

FACULTAD DE CIENCIAS. UNAM

16  
20

VARIACION CLIMATICA EN EL NORESTE DE MEXICO

TESIS QUE COMO REQUISITO PARA EL GRADO DE MAESTRA EN CIENCIAS  
PRESENTA

BIOL. GABRIELA GOMEZ RODRIGUEZ.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

1979



Universidad Nacional  
Autónoma de México



## **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.

## INDICE

	Pag.
Introducción.	1
Objetivos	6
Antecedentes	7
Justificación	9
Descripción del Área de Estudio	16
Metodología	21
Resultados	30
- Temperatura	30
- Precipitación	42
- Índice de Aridez utilizado en la caracterización del clima	55
- Clima	66
Discusión	79
Conclusiones	85
Bibliografía	87

## LISTADO DE FIGURAS

- Grafica 1. Temperatura en el hemisferio norte en los pasados 100,000 años. pag. 1
- Grafica 2. Variación de la precipitación total anual a lo largo del tiempo, indicando el error probable para la estación Piedras Negras. pag.22
- Grafica 3. Variación de la precipitación total anual a lo largo del tiempo, indicando el error probable para las estaciones Villa Hidalgo y Cadereyta. pag.23
- Grafica 4. Variación de la precipitación total anual a lo largo del tiempo, indicando el error probable para las estaciones Las Enramadas y Granja experimental. pag.24
- Grafica 5. Variación de la precipitación total anual a lo largo del tiempo, indicando el error probable para las estaciones Lampazos y Linares. pag.25
- Grafica 6. Variación de la precipitación total anual a lo largo del tiempo, indicando el error probable para las estaciones Montemorelos y Monterrey. pag.26
- Grafica 7. Variación de la precipitación total anual a lo largo del tiempo, indicando el error probable para las estaciones Burgos y Control. pag.27
- Grafica 8. Variación de la precipitación total anual a lo largo del tiempo, indicando el error probable para las estaciones Villa Mendez y Nuevo Laredo. pag.28

Mapa 1. Mapa de Desertificación.	pag.13
Mapa 2. Probabilidad de sequía.	pag.14
Mapa 3. Estado de desertificación en las regiones cálido-áridas	pag.15
Mapa 4. Localización del área de estudio.	pag.17
Mapa 5. Topografía.	pag.18
Mapa 6. Fisiografía.	pag.19
Mapa 7. Regionalización	pag.31
Mapa 8. Isotermas correspondientes a 1952, con isanómalas positivas entre 0 y 5%.	pag.36
Mapa 9. Isotermas correspondientes a 1958, con isanómalas negativas en la mayor parte del área, valores entre 0 y 5%.	pag.37
Mapa 10. Isotermas correspondientes a 1962, año cálido la zona entre 23 y 24° se extiende por casi toda el área, con isanómalas entre 0 y 10%.	pag.38
Mapa 11. Isotermas correspondientes a 1967. Gran variación de temperatura en el área, isanómalas alrededor de cero.	pag.39
Mapa 12. Isotermas correspondientes a 1982. La temperatura varía paralelamente a la costa. Isanómalas alrededor de cero.	pag.40
Mapa 13. Isotermas medias anuales para el periodo 1921-1983.	pag.41
Mapa 14. Isoyetas correspondientes a 1952. Año muy seco, precipitaciones de 200 a 800mm. Isanómalas de cero a -25% al sur, al centro entre -25 y -50% y al norte entre -50 y -75%.	pag.48

- Mapa 15. Isoyetas correspondientes a 1958. Año muy húmedo, precipitaciones desde 600 a 1,200mm. Al sur es húmedo y al norte es extrahúmedo. pag.49
- Mapa 16. Isoyetas correspondientes a 1962. Año seco, con precipitaciones desde 200 a 800mm, isanómalas de -25 a -50%. pag.50
- Mapa 17. Isoyetas correspondientes a 1967. Año con gran variación, desde normal al N con isanómalas alrededor de cero hasta el S de la Sierra del oeste con isanómalas del 75%. pag.51
- Mapa 18. Isoyetas correspondientes a 1982. Año seco con isanómalas de cero a -50% y precipitaciones de 200 a 700mm.pag.52
- Mapa 19. Precipitación media anual para el periodo 1921-1983. pag.53
- Mapa 20. Índice de Lang ( $I=P/T$ ) correspondiente al año 1952.pag.60
- Mapa 21. Índice de Lang ( $I=P/T$ ) correspondiente al año 1958.pag.61
- Mapa 22. Índice de Lang ( $I=P/T$ ) correspondiente al año 1962.pag.62
- Mapa 23. Índice de Lang ( $I=P/T$ ) correspondiente al año 1967.pag.63
- Mapa 24. Índice de Lang ( $I=P/T$ ) correspondiente al año 1982.pag.64
- Mapa 25. Índice de Lang ( $I=P/T$ ) correspondiente al periodo 1921-1983. pag.65
- Mapa 26. Climas correspondientes al año 1952. pag.72
- Mapa 27. Climas correspondientes al año 1958. pag.73
- Mapa 28. Climas correspondientes al año 1962. pag.74
- Mapa 29. Climas correspondientes al año 1967. pag.75
- Mapa 30. Climas correspondientes al año 1982. pag.76
- Mapa 31. Climas correspondientes al periodo 1921-1983. pag.77

Mapa 32. Variación del límite de la zona árida en los años estudiados pag.78

Mapa 33. Erosión y vegetación secundaria. pag.84

Cuadro 1. Descripción de las condiciones de temperatura por región para los años estudiados. pag.33-35

Cuadro 2. Descripción de las condiciones de precipitación por región para los años estudiados. pag.45-48

Cuadro 3. Porcentajes de precipitación respecto a la total anual en septiembre y octubre de 1967 para Coahuila (05) y Tamaulipas (28). pag.54

Cuadro 4. Descripción de las condiciones de aridez (Índice de Lang) por región para los años estudiados. pag.57-59

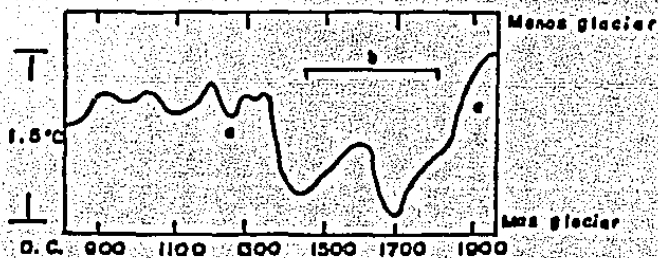
Cuadro 5. Descripción de las condiciones climáticas por región para los años estudiados. pag.69-71

## INTRODUCCION

La pregunta ¿es posible que el hombre altere el clima de la tierra? ha sido motivo de gran variedad de especulaciones por los más diversos autores.

El clima ha variado a lo largo de las eras geológicas, las glaciaciones son el ejemplo más claro de esto. En los pasados 700,000 años se han presentado siete glaciaciones, cada una alternada con un periodo calido interglaciario completando ciclos de 100 000 años. Cada periodo interglaciario ha durado, en promedio, entre ocho mil y 12 mil años, mientras que el cambio de un periodo interglaciario a uno glaciario es relativamente abrupto; según Bryson (1977) puede tomar menos de un siglo.

Lamb (1969, en Bryson, *op. cit.*) hace una comparación entre el clima de los últimos 100 000 años (gráfica 1) con el clima actual, pudiéndose apreciar que aunque éste es considerado como "normal", está mucho de serlo. Más aún, comparado con el clima del último millón de años resulta más anormal. De hecho Bryson (*op. cit.*) menciona que el planeta está en un periodo interglaciario que ha durado ya 10 600 años. No obstante, el conocimiento de las fluctuaciones climáticas no es tan preciso como para decirnos si vendrá un cambio en los próximos años, ni que tan intensos podrían ser.



Gráfica 1. Temperatura en el hemisferio norte en los pasados 100,000 años. a) enfriamiento de Mill Creek. b) pequeña glaciación. c) calentamiento del siglo XX (basada en Lang, 1969).



Para explicar estos cambios se han formulado diversas teorías. como la de Milankovitch (1930, en Bryson, 1974), según la cual el factor clave es la cantidad de luz solar recibida en las altas latitudes del hemisferio norte en verano. Esta cantidad varía debido a que la inclinación del eje de rotación de la tierra, actualmente de  $23^{\circ} 27'$  respecto a la normal del plano de la órbita, no ha sido la misma a través del tiempo, ya que ha tenido variaciones cíclicas de 40 000 años. El cambio paulatino de inclinación ocasiona que cada año la primavera llegue con unas horas de anticipación y determina si el perihelio (cuando la Tierra está más cerca del sol) ocurre durante el verano boreal o austral (Bryson, op. cit.). Además, la órbita de la Tierra ha variado de forma, desde elíptica hasta casi circular, por lo que la distancia al sol también ha sufrido modificaciones (Gribbin, 1982). Un factor más que considerar en las variaciones climáticas del pasado, es la deriva continental, ya que los cambios en la distribución de los continentes pudieron cambiar los patrones de circulación oceánica y atmosférica (Schneider, 1987).

Otros autores incluyen como fuente de variación climática las modificaciones en la cantidad de energía solar que llega a la tierra, como en el caso de las manchas solares (García y Vidal, 1982). En este sentido el cambio en la cantidad de energía solar que la tierra refleja (albedo) también modifica la temperatura (Bryson, op. cit.).

Se ha especulado mucho sobre las variaciones climáticas desde la aparición del hombre sobre la tierra. Sagan (1983) dice que la influencia del hombre sobre el clima empieza hace miles de años,

cuando el hombre descubre el fuego y provoca incendios con diversas fines. Budyko (1972) menciona que la deforestación para la siembra y la irrigación de zonas áridas provocan cambios en el clima local.

Existen, además, teorías que explican la desaparición de culturas antiguas por cambios antropogénicos. Bryson (1967) sugiere que la decadencia de la cultura que habitaba el desierto de Rajputana 2 500 años antes de Cristo, pudo ser ayudada por una sequía, que provocó, junto con el sobrepastoreo, una cantidad importante de polvo en la atmósfera lo que impidió que el aire se calentara y ascendiera. La estabilidad del aire provocó más sequía y más polvo, transformando en desierto lo que antes era tierra fértil.

Pero no es sino hasta este siglo, cuando los efectos de la industrialización sobre la naturaleza son más drásticos, y el hombre empieza a especular hasta qué grado sus actividades pueden modificar el clima.

Se ha dicho que la producción y consumo de energía puede aumentar la temperatura (Budyko, 1972). Asimismo el "efecto de invernadero" provocado por el bióxido de carbono puede aumentar la temperatura hasta en  $0.5^{\circ}\text{C}$  hacia el final del siglo (Budyko, op.cit). Los cambios en el albedo debido a la deforestación son otro factor que produce cambios en el clima (Otterman, 1974), aunque sus efectos aún no se han demostrado (Jackson e Idso, 1975). De la misma forma que Bryson (op. cit.) propone para el Desierto de Rajputana, cualquier contaminante que circule en la atmósfera puede alterar la temperatura y la precipitación en todo

el mundo.

En México hay interés por estudiar las alteraciones antropogénicas del clima, pero en algunas ocasiones la variabilidad característica del clima se ha prestado a especulaciones amarillistas. Vivó (1978) atribuye al proyecto Stormfury del gobierno de E.U. la responsabilidad por la falta de huracanes (y por tanto bajas precipitaciones) en las costas del Golfo de México. Según este autor, se habían pronosticado intensas precipitaciones ciclónicas y de la categoría de evento seguro a lo que únicamente es una probabilidad alta.

Por otra parte para Lamb (1977), el efecto del hombre en el clima no es significativo más que a nivel local y es mucho menos importante en comparación con la magnitud de las fluctuaciones naturales.

En la actualidad la predicción del tiempo es aún muy difícil debido a lo complejo y variable de sus causas que hacen casi imposible que cualquier modelo climático teórico se adapte a la realidad. Entre estas causas se puede mencionar la variación en el vórtice circumpolar; cuando éste es intenso (índice zonal alto) tiene ondulaciones (vaguadas y crestas) poco pronunciadas y las zonas de alta presión se encuentran más al norte permitiendo que la humedad llegue a latitudes más altas. Por el contrario, cuando el vórtice es débil, la corriente de los vientos del oeste corre lentamente y oscila más. Esto provoca que las zonas de baja presión se alarguen hacia el sur e impidan la penetración de humedad (Gribbin, 1982). Las variaciones en la temperatura del mar son otro factor a considerar. Recientemente Mosiño y Morales

(1988) han demostrado que existe una fuerte correlación negativa entre la corriente del Niño (cálida) y la presencia de lluvias en la Ciudad de México; cuando el "Niño" es moderado las lluvias en Tacubaya son intensas y viceversa.

Todas las variables antes mencionadas, tanto las que provocan cambios en el tiempo como en el clima, no son aún bien comprendidas, por lo que es imposible predecir estos cambios y decir de qué forma afectarán las actividades humanas al clima global de la Tierra.

## OBJETIVOS

1) Realizar un estudio de la variación climática en una zona semiárida de México localizada de los 24° a los 31° de latitud norte y de los 97° a los 103°, perteneciente en su mayor parte a la Llanura Costera Tamaulipeca.

2) Analizar los efectos que a mediano y largo plazo pueda tener esta variación en actividades agrícolas, pecuarias y forestales.

## ANTECEDENTES

En México se han realizado estudios científicos sobre el tema de la variación climáticas, como el trabajo de García (1974) sobre las situaciones climáticas durante el auge y la caída de la cultura Teotihuacana que nos pudieran explicar, en parte, su desaparición. A falta de registros climáticos del área en esa época se utilizaron datos de precipitación en este siglo y se correlacionaron los del área de estudio con los de ciudades en Europa y Africa que están bajo la influencia de la celda de alta presión Bermuda-Azores. Una vez establecida la correlación entre lo que ocurre en México cuando hay sequía en otras partes, se buscó en los registros históricos evidencias de fluctuaciones climáticas. Es así como se concluyó que durante su auge hubo un periodo húmedo y la decadencia pudo ser, en parte, a causa de una intensa sequía ya que el área se encuentra cercana al límite entre climas áridos y subhúmedos.

Como Bryson (1977) acertadamente dice, la variación climática es segura, aunque puede presentarse de diferente forma. Conrad (1941; citado en Mosiño y García, 1981) muestra que las zonas áridas tienen una gran variación en su precipitación de un año a otro, y que esta variabilidad es casi inversamente proporcional a la cantidad total de precipitación (entre más seca es un área, más varía su precipitación). Asimismo Mosiño y García (op. cit.) mencionan que entre más seca es un área, la probabilidad de que la precipitación media o más se presente es más baja. Por esto la media es una medida pobre para caracterizar las zonas áridas, por lo que el uso de la moda (valor más

frecuente) es más representativa. Es debido a esto último que en México García et.al. (1973) usaron los parámetros de la distribución Gamma (ver Mosiño y García, 1981) para adaptar curvas de probabilidad de precipitación para 1 400 estaciones, mostrando que la media es una medida inadecuada en casi toda la República Mexicana.

Por otra parte, García y Vidal (1981) realizaron un estudio de la tendencia de la precipitación en la parte central de México en los últimos cincuenta años. En este utilizaron análisis armónico (basado en series de senos y cosenos) para encontrar periodos de máximos y mínimos de precipitación (esto no significa que no haya años secos en periodos considerados como húmedos). Se sacaron tres gráficas tipo en las cuales se muestran decrementos en la precipitación desde los años 30's hasta principios de los 50's, un incremento de los 50's a los 70's y un nuevo decremento hasta 1976. Además se muestra una similitud entre armónicas y la gráfica de turbidez de la atmósfera del hemisferio norte (Bryson y Goldman, 1980; citado en García y Vidal, 1981). Esto último puede significar que la precipitación dependa de la turbidez, o que la turbidez y la precipitación dependan del o de los mismos factores.

## JUSTIFICACION

La variación climática no sólo es un problema climático interesante, sino que también constituye un problema ecológico y socio-económico de gran envergadura.

En condiciones naturales las fluctuaciones climáticas (como sequías o lluvias torrenciales) provocan perturbaciones sobre las comunidades en las que inciden. Esta perturbación debe de ser entendida como el "daño, muerte o desplazamiento de uno o más individuos que directa o indirectamente crea la oportunidad de que nuevos individuos se establezcan" (Sousa, 1984). Sin embargo dichas perturbaciones no provocan un cambio a largo plazo en la productividad del ecosistema.

En contraste, la variación climática sobre zonas sometidas a explotación humana (que es una perturbación sostenida sobre el ecosistema) trae por consiguiente un cambio en éste (Dregne, 1977). El sobrepastoreo y la agricultura aunados a una severa sequía provocan una profunda perturbación del ecosistema y su productividad potencial baja drásticamente (Medellín-Leal, 1978). Este proceso se denomina Desertificación (Medellín-Leal, *op. cit.*; Mabbut 1977; Anaya-Garduño, 1977).

Para Hare (1977) el cambio inmediato y obvio es debido a la alteración del microclima superficial resultado del mal uso de la tierra por el hombre, lo que afecta la permeabilidad de la tierra, la reflectividad de la radiación solar y la capacidad de almacenamiento de agua. La desertificación en sí es un cambio climático en su sentido vital. Aunque este proceso es inicialmente local, se repite en innumerables lugares abarcando grandes extensiones, lo que puede iniciar un proceso de retroalimentación que pudiera afectar el clima global.



Es importante destacar la diferencia entre el fenómeno de desertificación y la desertización. Ambos incluyen una baja en la producción, pero en el primero concurren la acción de sequías periódicas, intensificada por el impacto del uso que el hombre hace de las tierras. La desertización, en cambio, se refiere al acrecentamiento de los desiertos por causas naturales, principalmente por cambios climáticos a muy largo plazo (Medellin-Leal, 1978).

La desertificación no va forzosamente ligada en su geografía a una zona árida sino que puede presentarse en todos los sistemas ecológicos (Medellin-Leal, *op cit.*). Sin embargo las zonas de mayor riesgo o francamente en proceso de desertificación son aquellas que generalmente, por su posición geográfica, se encuentran asociadas o rodeando a los desiertos verdaderos.

Por otra parte, el albedo, definido como la relación entre la cantidad de radiación solar reflejada por un cuerpo y la cantidad de radiación incidente sobre él (Sagan, et. al., 1979), ha sido ampliamente utilizado como indicador de desertificación (Jackson et.al., 1975, De la Torre et.al., 1985).

Otterman (1974) propuso que la desertificación en regiones de baja precipitación puede deberse a un incremento en el albedo superficial causado por la remoción de la vegetación por sobrepastoreo. El incluso propone que cuando suelos con albedo alto son desnudados, el incremento resultante en el albedo superficial causa una baja en las temperaturas superficiales, lo cual a su vez puede reducir el incremento de calor a la atmósfera baja. Esta "depresión térmica" puede, teóricamente, producir un decremento en la elevación de aire necesario para la formación de nubes y precipitación y por tanto, producir una desertificación

climática regional.

Un ejemplo dramático de este fenómeno se presentó en el Sahel (franja semiárida al sur del Sahara), donde se presentaron marcadas sequías de 1965 a 1975 y de 1982 a 1986, lo cual aunado al sobrepastoreo, la deforestación y la profunda pobreza de sus habitantes ha producido una hambruna que persiste aún en tiempos más favorables desde el punto de vista climático.

Este problema llamó la atención de todo el mundo, por lo que se convocó a la Conferencia de las Naciones Unidas sobre la Desertificación (Nairobi, Kenia, 1977).

A nivel mundial han habido diversos intentos de cuantificar y cartografiar las zonas con problemas de desertificación. Según Sagan et al. (1983) la mitad de la extensión de los desiertos (excluyendo a los de piedra, arena y polares) sufre de desertificación. Así mismo, diversos autores asistentes a la conferencia antes mencionada realizaron cuantificaciones generales sobre la superficie sujeta a desertificación; los mapas 1, 2 y 3 se refieren a México.

Para Norteamérica Dregne (1977) ha calculado que 285 millones de hectáreas, o sea el 36.8% de las zonas secas continentales han sufrido de desertificación.

En México el problema también es grave; por una parte se calcula que aproximadamente se pierden 100 mil hectáreas por año debido a desertificación, y por otra tenemos que un 60.5% de la población se asienta en el Eje Neovolcánico, que representa solo un 18% del territorio Nacional (Medellín-Leal, 1978).

Por todo lo indicado anteriormente, es claro que un sistema interesante de ser analizado para los objetivos del trabajo, será aquél que: 1) presente un clima semiárido según el sistema de

Köppen modificado por García (Bs<sub>0</sub>, o Bs<sub>1</sub>) principalmente, ya que se ha mostrado que son regiones con gran variación climática y son altamente susceptibles de desertificación; 2) que tenga una presión humana considerable y 3) que sea una zona geográfica bien definida donde los fenómenos meteorológicos que la afecten sean los mismos y por tanto sean comparables los resultados obtenidos.

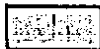
Es así que se escogió la zona NE de la República Mexicana, que pertenece casi en su totalidad a la Planicie Costera Nororiental; su clima oscila de subhúmedo (Aw<sub>0</sub> o Cw<sub>0</sub>) a árido (BS<sub>0</sub>); en ella existen asentamientos humanos importantes (como Monterrey, Matamoros y Reynosa) así como zonas muy poco habitadas y la actividad ganadera es de gran importancia.

## RIESGO DE DESERTIFICACION

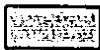
MUY ELEVADO.....



ELEVADO.....



MODERADO.....



## VULNERABILIDAD DE LA TIERRA

SUPERFICIES PEDREGOSAS O ROCOSAS SUJETAS A ARRASAMIENTO POR DEFLACION O LAVAJE LAMINAR. LA EROSION EXTREMA DA LUGAR A LA FORMACION DE PAVIMENTOS PEDREGOSOS Y AL AFLORAMIENTO DE CAPAS DURAS O ROCAS..... R

SUPERFICIES ALUVIALES O RESIDUALES SUJETAS A ARRASAMIENTO DE LA TIERRA VEGETAL Y A ESCORRENTIA ACELERADA, EROSION EN CARCAVA EN LAS PENDIENTES Y/O EROSION LAMINAR O DEPOSICION EN LAS TIERRAS LLANAS..... V

SUPERFICIES SUJETAS A SALINIZACION Y ALCALINIZACION..... S

## PRESION HUMANA Y ANIMAL

PRESION HUMANA (INCLUIDA MECANIZACION)..... H

PRESION ANIMAL..... A

## ZONAS BIOCLIMATICAS

HIPERARIDA.....



ARIDA.....



SEMIARIDA.....



SUBHUMEDA.....



ESCALA 1:26 000 000

## MAPA DE DESERTIFICACION

(ONU, A/CONF. 74/2)

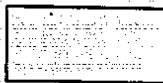
MAPA No 1

# PROBABILIDAD DE SEQUIA

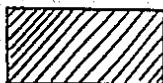
(ONU A/CONF. 74/31)

## LEYENDA

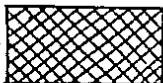
CONDICIONES HUMEDAS CONSTANTES.  
SEQUIA IMPROBABLE



SEQUIA RELATIVAMENTE FRECUENTE  
10-25 %.



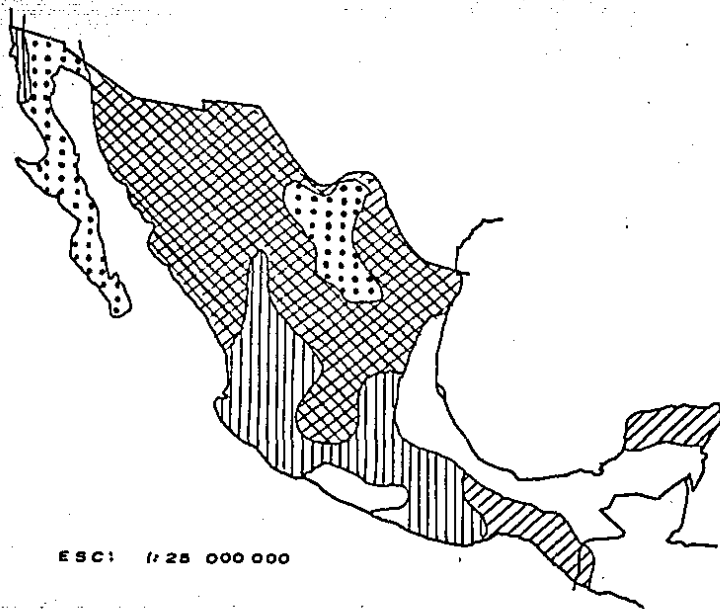
SEQUIA MUY FRECUENTE  
50-75 %.



ABSOLUTA DOMINANCIA DE PROBA-  
BILIDAD DE SEQUIA - 100 %.



ESTEPAS MONTANOSAS, BOSQUES XERO-  
FITICOS ABIERTOS, CHAPARRALES Y  
SABANAS CON PROBABILIDAD DE SEQUIA  
DE MAS DEL 80 %.

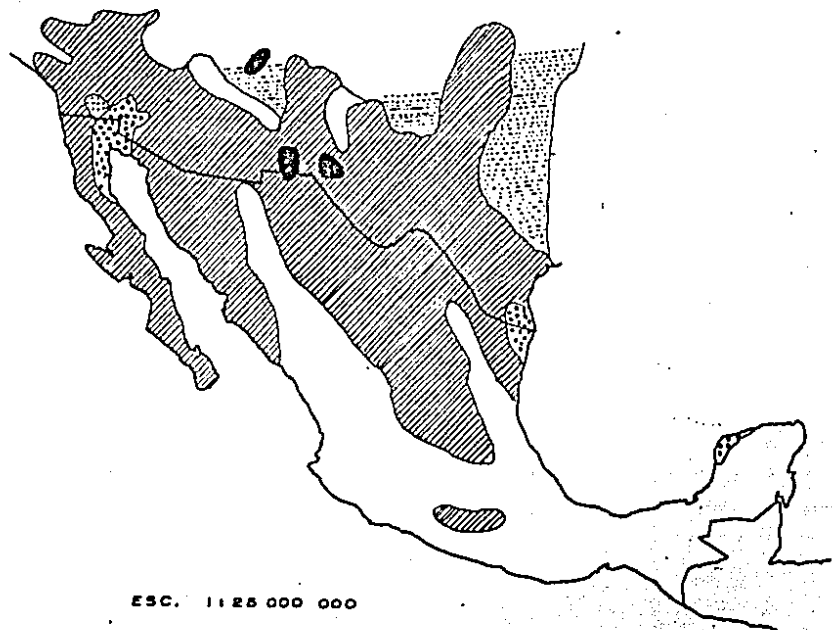
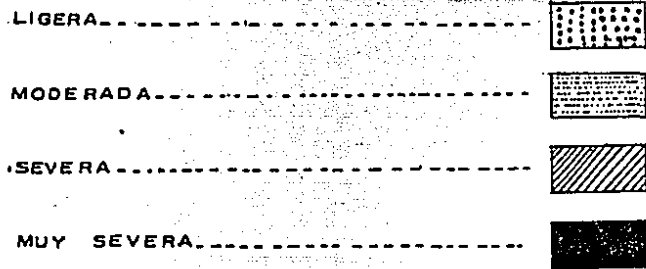


ESC: 1:25 000 000

# ESTADO DE DESERTIFICACION EN LAS REGIONES CALIDO-ARIDAS

ONU (A/CONF/74/31)

## LEYENDA



## DESCRIPCION DEL AREA DE ESTUDIO

Para este trabajo se seleccionó un área en el noreste de México, que se encuentra ubicada de los 24° a los 31° de latitud norte y de los 97° a los 103° de longitud oeste (ver mapa 4).

El área abarca altitudes desde el nivel del mar en las costas hasta 2 000 msnm en las cumbres de las sierras (mapa 5).

Fisiográficamente pertenece, en su mayor parte, a la Provincia de la Llanura Costera del Golfo de México. Una pequeña zona al norte pertenece a las Grandes Llanuras de Norteamérica y algunas elevaciones al norte que pertenecen a la Provincia de la Sierra Madre Oriental (mapa 6).

En cuanto a climas se encuentra, según la Regionalización de los Climas de México (García et al, 1983) a la Región Noreste.

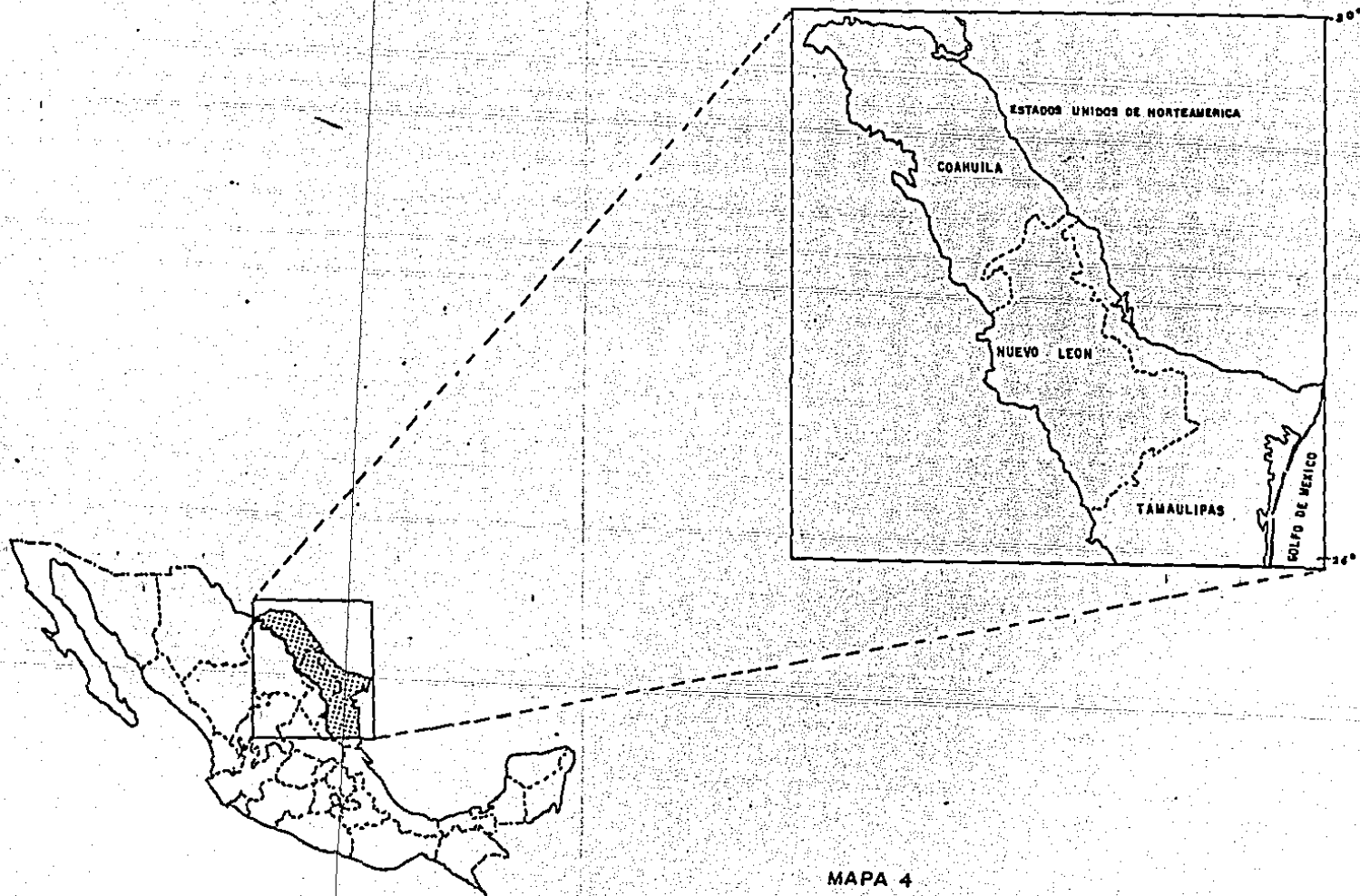
La vegetación en el área, a excepción de las partes más elevadas, se encuentra formada por una serie de comunidades de tipo arbustivo, típicas de zonas áridas y semiáridas que Rzedowski (1976) agrupa como matorral xerófilo.

