

11518
251



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE FILOSOFIA Y LETRAS
COLEGIO DE GEOGRAFIA

DISTRIBUCION DE LA PRECIPITACION ASOCIADA
A HURACANES COMO ELEMENTO PARA LA ZONI-
FICACION AGROCLIMATICA EN MEXICO

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE :
LICENCIADO EN GEOGRAFIA

P R E S E N T A :

Leticia Gómez Mendoza



MEXICO, D. F.

1992.



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.

I N D I C E

DISTRIBUCION DE LA PRECIPITACION ASOCIADA A HURACANES COMO ELEMENTO PARA LA NOMIFICACION AGROCLIMATICA EN MEXICO

	Pág
INTRODUCCION	1
CAPITULO 1	
GENERALIDADES DE LA PRECIPITACION POR HURACANES EN MEXICO	
1.1 Areas geográficas de origen de los huracanes que afectan a México.....	7
1.2 Trayectorias principales.....	9
1.3 Areas de mayor riesgo de incidencia de huracanes	10
1.4 Los huracanes y la precipitación	10
1.4.1 Estructura y distribución de la pre - cipitación en el huracan	11
1.4.2 Lluvia directa y lluvia indirecta	13
 CAPITULO 2	
LA IMPORTANCIA AGRICOLA DE LA PRECIPITACION POR HURACANES EN MEXICO	
2.1 El papel de los ciclones en la agricultura	19
2.2 Variables ciclónicas que afectan a la agricul- tura en México	22
2.3.1 Gilberto (septiembre de 1988)	24
2.3.2 Diana (agosto de 1990)	26
2.3 Los ciclones como un recurso natural	26
 CAPITULO 3	
VARIABLES A CONSIDERAR PARA EL ESTUDIO AGROCLIMATICO DE LA LLUVIA ASOCIADA A HURACANES	
3.1 Fundamentos agroclimáticos	31
3.1.1 Fenología agrícola	31
3.1.2 Etapas críticas en el desarrollo de las plantas	31
3.1.3 El papel del agua en las plantas	32
3.2 Antecedentes de la metodología	34
3.3 La lluvia ciclónica dentro de una regionaliza- ción	35
3.4 Propuesta metodológica	35
A) Selección y delimitación del área de estu- dio	35
B) Delimitación de regiones fisiográficas	37
C) Delimitación del uso de suelo agrícola	37
D) Selección de estaciones y observatorios muestra	38
E) Trayectorias ciclónicas que afectan a la zona	38
F) Obtener listado de fechas afectadas por los ciclones	39
G) Obtención de datos pluviométricos	39
H) Obtención de precipitación ciclónica	34
I) Elaboración de mapas de precipitación ciclónica	34

j) Mapas de isoclinas de eventos representati- vos	40
K) Obtención de ciclos de cultivos	40
L) Obtención de índices de temporal	41
a) Pn	41
b) Pa	41
c) da	41
d) ETP	41
e) Kc	42
f) NH	43
g) Pa-NH	43
h) Rn	44
i) E/D	44
j) I	44
M) Delimitación final.....	45

CAPITULO 4

DISTRIBUCION DE LA PRECIPITACION DE HURACANES EN LA HUASTECAS

4.1 Delimitación del área de estudio	46
4.2 Regiones fisiográficas de las Huastecas y sus características.	51
4.3 Climatología de la región de las Huastecas.....	52
4.3.1 Generalidades de la precipitación en las Huastecas.	54
4.4 Estaciones meteorológicas seleccionadas.	55
4.5 Trayectorias ciclónicas que afectaron a las Huastecas.	55
4.6 Precipitaciones ciclónicas para algunos even- tos.	62
4.7 Porcentajes de precipitación ciclónica.	79
4.8 Variaciones temporales de la precipitación ciclónica.	84
4.9 Distribución espacial del porcentaje de lluvia ciclónica.	85
4.9.1 Para junio	85
4.9.2 Para julio	86
4.9.3 Para agosto	86
4.9.4 Para septiembre	86
4.9.5 Para octubre.....	95
4.9.6 Para noviembre	95
4.9.7 A nivel anual	95
4.10 Zonificación del porcentaje de lluvia ciclónica.	102
4.10.1 Para junio	104
4.10.2 Para julio	104
4.10.3 Para agosto	104
4.10.4 Para septiembre	104
4.10.5 Para octubre	105
4.10.6 Para noviembre	105
4.10.7 A nivel anual	105
4.20 Zonificación final del porcentaje de lluvia ciclónica en las Huastecas.	106

CAPITULO 5**ZONIFICACION AGROCLIMATICA DE LAS HUASTECAS EN BASE A LA
PRECIPITACION POR HURACANES**

5.1 Distribución del uso del suelo agrícola	127
5.1.1 Generalidades de los tipos de suelos ..	128
5.2 Principales cultivos	129
5.3 Antecedentes de la influencia de los ciclones en la agricultura huasteca.....	130
5.4 Ciclo del cultivo del maíz.....	131
5.5 Índices de temporal (1950-1985).....	134
5.5.1 Obtención de evaporación deconal.....	134
5.5.2 Capacidad de almacenamiento de los suelos	135
5.5.3 Balances hídricos por zonas de precipi- tación ciclónica	136
5.6 Zonificación agroclimática en las huastecas...143	
1) Índices promedios anuales para todo el periodo.....	144
2) Índices promedios anuales para años con ciclones.....	145
3) Índices promedios anuales para años sin ciclón	145
4) Areas de riesgo para el ciclo del maíz ..	145
CONCLUSIONES	149
BIBLIOGRAFIA.....	152
ANEXO A.....	156
ANEXO B	172
ANEXO C.....	188

INDICE DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 2.1 Tipos de desastres más importantes 1947-1980.....	28
Cuadro 4.1 Características principales de las regiones y subregiones de las Huastecas.	47
Cuadro 4.2 Tipos de climas en las Huastecas	53
Cuadro 4.3 Estaciones meteorológicas seleccionadas para el área de estudio	56
Cuadro 4.4 Nombres y claves de los eventos ciclónicos que afectaron a las Huastecas (1950-1988)	63
Cuadro 4.5 Fechas de afectación de ciclones en los estados de las Huastecas.	65
Cuadro 4.6 Huracanes y tormentas tropicales que presentaron precipitaciones mayores a 0 mm	62
Cuadro 4.7 Precipitación diaria y total durante Florence.....	73
Cuadro 4.8 Precipitación diaria y total durante Beulah	73
Cuadro 4.9 Ejemplo del cuadro de datos y porcentajes de lluvia ciclónica	80
Cuadro 4.10 Promedio general de lluvia ciclónica para las Huastecas.....	102
Cuadro 4.11 Índice de temporal y precipitación ciclónica por zonas.....	107
Cuadro 5.1 Tipos de suelo de las Huastecas.....	132
Cuadro 5.2 Estaciones meteorológicas utilizadas para datos de evaporación	135
Cuadro 5.3 Datos de textura del suelo para cálculo de capacidad de almacenamiento del suelo.	137
Cuadro 5.4 Aplicación de la fórmula del Lámina de retención de agua para cada zona de lluvia ciclónica.	137
Cuadro 5.5 Años para los cuales se obtuvieron balances hídricos...139	
Cuadro 5.7 Índices de temporal promedio por zonas de precipitación ciclónica.....	144

INDICE DE FIGURAS

	Pág
Fig 1.1 Areas de origen de los ciclones para un periodo de 20 años..8	
Fig 1.2 Diagrama en planta de los cuadrantes de un huracán tipo....12	
Fig 1.3 Perfil del terreno sobre el paralelo 20I N siguiendo la trayectoria del ciclón Diana.....15	
Fig 1.4 Precipitación para 4 estaciones en Hidalgo durante Diana...15	
Fig 1.5 Perfil del terreno en el cuadrante NW de Diana sobre SLP...16	
Fig 1.6 Precipitación para 3 estaciones de SLP durante Diana....16	
Fig 1.7 Precipitación durante Diana sobre el cuadrante E para estaciones de Hidalgo.....17	
Fig 1.8 Precipitación durante Diana en el cuadrante NW para estaciones de SLP.....17	
Fig 2.1 Relación entre precipitación total y de ciclones para Baja California Sur.....23	
Fig 2.2 Tipos de daños asociados a ciclones tropicales.....25	
Fig 2.3 Estados que sufrieron mayores daños durante Diana.....27	
Fig.3.1 Esquema metodológico para la zonificación agroclimática en base a la lluvia ciclónica.....36	
Fig 4.1 Subregiones terrestres en las Huastecas.....50	
Fig 4.2 Localización de estaciones meteorológicas seleccionadas...58	
Fig 4.3 Trayectorias ciclónicas que afectaron a las Huastecas. (1950-1955).....59	
Fig 4.4 Trayectorias ciclónicas que afectaron a las Huastecas. (1966-1970).....60	
Fig 4.5 Trayectorias ciclónicas que afectaron a las Huastecas. (1986-1990).....61	
Fig 4.6 Precipitaciones ciclónicas durante "Lorenca".....74	
Fig 4.7 Precipitaciones ciclónicas durante Hilda.....75	
Fig 4.8 Precipitaciones ciclónicas durante Beulah.....76	
Fig 4.9 Precipitaciones ciclónicas durante Inéz.....77	
Fig 4.10 Precipitaciones ciclónicas durante Dora.....78	

Fig 4.11	Porcentaje medio de lluvia ciclónica para el período 1950-1985 para el mes de junio	87
Fig 4.12	Porcentaje medio de lluvia ciclónica para el período 1950-1985 para el mes de junio solo para años con ciclón...	88
Fig 4.13	Porcentaje medio de lluvia ciclónica para el período 1950-1985 para el mes de julio.....	89
Fig 4.14	Porcentaje medio de lluvia ciclónica para el período 1950-1985 para el mes de julio solo para años con ciclón...	90
Fig 4.15	Porcentaje medio de lluvia ciclónica para el período 1950-1985 para el mes de agosto	91
Fig 4.16	Porcentaje medio de lluvia ciclónica para el período 1950-1985 para el mes de agosto solo para años con ciclón...	92
Fig 4.17	Porcentaje medio de lluvia ciclónica para el período 1950-1985 para el mes de septiembre	93
Fig 4.18	Porcentaje medio de lluvia ciclónica para el período 1950-1985 para el mes de septiembre solo para años con ciclón.....	94
Fig 4.19	Porcentaje medio de lluvia ciclónica para el período 1950-1985 para el mes de octubre	96
Fig 4.20	Porcentaje medio de lluvia ciclónica para el período 1950-1985 para el mes de octubre solo para años con ciclón	97
Fig 4.21	Porcentaje medio de lluvia ciclónica para el período 1950-1985 para el mes de noviembre.....	98
Fig 4.22	Porcentaje medio de lluvia ciclónica para el período 1950-1985 para el mes de noviembre solo para años con ciclón.....	99
Fig 4.23	Porcentaje medio anual de lluvia ciclónica para el período 1950-1985	100
Fig 4.24	Porcentaje medio anual de lluvia ciclónica para el período 1950-1985 solo para años con ciclón.	101
Fig 4.25	Lluvia ciclónica representativa de la región A (Tampico).	108
Fig. 4.26	Lluvia ciclónica representativa de la región B (Pánuco).	110
Fig. 4.27	Lluvia ciclónica representativa de la región C (Magiscatzin).....	112
Fig. 4.28	Lluvia ciclónica representativa de la región D (Ozuloama).....	114

Fig. 4.29 Lluvia ciclónica representativa de la región E (Agua Buena).....	116
Fig. 4.30 Lluvia ciclónica representativa de la región F (Papantla).....	118
Fig. 4.31 Lluvia ciclónica representativa de la región G (Tlanchinol).....	120
Fig. 4.32 Lluvia ciclónica representativa de la región H (Xicontepec).....	122
Fig. 4.33 Lluvia ciclónica representativa de la región I (Huachinango).....	124
Fig. 5.1.A Necesidades hídricas y coeficiente de cultivo del maíz típicos en las Huastecas.....	133
Fig. 5.1b Ciclo del cultivo del maíz en la región de las Huastecas.....	133
Fig. 5.2 Necesidades hídricas y precipitación en años sin ciclón..	147
Fig. 5.3 Necesidades hídricas y precipitación en años con ciclón.	147

INDICE DE MAPAS
ANEXO A

Pág.

Mapa A1 Mapa topográfico de las Huastecas.....	157
Mapa A2 Mapa de climas de las Huastecas.....	158
Mapa A3 Mapa de precipitaciones medias anuales.....	159
Mapa A4 Zonificación del porcentaje de precipitación ciclónica con respecto a la lluvia total mensual para junio (1950-1985).....	160
Mapa A5 Zonificación del porcentaje de precipitación ciclónica con respecto a la lluvia total mensual para julio (1950-1985).....	161
Mapa A6 Zonificación del porcentaje de precipitación ciclónica con respecto a la lluvia total mensual para agosto (1950-1985)	162
Mapa A7 Zonificación del porcentaje de precipitación ciclónica con respecto a la lluvia total mensual para septiembre (1950-1985)	163
Mapa A8 Zonificación del porcentaje de precipitación ciclónica con respecto a la lluvia total mensual para octubre (1950-1985)	164
Mapa A9 Zonificación del porcentaje de precipitación ciclónica con respecto a la lluvia total mensual para noviembre (1950-1985)	165
Mapa A10 Zonificación del porcentaje de precipitación ciclónica anual respecto a la lluvia total mensual para junio (1950-1985)	166
Mapa A11 Uso del suelo agrícola en las Huastecas.....	167
Mapa A12 Indices promedios anuales para todo el período.....	168
Mapa A13 Indices promedios anuales para años con ciclón	169
Mapa A14 Indices promedios anuales para años sin ciclón.....	170
Mapa A15 Areas de riesgo para el ciclo de cultivo del maíz.....	171

INTRODUCCION

La gran cantidad de pérdidas humanas y económicas que generan los desastres naturales a nivel mundial ha preocupado siempre a los gobiernos y científicos de varios países encargados de estudiar estos fenómenos. Una respuesta a ésta preocupación ha sido la declaración de la década de los 90's como el Decenio Internacional de la Reducción de los Desastres Naturales por parte de la Organización de las Naciones Unidas. Los objetivos más importantes de este programa son la prevención, la evaluación de los riesgos, y la reducción de los daños provocados por estos fenómenos.

Dentro de los llamados desastres naturales se encuentran los huracanes. Estos son las tormentas más destructoras en las regiones tropicales. Generan vientos y marejadas que afectan a la navegación, y a las actividades y asentamientos humanos en tierra lo cual, en ocasiones, llega a traducirse en grandes pérdidas .

En general se habla de un comportamiento "normal o medio" de los huracanes en cada región en donde se presentan, Esta normalidad también se refiere a su distribución a nivel planetario, a su origen, intensidad, y frecuencia. Sin embargo, estas mismas variables se combinan de distinta manera para cada huracán que se presenta por lo que cada huracán es distinto a otro.

Los huracanes que alcanzan las costas mexicanas, no son la excepción y también presentan aleatoriedad dentro del contexto de todos los fenómenos meteorológicos y climáticos . Se podría citar el ejemplo del huracán Gilberto en septiembre de 1988 que fue calificado como el huracán del siglo .

Una de las características más importantes en los huracanes son las precipitaciones que traen consigo. Los ciclones tienen un papel importante en los regímenes de precipitación de nuestro país, en otoño, la mayor parte de las lluvias del Golfo y Pacífico son consecuencia directa e indirecta de los ciclones. Estas llegan atraen una serie de consecuencias como las inundaciones, daños a propiedades, desbordamientos de ríos y presas, pérdida de cosechas y pérdidas humanas.

Sin embargo, la presencia de ciclones implica también beneficios. Es precisamente en este punto en donde se han venido desarrollando una serie de investigaciones y confrontaciones entre quienes piensan que los ciclones son destructivos y quienes sostienen la idea de que los ciclones son eventos naturales que benefician a los ecosistemas, al hombre y sus actividades productivas.

