5: Días con Precipitación Inapreciable**

Es apropiado como está, aunque sería preferible hacer que los intervalos de las clases sean iguales.

**A.2.5 Plano 6: Isotermas Anuales**

Sería apropiado agregar clases para que no haya muchas omisiones en clases sin límites, como actualmente ocurre en la clase 11.

**A.2.6 Plano 7: Oscilación de Temperatura**

Un parámetro con solamente dos clases es poco conveniente para análisis estadísticos. Se consideró debido a que es un parámetro que se usa en la clasificación climática.

**PROGRAMAS PARA MANEJAR LA BASE DE DATOS  
COMENTARIOS SOBRE LAS VARIABLES DEL SISTEMA**

**A.2.7 Plano 8: Régimen Pluviométrico**

Es adecuado en su forma actual.

**A.2.8 Plano 10: Elevación**

De este estudio es evidente que la subdivisión actual es demasiado general para tener gran valor en análisis. Posiblemente sean apropiadas divisiones equidistantes más pequeñas y uniformes.

**A.2.9 Plano 11: Temperatura Máxima Extrema**

Sería conveniente tener más intervalos, todos iguales.

**A.2.10 Plano 12: Temperatura Mínima Extrema**

Para análisis estadístico sería preferible tener más clases, todas iguales en proporción, así como intervalos en los extremos.

**A.2.11 Plano 13: Días con Helada**

Sería preferible que todos los intervalos fueran iguales .

**A.2.12 Plano 14: Días con Tempestad**

Sería apropiado tener más intervalos, todos iguales.

**A.2.13 Plano 15: Días con Precipitación Apreciable**

Sería mejor tener más clases, todas con intervalos iguales.

**PROGRAMAS PARA MANEJAR LA BASE DE DATOS  
COMENTARIOS SOBRE LAS VARIABLES DEL SISTEMA**

**A.2.14 Plano 16: Días con Nubes**

Sería más adecuado tener más clases, todas con intervalos iguales.

**A.2.15 Plano 17: Días con Granizo**

Es necesario tener más clases, todas con intervalos iguales.

**A.2.16 Plano 18: Días Despejados**

Se requiere tener más clases, todas con intervalos iguales.

**A.2.17 Plano 19: Tipo de Suelo**

Está bien como actualmente se encuentra; quizá pueda detallarse más en el futuro.

**A.3 VARIABLE A AGREGAR**

Para extender el sistema a todo el país se deben considerar y agregar otras variables tales como promedios de temperaturas mínimas y máximas diarias, evaporación, viento dominante, pendientes, etc.

Se puede considerar agregar climas clasificados con otros métodos.

**APENDICE B**  
**ESTUDIO ESTADÍSTICO SOBRE VALIDEZ DEL BANCO**

**B.1 INTRODUCCION**

Esta parte trata de algunas de las características estadísticas de la base de datos florísticos. Tiene por objeto validar la información que contiene para usarlo en este trabajo. Debe contestar la pregunta: '¿Es adecuada la base de datos florísticos de Flora de Veracruz para derivar las características de distribución de plantas?'

**B.2 CARACTERISTICAS GENERALES**

En la tabla B-1 se resumen algunas características de la base de datos, y la figura B-1 muestra la localización geográfica de los sitios de las colectas. La figura B-2 demuestra la distribución de las colectas por especie.

**ESTUDIO ESTADISTICO SOBRE VALIDEZ DEL BANCO  
CARACTERISTICAS GENERALES**

**Tabla B-1**

**CARACTERISTICAS DE FLORA DE VERACRUZ, NOVIEMBRE DE 1984  
(Sistema de Consulta, solamente)**

**Número de colectas: 60,721**

**Número de especies representadas: 10,264**

**Número de colectas por especies en promedio: 5.9**

**Límites extremos de latitud: Norte 22' 28", Sur 17' 07" (teóricos)**

**Límites extremos de longitud: Este 93' 36", Oeste 98' 49" (teóricos)**

**Colectas con coordenadas especificadas: (40 %)**

**Número de zonas climáticas según Koeppen mod. García: 17**

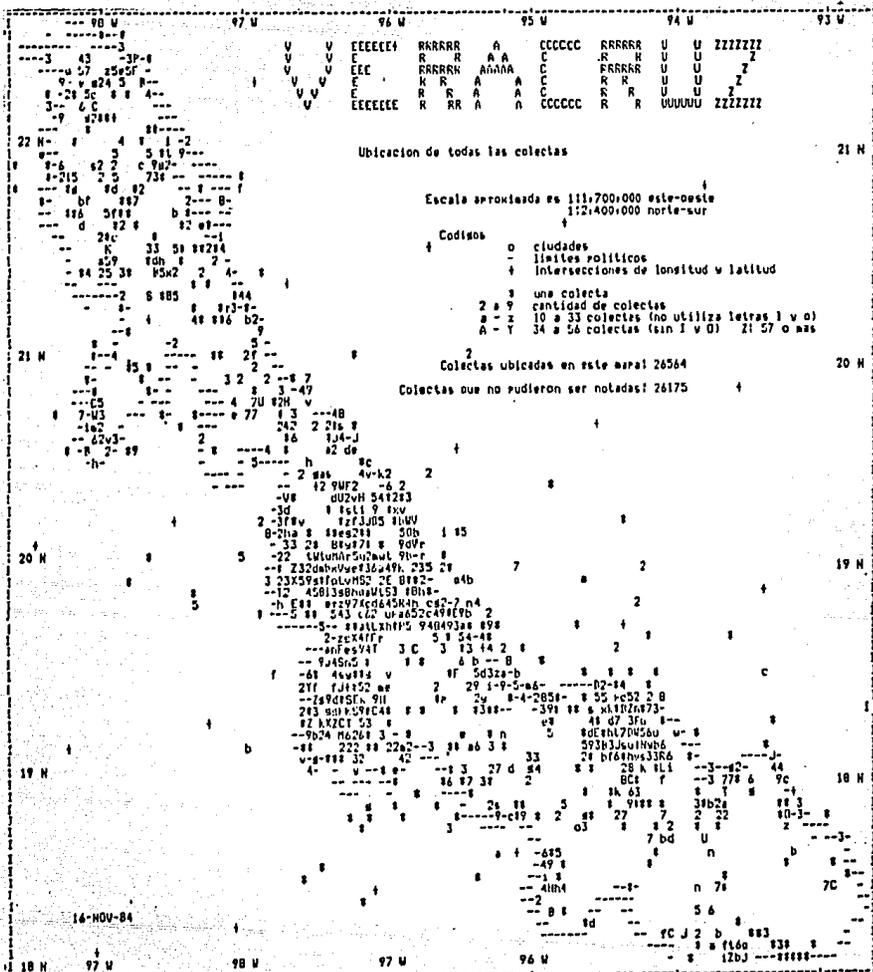


Figura B-1

Distribución de las colectas registradas en la base de datos de Flora de Veracruz.

HISTOGRAMA DE FRECUENCIAS DE COLECTAS

Col	Indic	Z
1378	30	0.00
1379	31	0.00
1380	32	0.00
1381	33	0.00
1382	34	0.00
1383	35	0.00
1384	36	0.00
1385	37	0.00
1386	38	0.00
1387	39	0.00
1388	40	0.00
1389	41	0.00
1390	42	0.00
1391	43	0.00
1392	44	0.00
1393	45	0.00
1394	46	0.00
1395	47	0.00
1396	48	0.00
1397	49	0.00
1398	50	0.00
1399	51	0.00
1400	52	0.00
1401	53	0.00
1402	54	0.00
1403	55	0.00
1404	56	0.00
1405	57	0.00
1406	58	0.00
1407	59	0.00
1408	60	0.00
1409	61	0.00
1410	62	0.00
1411	63	0.00
1412	64	0.00
1413	65	0.00
1414	66	0.00
1415	67	0.00
1416	68	0.00
1417	69	0.00
1418	70	0.00
1419	71	0.00
1420	72	0.00
1421	73	0.00
1422	74	0.00
1423	75	0.00
1424	76	0.00
1425	77	0.00
1426	78	0.00
1427	79	0.00
1428	80	0.00
1429	81	0.00
1430	82	0.00
1431	83	0.00
1432	84	0.00
1433	85	0.00
1434	86	0.00
1435	87	0.00
1436	88	0.00
1437	89	0.00
1438	90	0.00
1439	91	0.00
1440	92	0.00
1441	93	0.00
1442	94	0.00
1443	95	0.00
1444	96	0.00
1445	97	0.00
1446	98	0.00
1447	99	0.00
1448	100	0.00
1449	101	0.00
1450	102	0.00
1451	103	0.00
1452	104	0.00
1453	105	0.00
1454	106	0.00
1455	107	0.00
1456	108	0.00
1457	109	0.00
1458	110	0.00
1459	111	0.00
1460	112	0.00
1461	113	0.00
1462	114	0.00
1463	115	0.00
1464	116	0.00
1465	117	0.00
1466	118	0.00
1467	119	0.00
1468	120	0.00
1469	121	0.00
1470	122	0.00
1471	123	0.00
1472	124	0.00
1473	125	0.00
1474	126	0.00
1475	127	0.00

Histograma de distribución de las colectas  
 de la base de datos de Flora de Veracruz

## ESTUDIO ESTADÍSTICO SOBRE VALIDEZ DEL BANCO CARACTERÍSTICAS GENERALES

### B.3 FRECUENCIAS POR ESPECIES

La repetición de colectas de especies dadas es una medida de la base. A qué grado están representadas las especies por colecciones múltiples, y a qué grado hay solamente una o muy pocas colectas por especie, son ambas medidas de la representabilidad de las especies.

Se ve en la figura B-2 el histograma de número de colectas por especie. Se ve que 38% de las especies están representadas por una sola colecta, 15% por dos colectas, 9% por tres, etc.

- 85% - menos de 10 colectas
- 5% - 10 a 15 colectas
- 5% - 16 a 24 colectas
- 3% - 25 a 50 colectas
- 2% - más de 50 colectas

El histograma demuestra la distribución de estas asignaciones. Por ejemplo, se ve que 3,938 especies están representadas por una sola colecta; esta cifra representa 38% de las especies.

## ESTUDIO ESTADÍSTICO SOBRE VALIDEZ DEL BANCO HETEROGENEIDAD DE COLECTAS

### B.4 HETEROGENEIDAD DE COLECTAS

Cada colector de plantas tiene sus propios motivos para hacer la colecta. Estos motivos pueden variar desde un deseo, simplemente, de muestrear una zona hasta estudiar un grupo específico de plantas.

La densidad de colectas no es al azar. El 'efecto de universidad' es evidente, se hacen más colectas alrededor de Xalapa, donde está ubicado el INIREB, que en otras zonas; y hay zonas muy poco accesibles que casi no están representadas. Sin embargo, comparando el mapa de colectas (figura B-1) con el mapa de climas (Mapa 4) es evidente que hay un buen muestreo de todas las zonas climáticas. Inclusive, donde hay más colectas (alrededor de Xalapa), la variación de climas es mayor.

La figura B-2 demuestra que el 85% de las especies están representadas por 10 colectas o más. Es evidente que una sola muestra no demostraría nada de la distribución de una planta, y dos o tres colectas no serían muy indicativas.

### B.5 ES ADECUADA ESTA BASE DE DATOS?

#### B.5.1 Principios Generales

Debido a que el objetivo de la tesis es el de derivar conclusiones sobre la distribución de plantas en base a parámetros climáticos, era necesario decidir si los datos del banco florístico eran adecuados para el estudio. Se comprobó que el banco tiene muestreadas todas las zonas climáticas, pero había necesidad de demostrar que los datos son adecuados para derivar conclusiones del estilo que se pretendía.

## ESTUDIO ESTADÍSTICO SOBRE VALIDEZ DEL BANCO ES ADECUADA ESTA BASE DE DATOS?

La prueba escogida es conservadora, y consiste en observar los datos para ciertas plantas conocidas como cosmopolitas. Se puede asumir que si el banco muestra indicaciones adecuadas del 'cosmopolitismo' de estas plantas, entonces es muy probable que sirva para demostrar ésta o la especificidad de otras plantas. Es decir, dado el número apropiado de muestras, se puede demostrar igual o menos cosmopolitismo, pero evidentemente no se puede demostrar más cosmopolitismo que esos casos.

Los casos que se tomaron eran relativamente desfavorables, y por esta razón la prueba es conservadora. Se trata de especies que son, en esencia, malezas, o muy abundantes y que hasta ahora no se han hecho estudios específicos sobre ellas. Por ello se asume que no han sido colectadas con especial interés a más del que pueden representar como estar presentes abundantemente en una zona X que se está colectando.

Entonces, para estas plantas, se puede averiguar si la base de datos es adecuada para demostrar su cosmopolitismo, si es así, debe ser igualmente capaz de demostrar lo mismo sobre otras plantas.

### B.5.2 Casos específicos de especies

Para escoger las especies a probar, se hizo una lista de las plantas mejor representadas por colectas en el banco. Luego, sin avisarles del motivo de la selección, se pidió a tres botánicos que escogieran algunas que eran más notorias por su cosmopolitismo. Escogieron las especies en la tabla B-3; como es de esperar, tiene varias especies de las familias de las compuestas y las leguminosas.

## ESTUDIO ESTADÍSTICO SOBRE VALIDEZ DEL BANCO ES ADECUADA ESTA BASE DE DATOS?

### B.5.3 Los Datos

Dado un punto geográfico, o sea, la ubicación de una colecta, el sistema diseñado deriva un valor (rango de valores) para cada parámetro climático. Es decir, deriva un número para cada uno de los parámetros climáticos enumerado en la tabla 2. De esos datos se escogieron dos de utilidad clásica para la determinación de clima, que son la precipitación medida en milímetros por año, y la temperatura como promedio anual.

### B.6 ESTIMACIÓN DE PARÁMETROS ESTADÍSTICOS

Para esta prueba estadística era necesario estimar los parámetros estadísticos de las especies.

Se escogió el plano 3, Precipitación Anual, y plano 6, Isothermas Anuales, para la prueba, ya que las dos corresponden a los parámetros clásicos de humedad y temperaturas que sirven de base a la mayoría de clasificaciones climáticas.

A cada 'clase' de los planos se le asignó el valor intermedio del intervalo representado, y a cada valor razonable, como se ve a continuación. Los valores con \* son valores asignados en este sentido.

**ESTUDIO ESTADÍSTICO SOBRE VALIDEZ DEL BANCO  
ESTIMACIÓN DE PARÁMETROS ESTADÍSTICOS**

Tabla B-2

**VALORES UTILIZADOS PARA REPRESENTAR CLASES**

Clase	Precipitación Anual	Isotermas anuales
1	400	7*
2	900	9
3	1100	11
4	1350	13
5	1750	15
6	2250	17
7	2750	19
8	3500	21
9	3750*	23
10	-----	25
11	-----	27*

A base de estos valores fueron calculados los promedios, desviaciones estándares, y el recorrido ('rango'), se identificaron las clases más frecuentes (o sea, la moda).

Para las especies se utilizaron los datos impresos por el sistema de consulta referida en el Apéndice A. De hecho, tal sistema utiliza solamente una colecta para cada pixel (unidad espacial de consulta, o sea, un punto en la red geográfica). Esto elimina, en parte, el sesgo de las concentraciones de colectas de una especie en un solo punto.

Para las malezas, se hizo una consulta de dicho sistema para todos los registros arriba mencionadas que tenían coordenadas geográficas en la base de datos Flora de Veracruz, eliminando todos los duplicados en coordenadas geográficas.

#### **B.7 DATOS EXPERIMENTALES**

Los datos derivados para temperatura media y precipitación total están presentados en la tabla B-3, para las especies cosmopolitas y en la tabla B-4 para las especies estudiadas en este trabajo.

**ESTUDIO ESTADISTICO SOBRE VALIDEZ DEL BANCO  
DATOS EXPERIMENTALES**

Tabla B-3

**MEDIDAS ESTADISTICAS PARA PLANTAS COSMOPOLITAS**

Precipitación Anual, mm      Temperatura Anual, oC

Familia:

Género y Especie	N	Prom.	Desv. Est.	Prom.	Desv. Est.
<b>Leguminosae:</b>					
Mimosa pudica	17	1900	720	24	2.5
Mimosa pigra	16	1900	840	25	1.7
Mimosa albida	33	2000	650	21.5	2.7
Acacia pennatula	27	1800	610	21	2.3
<b>Compositae:</b>					
Bidens pilosa	23	1900	630	22.5	3.1
Calea urticifolia	19	1800	570	22	3.8
Eupatorium pycnocephalum	21	2100	540	21	2.6
<b>Asclepiadiaceae:</b>					
Asclepias curassavica	36	2000	780	23	2.8
<b>Verbenaceae:</b>					
Lantana camara	27	1900	610	16	1.8
<b>Malvaceae:</b>					
Sida rhombifolia	30	2050	770	23	2.8
<b>Gramineae:</b>					
Panicum laxum	6	1700	680	23	2.7
<b>Melastomataceae:</b>					
Conostegia xalapensis	29	2400	690	22	2.6
<b>Phytolaccaceae:</b>					
Rivina humilis	34	1800	650	22	2.5
<b>Piperaceae:</b>					
Piper hispidum	42	2500	730	23	2.5
Promedio		676			2.6
Desviación Estandar del promedio		85			.51

**ESTUDIO ESTADÍSTICO SOBRE VALIDEZ DEL BANCO  
DATOS EXPERIMENTALES**

Tabla B-4  
MEDIDAS ESTADÍSTICAS PARA ESPECIES ESTUDIADAS  
Precipitación Anual, mm      Temperatura Anual, C

Género y Especie	N	Precipitación Anual, mm		Temperatura Anual, C	
		Prom.	Desv. Est.	Prom.	Desv. Est.
<b>Betulaceae:</b>					
<i>Ostrya virginiana</i>	5	1750	(0)	16	1.8
<i>Carpinus caroliniana</i>	23	2000	490	18	2.5
<i>Alnus acuminata</i>	34	1900	540	17	2.3
<i>Alnus jorullensis</i>	10	1300		13	1.7
<b>Magnoliaceae</b>					
<i>Magnolia grandiflora</i>	5	1850	220	17	1.7
<i>Magnolia schipdeana</i>	10	2200	370	18	2.1
T                    mexicana					
<b>Papaveraceae</b>					
<i>Argemone mexicana</i>	7	1800	450	24	3.2
<i>Argemone platyceras</i>	7	1400	560	14	1.9
<i>Argemone ochroleuca</i>	5	1850	220	24	1.8
T                    frutescens	28	2100	380	19	3.0
<b>Muscaceae</b>					
<i>Platanus mexicana</i>	39	2000	360	19	1.5
<i>Canna indica</i>	62	2000	490	22	2.9
<b>Bataceae</b>					
Bat	3	1300	140	26	1.2
<b>Polemoneaceae</b>					
T                    scandens	15	1850	210	18	2.1
T                    ciliata	10	1300	350	24	1.7
T                    glandulosa	11	1900	305	21	2.0

Se ve que en todos los casos, tanto el rango extremo como la desviación estándar de las ocurrencias para estos parámetros indican que las plantas ocurren en una variedad de condiciones ambientales, o sea, que es poco probable que haya demasiado sesgo en las ubicaciones de las colectas como para invalidar el uso del banco para este propósito. Además, se demuestra que casi todos los valores de la desviación estándar para las especies estudiadas en esta tesis son iguales o menores a los de las plantas cosmopolitas. Esto es especialmente claro en caso de la precipitación anual, y es la tendencia evidente de la temperatura anual.

## ESTUDIO ESTADISTICO SOBRE VALIDEZ DEL BANCO CONCLUSIONES

### B.8 CONCLUSIONES

Se escosieron casos relativamente desfavorables para demostrar la capacidad de la base de datos para los propósitos de este estudio. Las malezas, plantas notoriamente cosmopolitas, son relativamente de poco interés para los botánicos. Sin embargo, fue demostrado que la base de datos tenía suficientes datos como para poder clasificar las varias malezas probadas como cosmopolitas.

Por esto, es evidente que la base de datos es apta para la clasificación de plantas como indicadoras o cosmopolitas dentro de estos límites.

## APENDICE C

### RESUMEN ESTADISTICO DE LOS DATOS

#### C.1 INTRODUCCION

Este apéndice resume todos los datos estadísticos calculados a base de las consultas al sistema para facilitar el análisis estadístico de las aseveraciones presentadas dentro del texto de la tesis. Se presentan los datos correspondientes a las plantas cosmopolitas analizadas en el apéndice B, así como los de las especies estudiadas.

#### C.2 ESTIMACION DE PARAMETROS ESTADISTICOS

A cada 'clase' de los planos se le asignó el valor intermedio del intervalo representado, y a cada punto extremo se le asignó un valor razonable, como se ve a continuación. Los valores con \* son valores asignados como 'razonables'.

**RESUMEN ESTADÍSTICO DE LOS DATOS  
ESTIMACION DE PARAMETROS ESTADÍSTICOS**

Tabla C-1

**VALORES UTILIZADOS PARA REPRESENTAR CLASES**

Plano:	3	6	12	11	13	4	10
			Temp.	Temp.	Dias		
	Precip.	Temp.	Min.	Máx.	Con	Zonas	Eleva-
Clase	Annual	Annual	Ext.	Ext.	Helada	Térmicas	ción
1	400	7*	0*	25*	0	-3	100
2	900	9	1	29	5	1.5	600
3	1100	11	4	32	15	8.5	1500
4	1350	13	8	34	25	15	2500
5	1750	15	12	36*	45	20	3500*
6	2250	17	15		70*	24	
7	2750	19	17			28*	
8	3500	21	19				
9	3750*	23					
10		25					
11		27					

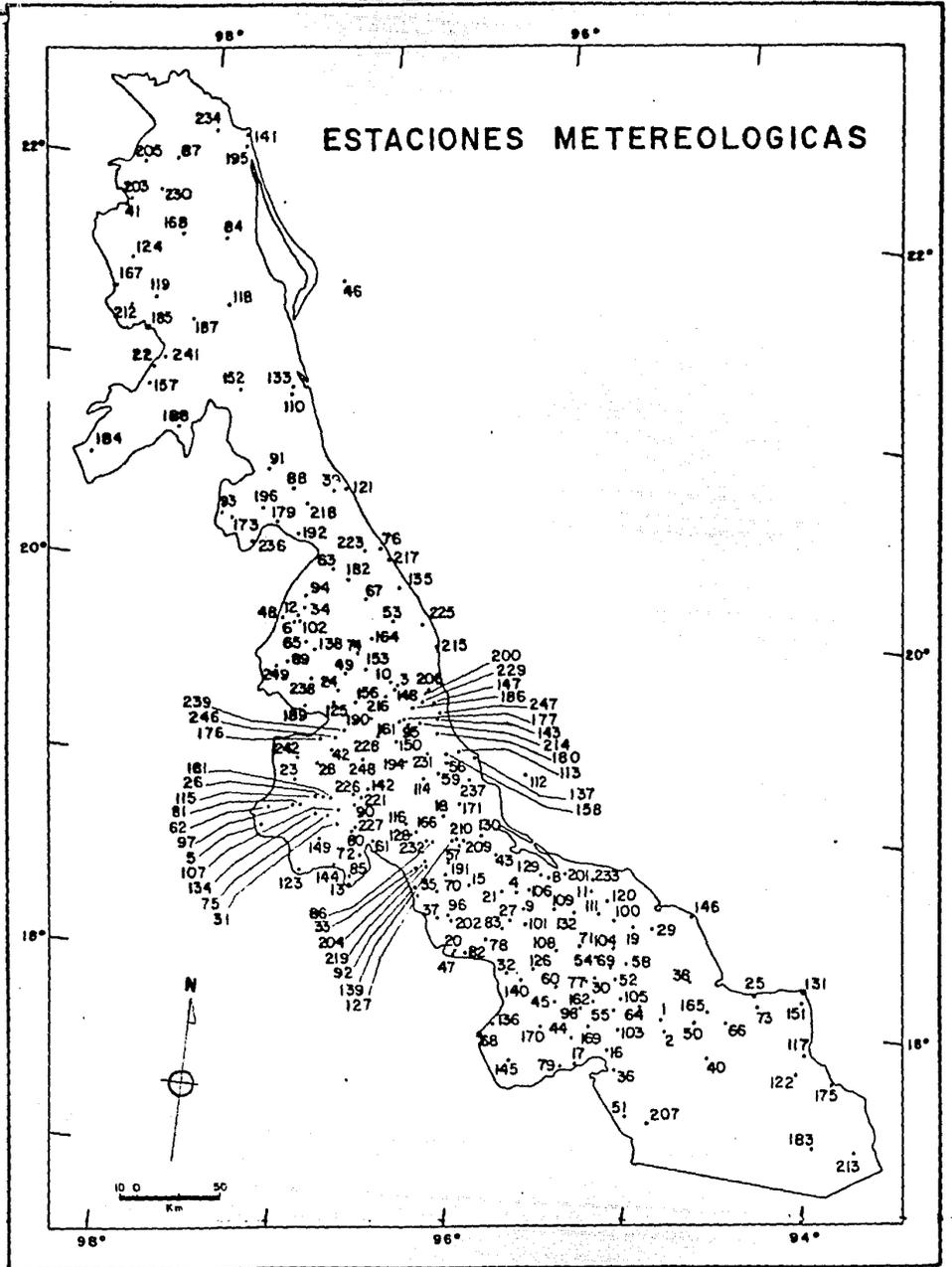
A base de estos valores fueron calculados los promedios, desviaciones estándares, y se identificaron las clases más frecuentes (o sea, la moda).

Tabla C-21 MEDIDAS ESTADÍSTICAS PARA PLANTAS CISMOPOLITAS

Familia: Género y Especie	Precipitación Anual			Temp. Anual			Temp. Mín. Ext.			Temp. Max. Ext.			Días c/Helada			Zonas Térm.			Elevación: metros			
	N	Des. Clase		Des. Clase		Des. Clase		Des. Clase		Des. Clase		Des. Clase		Des. Clase		Des. Clase		Des. Clase				
		Proa	Fst	Mediana	Proa	Ext	Media	Proa	Fst	Mediana	Proa	Ext	Media	Proa	Fst	Mediana	Proa	Ext	Media	Proa	Ext	Mediana
<b>Leguminosae:</b>																						
<i>Mimosa pudica</i>	17	1800	720	1800-2000	24	2.5	24-26	15	2.1	14-14	34	2.1	33-35	1.5	2.4	0	23	3.1	22-26	700	500	0-200
<i>Mimosa pitca</i>	14	1900	840	1800-2000	23	1.7	24-26	16	2.1	14-18	35	1.0	35	1	1.7	0	24.5	2.0	22-25	120	200	0-700
<i>Mimosa albidia</i>	13	2000	450	2000-2500	21.5	2.7	20-22	13	3.1	10-14	32	2.7	33-35	3	3.1	1-10	21	3.7	18-22	670	510	200-1000
<i>Acacia pennatula</i>	27	1800	610	2000-2500	21	2.3	14-16	17	3.6	10-14	32	2.7	31-33	4	4.1	1-10	21	2.9	18-22	920	510	200-1000
<b>Compositae:</b>																						
<i>Pidens pilosa</i>	23	1800	830	1800-2000	22.5	3.1	22-24	12	4.0	14-16	33	2.7	33-35	2	2.4	0	22	3.7	22-24	740	510	200-1000
<i>Salvia verticillata</i>	19	1800	570	1800-2000	22	3.8	22-24	13.5	4.2	14-16	32	3.0	31-33	3	3.8	0	21	3.5	22-26	740	490	200-1000
<i>Eupatorium pycnocephalum</i>	21	2100	540	2000-2500	21	2.6	20-22	12	3.4	10-14	32	2.9	31-33	4	4.3	1-10	20	2.8	18-22	040	520	200-1000
<b>Asi. Trochilaceae:</b>																						
<i>Asclepias curassavica</i>	3A	2000	780	1800-2000	23	2.8	22-24	14	3.1	14-16	33	2.5	33-35	2	3.2	0	27	3.9	22-26	590	510	200-1000
<b>Verbenaceae:</b>																						
<i>Lantana camara</i>	27	1900	610	1800-2000	16	1.8	14-16	14	2.7	10-14	31	2.1	33-35	1	2.2	0	27	2.4	22-26	560	510	200-1000
<b>Nelwaceae:</b>																						
<i>Sida rhombifolia</i>	30	2050	770	1800-2000	23	2.8	22-24	14	2.8	14-16	33	2.8	33-35	2	2.4	0	32	3.0	22-26	550	530	200-1000
<b>Gramineae:</b>																						
<i>Panicum laxum</i>	6	1700	680	(1500)	23	2.7	(22-24)	14	2.0	14-16	34	1.5	33-35	2.5	2.7	(1)	22	2.2	(10)	430	260	200-1000
<b>Melastomataceae:</b>																						
<i>Conostegia xalapensis</i>	29	2400	690	2000-2500	22	2.6	22-24	13	3.4	10-14	32	2.5	31-33	2	2.5	0	20	3.1	18-22	810	550	200-1000
<b>Phytolaccaceae:</b>																						
<i>Civina humilis</i>	34	1800	650	1800-2500	22	2.5	(24)	14	2.7	14-16	33	2.4	33-35	2	3.9	0	22	2.2	22-26	540	510	200-1000
<b>Flacourtiaceae:</b>																						
<i>Citrus hirsutum</i>	42	2500	730	3000-4000	23	2.5	22-24	14	3.1	14-16	33	2.1	33-35	2.5	4.2	0	22.5	2.4	22-26	590	470	200-1000
Promedio			678			2.6			3.1		2.3		3.1					2.9		195		
Desviación Estándar del promedio			85			0.51			0.63		0.54		0.86					0.90		122		

Tabla C-3: MEDIDAS ESTADISTICAS PARA ESPECIES ESTUDIADAS.