Según la carta de vegetación y uso del suelo 1:1 000 000 de INEGI (SFP, 1980) se encuentran los siguientes tipos de vegetación:

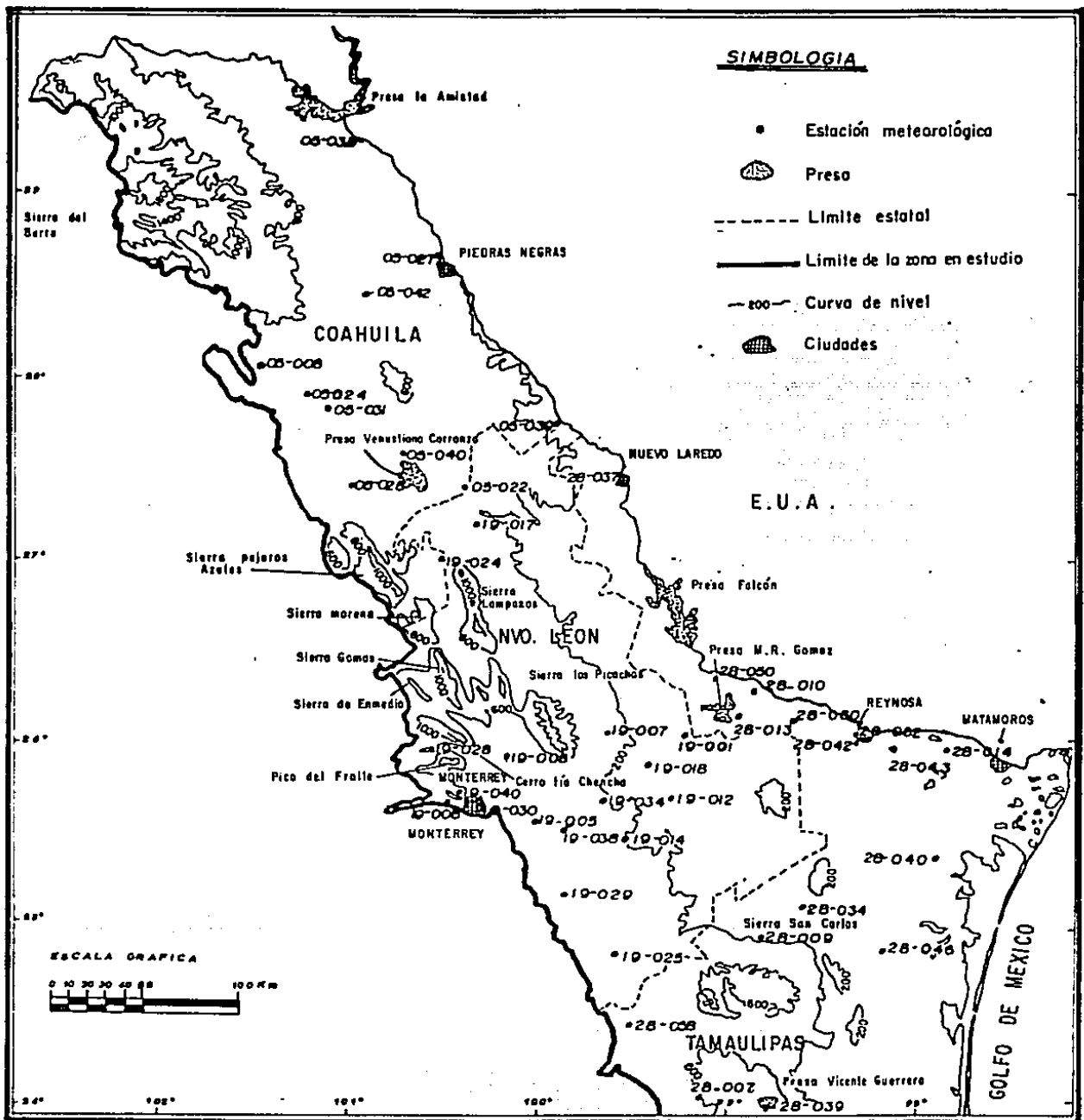
1) Matorral submontano. Formado por elementos inermes y caducifolios por un breve periodo. Se desarrolla entre los límites de los matorrales áridos, bosques de encinos y selva baja caducifolia. Se presenta principalmente en las partes bajas de la vertiente de la Sierra Madre Oriental y sobre suelos someros de laderas de cerros.

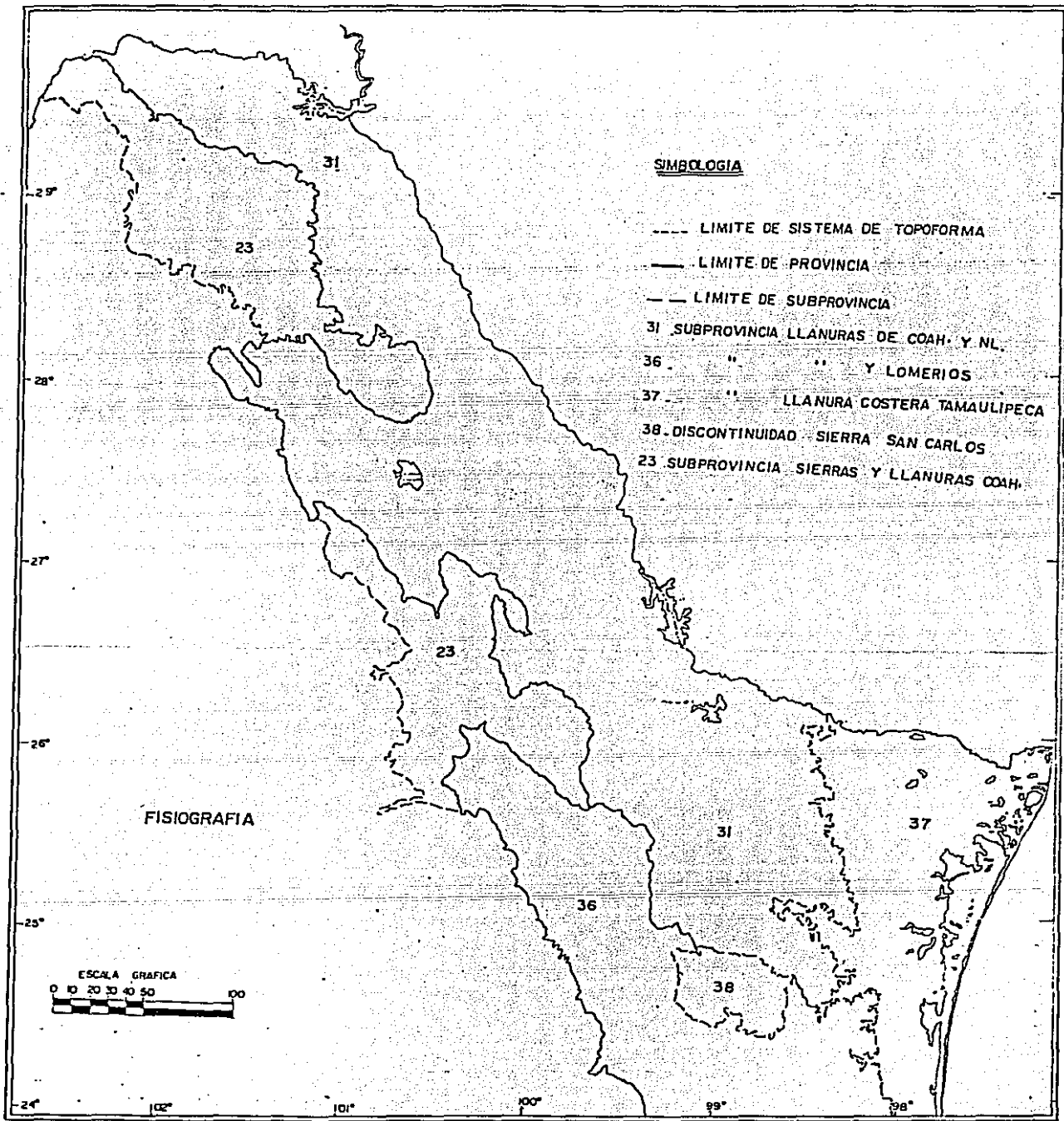
2) Matorral espinoso Tamaulipeco. Comunidad arbustiva dominada por elementos espinosos, caducifolios o áfilos. Se desarrolla en una amplia zona de transición entre matorral desértico micrófilo,

LOCALIZACION DE LA ZONA EN ESTUDIO









Mapa 6. Fisiografía.

matorral submontano y selva baja espinosa. Actualmente se encuentra muy alterado y se supone que su origen puede ser secundario. Junto con el matorral submontano ocupa la mayor parte del área.

3) Mezquital. Desarrollado en suelos profundos, en aluviones cercanos a escorrentías o en áreas con cierta deficiencia de drenaje. Esta comunidad también recibe el nombre de selva baja espinosa perennifolia (González Medrano, 1972) y actualmente se encuentra muy perturbada por presentarse en suelos aptos para cultivos, sobre todo al oeste y sur de Matamoros.

4) Vegetación de dunas costeras y asociaciones de halófitas. En la zona que rodea a la Laguna Madre en Tamaulipas y algunas partes bajas de cuencas cerradas.

5) Encinares y chaparrales. En forma aislada encontramos encinares en las partes altas de las sierras de San Carlos y laderas bajas de la Sierra Madre Oriental. Los chaparrales son frecuentes en la Serranía del Burro.

6) Pastizales. En el sur hay, en forma aislada, pastizales de origen secundario o cultivados. Al norte, en la Serranía del Burro hay pastizales naturales.

7) Bosques de pino-encino. En áreas muy reducidas en los picos de las Sierras que conforman la Sierra Madre Oriental.

B) Matorrales desérticos rosetófilos y subinermes en las áreas bajas del norte y alrededor de la Presa Venustiano Carranza. El primero compuesto por especies con hojas en roseta, generalmente acaulescentes que se desarrolla en suelos someros de laderas de cerros bajos, en partes altas de los abanicos aluviales o bien sobre conglomerados. El segundo formado por especies espinosas e inermes.

## METODOLOGIA

Para este estudio se seleccionaron 43 estaciones de los Estados de Coahuila Nuevo León y Tamaulipas; seis con 20 a 29 años de datos; 12 entre 30 y 39; 18 de 40 a 49 y siete con más de 50 años. De todas ellas se obtuvieron los datos mensuales de temperatura media y precipitación total para todos los años que hubiera registro.

Como una primera aproximación a la variación interanual se graficaron las precipitaciones totales anuales de 13 estaciones de largo periodo (más de 40 años). Se procuró, dentro de lo posible, que estuviesen homogéneamente distribuidas dentro del área (ver gráficas 2 a 8).

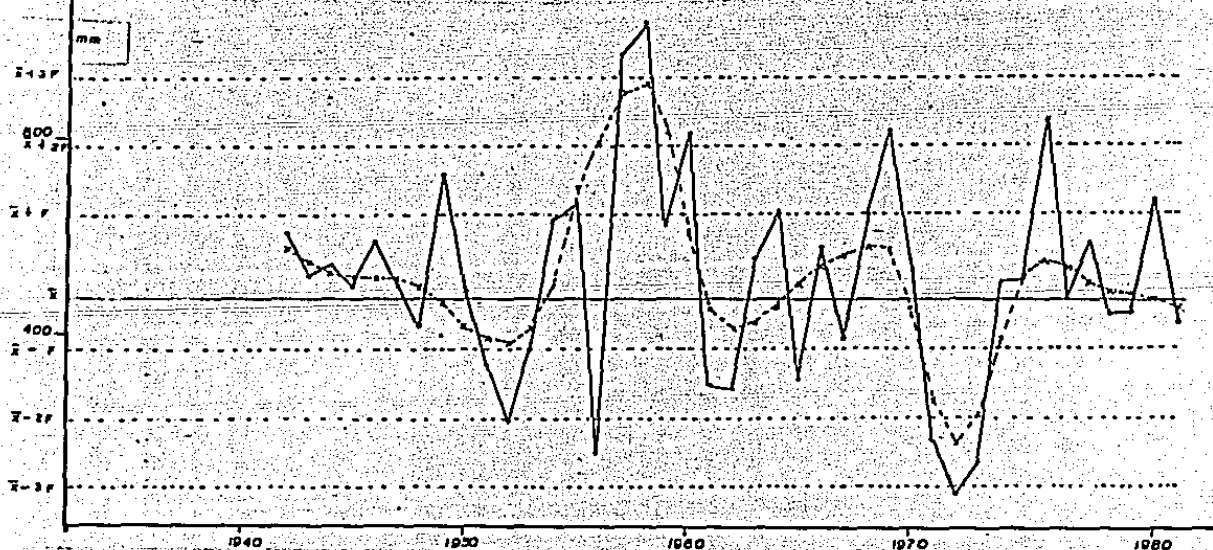
Basándose en el trabajo de García y Vidal (1981) se procedió a tratar de encontrar grupos de años secos y húmedos. Para esto se utilizó el método de alisamiento de datos conocido como 4253H doble (Hoaglin, citado por Tukey, 1984). Este método es un estadístico resistente, es decir, tiene la capacidad de seguir tipificando a la muestra aún en presencia de casos extremos. Además es un método basado en medianas por lo que es adecuado para trabajar con datos que, según la teoría indica, deberán estar alejados de una distribución normal. El procedimiento consiste en obtener una serie de medianas corridas para suavizar los datos; a su vez los residuos se suavizan y se suman a las medianas suavizadas.

La curva resultante del alisamiento de los datos obtenida mediante este método coincide con bastante exactitud a la del trabajo de García y Vidal (*op. cit.*) mediante análisis armónico. La gráfica alisada se dibujó sobre las de cantidad anual de lluvia del periodo estudiado (gráficas 2 a 8).

Paralelamente se realizó la caracterización según su precipitación de las estaciones de largo periodo graficadas. Se empleo al error probable F (Conrad y Pollack, 1962) como base de comparación, este método considera como años normales a los que registran una precipitación comprendida entre los valores de  $\bar{X} \pm 1F$ , siendo  $F = 0.6745 \delta$ , en que  $\delta$  es la desviación estandard de la serie y  $\bar{X}$  es la media aritmética. Asimismo se considera que un año es:

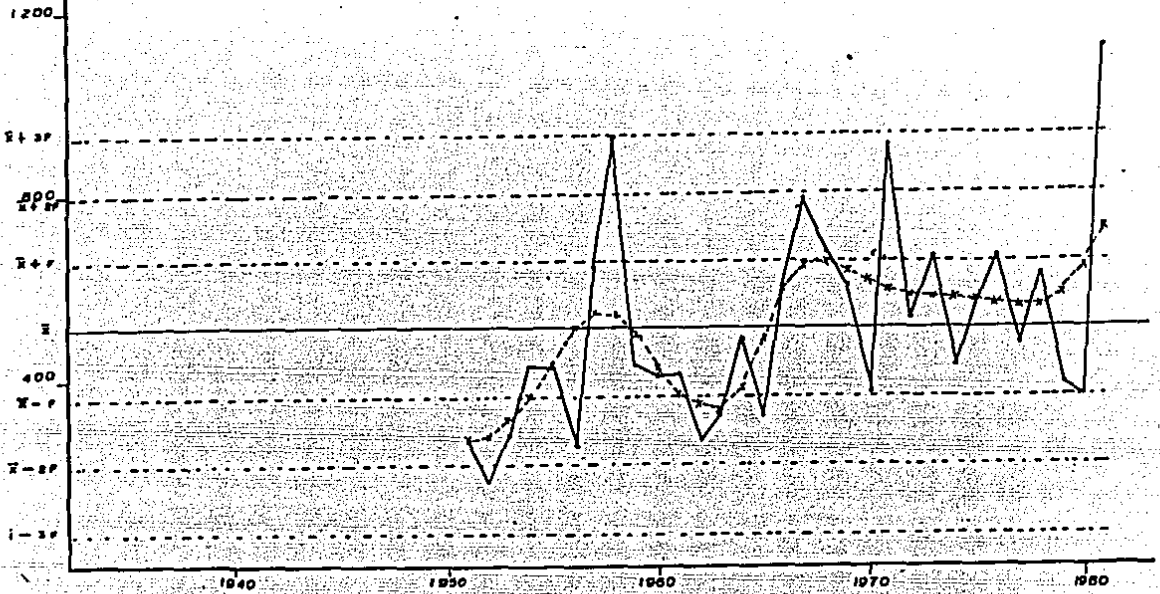
Seco si su precipitación está entre	$\bar{X} - 1F$ y $\bar{X} - 2F$
Muy seco entre	$\bar{X} - 2F$ y $\bar{X} - 3F$
Extraseco menos de	$\bar{X} - 3F$
Húmedo entre	$\bar{X} + 1F$ y $\bar{X} + 2F$
Muy húmedo entre	$\bar{X} + 2F$ y $\bar{X} + 3F$
Extrahúmedo mas de	$\bar{X} + 3F$ .

En las gráficas anteriormente mencionadas se marcó la media del periodo y a ambos lados F, 2F y 3F para mostrar la caracterización calculada.

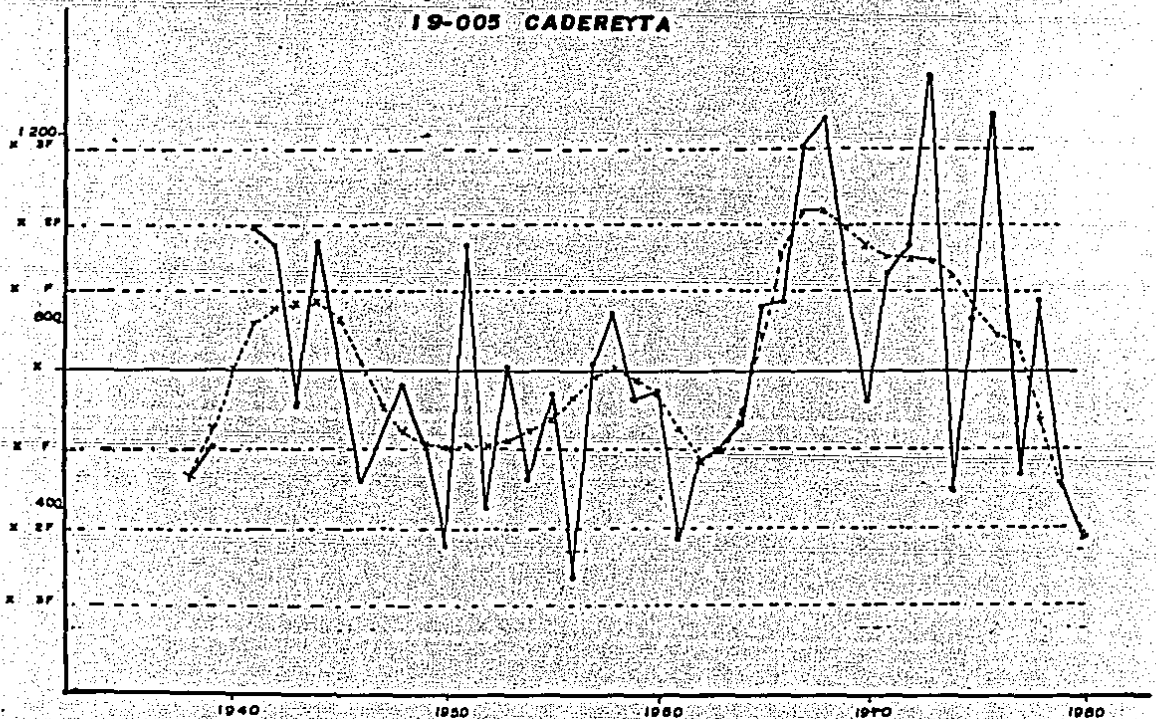


Grafica 2. Variación de la precipitación total anual a lo largo del tiempo, indicando el error probable para la estación Piedras Negras.

05-039 VILLA HIDALGO

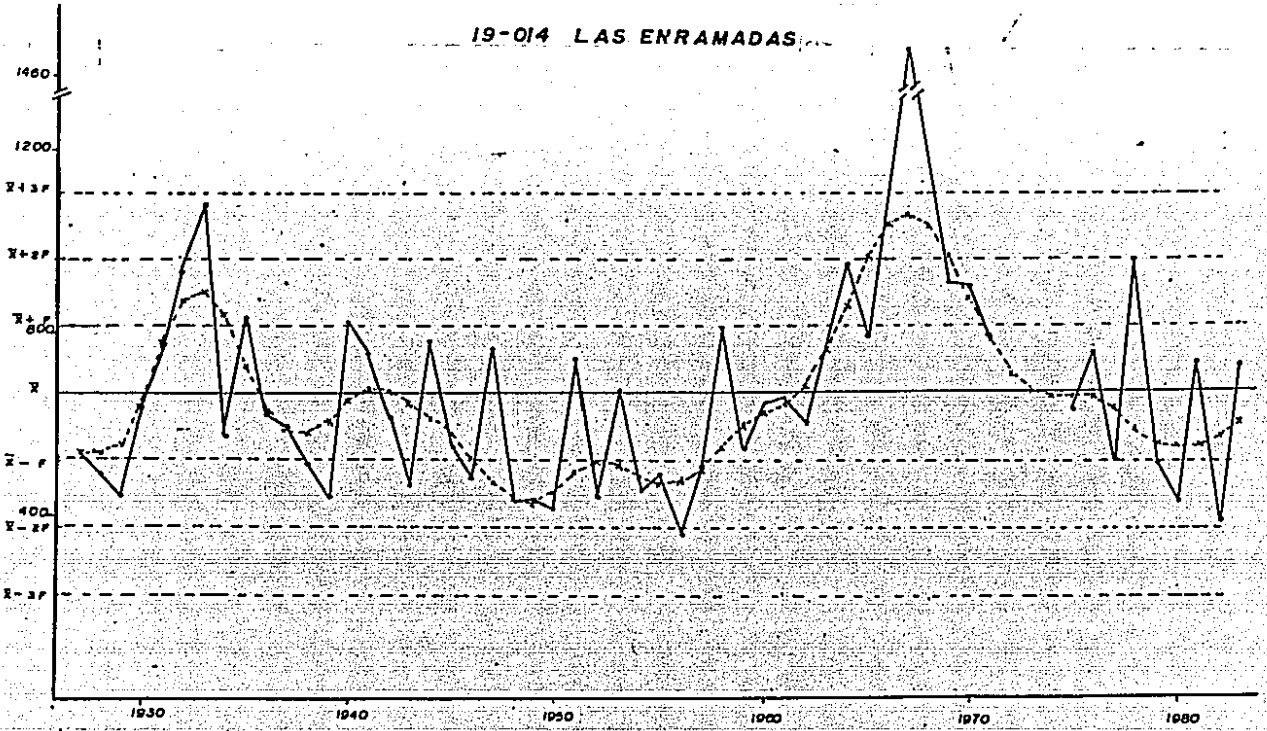


19-005 CADEREYTA

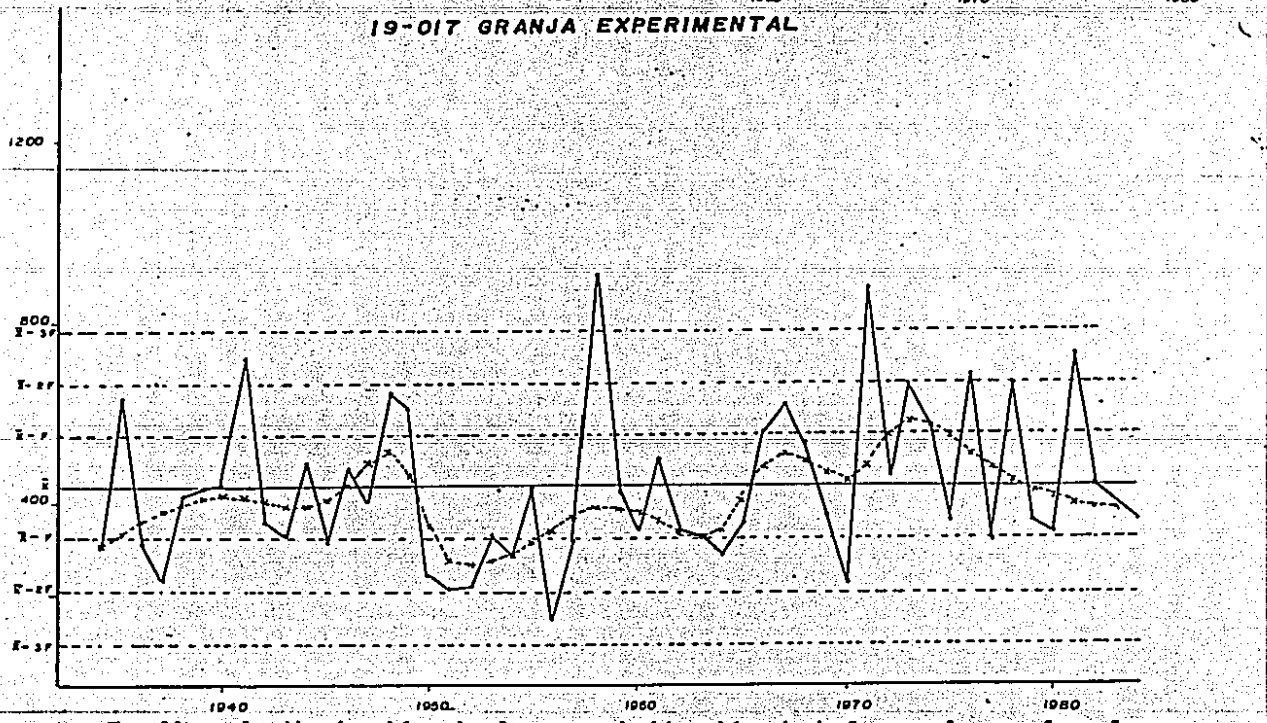


Grafica 3. Variación de la precipitación total anual a lo largo del tiempo, indicando el error probable para las estaciones Villa Hidalgo y Cadereyta.