Desde el punto de vista ecológico algunos autores consideran a los huracanes como fenómenos aleatorios a los que un sistema no esta preparado para afrontar y recuperarse. Otros autores, consideran que aunque las características de los ciclones sean variables, se pueden encontrar cierta regularidad en su comportamiento en el ecosistema específico. En tales circunstancias, el sistema es capaz de afrontar el embate ciclónico asimilarlo y recuperarse. Lo que sí es cierto es que los ciclones juegan un papel importante en las sucesiones, estructura y dinámica ecológicas.

En este punto, es conveniente diferenciar los términos desastre y catástrofe, los cuales, aunque tienen una acepción ecológica, son aplicables a este estudio. Un *desastre* es tan frecuente que ejerce selección en el sistema, ejerce presión en los cambios evolutivos. En cambio las *catástrofes* son perturbaciones tan poco frecuentes que las poblaciones han "olvidado" su memoria genética para cuando el fenómeno ocurre otra vez. (Begon, 1988)

En este sentido los ciclones pueden clasificarse como perturbaciones moderadas, pequeñas y de corta duración ya que no se presenta destrucción de la estructura basal, aunque sí de la vegetación del sistema. Existe además transporte de semillas y solo dura algunos días (Jordan, 1985)

Puede decirse entonces, que los ciclones son desastres para aquellas regiones en donde son frecuentes y catástrofes donde no lo son. Así mismo, son desastres cuando sus intensidades no varían demasiado y catástrofe cuando se trata de eventos extremos es decir cuando sus intensidades revazan los valores más frecuentes para una región y una temporada específicas.

Se debe reconocer la dificultad de clasificar a los ciclones como desastres o como fenómenos benéficos. Lo cierto es que sus efectos dependerán de los sistemas antrópicos o naturales en los que se presentan, de la capacidad de recuperación de estos y la infraestructura con que se cuenta.

Las lluvias generadas directa o indirectamente por los ciclones, son la variable que resulta de gran importancia para la actividad agrícola. Es a esta variable a la que la comunidad geográfica ha puesto mayor atención. Existe una tradición en torno a la discusión de los beneficios y perjuicios de la lluvia ciclónica a la agricultura mexicana.

Sin embargo se presentan varios problemas al determinar los pros y contras de las lluvias ciclónicas. El primero es que dada la diversidad de formas de precipitación en México, resulta complejo analizar solo a una de ellas. El segundo es que los ciclones son fenómenos de relativa aleatoriedad y finalmente, las lluvias que se presentan en la temporada ciclónica en México, durante un evento en dado, son difícilmente atribuibles a tal fenómeno. Esto se debe a que dicha precipitación pueden tener otros orígenes o bien corresponder a un efecto secundario o local

No obstante estas limitaciones, se han llevado a cabo estudios tendientes a cuantificar la importancia de las lluvias ciclónicas en México.

La puesta en marcha del proyecto *Stormfury*, encaminado a la disminución de la intensidad de los ciclones que azotaban las costas atlánticas de Estados Unidos, dió pie a muchas discusiones sobre las implicaciones de la lluvia ciclónica de esos ciclones en la agricultura mexicana.

Por ello el Dr Vivo, quien atacó fuertemente a dicho proyecto, encontró algunas relaciones entre los años en que se presentaron

experimentos en ciclones y las sequías de 1971 y 1972. Atribuyó estas sequías a la desviación de los ciclones ocasionados por el proyecto Stormfury. Esta desviación en las trayectorias de los ciclones como consecuencia del proyecto, nunca fue reconocida y aún no se ha podido demostrar que así fuera.

Por otra parte Bassols (1986) menciona que las lluvias convectivas normales son insuficientes para asegurar la agricultura de temporal de casi la totalidad del país y que sin ciclones algunas regiones del Norte serían desiertos de arena, sin embargo, no se ha sabido cual es el porcentaje de precipitación de huracanes con respecto a la normal de la escala nacional.

Posteriormente Sierra Morales (1984) realizó un estudio comparativo de la disminución de las lluvia en el Golfo y en el Altiplano de México, encontrando coincidencia entre los años de experimentos en ciclones y los períodos de disminución de las lluvias.

Con esto surgieron otros trabajos como los de Garcia y Vidal (1981) que demostraron que las sequías eran consecuencia de un ciclo normal en las precipitaciones de la República Mexicana. Estos ciclos presentan períodos alternados de lluvia excesivas y sequías.

En relación a estos ciclones surgieron estudios similares en otros países, como los de Gray (1985) que relacionó los cambios climáticos con las variaciones de frecuencias ciclónicas. Encontró relación entre las sequías de Africa y el exceso de estas coincide con el incremento de la actividad ciclónica en el Atlantico. Namais (1954) relaciona este aumento de las temperatura globales con las desviaciones de las trayectorias ciclónica normales.

Los estudios de los ciclones continúan a nivel local en nuestro país. Por ejemplo Jáuregui (1990) para la frontera norte y para Baja California por Latorre (1988), entre otros, en donde se muestra la contribución de las precipitaciones ciclónicas dentro de la lluvia total anual de cada región.

Debe tomarse en cuenta que los ciclones funcionan como escapes de la gran cantidad de energía acumulada en las zonas ecuatoriales, mantienen el balance del calor de la atmósfera y casi el 50% de su volumen es agua. Por otro lado, también traen beneficios que para algunas áreas que sufren sequías. Son parte de la climatología de nuestro país, y por lo tanto deben considerarse como un recurso climático.

Un estudio histórico de precipitación registradas en un período de años significativos que arrojarían una aproximación a la configuración espacial de esta variable en el país. Las áreas resultantes indicarán las zonas de distintos valores de precipitación de huracanes que consideran la topografía general del país como uno de los factores que influyen en su distribución.

Como la agricultura es una de las ramas económicas que resultan mayormente afectadas por la lluvias torrenciales provocadas por ciclones en nuestro país, resultado de la impredecibilidad de huracanes en regiones específicas. Esto resulta de suma importancia en países como el nuestro, en donde la agricultura es una de las ramas económicas más importantes. Estudios de rehabilitación de cultivos

después del impacto ciclónico y de aprovechamiento de la lluvia que traen estos fenómenos, son necesarios en nuestro país

Sin embargo, dada la complejidad del problema, no se ha podido cuantificar y representar, hasta que punto la producción agrícola de una región pueda ser afectada o beneficiada por la lluvia ciclónica. Esto exige, la combinación de una metodología para la diferenciación, aunque genérica, de la lluvia ciclónica de la no ciclónica a nivel decenal, mensual y anual; con las técnicas para diferenciar los efectos de la precipitación ciclónica en el desarrollo completo de un cultivo como en la diferenciación de sus fases de crecimiento.

Es precisamente la agroclimatología que puede dar respuesta a esta demanda de soluciones al articular los fenómenos periódicos de clima de un lugar con el aprovechamiento de estos por las plantas agrícolas, una de estas variables es la precipitación de huracanes que pueden ser aprovechados por algunas plantas, mientras que en otras ocasiona daños a veces irreparables (Gómez, 1976) La distribución de los ciclones propicia también la distribución de ciertas plantas pero, bajo circunstancias adversas de la distribución normal de los elementos climáticos, como sucede durante el paso de un ciclón, las plantas puede cambiar sus respuestas fenológicas y se verán afectadas.

Una regionalización agroclimática pretende una distribución espacial óptima de cultivos agrícola respecto al clima. Esta espacialidad también la presenta el comportamiento de la lluvia de huracanes que al distribuirse mediante bandas de lluvia de distintas intensidades de acuerdo a la topografía del lugar, puede resaltar en una distribución por franjas agroclimáticas con precipitaciones medias de estos fenómenos. La cantidad de lluvia de los ciclones puede resultar apta para ciertos cultivos, que puede ser que se encuentran ya en la región o tengan que recomendarse.

Por otra parte la agroclimatología determina también la viabilidad de cultivos ya existentes en una región (Gómez 1976) en relación a sus necesidades hídricas (Ortiz 1987) y sus rendimientos.

Considerando lo anterior, el presente trabajo surge como parte del proyecto denominado "Los huracanes y sus efectos en México" iniciado en el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA). Y en especial de la inquietud de la localización de zonas de distribución de la lluvia debida a huracanes en nuestro país así como sus efectos en la agricultura.

Para ello se ha elegido la región de las Huastecas que se encuentra bien delimitada físicamente, presenta variaciones de altitudes y de cultivos agrícolas, y es una zona que por estar cercana a la costa recibe con mayor frecuencia la entrada de huracanes de Atlántico.

Las Huastecas se integra con las partes tropicales de San Luis Potosí, Veracruz, Hidalgo y Tamaulipas. Comprende una región baja, y otra de laderas y declives, por lo que la distribución altitudinal de la lluvia presenta variaciones importantes. Presenta temperaturas tropicales con precipitaciones que abundan en especial de mayo a octubre (temporada de huracanes). Se practica principalmente la ganadería que aprovecha los pastos naturales y artificiales, aunque se cultivan también tabaco, vainilla, maíz y caña de azúcar.

Esta zona presenta con mucha frecuencia pérdidas de cosechas debidas a las inundaciones de áreas de cultivo, daños leves o graves a las plantas o exceso de agua en etapas en las que los cultivos ya no requieren agua. Y en otros casos, sufren la falta de lluvias

Una zonificación agroclimática, determinación áreas homogéneas con lluvia de huracanes, constituye un intento de mejoramiento de la actividad agrícola al recomendar cultivos tolerables o bien cambios en las épocas de siembra de los cultivos actuales.

Tomando en cuenta todo lo anterior los objetivos generales de este trabajo son:

1. Determinar la distribución espacial de la lluvia asociada a huracanes en la región de las Huastecas mediante el análisis histórico de los registros pluviométricos de las estaciones muestra.
2. Implementar la metodología del Pronóstico de Cosechas de la FAO para el estudio del aprovechamiento, por las plantas agrícolas, de la precipitación por huracanes en la región de las Huastecas basada en el análisis históricos de esta variable.
3. Zonificar agroclimáticamente la región de las Huastecas en base al análisis del comportamiento histórico de la precipitación por huracanes.

Los ciclones pueden considerarse como un recurso natural ya que forman parte de la climatología de nuestro país y está relacionada con la agricultura de temporal por lo que es posible plantear las siguientes hipótesis para este trabajo:

1. La distribución espacial de la lluvia por huracanes en las Huastecas se presenta por medio de franjas de distinta cantidad de precipitación, dicha distribución tenderá a ser representativa para períodos de 20 a 30 años.
2. La distribución media de la precipitación de huracanes genera ambientes agrícolas semejantes con regímenes lluviosos determinados, en parte por esta variable, lo que posibilita una zonificación agroclimática.

En el capítulo uno se presentan las generalidades de la precipitación de huracanes en nuestro país, tratando la climatología de los ciclones en México y los elementos teóricos referentes a la distribución de la lluvia dentro del huracán y en las áreas que afectan.

En el capítulo dos se presentan algunas reflexiones sobre los beneficios y perjuicios ocasionados por los ciclones a la agricultura de temporal en nuestro país.

En el capítulo tres se presenta la metodología empleada para los porcentajes de lluvia ciclónica así como para la zonificación agroclimática final.

Dentro del capítulo cuatro se aplica la primera parte de la

metodología a la región de las Huastecas. Se obtienen los porcentajes de lluvia ciclónica a nivel espacial para los meses de junio a noviembre para años con y sin presencia de ciclones.

La aplicación del Método de Pronóstico de Cosechas de la FAO se trata en el capítulo 5 y se realiza la zonificación agroclimática final de las Huastecas.

Dada la cantidad de información y resultados obtenidos, en muchas en algunas partes solo se muestran ejemplos del manejo de los datos y de los resultados obtenidos. Por la misma razón se elaboraron tres anexos:

En el primero se presenta una serie de mapas resultado del análisis de los datos, mostrando la distribución espacial y temporal de la lluvia de ciclones en la región de estudio.

El segundo presenta un resumen estadístico de los cálculos de lluvia total, lluvia ciclónica y porcentaje de lluvia ciclónica respecto al total a nivel mensual y anual para cada una de las estaciones estudiadas.

En el tercer anexo se eligieron dos balances hídricos representativos de cada zona de lluvia ciclónica de las Huastecas, uno en donde la lluvia ciclónica afectó al cultivo del maíz y otro en donde la lluvia ciclónica no resultó perjudicial para el mismo.

CAPITULO 1

GENERALIDADES DE LA PRECIPITACION POR HURACANES EN MEXICO

1.1 AREAS GEOGRAFICAS DE ORIGEN DE LOS HURACANES QUE AFECTAN A MEXICO

Nuestro país se encuentra situado entre dos áreas de origen e intensificación de huracanes: la del Pacífico noreste y la del Atlántico noreste. Ambas zonas generan perturbaciones tropicales de diferentes magnitudes: depresiones, tormentas tropicales o ciclones. Estas perturbaciones se presentan durante los meses de mayo a noviembre, para el caso de aquellas que afectan a México.

Gay (1968) define ocho áreas de génesis de tormentas tropicales. (Fig. 1.1):

Región I Pacífico Noreste
Región II Pacífico Noroeste
Región III y IV Océano Indico Norte
Región V Océano Indico Sur
Región VI y VII Noreste de Australia y Pacífico Sur
Región VIII Atlántico Norte.

La región Pacífico Noreste presenta características climáticas y de circulación atmosférica que propician el desarrollo de perturbaciones tropicales. Estas perturbaciones se desarrollan de mayo a octubre, algunas nacen en el Caribe en donde pueden recurrir hacia el oeste. Si estas tormentas se mueven más al norte encuentran mares menos cálidos y desaparecen.

Los ciclones del Pacífico Nororiental son moderados por originarse en océanos restringidos y muy cercanos a aguas frías del N.

La región noratlántica hacia junio forma perturbaciones en el SW del Caribe y el Golfo de México. Si se presentan en agosto es muy probable que se originen en las costas orientales de Africa y se mueven hacia las Antillas.

Los ciclones tropicales se desplazan en la dirección de los vientos alisios. En el frente se pierden encontrar cielos despejados con vientos de 10 a 15 nudos del ENE, se presentan inversiones de temperatura que impiden la propagación de vapor de agua hacia los niveles altos. En la parte trancera no hay inversión y se presentan abundantes lluvias con vientos del SE y ESE. Si los ciclones chocan con la topografía mexicana este modelo se distorsiona y solo se advierte una marcha de la precipitación hacia el W.

La dinámica de los ciclones depende de la posición del ITC. Para mayo la posición del ITC está a los 10° N, se generan perturbaciones hacia el Polo, algunas permanecen y se desarrollan en el Caribe y otras se mueven hacia el Golfo de México o al Pacífico NE.

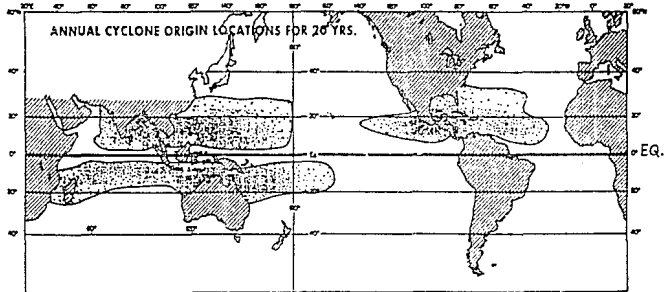


Fig. 1.1 Areas de origen de los ciclones para un periodo de 20 años. (Gray, 1985).

Para julio y agosto el ITC no se desplaza tanto hacia el Polo como a otras áreas. La superficie horizontal corta en el oeste del Caribe y se vuelve débil. Los vientos del oeste se vuelven débiles también o cambian de dirección hacia el oeste. Es así como se desarrollan fuertes corrientes verticales. Por ello se inhiben las perturbaciones desarrolladas en el oeste del Caribe en julio y agosto.

A mediados de septiembre las convergencias horizontales de superficie del lado del Polo ITC se vuelven débiles. De nuevo las tormentas son más frecuentes y alcanzan su máxima intensidad en octubre. Para este mes el ecuador térmico comienza su camino hacia el sur y se restablecen las corrientes verticales del oeste (Nievwolf, 1982).