Familia: Género y Especie	N	Precipitación Anual		Temp. Anual	
		Prom	Clase	Prom	Clase
<b>Betulaceae:</b>					
Ostrya virginiana	5	1750	(0) 1500-2000	16	1.8 14-16
Carpinus caroliniana	23	2000	490 1500-2000	18	2.5 18-20
Alnus acuminata	34	1900	540 1500-2000	17	2.3 16-18
Alnus Juglensis	10	1300	180 1200-1500	13	1.7 12-14

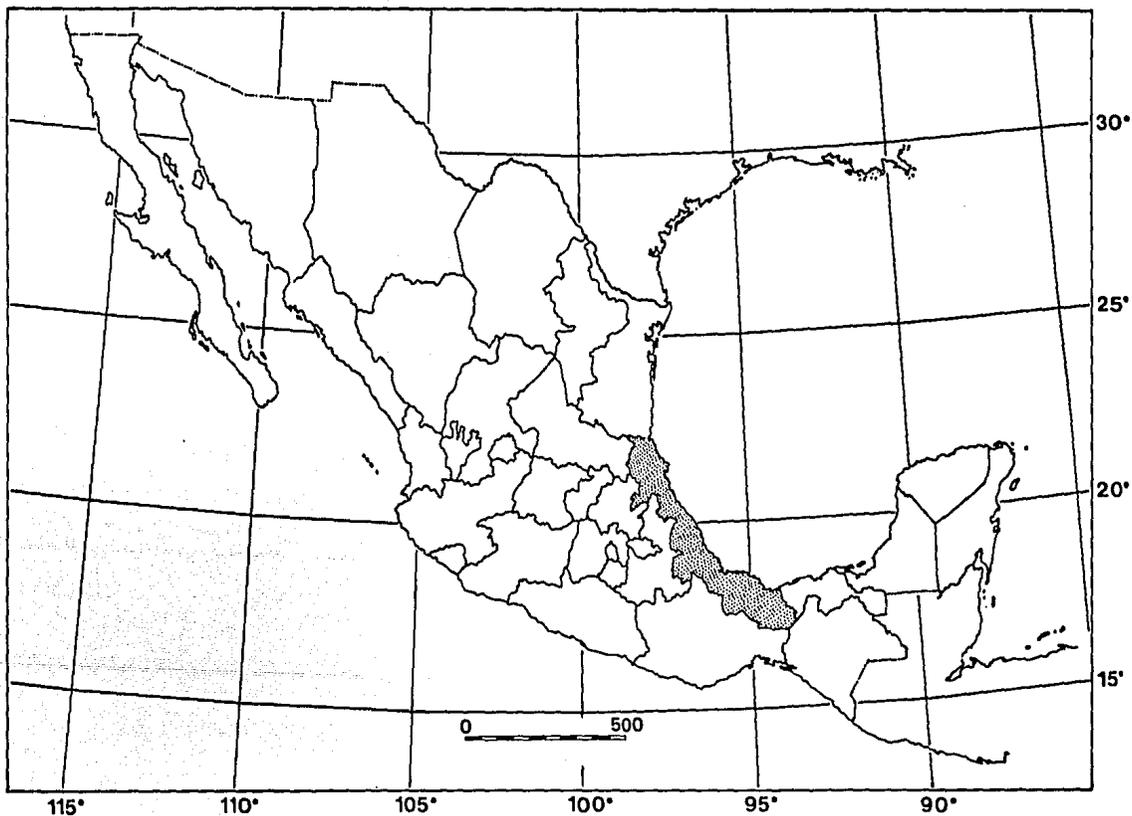


MAPA 1

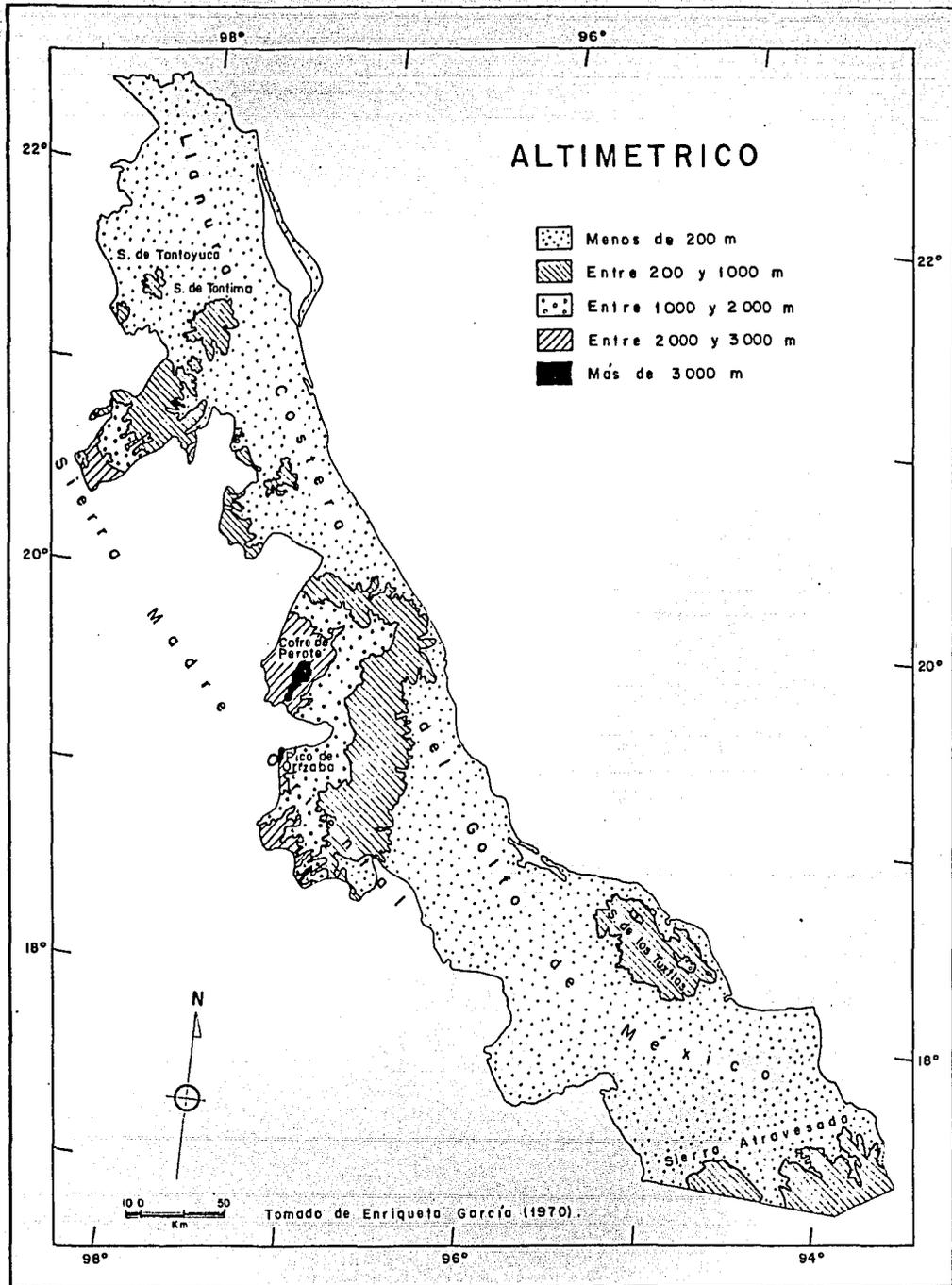
## ESTACIONES METEOROLOGICAS

- |                               |                             |
|-------------------------------|-----------------------------|
| 1.- Acayucán                  | 63.- Martínez de la Torre   |
| 2.- Acayucán, Campo Exp. Agr. | 64.- Michoapan              |
| 3.- Actopan                   | 65.- Las Minas              |
| 4.- Acula                     | 66.- Minatitlán             |
| 5.- Acultzingo                | 67.- Misantla               |
| 6.- Altotonga                 | 68.- Monte Alto             |
| 7.- Alvarado                  | 69.- Monterrey              |
| 8.- Los Amates                | 70.- Moreno Sur             |
| 9.- San Pedro Amatlán         | 71.- Morillo                |
| 10.- Las Animas               | 72.- Motzorongo             |
| 11.- Ángel R. Cabada          | 73.- Nanchital              |
| 12.- Atzalan                  | 74.- Naolinco               |
| 13.- Atzihuatl                | 75.- Naranjal Fortín        |
| 14.- El Chico Ayo             | 76.- Fanal de Nauda         |
| 15.- El Barrio                | 77.- Nopalapan              |
| 16.- Bellaco                  | 78.- Novillero Paraíso      |
| 17.- Boca Sochiapa            | 79.- Nuevo Ixcatlán         |
| 18.- Capulines                | 80.- Omealca                |
| 19.- Catemaco                 | 81.- Orizaba                |
| 20.- Ciudad Alemán            | 82.- Otatitlán              |
| 21.- Las Charcas              | 83.- Oyozonele              |
| 22.- Chicontepec              | 84.- Ozuluama               |
| 23.- Chilapa                  | 85.- El Palmar              |
| 24.- Coatepec                 | 86.- Palo Gacho             |
| 25.- Goatzacoalcos            | 87.- Pánuco                 |
| 26.- Córdoba                  | 88.- Papantla               |
| 27.- Cosamaloapan             | 89.- Perote                 |
| 28.- Coscomatepec             | 90.- Potrero                |
| 29.- Coyame                   | 91.- Poza Rica de Hidalgo   |
| 30.- Cuatotolpan              | 92.- Las Prietas            |
| 31.- Cuichapa                 | 93.- Progreso de Zaragoza   |
| 32.- Dobladero                | 94.- Puente Enriquez        |
| 33.- Rancho Durango           | 95.- Rinconada              |
| 34.- El Encanto               | 96.- Rincón Pacheco         |
| 35.- Estanzuela               | 97.- Río Blanco             |
| 36.- La Florencia             | 98.- Juan Rodríguez         |
| 37.- La Granja                | 99.- Río Claro              |
| 38.- Huazuntlán (Guazuntlán)  | 100.- San Andrés Tuxtla     |
| 39.- Gutiérrez Zamora         | 101.- Ingenio San Cristobal |
| 40.- Hidalgotitlán            | 102.- San Joaquín           |
| 41.- El Higo                  | 103.- San Juan Evangelista  |
| 42.- Huatusco                 | 104.- San Juanillo          |
| 43.- Ignacio de la Llave      | 105.- San Juan Seco         |
| 44.- Col. Independencia       | 106.- San Miguel            |
| 45.- La Isla                  | 107.- San Miguelito         |
| 46.- Isla Lobos               | 108.- San Nicolas           |
| 47.- La Isleta                | 109.- Santa Rosalía         |
| 48.- Jalacingo                | 110.- Santiago de la Peña   |
| 49.- Jalapa de Enríquez       | 111.- Santiago Tuxtla       |
| 50.- Jaltipán de Morelos      | 112.- Isla de Santiaguillo  |
| 51.- Jesús Carranza           | 113.- Puente de Julia       |
| 52.- Juan Díaz Covarrubias    | 114.- Soledad de Doblado    |
| 53.- Juchique de Ferrer       | 115.- Sumidero              |
| 54.- Lauchapan                | 116.- Taramrindo            |
| 55.- La Lima                  | 117.- Tancochapa            |
| 56.- Loma Fina                | 118.- Tantíma               |
| 57.- Madereros                | 119.- Tantoyuca             |
| 58.- Los Mangos               | 120.- Tapalapan             |
| 59.- Manlio Fabio Altamirano  | 121.- Tecolutla             |
| 60.- Mata de Limones          | 122.- Tecuanapa             |
| 61.- Mata Tenatito            | 123.- Tehuipango            |
| 62.- Maltrata                 | 124.- Timpopal de Sánchez   |

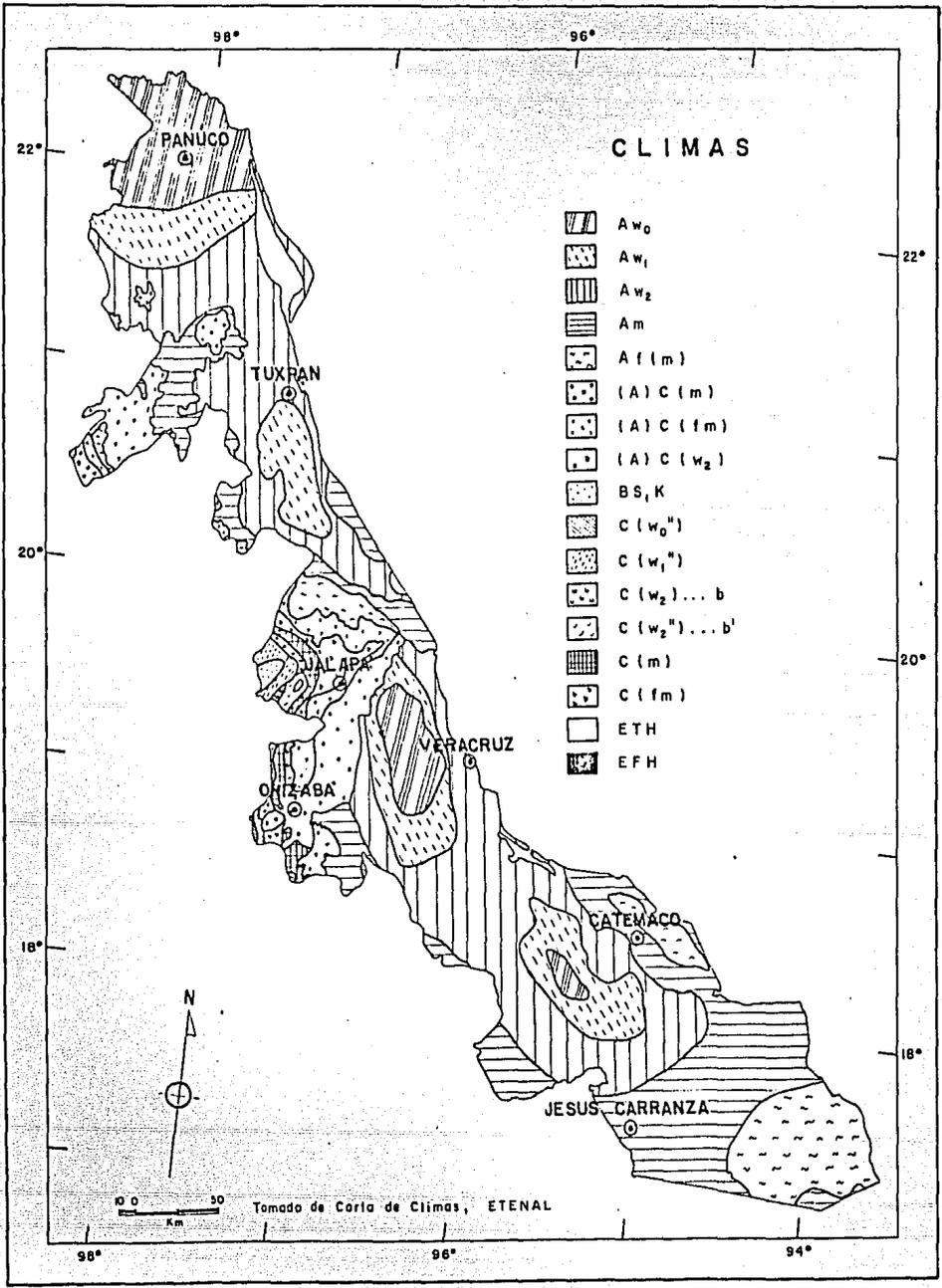
- 125.- Teocelo  
 126.- Tesechoacan  
 127.- Tierra Blanca  
 128.- Tinajas  
 129.- Tlacoatalpan  
 130.- Tlalixcoyan  
 131.- Tonalá  
 132.- Tres Zapotes  
 133.- Tuxpan de Rodríguez  
 134.- Tuxpango  
 135.- Vega de Alatorre  
 136.- Playa Vicente  
 137.- Veracruz  
 138.- Las Vigas  
 139.- Las Vigas (Tlalixcoyan)  
 140.- Villa Azueta  
 141.- Villa Cuahutemoc  
 142.- Villa Jara  
 143.- Villa José Cardel  
 144.- Vista Hermosa  
 145.- Xochiapa  
 146.- Zapotitlán  
 147.- Zempoala  
 148.- Zetel  
 149.- Zongolica  
 150.- Acazónica  
 151.- Agua Dulce  
 152.- Alamo  
 153.- Almolonga  
 154.- Amatitla  
 155.- Badeas  
 156.- Bella Esperanza  
 157.- Benito Juárez  
 158.- Buzón  
 159.- Cañada Rica  
 160.- Cacalilao  
 161.- Carrizal  
 162.- Cerrito  
 163.- Cerro Colorado  
 164.- Chiconquiaco  
 165.- Chinameca  
 166.- Camelco  
 167.- Cardón  
 168.- Chicayán  
 169.- Colonia 5 de Mayo  
 170.- Colonia Grupo Tres  
 171.- El Capital  
 172.- El Coyol  
 173.- Coyutla  
 174.- Quebrache  
 175.- Cuitláhuac  
 176.- Elotepec  
 177.- Villa Emiliano Zapata  
 178.- Esc. Téc. Agrop. 155  
 179.- Espinal  
 180.- El Faisán  
 181.- Fortín de las Flores  
 182.- Francisco Sarabia  
 183.- Francisco Villa  
 184.- Huayacocotla  
 185.- Los Hules  
 186.- Idolos  
 187.- Ixcatepec  
 188.- Ixhuatlán del Café  
 189.- Ixhuacán de los Reyes  
 190.- Jalcomulco  
 191.- Joachin  
 192.- Joloapan  
 193.- Laguna Verde  
 194.- Mata Anona  
 195.- Mata de Chávez  
 196.- Melchor Ocampo  
 197.- La Michoacana  
 198.- El Mirador  
 199.- Miradores  
 200.- Mozomboa  
 201.- Naranjal  
 202.- Los Naranjos  
 203.- El Olivo  
 204.- Presa Otapa  
 205.- Pajja  
 206.- Paso del Cedro  
 207.- Las Perlas  
 208.- Los Pescados  
 209.- Piedras Negras  
 210.- Dto. Riego Piedras Negras  
 211.- Placetes  
 212.- Platón Sánchez  
 213.- Pueblo Viejo  
 214.- Puente Nacional  
 215.- Punta Limón  
 216.- Rango Viejo  
 217.- El Raudal  
 218.- El Remolino  
 219.- Rodríguez Tejeda  
 220.- Saladero Esc. Tec. Agrop. 73  
 221.- San Alejo  
 222.- San Luciano  
 223.- San Rafael  
 224.- Santa Ana  
 225.- Santa Ana  
 226.- Santa Anita  
 227.- Santa Inés  
 228.- Santa María Tlatitla  
 229.- Santa Rosa  
 230.- Santa Trinidad  
 231.- Finca Cayula  
 232.- El Sifón  
 233.- Sinapa Bajo  
 234.- Tamos  
 235.- Tantayil  
 236.- Tecuantepec  
 237.- El Tejar  
 238.- Tembladeras  
 239.- Tenampa  
 240.- Tenex-tepec  
 241.- Terrerillos  
 242.- Telcingo  
 243.- Tlacolula Esc. Tec. Agrop. 175  
 244.- Tlacotepec  
 245.- Totalco  
 246.- Totutla  
 247.- Ursulo Galván  
 248.- La Victoria  
 249.- Zalayeta



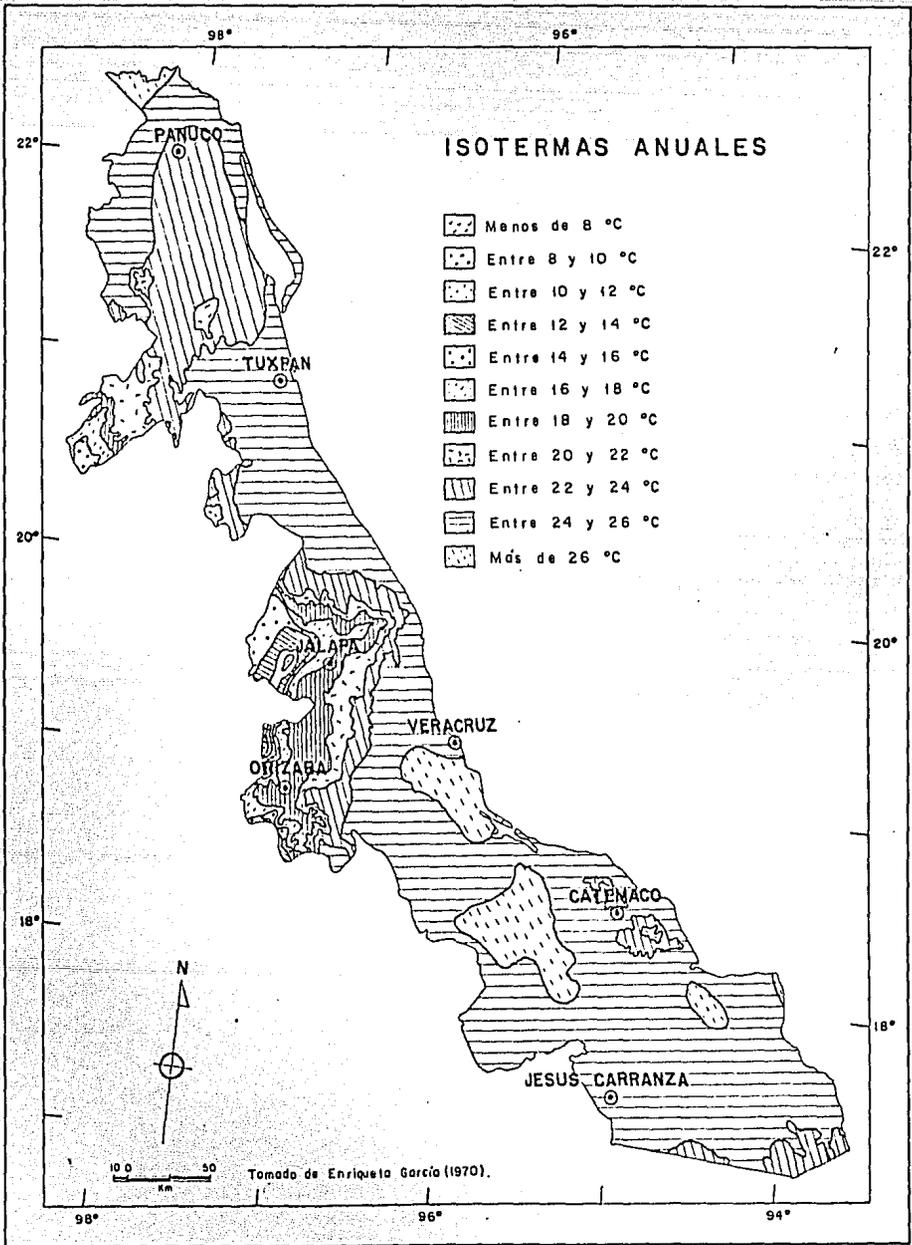
LOCALIZACION GEOGRAFICA DEL ESTADO DE VERACRUZ



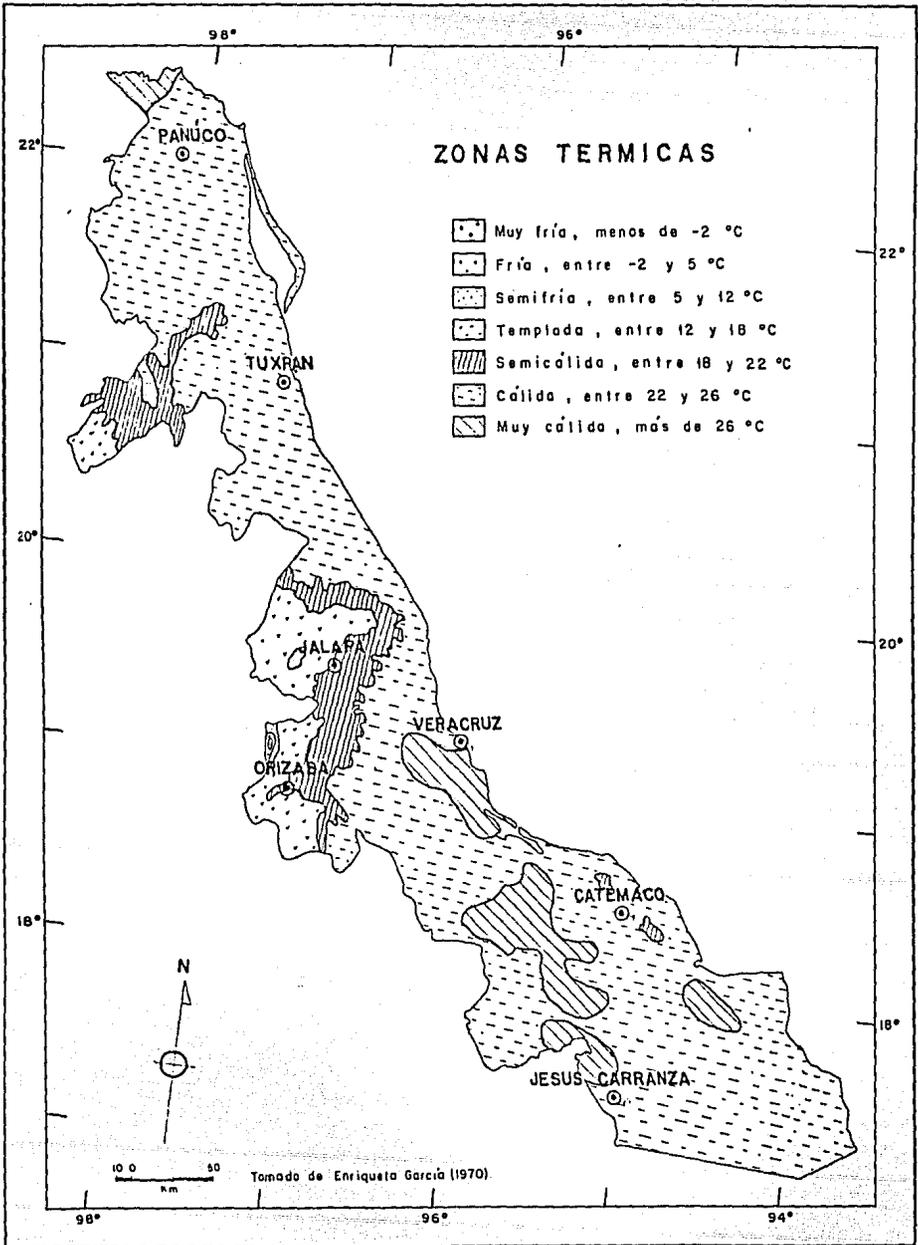
MAPA 3

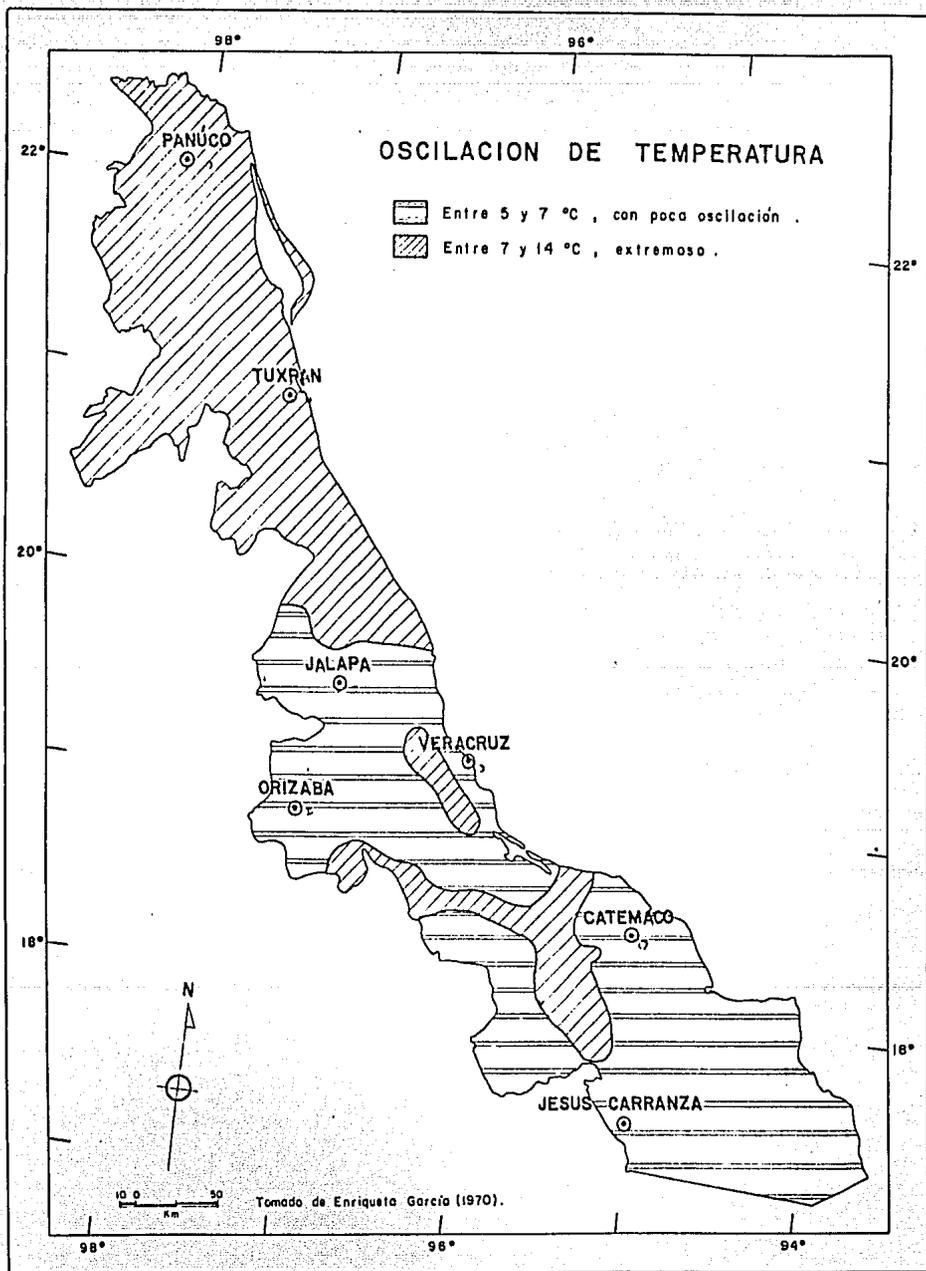


MAPA 4

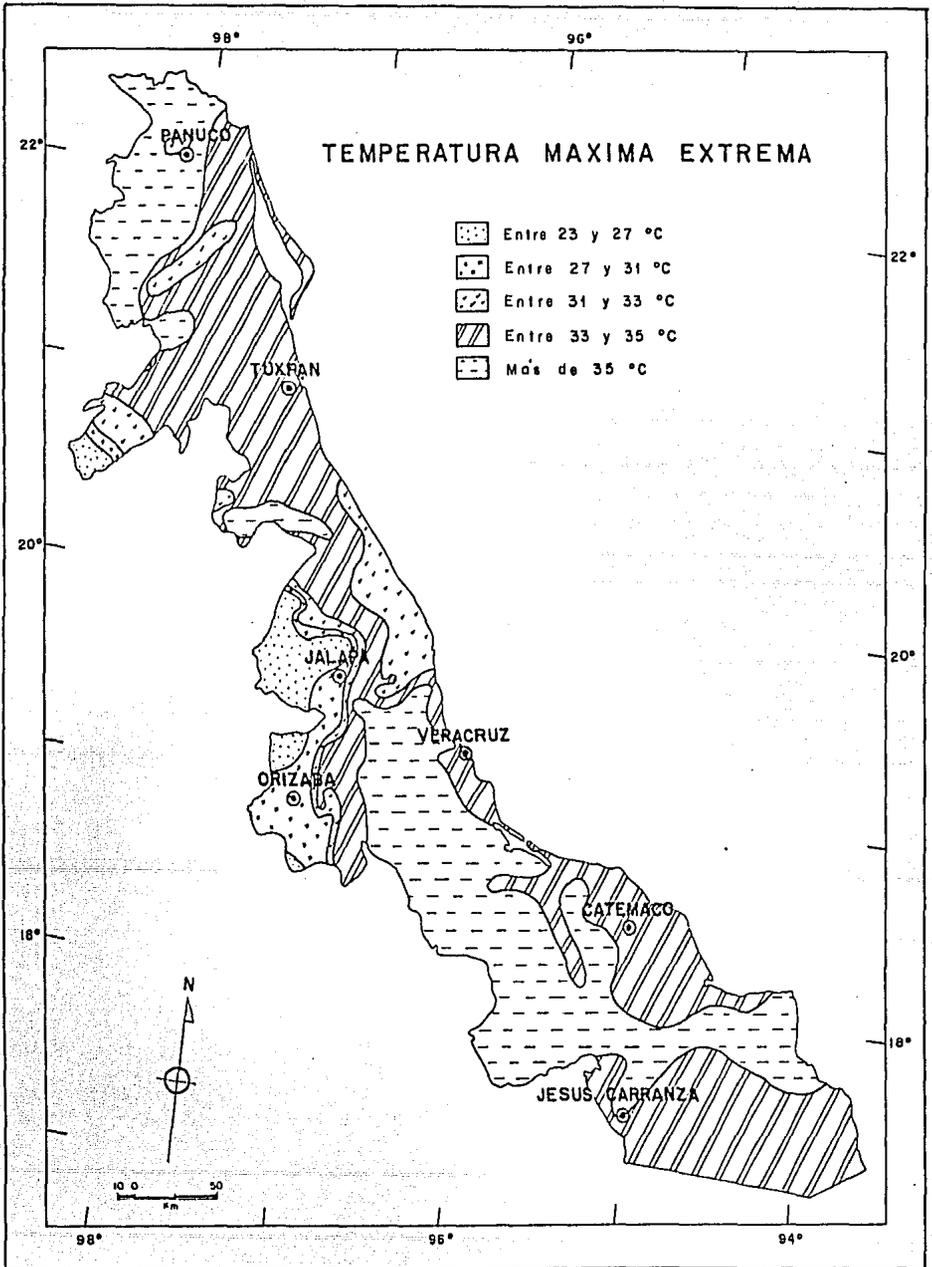


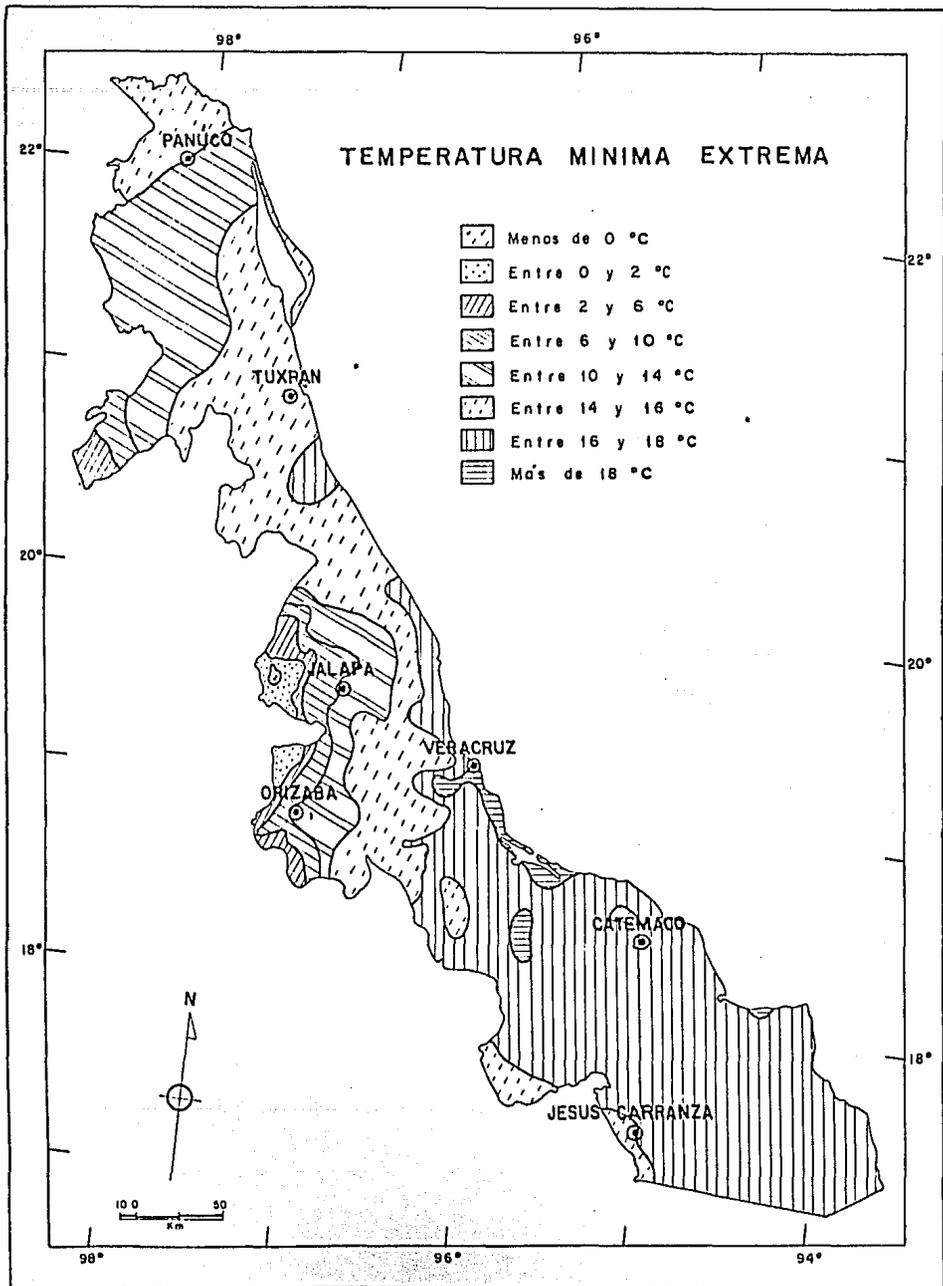
MAPA 5





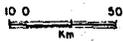
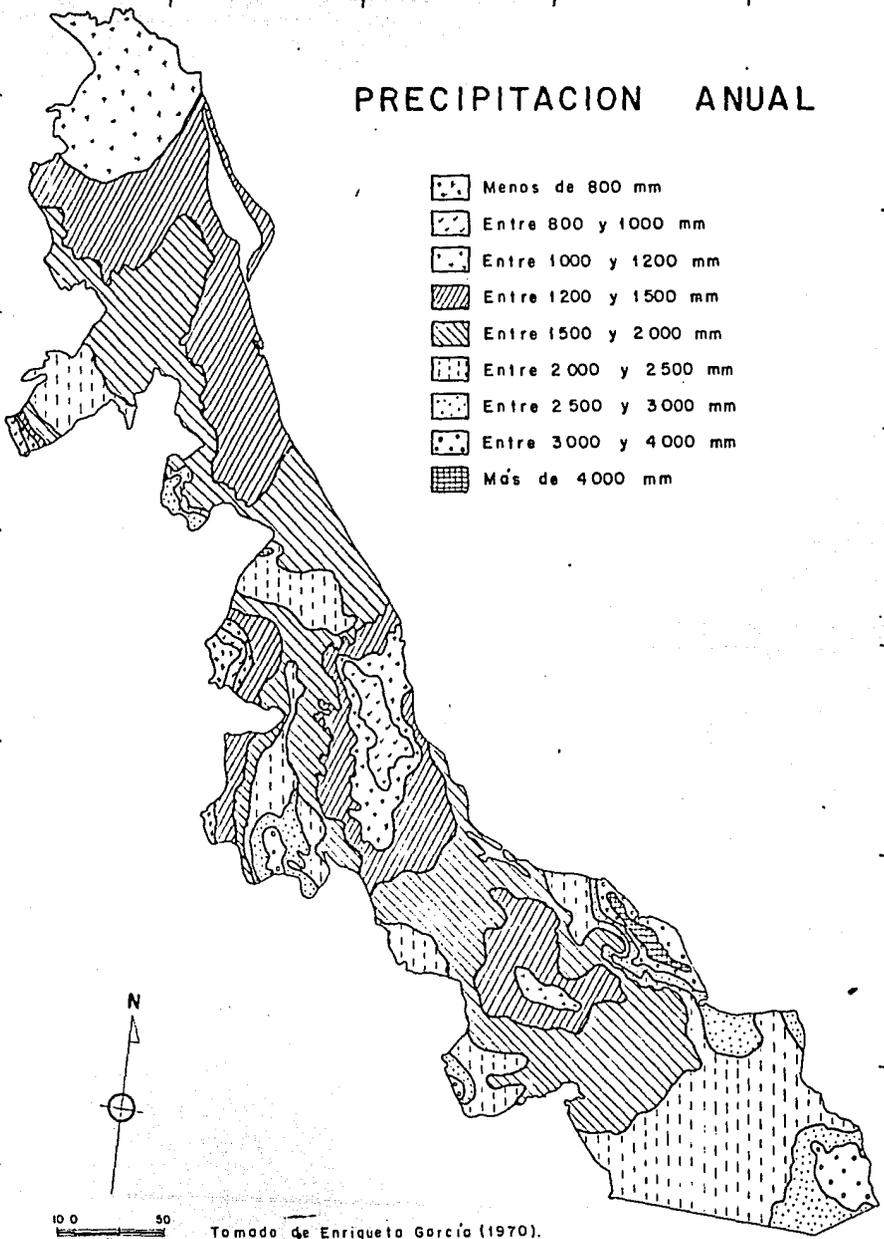
MAPA 7