19-014 LAS ENRAMADAS

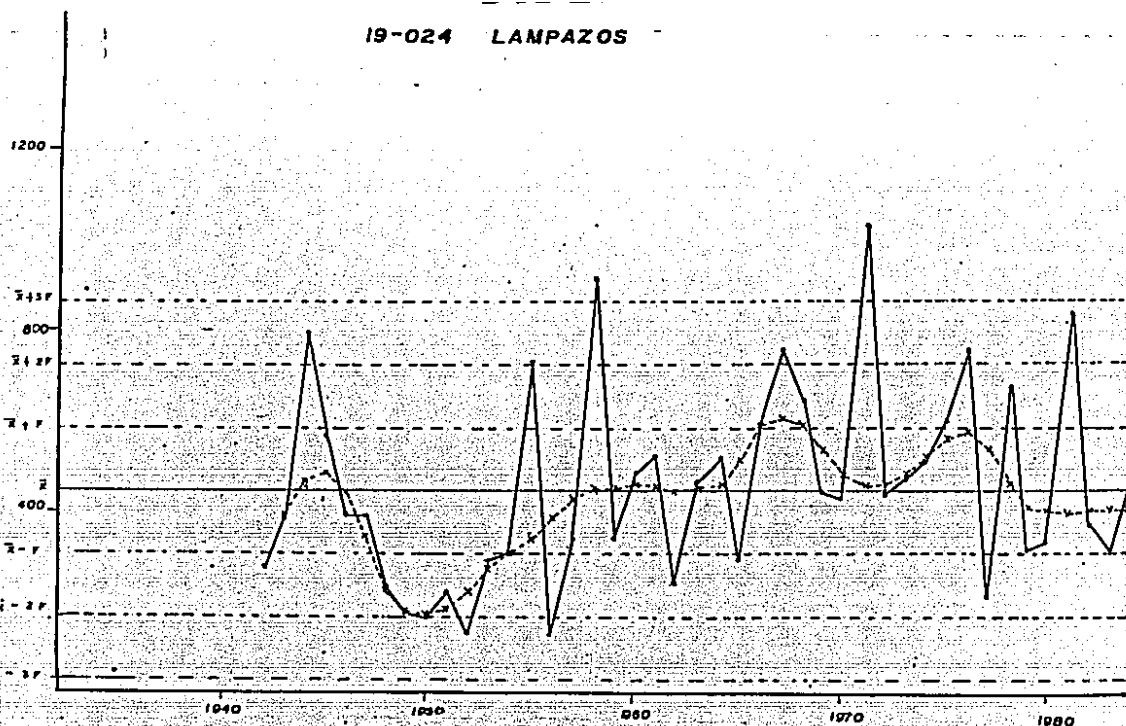


19-017 GRANJA EXPERIMENTAL

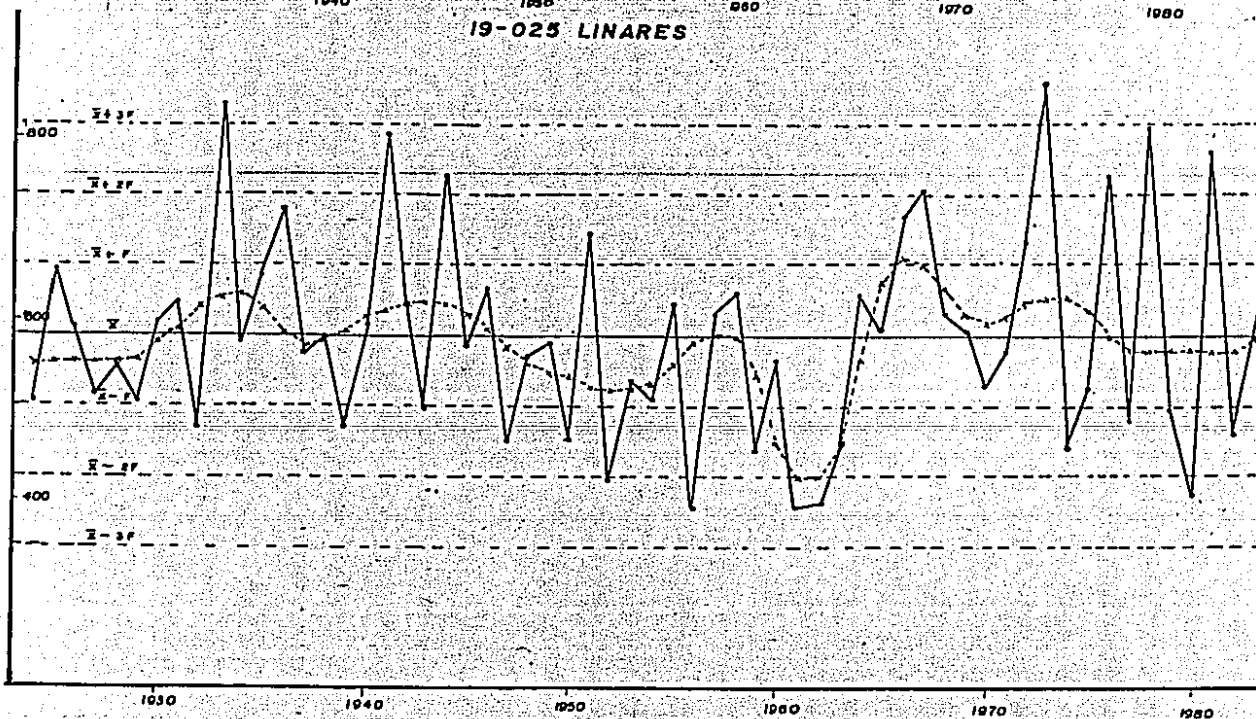


Grafica 4. Variación de la precipitación total anual a lo largo del tiempo, indicando el error probable para las estaciones Las Enramadas y Granja experimental.

19-024 LAMPAZOS

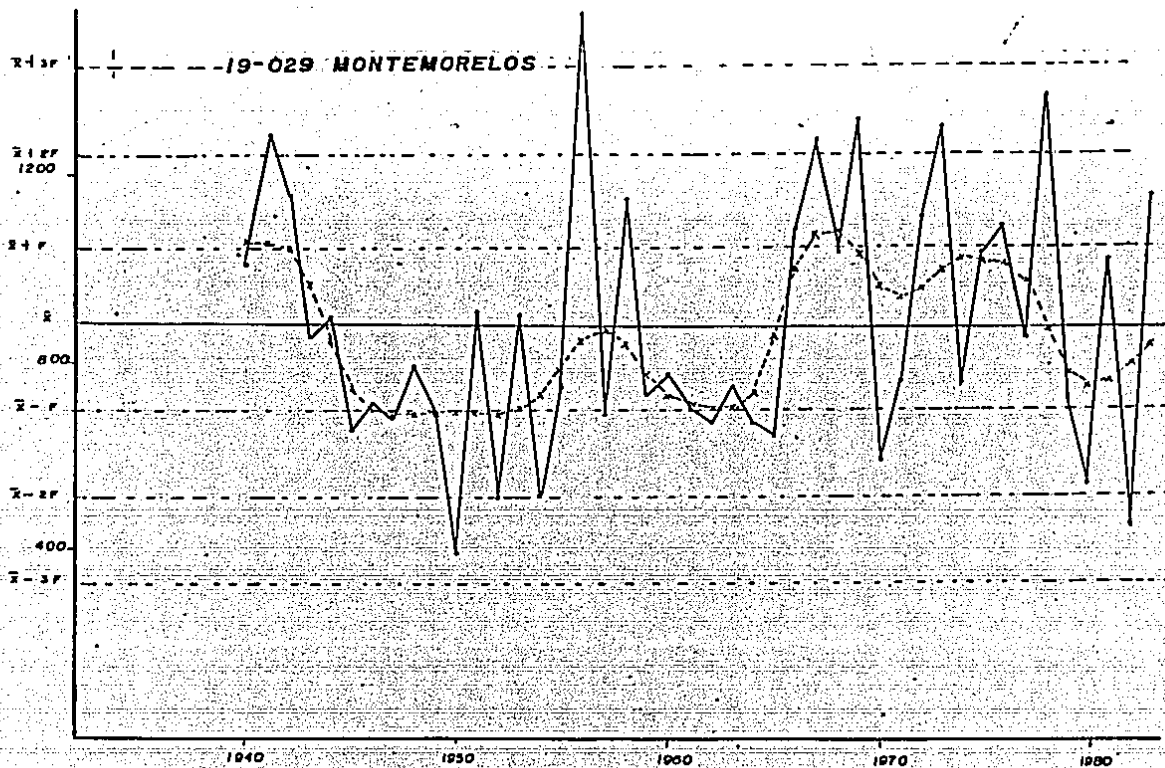


19-025 LINARES

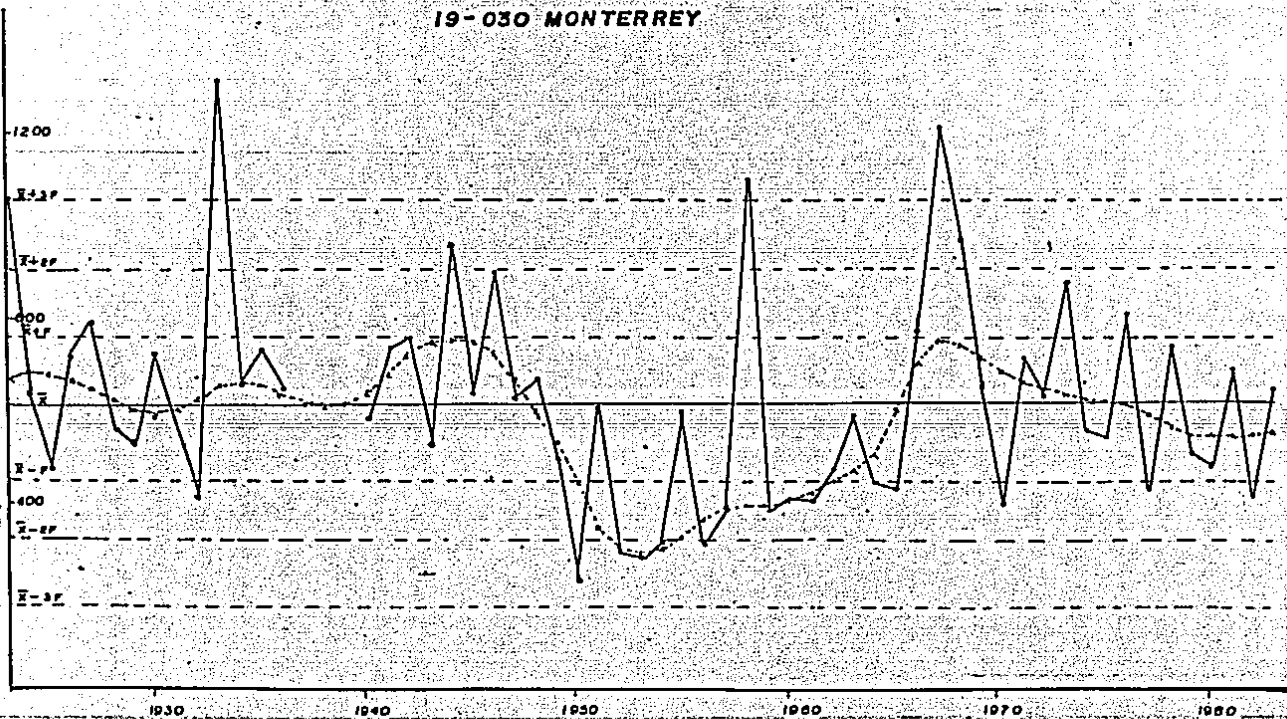


Grafica 5. Variación de la precipitación total anual a lo largo del tiempo, indicando el error probable para las estaciones Lampazos y Linares.



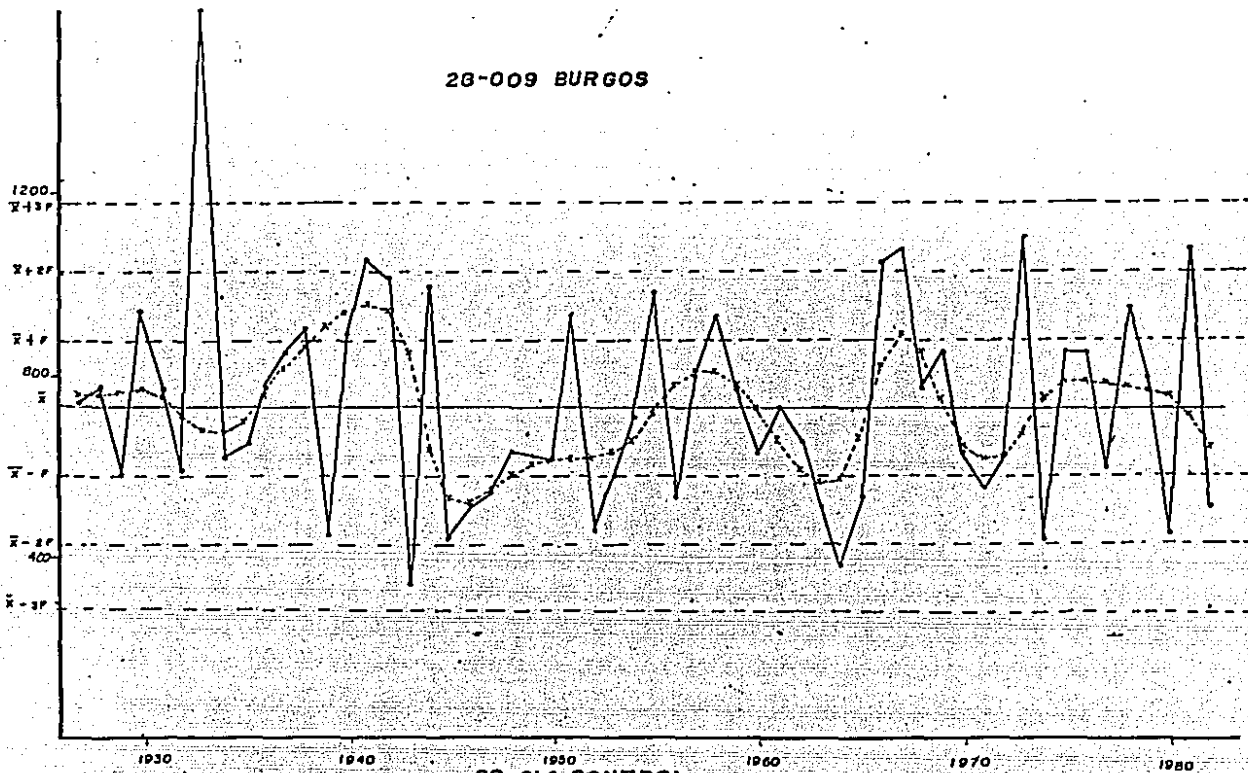


19-030 MONTERREY

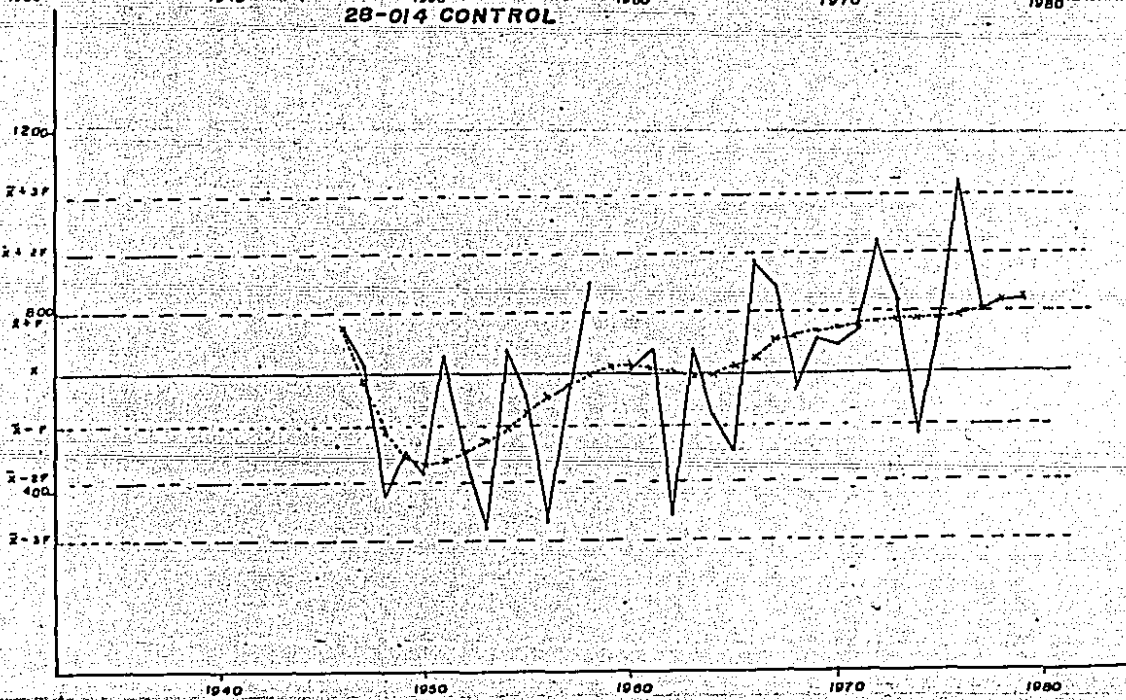


Gráfica 6. Variación de la precipitación total anual a lo largo del tiempo, indicando el error probable para las estaciones Montemorelos y Monterrey.

28-009 BURGOS

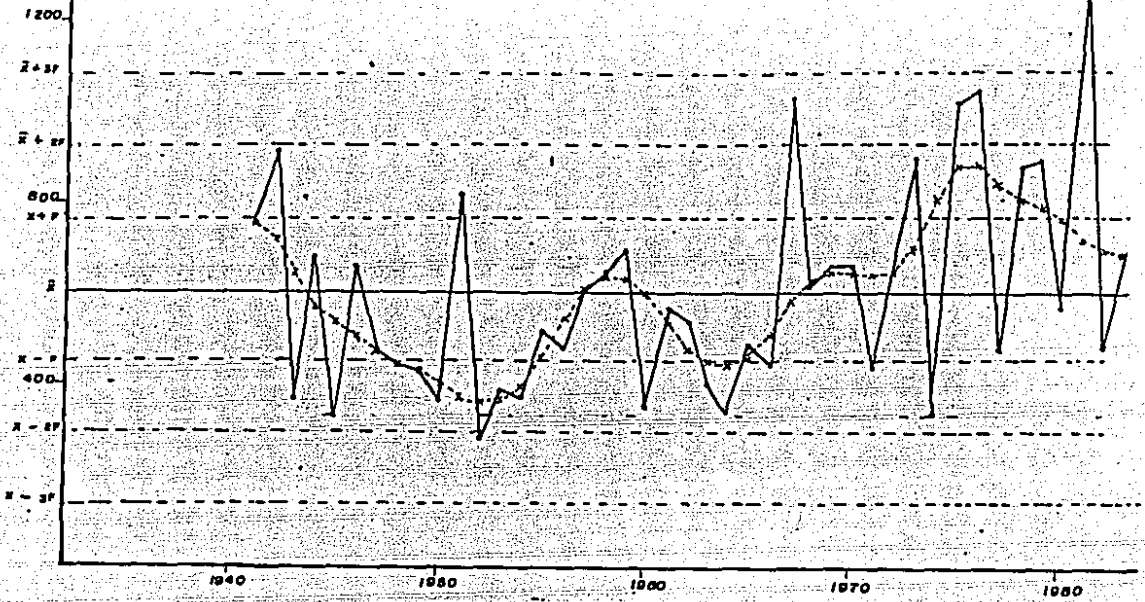


28-014 CONTROL

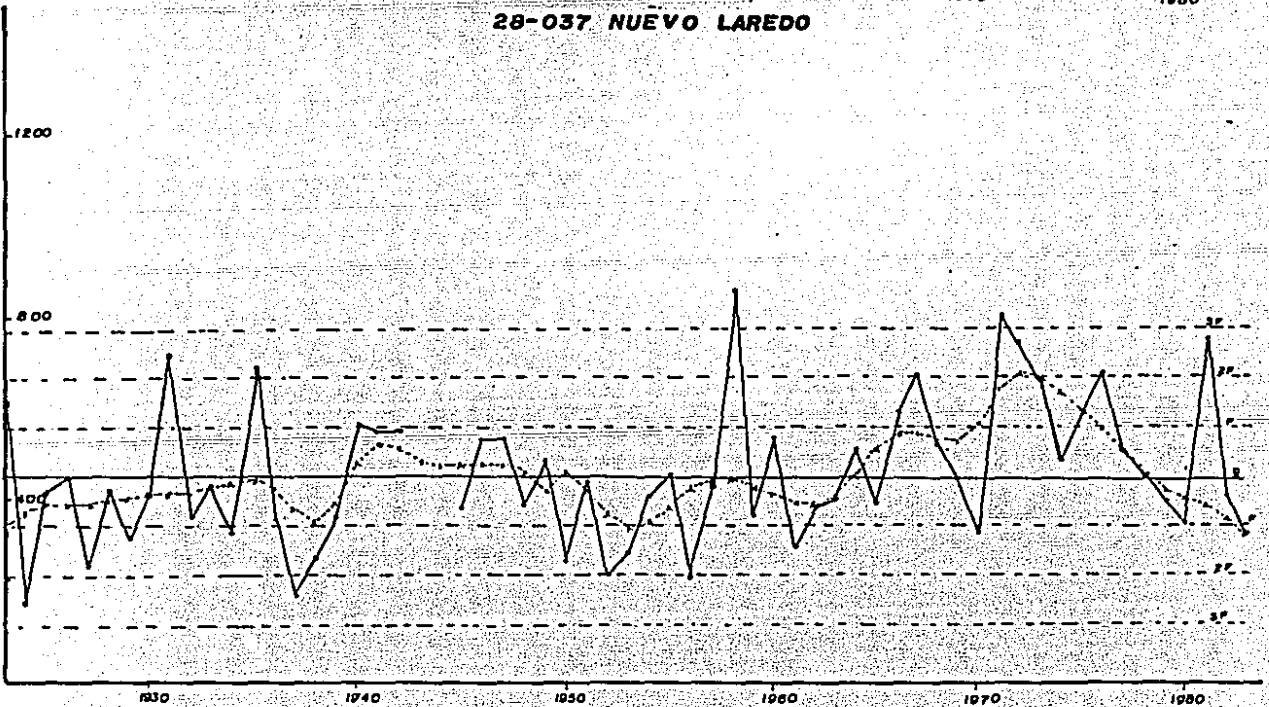


Grafica 7. Variación de la precipitación total anual a lo largo del tiempo, indicando el error probable para las

28-034 VILLA MENDEZ



28-037 NUEVO LAREDO



Grafica G. Variacion de la precipitacion total anual a lo largo del tiempo, indicando el error probable para las estaciones Villa Mendez y Nuevo Laredo.

Se obtuvieron tres grupos de años secos que fueron de 1950 a 1952, 1961 a 1964 y 1980 a 1982, de los cuales se escogieron para un análisis más minucioso: 1952, 1962 y 1982. por ser los años más marcadamente secos. Así mismo los grupos de años húmedos fueron: 1940 a 1942, 1956 a 1958 y 1967 a 1969, de los cuales se seleccionaron 1940, 1958, y 1967. Sin embargo el año 1940 no se trabajó porque muchas estaciones no tenían datos para ese año.

Una vez elegidos los años tipo, se procedió a analizar uno por uno. Se trazaron para ellos, mapas de temperatura media anual (T), precipitación total anual (P), índice de Lang (cociente P/T), isanómalas de temperatura y de precipitación. Cabe mencionar que las anomalías respecto a la media  $\bar{X}$  se calcularon mediante la fórmula  $I = \frac{\bar{X} - X}{\bar{X}} 100$ . Los mapas de climas se trazaron, basándose en el sistema de Köppen modificado por García (1963).

Para el análisis de los mapas se dividió el área en zonas más pequeñas donde las condiciones eran más semejantes y se realizó una descripción éstas para cada uno de estos años.

Asimismo se consultó el Atlas de Huracanes (1979) para identificar los fenómenos productores de humedad en verano para el área.

Finalmente se trató de ver el efecto que pudiera tener la variación climática en la vegetación mediante mapas y descripciones de la vegetación y uso del suelo del área.

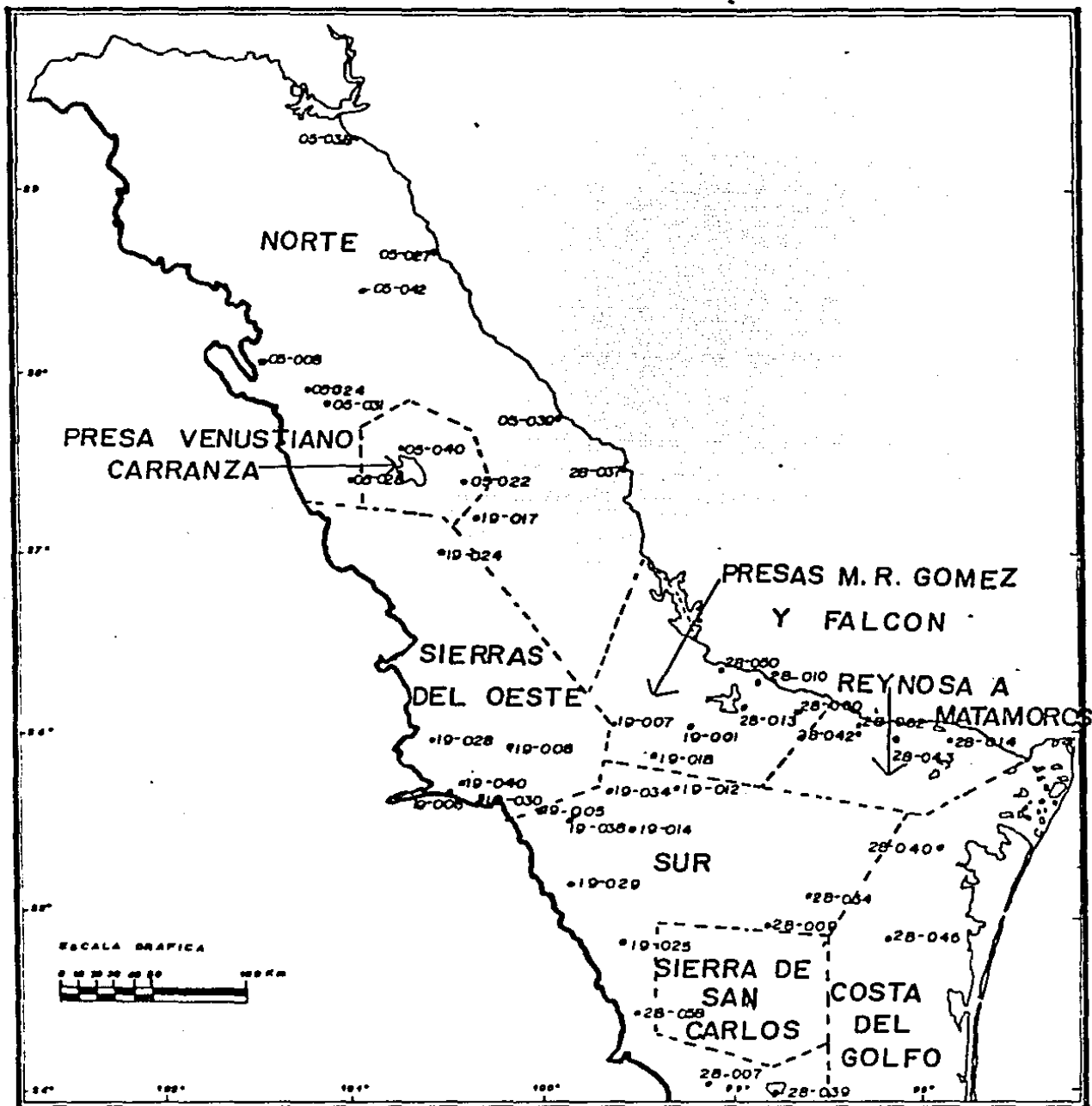
## RESULTADOS

Como ya se indicó en la metodología, el área de estudio se subdividió en regiones pequeñas que muestran cierta uniformidad climática (mapa 7). Estas regiones son:

- a) La norte que comprende la porción boreal y abarca las Serranías del Burro y la Llanura de Coahuila;
- b) La región Presa Venustiano Carranza incluye la hondonada ocupada por dicha Sierra y tierras aledañas;
- c) Las Sierras del oeste comprenden las estribaciones de la Sierra Madre Oriental;
- d) La región Presas Marte R. Gómez y Falcón abarca la porción de la llanura de Tamaulipas y Nuevo León próxima a dichas presas;
- e) La región Reynosa a Matamoros, incluye la parte más boreal de la Llanura Costera Tamaulipeca;
- f) La región sur se ubica en el piedemonte de la Sierra Madre Oriental consistente en llanuras y lomeríos;
- g) La región Sierra de San Carlos, la llamada discontinuidad Sierra de San Carlos, y
- h) La región Costa del Golfo abarca la Llanura Costera Tamaulipeca.

Temperatura: La temperatura es un elemento del clima que no varía en una forma marcada de un año a otro, como se puede apreciar en los mapas de temperatura e isanómalas, estas últimas oscilan entre -5 y +5%, es por esto que únicamente se les denomina como relativamente cálidos cuando las isanómalas son positivas y relativamente fríos cuando estas son negativas. El cuadro 1 resume las condiciones térmicas por regiones, año por año, mostradas en los mapas 8 a 12.

A continuación solo se describirán los hechos más



MAPA 7. REGIONALIZACION

sobresalientes de dichos mapas, en conexión con las cartas de anomalías.

El año de 1962 (mapa 10) es un año cálido, donde a diferencia con otros, hay una extensión de las temperaturas por encima de  $23^{\circ}\text{C}$  hacia el norte, hasta la Presa de la Amistad. En el resto de los años, dichos valores de temperatura sólo se registran al oeste de la Presa Falcón, coincidiendo con una zona baja en altitud con respecto a las zonas circunvecinas.

El año de 1967 es un año de grandes contrastes en temperatura, el norte con isanomalías ligeramente negativas y el sur tendientes a ser positivas (mapa 11).

En promedio, para el periodo 1921-1983, el norte se caracteriza por registrar temperaturas medias anuales entre  $18$  y  $22^{\circ}\text{C}$ , lo que le da el carácter de semicálido, excepto en zonas de altitud por encima de los 1 300 m. en donde baja de  $18^{\circ}\text{C}$ , catalogándose como templadas (mapa 13). Toda el área de estudio es extremosa, esto es, la oscilación anual de las temperaturas medias mensuales es superior a  $7^{\circ}\text{C}$ .

AÑO	GENERAL	NORTE	SIERRAS DEL OESTE
1952	Año comparativamente cálido, con isanómalas positivas entre cero y 5%.		Temperaturas entre 20 y 22°C en las partes bajas.
1958	Año relativamente frío con isanómalas negativas en la mayor parte del área, con valores entre 0 y 5%.	Valores entre 18 y 22°C	Con menos de 22°C en sus partes más bajas hasta menos de 18°C en sus cumbres.
1962	Año cálido, la zona entre 23 y 24°C se extiende por casi toda el área, las isanómalas son positivas y llegan hasta un 10%.	Entre 23 y 24°C hasta el sur de la Presa de la Amistad, al oeste hay isanómalas de hasta +10%.	Menos de 23°C en sus partes más bajas hasta menos de 18°C en las altas. Isanómalas de 0 y 5%.
1967	Gran variación de temperatura en el área, año "normal", isanómalas alrededor de cero.	Valores entre 18 y 22°C.	Menos de 22°C en sus partes bajas hasta menos de 18°C en las altas.
1982	Gran variación de temperatura en el área. La temperatura varía paralelamente a la costa. Año "normal", con isanómalas alrededor de cero.	Valores entre 18 y 22°C, isanómalas alrededor de cero.	Menos de 22°C en sus partes bajas, hasta menos de 18°C en las altas. Isanómalas alrededor de cero.
PROM.		Valores entre 18 y 22°C.	Menos de 22°C en sus partes más bajas hasta menos de 18°C en las altas.

Cuadro 1. Descripción de las condiciones de temperatura por región para los años estudiados.