En el Golfo de México, el mes de mayor actividad ciclónica es septiembre. Con respecto a los ciclones que se presentan en el Pacífico en México tienen mucha importancia los que se presentan en el Golfo de Tehuantepec (Jáuregui, 1967)

En el Atlántico norte se tienen en promedio 9 ciclones tropicales con nombre al año. En la etapa temprana y tardía de la temporada ocurren con mayor frecuencia en el Caribe oeste con desarrollo *in situ*

Debe considerarse que los ciclones presentan variabilidad en tiempo de acuerdo a varios factores que se presume, tienen alguna influencia sobre los primeros. Uno de estos factores es la presencia de "El Niño", la variación quasinual, la diferencia de presión de la superficie. (Gray, 1985)

1.2 TRAYECTORIAS PRINCIPALES

A nivel planetario los ciclones se desplazan primero de E a W moviéndose gradualmente hacia el N o hacia el NE, confundiendo después con las depresiones extratropicales al entrar en el dominio de los vientos del oeste a mayores latitudes. Es entonces cuando un ciclón ha recurvado, perdiendo su carácter tropical y su intensidad. Pero no todos siguen estas trayectorias, algunos de estos penetran a los continentes (García, 1986) todo ello depende de las condiciones de circulación de la atmósfera, las temperaturas del agua, etc.

La mayoría de los ciclones del Atlántico que afectan a México o que pasan cerca del territorio recurvan al NE a la latitud de la península de Florida. Por otra parte los ciclones del Pacífico después de perder fuerza suelen llegar a las costas de la Península de Baja California o penetran a tierra donde se disuelve por la Sierra Madre Occidental. La latitud más frecuente para el recurve es la de 20°N y ocurre mayormente en los meses de septiembre y octubre (Jáuregui, 1967).

1.3 AREAS DE MAYOR RIESGO DE INCIDENCIA DE HURACANES

Según Jáuregui (1989), el número promedio de ciclones que se presentan en el Pacífico es mayor (14.6) que el del Atlántico y Caribe (8.3). Sin embargo solo el 28% del promedio del Pacífico afectan costas mexicanas. Mientras que en el Atlántico solo afectan 1.6 ciclones (19% del promedio). Estas cifras deben tomarse con reserva debido a la inminente variabilidad con que se presentan.

Jáuregui (1967) ha calculado el porcentaje de incidencia de ciclones para ambas vertientes en nuestro país para de los estados costeros para los periodos de 1901 a 1989 (Jáuregui, 1989).

Dentro de los estados costeros del Golfo, Yucatán resultó ser el estado más visitado por los ciclones. A Tamaulipas llega la tercera parte y a Veracruz le afectan el 15% de las perturbaciones de esta área. El debilitamiento de los ciclones se debe a que la planicie es relativamente estrecha y la Sierra Madre Oriental absorbe la energía cinética de los vientos. Para el Pacífico, son los estados de Baja California Sur y Sinaloa los más visitados por los ciclones. (Jáuregui, *idem*)

Es importante señalar la importancia de realizar estudios cuantitativos de la precipitación ciclónica en México que aseguran el desarrollo de un análisis más objetivo de las variables ciclónicas. La sola descripción del número de ciclones que inciden en los estados del país puede conducir a una idea falsa del peligro de incidencia. Estados con mayor longitud de costas obviamente se encuentran más expuestos que aquellos con menor longitud. Así también, los efectos de los ciclones, tienen su expresión en el espacio mexicano y no de acuerdo a las fronteras administrativas. De esta manera los efectos y el comportamiento ciclónico de acuerdo climas y sus factores locales son distintos de región en región.

1.4 LOS HURACANES Y LA PRECIPITACION

Como se mencionó anteriormente, una de las variables de los huracanes que causan mayor impacto y que cubren mayores áreas es la precipitación, causando pérdidas humanas y materiales cuando alcanzan tierra.

A continuación se mencionaran algunos de los estudios de las características y la distribución espacial de la precipitación dentro de la estructura y dinámica del huracán.

La velocidad del viento es fuerte como ya se mencionó anteriormente, pero la variable lluvia puede resultar más desastrosa. Causa remociones de tierra, inundaciones, erosión de los suelos, pérdidas de las cosechas y otros daños a los que se hará referencia más adelante.

Un sitio en tierra que siempre está expuesto al embate de los huracanes implica que el área circundante sea también afectada.

Si en la trayectoria de un ciclón se llega a presentar una barrera, generalmente de tipo natural, la precipitación de agua precipitable que trae un huracán se incrementa.

La intensidad de las lluvias asociadas con la trayectoria de un ciclón en el Pacífico a un área costera montañosa puede ser de hasta 400 mm por día. (Jáuregui, 1989).

Respecto al efecto topográfico de la precipitación ciclónica, se ha observado que los ciclones cambian su circulación e intensidad al entrar a tierra o incluso antes de tocar las costas. El descenso máximo de la circulación ocurre con los ciclones muy intensos, y no es poco común que los ciclones débiles se intensifiquen cuando interactúan con la tierra, esto se observa especialmente en los ciclones del Pacífico. Sin embargo, estos fenómenos no han sido bien estudiados y para fines de pronóstico son necesarios análisis más detallados.

Después de llegar a tierra, el centro se vuelve débil y en ocasiones los vientos de los bordes se intensifican. La reducción en la intensidad parece ser la combinación de la estabilización de la capa de la orilla por procesos de enfriamiento adiabático (porque el aire fluye en un ángulo isobárico junto con el incremento de la fricción de la superficie) y un removimiento de los flujos de superficie. Bajo estas circunstancias la depleción de la humedad atmosférica por lluvia acentuada, también puede tener un efecto significativo. Después de cruzar tierra existe generación de lluvias intensas con permanencia de tornados y ligeras lluvias. (Gray, 1985)

1.4.1 Estructura y distribución de la precipitación en el huracán

El sistema de nubes que forma el huracán es de nubes convectivas que se han denominado *bandas de lluvia*. Estas se aprecian en las observaciones de radar y en imágenes de satélite y tienen una estructura en espiral.

Simpson (citado por Jáuregui, 1967) menciona que las bandas de lluvia que salen en espiral del ojo fueron descubiertas por el radar, encontrándose que en un ciclón no maduro esta banda es en forma de un coma que sale del ojo, mientras que en un ciclón maduro el número de bandas es de 6 a 8.

Estas bandas de lluvia señalan las zonas de movimientos de aire ascendentes en el huracán. Estos se manifiestan especialmente en la pared del ojo con fuertes corrientes de aire ascendente de hasta 5-13 m/seg. Es en esta parte donde se llegan a confundir los brazos de las espirales. Las bandas de lluvia se distinguen mejor en los bordes de la estructura.

Las nubes de estas bandas son principalmente cumulonimbus y la altura de estas esta relacionada directamente con la intensidad del huracán. Estas nubes llega a alcanzar hasta 15 km de altura , especialmente las que bordean el ojo del sistema.

De acuerdo con lo anterior, se ha observado también que la distribución en un huracán esta relacionada con la distancia al centro u ojo. Por ejemplo se muestra gráficamente la distribución de la intensidad de precipitación según Estrada (1980)

Precipitación	9	2.3	0.7	0.7	0.7	0.7	cm/día
Distancia	0	220	440	660	880	1100	1300 km.

También se presenta la distribución de la precipitación en relación a los cuadrantes del huracán. El cuadrante delantero derecho es el de lluvias torrenciales más intensas, mientras que el cuadrante posterior derecho el de los vientos de mayor intensidad. El cuadrante posterior izquierdo y a gran distancia esto es, todo lo que comprende las bandas espirales de lluvia , las temperaturas llega a ser bastante altas en la parte mas caliente del huracán. (Estrada, 1980) El mayor volumen de lluvia en el frente de la tormenta se puede explicar por la marcada convergencia de la capa del borde que provocan abundantes lluvia en el cuadrante delantero derecho en relación a la trayectoria. (Fig.1.2)

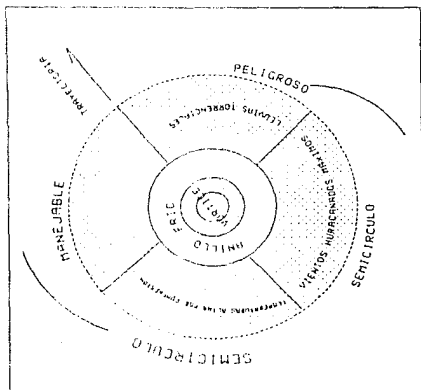


Fig. 1.2 Diagrama en planta de los cuadrantes de un huracán tipo. (Estrada, 1985)

Otro tipo de distribución esta relacionada con *Distribución de las acuerdo a bandas de lluvia*. Marks (1985) menciona que en general cuando el radio del ojo decrece, la lluvia media se incrementa, como se observó en el huracán Allen, pero al mismo tiempo la lluvia media dentro del primer radio decrece o varía ligeramente. La razón principal de esto fue que al decrecer el radio esta se acompaña de un porcentaje reducido de área.

En las observaciones de radar del Allen mostraron que la pared del ojo contribuyo el 46% del volumen total. Estas observaciones sugieren que durante la evolución del Allen, aunque la pared del ojo cambiara el aporte de lluvia era constante, y que el volumen total era casi independiente del radio de la pared del ojo o de la intensidad de la lluvia.

Dentro de la estructura nubosa del ciclón se observa que algunas abandas se mueven rápidamente, mientras otras permanecen quietas con respecto al centro de la tormenta. Las bandas son areas favorecidas por la convección, pero su movimiento, no es el resultado del movimiento de las celdas, estan generalmente se forman en la orilla de una banda. (Mc Bride, 1985)

1.6.2 Lluvia directa y lluvia indirecta.

La distribución de la precipitación de un huracán puede presentarse de dos formas:

A) Por lluvia causada por el fenómeno en si, es decir el agua precipitable o la lluvia del huracán sin que hubiera sufrido modificación por alguna barrera o algún otro sistema meteorológico montañosa o alguna barrera que aumente esta cantidad de precipitación. A esto se le llama lluvia directa (Kwong, 1974)

B) Por lluvia que antecede o precede a la entrada de un huracán en tierra. Antes de presentarse, un sistema ciclónico puede ocasionar el ascenso de masas de aire a las costas y con ello provocar lluvia.

También se ha observado que después del paso de un huracán existen lluvia que podrían llamarse "residuales" hasta tres días después de su paso., a esto Kwong (*ibid*) le llamo lluvia indirecta.

Kwong (*ibid*) incluyó en su muestra de ciclones a aquellos que se acercaron a las costas de Hong Kong a 300 millas náuticas (555 km) hasta los últimos que el ciclón se encuentra dentro de este radio y toma en cuenta la lluvia registrada durante los siguientes tres días.

La lluvia directa es la lluvia registrada durante el período en el cual el ciclón se situa dentro del radio de las 300 millas náuticas y lluvia indirecta a la que se registra cuando el ciclón se mueve a mas de 300 millas.

Se ha encontrado además que la lluvia indirecta en relación a la directa es de 2 a 3 (*ibid*). Lo que indica la importancia de la lluvia indirecta

Como ejemplo de la distribución de precipitación en un huracán se presenta el comportamiento de la lluvia ciclónica durante "Diana" (agosto de 1990) Con relación a la distribución de la lluvia ciclónica en relación a la distancia al centro de la tormenta observase la figura 1.4 Esta gráfica fué construida sobre las estaciones del estado de Hidalgo situadas alrededor del paralelo de los 20_oN y sobre el perfil de la figura 1.3. Se trata de la trayectoria del huracán "Diana" del 4 al 8 de agosto de 1990. Esta tormenta siguió una dirección W-E sobre entre los paralelos 20 y 21_oN. (Ver mapa 4.7)

Para el 7 de agosto de 1990 a las 12:00 hrs con una posición de 21.0_oN y 97.7_oW . El radio de la tormenta era de 116km hacia el W, (el frente de la tormenta).

Como puede observarse, la precipitación disminuyó conforme se aleja el sitio del centro de la tormenta. Para el caso de Tulancingo a 50 km del centro, lo que indica que se encontraba casi en el ojo, la precipitación es menor que para el caso de Pachuca, en donde se observa un aumento en las precipitaciones para esa fecha. Cabe mencionar que esta aumento también esta muy relacionado con las diferencias altimétricas del terreno. (Fig. 1.3 y 1.4)

Otro perfil seleccionado fue sobre el cuadrante NW de la tormenta (que según Estrada, resultaría el de mayores lluvias). Para este caso fueron estaciones de San Luis Potosí. (Fig 1.5 y 1.6). Para este cuadrante el radio fue de 139 km..

Se observa que, las precipitaciones en este cuadrante fueron mayores . Además , para una distancia igual al centro para Ixmiquilpan (170 km) se tuvieron precipitaciones de 41.5mm , mientras que para San Martín, a esta misma distancia la precipitación fue de 250mm.

Con respecto a la lluvia directa e indirecta Para el caso del huracán "Diana", la precipitación registrada al día 8 de agosto (correspondiente al día 7) distingue un aumento de la precipitación en relación a los días anteriores. Si se observa en la figura 1.7, la lluvia comenzó por el día 5, alcanzó su máximo el día 7 y continuó lloviendo hasta el día 9 para el caso de Ixmiquilpan, es decir, dos días antes y dos después de que la tormenta entarra a tierra.

Para la figura 1.8 las precipitaciones comenzaron por el 5 de agosto, aunque también las hubo el día 4 ,(aunque resulta difícil afirmar que se debieron al mismo fenómeno) y sigue lloviendo hasta el 10 de agosto , para el caso de Tierra Blanca, SLP.

Resulta interesante observar que en la salida de un período de lluvia exista un día con precipitaciones muy cercanas a cero , para el caso del estado de Hidalgo , donde estuvo cercano el paso del ojo del ciclón.

Para el caso del cuadrante NW la precipitación no disminuyó tanto como en el cuadrante E al día siguiente del paso de la tormenta.

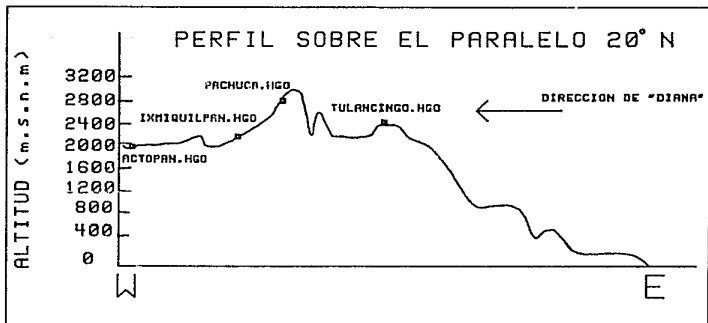


Fig. 1.3 Perfil del terreno sobre el paralelo 20°N siguiendo la trayectoria del Ciclón Diana. (Investigó Leticia Gómez M.)

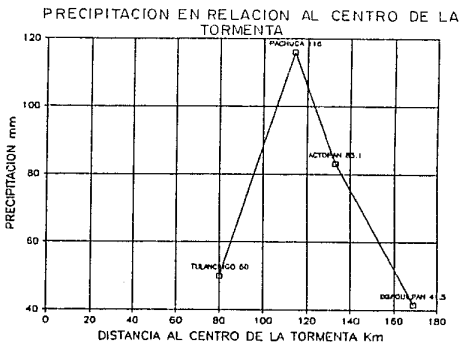


Fig. 1.4 Precipitación para 4 estaciones en Hidalgo durante Diana. (Investigó Leticia Gómez Mendoza).