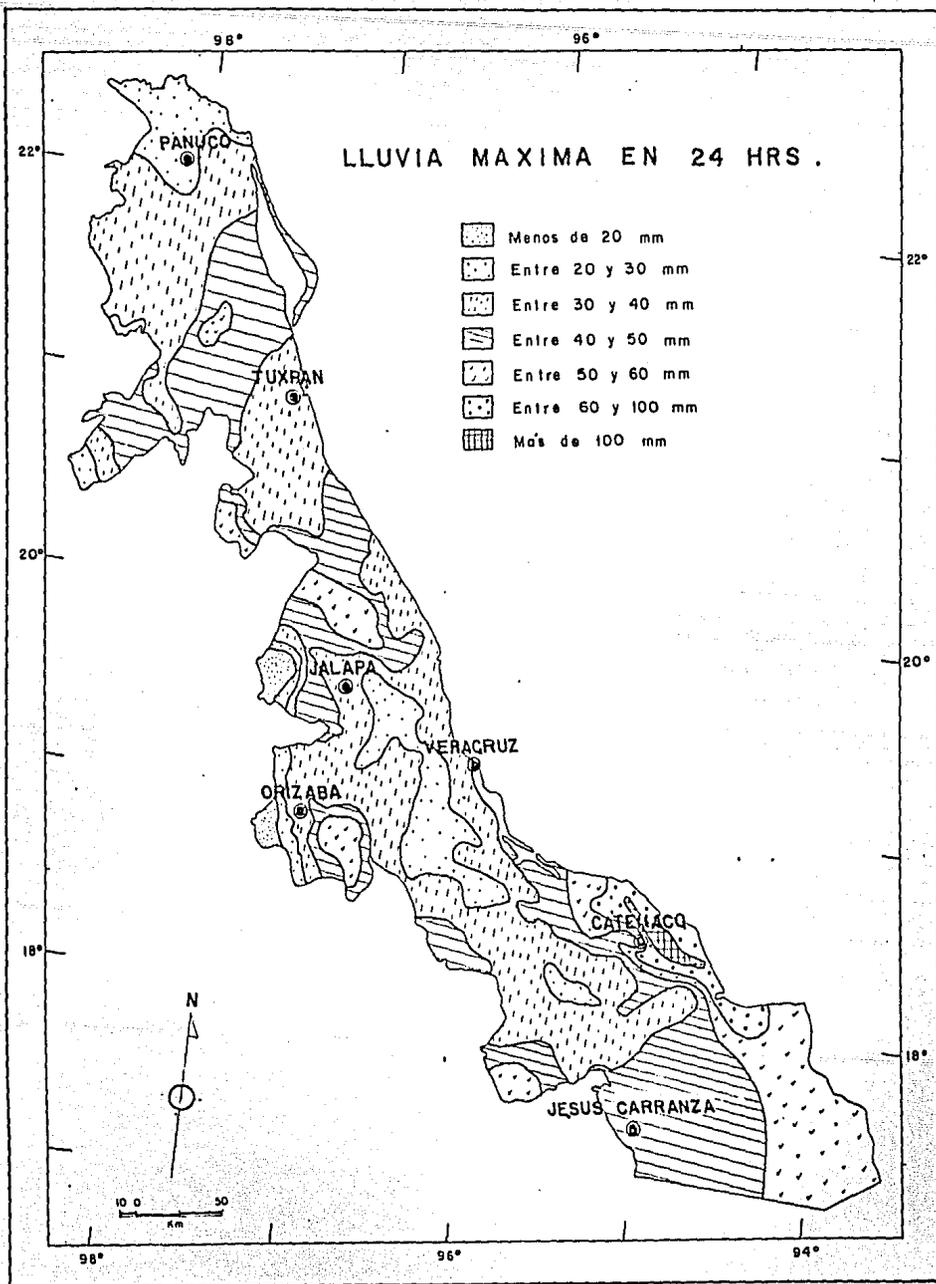


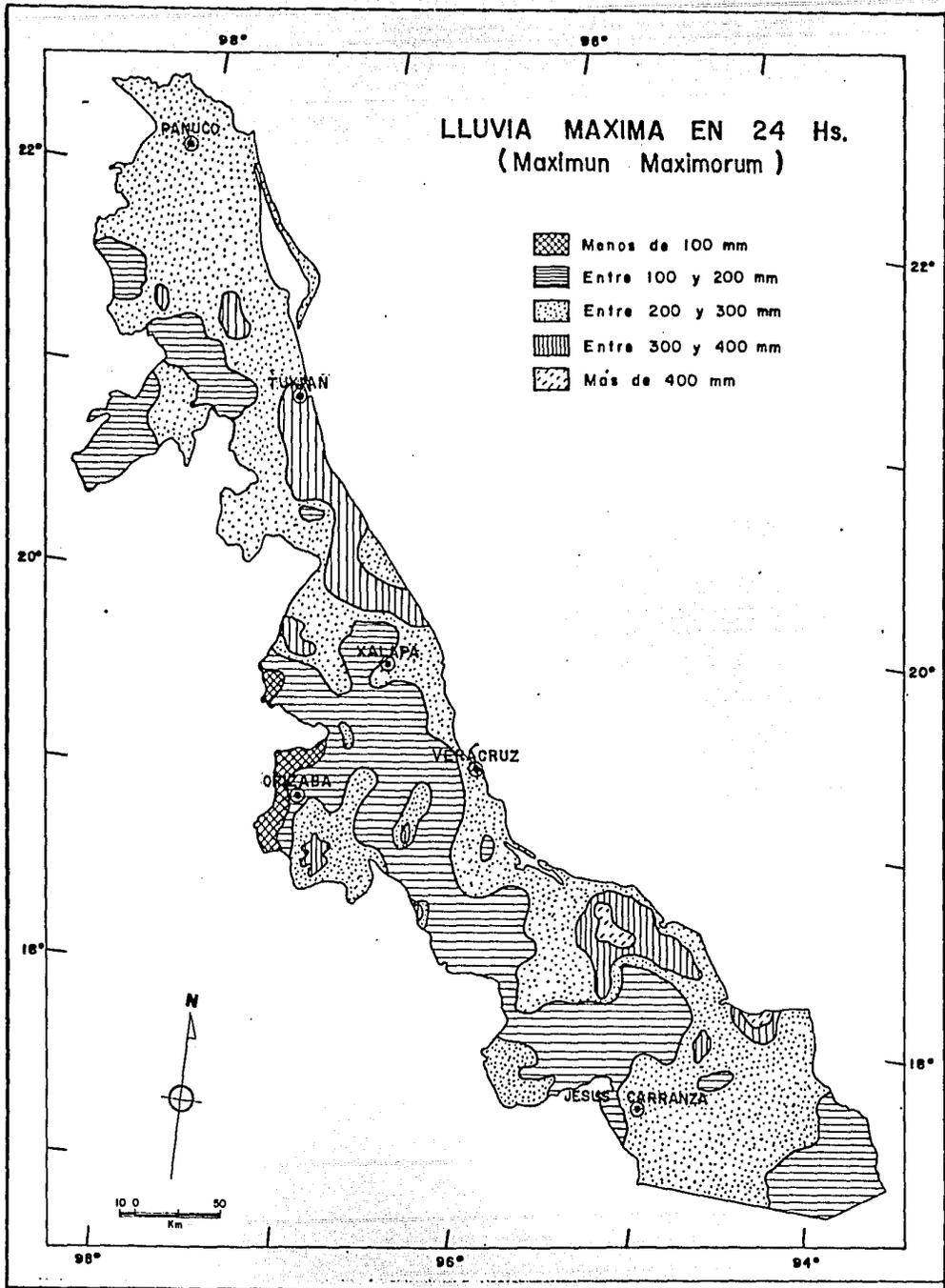
# PRECIPITACION ANUAL

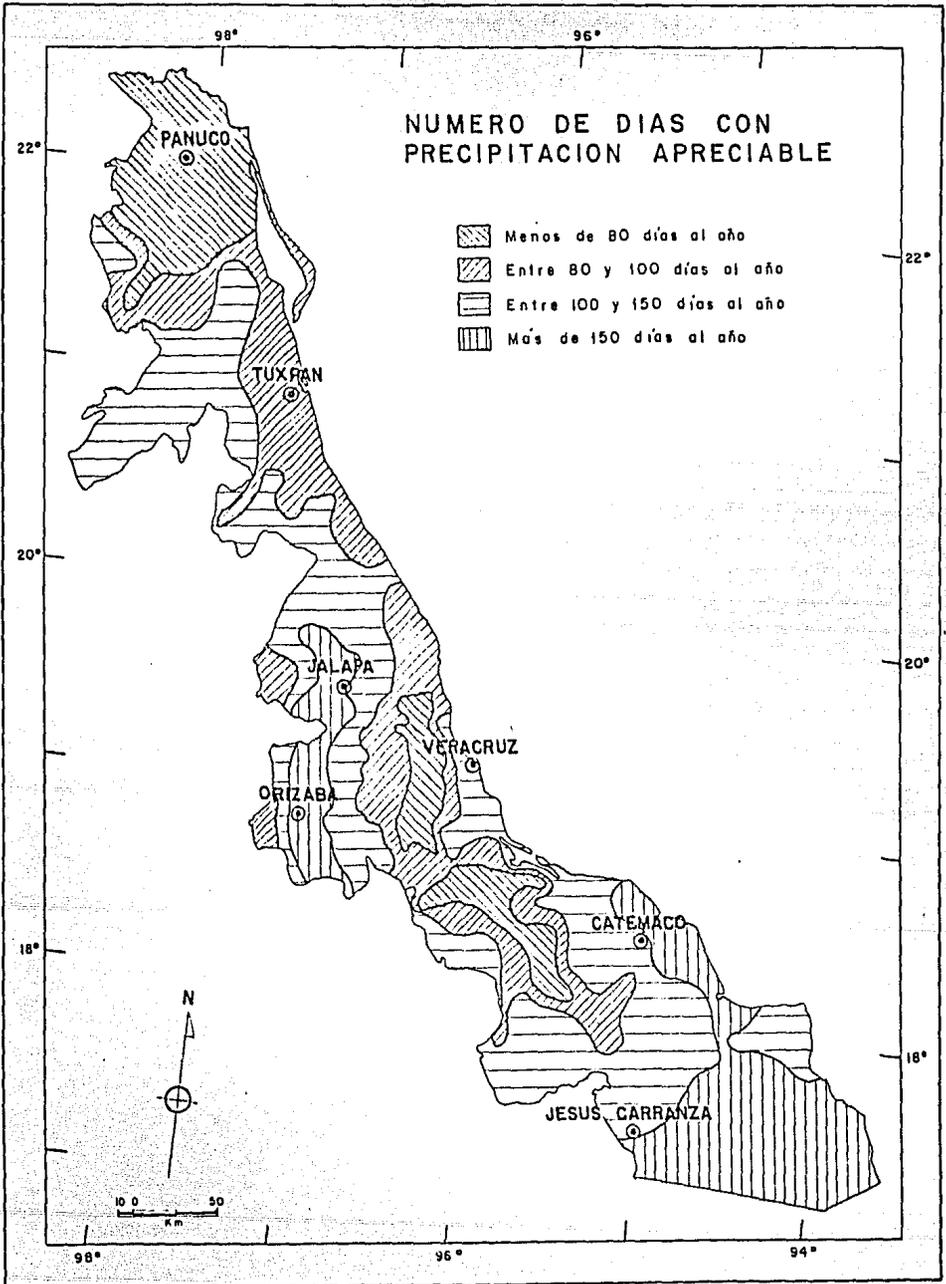
-  Menos de 800 mm
-  Entre 800 y 1000 mm
-  Entre 1000 y 1200 mm
-  Entre 1200 y 1500 mm
-  Entre 1500 y 2000 mm
-  Entre 2000 y 2500 mm
-  Entre 2500 y 3000 mm
-  Entre 3000 y 4000 mm
-  Más de 4000 mm



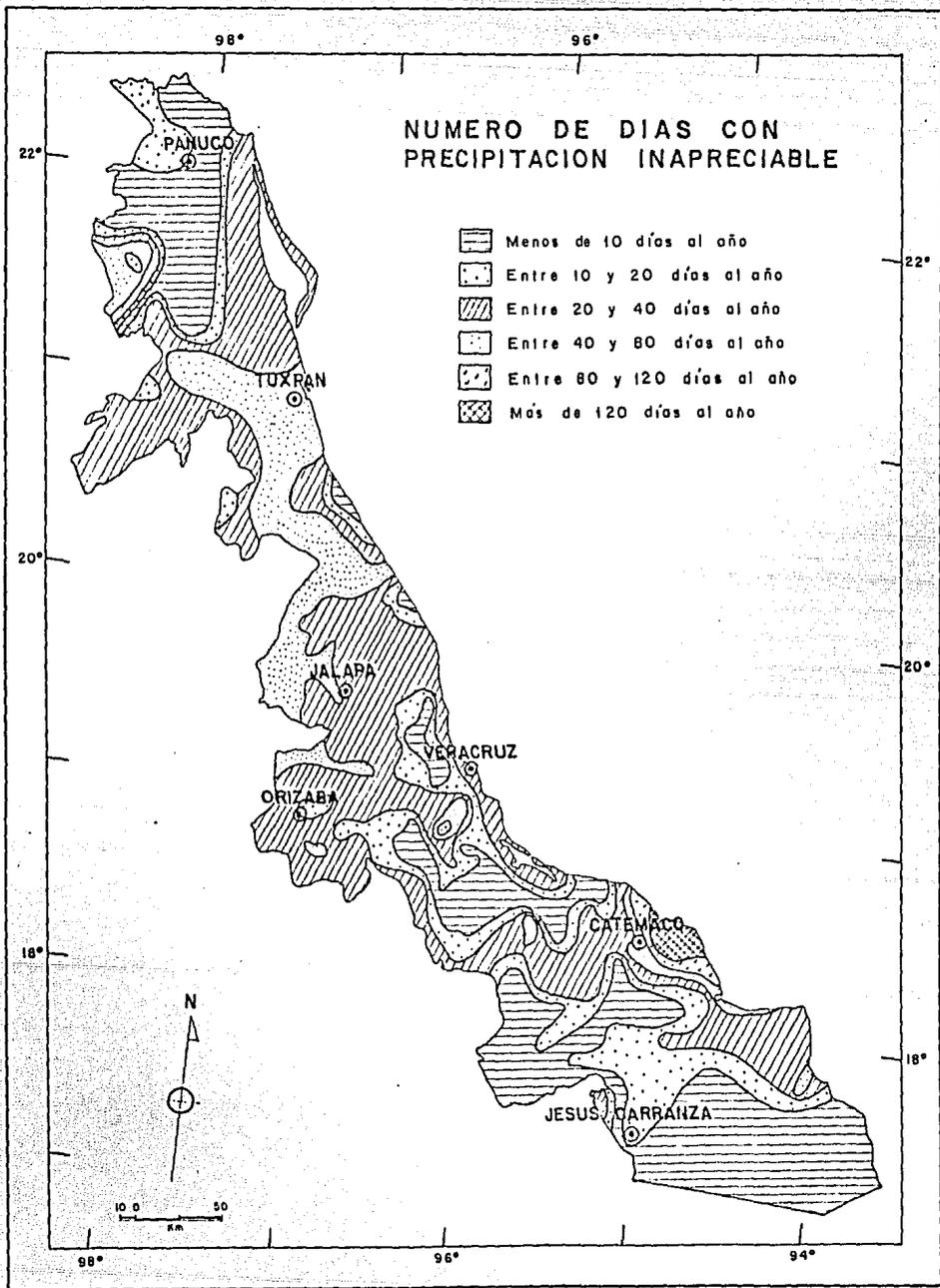
Tomado de Enriqueta García (1970).