PRESA VENUSTIANO CARRANZA.	REYNOSA A MATAMOROS	PRESAS MARTE R. GOMEZ Y FALCON
Zona más cálida con valores entre 23 y 24°C	Zona fresca (entre 22 y 23°C) y con isanómalas negativas de menos del cero %.	Zona con valores entre 23 y 24°C pero con isanómalas negativas hacia el sur y sureste hasta de -5%.
Zona más cálida (entre 22 y 23°C), isanómalas negativas al este y sur del área con valores inferiores a -5%.	Zona fresca (entre 22 y 23°C) isanómalas menores a cero %.	En la Presa M.R. Gómez se encuentra la zona más cálida, con valores entre 24 y 25°C, que van hacia el sureste. Isanómalas de 5 a 10% al este.
Zona cálida, entre 23 y 24°C, isanómalas de +5% al este.	Zona ente 23 y 24°C, isanómalas entre cero y 5%.	Hay una zona muy cálida entre 25 y 26°C, con isanómalas entre 5 y 10% al SW de la Presa Gómez. La zona de 24 a 25°C se extiende hacia el SE.
Zona más cálida, valores entre 22 y 23°C.	Al este de Reynosa hay una pequeña zona más fresca con temperaturas entre 22 y 23°C e isanómalas menores al 0%.	Al E de la Presa Gómez hay una zona muy cálida, entre 25 y 26°C y con isanómalas de mas de 5%. Hacia el SE hay un área entre 24 y 25°C.
Se encuentra dentro de las isotermas 22 a 23°C, que corren en una franja vertical hacia el sur. Isanómalas entre cero y -5%.	Se aprecian una serie de franjas de temperatura que van de norte a sur, hacia el este hay temperaturas entre 22 y 23°C y al oeste entre 24 y 25°C.	Temperaturas de 24 a 25°C en una franja que se extiende hasta el sur. Hacia el este hay una franja de isanómalas de cero a -5%.
Dentro de la zona de 22 a 23°C	Menos de 23°C en una pequeña zona pegada a la frontera, el resto con más de 23°C.	Una pequeña zona con valores de 24 a 25°C al oeste de la Presa M.R. Gómez.

Cuadro 1. Descripción de las condiciones de temperatura por región para los años estudiados. (cont.)

**COSTA DEL GOLFO.**

En general con temperaturas entre 23 y 24°C, isanómalas positivas entre cero y 5%.

Zona entre 23 y 24°C y una pequeña area con isanómalas entre cero y 5%.

Zona entre 23 y 24°C, isanómalas entre cero y 5%

Hacia el S y centro del Golfo hay una zona con temperaturas entre 22 y 23°C e isanómalas entre cero y 5%. El N tiene temperaturas entre 23 y 24°C.

Zona con temperaturas entre 22 y 23°C y con isanómalas entre cero y 5%.

Temperaturas entre 23 y 24°C en una franja que se extiende hacia el oeste, hasta la Presa Falcón.

**SUR**

Con una zona más cálida con valores entre 24 y 25°C.

Pequeña zona con valores entre 24 y 25°C. pero con valores de isanómalas negativos.

Zona muy cálida, con valores entre 25 y 26°C, isanómalas entre cero y 5%.

Hay una zona al centro con temperaturas entre 24 y 25°C

Zona con valores entre 24 y 25°C que se extiende hasta la Presa Falcón.

Una pequeña zona con valores entre 24 y 25°C.

**SIERRA DE SAN CARLOS**

Valores de 18 a 22°C.

Valores de 18 a 23°C.

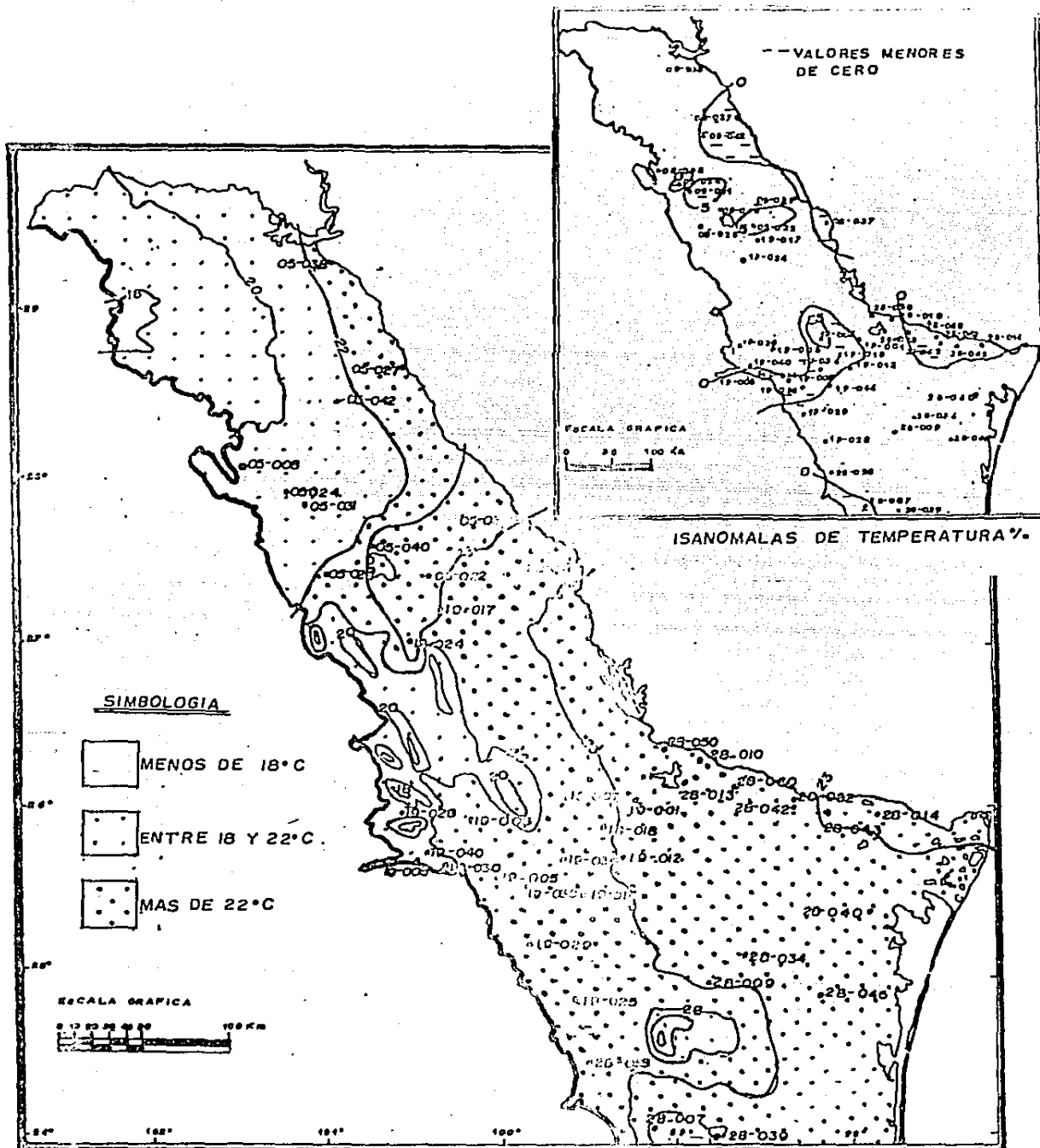
Valores de 18 a 23°C.

Valores de 18 a 22°C.

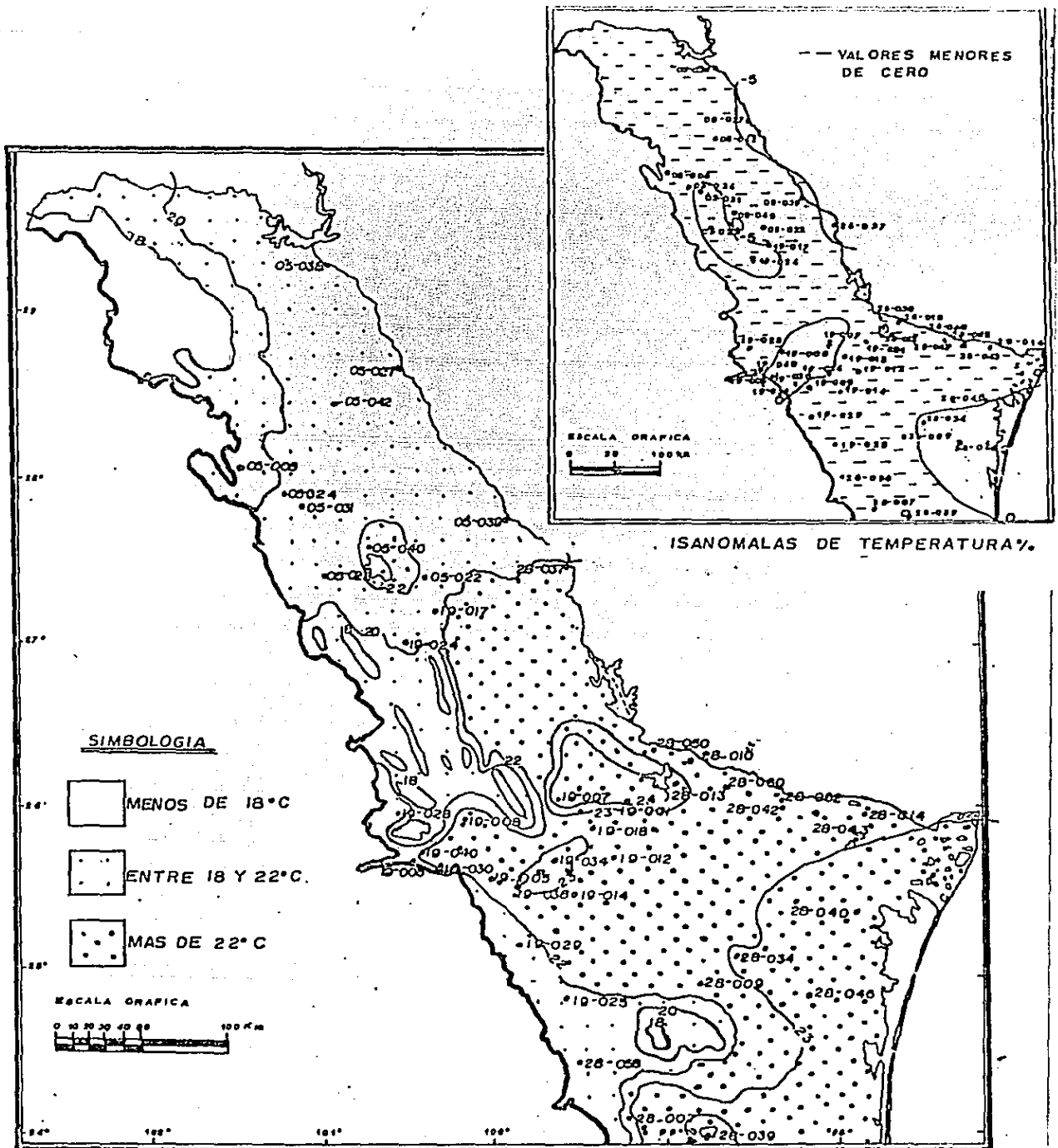
Menos de 23°C. Valores de 18 a 23°C

Valores de 18 a 22°C.

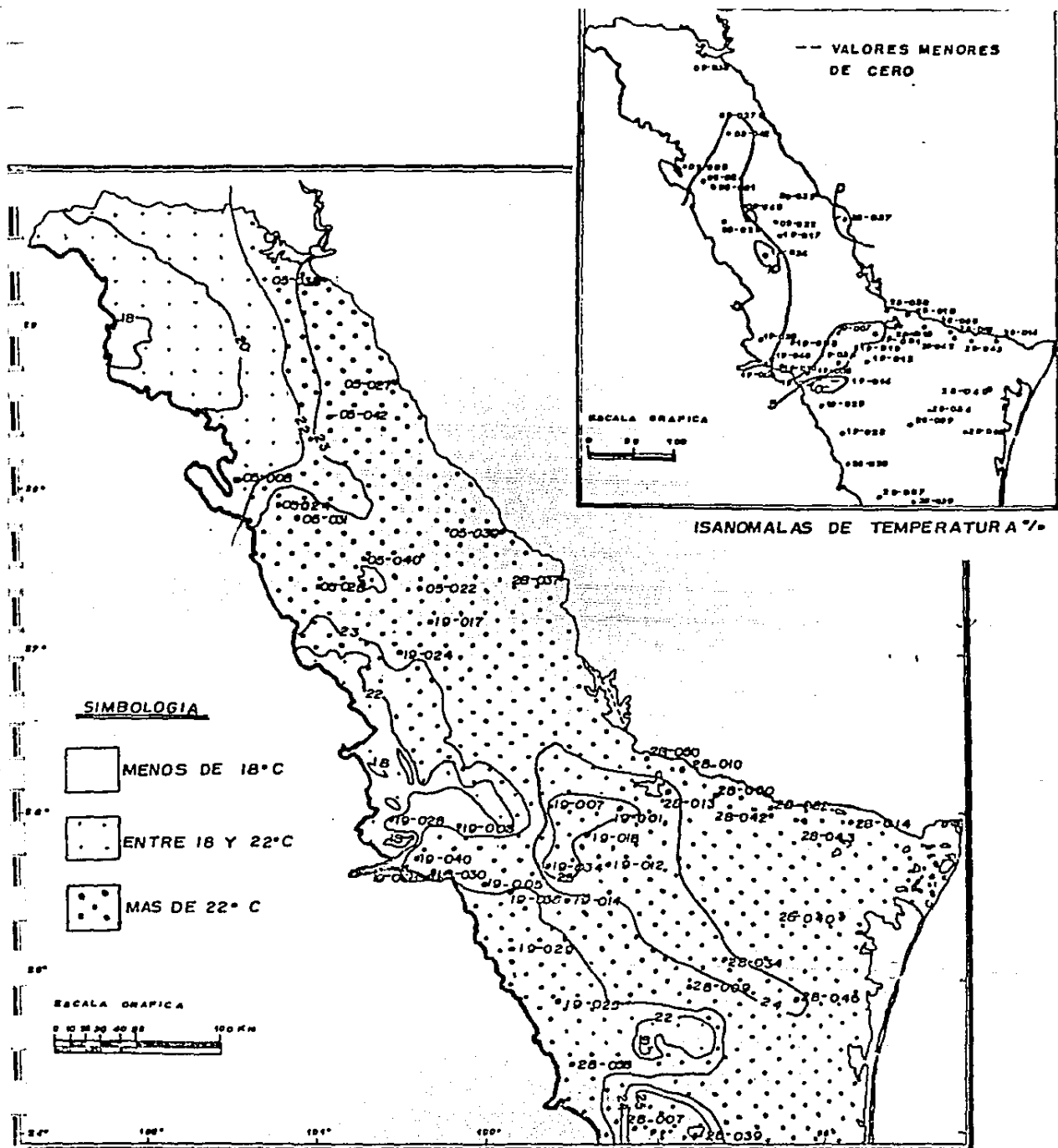
Cuadro 1. Descripción de las condiciones de temperatura por región para los años estudiados. (cont.)



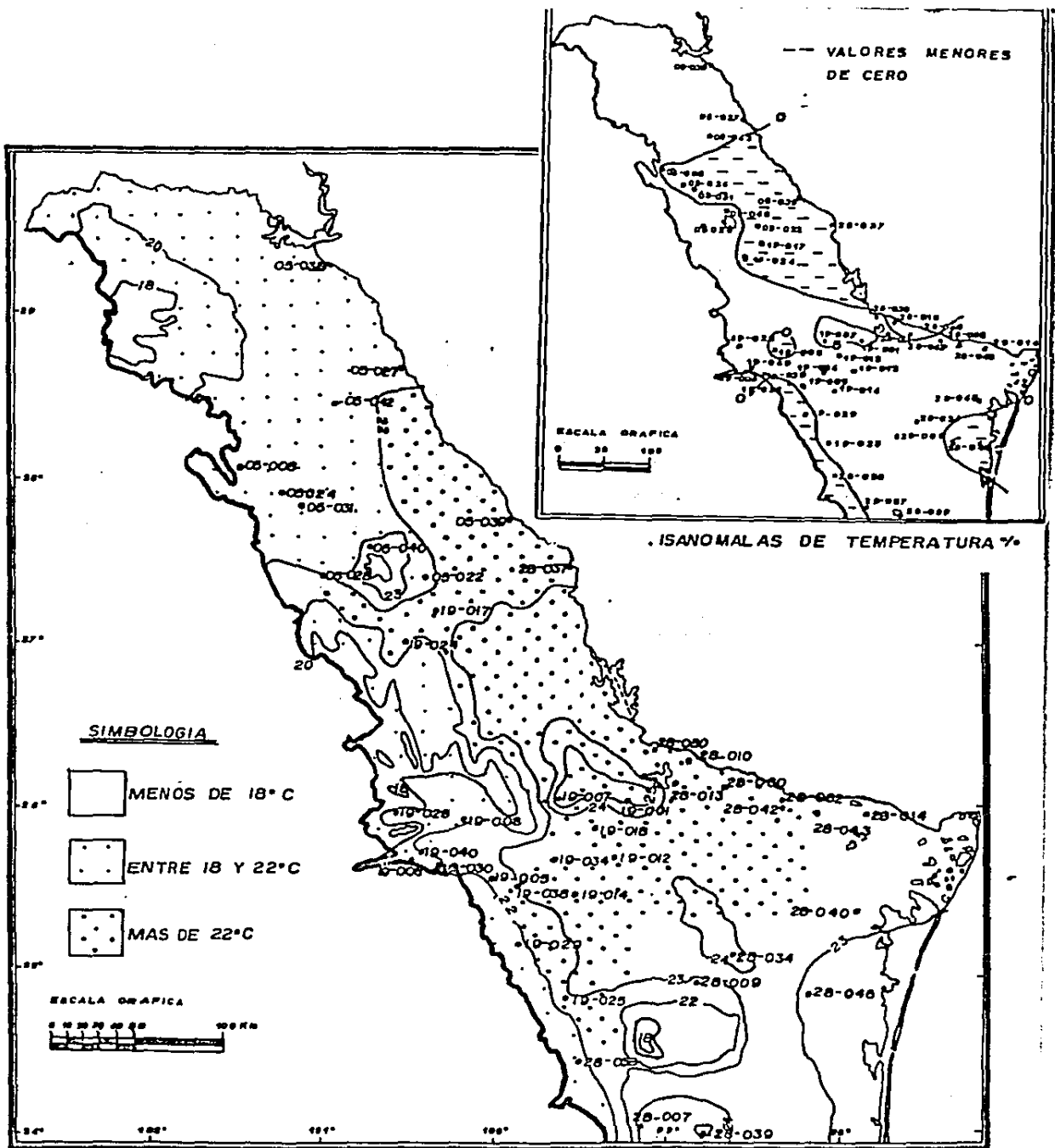
Mapa 8. Isotermas correspondientes a 1952, con isanómalas positivas entre 0 y 5%.



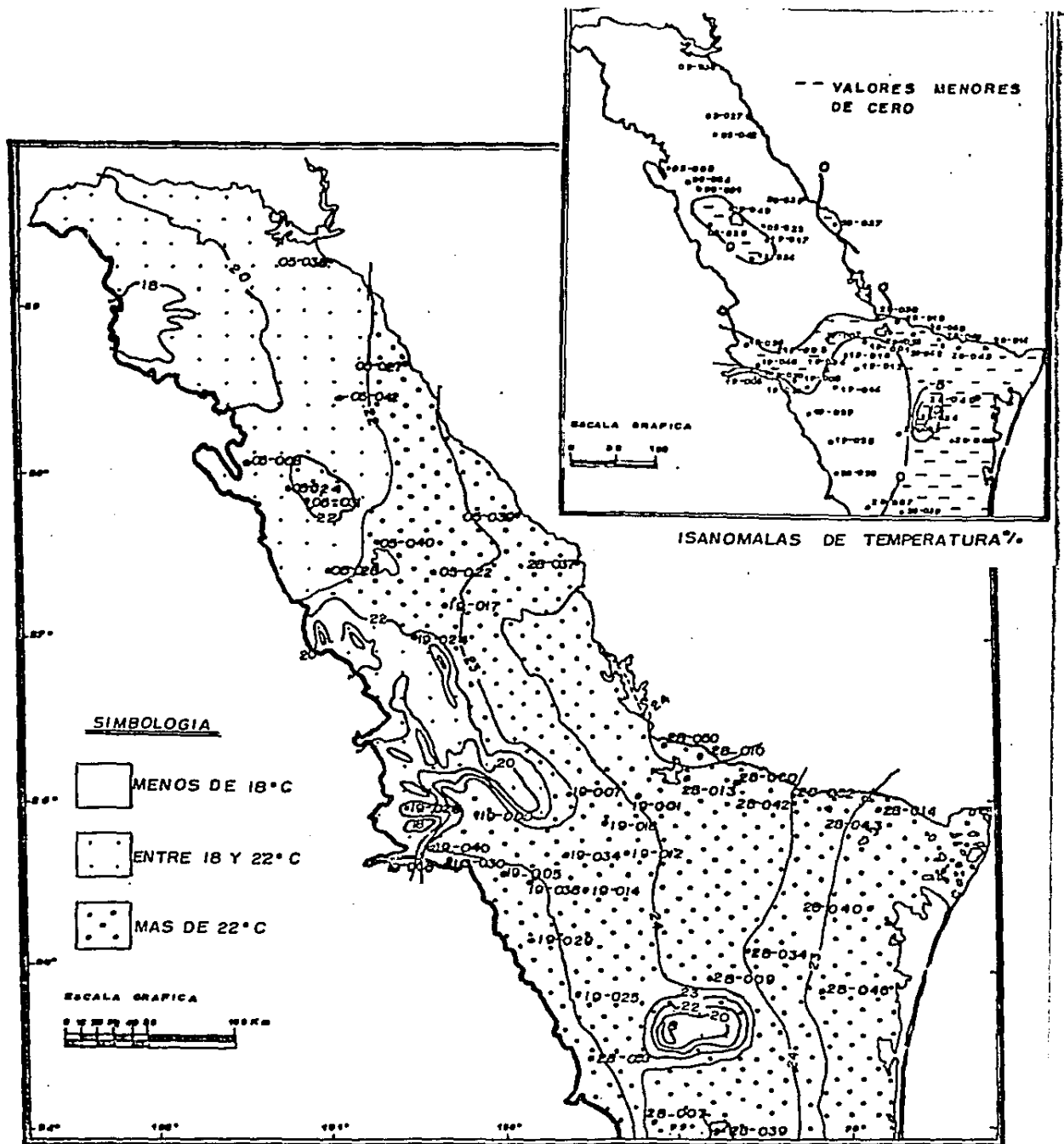
Mapa 9. Isotermas correspondientes a 1958, con isanomalas negativas en la mayor parte del área, valores entre 0 y 5%.



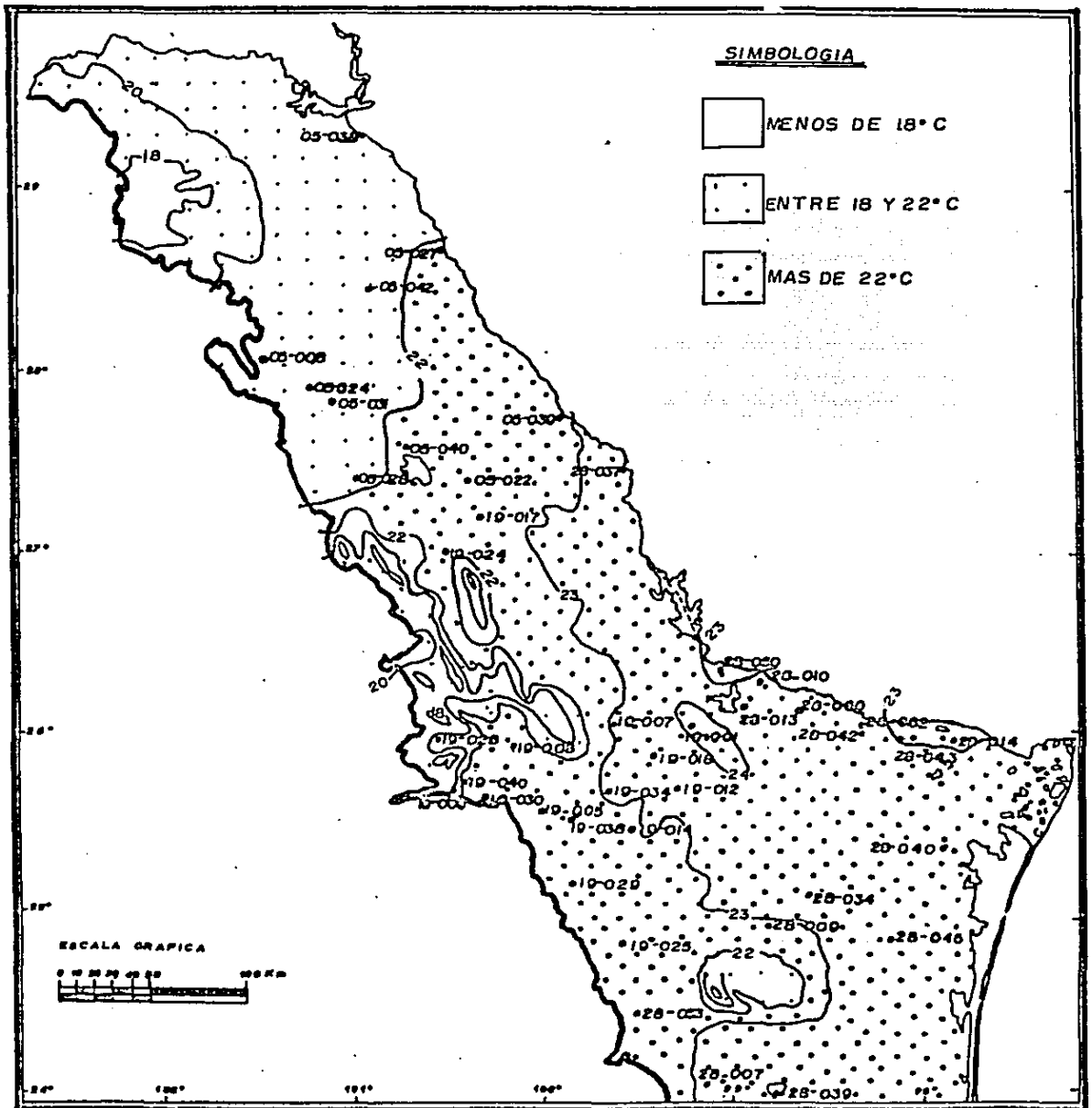
Mapa 10. Isotermas correspondientes a 1962, año cálido la zona entre 23 y 24° se extiende por casi toda el área, con isanomalías entre 0 y 10%.



Mapa 11. Isotermas correspondientes a 1967. Gran variación de temperatura en el área, isanormales alrededor de cero.



Mapa 12. Isotermas correspondientes a 1982. La temperatura varia paralelamente a la costa. Isanomalas alrededor de cero.



Mapa 13. Isotermas medias anuales para el periodo 1921-1983.



Precipitación : El cuadro 2 describe de manera sucinta las condiciones de precipitación por regiones del área de estudio. A diferencia de la temperatura, la precipitación en el área es un elemento de gran variación; encontramos años muy secos, como 1952, hasta muy húmedos como 1958.

La sequía en el año 1952 puede ser explicada por la ausencia o escasez, en el norte del Golfo de México, de los fenómenos meteorológicos productores de lluvia abundante (como son las ondas del este o los huracanes) (Atlas de huracanes, 1979) (mapa 14).

El año de 1958, que fue muy húmedo, se vió afectado en verano, por ciclones tropicales como el "Alma" que invadió la zona de estudio los días 11 al 15 de junio; el Huracán "Ella" que tocó tierra en la frontera con E. U. el día 2 de septiembre y la tormenta tropical V-1 los días 11 y 12 de octubre. Los nortes en enero contribuyeron también al incremento de precipitación en la zona (mapa 15).

Aunque durante el año 1962 se registraron en el Golfo de México varios fenómenos de tipo tropical en el transcurso del verano (V-3, V-6, V-7, V-9) no tuvieron la intensidad de los huracanes, y no aportaron mucha humedad; en consecuencia el año fué seco (mapa 16).

El año de 1967, al igual que en temperatura, presentó gran variación en la precipitación, la cual fue desde normal al norte hasta extralluvioso al sur. Esta diferencia en precipitación podría explicarse por la escasa penetración de los fenómenos de verano al norte, en especial del Huracán "Fern" que azotó el sur del área del 2 al 5 de octubre produciendo copiosas precipitaciones en esta. En el estado de Tamaulipas el aporte de precipitación en el mes de octubre fué del 40% de la total anual,

mientras que en el Estado de Coahuila (norte) el aporte fue solo de 16.5% del total anual (ver cuadro 3). Otro fenómeno de menor importancia en cuanto al aporte de humedad ese año fue el huracán "Beulah" detectado en la zona del 18 al 21 de septiembre (mapa 17).

El año de 1962 se caracterizó por una fuerte sequía de junio a agosto debido a que la Zona Intertropical de Convergencia (ITC) se mantuvo muy alejada hacia el sur y sistemas de alta presión impidieron la entrada de vientos del este. En septiembre las precipitaciones moderadas en Tamaulipas fueron provocadas por la tormenta tropical "Chris" y en octubre las precipitaciones tuvieron valores poco importantes (mapa 18).

El mapa 19 muestra la precipitación media anual en el periodo 1921-1963 en el que se observa que, en general, las zonas más secas, con menos de 500 mm de precipitación al año son: la norte debido a la lejanía de la fuente de humedad y a su ubicación dentro de las áreas de dominio de las altas presiones subtropicales; la zona de las Presas M.R. Gómez y Falcón donde se presentan las altitudes más bajas y las temperaturas más altas y las laderas a barlovento por el efecto de sombra orográfica. Por el contrario las zonas más lluviosas fueron las laderas a sotavento y los picos de la Sierra Madre oriental y de San Carlos.

En este estudio no se encontró una relación estrecha entre la temperatura y la precipitación, pues cabría suponer que los años muy secos permitirían que las temperaturas medias a nivel del suelo fuesen mayores y por el contrario los años húmedos fuesen fríos, sin embargo esto sólo se cumple para los años 1952 y 1962 que son secos y cálidos y para 1958 que es húmedo y frío (cuadros

1 y 2). Los años 1967 y 1982 no siguen ese patrón (inclusive 1967 que es húmedo al sur, es cálido en esta zona y seco y frío al norte), por lo que se sospecha de otros mecanismos de variación de temperatura como son invasiones de aire frío (nortes y ondas frías).