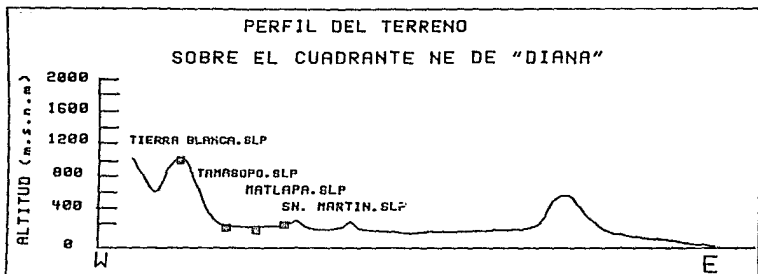


Fig. 1.5 Perfil del terreno en el cuadrante NW de Diana sobre SLP. (Investigó Leticia Gómez M.)

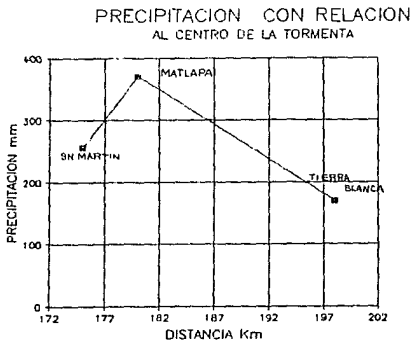


Fig. 1.6 Precipitación para 3 estaciones de SLP durante Diana (Investigó Leticia Gómez M.)

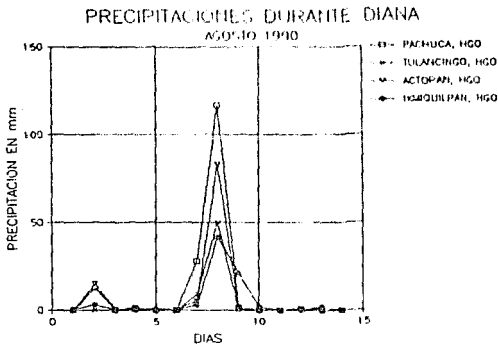


Fig. 1.7 Precipitación durante Diana sobre el cuadrante E para estaciones de Hidalgo. (Investigó Leticia Gómez M.)

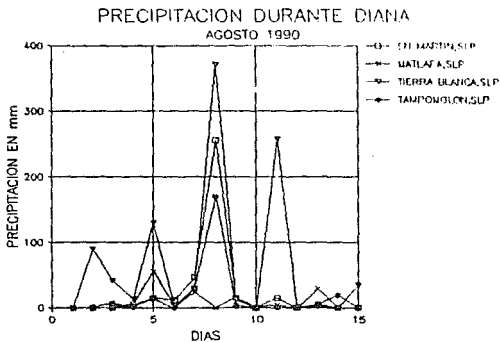


Fig. 1.8 Precipitación durante Diana sobre el cuadrante NW para estaciones de SLP. (Investigó Leticia Gómez M.)

Este tipo de variaciones espaciales y temporales de la lluvia ciclónica durante el tiempo real resultan interesantes de considerar. El estudio de la variable lluvia, debe tomar en cuenta que los datos para sitios distintos deben ser relacionados con la distancia al centro de la tormenta y el cuadrante en el que se encuentren ubicados con respecto al ciclón.

CAPITULO 2

LA IMPORTANCIA AGRICOLA DE LA PRECIPITACION POR HURACANES EN MEXICO

2.1 EL PAPEL DE LOS CICLONES EN LA AGRICULTURA

Hasta hace poco tiempo se consideró a los ciclones como fenómenos meteorológicos muy destructivos, sobre todo por las consecuentes inundaciones, pérdidas de cosechas de propiedades y de vidas humanas que dejan a su paso.

Actualmente se ha cambiado este punto de vista y se empieza a considerar a los ciclones como un fenómeno que puede ser aprovechado para beneficio del hombre y sus actividades económicas.

Algunos de los expositores de esta tendencia han sido los geógrafos Vivo, y Bassols quienes presentaron varias hipótesis sobre el papel que desempeñan los ciclones en la agricultura.

Bassols Batalla menciona que "las lluvias convectivas normales son insuficientes para asegurar la agricultura de temporal de casi la totalidad del país, sin la presencia de los ciclones, algunas regiones del norte de México serían desiertos de arena" (Bassols, 1986)

Bassols aclara que no se pretende decir que todas las lluvias que se depositan sobre el territorio nacional provengan de la acción de los ciclones tropicales. Por ello Vivo menciona que en México se dan todas las formas posibles de precipitación, la frecuencia de los fenómenos de la circulación regional y local alteran la dinámica general de la atmósfera y hacen difícil una previsión acertada para el desarrollo de los fenómenos acuosos. (Bassols, 1986).

En México durante el verano la lluvia del centro y sur del país es consecuencia de la convección que acompaña a la zona cercana al Ecuador térmico. Además de esto las regiones de baja presión que se desarrollan en el Norte y NW de México atraen el aire húmedo de los océanos hacia el centro y norte del país, agregados a estos tipos de precipitación están las lluvias de relieve y de brisa de mar en las costas.

Sin embargo, en otoño la mayor parte de las lluvias correspondientes a las regiones costeras del Golfo de México y del Pacífico son una consecuencia directa e indirecta de los ciclones tropicales que se mueven en regiones marítimas pero además como resultado de estos meteoros del trópico, se mueven desde el NW hacia el SE masas de aire frío que con frecuencia originan frentes y sus respectivas lluvias .

La presencia de lluvia con respecto a los ciclones también esta determinada por la cercanía de sus trayectoria en nuestras costas. Esta lluvia en la mayoría de los casos no presenta también en la altiplanicie .

Se considera también que si bien, los ciclones ocasionan grandes destrozos, salven del desastre total que significaría la ausencia de lluvias después de agosto, puede decirse también que sin las lluvias ciclónicas, la agricultura de riego no podría practicarse sino a

escala muy pequeña, pues las presas del H y MW nunca acumularían agua suficiente para cumplir su objetivo.

La idea de tomar a los ciclones como meteoros benéficos al país es difícil de demostrar por diversas razones : A) como ya se explicó en México se presenta la precipitación por diversas formas y no sería fácil aislar solo una de ellas (la asociada a fenómenos ciclónicos) para caracterizar su importancia, B) se presentan como fenómenos de gran aleatoriedad en el tiempo y en el espacio mas aún cuando se estudian a escala muy local y C) Los ciclones frecuentemente se encuentran relacionados con otros fenómenos locales que podrían provocar lluvia, y que podrían confundirse sus efectos.

No obstante estas limitaciones, se han realizado estudios específicos y locales para comprobar la influencia de los ciclones en la agricultura, en el régimen de lluvia, y en sus efectos negativos. Un ejemplo de ello es la controversia suscitada a partir de la iniciación de la puesta en marcha del proyecto *stormfury*. Que dió la pauta a muchos estudiosos de comprobar sus hipótesis sobre los beneficios de estos meteoros en tierra, como parte de la climatología mundial. En este momento se pudo evitar una de las limitaciones ya mencionadas, ahora se podía suprimir la presencia o intensidad de los ciclones, de tal manera que se podía ver lo que sucedería si no se contara con su presencia en países que regularmente sufren de sus efectos.

Aunque el objetivo del proyecto *stormfury* no era precisamente este, sirvió para crear hipótesis que serían la base de su propia reprobación. El proyecto pretendía disminuir los daños ocasionados en tierra, debidos a ciclones de gran intensidad mediante el sembrado de los mismos y lograr que precipitaran en mar y no en tierra y de este modo sus efectos no fueran tan desastrosos.

A partir de 1963 la NOAA de los EEUU inició dicho proyecto para disminuir la fuerza de los vientos huracanados cuando estos llegaran a sus costas atlánticas. Los huracanes que fueron sembrados con yoduro de plata fueron los del Caribe como el Beulah, Debie, Ginger entre 1963 y 1972. En todos estas ciclones se alcanzó a disminuir la velocidad de los vientos en un 15%.

Para 1973 el proyecto se suspendió por la Defensa de los EEUU debido a las declaraciones públicas en las que se los acusaba de provocar sequías en los años de los experimentos como en el caso de las declaraciones del Dr. Vivo. Se argumentaba que al disminuir la intensidad de los vientos se provocaba una desviación en las trayectorias de los ciclones o bien estos no llegaban a tierra. Esto evitaba las importantes precipitaciones de verano y otoño necesarias para cultivos de temporal. Estas sequías se presentaron en México, Antillas, Colombia y Venezuela. A este experimento también se le atribuyeron grandes pérdidas ocasionadas por el huracán Fifi en 1974 en Honduras.

A raíz de estos experimentos se suscitaron en nuestro país varias opiniones encontradas al respecto. El Dr Vivo, por ejemplo, realizó un recuento de las pérdidas en la agricultura debidas a las sequías en los años de los experimentos entre 1971 y 1972, mencionó que se tuvieron sequías en Chihuahua y Coahuila (julio de 1974) y Texas

(julio 1974) . Según el Tri-state Natural Weather Association INC. de Pensilvania, 1975 los experimentos ocasionaron disminución en un 30% de la lluvia desde Florida hasta Nva York. (Vivo, 1976).

Apoyando la tesis de Vivo, Sierra Morales realizó un estudio comparativo de la disminución de las lluvias en el Golfo y en la Altiplanicie .

El proyecto stormfury trato de ser practicado en otros sitios como sobre los tifones del Pacífico norte pero recibió lanegativa de países asiáticos. Del mismo modo se tuvieron pláticas con el gobierno mexicano sobre los experimentos en el E de Pacífico, con bases de aviones en Acapulco, La paz, México aprobó que se realizará pero fuera de las 200 millas de mar territorial.

Las dificultades de comprobación de los efectos secundarios del sembrado de huracanos y las negativas de los gobiernos de varios países ocasionaron la suspensión. cuando menos de manera oficial, del proyecto.

Sin embargo surgieron muchos estudios en contra que apoyaban la idea de que estas disminuciones en la lluvia se debian a variaciones cíclicas de los regimenes pluviales . Tales estudios como los de Garcia y Vidal comprueban que no hay fluctuaciones fuera de lo normal, trabajando en un período de 1921- 1979.

Un año después de presentarse el huracán Gilberto en 1988 resurgió la inquietud de estudiar a los huracanos, en su estructura, dinámica y efectos tanto positivos como negativos. Salieron a relucir declaraciones que indicaban nuestra falta de conocimiento al darnos cuenta de las vidas que cobró este fenómeno. Nos dimos cuenta que hasta aquellas regiones que normalmente no son visitadas por estas tormentas resultan altamente vulnerables como lo fue la ciudad de Monterrey.

La aparición de los huracanos en territorio nacional durante 1988 fue devastadora, comenta Sánchez-Sesma (1989), después de una sequía generalizada, la naturaleza puso a prueba a las obras y organizaciones de la sociedad mexicana. Los ciclones Debbie, Cristina, Gilberto y Miriam provocaron la muerte de más de 250 personas y pérdidas mayores a un billón de pesos. (Idem) Pero México ya había experimentado situaciones semejantes durante 1951, 1959, 1967, 1977, 1981 y 1983. Se calcula que un huracán similar en trayectoria al Gilberto ocurre cada 15 o 20 años y de la misma intensidad ocurre cada 200 años.

Después de presentarse el huracán Cosmo (junio 1988) se favorecieron los cultivos de Oaxaca, Veracruz, Puebla, Morelos y Guerrero, las presas de los estados del Sur en la mesa central y en las costas del Golfo de México recibieron importantes volúmenes de agua, los afluentes de los ríos también se incrementaron. (ICYT 1989). además vino a aliviar la sequía en los estados de Nuevo León, San Luis Potosí y Tamaulipas

Todo lo anterior muestra la dificultad y la controversia dentro del estudio de los fenómenos ciclónicos. No obstante los estudios continúan y en este caso se pretende llegar a resultados que contribuyan al acercamiento con la realidad del problema.

Ahora bien, se ha hablado de la importancia de los ciclones en la agricultura pero los intentos de su cuantificación han quedado restringidos a áreas o regiones pequeñas, un estudio a nivel nacional, aunque sea de manera global, contribuye a entender un poco más la variabilidad de los fenómenos y como sus efectos en tierra generan regiones homogéneas. De esta manera nos encontraremos cada vez mas cerca del aprovechamiento de estos fenómenos en la agricultura y tal vez en otras actividades humanas, como en la planeación de asentamientos humanos.

2.2 VARIABLES CICLONICAS QUE AFECTAN A LA AGRICULTURA EN MEXICO.

Las cantidades de precipitación que nos traen los ciclones son muy variables, y contribuyen de manera distinta en cada región del país. Se ha encontrado la importancia de la contribución de la lluvia de huracanes en los regímenes de lluvia de algunas regiones.

Para el caso de BCS. Latorre (1988) encontró que basandose en 20 años de datos diarios se cuantificó la precipitación asociada a ciclones que se acercaron a 250 km de sus costas, estos ciclones (30) contribuyeron en un 20% en promedio a la lluvia anual. En algunas ocasiones como para los años de 1967 y 1977 la precipitación durante los ciclones represento el 45 y el 65% de la precipitación total anual. (Fig 2.1)

En otro estudio Jáuregui (1990) determinó la precipitación ciclónica para la frontera norte de Mexico. Para ello consideró la relación de precipitación total mensual y la debida a ciclones que pasaron a 100km o menos de las costas. De esta manera determinó la contribución porcentual de tormentas ciclónicas a la precipitación en los meses de temporada de ciclones.

Además de considerar a la precipitación de huracanes en su proporción y régimen anual se debe diferenciar en sus intensidad y cantidades máximas para evaluar su importancia en una región dada. La revisión de la influencia de los ciclones en los regímenes de lluvia son importantes para el estudio de esta variable sobre el desarrollo de las plantas en su ciclo agrícola.

Los efectos más contundentes de los ciclones en la agricultura son los dejados por el efecto de los fuertes vientos y las intensas precipitaciones. Estas dos variables que actúan conjuntamente, se ven influenciadas a su vez por elementos de la topografía continental o local., los fenómenos meteorológicos locales, la continentalidad, etc. A estos elementos podríamos llamarlos factores amplificadores (Tricart, 1987) del proceso, y que en algunas ocasiones pueden aumentar la severidad del evento de tal suerte que los efectos sufridos en las franjas costeras son más intensos que en las regiones mas interiores en tierra.

En la figura 2.2 se aprecian los tipos de daños potenciales por ciclones. Además de los efectos topográficos locales, también influyen las mareas y la configuración de las costas que determinan la intensidad de la marea de tormenta. Estas a su vez causan inundaciones y erosión en áreas costeras y la consiguiente destrucción de cultivos y vegetación natural.

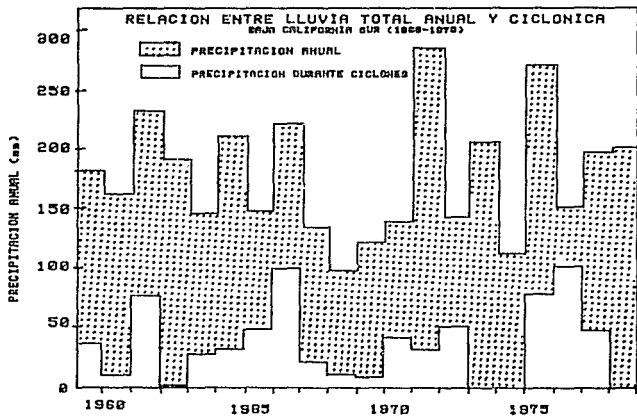


Fig. 2.1 Relación entre precipitación total y de ciclones para Baja California Sur. (Latorre, 1988)

En el caso de nuestro país las regiones agrícolas costeras son las más afectadas, mientras que las regiones más interiores podrían calificarse como mayormente beneficiadas. En estas regiones, los vientos no son ya tan fuertes y las lluvias disminuyen en su intensidad, pero si son suficientes para llenar presas o aliviar sequías largas.

Debe tomarse en cuenta dos factores más de impacto: el número y distribución espacial de los cultivos, y el patrón geográfico de severidad del viento (Friedman, 1981). Esto es como se distribuyen las intensidades del viento de los ciclones cuando tocan tierra, dependiendo de su presión, velocidad, tamaño y trayectoria de la tormenta.