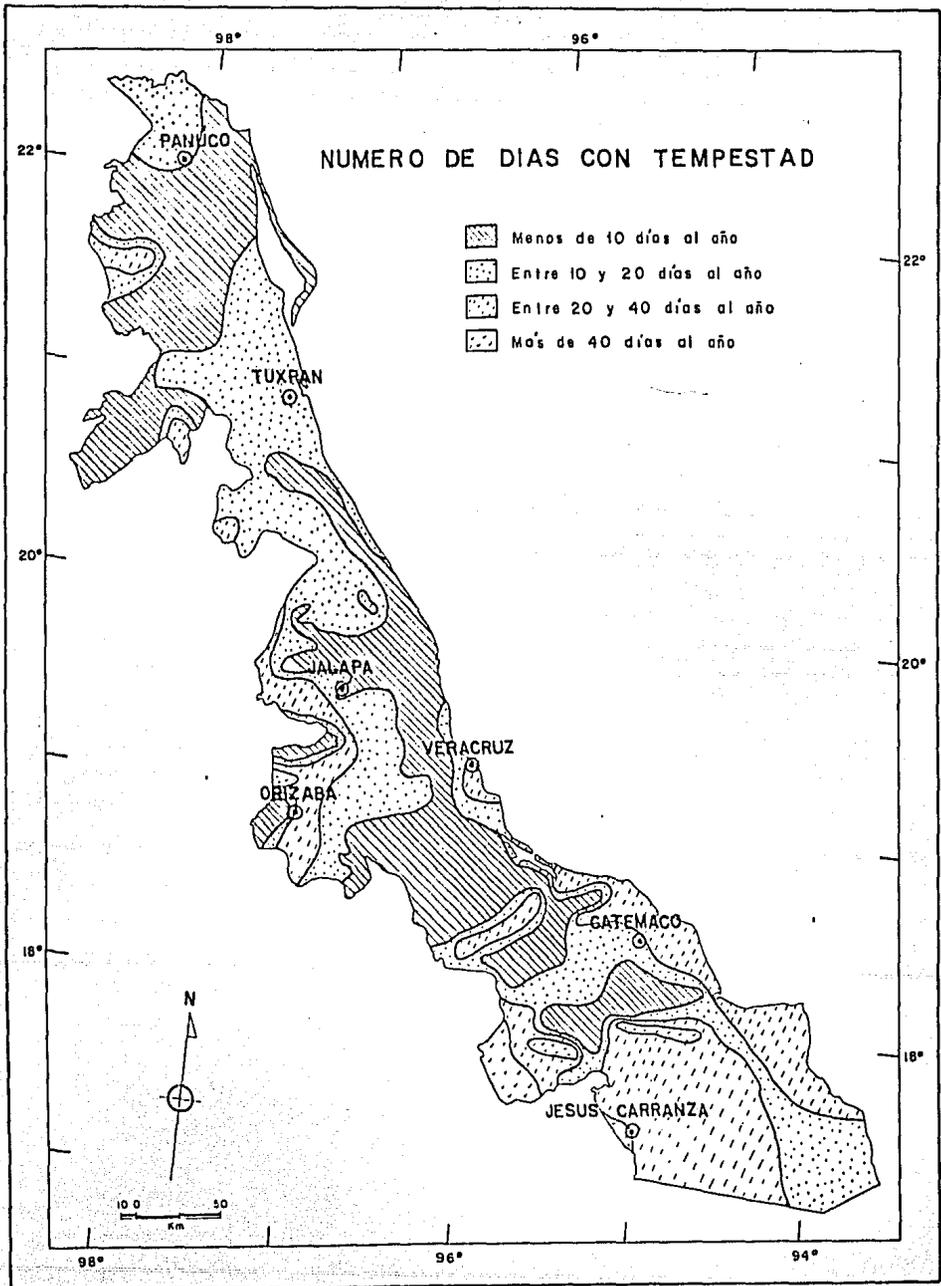




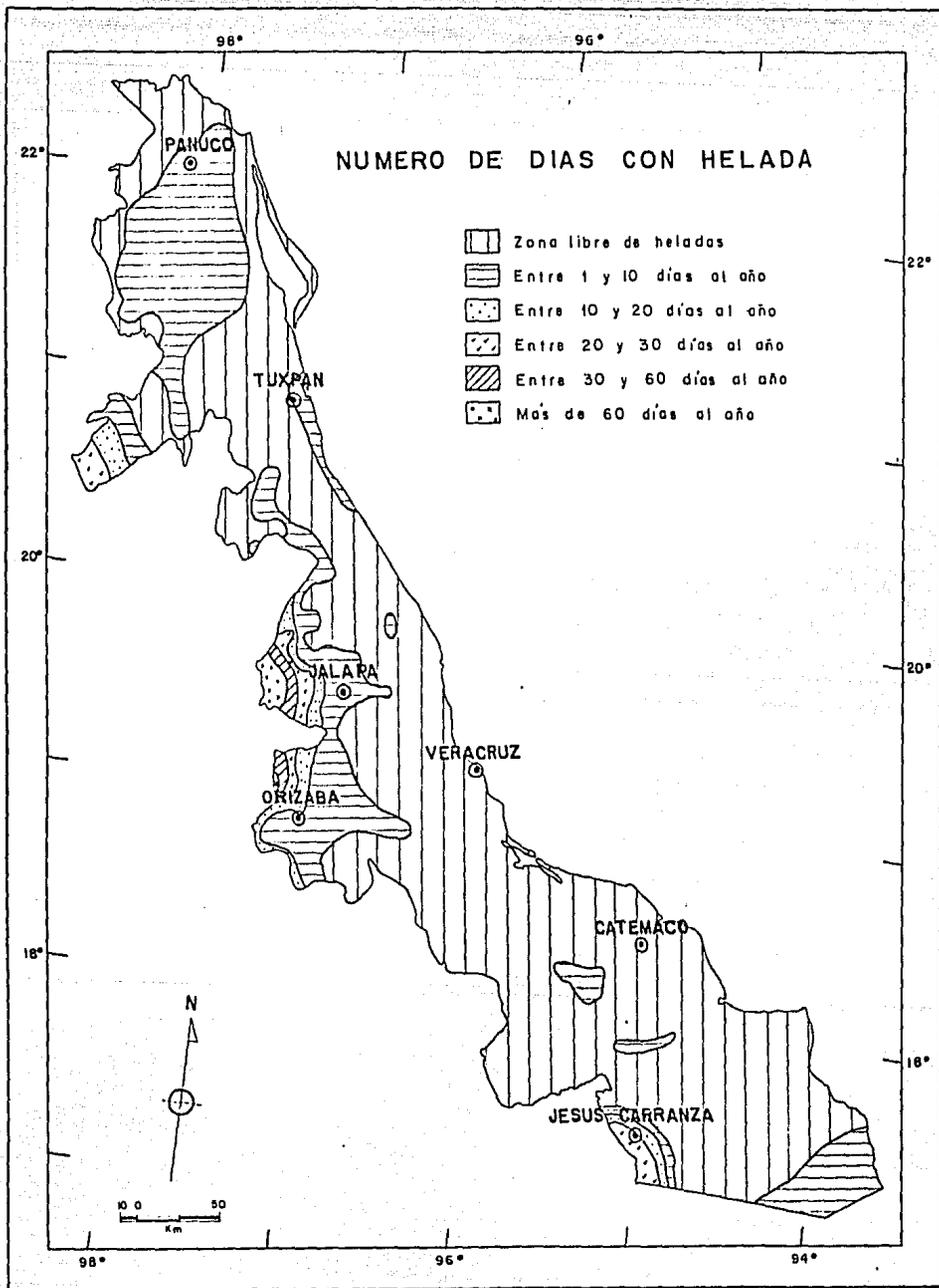


MAPA 13

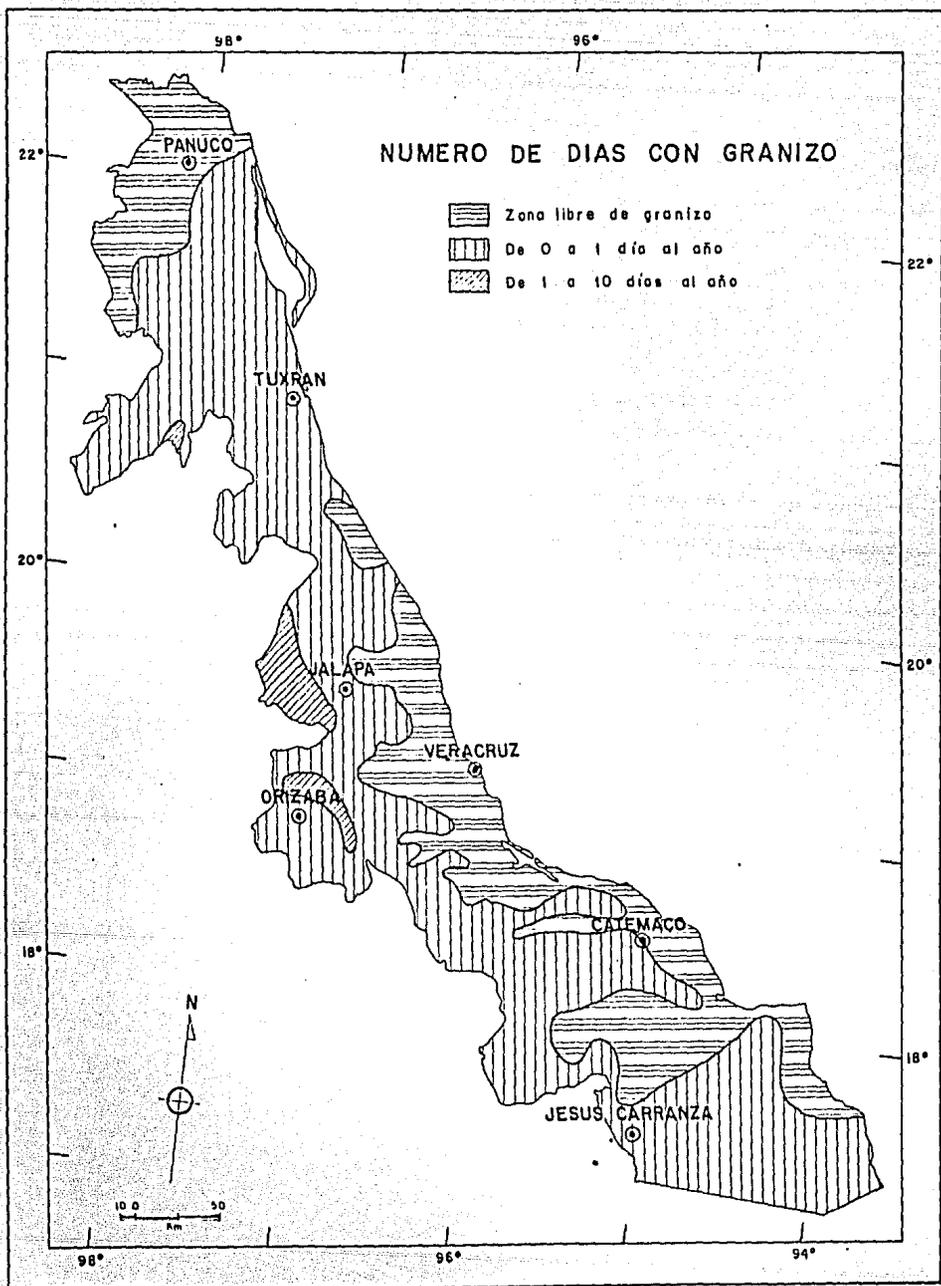


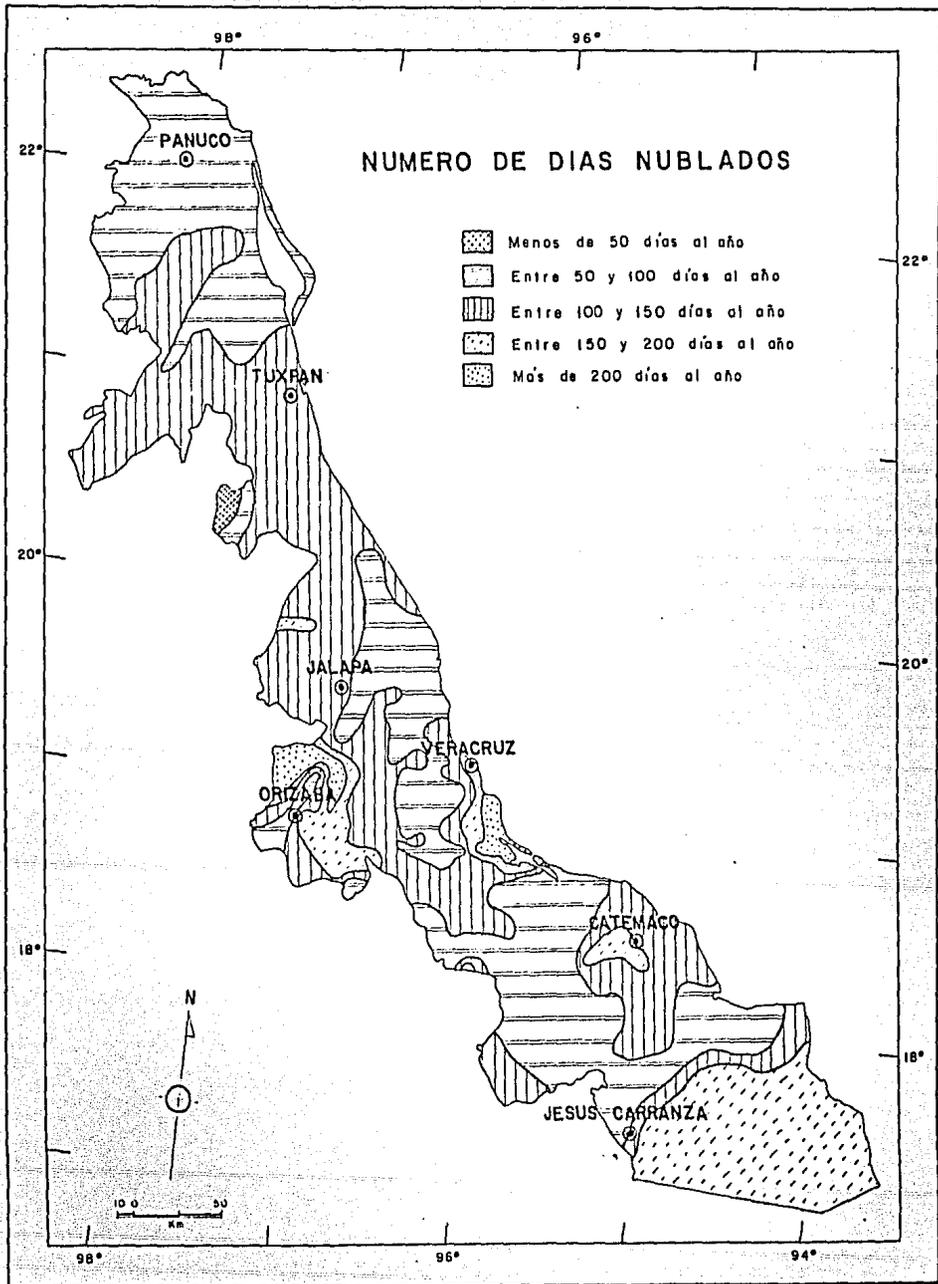


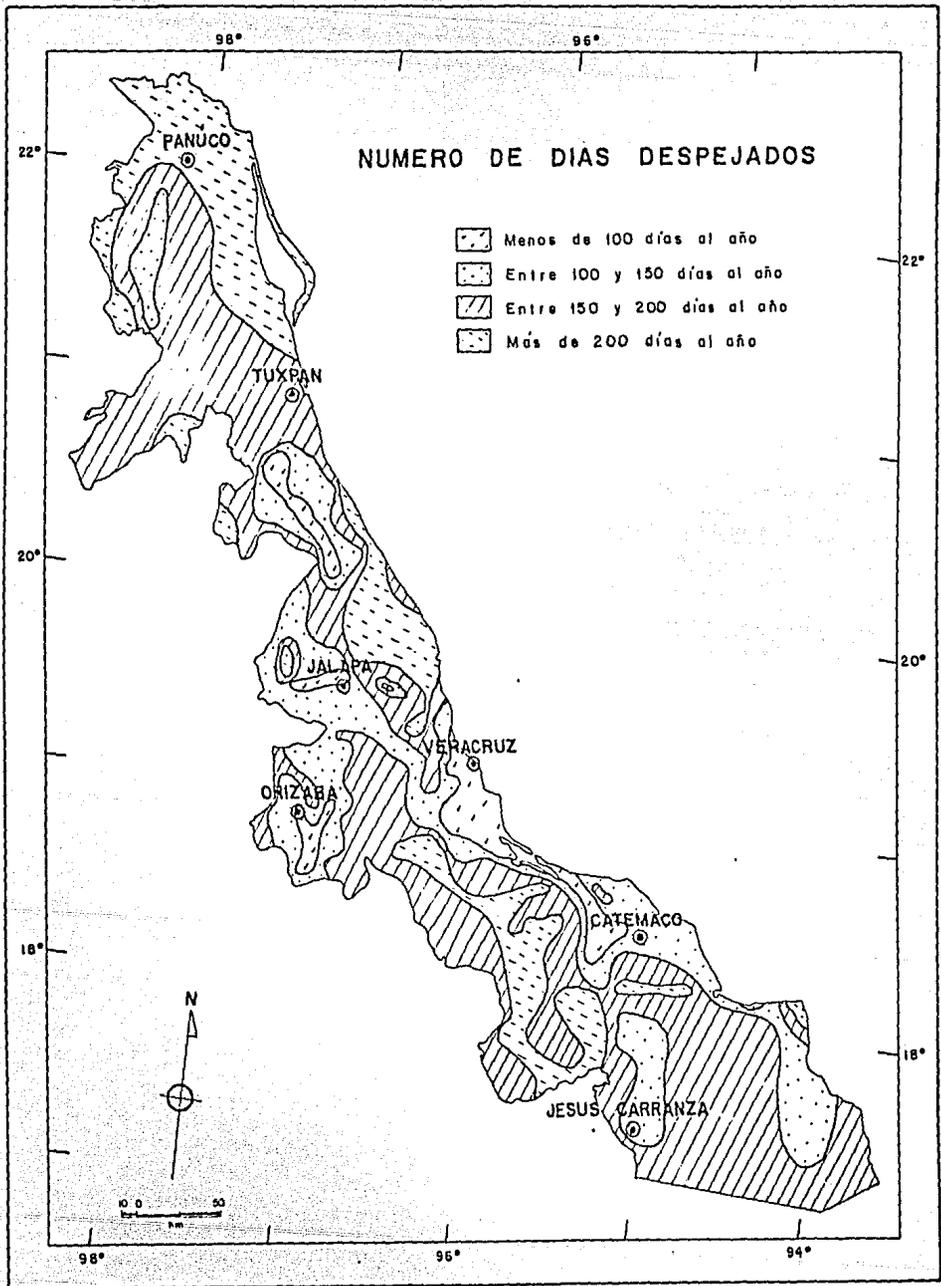
MAPA 15



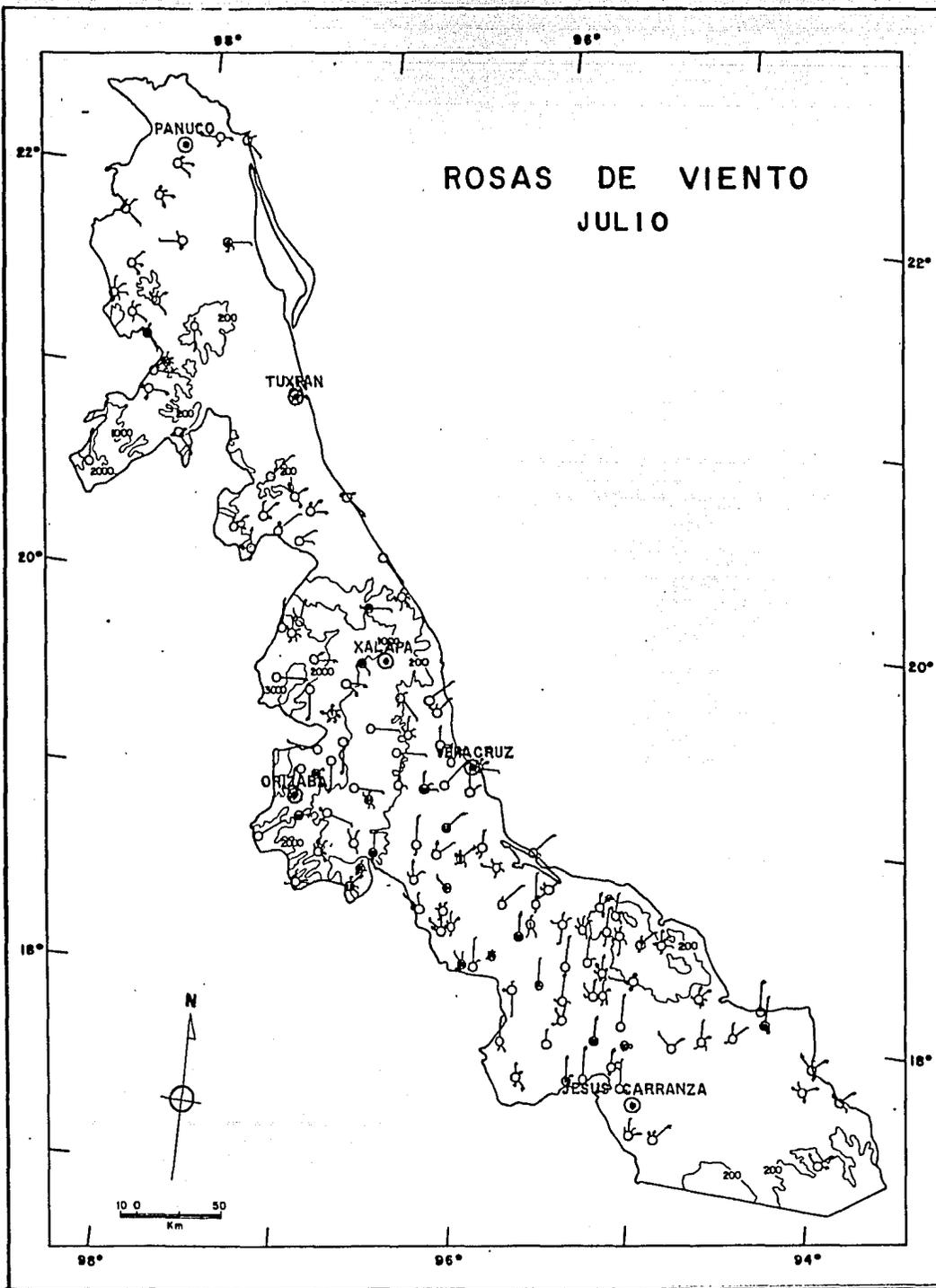
MAPA 16

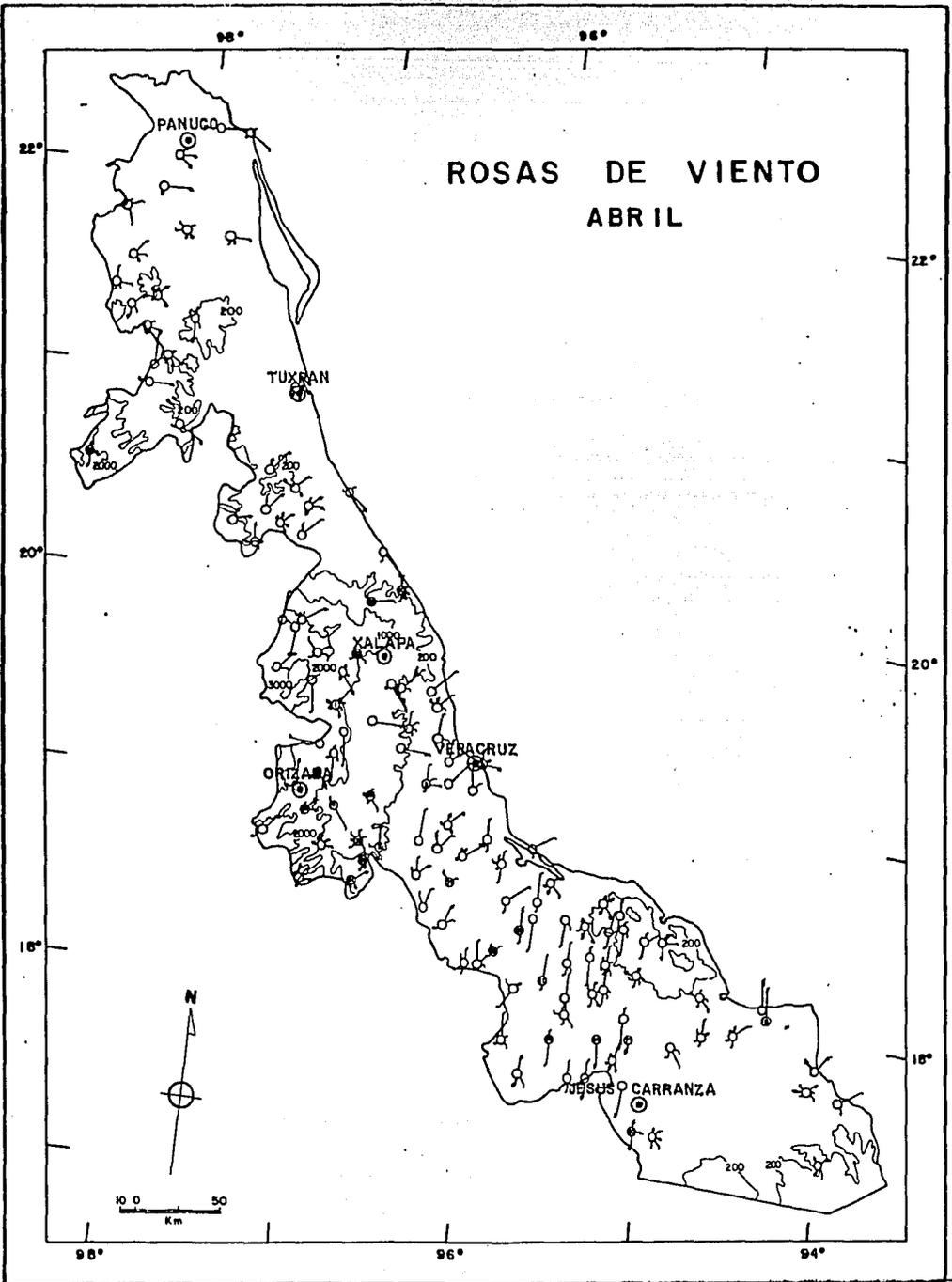




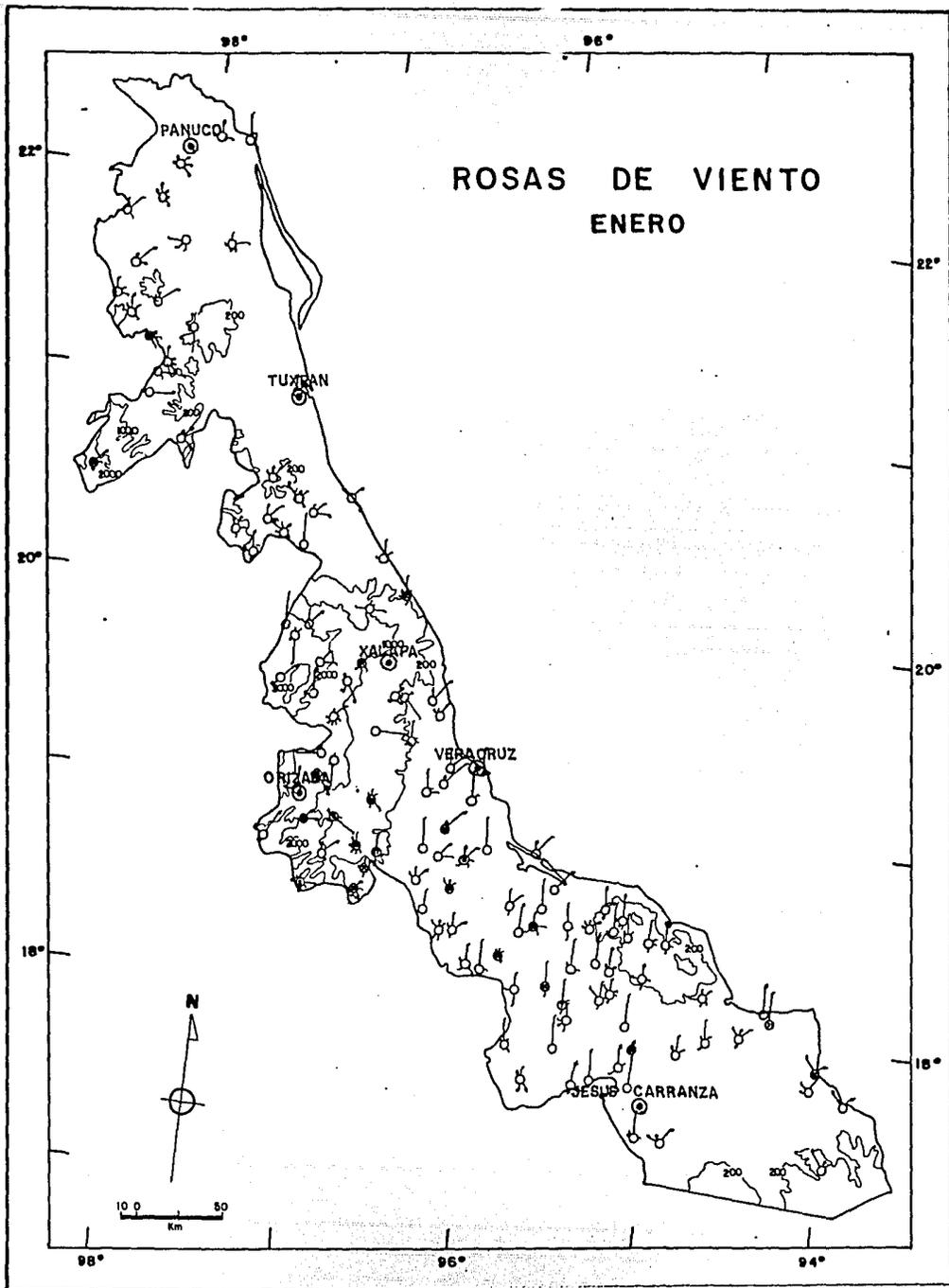


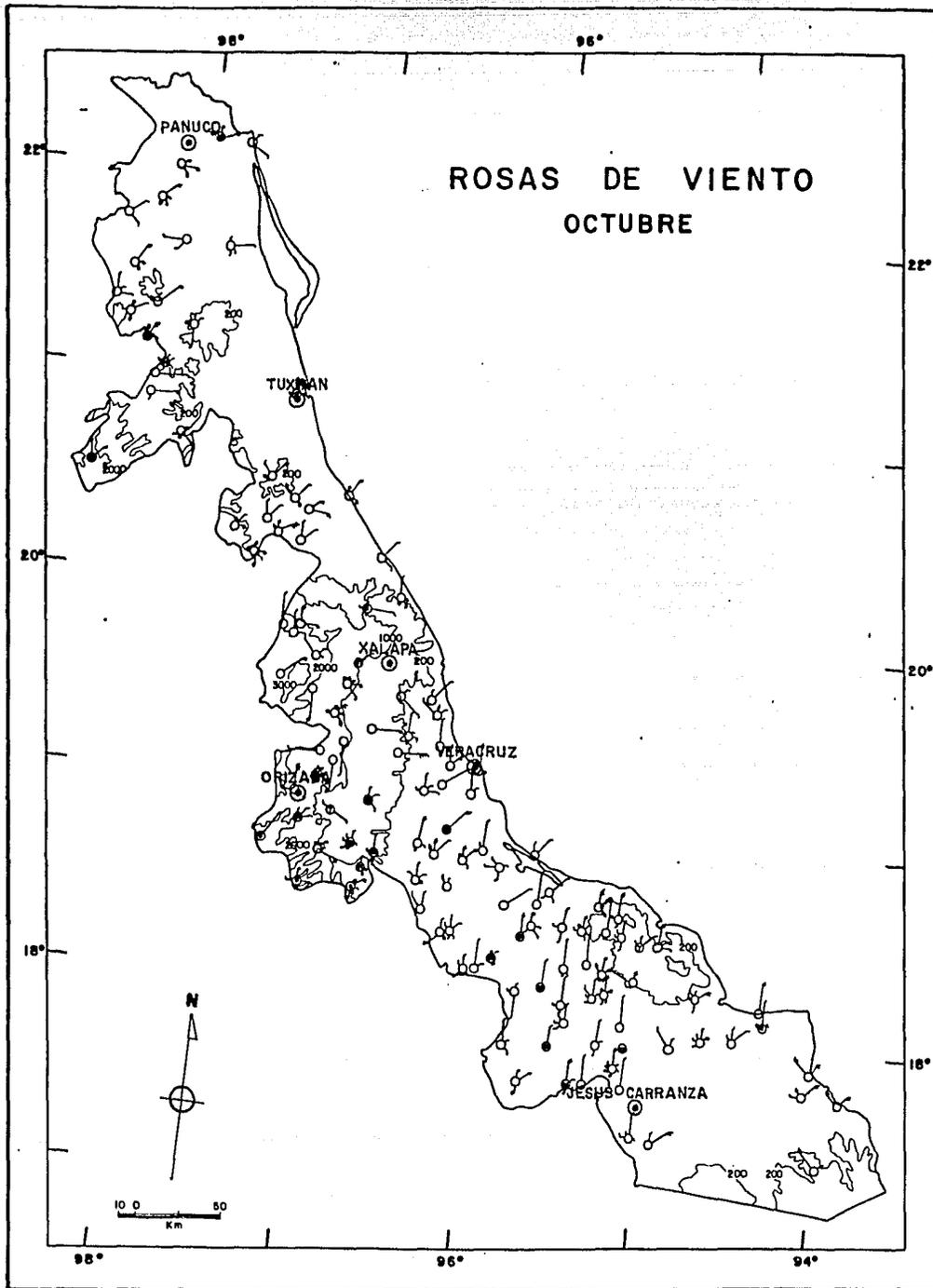
ROSAS DE VIENTO  
JULIO



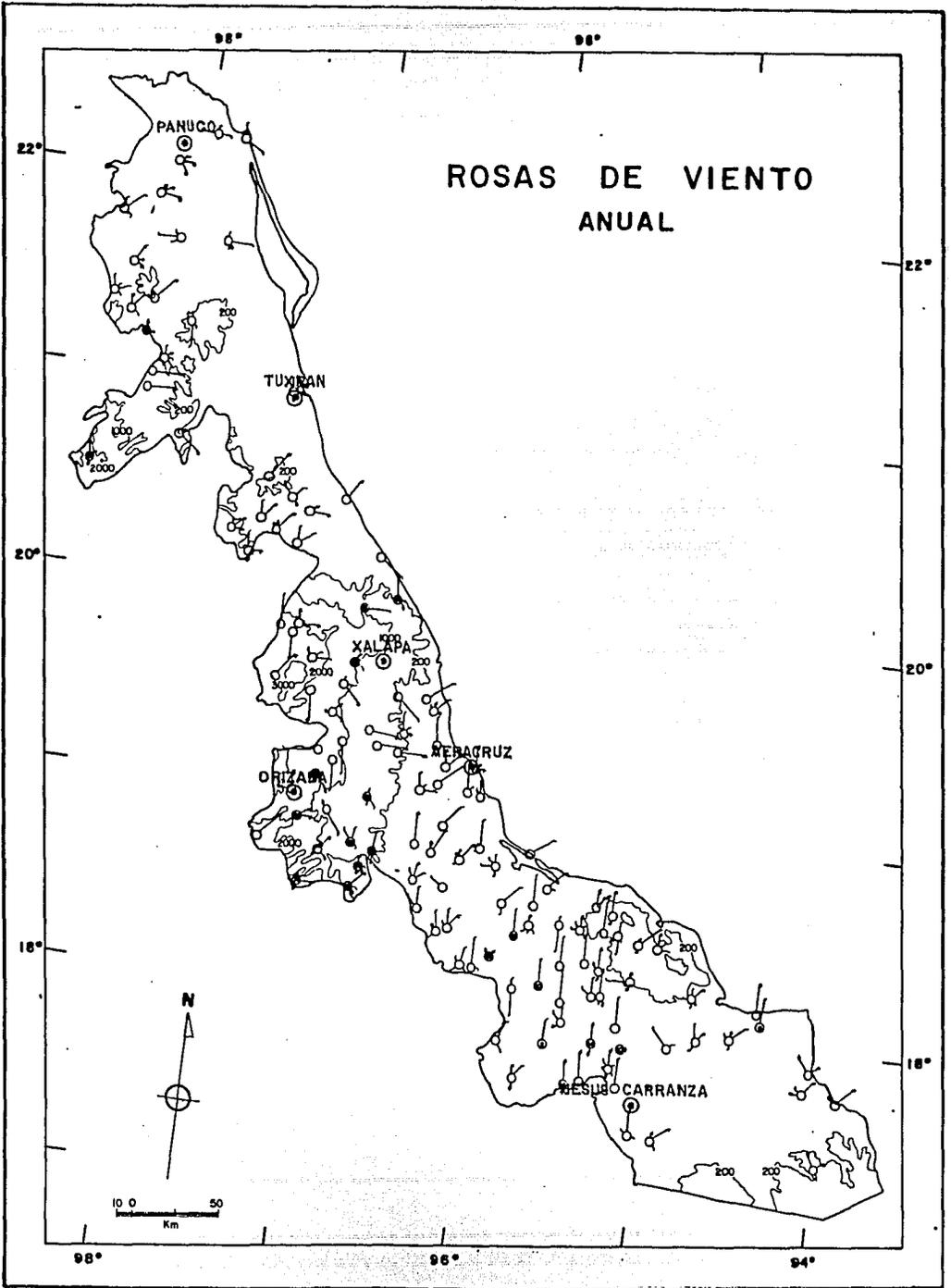


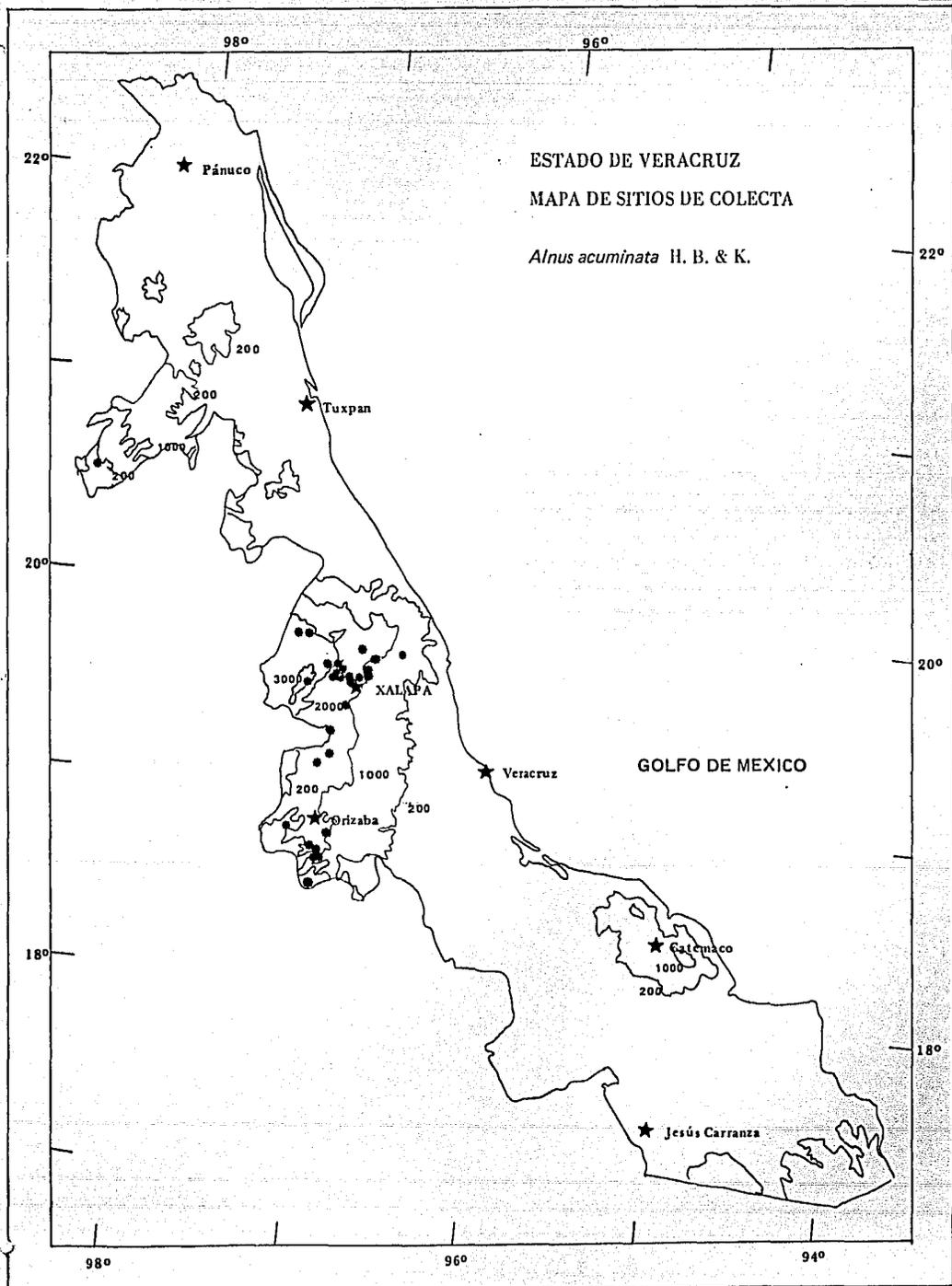
MAPA 21

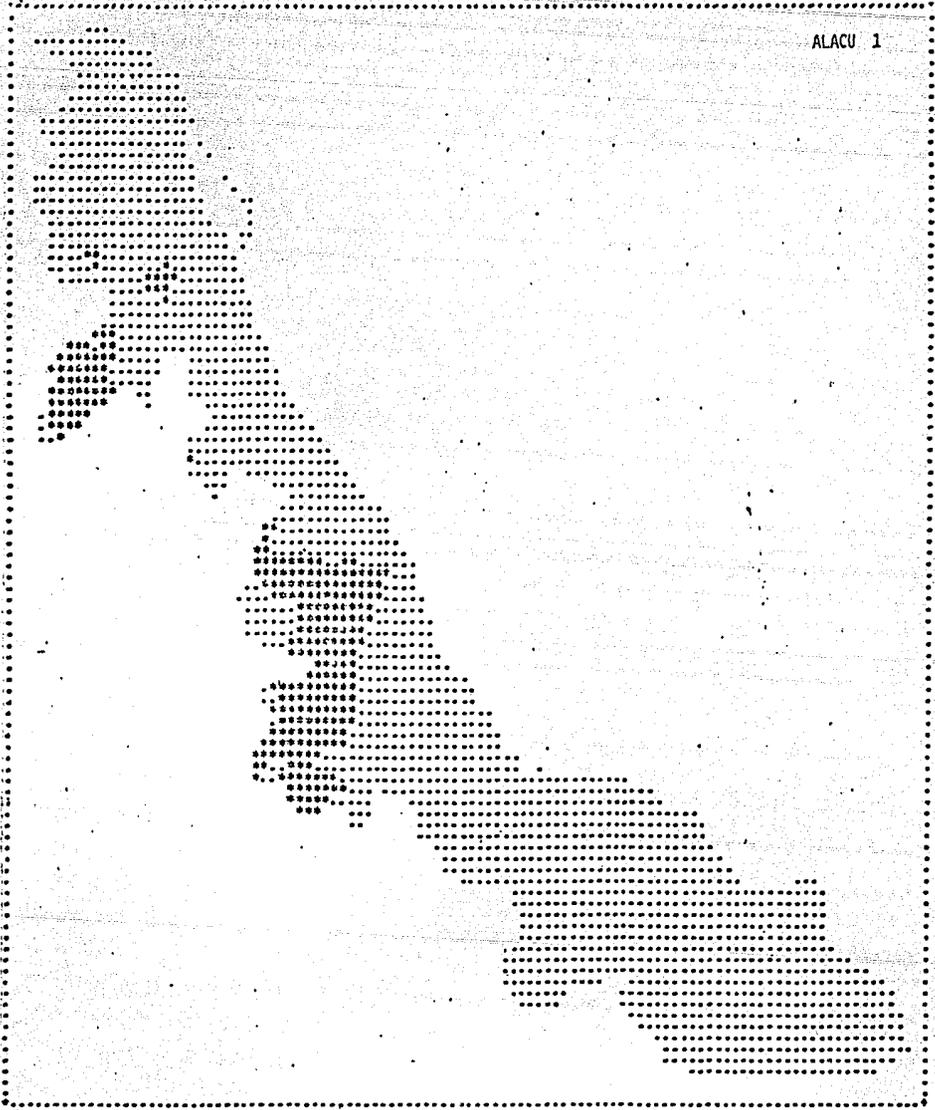




# ROSAS DE VIENTO ANUAL

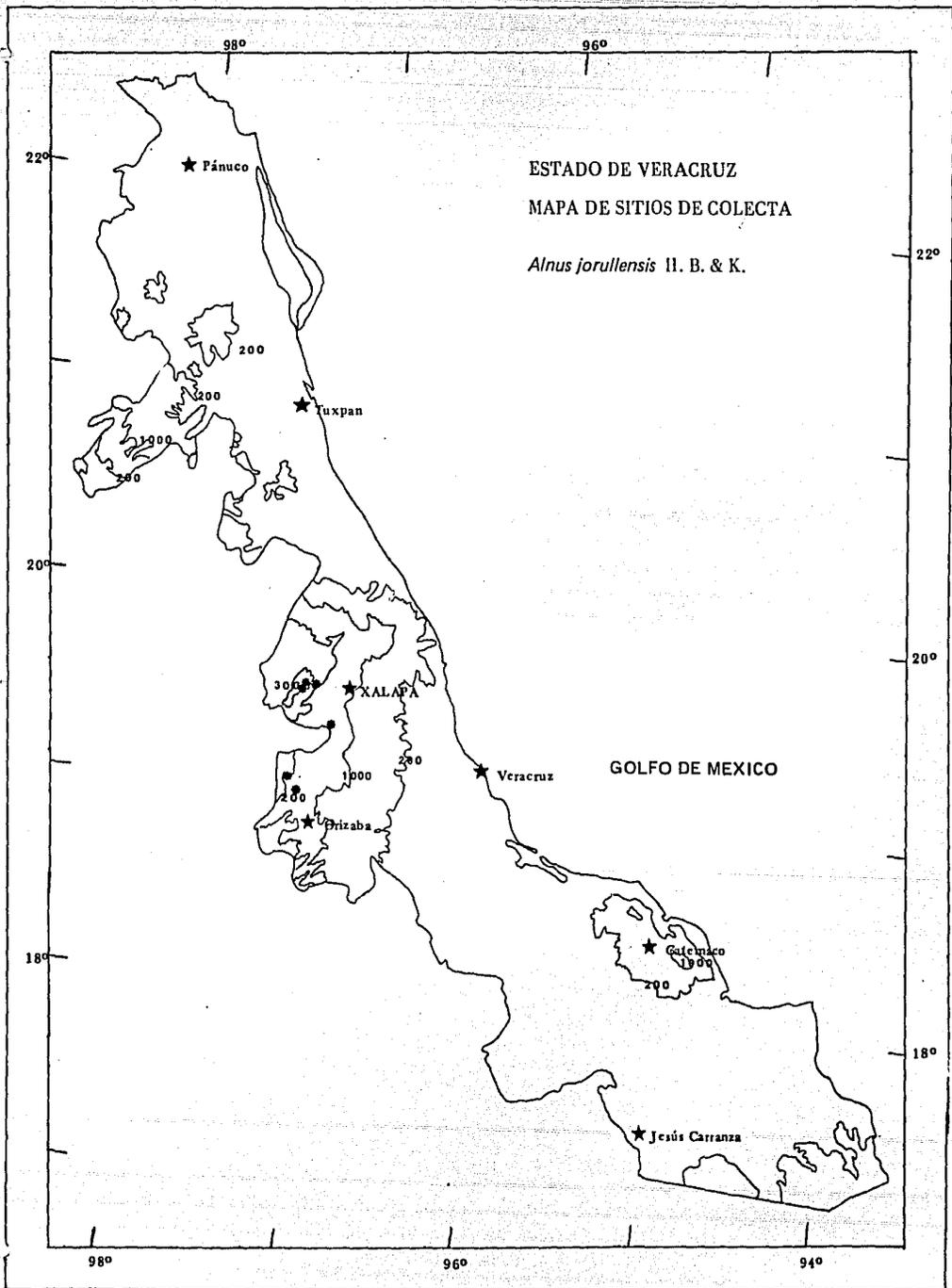




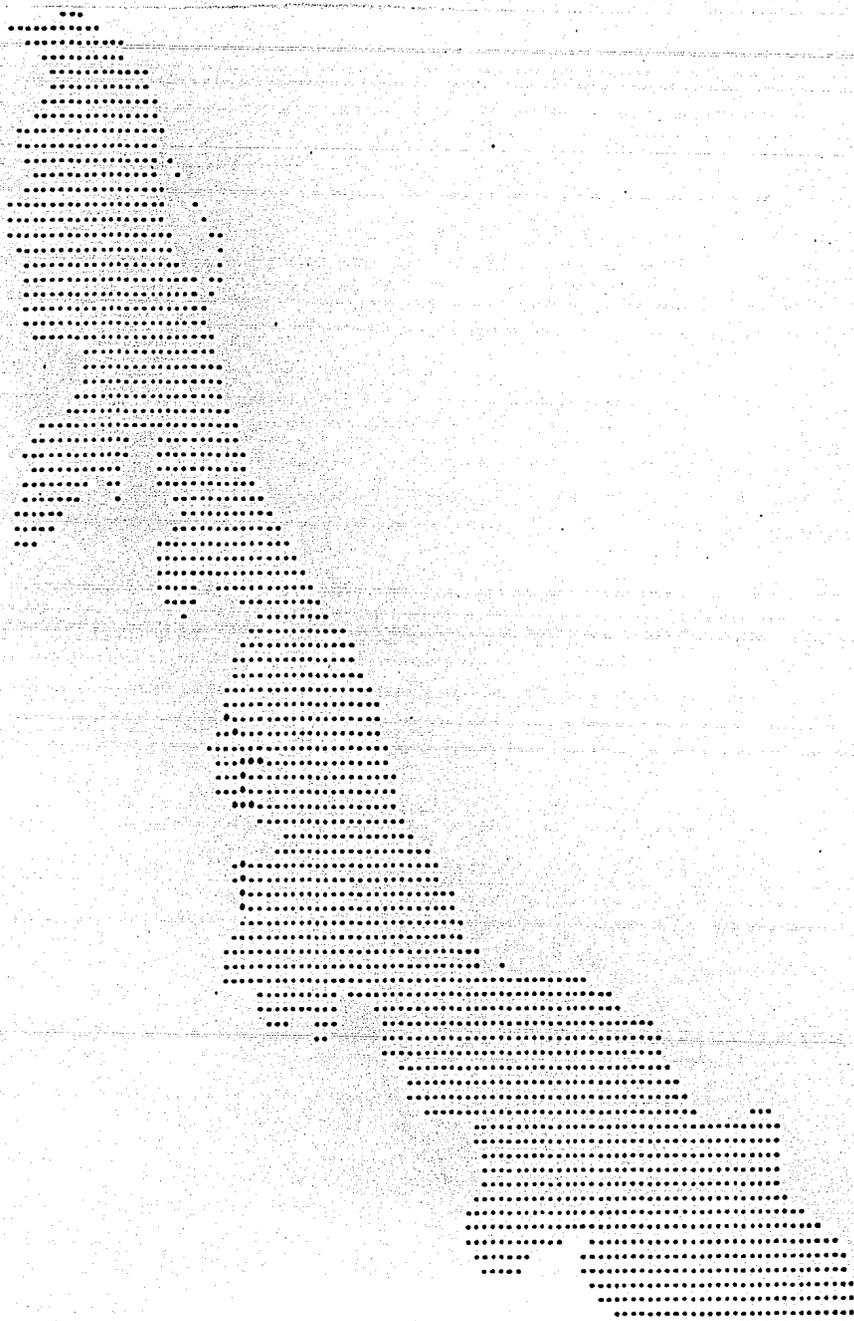


Mapa 26

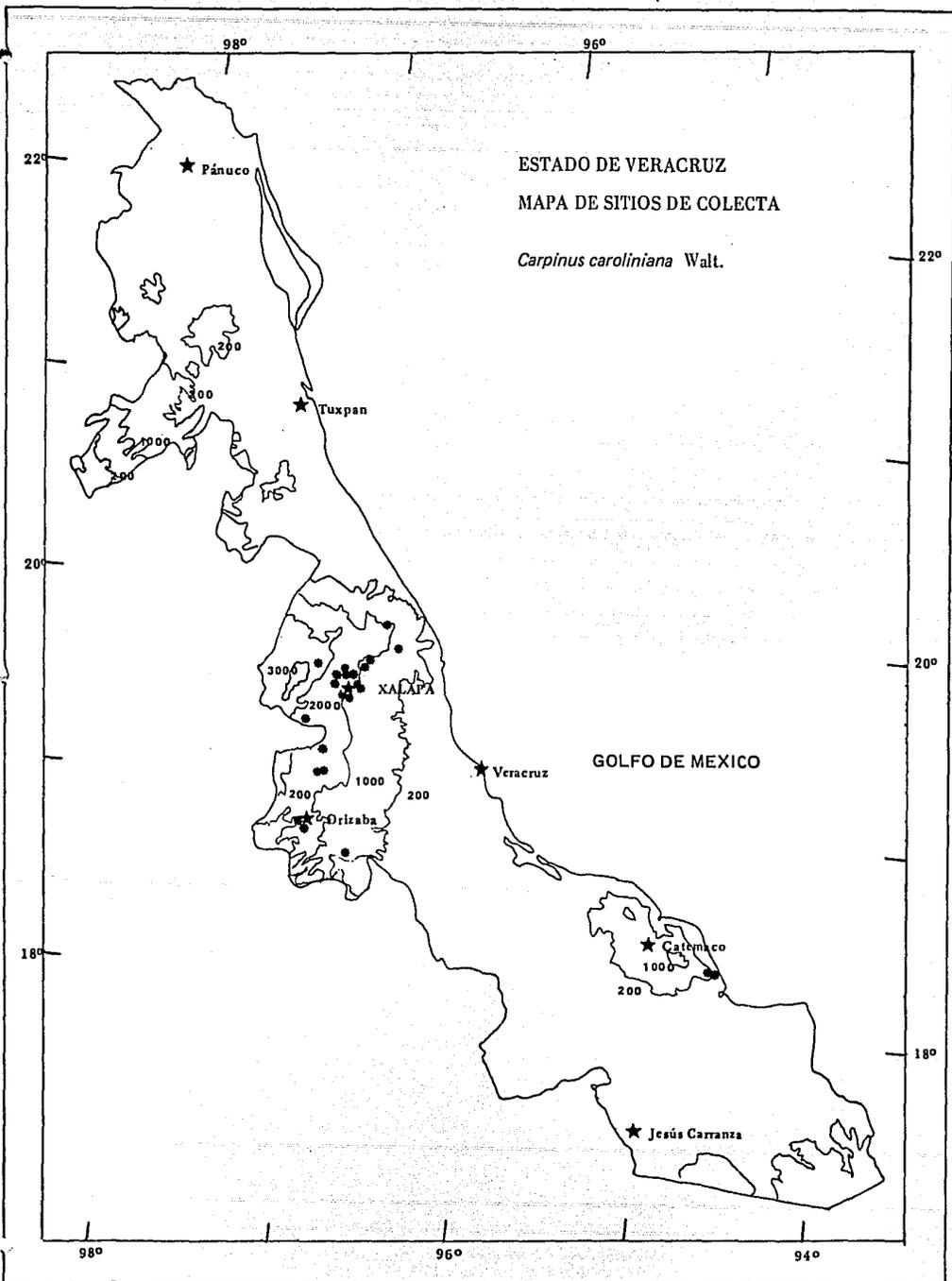
Distribución potencial del *Ainus acuminata* en base al rango climático conjugando diez mapas. Estos fueron: climas, isotermas anuales, precipitación total, altimétrico, temperatura máxima y mínima extrema, oscilación media de temperatura, número de días con precipitación inapreciable, con helada y nublados.



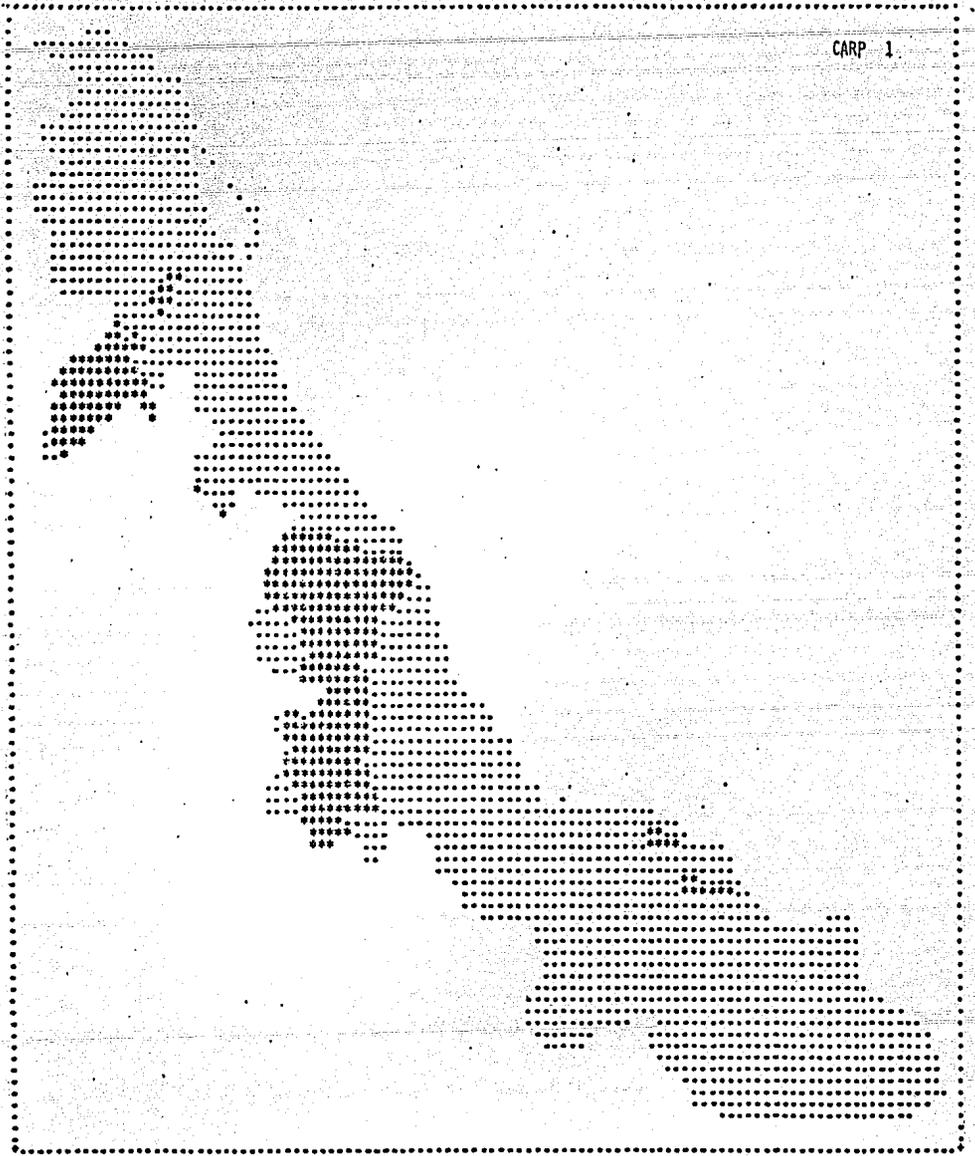
MAPA 27



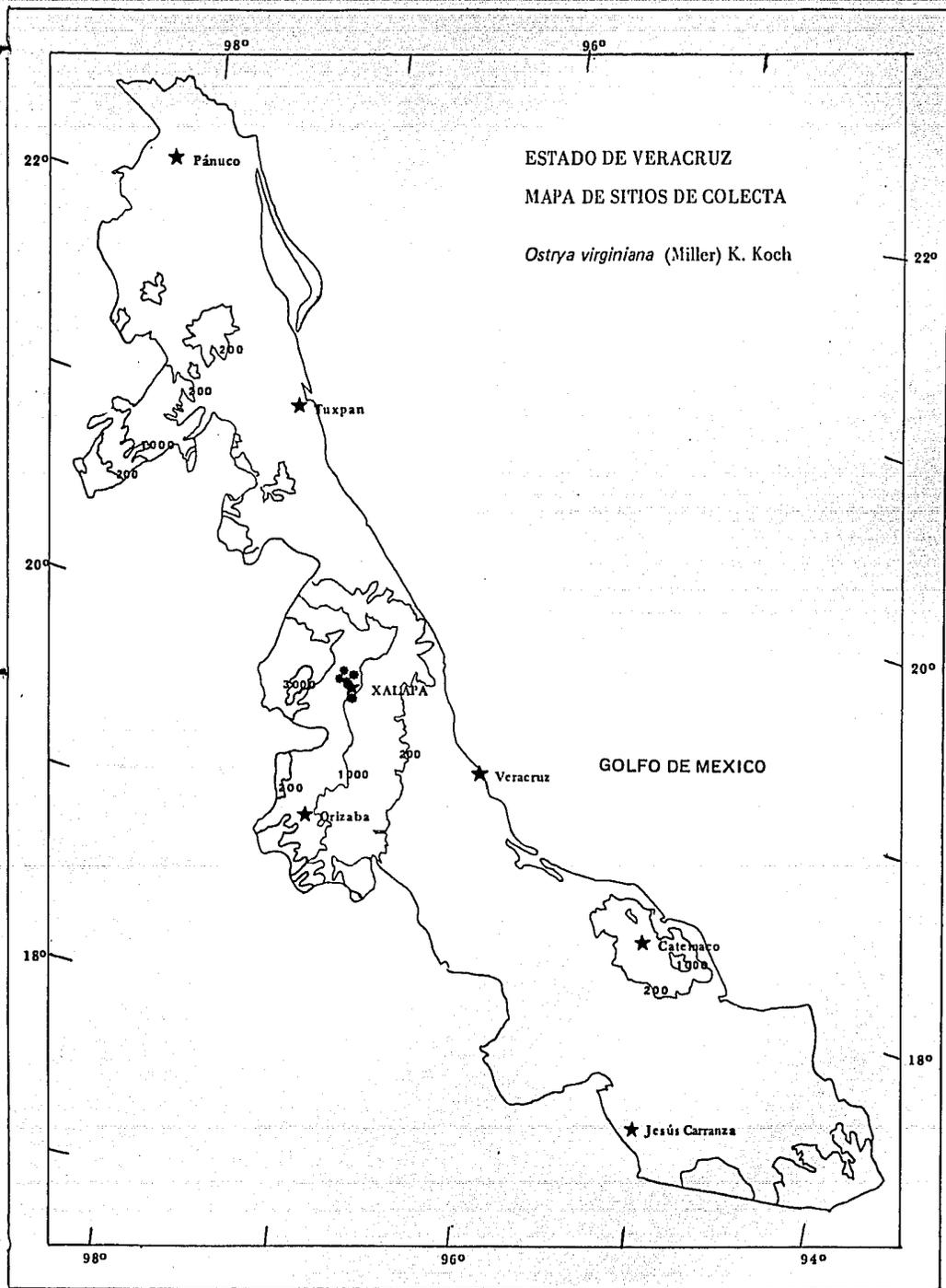
Mapa 28 Distribución potencial de *Alnus jorullensis* emplando el rango climático que presenta en diez parámetros. Estos fueron: climas, isotermas anuales, precipitación total, altimétrico, temperatura máxima y mínima extrema, oscilación media de temperatura, número de días con precipitación inapreciable, con helada y nublados.

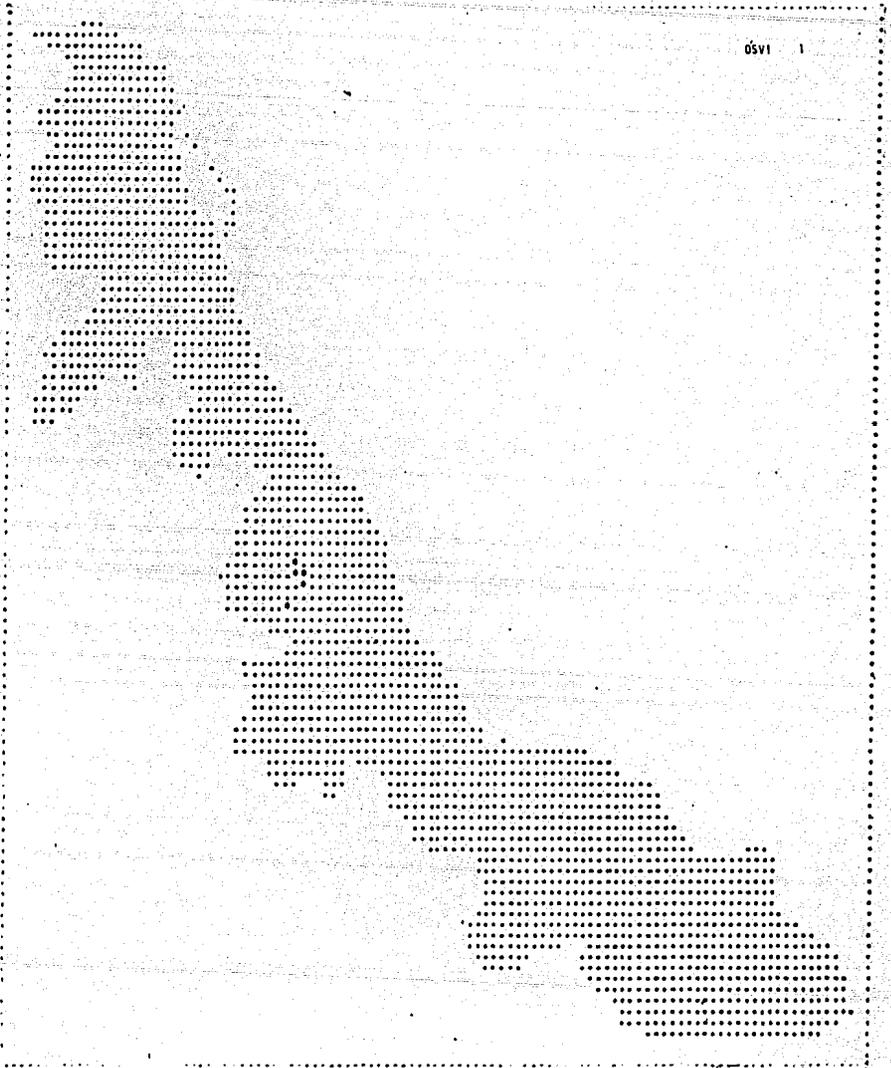


MAPA 29



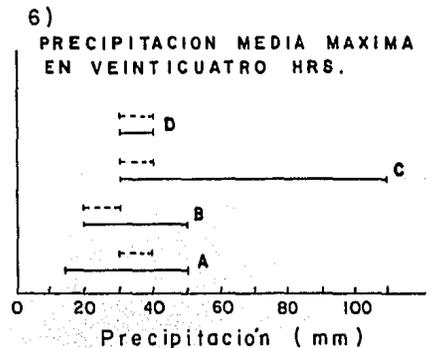
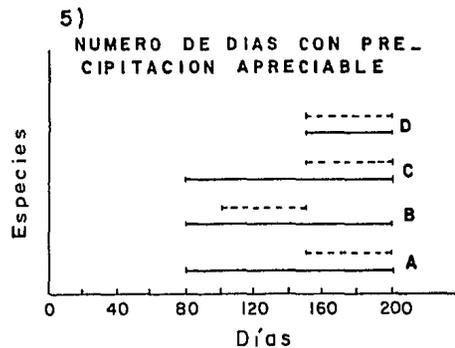
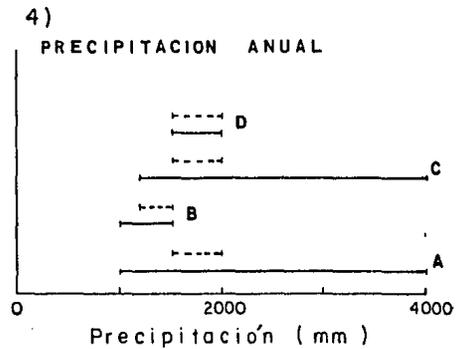
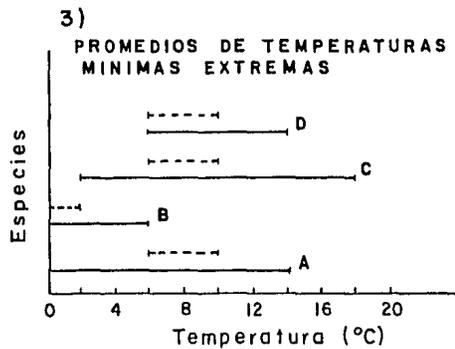
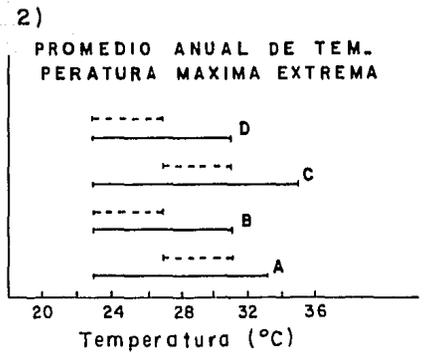
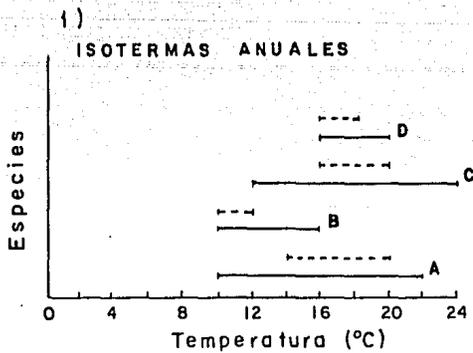