PRECIPITACION

ARO	GENERAL	NORTE	SIERRAS DEL OESTE
1952	Año muy seco, precipitaciones de 200 a 800mm. Isanómalas de cero a -25% al sur, al centro entre -25 y -50% y al norte de entre -50 y -75%	Zona seca, con precipitaciones de 100 a 200mm.. Esta zona se extiende hacia el SW. Clasificada como muy seca, con isanómalas entre -50 y -75%.	En el N de esta zona hay valores entre 100 y 200mm., la precipitación aumenta hasta 400 a 600mm en su parte S. Isanómalas desde -75% en el N hasta -25% en el S.
1958	Año muy húmedo. Precipitaciones desde 600 a 1 200mm.. Esta varía paralelamente a la costa. Al S es húmedo con isanómalas de 25 a 50%; el N es extrahúmedo (100%).	Extrahúmedo, con precipitaciones entre 800 y 1 000mm. en franjas que se extienden al sur, isanómalas del 100%.	Zona menos húmeda a barlovento con precipitaciones entre 600 y 800mm. y con isanómalas del 75%, más húmedo a sotavento con 1 000mm. de precipitación e isanómalas de 100%.
1962	Año seco con precipitaciones desde 200 a 800mm., isanómalas de -25 a -50%.	Con precipitaciones entre 200 y 400mm., isanómalas de -25%.	A sotavento con precipitaciones normales de entre 600 y 800mm. y a barlovento con precipitaciones de 100 a 200mm. y con isanómalas de -75%.
1967	Año con gran variación, desde normal al N, con isanómalas alrededor de cero, hasta el S de la Sierra del W considerado como extrahúmedo, con isanómalas de 75%.	Año normal para la zona, con isanómalas entre cero y 25% y con precipitaciones desde 200mm. al S de la presa de la Amistad (pequeña area con isanómalas de -25%) hasta de 600mm.	La parte N de la Sierra tiene precipitaciones entre 400 y 600mm., con isanómalas entre 50 y 75%; el S. es extrahúmedo, con precipitaciones entre 1200 y 1400mm. isanómalas de 75 a 100.
1982	Año seco, con isanómalas de cero a - 50% y con precipitaciones de 200 a 700.	Seco, con precipitaciones entre 400 y 500mm. e isanómalas de cero a -25%.	A barlovento con precipitaciones entre 200 y 300mm., a sotavento precipitaciones de 300 a 500mm. isanómalas de cero a -25%.
PRDM	Valores de 300 a 900mm.	Valores de 400 a 600mm.	A barlovento valores de 200 a 400mm., a sotavento valores hasta de 700mm.

Cuadro 2. Descripción de las condiciones de precipitación por región para los años estudiados.

PRESA VENUSTIANO CARRANZA

Se encuentra dentro de las isolinéas de 100 a 200mm. pero en su parte N hay un área un poco menos seca con valores alrededor de 220mm. Isanómalas entre -50 y -75%.

Zona con precipitaciones entre 800 y 1 000mm y con isanómalas del 75% en una franja que se extiende hacia el S.

Zona seca con precipitaciones entre 100 y 200 e isanómalas entre -25 y -50%.

Zona bien delimitada con precipitaciones entre 200 y 400mm e isanómalas entre cero y -25%.

Precipitaciones de 300 a 400mm. e isanómalas de cero a 25%.

Dentro de la zona de 400 a 500mm.

PRESAS MARTE R. GÓMEZ Y FALCÓN

Zona entre 200 y 400mm., isanómalas entre -50 y -75%.

Zona con precipitaciones entre 800 y 1 000 mm e isanómalas de 100% al norte y de 50% al sur.

Zona con precipitaciones entre 400 y 600mm. e isanómalas de -25%.

Una franja paralela a la frontera con valores entre 400 y 600mm. e isanómalas entre cero y -25%, el resto con precipitaciones entre 600 y 800mm. e isanómalas de hasta 50%.

Precipitaciones de 300 a 400mm. e isanómalas entre -25 y -50%.

Hay una extensa zona desde el N de las presas hasta el E de Reynosa con precipitaciones entre 500 y 600mm.

REYNOSA A MATAMOROS

Zona muy seca cerca de la frontera, valores de 100 a 200mm. e isanómalas de -50%, hacia el S y el E aumenta la precipitación hasta 400mm.

Hay una pequeña zona con precipitaciones de 800 a 1 000mm., el resto con precipitaciones entre 1 000 y 1 200mm. e isanómalas de 100% al W y 25% hacia la costa.

Una franja de precipitaciones entre 200 y 400mm. cerca de la frontera, el resto con precipitaciones de 400 a 600mm.. Isanómalas entre cero y 25%.

Aumenta la precipitación hacia el Golfo desde 400-600mm. hasta 800-1000 mm. e isanómalas de cero a 50%.

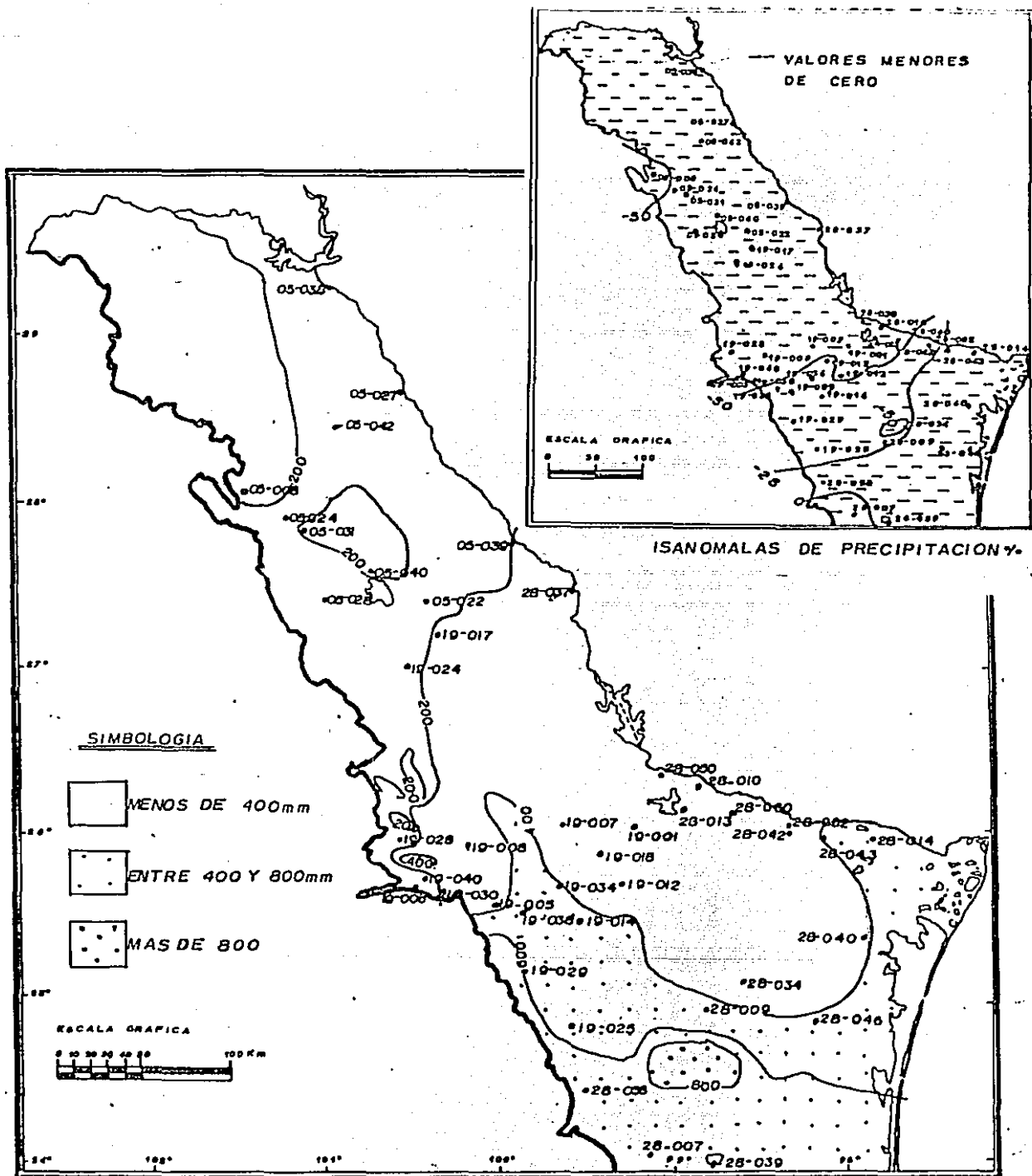
Precipitaciones entre 500 y 600mm. isanómalas entre cero y -25%.

Precipitaciones de 400 a 500mm. en una pequeña zona junto a la frontera, el resto con precipitaciones entre 500 y 600mm.

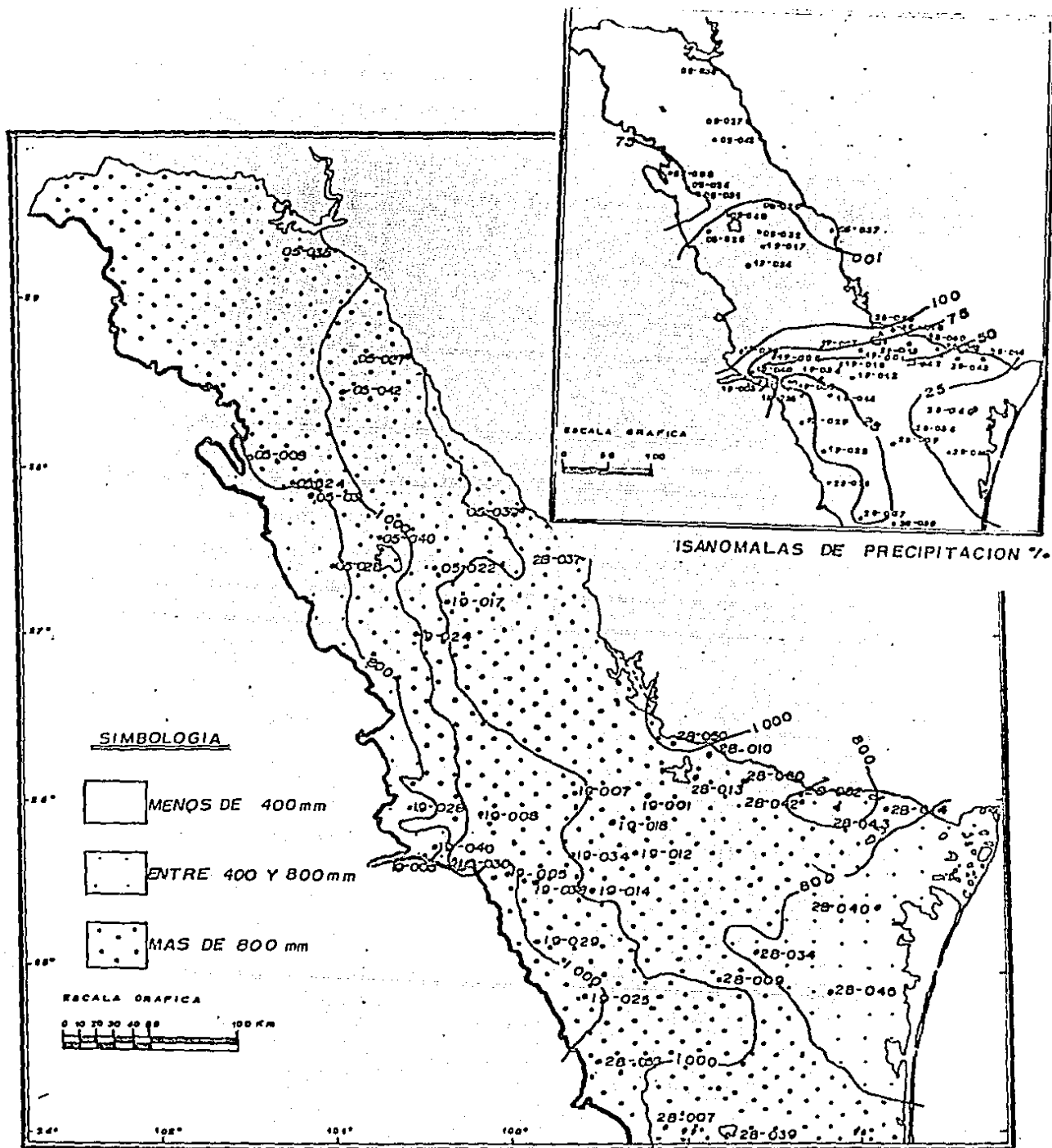
Cuadro 2. Descripción de las condiciones de precipitación por región para los años estudiados. (cont.)

COSTA DEL GOLFO	SUR	SIERRA DE SAN CARLOS
Zona entre 400 y 600mm. que se extiende hacia el W hasta el B de la Sierra del W. Isanómalas entre cero y -25%.	Zona mas húmeda con valores de 600 a 800mm. y con anomalías de 10 a -10%	Es la zona más húmeda y con valores de 800 a 1 000mm. e isanómalas cercanas al cero %.
Zona menos húmeda con precipitaciones entre 600 y 800, con isanómalas entre cero y 25%.	Precipitaciones entre 800 y 1 000mm. e isanómalas entre 25 y 50%.	Zona más húmeda con precipitaciones de 800 a 1 000mm. e isanómalas de entre 25 y 50%.
El N de la costa tiene precipitaciones entre 400 y 600mm. y el S entre 600 y 800mm. en franjas que se extiendan al W. Isanómalas de ~ 25%.	Zona con precipitaciones de 600 a 800mm. e isanómalas entre cero y 25%.	Zona con precipitaciones entre 800 y 1 000 e isanómalas de cero a 25%.
Hay una franja en el centro del Area con precipitaciones de 1 000 a 1 200mm que se extiende al W e isanómalas 50%, el resto un poco más seco (800 a 1 000mm).	Precipitaciones de 800 a 1 000mm. e isanómalas de cero a 25%.	Zona muy húmeda, con precipitaciones de 1 200 a 1 400mm. e isanómalas del 50%.
Zona con valores entre 500 y 600mm. que se extiende al W y S, isanómalas entre cero y -25%.	Dentro de la zona de 500 a 600mm., isanómalas de 25 a -50%.	Precipitaciones de 600 a 700mm. e isanómalas de -50%.
Una zona con valores entre 600 y 700mm. que se extiende al W.	Zona con precipitaciones de 600 a 800mm., que aumenta de E a W.	Zona con precipitaciones entre 800 y 900mm.

Cuadro 2. Descripción de las condiciones de precipitación por región para los años estudiados. (cont.)

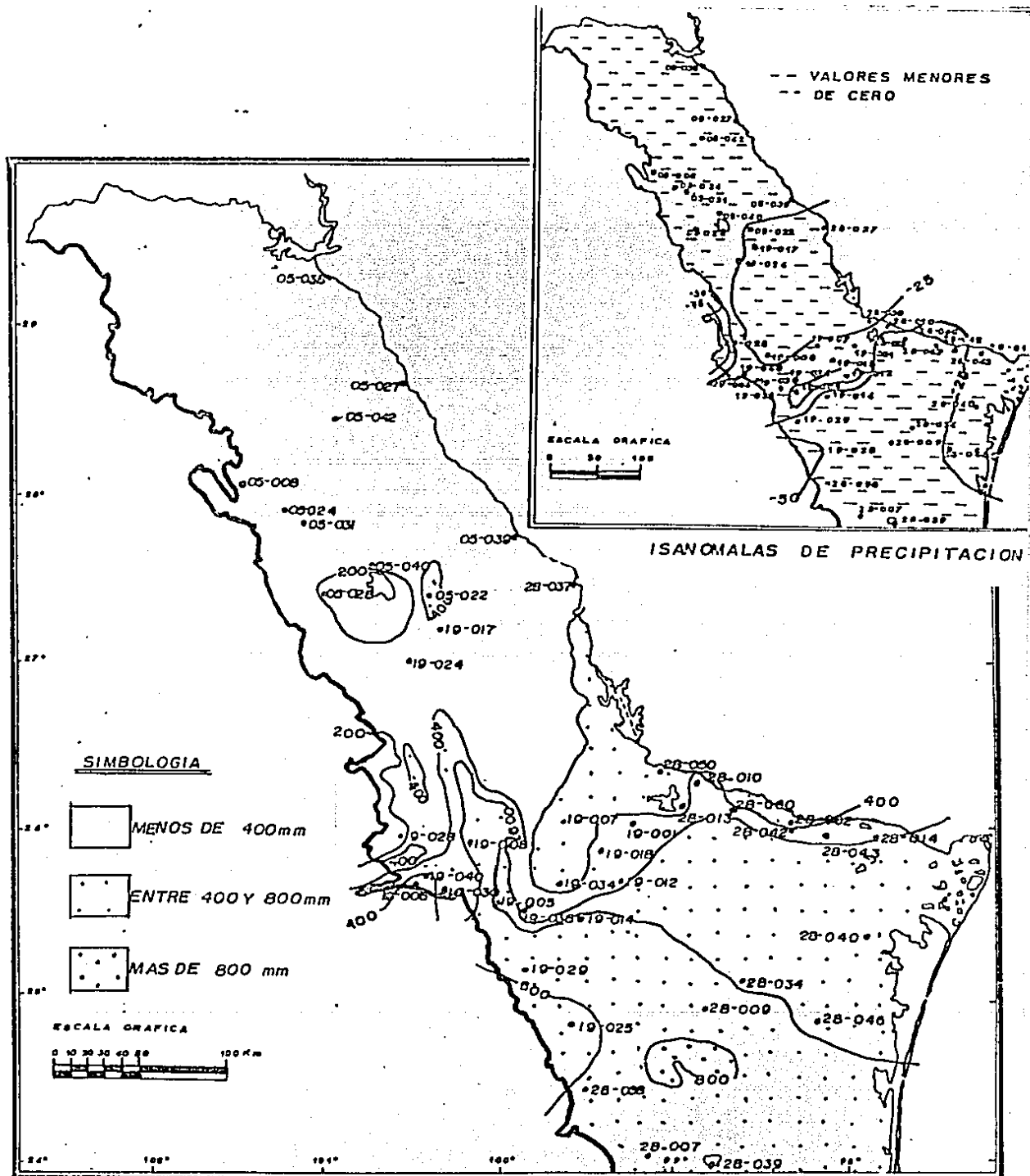


Mapa 14. Isoyetas correspondientes a 1952. Año muy seco, precipitaciones de 200 a 800mm. Isanómalas de cero a -25% al sur, al centro entre -25 y -50% y al norte entre -50 y -75%.

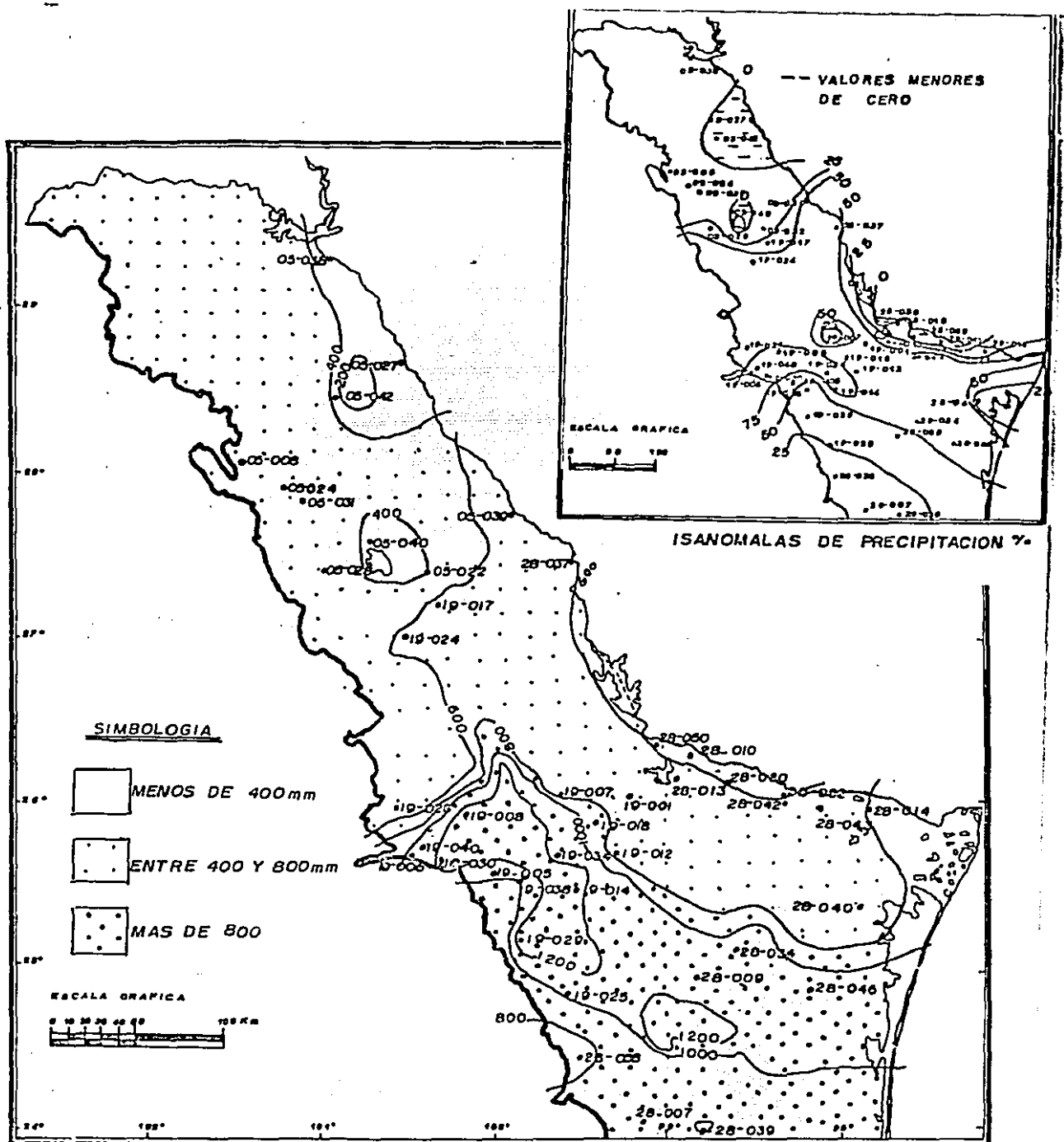


Mapa 15. Isoyetas correspondientes a 1958. Año muy húmedo, precipitaciones desde 600 a 1,200mm. Al sur es húmedo y al norte es extrahúmedo.

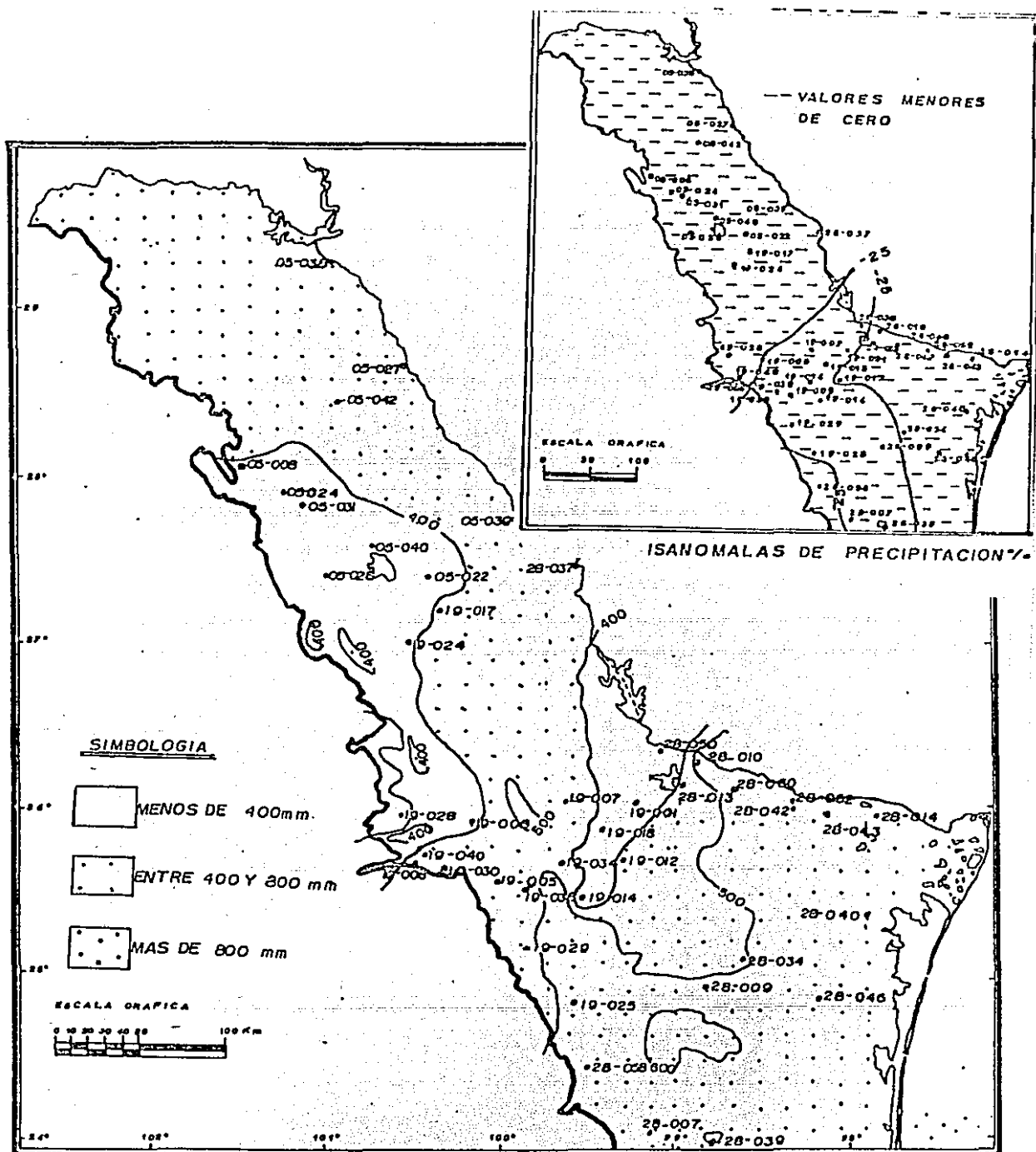




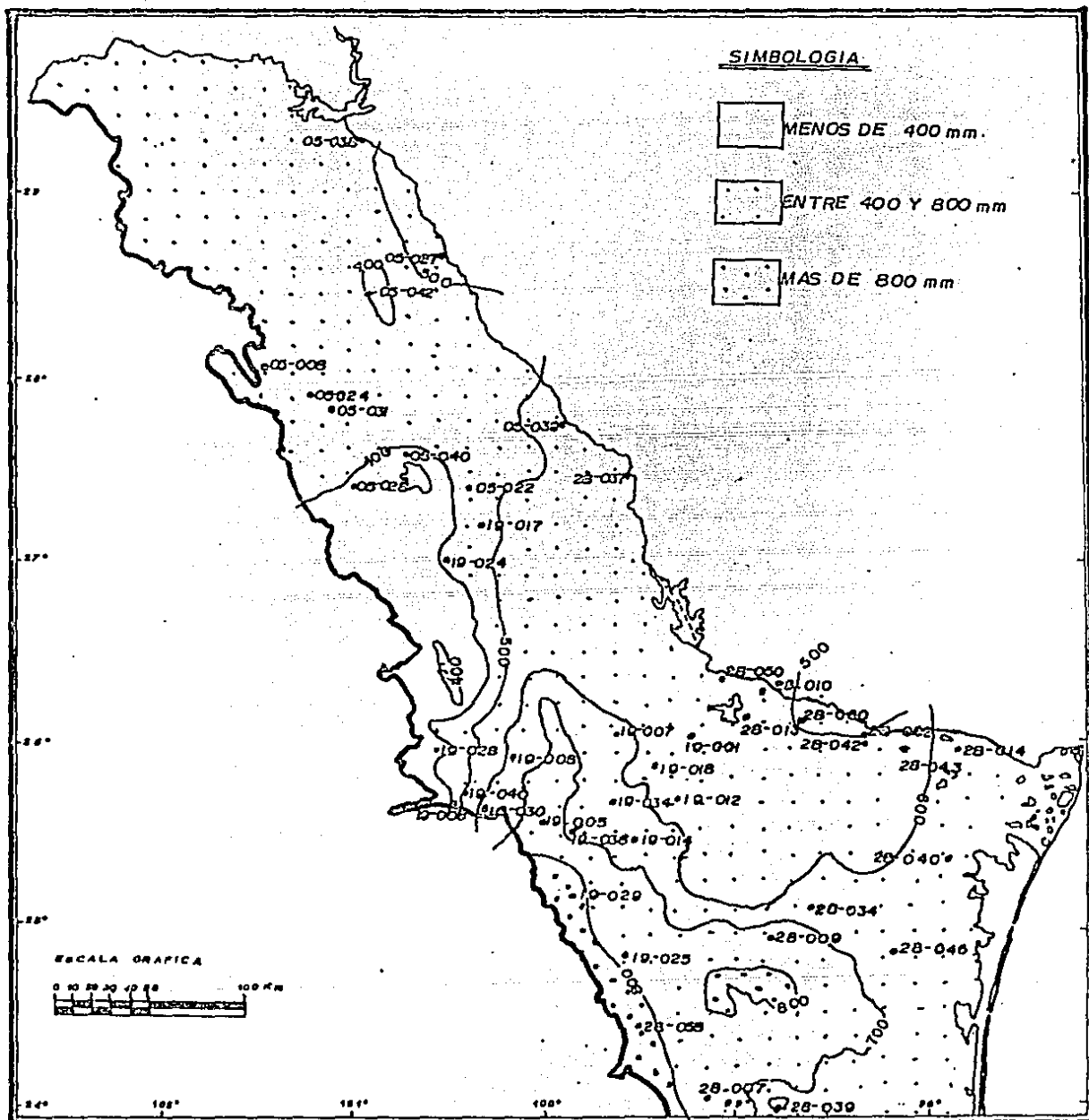
Mapa 16. Isoyetas correspondientes a 1962. Año seco, con precipitaciones desde 200 a 800mm, isanómalas de -25 a -50%.



Mapa 17. Isoyetas correspondientes a 1967. Año con gran variación, desde normal al N con isanómalas alrededor de cero hasta el S de la Sierra del oeste con isanómalas del 75%.