Los vientos huracanados, que alcanzan hasta 74 millas por hora o más (120 km/hr), causan cortinas de partículas de arena y sal que actúan como aerosoles sobre las plantas (Rosengau-Sánchez, 1990) provocando daños físicos o mecánicos tales como la pérdida de las hojas, ramas, flores o frutos o bien la pérdida total de la planta.

Los vientos además de provocar la caída de órganos vegetales, ocasionan la fricción entre las plantas que las daña aún más, como el caso del arroz, la pérdida de los granos es por la misma acción del viento y además por la fricción entre espigas que tirando al suelo los granos.

Otra de las variables ciclónicas es la marea de tormenta, las olas alcanzan niveles de 10 a 20 pies más arriba de lo normal ocasionando inundaciones rápidas en las tierras costeras bajas, provocan inundaciones con agua contaminada con daños sobre los cultivos cercanos a las costas simultáneos a los ya mencionados por viento y lluvia torrencial.

Las precipitaciones torrenciales causan inundaciones aún después de que la tormenta se ha movido tierra adentro e incluso antes, como los indican los estudios de Kwong (1974)

Las pérdidas de cosechas por precipitaciones son muy frecuentes, y si tomamos en cuenta que la mayoría de los países la agricultura se da sobre terrenos planos, entendemos la razón de ello. Aunque los cultivos en terrazas pueden sufrir importantes daños y pérdida de suelo especialmente si se encuentran en laderas de sotavento.

Los daños a los cultivos también pueden ser indirectos, aquellos que causan erosión de tierra, especialmente si se trata de zonas desmontadas o con vocación no agrícola o en ecosistemas perturbados donde los porcentajes de salida de agua son mayores que las entradas.

Para ejemplificar los daños agrícolas con las variables ciclónicas que ya se mencionaron, se revisarán algunas eventos recientes.

Gilberto (septiembre de 1988)

El ciclón Gilberto fue considerado el ciclón del siglo. Los vientos sostenidos máximos se estimaron en 282 km/hr y una presión mínima de 886mb (la más baja registrada en el Atlántico); tomando en

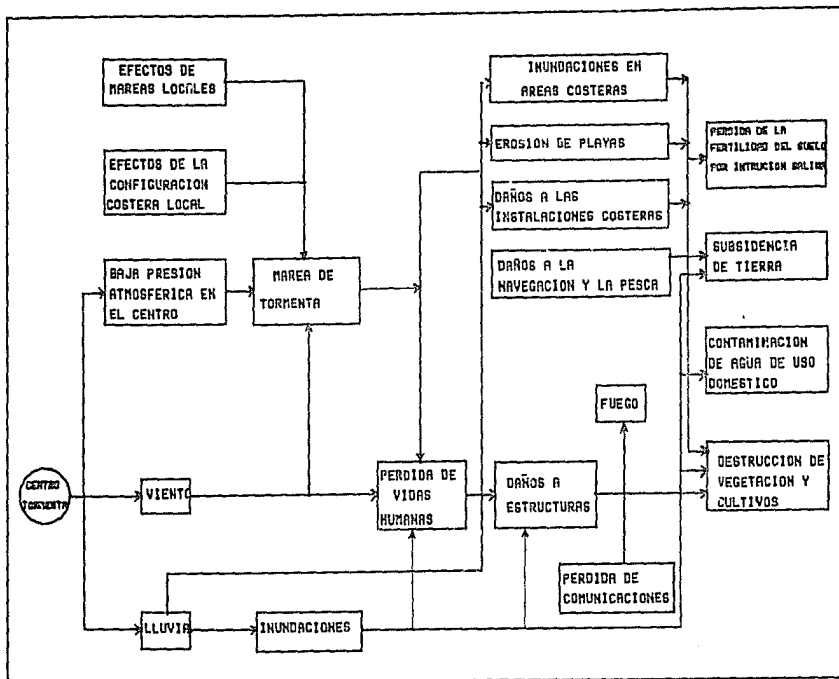


Fig. 2.2 Daños asociados a ciclones tropicales. (James, 1978)

cuenta que la presión mínima da idea de la intensidad de la tormenta , podemos darnos cuenta de su magnitud y efectos.

A 900 km de Cozumel alcanzó su máxima fuerza y mínima presión (para eso entonces su diámetro era de 14 km). Sobre Yucatán azotó con rachas de vientos de 350 km/hr y marejadas de 7m sobre el nivel del mar. Tocó tierra en el norte de Yucatán cruzó el Golfo de México y llegó a Tamaulipas para disolverse en Tampico y Matamoros. Ciclones con trayectoria similares fueron en 1933, el Hilda en 1955 el Beulah en 1967 y el Allen en 1980.

Las precipitaciones registradas fueron mucho mayores a la lluvia total promedio de septiembre de las últimas décadas

Durante un ciclón son comunes precipitaciones de intensidades de 50 mm/hr y laminas de lluvia de hasta 400 mm en 24 hr (Rosenhaus, Sánchez , 1989).

Dentro de las pérdidas ocasionadas fueron la agricultura de Yucatán, la producción de miel e inundaciones severas en Yucatán, Quintana Roo, Campeche, Tamaulipas. (*ibid*)

Diana (Agosto de 1990)

Fue registrado como depresión tropical el 4 de agosto de 1990 y llegó a tierra el día 7 del mismo mes a Tuxpan ya con la intensidad de huracán, con rachas de hasta 167km/hr.

Ocasionó intensas lluvias en la parte central del país, Tamaulipas y Veracruz hasta el día 9 -10 de agosto. Según el boletín meteorológico para la agricultura del SMN, las intensas lluvias beneficiaron a las zonas agrícolas de temporal

Por otra parte se reportaron 400 damnificados en y 23 muertos en Veracruz. En este estado se perdió casi toda la producción de plátano, limón, naranja en los municipios de San Rafael y Martínez de la Torre. En Papantla, Gutiérrez Zamora se afectaron 5 mil has de cultivos de maíz, papaya y naranja. Así mismo los ríos Tempoal y Moctezuma se desbordaron.

El estado de Hidalgo resultó afectado en varias comunidades como Molango y Pachuca y 25 municipios con pérdidas totales en la agricultura y ganadería de la región Huasteca. (Fig 2.3).

En Puebla Tezuitlan y Huachinango resultaron afectados, En Tamaulipas el río Fánuco sufrió desbordamiento y en Cd Valles, en San Luis Potosí se temía la posible pérdida de cosechas del ciclo primavera-verano. (El Universal agosto 6-11 1990).

2.3 LOS CICLONES COMO UN RECURSO NATURAL

En nuestros días, el estudio de los desastres naturales ha cobrado mayor importancia tanto en instituciones gubernamentales como en centros meramente científicos. Esto es por la cantidad de pérdidas humanas y económicas. Tal es la preocupación del hombre por entender estos fenómenos porque el desarrollo de áreas urbanas nuevas, y centro

REGIONES AFECTADAS POR DIANA AGOSTO 1990

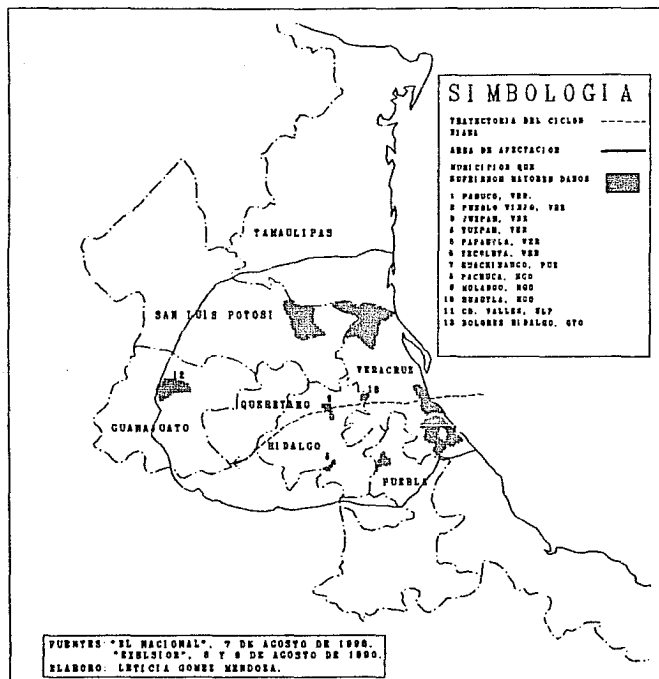


Fig. 2.3 Estados que sufrieron mayores daños durante Diana.
(Leticia Gómez Mendoza).

de actividades económicas claves, ha llevado a subestimar el riesgo natural que estas áreas implican. Cada día mas fuentes de trabajo, obras de infraestructura son destruidos por actividad volcánica, tornados, ondas cálidas, ciclones, heladas, monzones, terremotos etc.

Al hombre le preocupa que a estas alturas, en la era de los grandes descubrimientos científicos y creaciones tecnológicas, no haya podido controlar estos eventos. (cuadro 2.1)

Parte de esa preocupación fue la la declaración de la década de los 90s como el Decenio Internacional de Reducción de Desastres Naturales (DIRDN), por la Organización de las Naciones Unidas. Los objetivos más importantes de esta campaña son la evaluación de riesgos, la predicción y la reducción de daños provocados por desastres naturales.

CUADRO 2.1 TIPOS DE DESASTRES MAS IMPORTANTES 1947-1980
(Según B.K. Singh)

TIPO	NUM MUERTES
1. Ciclones tropicales, huracanes, tifones	499,000
2. Terremotos	450,000
3. Inundaciones	194,000
4. Tormentas y tornados	29,000
5. Tempestades de nieve	10,000
6. Erupciones volcánicas	9,000
7. Olas de calor	7,000
8. Aludes	5,000
9. Desplazamientos de tierra	5,000
10. Olas de marea (tsunamis)	5,000

Fuente: OMM, 1989. p.7

Los ciclones tropicales funcionan como escapes de la gran cantidad de energía acumulada en las zonas ecuatoriales. En promedio los huracanes tienen la energía de casi 300 bombas atómicas como las de Nagasaki (Hughes, 1987). Mantienen el balance de calor de la atmósfera, y casi en 50% de su volumen es agua. (Kwong, 1974).

Los ciclones tropicales forman parte de la climatología mundial. El clima es considerado como un recurso natural. En México este recurso podría ser aprovechado ampliamente por la gran variedad de climas con los que cuenta. Estos climas son resultado de la conjugación de las modalidades del relieve, las variaciones estacionales de la lluvia y de las temperaturas en su proyección espacial.

En México se tienen volúmenes de precipitación o "temporales" deficientes para los cultivos, pueden ser de 350 a 450 mm al año, como sucede en Zacatecas, Aguascalientes, San Luis Potosí; temporales muy benignos como de 500 a 700 mm anuales que permite ampliar en número de cultivos como en la Cuenca de México y otras donde son posibles hasta 3 cultivos al año como en Veracruz y el sureste. La mayor parte de la agricultura en México esta entre los dos primeros volúmenes (350 a 700 mm). (Flores, 1986).

Los huracanes funcionan como interruptores de períodos de sequía, como sucedió con el huracán Diana (1990) que benefició tierras agrícolas de Quintana Roo, donde el gobernador indicó: "más que pérdidas, el temporal nos dejó beneficios, ya que se corría el riesgo de perder el 40% de 45 mil hectáreas sembradas con maíz, por falta de agua" (El nacional, 7 agosto 1990).

Entre otros aspectos positivos de los ciclones se encuentran el incremento de algunas especies pesqueras y la destrucción de plagas como mosquitos y roedores. (Sugg, 1968)

Hemos tratado hasta aquí a los ciclones como un recurso natural por formar parte de la climatología de nuestro país, y los hemos relacionado con una de las actividades humanas que serían mayormente beneficiado es la agricultura.

Consideremos que la temporada de ciclones en México es de mayo a octubre, donde la mayor incidencia se da en septiembre. Época en que algunos cultivos se encuentran en etapa de floración o maduración y requieren agua para ello. Sin embargo en los meses de agosto se presenta la canícula (sequía intracestival), que si no fuera por la presencia de los ciclones las cosechas se malograrían.

Los campesinos tienen creencias respecto a los ciclones muy aproximadas a la realidad. Se transcribo aquí parte de un artículo de Helgarejo (1990) que resume la sabiduría del campesino mexicano. Agradecido, la mayoría de las veces a las beneficiosas lluvias ciclónicas para sus tierras.

"Los labriegos tienen razones de sobra para conocer el tiempo de la canícula y tomarla en grado superlativo. En su acaecer de lluvias y siembras de maíz, la milpa realiza su fecundación en ese tiempo de la canícula; de no llover entonces, no habría cosecha, pues no llenaría su grano el jolote (xiloti), y ante tan tremenda angustia, solo las lluvias de Huracán pueda salvarla. De lo anterior se apartan dos períodos de lluvia: el primero regentado por Tláloc, el dios de la lluvia, la lluvia normal, con las cuales sus milpas avanzan triunfalmente. Pero cesan estas, termina, y de acuerdo con la estrella Siro, el Can Mayor, comienza la canícula.

"Para el calendario Galvan, los efectos de la canícula principian el día 15 de julio, en el calendario juliano el 16 de julio, día de nuestra señora del Carmen.

"Pero cuanto a la terminación actual, el almanaque marca el 25 de agosto cuando se suelta el diablo, equivalente a decir que Huracán rompió su atadura, y ya suelto volverá con sus locuras de tormentas tropicales. Para el calendario mesoamericano, con veintenas en lugar de meses, la temporada de Huracán duraba 2 veintenas, por lo cual, para los campesinos termina el 4 de octubre, día de San Francisco de Asís, el "Cordonazo de San Francieco" es el cordón con el cual representan al santo y la cuerda con la que ata de nuevo a Huracán para evitar que prouiga causando destrozos." (Helgarejo, J., 1990)

En este capítulo se trataron los beneficios y los perjuicios de la incidencia ciclónica en la agricultura mexicana. La diferenciación entre unos y otros efectos es difícil de lograr sin embargo, en los siguientes capítulos se tratará aplicar una metodología para una posible forma de lograr estudiar estos efectos

CAPITULO 3

VARIABLES A CONSIDERAR PARA EL ESTUDIO AGROCLIMATICO DE LA LLUVIA DE HURACANES

3.1 FUNDAMENTOS AGROCLIMATICOS

Los ciclones tropicales forman parte de una climatología, se presentan de manera inevitable en el planeta. Como parte del comportamiento global, tienen relaciones con los elementos físicos de los ecosistemas terrestres o bien en las regiones antrópicas; formando parte de estos sistemas.

Los ciclones, como fenómeno meteorológico, modifican las condiciones del tiempo a nivel global y local. Lógicamente, la magnitud de esta modificación varía con la escala a la que se estudien. No obstante, es innegable la relación de estas modificaciones con las flujos de energía en los sistemas naturales y antrópicos.

En este estudio se presenta la relación del comportamiento de las plantas cultivadas con el parámetro lluvia ciclónica, como se indicó en el capítulo anterior. Para lograr encontrar esta relación, la agroclimatología, como disciplina encargada del estudio de las relaciones clima-cultivo, aporta herramientas muy útiles.

Antes de pasar a la propuesta para el análisis de estas relaciones se explican a continuación, brevemente, algunos de los fundamentos agroclimáticos de este estudio.

3.1.1. Fenología agrícola.

La *fenología* estudia la influencia del medio ambiente sobre los cambios periódicos de los seres vivos. Azzi (1968) o bien estudia los fenómenos periódicos de los seres vivos y sus relaciones con las condiciones ambientales (De Fina y Ravelo, 1973)

Los cambios periódicos se presentan a todo lo largo del ciclo de vida de las plantas, llamado también *período vegetativo*.

Dentro del período vegetativo existen cambios puntuales, tan fuertes que son apreciables a simple vista, por ejemplo la emergencia del embrión de la semilla, el espigamiento. A estos cambios se les llama *fases fenológicas*.

Ahora bien, el tiempo entre una fase y otra se llama *etapa* o *subperíodo fenológico*. Estos corresponden a una serie de cambios poco notables, antea de una nueva fase, por ejemplo la naciencia, la floración y la maduración del fruto.