Mapa 30 Póssible patrón de distribución de *Carpinus caroliniana* en base al rango climático conjugando diez mapas. Estos fueron: climas, isotermas anuales, precipitación total, altimétrico, temperatura máxima y mínima extrema, oscilación media de temperatura, número de días con precipitación inapreciable, con helada y nublados.





Mapa 32 Distribución potencial de *Ostrya virginiana* en base al rango climático conjugando diez parámetros. Estos fueron: climas, isotermas anuales, precipitación total, altimétrico, temperatura máxima y mínima extrema, oscilación media de temperatura, número de días con precipitación inapreciable, con helada y nublados.

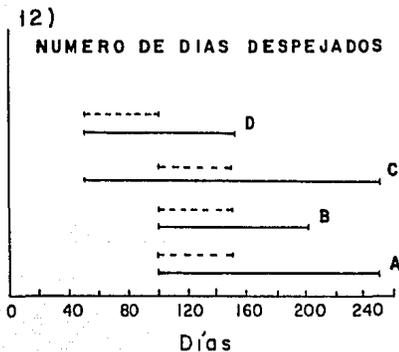
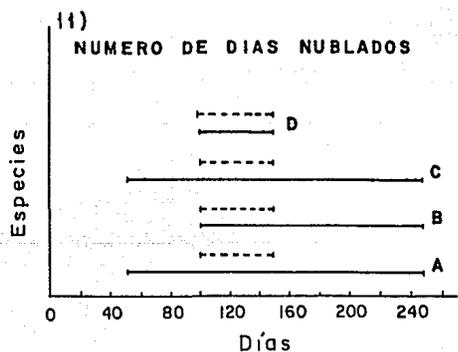
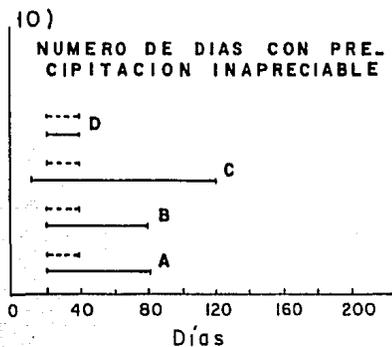
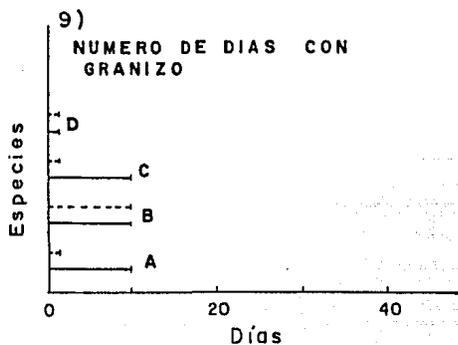
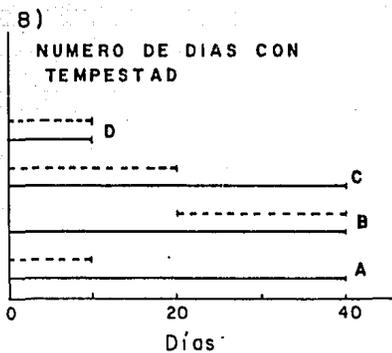
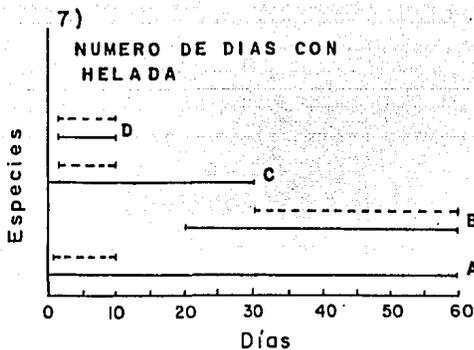
**Diagramas 1-12** Patrones de distribución en los diferentes parámetros estudiados de las cuatro especies que integran la familia Betulaceae en el estado de Veracruz. La línea continua representa el rango donde se presentaron todas las colectas y la línea punteada el rango más frecuente



A *Alnus acuminata*  
 B *Alnus incana*

C *Carpinus caroliniana*  
 D *Ostrya virginiana*

—— Rango total de distribución  
 - - - - Rango más frecuente de distribución



A *Alnus acuminata*  
 B *Alnus jorullensis*

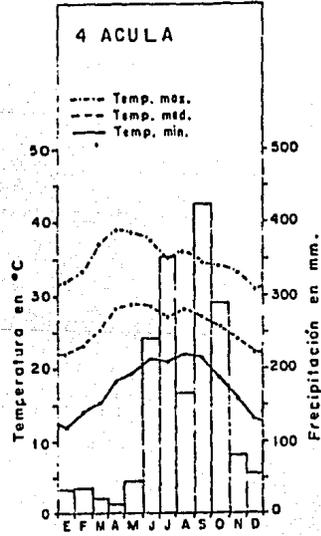
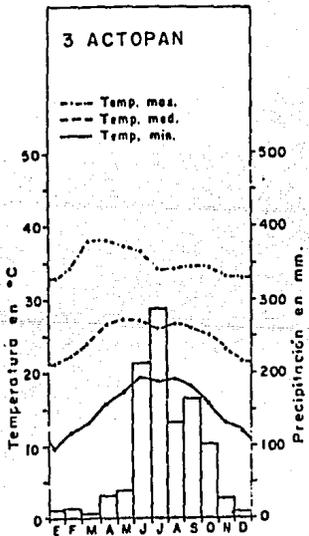
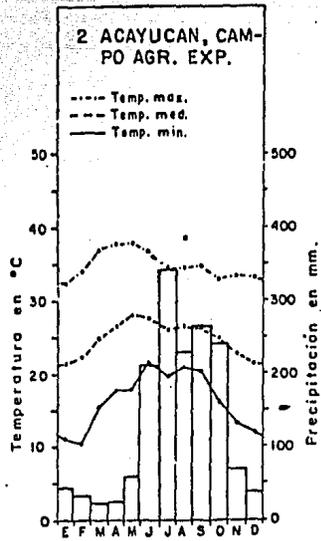
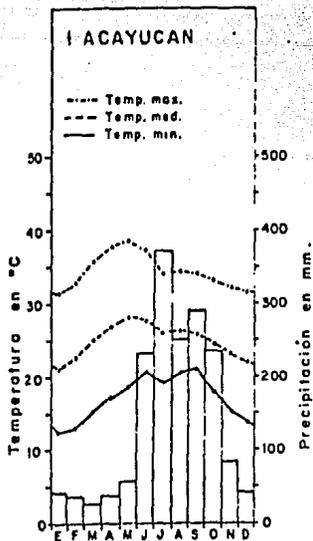
C *Carpinus caroliniana*  
 D *Ostrya virginiana*

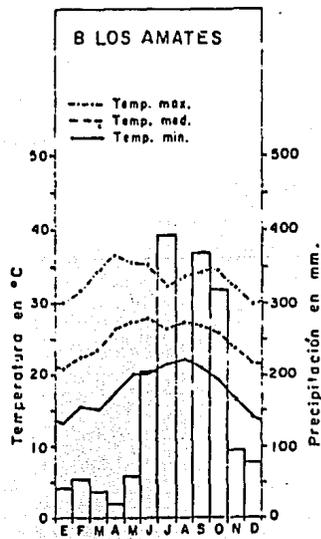
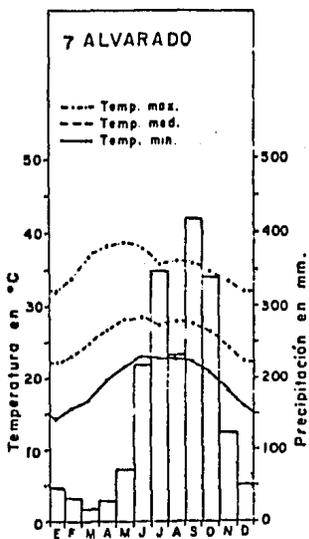
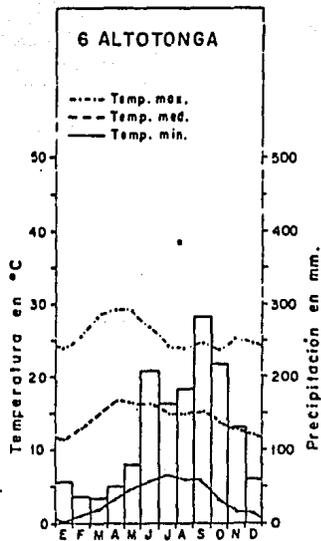
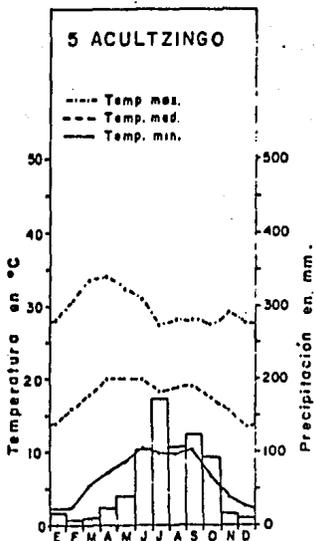
———— Rango total de distribución