Mapa 18. Isoyetas correspondientes a 1982. Año seco con isanómalas de cero a -50% y precipitaciones de 200 a 700mm.



CUADRO NO.3 PORCENTAJES DE PRECIPITACION RESPECTO A LA TOTAL ANUAL EN SEPTIEMBRE Y OCTUBRE DE 1967 PARA COAHUILA (05) Y TAMAULIPAS (28).

ESTACION	% DEL TOTAL ANUAL DE PRECIPITACION.	
	SEPTIEMBRE	OCTUBRE
05-024 (Nueva Rosita)	28.0%	5.5%
05-027 (Piedras Negras)	20.0%	20.0%
05-028 (Progreso)	39.0%	15.8%
05-031 (Sabinas)	23.3%	28.7%
05-042 (Zaragoza)	33.0%	30.0%
TOTAL	28.6%	16.3%
28-007 (Barretal)	29.5%	40.0%
28-009 (Burgos)	29.4%	37.2
28-013 (Comales)	39.5%	?
28-014 (Control)	17.8%	37.0%
28-034 (Villa Mendez)	29.8%	47.5%
28-037 (Nuevo Laredo)	29.1%	37.2%
28-037 (Padilla)	15.3%	40.9%
28-040 (Piedad, La)	21.6%	?
28-042 (Reynosa)	15.6%	52.1%
28-062 (S-J-3-42)	13.8%	40.4%
28-058 (Villagran)	27.0%	27.4%
TOTAL	24.4%	39.9%

Índice de aridez empleado en la caracterización del clima: El Índice de Lang, utilizado en este estudio, indica las condiciones de humedad de un punto dado. Lang (1920) toma a la temperatura como el control principal de la evaporación y establece su fórmula  $I = P/T$  que indica que la humedad efectiva (I) varía en forma directamente proporcional a la precipitación (P) expresada en mm, e inversamente proporcional a la temperatura (T) expresada en °C. Este índice fué utilizado y trabajado estadísticamente por García, (1968), para la delimitación de los climas de México en lo referente a grados de humedad. Los valores manejados en dicha delimitación son:  $P/T=22.9$  como el límite entre los climas áridos  $BS_0$  y los semiáridos  $BS_1$ ; los valores menores a 43.2 corresponden a los climas menos húmedos de los subhúmedos (designados como  $Aw_0$  o  $Cw_0$ ); los climas  $Aw_1$  intermedios en cuanto a humedad, con valores  $P/T$  entre 43.3 y 55.0 en el caso de los climas cálidos, para los templados a fríos el rango va de 43.2 a 55.3; los más húmedos de los subhúmedos ( $w_2$ ) tendrán valores de  $P/T$  mayores de 55.0 los  $Aw_2$  y de 55.3 los  $Cw_2$ .

El cuadro 4 describe la distribución geográfica del cociente  $P/T$  en las regiones del área de estudio, año por año.

El año de 1952 posee valores de  $P/T$  por debajo de 22.9 (seco) en la mayor parte del área, a excepción del sur. Las zonas con valores por debajo de 10 se presentan al norte y en la región de las Presas H.R. Gómez y Falcón (mapa 20).

En 1953 toda el área de estudio presentó un  $P/T$  por encima de 22.9, es decir, no se presentaron condiciones del tipo de los climas secos. Hay una franja desde la presa de la Amistad (norte) hasta el sur con un  $P/T$  de 43.2 a 55.0 (sub-húmedo,  $w_1$ ). La zona más húmeda se encuentra sotavento de las Sierras del Oeste y la más

seca a barlovento de estas Sierras y al sur de Reynosa con valores de 25 a 30 (mapa 21).

El año de 1962 tuvo otra vez valores por debajo de 22.9, que indican condiciones áridas para el año en el 70% del área (aproximadamente). Los valores más bajos (de 5 a 10) se presentan en la Región Presa Venustiano Carranza, a barlovento de las Sierras del Oeste y sur de la Región presas M.R. Gómez y Falcón (mapa 22).

En 1967 se manifestó una marcada diferencia entre el norte con valores entre 5 y 30 (árido a subhúmedo  $w_0$ ) y el sur de 30 a 60 (subhúmedos  $w_1$  y  $w_2$ ) (mapa 23).

Para 1982 el área tuvo valores por debajo de 22.9 (árido), excepto en las zonas del Golfo y Sur (mapa 24).

El mapa 25 muestra los valores promedio de 1921 a 1983 del área de estudio, en el que se puede observar que, en general, las zonas con P/T más bajo fueron la norte, las áreas a barlovento de las Sierras del Oeste y al sur de la región presas M.R. Gómez y Falcón. Valores de P/T elevados se presentaron al suroeste y sobre las laderas de la Sierras Madre Oriental y de San Carlos (mapa 24).

INDICE DE LANG (P/T)

GENERAL	NORTE	SIERRAS DEL OESTE
1952 Con P/T desde 5 hasta 30.	Con P/T entre 4 y 12.	A barlovento P/T de 10 y a sotavento de 20.
1958 Con P/T desde 22.9 hasta 60 en una zonación paralela a la costa.	Hay una franja de 43.2 que va del sur de la Presa de la Amistad hasta el S el resto tiene valores entre 35 y 40	A barlovento está la zona más seca, con un P/T entre 22.9 y 30. A sotavento está la zona más húmeda con P/T que aumenta hasta 55.
1962 Con un P/T desde 5 hasta 35, los valores más altos se encuentran a sotavento de las Sierras del W y San Carlos.	Zona seca con P/T entre 10 y 15.	A barlovento, muy seco con valores entre 20 y 22.9, a sotavento el P/T aumenta hasta 30.
1967 Gran variación de valores, desde 10 hasta 60, gran contraste entre el N y el S.	Valores entre 15 y 22.9	A barlovento con valores entre 20 y 22.9, a sotavento aumenta hasta 60.
1982 Con P/T desde 10 hasta 35, la zona menor de 22.9 abarca el norte y centro.		El norte de la Sierra tiene valores entre 10 y 15, al sur entre 20 y 25.
PRQM Con P/T desde 10 hasta 40, la zona más húmeda es al SW.	Zona con valores entre 20 y 30.	A barlovento hay un P/T entre 10 y 15, a sotavento llega a valores de 30.

Cuadro 4. Descripción de las condiciones de aridez (Índice de

Lang) por región para los años estudiados.



PRESA VENUSTIANO CARRANZA  
P/T entre 5 y 10.

PRESAS MARTE R. GOMEZ Y FALCON  
Una zona que se extiende al sur con  
P/T entre 5 y 10.

REYNOGA A MATAHOROS  
El P/T aumenta hacia el Golfo de 10 a 25

Dentro de esta zona atraviesan la  
isotermas de 40 y 43.2.

Hacia el sur hay una franja de P/T  
entre 35 y 40. Hay una pequeña zona de  
40 a 45 al este de las Presas.

De esta zona hacia el sur se extienden  
las zonas de P/T más bajo con valores  
entre 22.9 y 35.

Una zona con un P/T entre 5 y 10.

Zona muy seca hacia el sur, con un P/T  
entre 5 y 15.

Zona con P/T entre 15 y 20, hay una zona  
pequeña en la frontera con P/T entre 10 y  
15.

Zona con los valores más bajos, entre  
10 y 15.

Al SE de esta zona, en la frontera,  
hay una pequeña zona de P/T entre 20 y  
22.9, el resto con valores entre 22.9  
y 30.

Valores entre 30 y 40.

Con un P/T entre 10 y 15.

Con P/T entre 15 y 20, al E, en la  
frontera, hay una zona pequeña con P/T  
entre 20 y 30.

Al W hay una pequeña zona de P/T entre 20  
y 30, al E baja a valores de 15 a 20.

Dentro de la zona de P/T entre 15 y  
20.

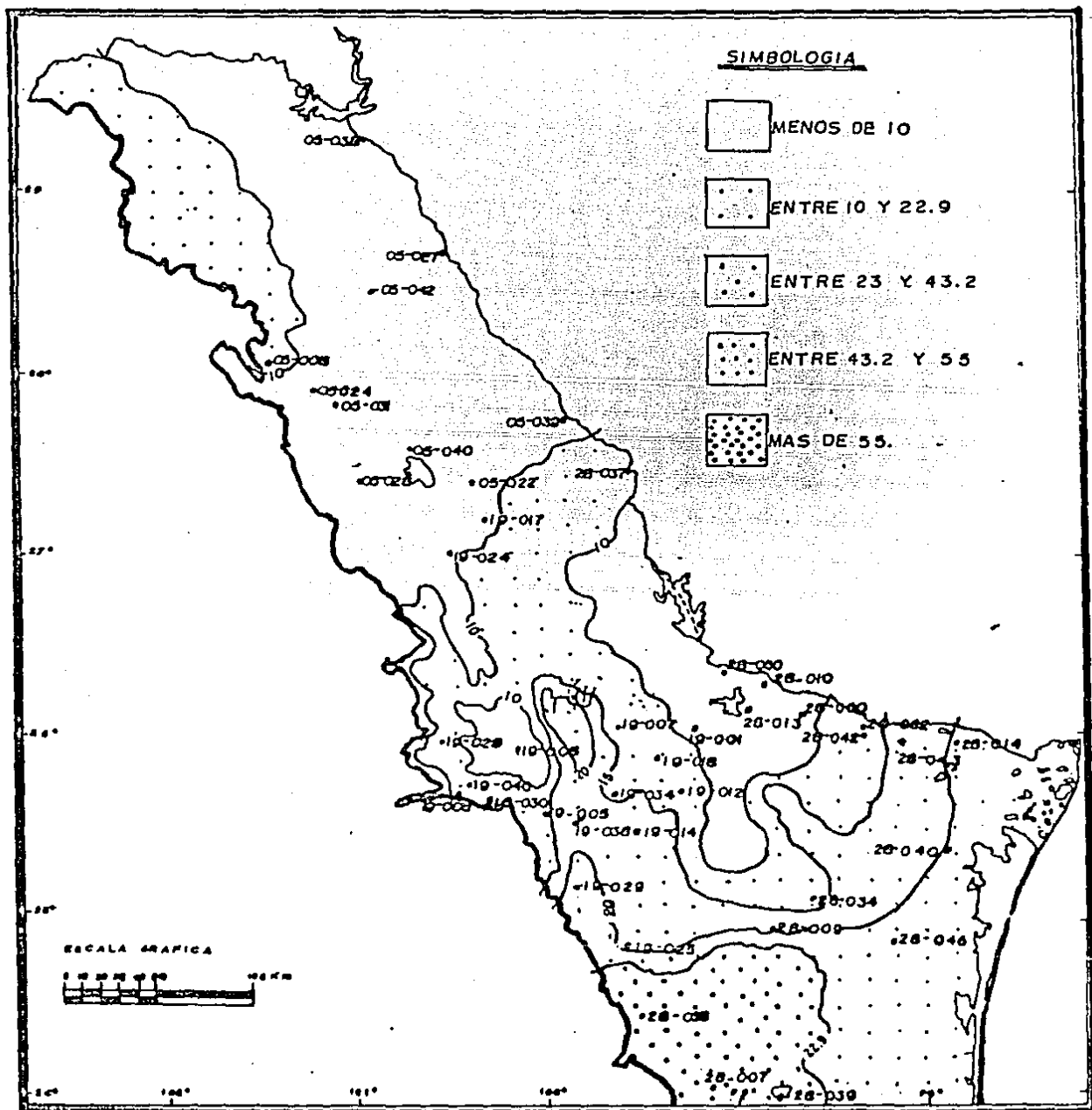
Zona con valores entre 20 y 22.9; una  
pequeña zona en la frontera con  
valores de 15 a 20.

El P/T aumenta hacia la costa de valores  
de 20 hasta 30.

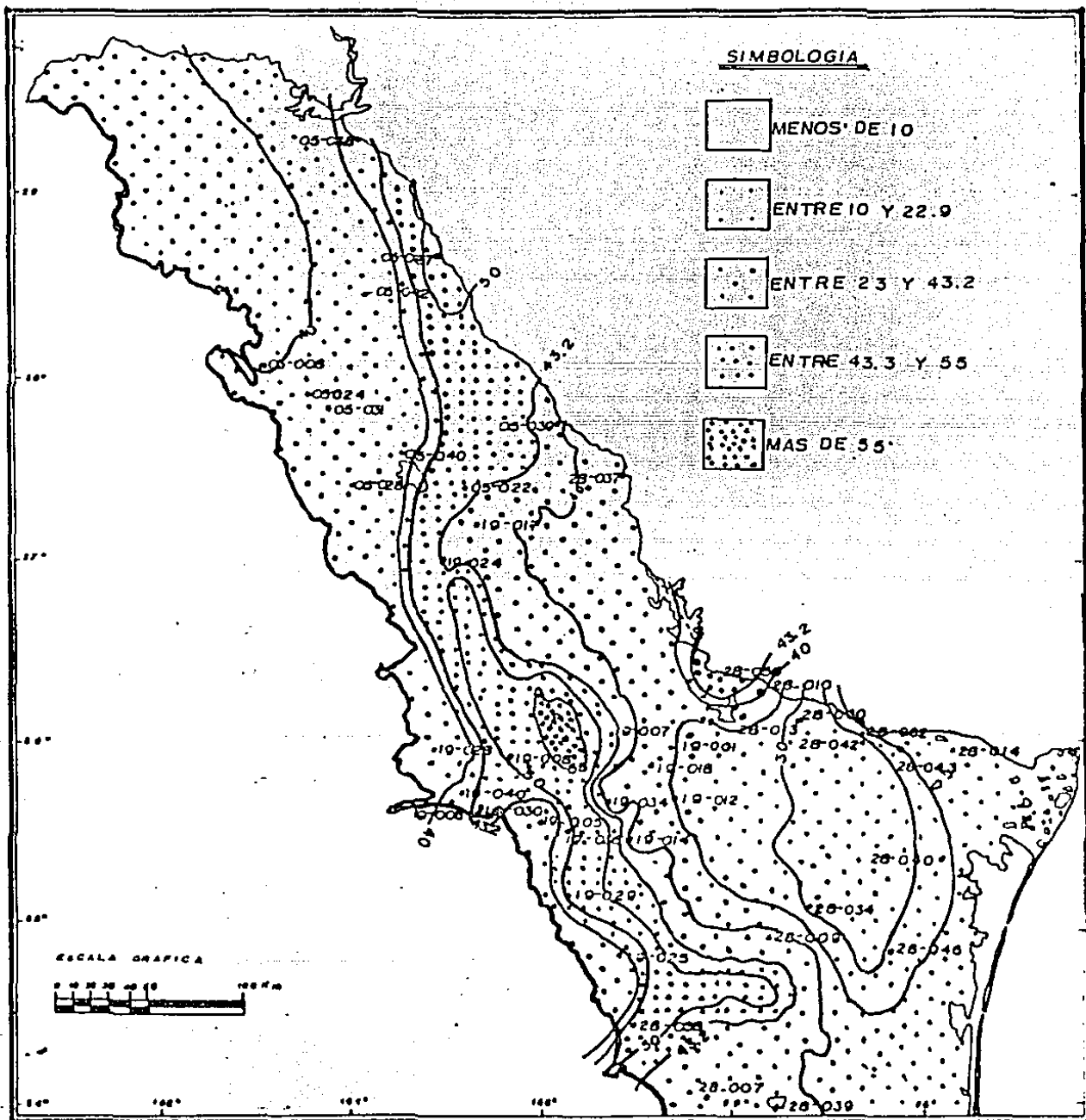
Cuadro 4. Descripción de las condiciones de aridez (Índice de  
Lang) por región para los años estudiados. (cont.)

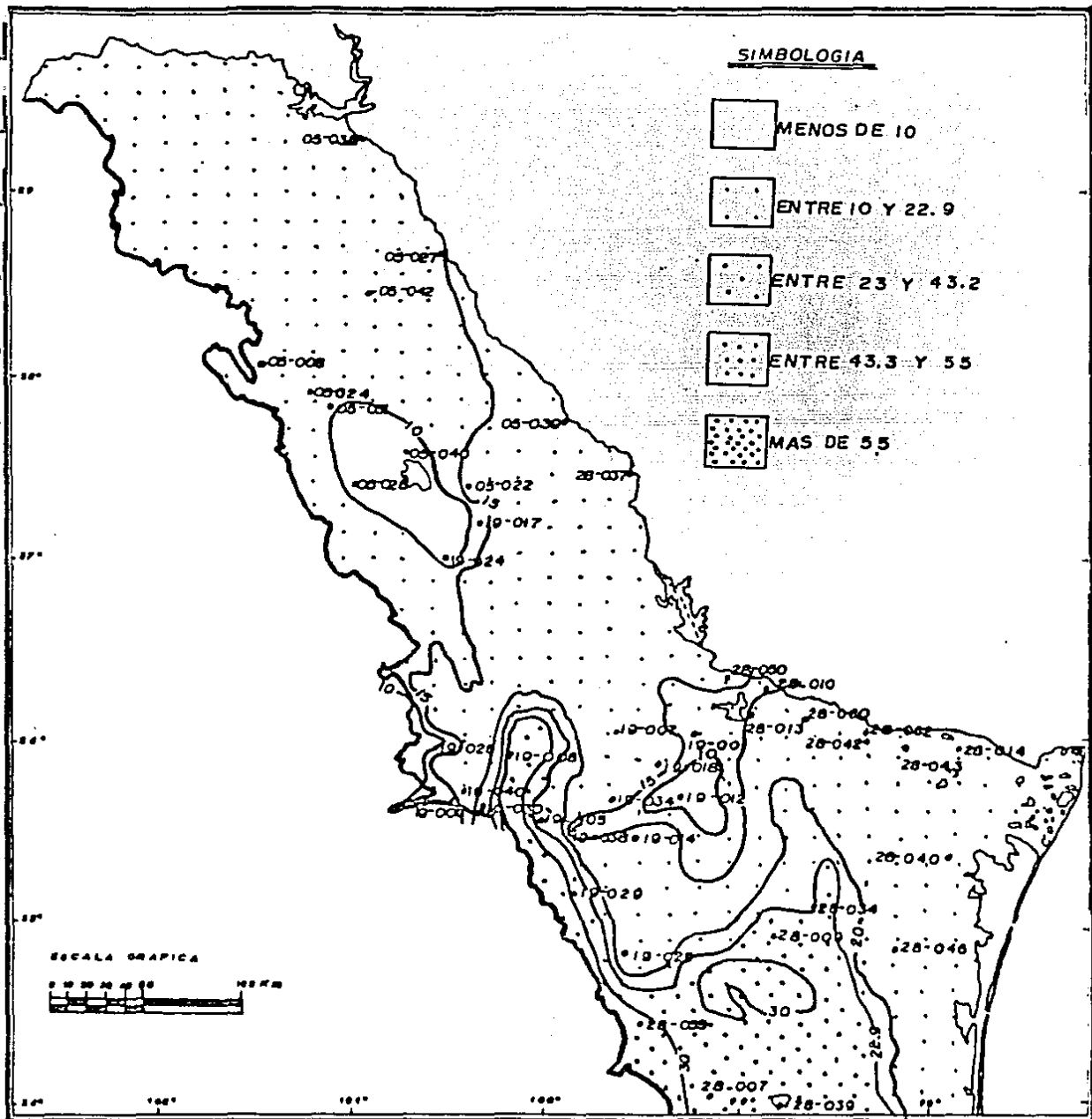
COSTA DEL GOLFO	SUR	SIERRA DE SAN CARLOS
P/T entre 22 y 22.9 con una franja que penetra hacia las sierras del W.	Zona más húmeda única con P/T entre 22.9 y 30 (junto con la Sierra de San Carlos).	P/T entre 22.9 y 30 que se extiende al sur.
Con un P/T entre 35 y 40.	Con P/T entre 35 y 43.2.	Zona muy húmeda con P/T entre 43.2 y 55, esta zona húmeda se extiende al N.
Zona con P/T de entre 15 y 20 que se extiende al W y al N.	Valores de P/T un poco más alto, entre 22.9 y 30.	Valores más altos se presentan aquí, se encuentran entre 30 y 35.
Al N tiene un P/T entre 22.9 y 30, el S alcanza valores entre 35 y 43.2.	Más bajos los valores al E de esta zona (35 a 40) El W con valores de 40 a 50.	Valores más altos, hasta de entre 50 y 60.
Zona con valores de 22.9 a 30 que se extiende hacia el W.	Casi toda la zona tiene un P/T entre 22.9 y 30, a excepción de una pequeña con P/T entre 22 y 22.9.	Zona con el P/T más alto, entre 30 y 35.
La zona de P/T entre 25 y 30 que se extiende hacia las Sierras del W.	Al E hay valores de 10 a 25 y al W llega hasta 40.	Zona con los valores más altos, entre 35 y 40.

Cuadro 4. Descripción de las condiciones de aridez (Índice de Lang) por región para los años estudiados. (cont.)

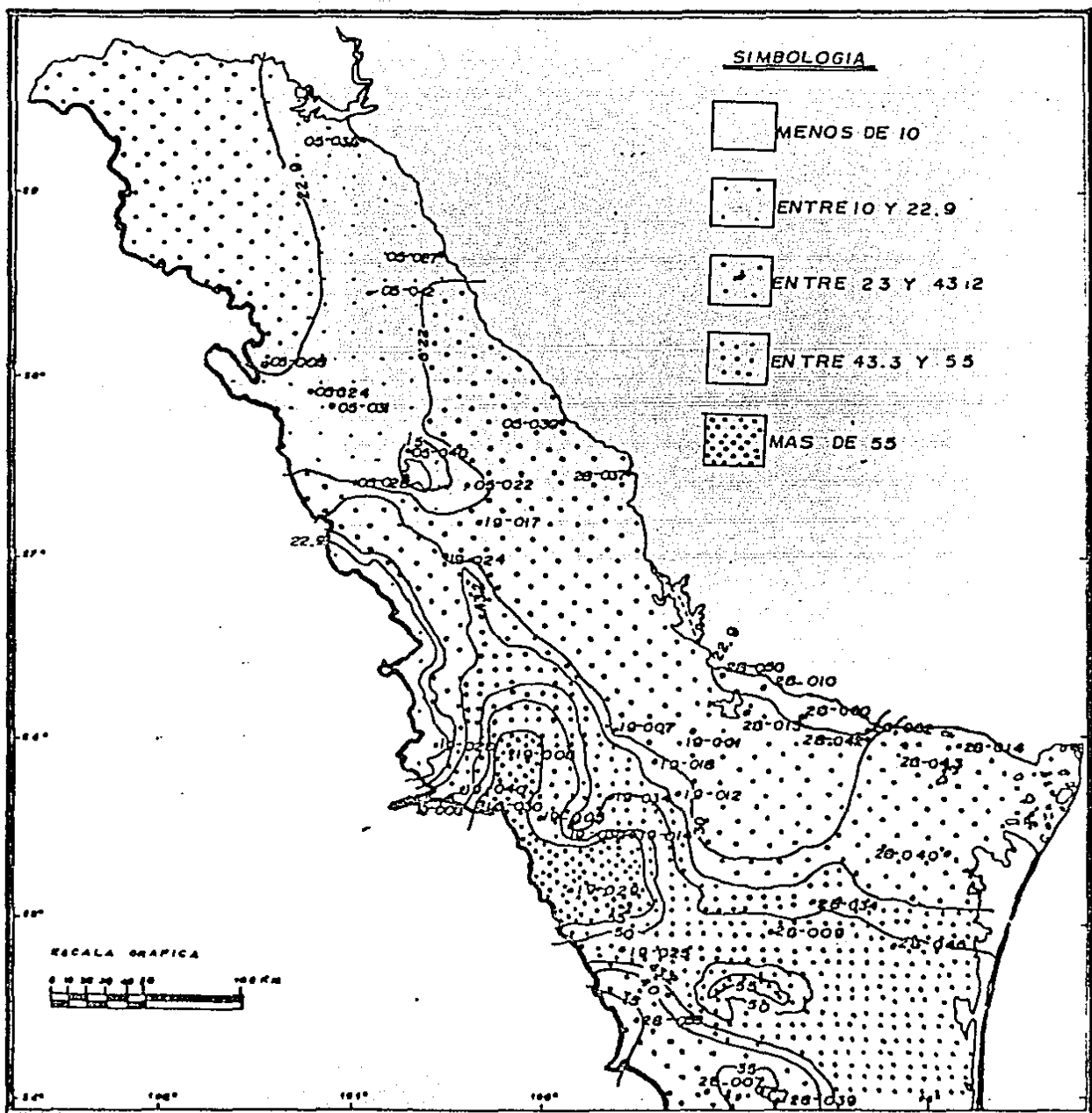


Mapa 20. Índice de Lang ( $I=P/T$ ) correspondiente al año 1952.

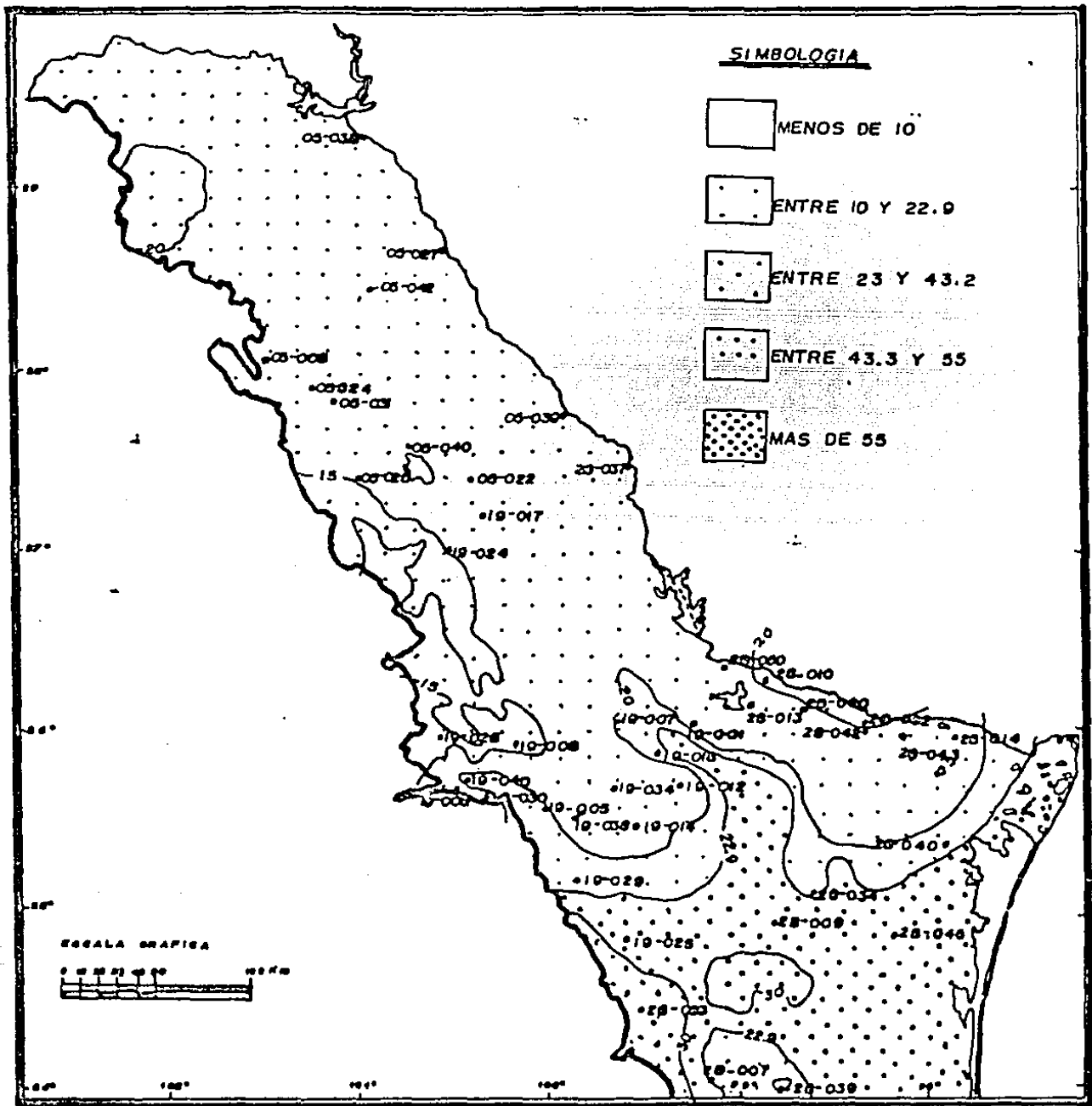




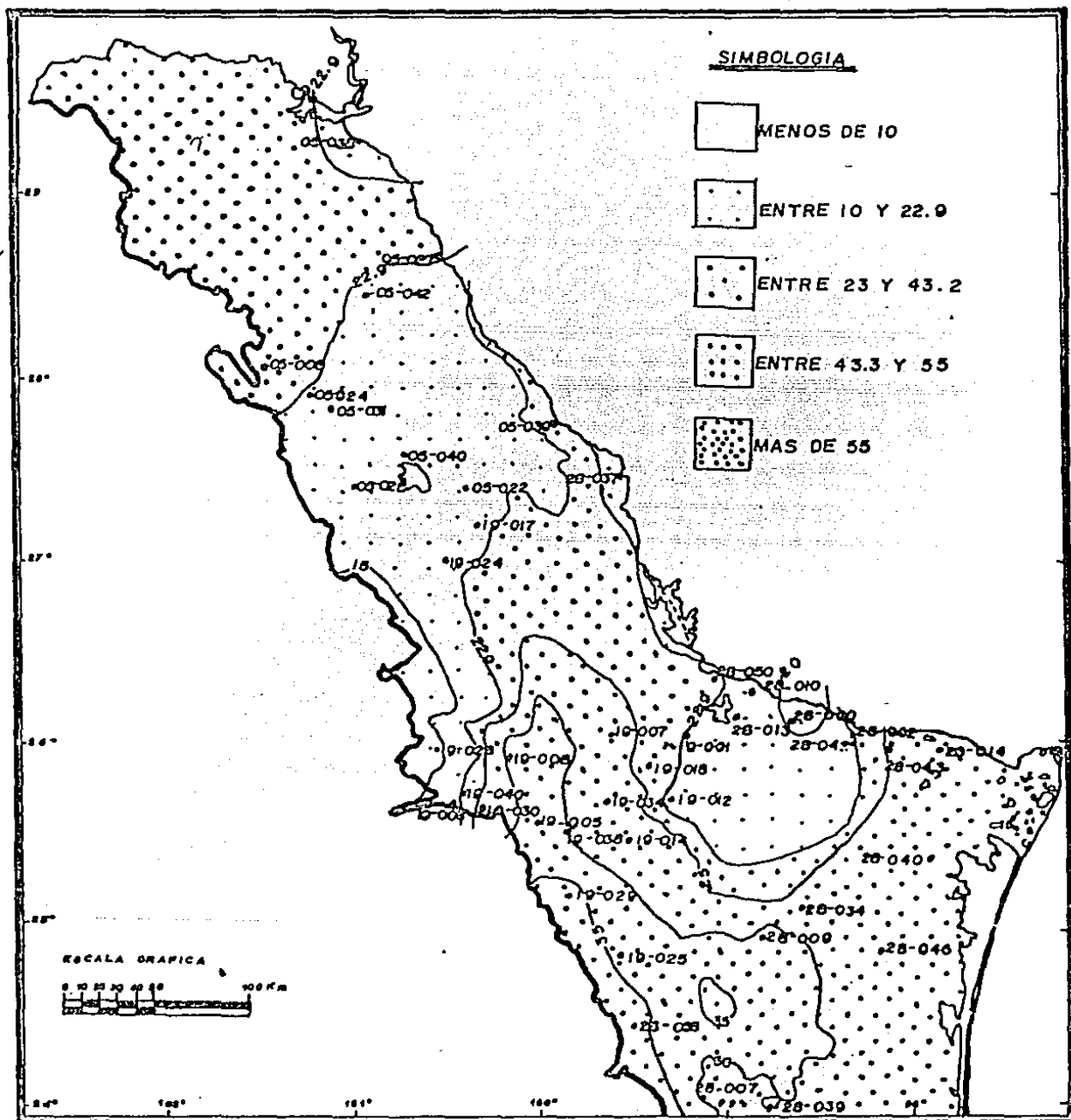
Mapa 22. Índice de Lang (I=P/T) correspondiente al año 1962.