3.1.2 Etapas críticas en el desarrollo de las plantas

Los estudios de las relaciones del clima con las plantas cultivadas, y en general con la distribución geográfica de la vegetación en general; no se presenta en una sola dirección: el clima determina la distribución. Al contrario, son el comportamiento

conjunto de las variables climáticas y la respuesta fisiológica de la planta, las que resultan en una distribución determinada de las plantas. A esto se le llama una relación ecofisiográfica.

La importancia de la observación de todo el período vegetativo y en especial de las fases fenológicas, radica en que son indicativas de la relación entre ciertos parámetros climáticos y en el crecimiento y desarrollo de la planta. El hecho de que la floración por ejemplo, aparezca antes de la fecha normal de aparición en un sitio, o bien de la fecha normal del sitio de donde es originaria la planta; indica que sus necesidades de horas frío fueron satisfechas antes, en sus rangos de temperaturas óptimas.

Este comportamiento con respecto a las variables climáticas puede llevarse a cabo por las plantas, gracias a que posee mecanismos que les permiten soportar variaciones de temperatura, humedad, insolación, altitud etc, para no "perder" dentro de los mecanismos de adaptación y completar su cometido evolutivo y biológico.

Dentro de estas variaciones se encuentran los requerimientos climáticos o umbrales cardinales para cada fase y período fenológicos. Pero también existen períodos críticos en donde las plantas son más susceptibles al comportamiento climático, algunas en la floración o espigamiento, o bien en la nacencia.

Si se consideran las etapas críticas del desarrollo de las plantas, y sus requerimientos climáticos se puede sugerir especies para cada sitio agrícola y viscoverza para lograr mayor volumen de producción y mayor calidad con menores entradas de insumos agrícolas.

Un indicador de las etapas críticas de los cultivos es el valor del coeficiente de cultivo (Kc) que se explica más adelante. Para el caso del maíz, el período crítico se presenta cuatro semanas antes del espigamiento, es en este momento en que la planta demanda mayores requerimientos de agua. (Gómez, 1986). Para Ortiz (1984) esta etapa crítica se presenta en la floración. Otras opiniones como la de Smith (1914) señala que la lluvia de julio y agosto resulta de importancia crítica para el maíz, que corresponden a los períodos de floración.

4.1.3 El papel del agua en las plantas.

La precipitación pluvial se distribuye de varios modos al llegar al suelo, parte de ella es retenida por el suelo, otra parte escurre, otra forma parte de los acuíferos subterráneos o bien se evapora a la atmósfera y otra parte es absorbida por las raíces de las plantas y luego transpirada. (Torres, 1983).

La lluvia en las plantas tiene influencia mecánica, fertilizante, física y mecánica.

- a) La lluvia tiene influencia mecánica en el terreno al compactarlo actuando también en la degradación de las partículas superficiales del suelo.
- b) Tiene una acción fertilizante: un litro de agua aporta 2 mg de nitrógeno amoniacal y 0.7 mg de nitrógeno nítrico.

- c) El agua ejerce una influencia física en la formación de los suelos.
- d) La influencia química se refiere a la solubilización de los minerales del suelo para que puedan ser tomados por las plantas.

Dentro de la fisiología vegetal el agua:

- a) Es constituyente esencial del protoplasma
- b) Participa en gran número de reacciones bioquímicas.
- c) Es fuente de iones (hidroxilos) que proveen de electrones a las reacciones lumínicas
- d) Es el solvente de algunas sustancias y medio de transporte de sustancias
- e) Mantiene la rigidez y turgencia en el cuerpo de la planta.
- f) Permite la difusión de gases CO₂ y O₂ alrededor de cada célula.
- g) Permite el movimiento de las sales minerales desde el suelo a la planta.
- h) Actúa como termostato. La planta recibe gran cantidad de radiación solar sin elevar bruscamente su temperatura y por medio de la transpiración, el agua refresca a la planta y permite dispersar el calor tomado de la radiación solar. (Sutcliffe, 1979, citado por Gómez, 1986).

La lluvia tiene una potente fuerza erosiva: una gota de lluvia pone en movimiento partículas de suelo comprimiendo o rompiendo los terrones. Esto es conocido como efecto de "splash".

La influencia directa de la lluvia es el arrastre de polvo que el viento acumula sobre las hojas, disemina las partículas de esporas y propicia algunas enfermedades fúngicas.

Los excesos de lluvia pueden causar erosión del suelo y daños a las plantas y el déficit reduce las cosechas.

Los factores que afectan al abastecimiento del agua a las plantas son:

- a) *Distribución anual de la lluvia.* La eficiencia en el aprovechamiento de las lluvias por las plantas depende del grado de coincidencia entre la época de lluvia y el ciclo agrícola. Las lluvias cortas y muy intensas son de muy baja eficiencia por la gran cantidad de escurrimiento.
- b) *Topografía.* Dependiendo de la pendiente y del microrelieve, el agua podrá escurrir con mayor o menor intensidad.
- c) *Textura.* A mayor diámetro de las partículas del suelo, mayor será la capacidad de infiltración de agua.
- d) *Cantidad de evaporación.* Dependiendo de la temperatura, la humedad del aire y de la velocidad del viento, la presión y la textura del suelo, la evaporación variará.
- e) *Cubierta vegetal.* A mayor cobertura vegetal se presenta una mayor retención del agua de lluvia y reduce la erosión. (Torres, 1983).

Las plantas solo aprovechan una parte del agua que se infiltra en los suelos y queda al alcance de las raíces de los cultivos a esta cantidad se le llama lluvia efectiva.

Pero no solo se debe considerar la cantidad e intensidad de la lluvia, sino también las características del suelo y la humedad existente en el debido a precipitaciones anteriores. Además la pérdida del agua por medio de la evapotranspiración de las plantas influye también en la lluvia efectiva.

La determinación de la humedad disponible en el suelo es importante en el pronóstico de cosechas y también en la determinación de las fechas óptimas para la siembra (dependiendo de la demanda de agua particular de cada cultivo.

Existe un método de "Pronóstico de cosechas" de la FAO que cumple los objetivos señalados arriba. Este método fue elegido como técnica para comparar e interpretar la efectividad de la lluvia a lo largo de un ciclo agrícola para los años en donde se presentaron ciclones, y años en los que no se presentaron.

Así, no solo se determinan los volúmenes de lluvia que no son indicativos de su eficiencia o perjuicios para el desarrollo de los cultivos específicos.

Este método incluye variables del suelo y evaporación así como las necesidades de agua por parte de los cultivos.

El cálculo de los indicadores de esta técnica, permite manejar los datos de manera decenal (cada diez días) y no diarios, simplificando los cálculos.

3.2. ANTECEDENTES DE LA METODOLOGIA

Trabajos anteriores han hecho énfasis en la precipitación de huracanes. Jáuregui (1990) presenta una separación de las lluvias ciclónicas de las totales que afectaron a las zonas fronterizas. Los ciclones tropicales estudiados como una fuente "no despreciable de precipitación" y recarga de los acuíferos de mayo a octubre ya que la zona presenta una creciente demanda de agua. La importancia de los ciclones es tal que la prolongada ausencia de estas perturbaciones es posible causa de sequía en la región que comprende los estados de Baja California Sur, Durango, Sinaloa, San Luis Potosí y Zacatecas.

Los datos recopilados de 1962 a 1987 fueron analizados por Jáuregui a partir de un índice q

$$q = \frac{\text{lluvia mensual cuando se presentaron ciclones}}{\text{precipitación media de los meses que no se presentaron}}$$

Si q resulta mayor a 1 este índice indica las cantidades de lluvia estuvieron por encima del promedio del mes.

Si q resulta menor a 1 no se presento ningún efecto apreciable en la lluvia total debida a la de los ciclones.

Se obtuvo que la contribución de la lluvia de mayo a octubre varió de 10 a 31% , porcentaje que es mayor que del lado del Golfo de México. Sin embargo, no implica que se deban a ciclones , ya que estas lluvias pueden ser resultado de sistemas convectivos de mesoescala (SCM) es decir vientos y brisas locales.

Los incrementos en los porcentajes son considerables, de hasta 3 o 4 veces en Nuevo León el NW de Chihuahua, el S de Sonora, N de Sinaloa y Baja California Sur.

En esta metodología de climatología de ciclones no se diferencian los días en que se presentaron los ciclones. El valor mensual resulta muy general para determinar cuales fueron las precipitaciones debidas a ciclones y cuales a fenómenos locales o de SCM.

Otros estudios en países en donde la agricultura de exportación es la principal fuente de divisas, estos estudios se llevan a cabo con mayor detalle. Lógicamente la incidencia de los ciclones es muy fuerte, tanto que a través de las observaciones de los desastres que ocasionan a la actividad principal, han decidido aportar medidas de acción. (Chung,1987 y Naudí ,1985)

3.3. LA LLUVIA CICLONICA DENTRO DE UNA REGIONALIZACION

Se propone aquí llegar a una zonificación agroclimática de la variable precipitación ciclónica con el fin de llegar a aprovecharla dado que en México resulta difícil coordinar trabajos de rehabilitación inmediata, resulta de gran utilidad dedicar esfuerzo a la prevención, pero en base al estudio del comportamiento de estos fenómenos. Para ello se debe poner especial atención a :

- La distribución espacial y temporal máxima y mínima de la precipitación asociada a ciclones.
- Cual es el porcentaje de lluvia ciclónica con relación a la total por regiones agroclimáticas
- Cual es su variabilidad.

3.4. PROPUESTA METODOLOGICA.

Se mencionan a continuación los pasos de la metodología empleada en este trabajo para el estudio de la lluvia ciclónica con fines de regionalización agroclimática. (Ver fig. 3.1)

A Selección y delimitación del área de estudio.

La delimitación debe basarse en la dinámica del o los fenómenos a estudiar con respecto a su distribución espacial.

La selección de un área con fines de regionalización

ELABORO: LETICIA GOMEZ M.

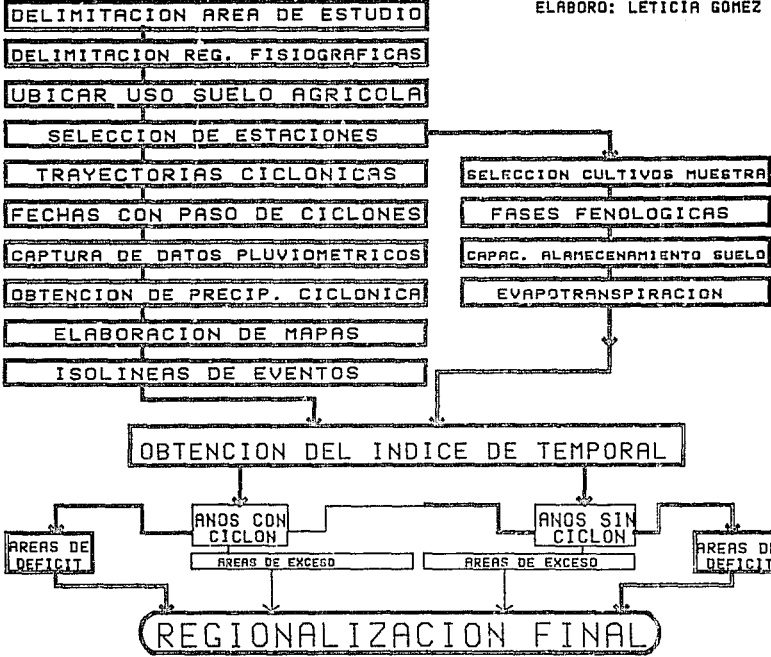


Fig. 3.1 Esquema metodológico para la zonificación agroclimática con base en la lluvia ciclónica.

agroclimática se tomó considerando los siguientes estados.

a) Dado que se trata de una zonificación de lluvia de ciclones (antes que una agroclimática) y por ser este un fenómeno natural, se debe considerar la trayectoria típica de una serie de 30 a 20 años de ciclones.

b) La topografía. Como se mencionó con anterioridad, la topografía modifica el comportamiento de la variable dentro de la dinámica ciclónica. En general en sotavento, las intensidades de lluvia aumentan en relación a las áreas de barlovento.

c) Debe considerarse que dentro del área estén representadas las isoyetas anuales más altas en la zona, incluso las de todo el país y que a su vez correspondan con las curvas hipsométricas de los sistemas montañosos más importantes.

d) La escala de representación para la delimitación debe ser mediana, es decir, debe comprenderse en el rango de 250,000 a 1'000 000, ya que esta es la escala de representación de los fenómenos ciclónicos. Estudiar la distribución a escalas más pequeñas implica considerar factores morfológicos y de cultivos a mayor detalle. En este estudio, dada la dificultad anterior, se prefirieron las dinámicas más generales.

e) Áreas agrícolas. Pueden ser útiles las subregiones geoeconómicas de Bassols, que delimitan el tipo de producción, la dinámica del ciclo producción de la actividad agrícola. De esta manera los factores sociales involucrados en la producción, delimitan el uso y manejo del espacio. Así las medidas y regiones que se obtengan como resultado no estarán en desacuerdo con las de producción, los productos necesarios del mercado local y las necesidades de alimentación de la población.

Estos criterios deben ajustarse entre sí para ir obteniendo una delimitación más precisa, junto con los demás pasos que se siguen en esta metodología.

B. Delimitación de regiones fisiográficas.

Las delimitaciones anteriores se van afinando con las correspondencias sobre las regiones fisiográficas. (Cuanalo, et al, 1989) Estas, al caracterizar el comportamiento espacial de los factores físicos de suelo, topografía, pendientes, geología y clima así como la vegetación, evitan el trabajo de análisis global derivado de cada tema por separado.

Así las provincias y subprovincias caracterizan la dinámica más particular de estos factores físicos, y regionalizar las interrelaciones del clima (como factor físico) con los otros elementos constituyentes de los paisajes naturales.

C. Delimitación de uso del suelo agrícola.

Aunque la distribución de áreas agrícolas actuales no se escoja con todo el período de años a recopilar, sí es de utilidad para la zonificación de áreas con mayor importancia agrícola dentro del área ya delimitada.

Como se relacionan las trayectorias ciclónicas con áreas agrícolas se comienza a detectar áreas en donde hay correspondencia espacial en ambos fenómenos. Esto puede tomarse, bajo sus reservas, como indicadores del beneficio del temporal ciclónico en terrenos agrícolas.

D. Selección de estaciones y observatorios muestra.

Para el área de estudio se tomaron en cuenta las siguientes criterios:

- a) Número de años de observación mayor a 20
- b) Solo se consideraron estaciones de menos de 20 años para las zonas donde fueran escasas las estaciones
- c) Que las estaciones estuvieran presentes en todas las franjas de lluvia de la carta de precipitación total anual de INEGI
- d) Que las estaciones se encontraran cerca de los piedemontes de las sierras para captar los cambios altitudinales de la lluvia.
- e) Que las estaciones no se encontraran muy cercanas entre sí (no menos de 1000 mts)

E. Trayectorias ciclónicas que afectan a la zona.

Esto es uno de los puntos más conflictivos, si se piensa en las preguntas más comunes. : Si las trayectorias y precipitaciones de los ciclones difícilmente presentan patrones comunes, como puede determinarse cual fue su área de influencia medía?. Cuál fue la cantidad de precipitación debida a él y cuál a otro fenómeno?. Si se presentan 2 ciclones en ambas costas: cuál es la precipitación de una y cual de la otra para un sitio dado.?

Todo ello implica un análisis detallado de las cartas del tiempo durante la presencia de todos lo ciclones, pare diferenciar las precipitaciones de cada fenómeno, el estado del tiempo local y el movimiento de la atmósfera (presión).