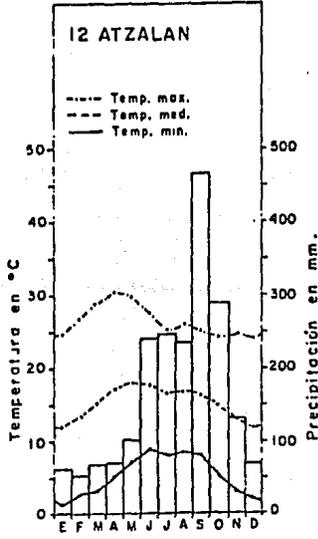
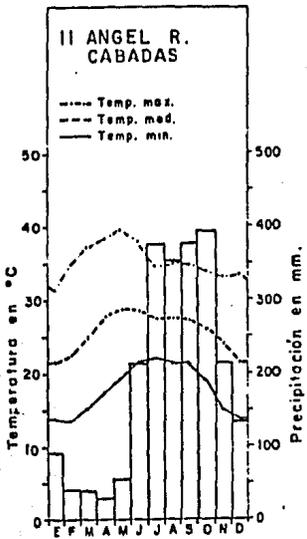
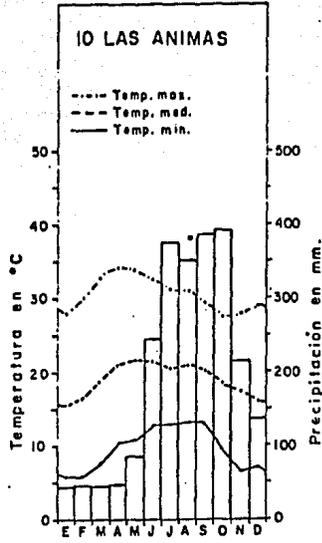
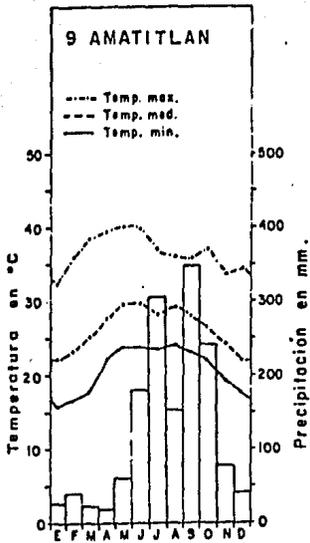
----- Rango más frecuente de distribución

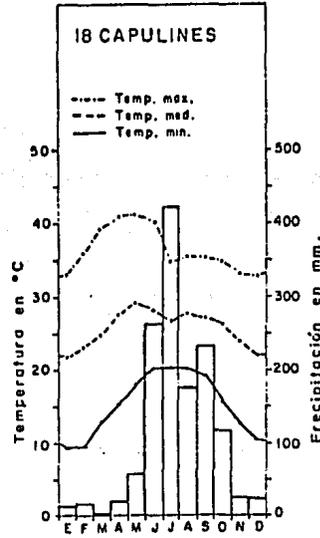
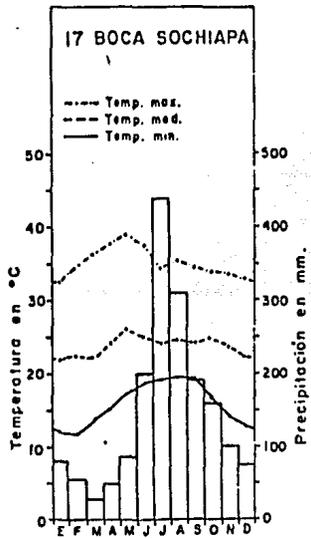
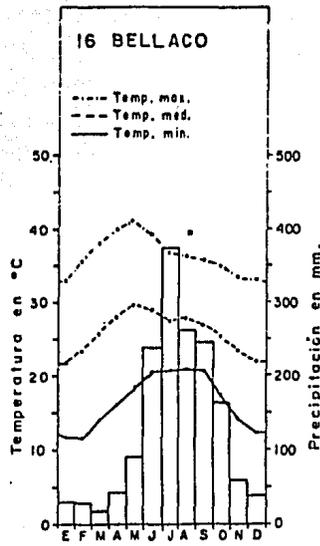
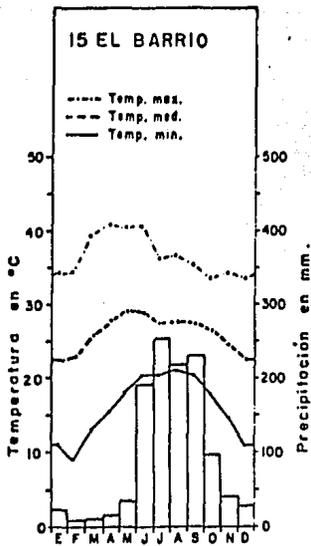
Diagramas: 7-12

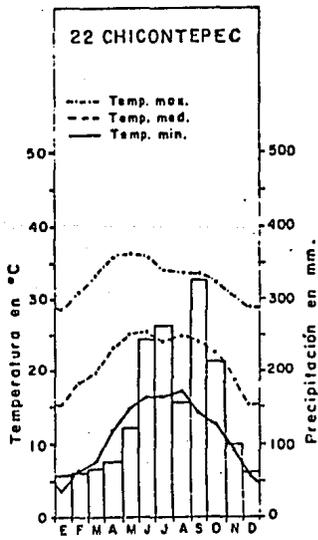
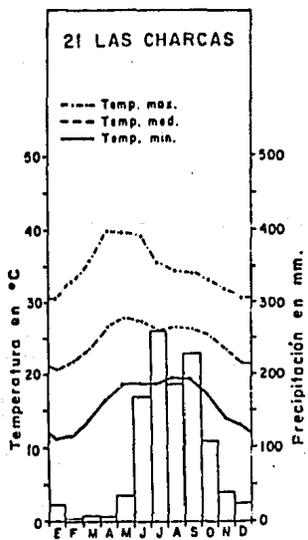
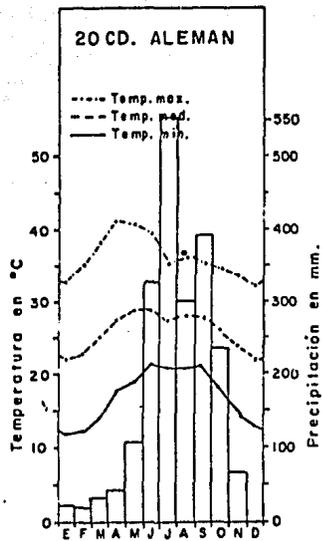
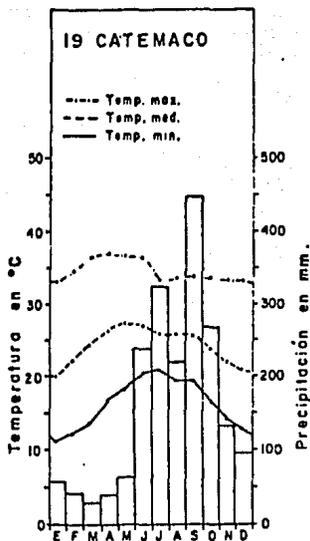
## CLIMOGRAMAS

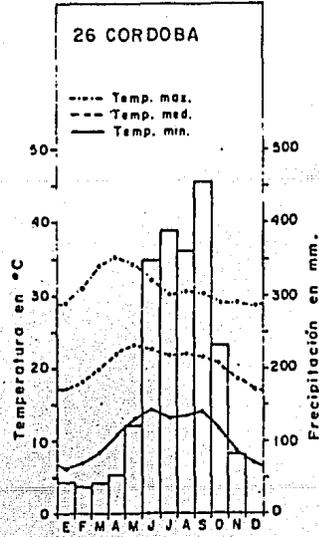
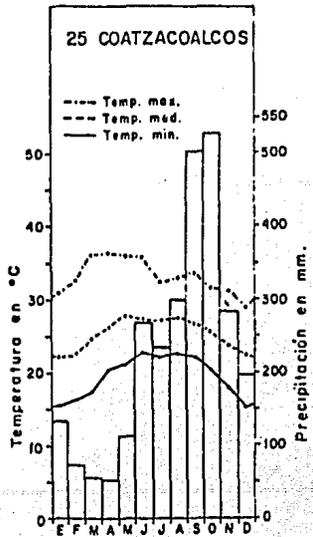
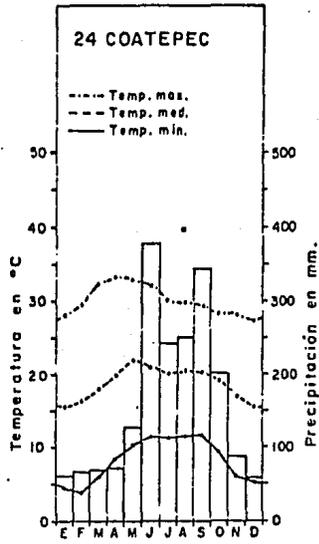
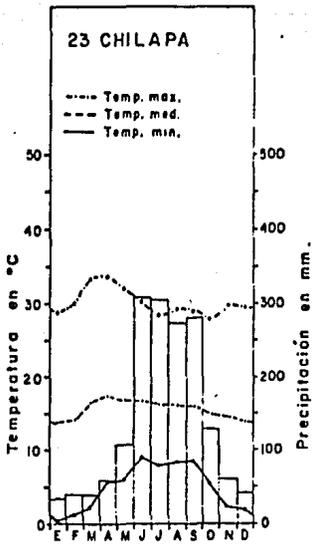


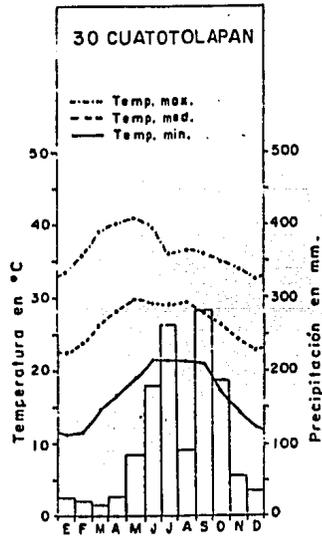
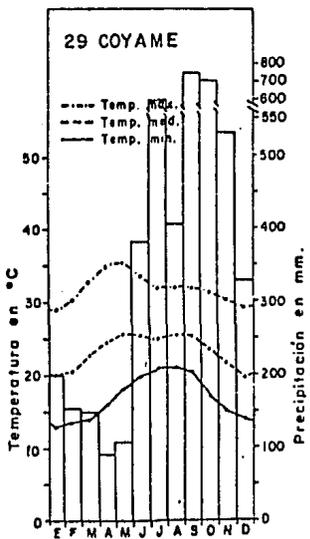
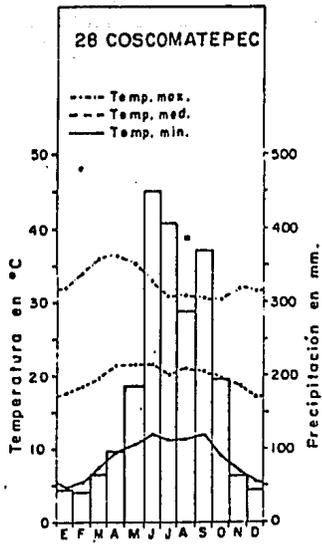
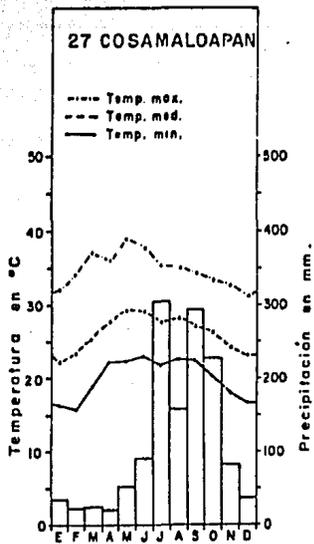


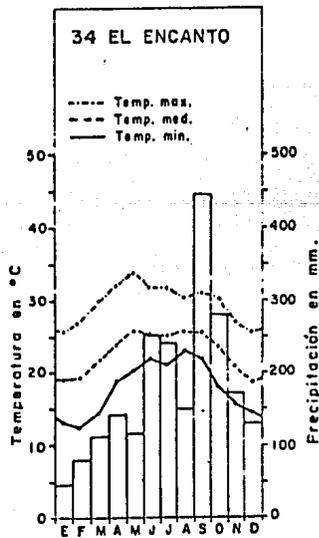
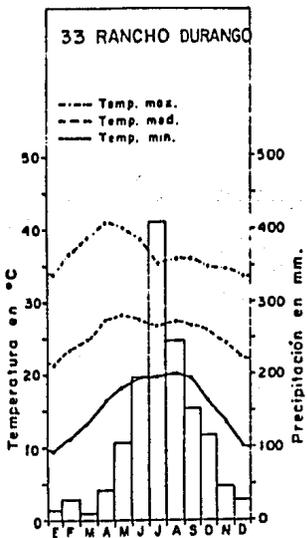
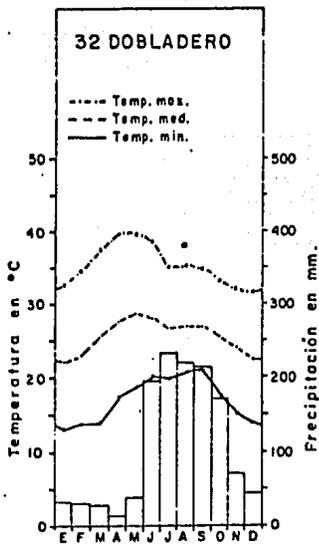
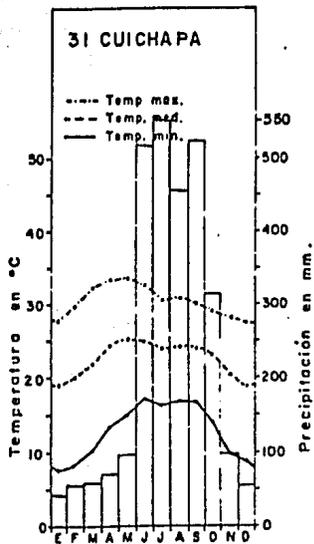


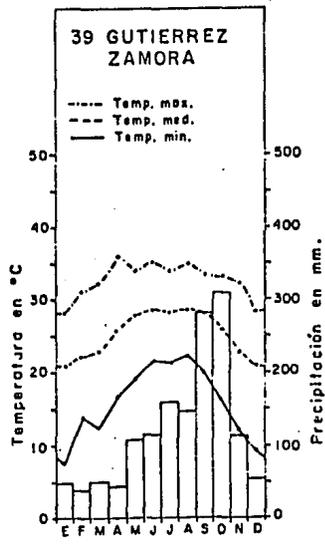
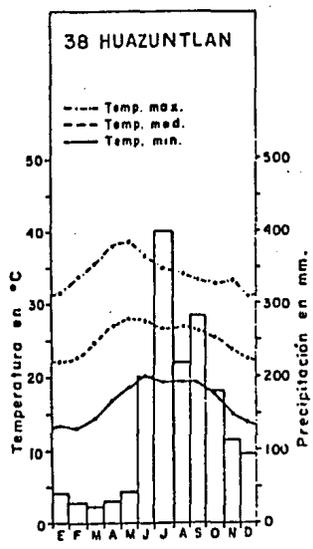
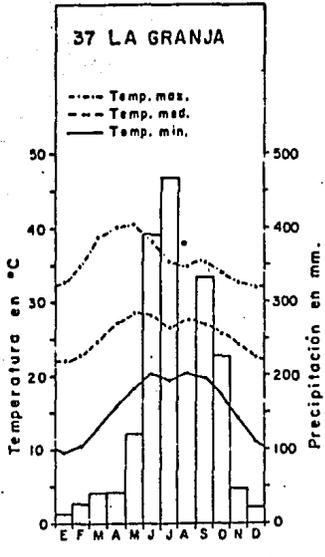
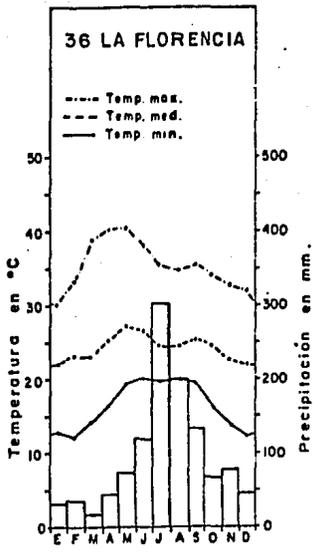


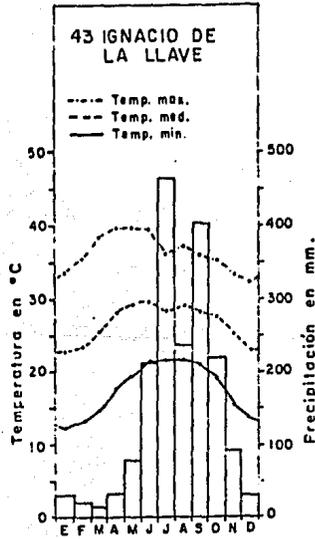
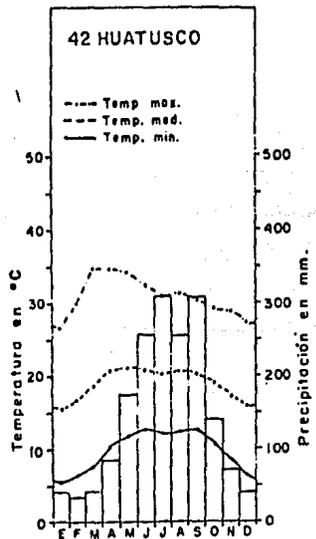
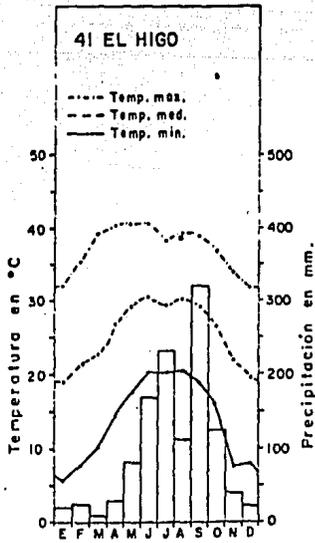
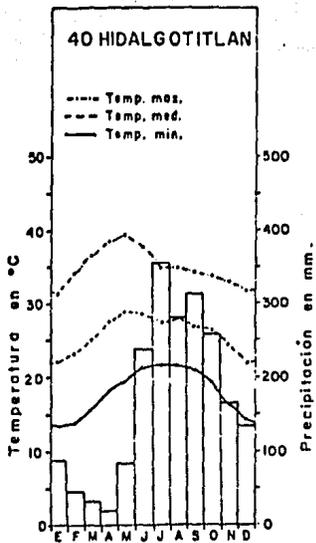


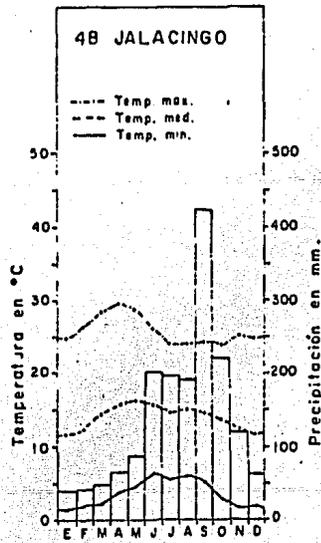
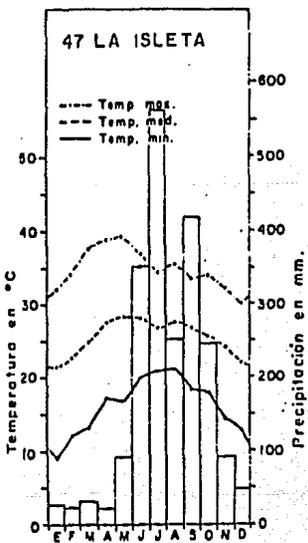
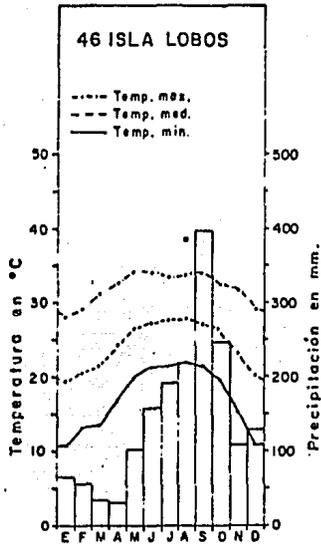
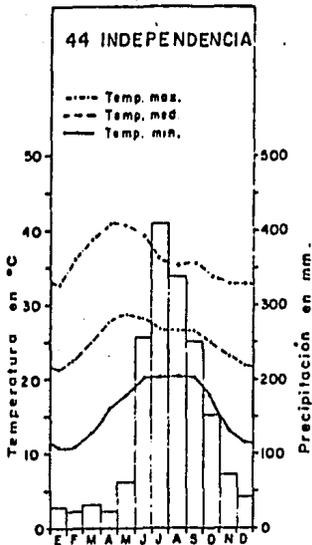


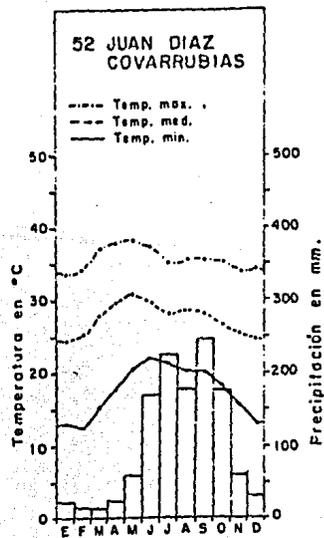
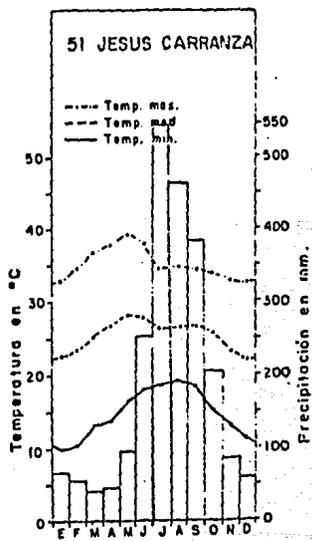
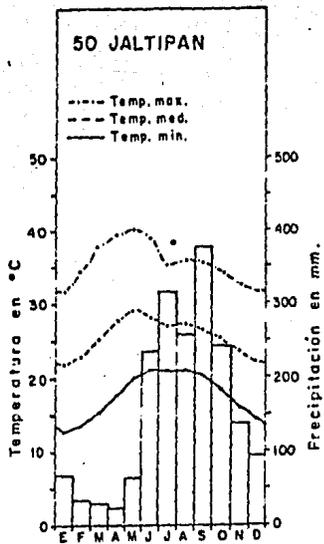
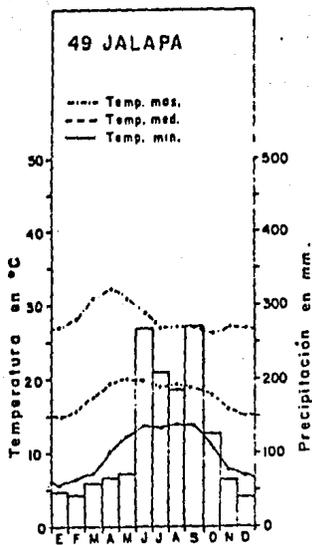


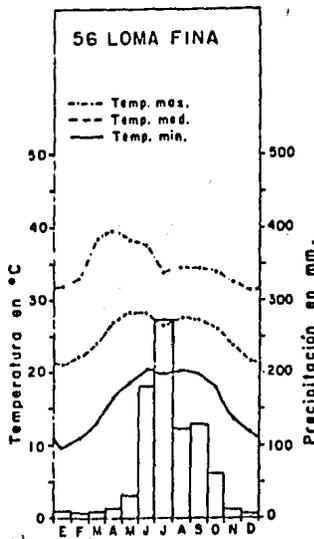
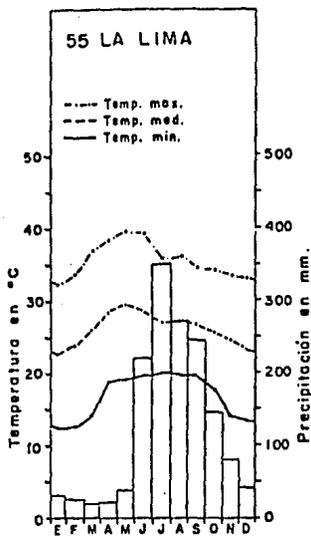
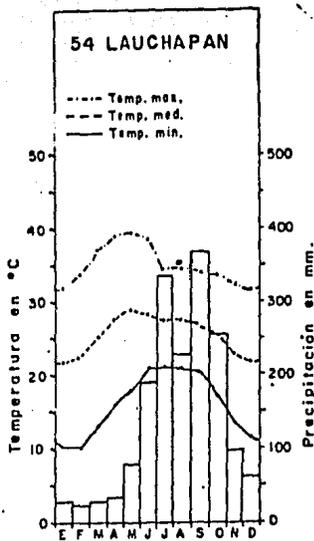
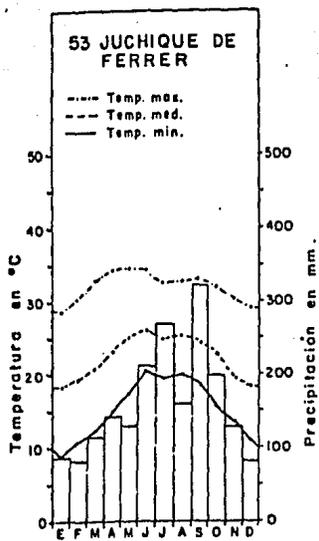


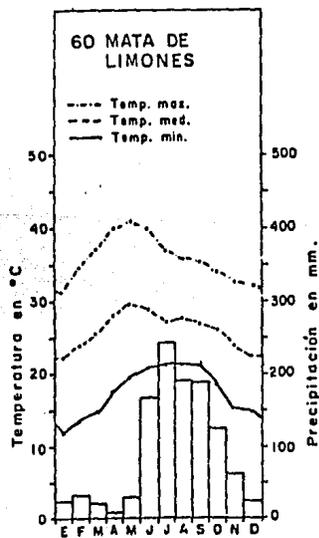
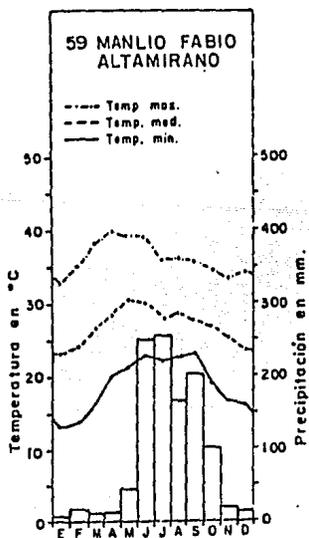
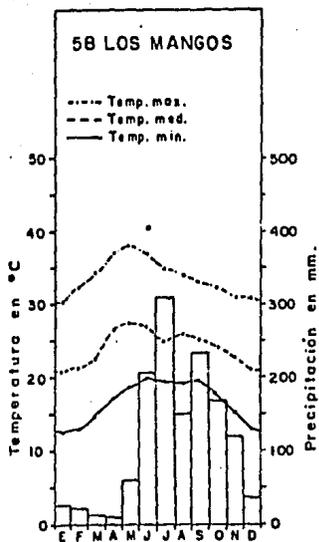
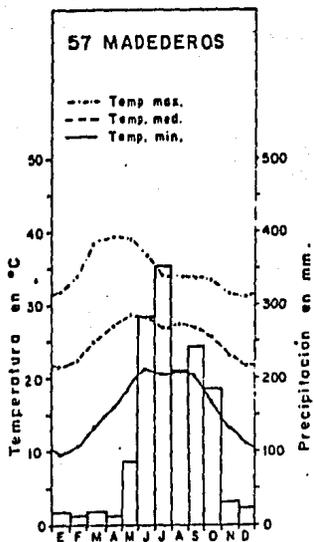


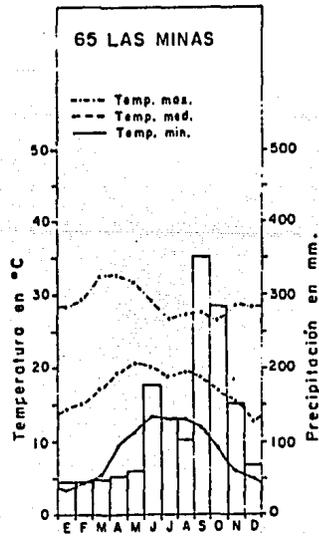
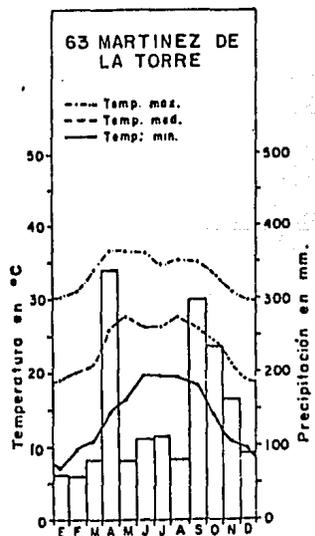
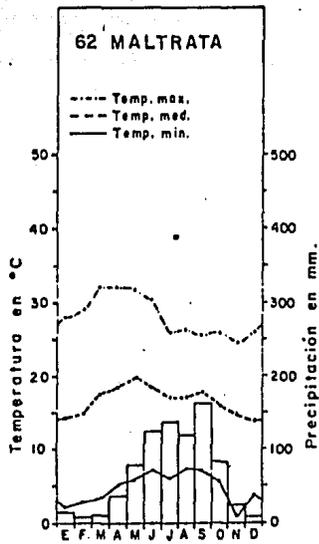
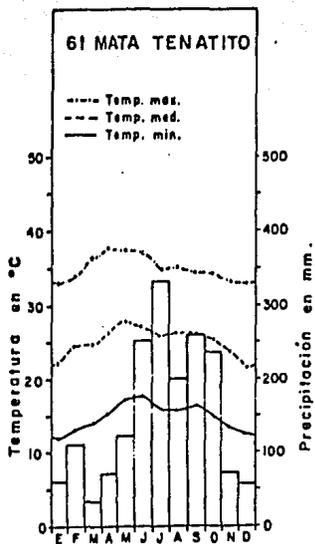


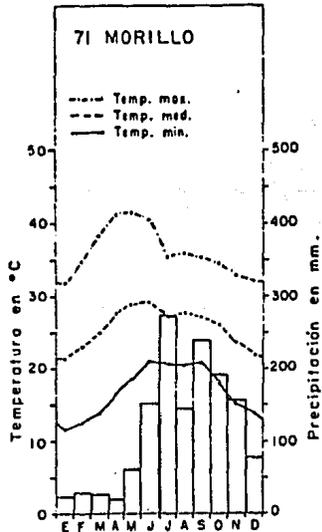
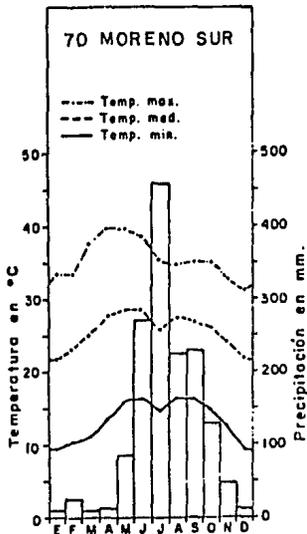
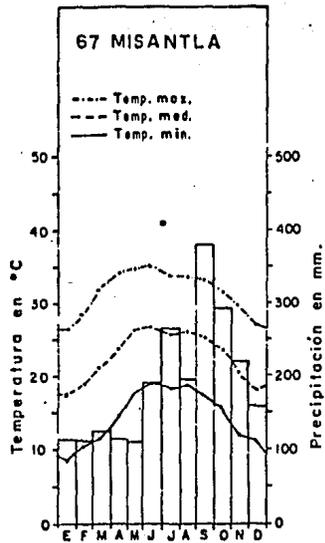
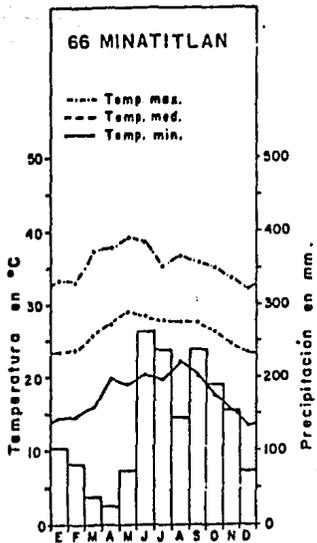