Mapa 23. Índice de Lang ( $I=P/T$ ) correspondiente al año 1967.



Mapa 24. Índice de Lang (I=V/I) correspondiente al año 1982



Mapa 25. Índice de Lang ( $I=P/T$ ) correspondiente al periodo 1921-1983.



Climas: La zona de estudio, principalmente en latitudes mayores a los 28°, se encuentra dominada por las calmas descendentes subtropicales características de los 30° de latitud que son responsables de los grandes desiertos climáticos en el mundo (Mosiffo y García, 1974). La precipitación de la zona es aún más escasa al norte por una lejanía de la fuente de humedad (el mar) y por el efecto de sombra orográfica. La humedad presente en verano es causada por un corrimiento al norte de estas celdas anticiclónicas del Hemisferio Norte que permiten que los vientos alisios, aunque poco intensos, penetren en la región e introduzcan humedad. Estos vientos provienen de la margen ecuatorial de la Celda Anticiclónica localizada en el Océano Atlántico entre las Islas Bermudas y las Azores. La nubosidad es incrementada, sobre todo en las sierras, por movimientos convectivos (ascenso de aire cálido) aunados al ascenso orográfico de los alisios ya mencionados.

Otro fenómeno presente en verano lo constituyen las ondas del este, que son perturbaciones propias de la corriente alisia, viajan con dirección este a oeste, se cargan de humedad en el Golfo de México y provocan precipitaciones importantes. Cuando éstas se intensifican, provocan tormentas tropicales, que son perturbaciones giratorias, siendo las más importantes los huracanes o ciclones tropicales.

En ocasiones la aparición de una vaguada polar sobre la zona en el verano provoca que las tormentas tropicales recurven hacia el noreste evitando la entrada de humedad en la región. La sequía producida se conoce como canícula o sequía de medio verano.

En invierno predominan los vientos del oeste, que son de gran velocidad pero, por ser continentales, poseen una carga de

humedad muy baja. Sin embargo en ocasiones, los nortes, masas de aire polar modificado proveniente de E.E.U.U. y Canadá penetran a la región y al pasar sobre las relativamente cálidas aguas del Golfo se cargan de humedad y provocan frío y lluvia en la zona (García, 1983).

El sistema empleado en el estudio de la distribución del clima fue el de Köppen modificado por García (1964), según el cual los regimenes de lluvia que se presentan son el intermedio ( $w'$ ) y el de verano con alto porcentaje de lluvia invernal (mayor de 10.2 de la anual)  $w(x')$ . La marcha de la temperatura presenta un solo pico en verano, lo que es característico de las zonas subtropicales.

Las características climáticas generales del área de estudio se describen en el cuadro 5.

El mapa 31 de climas promedio para el periodo 1921-1983 muestra que los climas predominantes son el semiárido  $BS_1$  y el árido  $BS_0$ , los cuales se encuentran en las regiones Norte, Presa Venustiano Carranza, en las Presas Marte R. Gómez y Falcón y Sierras del Oeste. En ésta última existe un fuerte efecto de sombra orográfica que produce un clima muy árido BW en una pequeña zona a barlovento. Hacia las regiones Sur, Costa del Golfo y Sierra de San Carlos la humedad aumenta y produce climas subhúmedos  $w_0$  (el menos húmedo de los subhúmedos).

La distribución de los climas  $BS_0$  en el área de estudio coincide con la reportada por García et. al. (1961) como la apropiada para la distribución de la gobernadora (*Larrea tridentata*).

En cuanto a temperatura, el área de estudio es, en general, semicálida  $BS(h')$ h y (A)C. La excepción la constituyen las partes

altas de las Regiones Sierras del Oeste, Serranía del Burro y Sierra de San Carlos donde, por temperatura, son templados BSk o C.

En toda el área se presentan climas extremosos (e) o muy extremosos (e') y la canícula (sequía de medio verano) es también una constante.

Se trazaron mapas de clima según el sistema modificado para cada uno de los años seleccionados, pudiendose observar que la variación entre los climas de un año a otro es muy marcada, como por ejemplo el año 1952 tiene climas BW (áridos) en las zonas norte y Presa Falcón (mapa 26), mientras que para la misma zona el año 1958 (mapa 27) presenta climas semicálidos subhúmedos (A)Ca(w) o hasta (A)Ca(w). Los mapas 32 a, b, c, d, e, f muestran la variación de los límites de las zonas áridas con base en el sistema de clasificación climática. En ellos podemos apreciar que las zonas de máxima susceptibilidad, son aquellas donde fluctúa más frecuentemente este límite y se ubican en una franja que se extiende de este a oeste de la zona centro.

## CLIMAS

AÑO	GENERAL	NORTE	SIERRAS DEL OESTE
1952	Climas DW en más de la mitad del Area, extremoso y con canícula.	Clima BWh	Climas DWh a BWh al norte de la Sierra, al sur climas BS <sub>h</sub> .
1958	Climas (A)Ca en casi toda el Area, desde W <sub>0</sub> hasta W <sub>2</sub> , extremoso y con canícula.	(A)Caw <sub>0</sub> , excepto una franja que se extiende hacia el sur con clima (A)Caw <sub>1</sub> .	Varia de Cw en la partes altas hasta BS <sub>h</sub> a barlovento de la Sierra.
1962	Climas BW y BS <sub>0</sub> en gran parte del Area, extremoso y con canícula.	Clima BWh en la parte norte, al sur es BW(h')h.	Clima BW a barlovento, a sotavento llega a ser (A)Ca(W <sub>0</sub> ), temperaturas de templadas a semicalidas.
1967	Gran contraste de climas, en la mitad norte predominan los climas secos y al sur los subhúmedos y húmedos. Extremoso y con canícula.	Climas BS <sub>0</sub> h a BS <sub>1</sub> h y una pequeña zona más cálida (BS <sub>0</sub> (h')h)	BS <sub>0</sub> a barlovento, a sotavento llega a ser (A)Ca(W <sub>1</sub> ), va de semicalido a templado.
1982	Climas BS <sub>0</sub> al norte y centro y BS <sub>1</sub> al sur, extremoso y con canícula.	Clima BS <sub>0</sub> h al norte y más al sur BS <sub>0</sub> (h')h.	Clima BWh a barlovento, el resto es BS <sub>0</sub> , va de semicalido a templado.
PROM	Climas BS <sub>0</sub> en el norte, BS <sub>1</sub> al centro y (A)Ca(W <sub>0</sub> ) al sur. Extremoso y con canícula.	Clima BS <sub>1</sub> h al norte y BS <sub>0</sub> h al centro.	Clima DWh a barlovento y de BS <sub>0</sub> a (A)Ca(W <sub>0</sub> ) hacia el este y sureste.

Cuadro 5. Descripción de las condiciones climáticas por región para los años estudiados.

## COSTA DEL GOLFO

Clima  $BS_1(h'h)$  que se extiende al oeste hacia las Sierras.

Zona de  $(A)Ca(w_0)$  que se extiende en una gran zona hacia el oeste y noroeste.

Clima  $BS_0(h'h)$  que se extiende hacia el oeste y noroeste.

El norte de esta zona cuenta con un clima  $(A)Ca(w_0)$ , hacia el sur el clima es  $(A)Ca(w_1)$ .

Clima  $BS_1(h'h)$  que se extiende al este.

Clima  $(A)Ca(w_0)$  que se extiende hasta las Sierras del Oeste.

## SUR

Al este hay clima  $BS_1(h'h)$  y hacia el oeste llega a ser  $(A)Ca(w_0)$ .

Hay una franja de  $(A)Ca(w_1)$  que se extiende al norte.

La mayor parte es  $BS_1(h'h)$ , hacia el este es más seco ( $BS_0(h'h)$ ) y al oeste hay una pequeña franja  $(A)Ca(w_0)$ .

El clima predominante es  $(A)Ca(w_0)$ , hacia el oeste hay  $BS_1(h'h)$  y al este es  $(A)Ca(w_1)$ .

Clima  $BS_0(h'h)$  en la zona más baja,  $BS_1(h'h)$  en el resto.

Una pequeña zona de  $BS_1(h'h)$ , el resto es  $(A)Ca(w_0)$ .

## SIERRA DE SAN CARLOS

Clima  $(A)Ca(w_0)$  excepto en la zona más alta que es  $Cw_0$ .

En la parte más alta es  $Cw_2$ , el resto tiene un clima  $(A)Ca(w_1)$ .

Clima  $(A)Ca(w_0)$  en las partes bajas y  $Cw_0$  en las altas.

Climas  $(A)Ca(w_1)$  en las partes bajas, se hace más húmedo al subir ( $(A)Ca(w_2)$ ) y más frío ( $Cw_2$ ).

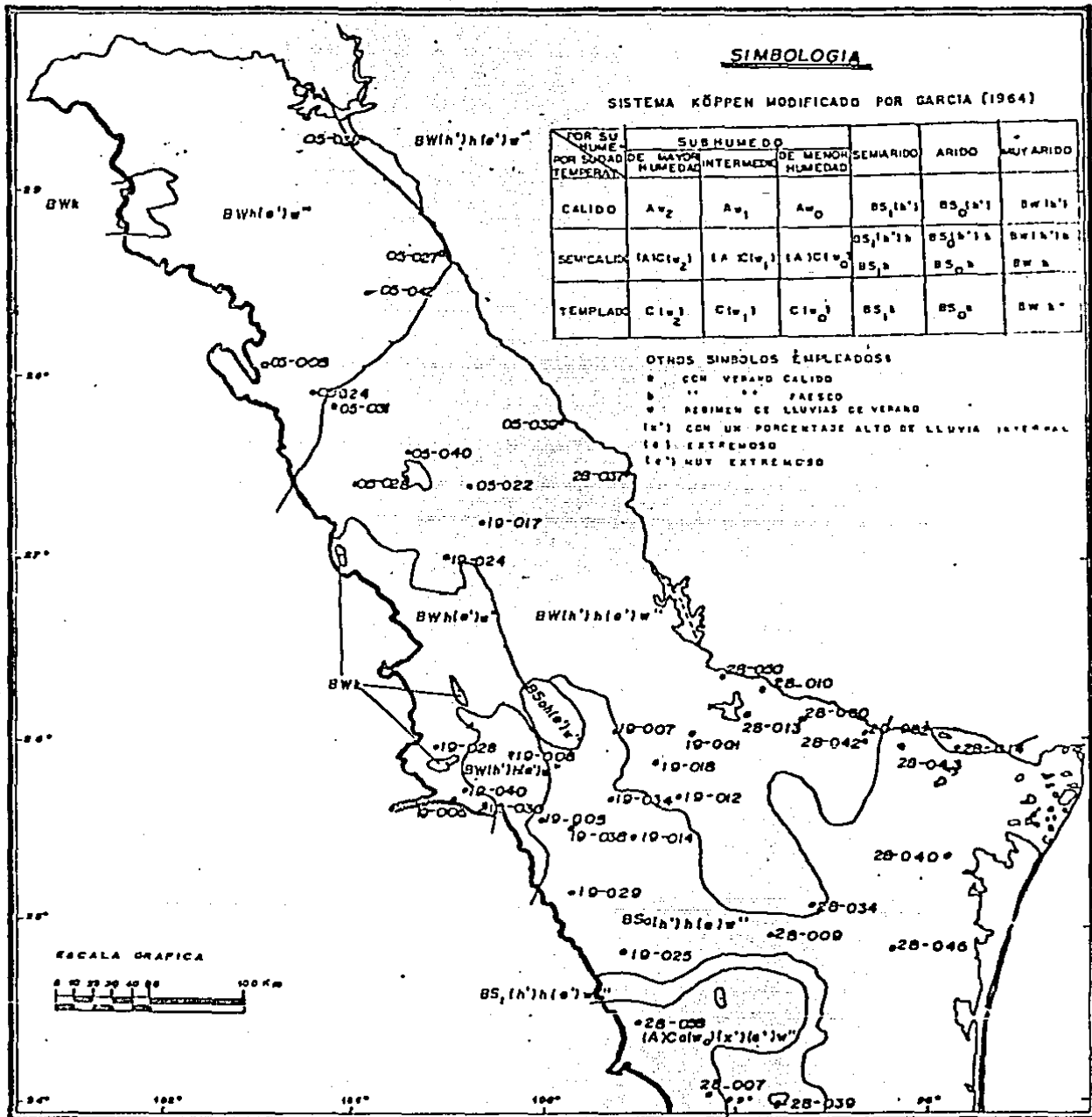
Clima  $BS_1$  en las partes bajas, en las altas es  $BS_1k$ .

Zona con clima  $(A)Ca(w_0)$ , excepto en la parte más alta con  $Cw_0$ .

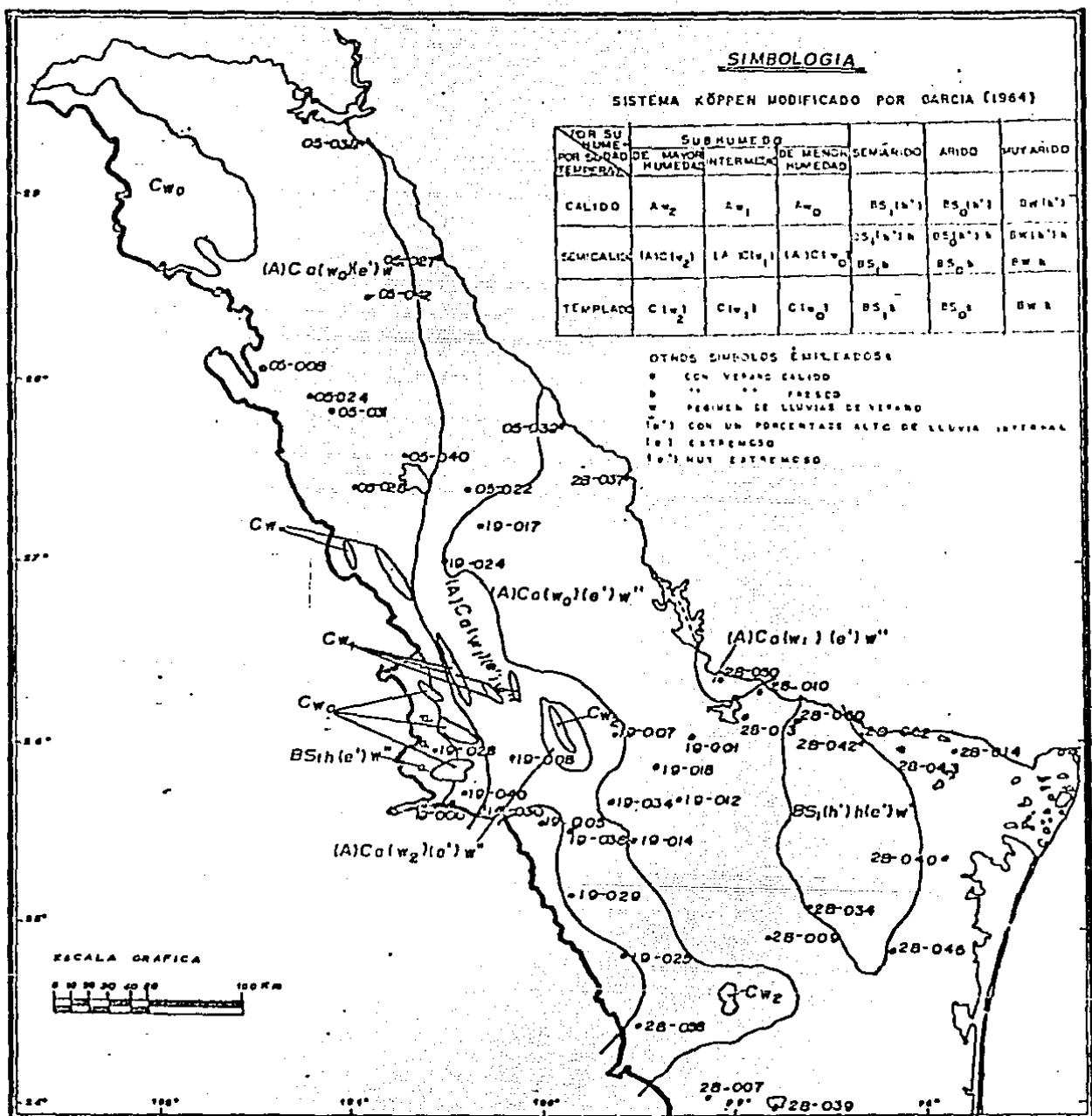
Cuadro 5. Descripción de las condiciones climáticas por región para los años estudiados. (cont.)

PRESA VENUSTIANO CARRANZA	PRESAS MARTE R. GÓMEZ Y FALCÓN	REYNOSA A MATAMOROS
Clima BW(h')h.	Clima BW(h')h que se extiende hacia el sur.	Clima BS <sub>0</sub> (h')h, excepto una zona pequeña en la frontera con clima BS <sub>0</sub> h.
Clima (A)Ca(w <sub>0</sub> ).	Al sur de la Presa Falcón una pequeña zona de (A)Ca(w <sub>0</sub> ), el resto es (A)Ca(w <sub>0</sub> ).	Hacia el sur se extiende una zona de BS <sub>0</sub> (h')h.
Clima BW(h')h.	De la presa M.R. Gómez al sur hay una zona BW(h')h.	Hay una pequeña zona con BW(h')h, el resto es BS <sub>0</sub> (h')h.
Una zona muy marcada con clima BW(h')h	Al SE de la presa Falcón hasta Reynosa hay una estrecha franja de BW(h')h el resto con BS <sub>0</sub> (h')h.	Gradación de humedad hacia la costa de BS <sub>0</sub> a (A)Ca(w <sub>0</sub> ).
Dentro de la zona con clima BS <sub>0</sub> (h')h.	Al noroeste de la presa M.R. Gómez hay una zona pequeña de BW(h')h, el resto con clima BS <sub>0</sub> (h')h.	Una pequeña zona de BS <sub>0</sub> (h')h al este de Reynosa, junto a la frontera, el resto BS <sub>0</sub> (h')h.
Clima BS <sub>0</sub> (h')h.	Desde el norte de la Presa Falcón al sur de la Presa M.R. Gómez zona con clima BS <sub>0</sub> (h')h.	Gradación de BS <sub>0</sub> a (A)Ca.

Cuadro 5. Descripción de las condiciones climáticas por región para los años estudiados. (cont.)

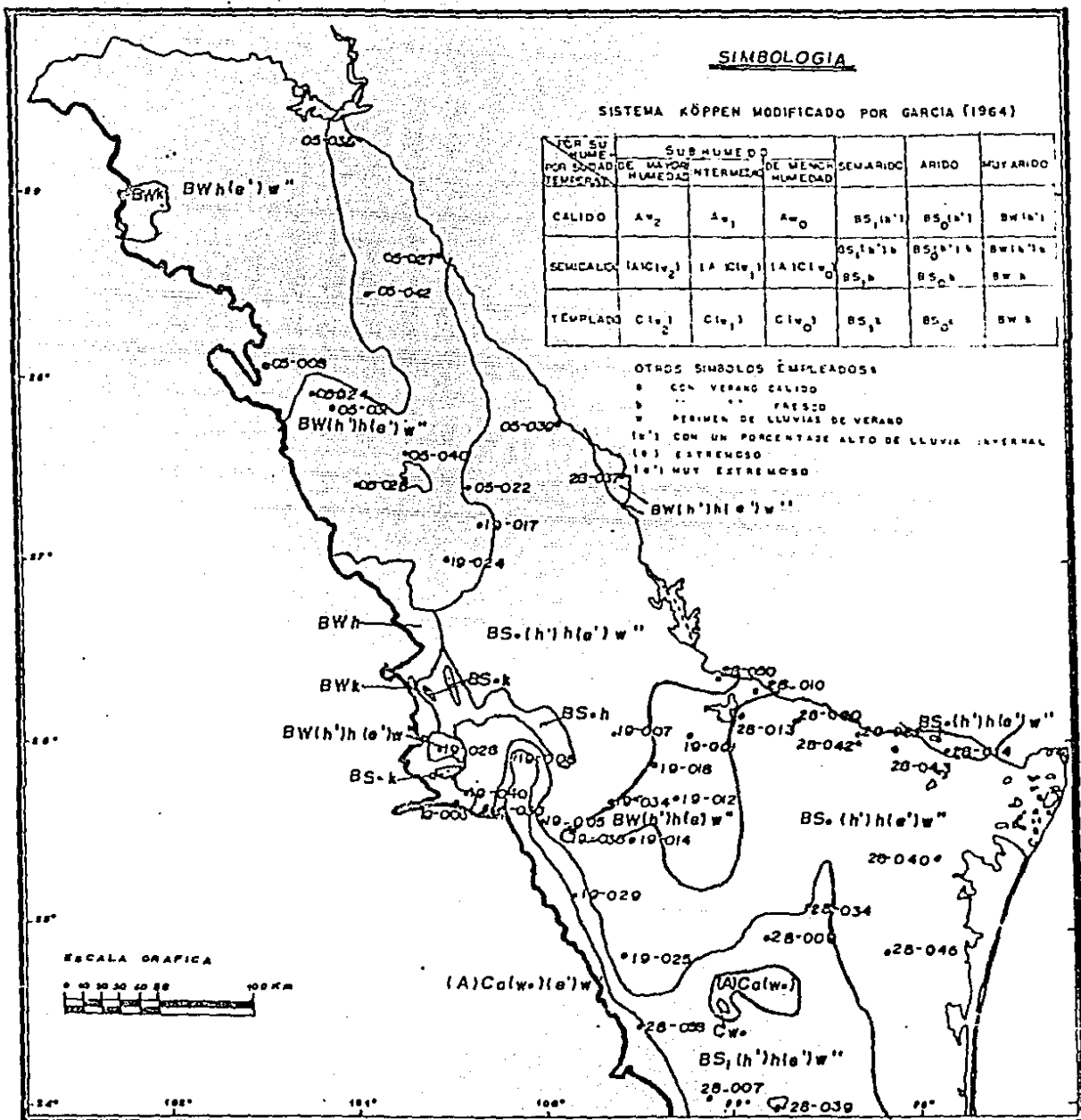


Mapa 26. Climas correspondientes al año 1952.

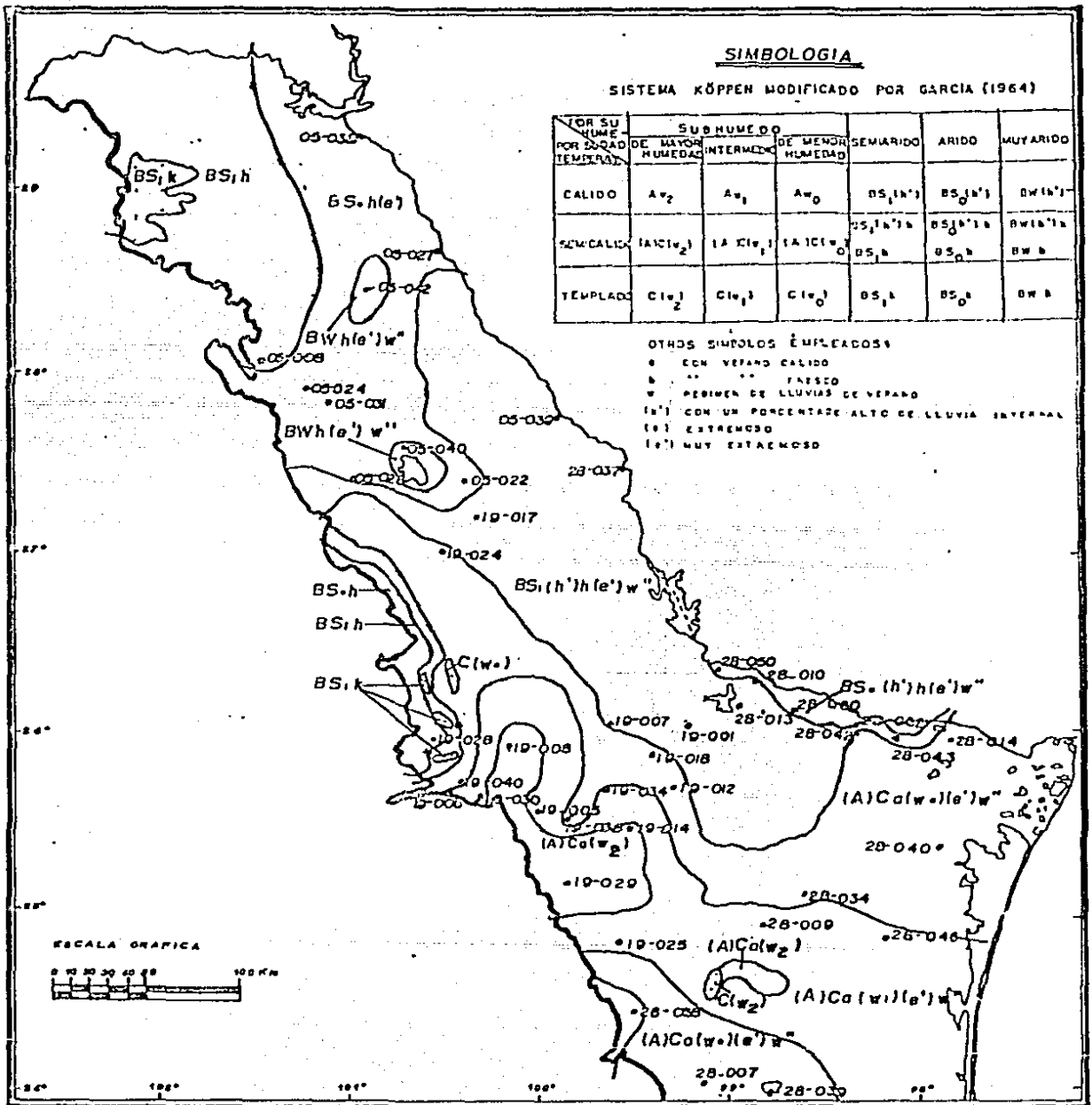


Mapa 27. Climas correspondientes al año 1958.