Para entender la realidad, es necesario simplificarla a sus factores más simples de tal manera que se llegue a su explicación. Para este caso se tomaron como indicadores:

- 1) La velocidad del viento (mayor a 100 km/hr)
- 2) Distancia al centro de la tormenta (0 a 500 km)

Esto se basa en estudios anteriores sobre precipitaciones (Jáuregui,1989 y La Torre,1988)

Para ello deben escogerse las trayectorias de una cuenca para evitar confusiones con precipitaciones debidas a 2 o más fenómenos. La revisión de los datos de precipitación diaria para los días en que los ciclones pasaron a menos de 500 km de un sitio incidan claramente su paso.

De acuerdo con los indicadores de arriba se están tomando solo tormentas intensas. Debe recordarse que en este estudio se consideran ciclones y huracanes pero no tormentas tropicales. Son las cantidades de precipitaciones extraordinarias las que aquí interesan.

Para detectar los ciclones con las anteriores características se corrió un programa de cómputo en FORTRAN en donde se introducen las coordenadas de los observatorios muestra de la región y el archivo de fechas de ciclones de 1950 a 1988 de la NOAA (1989).

F Obtener listado de fechas afectadas por los ciclones.

En el resultado del proceso de cómputo anterior es un listado con las fechas afectadas correspondientes a cada estado de la región y el número de evento según la NOAA.

G Obtención de datos pluviométricos.

Con la ayuda de las fechas de presencia de ciclones en toda la región se determinan los meses (temporadas) de ciclones basadas en la serie de datos de 20 a 30 años. Para esa temporada determinada se obtienen las precipitaciones acumuladas en 24 hrs así como la precipitación acumulada mensual.

Estos datos se aplican al cálculo del porcentaje de precipitación ciclónica. Aquí puede optarse por anotar solo las fechas afectadas para cada sitio, o bien, capturar las precipitaciones de cada día de toda la temporada. En este estudio solo se capturaron las precipitaciones diarias mayores de 0 mm de toda la temporada (junio-noviembre) así como la precipitación total mensual.

Para efecto de los estudios de agroclimatología se obtuvo la evaporación diaria de cada estación y observatorio muestra, o en su defecto la evaporación mensual. Para el caso de estaciones que no cuenten con este dato se procede a agrupar varias estaciones que contengan el dato con otras que no lo posean.

Por último se recopilan los informes agrícolas (de las estaciones que cuentan con ello) para las fechas seleccionadas de cada estación o de los meses en que se presentan ciclones. Estos resultan de gran utilidad, algunos de ellos reportan muy detalladamente las pérdidas o los beneficios de los ciclones a las poblaciones. Es claro que esta información no es suficientemente objetiva para un estudio serio pero da una idea de la visión que tienen los lugareños ante estos fenómenos.

H. Obtención de precipitación ciclónica.

Dado que el estudio va dirigido a una aplicación agroclimática, se deben considerar las precipitaciones decenales (como se explicará más adelante) y no las diarias. Para esto se distinguen cuales días, dentro de los afectados por los ciclones, presentaron lluvias dentro de un período de diez días., siempre partiendo del primer día de cada mes. Para los meses de 31 días la última decena se consideró con 11 días.

En este estudio se utilizó un programa de computo que lee los archivos de datos de precipitación diarias y resulta un listado de las precipitaciones de cada diez días y separando las cantidades de lluvia debidas a ciclones para el período seleccionado (1950-1985) para cada sitio.

De los resultados anteriores ya es posible calcular los porcentajes de precipitación ciclónica para cada decena en todo el período. Esta proporción señala la importancia en contribución de lluvias, de los ciclones para cada sitio. Este porcentaje también es calculado para cada mes así como su contribución anual e interanual.

Resulta útil también diferenciar las cantidades máximas y mínimas de cada valor de lluvia. Esto indica los extremos de lluvia que pueden ser esperados para cada año futuro en base a la serie histórica bajo estudio.

En este apartado se realizaron gráficas de precipitación total y ciclónica, de porcentaje interanual y las relaciones entre la lluvia total y el porcentaje de lluvia ciclónica en las series de datos completa.

El cálculo de las desviaciones estandar determinan, así como los coeficientes de variación, cuales son los valores que se pueden esperar en distintos sitios. Los cálculos de los porcentajes, se realizaron para los periodos en que se presentaron ciclones. Es decir, los valores promedio y de dispersión son calculados para el número de años en que se presentaron ciclones, dependiendo de la estación. Esto se realizó para evitar sesgo, ya que los porcentajes resultarían muy bajos si se promediaban entre todos. La naturaleza aleatoria de los fenómenos ocasiona que en muchos años el valor sea cero y el promedio, por lo tanto, disminuye.

Por la naturaleza de este estudio, no se realizaron análisis estadísticos más detallados, pero pueden sugerirse para estudios de probabilidad con el manejo de los datos absolutos. O bien un análisis matemático sobre las series de tiempo de los datos referidos aquí.

I Elaboración de mapas de precipitación ciclónica.

De los resultados de los porcentajes se elaboraron los mapas, representando áreas de iguales porcentajes. Estas áreas representarán, posteriormente, regiones homogéneas al compararse con los parámetros agroclimáticos.

J Mapas de isocías de eventos representativos.

Conjuntamente con el apartado anterior, estas isocías muestran independientemente del comportamiento medio y extremo de las lluvias ciclónicas. Estas isocías se refieren al paso de ciclones extremos y medios para visualizar cuales son los corrimientos de los límites de las regiones a obtenerse en las etapas posteriores.

K Obtención de ciclos de cultivo.

Estos datos, para los cultivos muestra, indican cuales son los meses y decenas críticas de requerimientos de agua para las plantas, así como las variaciones de región a región de los calendarios de siembra y cultivo.

L . Obtención de los índices de temporal.

Las respuestas de los cultivos dependen de tres variables agrometeorológicas: energía solar, temperatura, y humedad del terreno (o evaporaciones). Cada una de estas afecta a las otras y produce un efecto positivo o negativo en el rendimiento final. Todo ello es comúnmente analizado bajo un modelo de análisis cultivo-ambiente (Frère y Popov, 1980)

Para el análisis de la lluvia ciclónica se propone considerar a las necesidades hídricas, reserva del suelo, precipitación, evapotranspiración y coeficiente de cultivo como variables independientes y al índice como dependiente. Se supusieron todas las variables como estables en todos los sitios (dependiendo de la región o subregión delimitada con anterioridad).

Balace hídrico

Es la diferencia entre la precipitación que ha recibido el cultivo y el agua perdida por este y por el terreno. Se considera también el agua almacenada en el terreno. Este método esta enfocado para países en desarrollo y por ende, con predominancia de áreas de temporal.

Para cada región obtenida en el paso 10 se escoge una estación tipo para el cálculo del índice de temporal.

A continuación se presentan las etapas de los cálculos y las variable principales a considerar para cada 10 días.

a) *Precipitación normal (Pn)*

Se refiere a la precipitación media de un sitio dado y nos indica cual es el atraso o adelanto de la época lluviosa y por cuanto varia un año determinado de su comportamiento medio.

b) *Precipitación actual (Pa)*

Es la lluvia total caída en el período de 10 días redondeada al milímetro más cercano. Se supone que esta lluvia es precipitada en una superficie horizontal.

c) *Cantidad de días de lluvia (da)*

Indica la distribución de las lluvias en el tiempo, y da idea de las intensidades. De esta manera se puede identificar si fue dañina o eficaz para el cultivo.

d) *Evapotranspiración potencial (ETP)*

Es la cantidad máxima de agua que pueda ser evaporada por una capa uniforme de césped corto y compacto, cuando la provisión de agua

es limitada (Penman, 1948). O bien es la máxima cantidad de agua capaz de ser perdida por una capa continua de vegetación que cubra todo el terreno, cuando es eliminada la cantidad de agua suministrada por el suelo. (Ortiz, 1987) Aquí deben diferenciarse además los siguientes conceptos:

- Evaporación potencial (EV). Es la cantidad de vapor de agua que puede ser emitida desde una superficie libre de agua.
- Transpiración . Es la pérdida de agua liberada hacia la atmósfera a través de los estomas de la planta.
- Evapotranspiración. (ET). Es la suma de las cantidades de agua evaporada desde el suelo y transpirada por las plantas.
- Evapotranspiración real (ETR) . Es la cantidad de agua perdida por el complejo planta-suelo en condiciones meteorológicas, edáficas y biológicas existentes. (Ortiz, 1987).

Debido a la gran cantidad de parámetros necesarios para calcular ETP con la fórmula de Penman, se recomienda que cuando no se dispone de todos ellos se puede usar la medición del tanque de evaporación . A estos valores se les multiplica por un factor de 0.70- 0.75 para obtener ETP, por lo menos para los meses húmedos correspondientes a la estación efectiva de crecimiento de cultivos .(Frère y Popov, 1980)

Los datos deconales de sepueden deducir si se cuenta con los mensuales, ya que las variabilidad de la ETP es mucho menor que la precipitación y porque las fluctuaciones diarias durante la decena se moderan por sí mismas a lo largo de los 10 días.

Los datos de ETP pueden ser extrapolados para las estaciones cercanas que no cuenten con ellas, pero siempre y cuando no se presenten variaciones de altitud considerables .

e) Coeficiente de cultivo (Kc)

La evapotranspiración real máxima de un cultivo es una fracción de la evapotraspiración potencial de referencia. Esta fracción es conocida como coeficiente de cultivo. Este rango puede llegar a 1.3 o 1.4 para luego empezar a disminuir.

Durante el primer período de la vegetación, el nacimiento, Kc va de 0.3 a 1.0. En el segundo , de los 20 días hasta los 30 días después de la floración Kc es de valores 1.0 o levemente superiores (1.1 y 1.4, según experiencias personales para el caso del maíz). En el tercer período, durante la formación del grano, en el caso de los cereales, mientras que el aparato vegetativo comienza a marchitarse, las exigencias del cultivo se reducen y Kc disminuye hasta 0.4 en el momento de la madurez.

Un método práctico para la determinación del Kc en relación al ciclo del cultivo es:

$$Kc = 0.04053 + 0.03890 - 0.000237 C^2$$

Donde : Kc= Coeficiente de cultivo.

C = Edad del cultivo en %

(Grassi y Palacios, Citado por Gómez, 1986).

f) Necesidades hídricas del cultivo (NH).

Para determinar las necesidades hídricas, se multiplica la ETP correspondiente a la decena por el Kc. Este parámetro resulta clave para la determinación del balance hídrico. Para ello es necesario el cálculo de NH totales de todo el ciclo.

Hasta aquí los parámetros intrínsecos del cultivo y condiciones de evapotranspiración. Estos pueden analizarse por separado si se quiere conocer el comportamiento del cultivo bajo las condiciones climáticas de un sitio.

Las variables más importantes aquí son las hídricas, de ellas depende si el cultivo satisface sus necesidades o por el contrario, requiere de insumos de agua para evitar pérdidas en la cosecha.

Cuando las cantidades de agua suministradas no atienden las necesidades del cultivo, este tiende a optimizar la utilización del agua, pero algunos no lo hacen disminuyendo sus funciones al presentarse los déficits. El maíz, por ejemplo, responde al segundo comportamiento y sus rendimientos disminuyen.

La etapa en que se presenta el déficit tiene que ver con el efecto total del rendimiento al final del ciclo, muchos cultivos son más sensibles en la nacencia, floración y formación del fruto.

En general las variedades de alta producción son también las más sensibles en su respuesta al agua. Por ello se recomiendan variedades de gran producción si se quiere implementar riego. De esta manera la respuesta a la cantidad de agua será menor y se obtendrán mayores rendimientos (Dorzenbos, 1986). Por ejemplo:

Regimen de lluvia

Rendimientos

-Maíz, lluvia desigual	2-3 ton/ha
-Maíz, riego completo	4-5 "
-Maíz, de gran producción con riego completo	8-10 "

g) Deficiencia entre precipitación actual y necesidades hídricas (Pa-NH)

Este indica la cantidad de agua disponible para la planta sin tomar en cuenta lo almacenado por el suelo. Esta variación por definición varía con el subperíodo en que se encuentra el cultivo.

h) Reservas hídricas del terreno (R_s)

Es la cantidad de agua almacenada en el suelo que puede ser inmediatamente aprovechada por el cultivo. Es la reserva hídrica entre la capacidad de campo y el coeficiente de marchitez. Esta cantidad depende de la profundidad del terreno aprovechado por las raíces del cultivo y las características físico-químicas del terreno. La profundidad de las raíces dependerá del período de desarrollo de las plantas, el terreno y el ambiente en donde se sembró. Las características del terreno, como la proporción de arcillas, limos y arenas, determinan la proporción en la retención del agua.

i) Excesos y déficits hídricos (E/D)

Estos están referidos a la capacidad de almacenamiento hídrico del terreno. El exceso se refiere a toda cantidad de agua que supere en determinado nivel de almacenamiento. Los déficits son toda necesidad de agua que supere por defecto el nivel cero de almacenamiento hídrico. Según experiencias se dice que todo exceso mayor de 100 mm para una decena, se refleja en una reducción de 3 unidades en el índice.

j) Índice (I)

Señala en porcentaje la amplitud con que se satisfacen las exigencias hídricas de un cultivo anual.

Se supone que, al inicio del período, el índice es 100 y permanece en ese valor hasta que en E/D aparece un exceso por encima de 100 mm, o bien un déficit. Si excede a 100 mm el índice se reduce en 3 unidades (97%) y permanece ahí hasta que se presenta otro período crítico.

La lluvia ciclónica es fuente de agua para los cultivos. Las proporciones de lluvia que se registran en un lugar con práctica de agricultura, indican, en gran medida si fue aprovechada por las plantas o les resultó perjudicial.

Al proponer el método de Pronóstico de Cosechas como herramienta para analizar la efectividad de la lluvia ciclónica para una región, se toman en cuenta también los valores de precipitación total. Para este propósito se modifica la aplicación original del pronóstico de cosechas. De esta manera el pronóstico nos indicará cual fue la respuesta de las plantas en un año específico. Se propone además diferenciar, para cada estación, la lluvia ciclónica de la no ciclónica. De esta manera se calculan los índices tanto para años con ciclones como para años sin ciclones para fines de comparación.

De esta manera, la herramienta del balance hídrico no funciona aquí como pronóstico sino como diagnóstico del comportamiento del cultivo con respecto a los ciclones (modelo cultivo-ambiente). Dada la cantidad de parámetros utilizados, se eliminan, en la medida de lo posible, las variables extrañas de estas correlaciones.

M Delimitación final.

Aquí se reúnen los pasos A-M para la delimitación de regiones agrícolas en relación al riesgo que presentan de ser afectadas en mayor medida por la incidencia de huracanes. Así se determinan áreas en donde la precipitación ciclónica, -ya sea generando daños notorios, excesos de agua en las plantas o bien beneficios a la producción- actúa como factor limitante o no para las actividades agrícolas actuales de la zona de estudio.

CAPITULO 4

DISTRIBUCION DE LA PRECIPITACION DE HURACANES EN LAS HUASTECAS

En el presente capítulo se presentan los resultados de las precipitaciones ciclónicas obtenidos de los datos de precipitación diaria para las estaciones en la región de estudio. El análisis de los resultados se presentan a nivel estadístico y espacial para 33 estaciones seleccionadas. Los valores que indican la contribución de la lluvia ciclónica en cada región, se relaciona con el porcentaje que representa este tipo de lluvia en la lluvia total.

4.1 DELIMITACION DEL AREA DE ESTUDIO

Existen numerosos trabajos sobre la región de las Huastecas y cada uno presenta una delimitación distinta, por lo que sus límites varían de acuerdo al tipo de estudio que se trata: económico, físico, demográfico, etcétera.

Dassois (1977) considera a la Huasteca como región económica y engloba en ella municipios del este de San Luis Potosí, sureste de Tamaulipas, norte de Veracruz, noreste de Hidalgo y noreste de Puebla.

Por otra parte, estudios de la vegetación de la región como los de Puig (1984) consideran límites cartográficos para la zona. Para ello se consideran como coordenadas extremas los 20° Lat. N. en el extremo sur, 23° Lat. N en el extremo norte, 90° Lon. W en el extremo E y 100° Lon.W en el extremo W. En este estudio biogeográfico, los límites consideran la distribución de la precipitación natural. Considera planicies costeras, pie de montes, áreas de la Sierra Madre Oriental y parte de la Meseta Central hasta los estados de Guanajuato, Querétaro y Puebla.