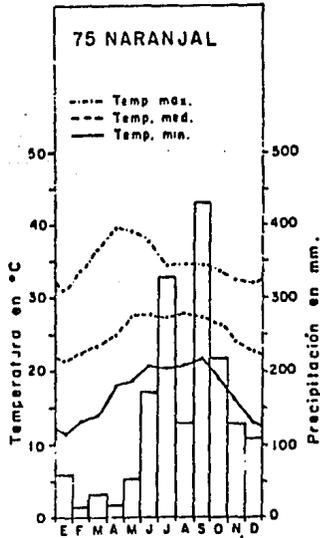
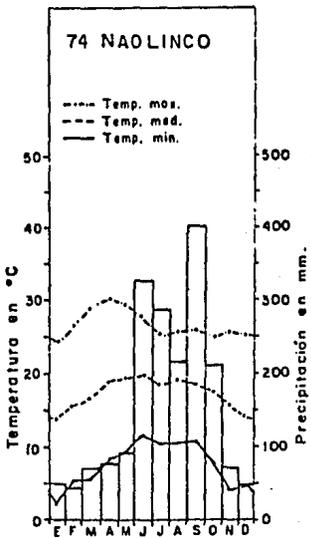
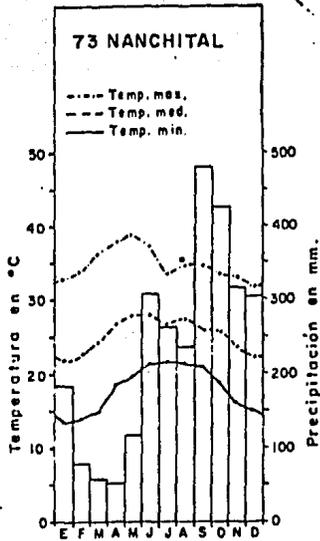
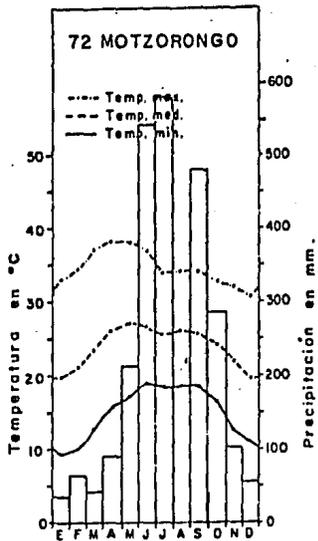


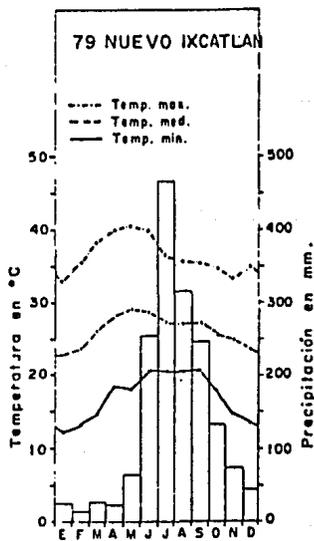
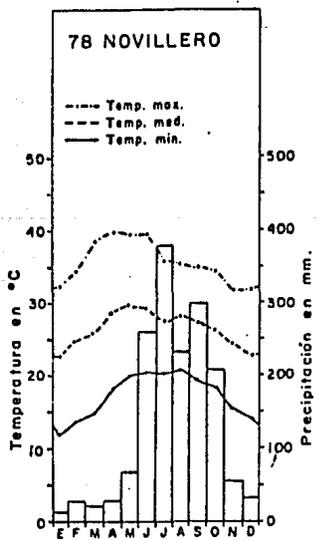
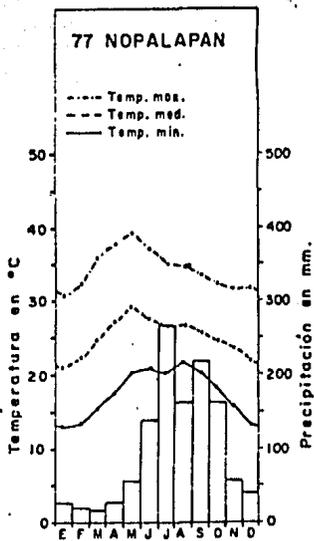
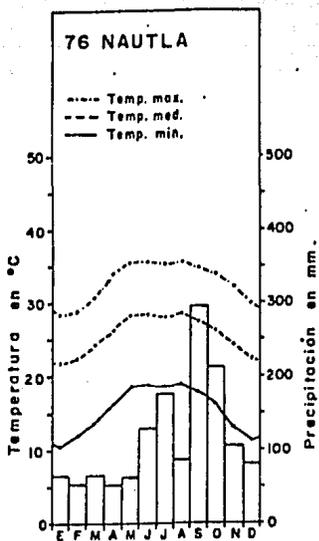


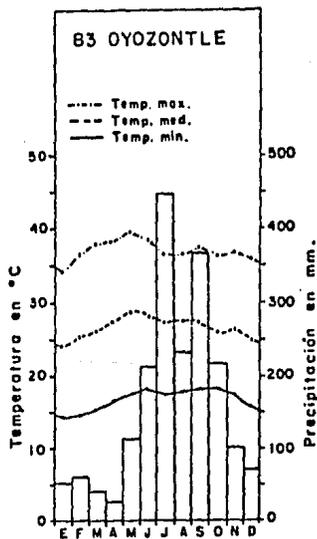
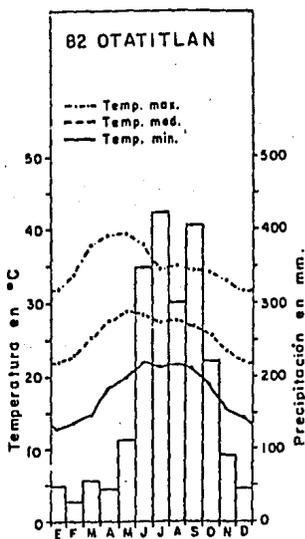
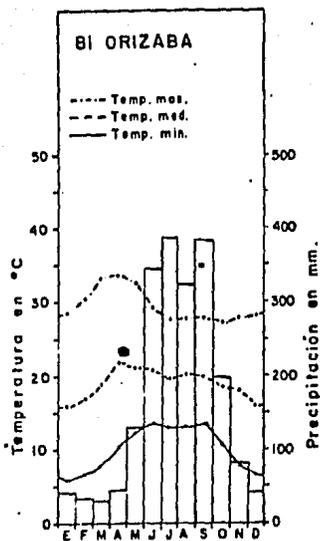
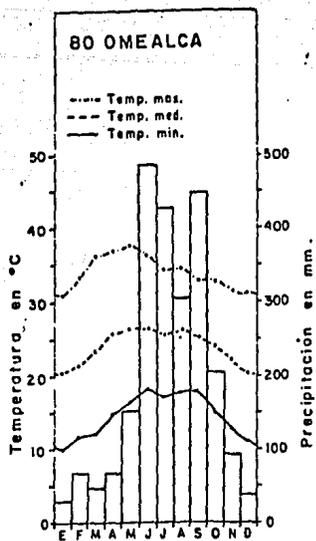


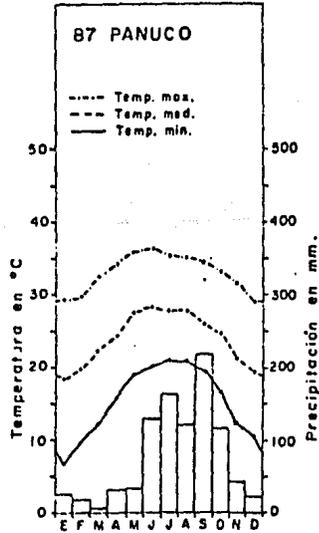
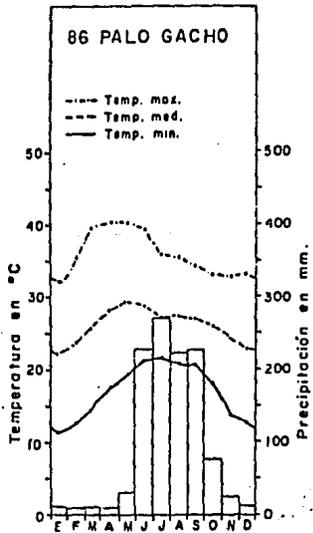
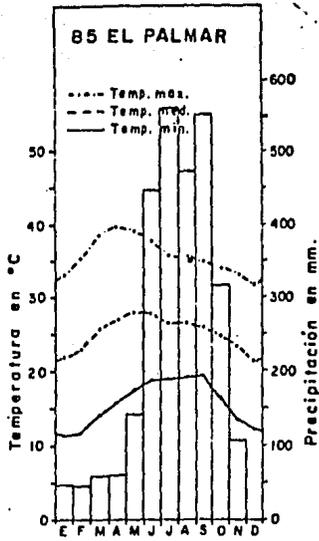
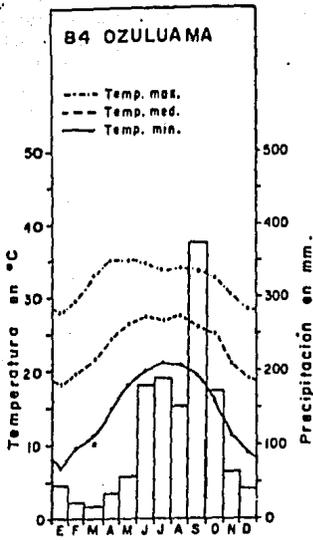


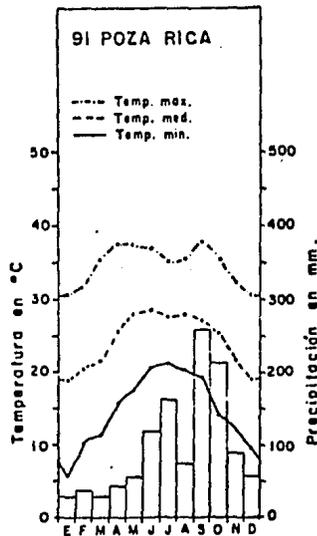
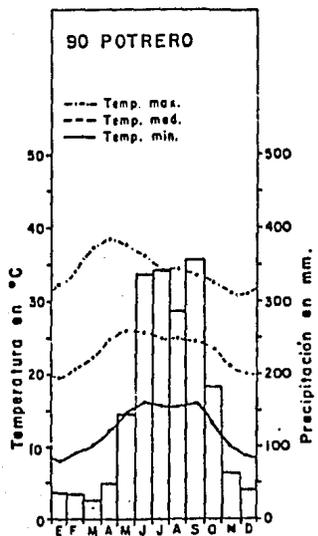
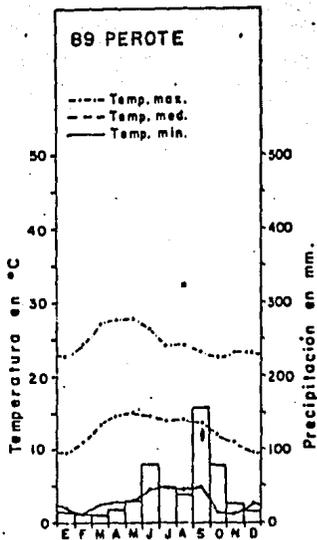
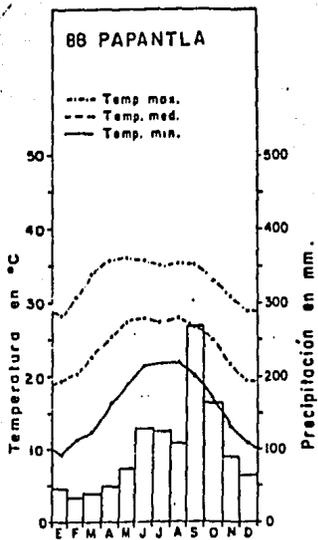


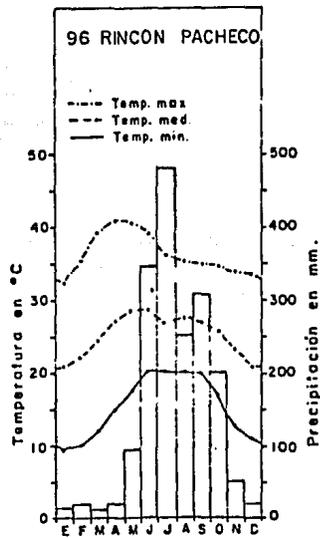
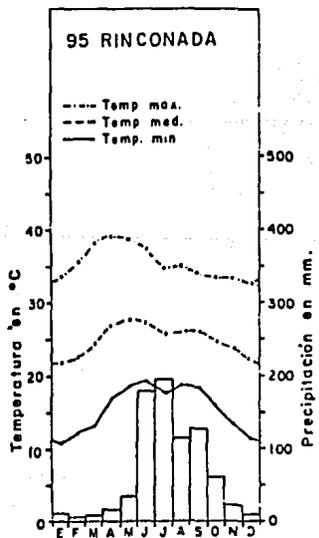
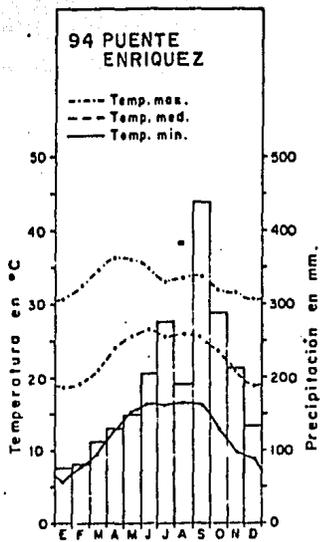
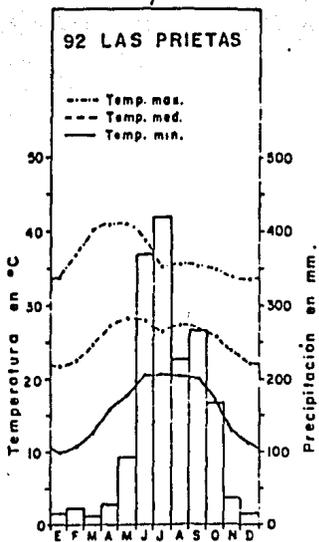


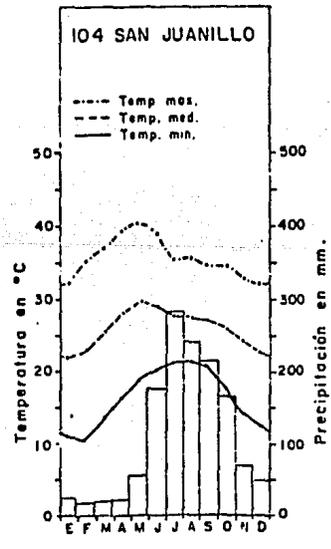
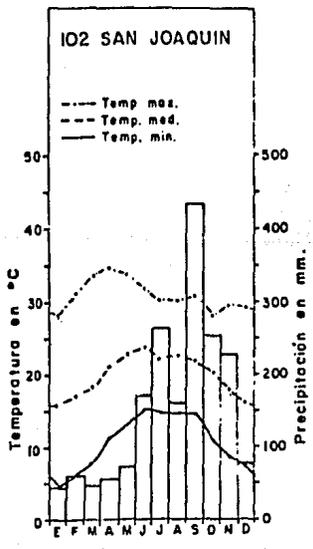
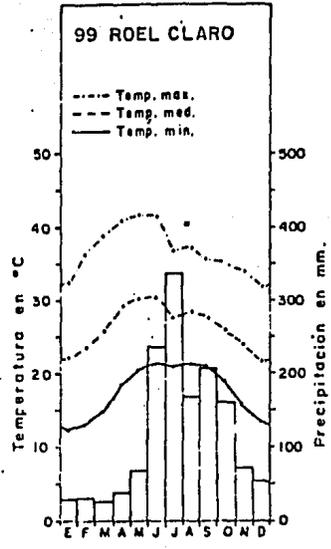
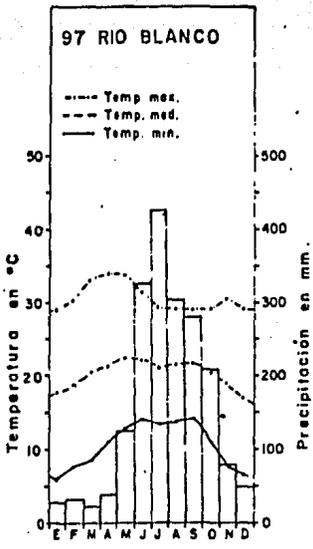


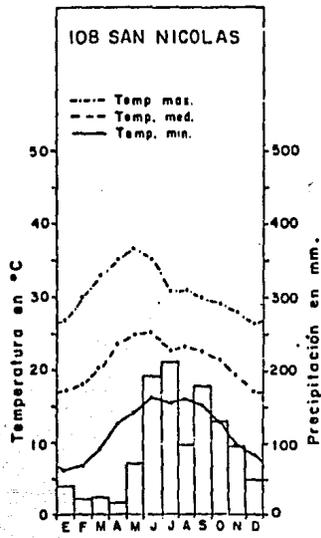
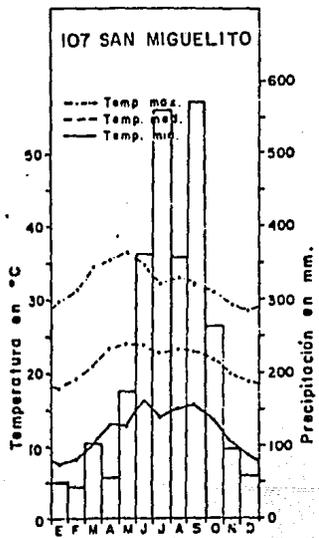
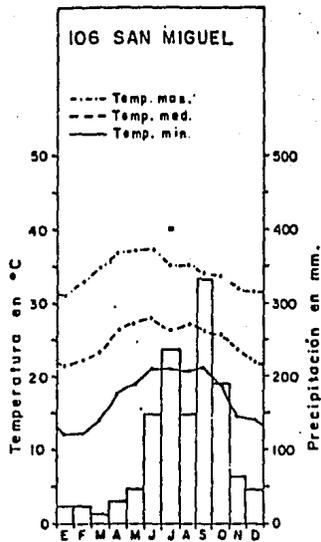
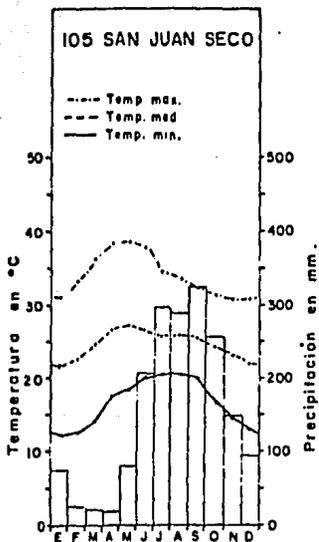


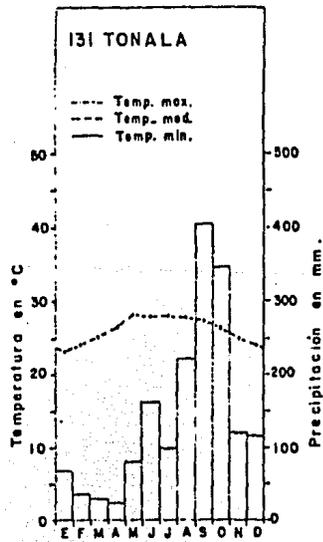
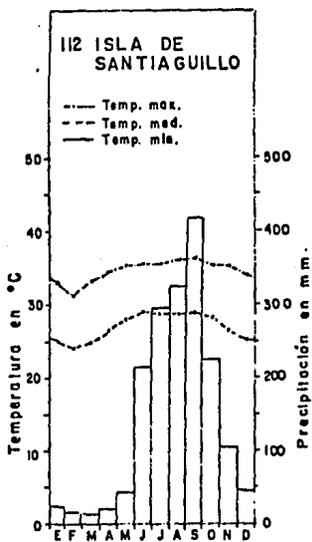
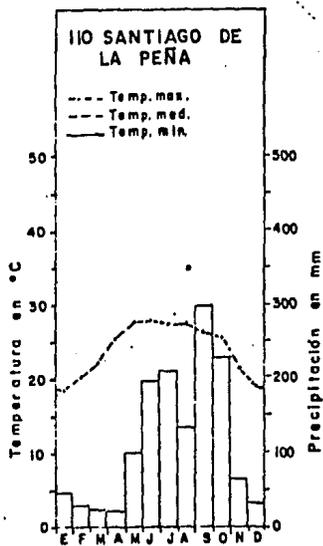
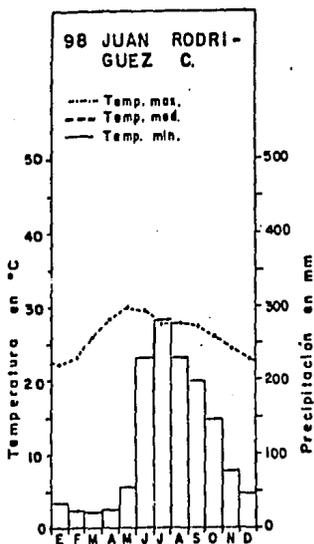


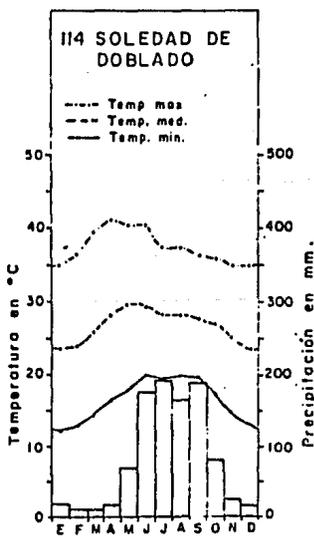
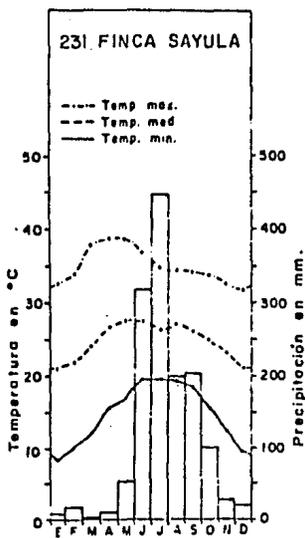
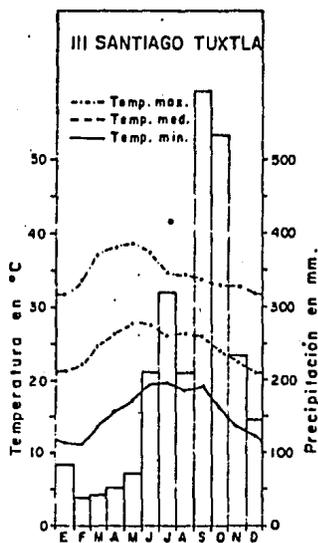
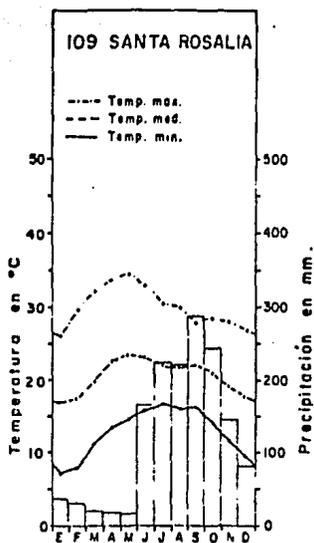


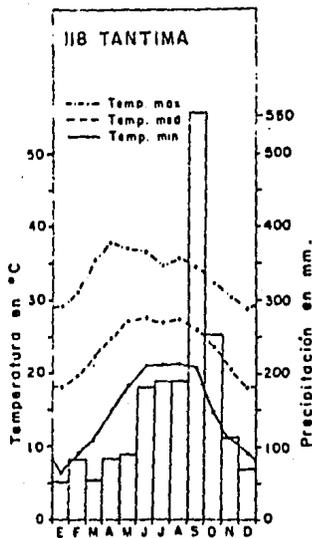
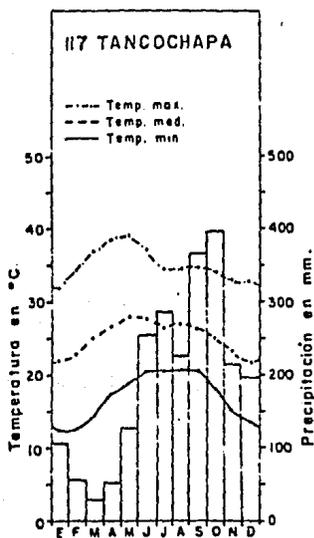
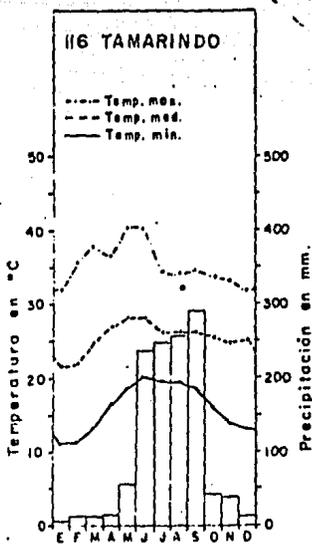
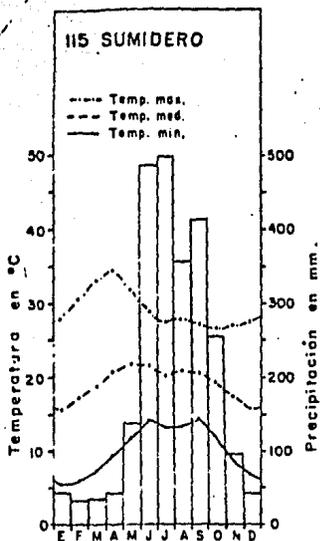


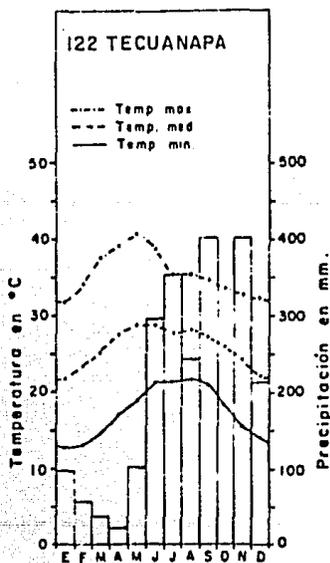
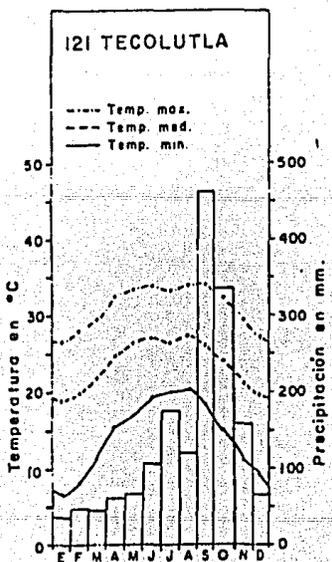
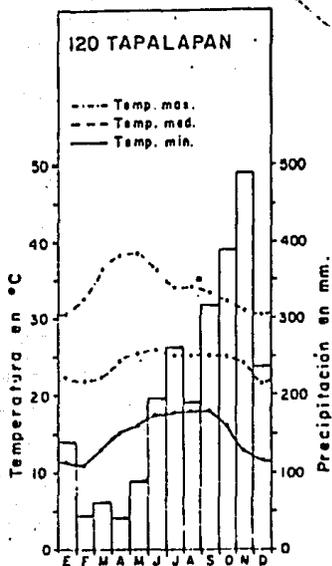
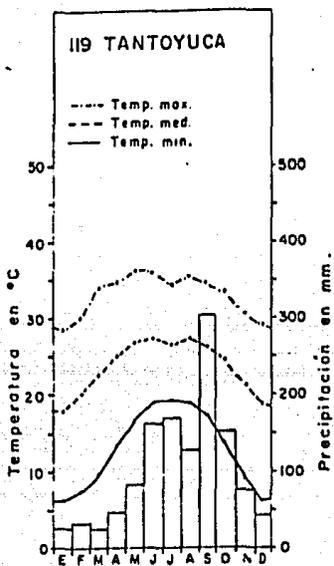


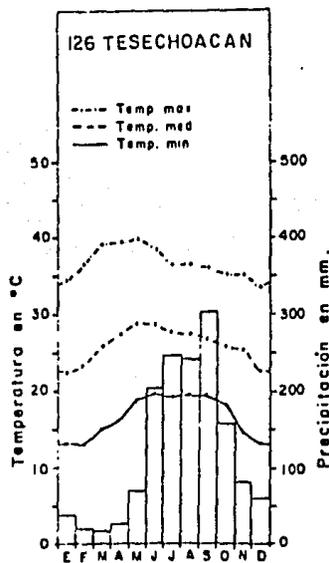
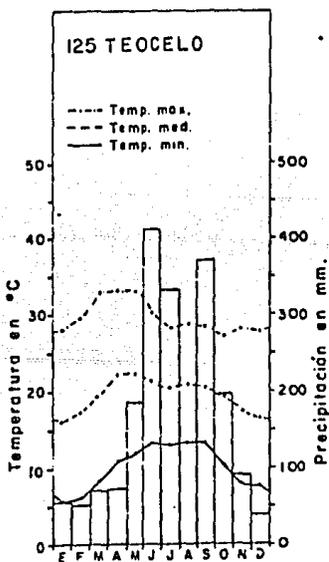
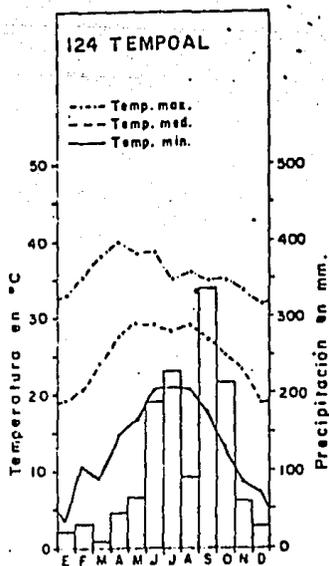
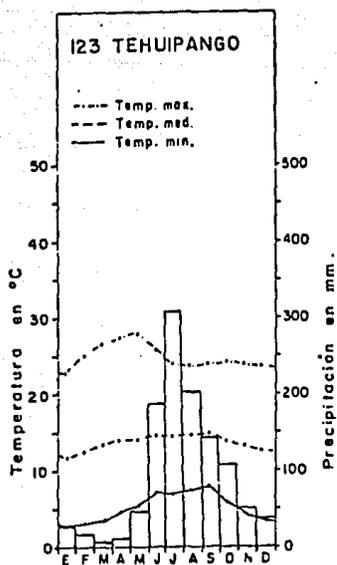


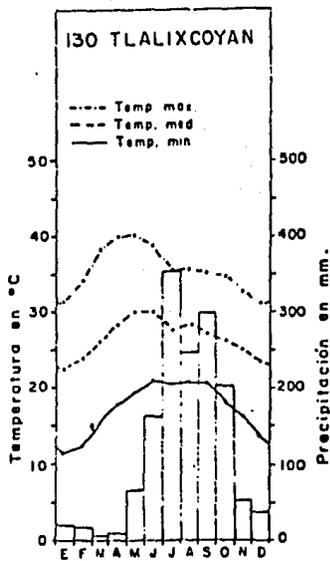
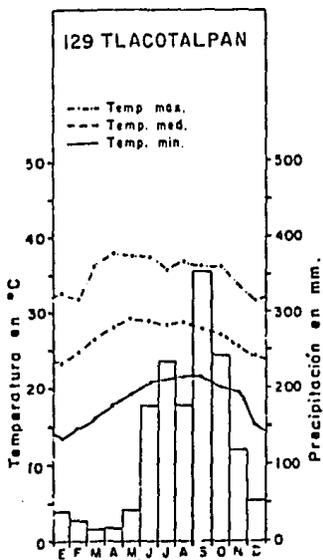
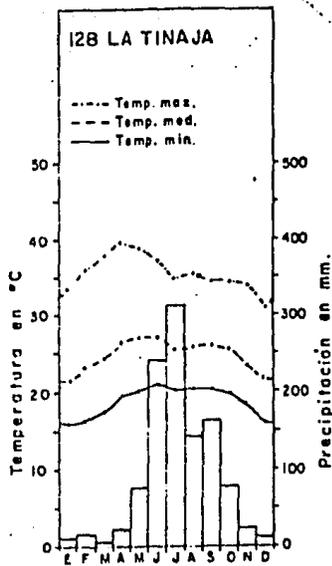
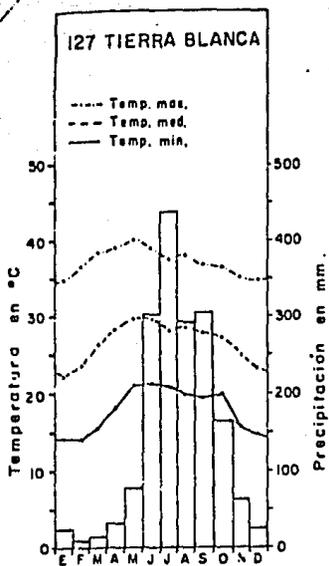