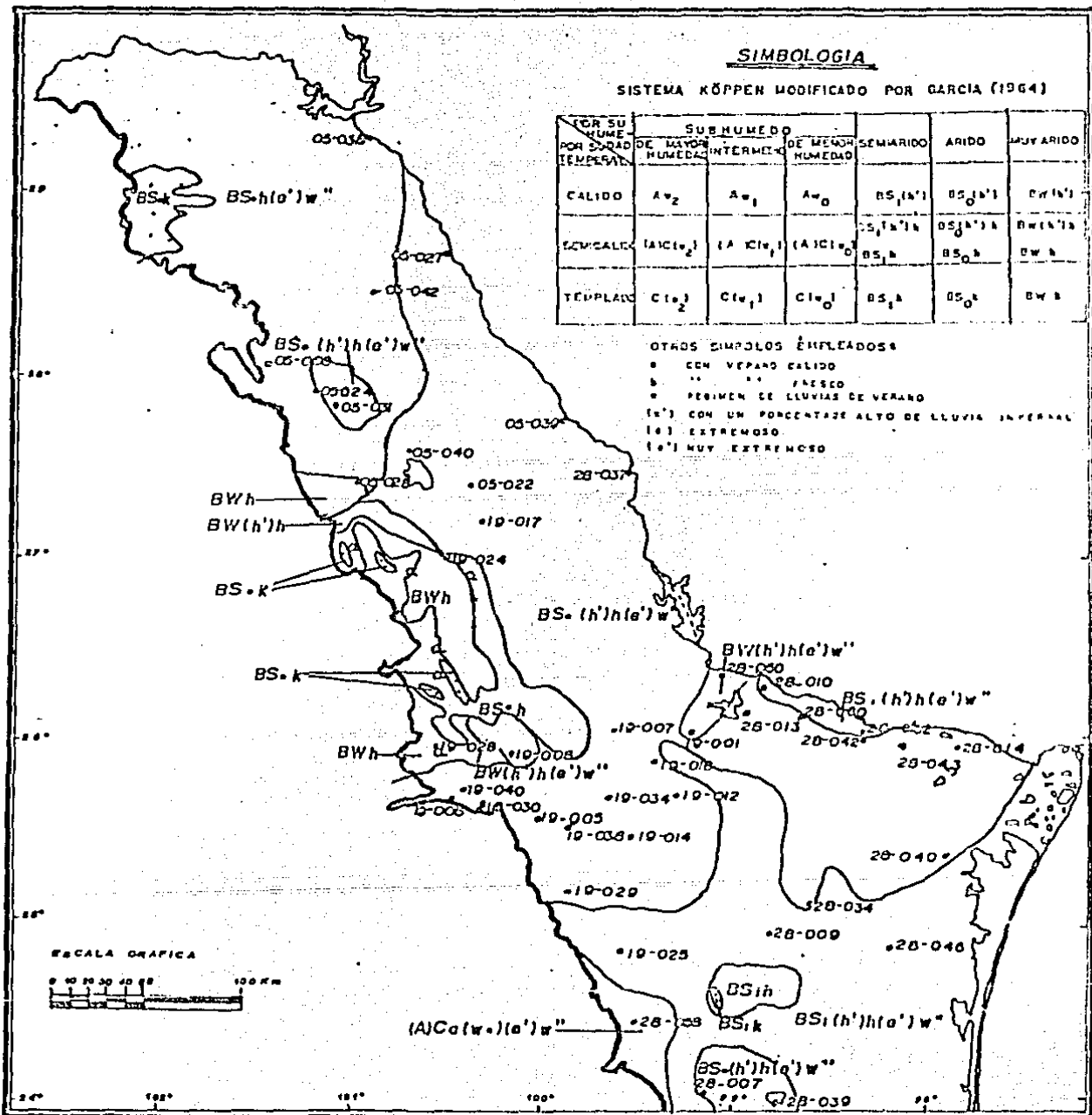




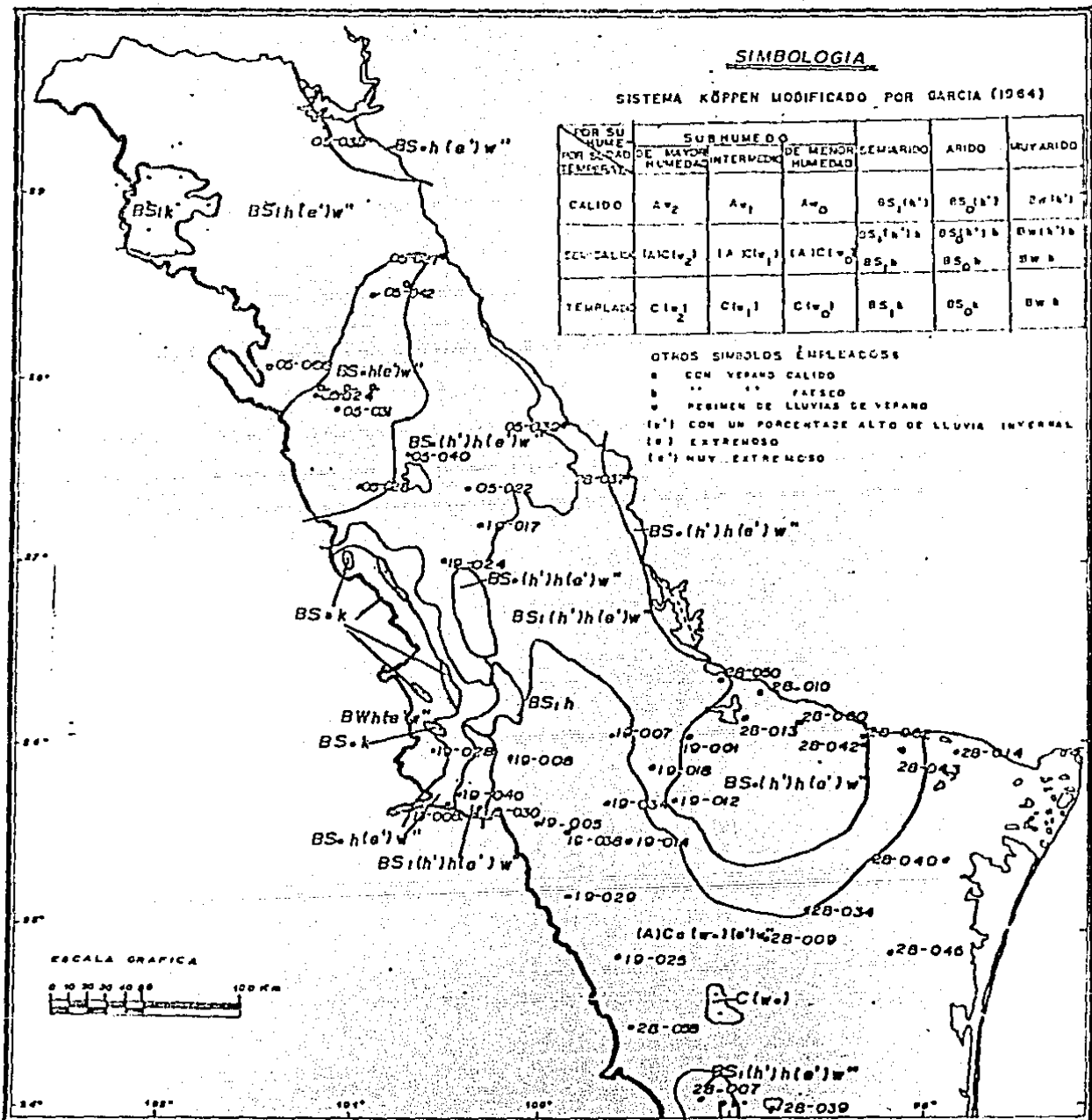
Mapa 28. Climas correspondientes al año 1962.



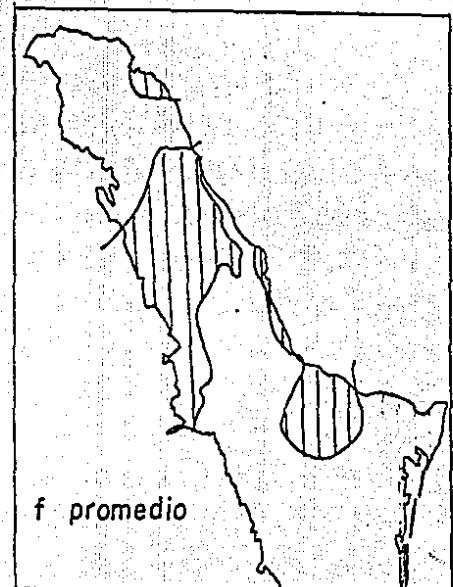
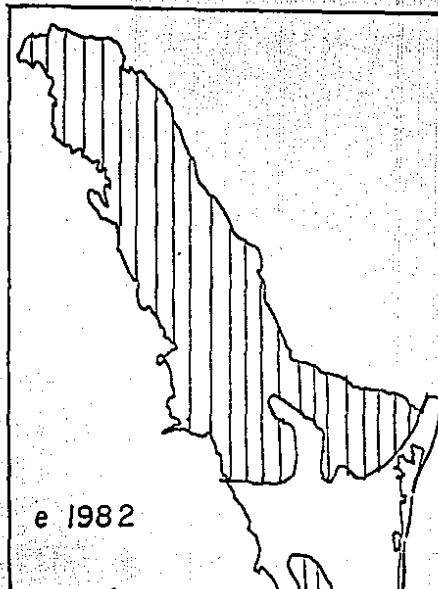
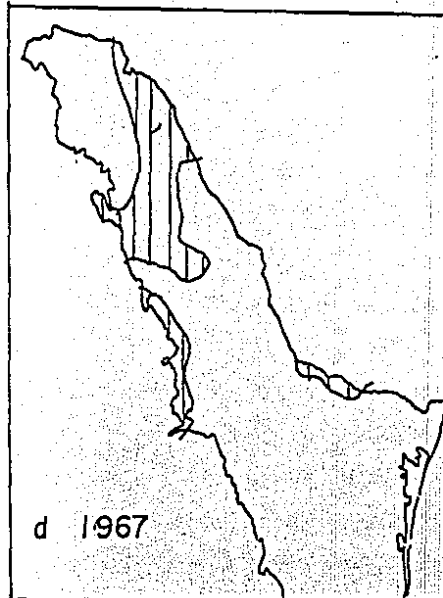
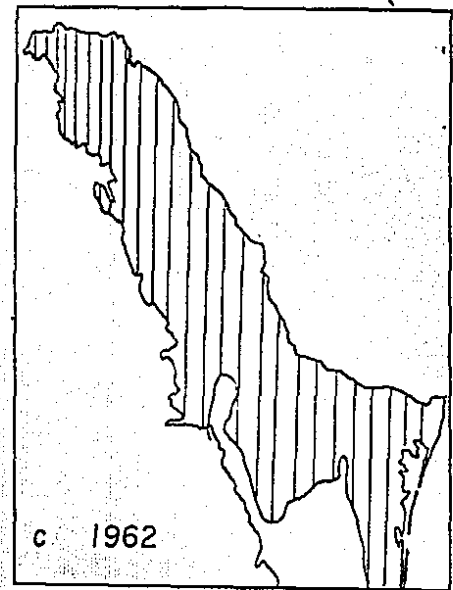
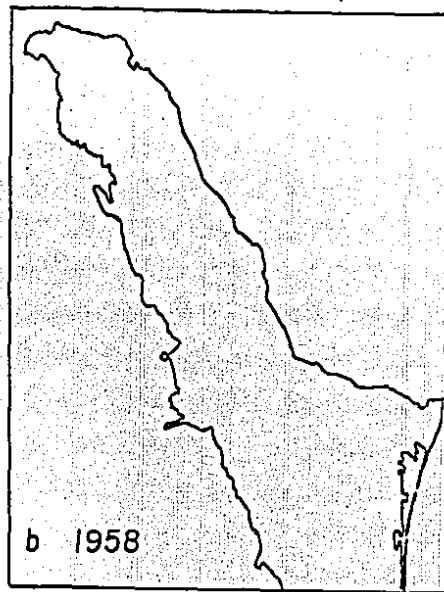
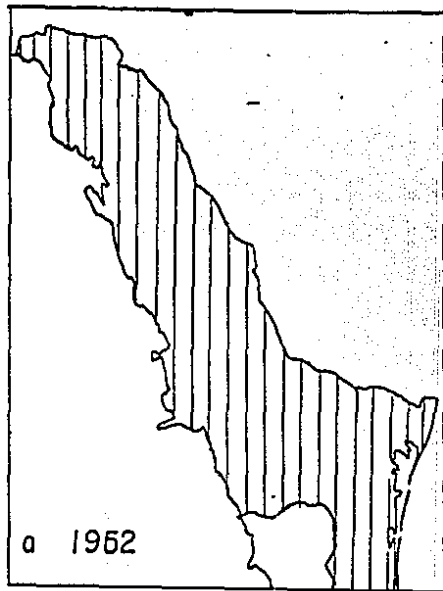
Mapa 29. Climas correspondientes al año 1967.



Mapa 30. Climas correspondientes al año 1982.



Mapa 31. Climas correspondientes al periodo 1921-1983.



MAPA 3:2 VARIACION DEL LIMITE DE LA ZONA ARIDA EN LOS AÑOS ESTUDIADOS

## DISCUSION

Estas diferencias climáticas de un año a otro, son a primera vista producto de variaciones en la cantidad de fenómenos tropicales productores de humedad como los huracanes y tormentas tropicales. Estos a su vez, dependen de cambios en los patrones de circulación general de la atmósfera como son las variaciones en la posición de las celdas de alta presión y contracciones o extensiones del vórtice circumpolar, los que pueden afectar al área de una forma notable e impredecible. Así la cantidad e importancia de los fenómenos de 1952 es nula en comparación con 1958. La trayectoria de estos fenómenos es también importante para la distribución de la humedad como se aprecia en el año 1967 cuando el Huracán "Fern" produce mucha precipitación al sur haciendo que este año sea muy húmedo en dicha región y normal al norte.

La incertidumbre de que se tenga un año seco o húmedo es notable al examinar las gráficas de precipitación (gráficas 2 a 8). En ellas, como lo indican García y Vidal (1981), se ve que aún cuando existen grupos de años secos y húmedos esto no implica la inexistencia de años húmedos en periodos secos y viceversa. Además la duración de un periodo no siempre es igual, por lo que si el año en curso es seco no podemos predecir que el siguiente lo sea.

El Índice de Lang muestra que el límite entre los climas secos y húmedos es muy variable de un año a otro y que si un año determinada zona podría considerarse como húmeda, el siguiente podría ser seca y así sucesivamente. Ya que el Índice de Lang es una medida de aridez. Los resultados demuestran que el grado de aridez es variable. En otras palabras los límites de los

desiertos climáticos se modifican de un año a otro.

Dicha variación provoca una perturbación importante grande sobre los ecosistemas naturales, ya que las plantas que ahí habitan no sobreviven por probabilidades matemáticas, sino que requieren cantidades reales de precipitación y es por eso que deben poseer adaptaciones especiales (como latencia, succulencia, etc.) que les permitan tolerar una situación cambiante.

Por otra parte, el área que nos ocupa es objeto de una intensa explotación humana, agrícola y ganadera principalmente, por lo que cabe esperar una perturbación grande del ecosistema.

Johnston (1963) reporta cambios en la composición florística de pastizales en Tamaulipas. En lugares donde el mezquite originalmente se encontraba en forma aislada, la disminución de la cobertura de pastos debida sobrepastoreo, limitó la dispersión del fuego, favoreciendo el crecimiento de las plántulas de mezquite. Paralelamente el ganado incrementó la dispersión por semillas este arbusto. Esto provocó que praderas con mezquite como elemento aislado se convirtieran en mezquitales.

De hecho González Medrano (1972) cita condiciones de gran perturbación al sur y oeste de Matamoros. Daubenmire y Colwell (1940; citado en González Medrano, op. cit.) realizaron un estudio al sur del área donde mencionan los siguientes cambios: una disminución en la aereación del suelo, reducción del grado de agregación de las partículas del suelo, disminución del fósforo aprovechable, etc. Estos cambios según González Medrano (op. cit.), son una condición muy frecuente en el este de Tamaulipas donde la cantidad de ganado vacuno y caprino es considerable.

El ganado ejerce un efecto directo sobre la composición florística al mostrar distinta preferencia en el consumo de

especies. El pastoreo daña primeramente a las especies más palatables y progresivamente a las menos palatables reduciendo la frecuencia de las primeras en la comunidad. La pérdida de especies palatables significa una pérdida del valor nutricional del forraje (Rzedowski, 1978).

El pastoreo y la quema pueden incrementar la diversidad específica abriendo la comunidad y creando más microhábitats y las especies favorecidas generalmente son anuales.

El incremento en la producción característico de la etapas sucesionales tempranas es fomentado por estas prácticas (Warren, 1975). Esto parece dañar poco la resiliencia (capacidad de recuperarse después de una perturbación) y puede, de hecho, incrementarla; más especies se dispersan y hay menos erosión por agua bajo el pasto. Pero la pérdida de plantas perennes puede volver al sistema mucho más vulnerable en los años secos cuando las anuales no germinan. Además el pastoreo intensivo remueve especialmente las hojas de los pastos y hierbas a tal grado que la fotosíntesis puede ser severamente reducida (Warren, op.cit.).

El ramoneo y corte de arbustos y árboles puede alterar sus formas de crecimiento y eliminarlos completamente. La más seria amenaza a la resiliencia del ecosistema proviene de la falta de nuevos individuos que se observa en los pastos después de sequías y pastoreo intensivo. Muchas poblaciones vegetales en áreas severamente pastoreadas envejecen sin ser capaces de remplazarse a sí mismas. Si el fuego, que es tan necesario para la regeneración, es eliminado por manejo, poblaciones enteras pueden envejecer y morir esperando por el evento que necesitan y que nunca llega (Warren, op. cit.).

El pastoreo provoca una disminución en la cobertura vegetal,



posteriormente los cascos de los animales pulverizan y enfangan la superficie. En condiciones secas el suelo se compacta y la materia orgánica del suelo se reduce (por ser molida a un tamaño que puede ser transportada por el viento). Cuando la lluvia llega, el restante puede ayudar a sellar la superficie como una costra, pero lo más serio es el enfangamiento de la partes húmedas y la posterior reducción en su capacidad de infiltración. El efecto combinado del molido y compactación en la estación seca y el enfangamiento en la estación húmeda produce un incremento en la densidad por volumen de superficie (Warren, op. cit.).

Este tipo de problemas va en aumento día a día, sobre todo en Tamaulipas donde el incremento en la superficie dedicada a ganadería fue de un 60% para el periodo 1970-1981 (DGEA, SARH, en Carabias, 1984).

En cuanto a agricultura el problema también es grave ya que el incremento en superficie alcanza valores del 138% tan solo en el periodo 1970-1980 (Reig 1982, en Carabias, op. cit.) y donde el 53% de la superficie agrícola se dedica a un solo cultivo (el sorgo).

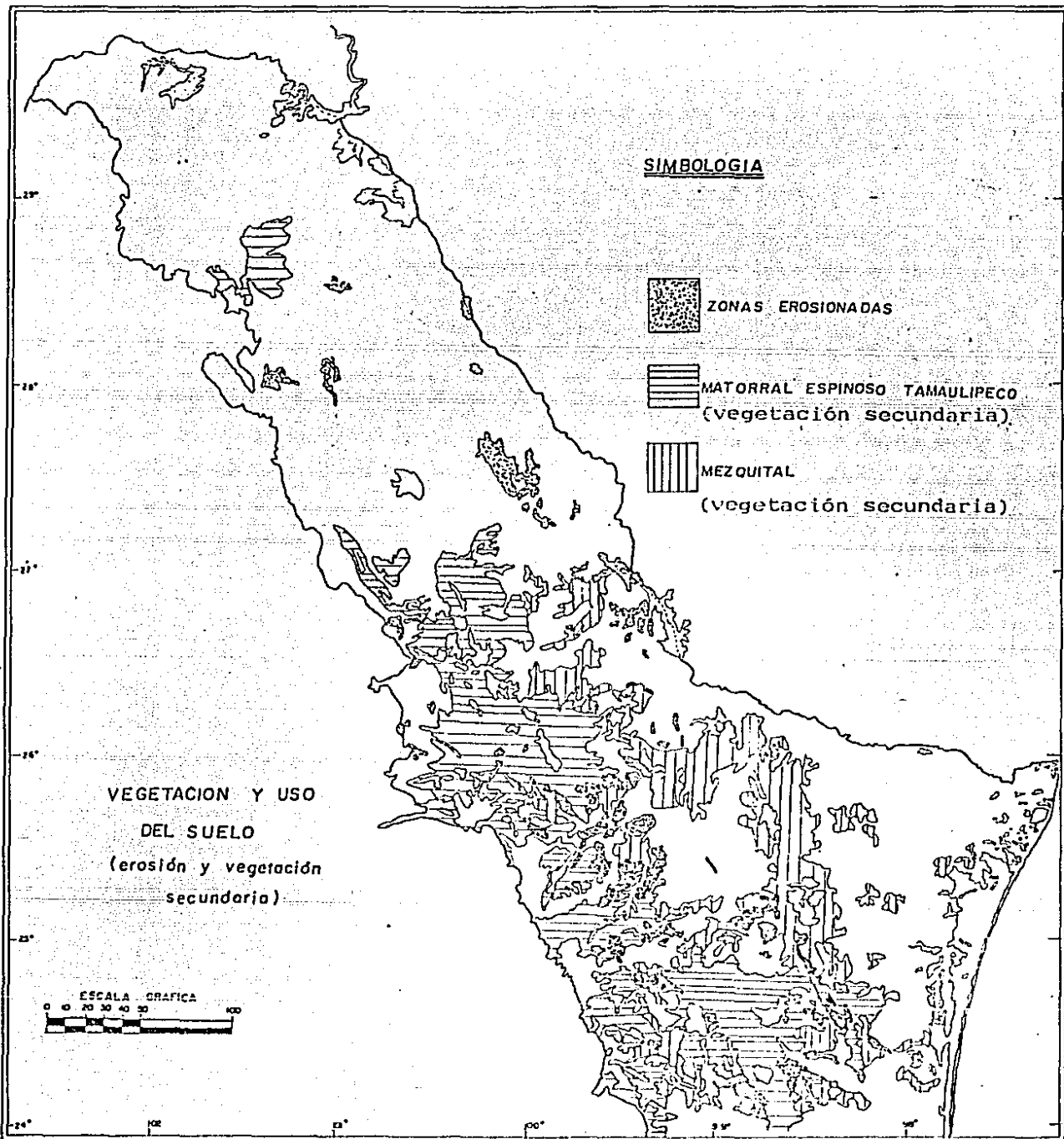
El mapa 33 muestra las zonas erosionadas y con vegetación secundaria que nos pueden dar una idea de lo extenso de la perturbación. Esta se presenta, sobre todo, en las zonas de la costa del Golfo, Región Reynosa a Matamoros y en una franja que se extiende hacia Monterrey. Es ahí donde, además, la presión humana (grandes núcleos de población) y la variación climática son muy importantes.

También hay que considerar el riesgo de desertificación que según la ONU (mapa 1) tiene el área. La zona de Matamoros a Reynosa presenta un riesgo elevado por presión animal y

vulnerabilidad a la erosión; el norte y oeste riesgo moderado a causa de la presencia de superficies pedregosas o rocosas sujetas a arrasamiento por deflacción o lavaje laminar, la erosión extrema da lugar a la formación de pavimentos pedregosos y al afloramiento de capas duras o rocas en el suelo.

El suelo es otro elemento a tomar en consideración, ya que en la mayoría de los casos son poco desarrollados y pobres en materia orgánica (como el xerosol y el litosol) que en general retienen poca agua, lo cual es una limitante extra a las actividades agrícolas (García, 1989). La excepción la constituyen los suelos de la costa del Golfo que son profundos pero que poseen problemas de drenaje. Estos últimos no son los ideales para ser utilizados en condiciones de alta variación climática pues son fácilmente inundables y en situaciones de sequía se agrietan. Aún en las zonas donde los suelos sean adecuados para la agricultura, como al norte de la Sierra de San Carlos, el clima impondrá una limitante más importante, esto sin considerar las áreas de pendiente pronunciada donde se suma el peligro de erosión.

A pesar de todo lo mencionado anteriormente sería muy simplista decir que la erosión se presenta como un resultado de la variación climática; el fenómeno es complejo y requerirá de más estudios de la relación de suelos y clima.



Mapa 33. Erosión y vegetación secundaria.

## CONCLUSIONES

El presente trabajo incluye, por una parte, información climatológica que puede dar una idea de lo errático de los fenómenos productores de precipitación en el área. Es necesario que se tome en cuenta para la planificación de las actividades productivas la presencia de años con precipitaciones dispares de manera que se tengan recursos para evitar la pérdida de ganado y cosechas en años secos, y que el peligro de inundaciones sea considerado.

Un dato que nos puede dar una idea clara de este problema es la probabilidad anual de tener la precipitación igual o mayor a la media o mayor, que va de 44 a 46% para la zona estudiada (García et al., 1977). Esto significa que en menos de la mitad de los años en que ha habido registro de precipitación se han presentado valores de precipitación iguales o mayores que el promedio, el resto de los años han tenido precipitaciones por debajo de este valor.

La elaboración de mapas de climas por año puede darnos una idea más precisa de lo drástico de estos cambios, pues es más claro para el ganadero o el agricultor decirle que su terreno puede ser "desierto" un año y "pantano" el siguiente.

En cuanto a las políticas a nivel nacional se debe hacer notar que las tendencias de los últimos años hacia los monocultivos de altos rendimientos (como la llamada revolución verde) es muy peligrosa para zonas como esta. Entre menos especies y variedades se cultiven, y cuanto más sean seleccionadas artificialmente para condiciones constantes de humedad, temperatura y nutrientes, más vulnerables se vuelven ante cualquier cambio de las condiciones climáticas.

El estudio detallado de la variación climática podría en un futuro ser una clave importante para desenmarañar el complejo juego de elementos que producen los movimientos atmosféricos, que son los que en última instancia producen tal variación.

Esta tesis podrá, a su vez, ser el punto de partida para estudios más detallados de la desertificación a nivel ecológico. Es necesario conocer a fondo los cambios físicos, bióticos y sociales que acompañan a dicho fenómeno que según la ONU (mapa 3) es elevado para casi toda el área estudiada.

## BIBLIOGRAFIA

- Anaya Garduño, M. 1977. Technology and Desertification. Conferencia de la ONU sobre desertificación; Síntesis de los Estudios Monográficos sobre Desertificación. (A/Conf/74/6).
- Atlas de huracanes en el Océano Pacífico y Atlántico, DETENAL, SPP, México D.F. 1979. 49pp.
- Bryson, R.A., D.A. Baerreis. (1967). *Possibilities of major climatic modification and their implications: Northwest India a case of study*. Bull. of the Amer. Meterol. Soc. 48(3): 136-142.6-142.
- Bryson, R.A., (1974). *A perspective on climatic change*. Science. 184 (753-760).
- Bryson, R.A., T.J. Murray (1977). Climates of hunger. Wisconsin Press. USA. 171pp.
- Budyko, M.I., (1972). *The future climate*. EOS Transactions. Am. Geophysical Union. 53(10) oct 1978. 868-874.
- Carabias, J., (1984). *Recursos naturales y desigualdades*. En: Cordera, R. y C. Tello (Coord.) La desigualdad en México. Siglo XXI. pp. 89-113.
- Conrad, V. y W. Pollack, (1962). Methods in Climatology. Harvard Univ. Press.
- De la Torre, J.C., et al, (1985). *A measuring reference system to quantify the desertification process in a semiarid ecosystem based on lansat HSS data*. Machine processing and remotely sensed data Symposium.
- Dregne, H. (1977) *Desertification of arid lands*. Economic geography. 53(4): 325-340.

- García, E., C. Soto y F. Miranda. (1961) *Larrea y clima*. An. Inst. Biol.. T.XXXI. No. 1 y 2.
- García, E., R. Vidal, et al. (1973-1977). Precipitación y probabilidad de lluvia en la República Mexicana. CETENAL (serie climas).
- García, E. (1974). *Situaciones climáticas durante el auge y caída de la cultura Teotihuacana*. Bol. Inst. de Geog. UNAM, México D.F.. 5:35-70.
- García, E. R. Vidal (1981). *La tendencia de la precipitación en la parte central de México en los últimos 50 años*. Biotica. INIREB. Jalapa, Ver. México. 6(1):103-105.
- García, E. R. Vidal (1982). *Sunspot and precipitation in Mexico*. Geographical topics of Mexico city and its environs. Ins. de Geog. UNAM, México. A Latin American regional Conference Igu, Brasil, 1982.
- García, E., R. Vidal, et al (1983). *Las regiones climáticas de México*. Memoria del IX Congreso Nacional de Geografía. Guad. Jal., México feb 1983 1:123:130.
- García, E. (1988). Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen (para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana). 4<sup>ed</sup>. México. Offset Larios.
- García, E. (1989). Nuevo atlas Porrúa de la República Mexicana. 8<sup>a</sup> ed.. Porrúa Hnos. México D.F..
- González-Medrano, F. (1972). *La vegetación del nordeste de Tamaulipas*. An. Inst. Biol. México, Serie botánica. 43(11-50).

- Gribbin, J. (1982). El clima futuro. Biblioteca Científica Salvat. Barcelona, España. 241pp.
- Hare, F.K. (1977). Climate and desertification. Background Document for the United Nations Conference on desertification. Agosto 29 a septiembre 9. Nairobi Kenia. (A/CONF/74/5) 140pp.
- Jackson, R.A., S.B. Idso (1975). Surface albedo and desertification. Science, 189(4207): 1012-11013.
- Johnston, M.C., (1963). Past and present grasslands of southern Texas and northeastern of Mexico. Ecology, vol.44, No.3. pp.456-466.
- Lamb, H.H. (1977). Climate, present past and future. Volumen 2.. Climatic history and the future. Methuen Londres Ing.. 826pp.
- Lang, R. (1920). Verwitterung and bodenbildung als Einführung in die Bodenkunde. Stuttgart Germany.
- Mabbutt, J.A. (1977). Aspectos climáticos y ecológicos de la desertificación. La Naturaleza y sus recursos. 13(2): 11-15.
- Mapa Mundial De La Desertificación. Conferencia de la ONU sobre desertificación, 29 agosto, sept. 1977 (A/Conf/.74/2).
- Medellín Leal (ed). (1978). La Desertificación en México. Inst. de Inv. de Zonas Desérticas. Univ. Auton. de S.L.P.. México. 130 Pp.
- Mosíño, P. E García. (1974). The Climates of México. World survey of Climatology. Vol. IX. The climates of North America. H. Landsberg (ed.). Elsevier Pu. Co.. Amsterdam, Holanda.



- Mosiño, P. E. García. (1981). *Precipitation in Mexico by means of the gamma distribution.* Geogr. Ann., 63 A(1-2): 1-10.
- Mosiño, P., T. Morales. (1988). *Los ciclones tropicales, el Niño y las lluvias en Tacubaya, D.F.* Geof. Int., Mex. D.F. 27(1): 61-82.
- Otterman, J. (1974). *Baring high albedo soils by overgrazing: an hypothesized desertification mechanism.* Science, 186(4163): 531-533.
- Rzedowski, J. (1978). Vegetación de México. Limusa. México D.F.. 432 pp.
- Sagan, C., O.B. Toon, J.B. Pollac. (1983). *Cambios antropogénicos del albedo y el clima de la tierra.* Desierto y Ciencia. Centro de Investigaciones en Química Aplicada. SLP. México. Febrero 1983. pp 6-12.
- Schneider, S.H.. (1987). *Modelos Climaticos.* Investigación y Ciencia. No. 130.
- Sousa W.P. (1984). *The role of disturbance in natural communities.* Ann. Rev. Ecol. Syst., 15:353.
- Status of desertification in the hot arid regions. Climate aridity index map. Experimental world scheme of aridity and drought probability. ONU Conference on Desertification. (A/CONF. 74/31).
- Tukey, J. (1984). ABC's of exploratory data analysis. Addison Wesley. Reading Mass. USA.
- Vivó, J.A. (1978). *La sequía en México, Antillas, Colombia y América Central.* Memoria del VII Congreso Nacional de

Geografía Aplicada, Saltillo Coah., México, 23-27 de mayo  
1978. Soc. Mex. de Geog. y Estad., pp. 285-312.

Warren, A., (1975). Ecological change and desertification.

Background document for the ONU conference on  
desertification. Agosto 29, septiembre 9, 1977. Nairobi,  
Kenia. (A/conf. 74/7) 186 pp.