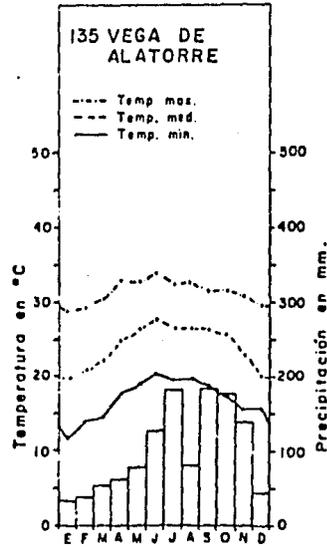
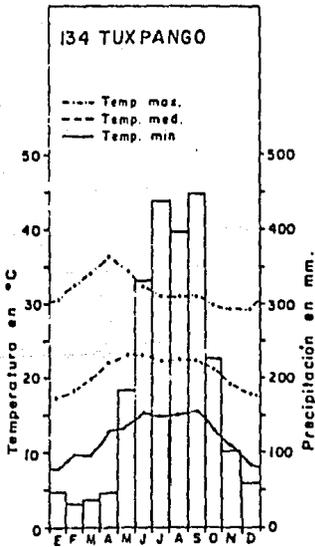
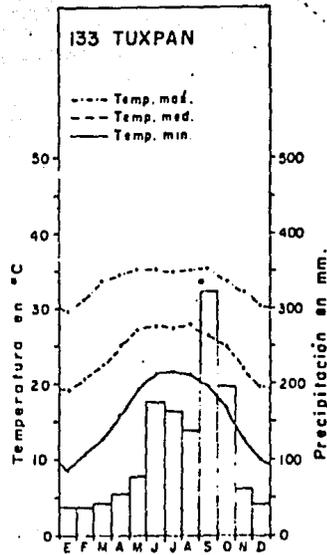
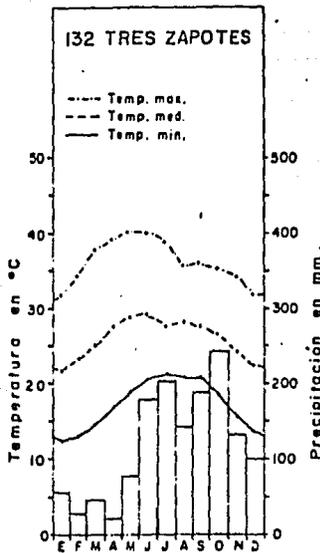


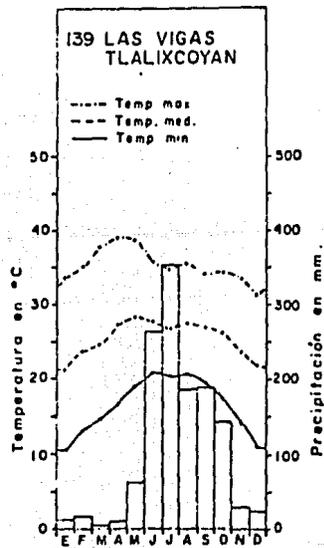
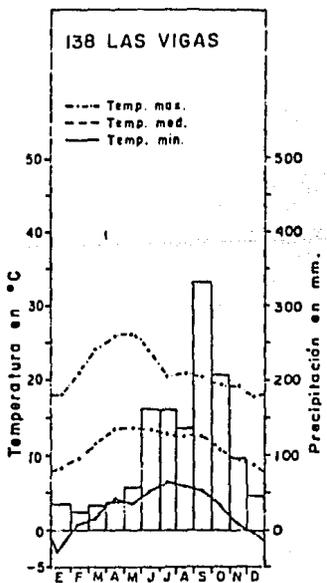
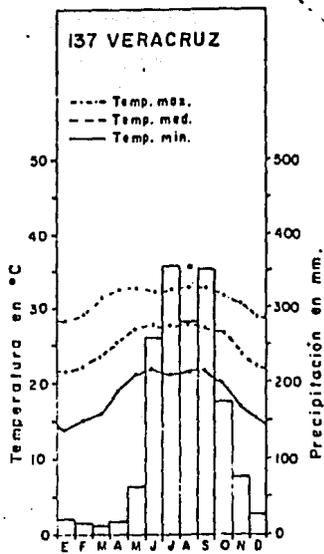
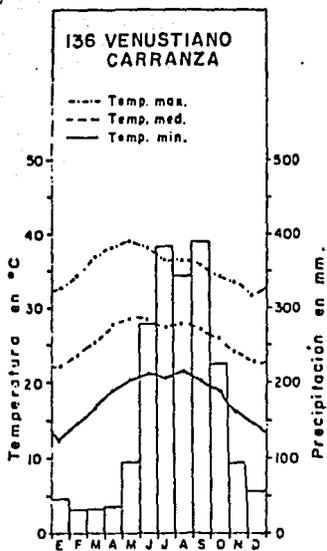


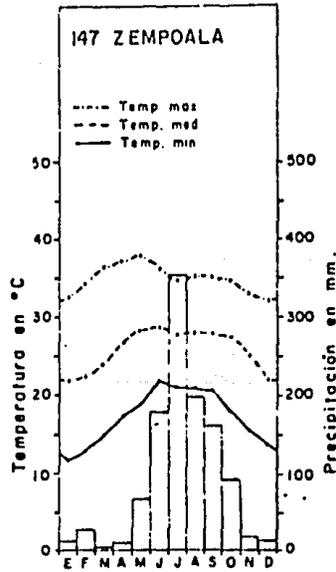
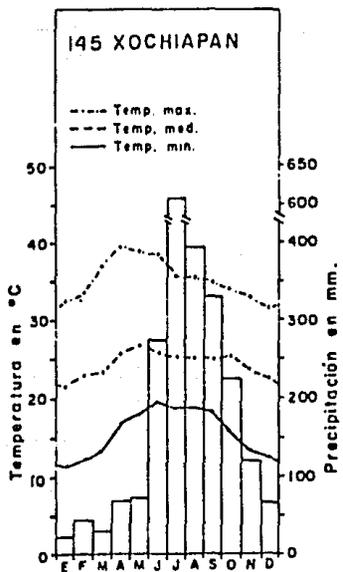
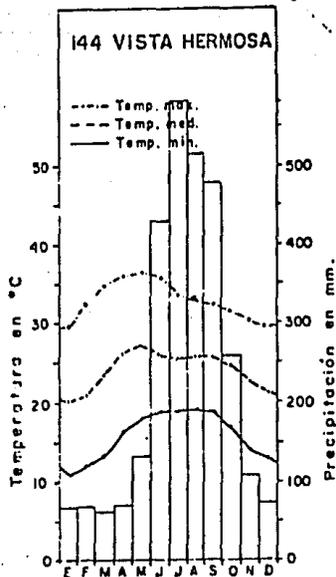
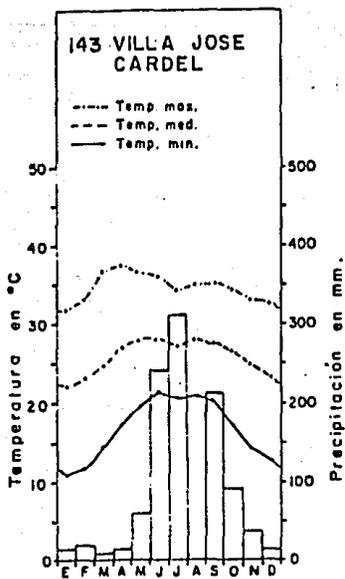


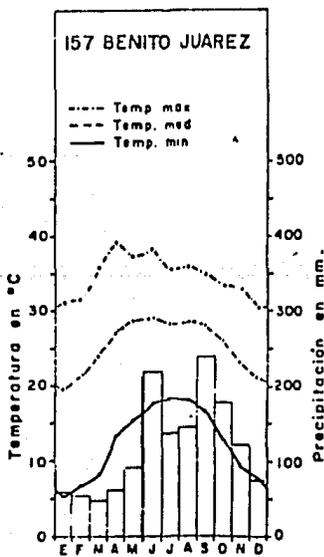
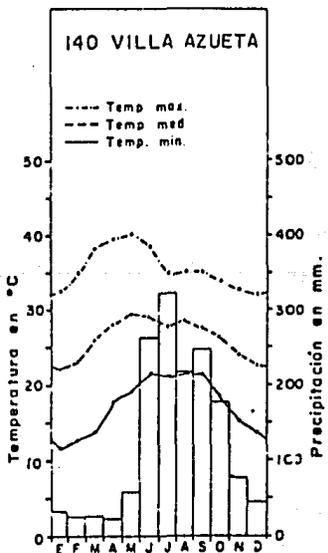
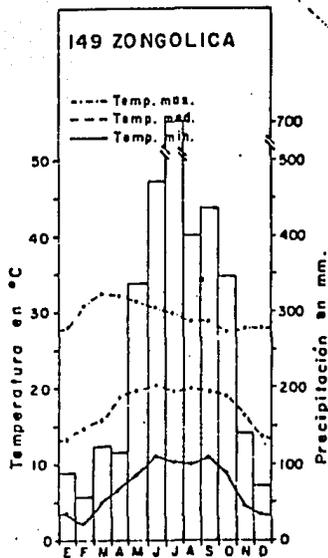
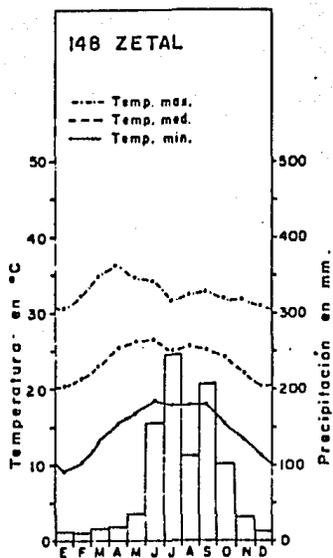


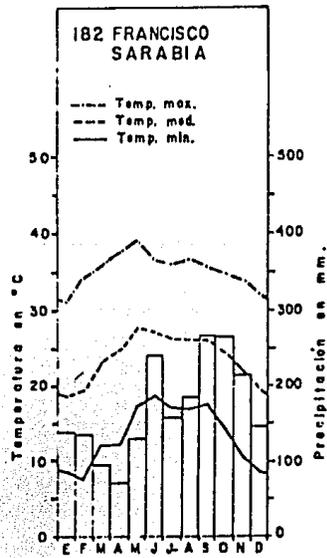
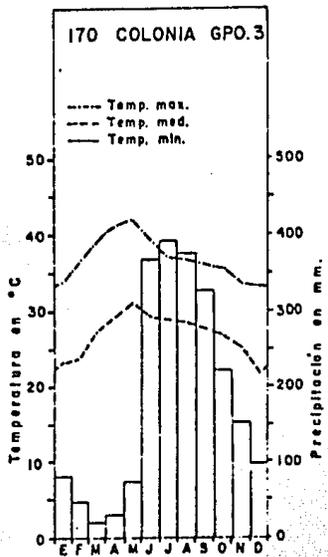
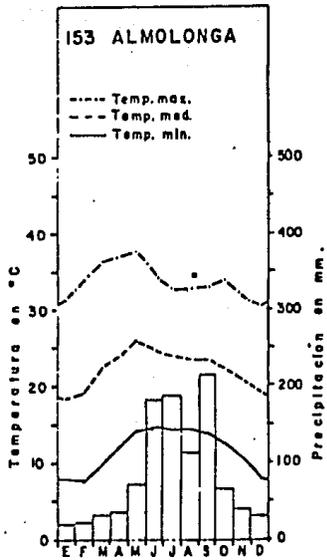
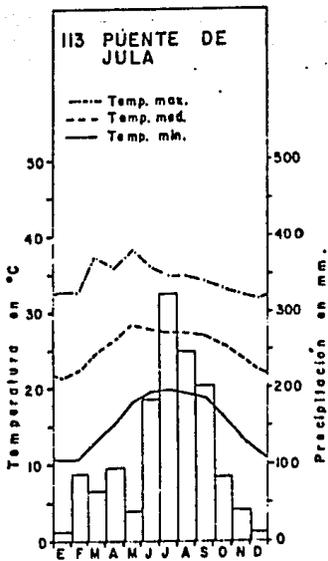


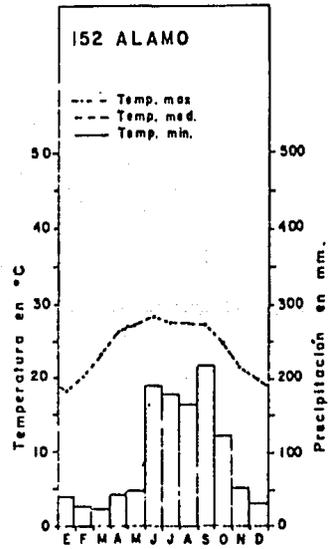
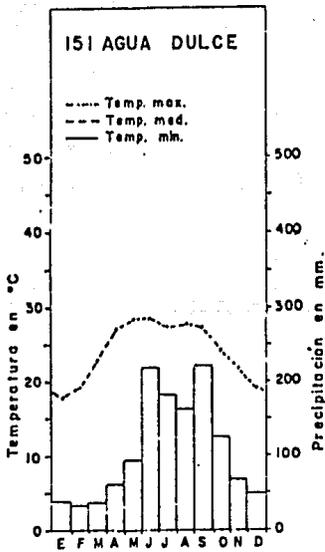
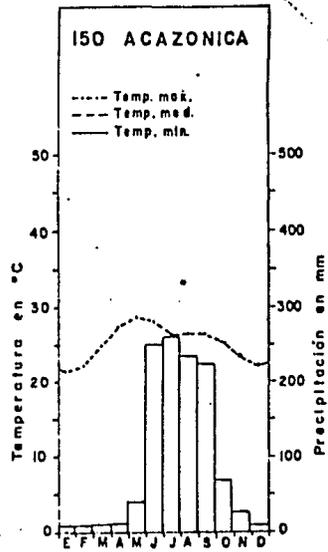
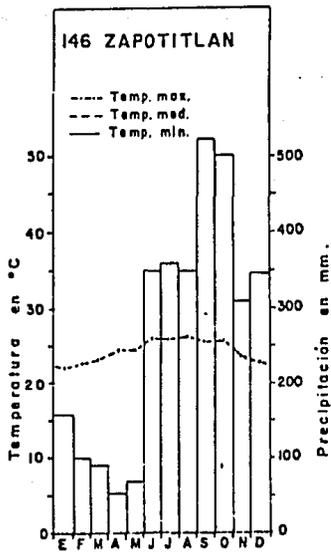


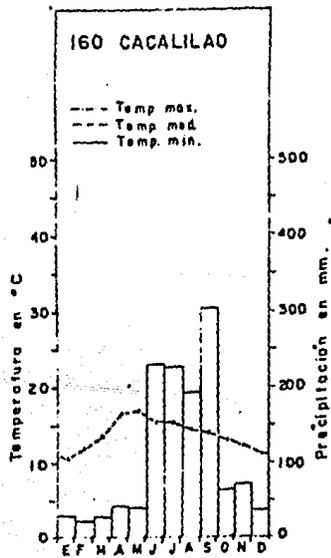
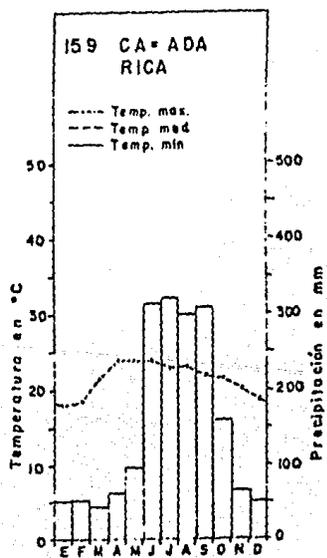
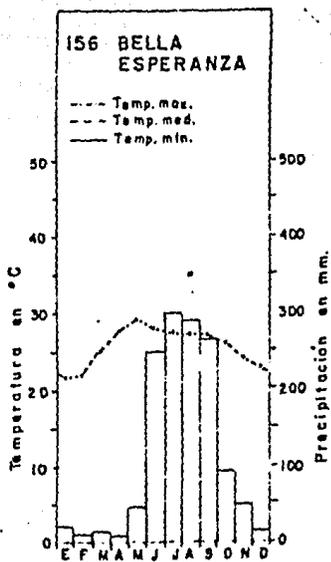
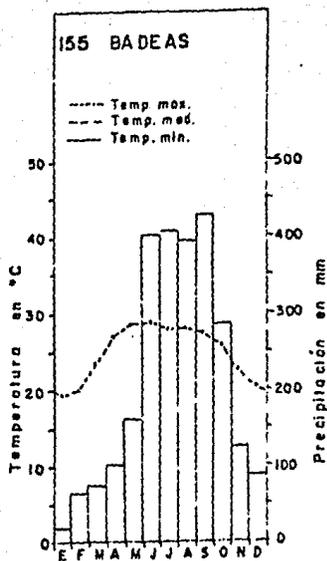


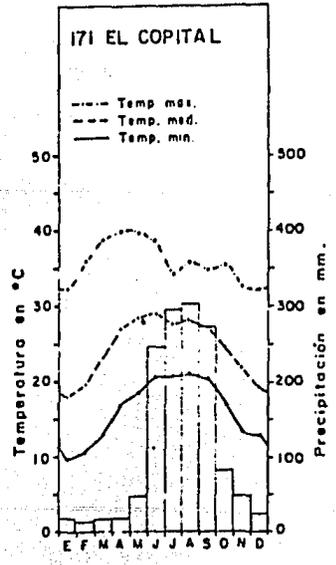
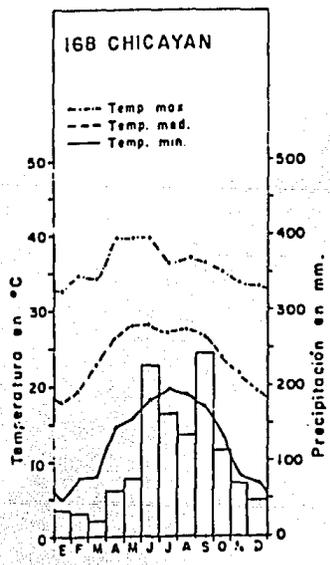
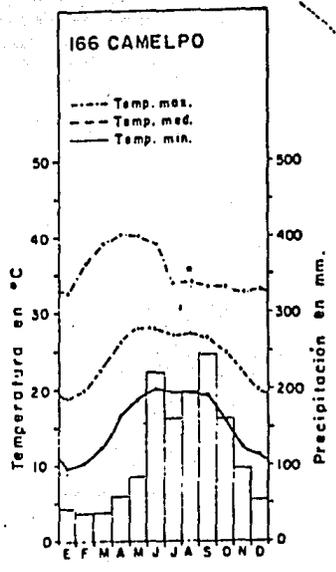
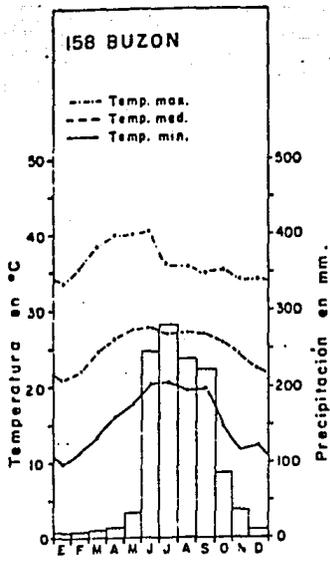


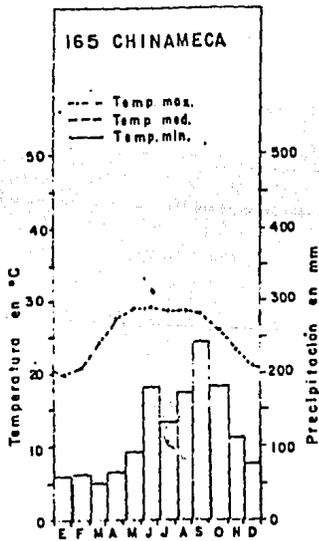
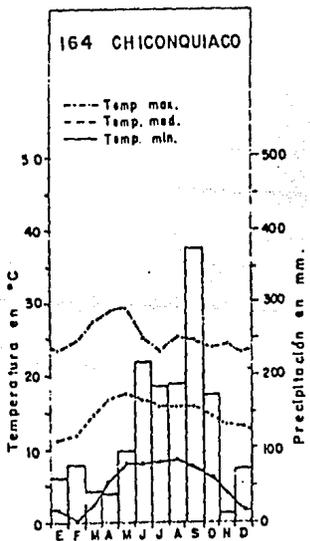
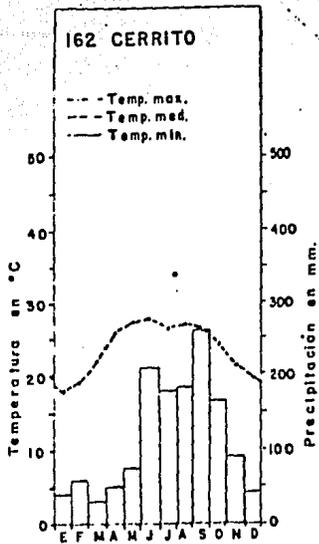
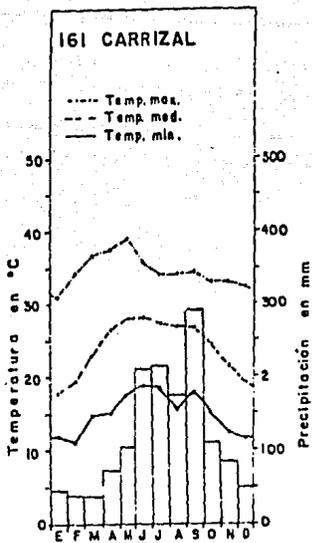


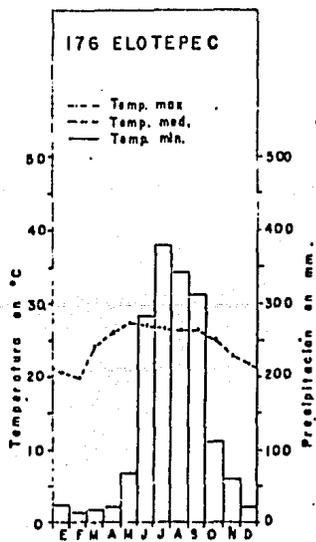
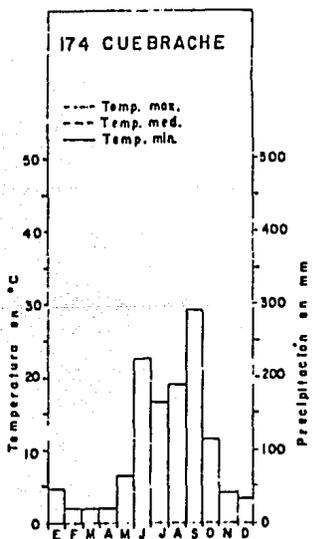
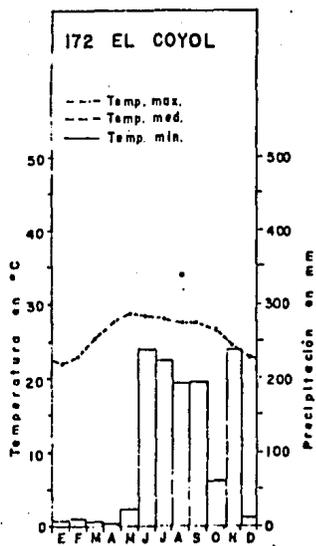
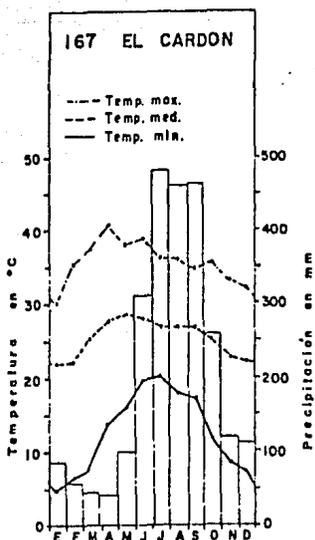


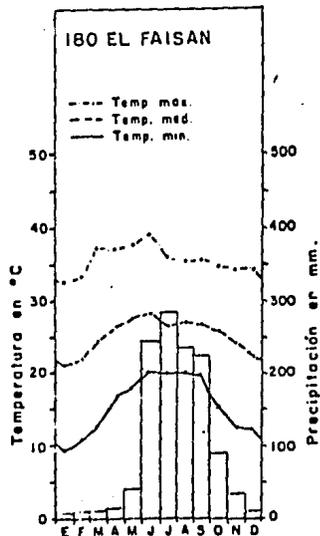
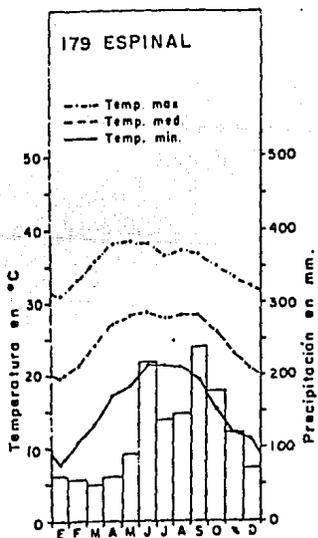
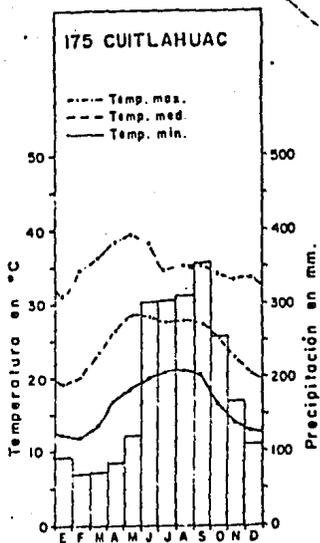
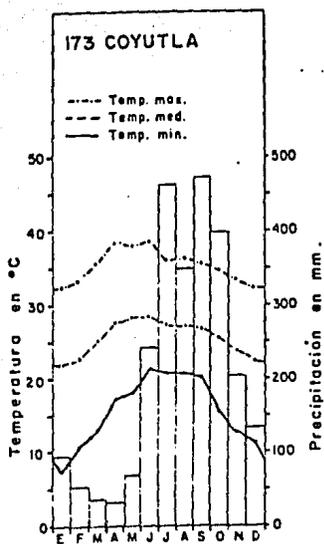


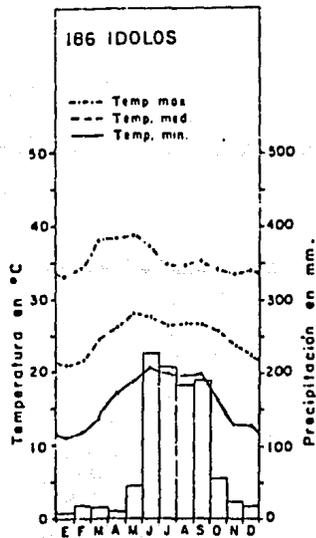
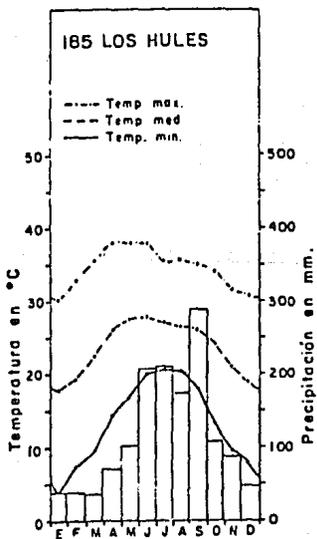
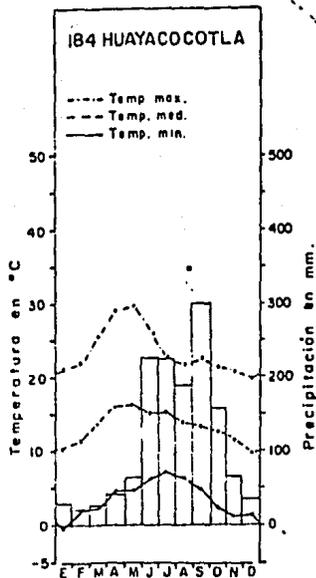
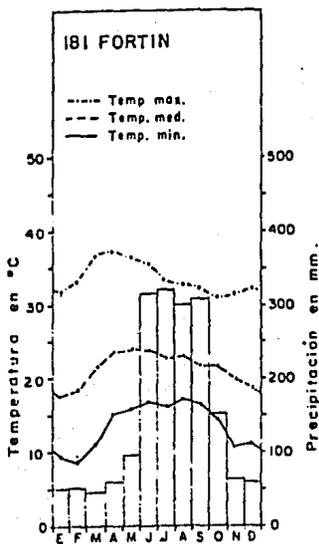


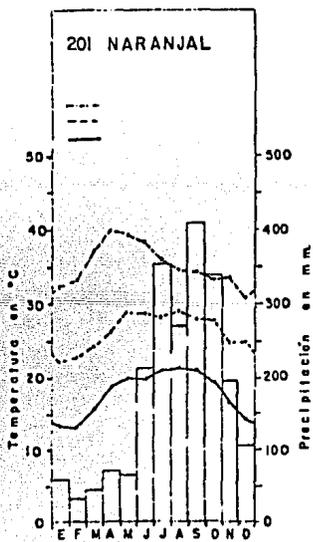
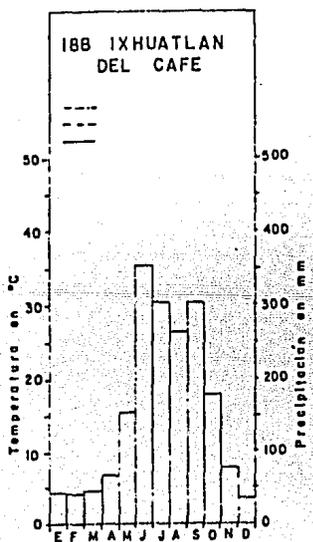
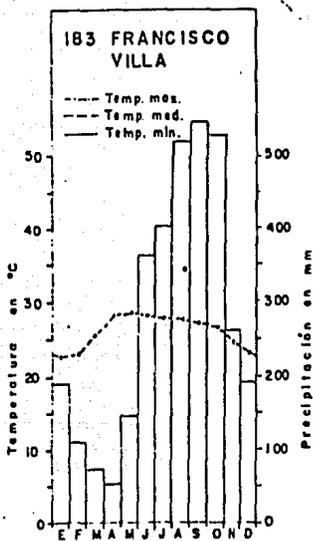
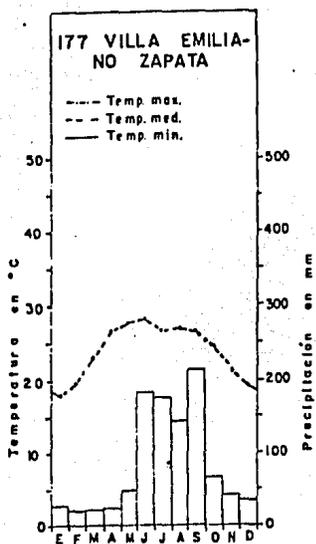


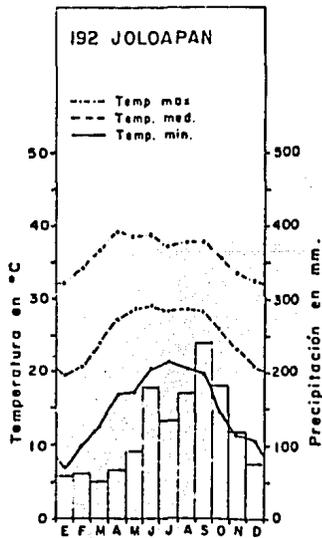
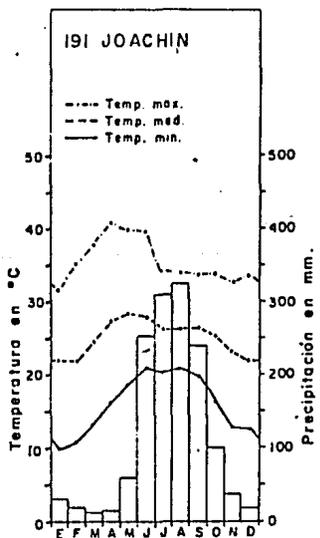
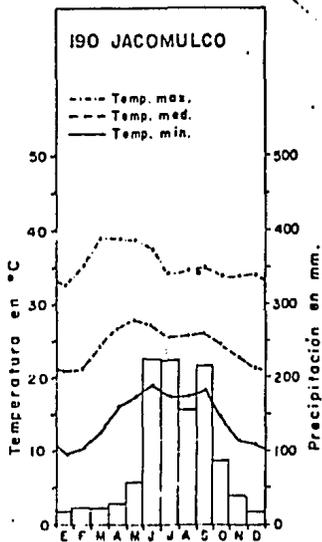
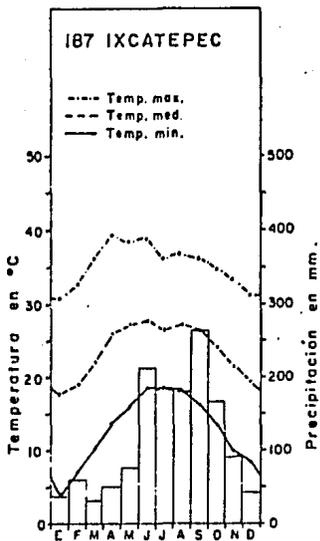












ESTA TESIS NO DEBE SALIR DE LA BIBLIOTECA