Existe otra delimitación, aunque no corresponde explícitamente a la región de las Huastecas, el de la de las provincias y subprovincias fisiográficas de México, del Colegio de Posgraduados de Chapingo (Cuanalo, *et.al*, 1989).

Dicha clasificación fue considerada para este estudio, porque sintetiza los factores climáticos, edáficos, fisiográficos, de vegetación y otros factores ambientales. Esta clasificación de tierras es recomendada para estudios edafológicos, agronómicos y agroclimáticos principalmente.

En el cuadro 4.1 se observan las provincias fisiográficas consideradas para el estudio, según la clasificación de Cuanalo (1989)

Junto con la delimitación de provincias fisiográficas, se consideraron los límites dados por Puig (1984) ya que en el considera variables de precipitación y vegetación natural.

CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DE LAS REGIONES Y SUBREGIONES DE LAS HUASTECAS

REGION	SUBREGION	FORMA	SUP km2	ALTITUD (m.n.m.t.m)	HIDROLOGIA	PRECIP.TOTAL (mm)	PRECIP.MAX EN 24 HRS	SUELOS EN % DE PREDOMINANCIA
G: Cordilleras amplias sin orientación	Ga2 Sierra Huachinango	Cordillera y montañas amplias y estrechas con crestas romas cañadas y gran can- tidad de lomonos	8791	De 140 a 2700	Corrientes permanentes Afluente rica Tenoliltla, Oaxaca Tuxpan Tepustepec Vicentino San Marcos Calabaca Tempond	De 1577 a 4237	De 223 a 412	Andosol vértice(31) Litosol(18) Luvial ártico(18) Andosol húmico(10) Andosol órtico(8) Dominan suelos de textura media y profundos
Is: Planicies aluviales paralelas inundadas	Isa: Planicie Tamulín	Planicie costera aluvial con ligero declive algunos lomonos y ondulaciones	3277	De 50 a 600	Corrientes permanentes de rios Moctezuma Tamulín Valles	Sin estaciones normales ***		Vertisol pélico(40) Cambisol édnico(28) Fluvial édnico(8) Litosol(7) Cambisol vértice(7) Dominan suelos de textura fina y profundos
	Isb: Planicie Manuel	Planicie aluvial con áreas bajas de inundación	2637	De 0 a 80	Corrientes permanentes e intermitentes	Sin estaciones normales		Vertisol pélico(60) Pantano(10) Litosol(8) Gleycol édnico(7) Cambisol édnico(8) Dominan suelos de textura fina y profundos

Fuente: Cuanalo, 1989.

CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DE LAS REGIONES Y SUBREGIONES DE LAS HUASTECAS

REGION	SUBREGION	FORMA	SUP Km2	ALTITUD (m.s.n.m)	HIDROLOGIA	PRECIP.TOTAL (mm)	PRECIP.MAX EN 24 HRS	SUELOS EN % DE PREDOMINANCIA
11a)Aluvión marino inundado con agua salada Planicie aluvial de ribera de río con grandes zonas inundadas	1b1)Laguna de Tames	Planicie aluvial con grandes zonas inundadas	1448	De 0 a 150	Corrientes permanentes ríos Pánuco Tameses	De 885.9	De 201.0	Cambisol eútrico(6) Litosol(6) Dominan suelos de textura fina y profundos
12a)Aluvión marino playas y pantanos patrón fuertemente lineal	1c1)Cabo Pajo	Planicie litoral con marismas, pantanos y dunas costeras	1260	De 0 a 20	Desembocadura río Turpan Lagunas San Andrés y Tamahuá	Sin estaciones normales		Vertisol pélico(12) Regosol eútrico(23) Gleysol eolítico(8) Gleysol mólico(7) Luvisol eútrico(7) Dominan suelos de textura gruesa y profundos
12b)Planicie aluvial comúnmente inundada	1d1)Planicie Pánuco	Planicie aluvial con áreas de inundación	1265	De 0 a 150	Áreas de inundación Corrientes permanentes ríos Pánuco Moctezuma	Sin estaciones normales		Vertisol pélico(60) Pezonem lúvico(10) Litosol(10) Cambisol eútrico(6) Gleysol eolítico(6) Dominan suelos de textura fina y profundos
	1d2)Planicie El Mante	Planicie aluvial con áreas de inundación	2333	De 10 a 150	Áreas de inundación Corrientes permanentes ríos Tameses Guayalejo Mante	Sin estaciones normales		Vertisol pélico(51) Pezonem lúvico(18) Litosol(12) Pezonem(10) Cambisol eútrico(5) Dominan suelos de textura fina y profundos

CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DE LAS REGIONES Y SUBREGIONES DE LAS HUASTECAS

REGION	SUBREGION	FORMA	SUP Km2	ALTITUD (m.n.m)	HIDROLOGIA	PRECIP.TOTAL (mm)	PRECIP.MAX EN 24 HRS	SUELOS EN % DE PREDOMINANZA
J1-Planicie con cordilleras y áreas de lomeros con algunas corrientes de cauce sinuoso	J1-Planicie Papantla	Planicie con lomeros y montañas	2178	De 0 a 1100	Corrientes permanentes ríos Temolilla Cacones Tuxpan Panlepez Vincoso San Marcos Calabazo Temopul	1298.2 a 1904.3	228 a 387	Cambial cónico(33) Vertical pélico(22) Litomol(14) Cambial vértico(7) Andosol óxico(5) Dominan suelos de textura media y profundos
	J2-Planicie Antigua Morelos	Planicie abierta con áreas de lomeros	3823	De 40 a 150	Corrientes permanentes arroyos Tantomo Naranjo Animas	Sin estaciones normales		Vertical pélico(55) Litomol(13) Rendina(10) Fozora lúvica(9) Cambial cónico(3) Dominan suelos de textura fina y profundos
J3-Plegamientos alineados en cordilleras de muy baja amplitud con fuerte orientación y planicies	J3-Pleg- mientos Oj. Valles	Plegamientos con cuetas simples plegamientos estrechos y planicies	4407	De 150 a 1500	Corrientes permanentes ríos San María Naranjo Mazillas Del Norte	Sin estaciones normales		Litomol(28) Luvicol drico(24) Rozom lúvica(21) Cambial cónico(14) Vertical pélico(4) Dominan suelos de textura media y fina y en general son profundos
R1-Plegamientos dilatados de poca amplitud en forma de cordilleras con cuestas rotas y valles estrechos	R1-Oj. Del Molc	-----	10243	De 500 a 2300	Densidad Alta	8334 a 1787	3000 a 512	Litomol(27) Rendina(28) Cambial cónico(15) Luvicol drico(9) Cristalozom lúvico(7) Dominan suelos suaves de texturas

* y ** Tomadas de Cuatrecasas, E. et al. (1988) op.cit.

*** La subregion no cuenta con estaciones meteorológicas con registros normales.

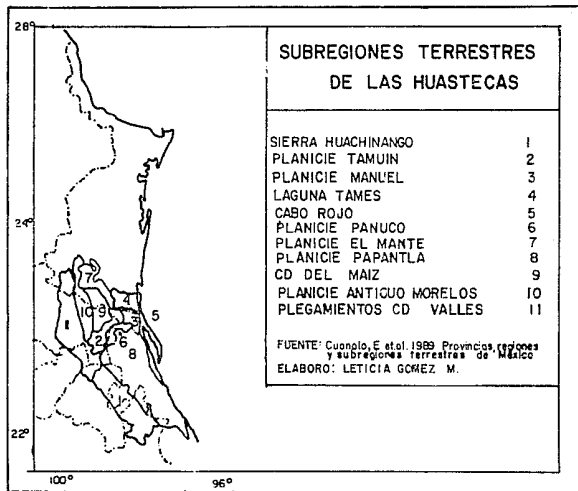


Fig. 4.1 Subregiones Terrestres en las Huastecas. (Cuatlo, 1989).

La escala en la que se trabajo el presente estudio, fué de 1:1000,000 por comodidad de manejo de la información climática. (ver mapa A1, anexo A). Los límites de la región de las Huastecas para los fines de este estudio son: 23IN de Lat. al extremo norte, 20I N de lat. al extremo sur, la línea de costa con el Golfo de México en el extremo E y los límites de las regiones fisiográficas de los Plegamientos de Cd. Valles y la Siorra de Huachinango al extremo W. (Ver figura 4.1)

Esta delimitación permite abarcar una gran variedad de geoformas que determinan diferentes comportamientos climáticos y por lo tanto del comportamiento de la precipitación ciclónica a diferentes altitudes.

4.2 REGIONES FISIOGRAFICAS DE LAS HUASTECAS Y SUS CARACTERISTICAS.

Como se puede apreciar en la figura 4.1, las regiones fisiográficas comprenden el sur de Tamaulipas, el este de San Luis Potosí, el norte de Veracruz, el este de Hidalgo, el noroeste de Puebla y el este de Querétaro.

La topografía de la zona de estudio presenta a la gran llanura Costera del Golfo de México en la mayor parte de su extremo este, y a la Sierra Madre Oriental en el Oeste hasta su parteaguas. En el sur se encuentran porciones cercanas a la costa formados por el Cerro Azul que provocan que la llanura costera en esa parte sea más estracha. En cambio en la parte norte, la sierra dobla hacia el W, dejando una llanura aún más amplia. Las altitudes van de los 0 a los 2700 m.s.n.m.

Las costas presentan gran número de lagunas, cayos e islas con condiciones climáticas muy particulares, que influyen en el clima terrestre. Sirven como barreras contra los fuertes vientos marítimos a las regiones más costeras de las huastecas.

El cuadro 4.1 muestra las regiones fisiográficas de la región de las Huastecas en su notación original según Cuauale (*idem*). Predominan cordilleras con cañadas y lomeros al oeste, y planicies aluviales con pocas ondulaciones, o bien planicies costeras o litorales con marismas y pantanos que presentan generalmente inundaciones.

En la región predominan suelos de texturas fina y media y profundos, resultado de los procesos de depositación en gran parte de la llanura. Toda la porción tamaulipeca y buena parte de las Huasteca potosina hidalguense y del norte de Veracruz está ocupada por suelos de rendzina producto de roca madre caliza y son ricos en materia orgánica.

El norte veracruzano, con clima menos húmedo, existen abundantes pastos con suelos de pradera (podzoles -lateríticos).

En las sierras y valles del oriente de San Luis Potosí y las estribaciones de la sierra predominan suelos cafés y amarillos de bosque mixto o de altura y algunas porciones de podzoles en la sierra de Chicontepec y noroeste de Puebla.

En general, las condiciones edafológicas son muy positivas aunque hay áreas bajas en donde se presentan inundaciones. Además en las partes altas, puede aflorar la caliza e impedir la formación de capas gruesas útiles a la agricultura.

En lo que se refiere a recursos hidrológicos se incluye la totalidad del río Pánuco y sus afluentes, desde la Sierra Madre en San Luis Potosí e Hidalgo hasta su desembocadura en Tampico-Madero. Además los sistemas Tuxpan, Tecolutla y Cazones, la corriente del Tamesí, el Guayalejo. Todas ellas son corrientes de riego desarrolladas, destacan como la más importantes las del norte de las Huastecas sobre todo en los municipios de González y Altamira en Tamaulipas.

4.3 CLIMATOLOGIA DE LA REGION DE LAS HUASTECAS

En el mapa A2 (anexo A) se muestran los tipos de clima de manera detallada pero se pueden destacar cuatro zonas principales de climas. Según Bansole (1977) dentro de las Huastecas, existen cuatro variantes del clima y sus factores:

1) Las partes bajas de Veracruz, Puebla y San Luis Potosí hasta los 400 o 500 mm que poseen un clima tropical lluvioso en verano y otoño (su precipitación media anual es de 1500mm) y con temperaturas medias anuales superiores a los 18°C. Además sufre oscilaciones térmicas debidas a los "nortes" sin llegar a presentar heladas.

2) Las tierras de valles intermontanos y serranías de altura media en San Luis Potosí, Hidalgo y porciones pequeñas de Veracruz y Puebla. Las temperaturas son menos elevadas ya que los nortes azotan con fuerza las estribaciones y las porciones de la sierra. Son además, muy comunes las nieblas de otoño e invierno. Las masas de aire frío septentrional pueden ocasionar descensos muy fuertes de temperatura

3) Porciones de los municipios de González y Altamira en el sur de Tamaulipas constituyen áreas de transición hacia los climas semiáridos. Al extremo norte de Tamuín y Ebano se resienten también fuertes fluctuaciones de temperatura durante el invierno provocadas por los nortes.

4) Zonas con tipo de clima especial dentro de los climas tropicales y de transición hacia los templados que se encuentran en lo alto de las serranías aisladas, que presentan variaciones marcadas a lo largo de todo el año.

CUADRO 4.2 TIPOS DE CLIMA DE LA REGION DE LAS HUSTECAS
(Ver anexo A, mapa A2)

CLIMA	SIMBOLO
Climas cálidos subhúmedos con lluvia en verano	Aw_0
	Aw_1
	Aw_2
	$Aw_2(w)$
	$Aw_0(w)$
Climas semicálidos húmedos con lluvia en verano	$(A)C(w_1)(w)$
	$(A)C(m)(w)$
	$(A)C(w_0)(w)$
	$(A)C(m)$
	$(A)C(w_2)(w)$
	$(A)C(w_1)$
Clima cálido húmedo con lluvia abundantes todo el año	$Am(f)$
	$Af(m)$
	Af
Climas templados subhúmedos con lluvia en verano	$C(m)(w)$
	$C(w_2)(w)$
	$C(w_2)$
	$C(w_0)(w)$

CLIMA	SÍMBOLO
Clima templado húmedo con lluvia todo el año	C(fm)
Clima semifrío húmedo con lluvia todo el año	C(E)(m)
	BS ₁ hw
	BS ₀ hw
Climas semisecos semicalidos con lluvias en verano	BS ₁ h ¹ (h)w
	BS ₁ hw(w)
Clima semiseco templado con lluvia de verano	BS ₁ kw

Fuente: INEGI 1980, Carta de Climas. 1'000,000. Carta México.

Dentro de los factores del clima se destacan los siguientes:

- A) La Sierra Madre Oriental propicia el choque de masas de aire continental del N y marino del este y sureste provocando precipitaciones orográficas
- B) La incidencia de huracanes o ciclones en verano y otoño, ocasionan inundaciones cuando el ciclón es intenso y toca las áreas bajas y montañosas.
- C) Presencia de Nortes desde fines de otoño a principios de primavera.

Por otra parte se tienen las masas de aire que inciden sobre las Huastecas que son : los contralisios de febrero a marzo que soplan desde el interior del país hacia la costa, los vientos alisios de abril a mayo procedentes del Golfo por el lado sureste, los ciclones del sur y sureste, y el monzón invernal (norte) de noviembre a marzo.

4.3.1 Generalidades de la precipitación en las Huastecas

Las precipitaciones medias anuales en las Huastecas van de los 400 mm en el noroeste en San Luis Potosí, hasta los 4000 mm en la sierra de Cuetzalan en Puebla. (Ver anexo A, mapa A3)

La planicie costera presenta precipitaciones de 800 en el sur de Tamaulipas hasta 200 en toda la zona de barlovento de la Sierra Madre Oriental. La configuración de las isoyetas anuales sigue marcadamente

paralela a las elevaciones de la sierra y se notan los cambios de cantidad de lluvia ésta es menor en el lado este de la sierra que en el lado oeste. Así mismo las franjas de lluvia se corren conjuntamente a la sierra hacia el lado oeste. Las precipitaciones del lado oeste de la sierra disminuyen de los 2500 a los 500 mm anuales en la región de Metztitlán, Hidalgo.

La zona de estudio presenta sequías durante 5 o 7 meses al año. Esta mala distribución de las lluvias se caracteriza por tener promedios anuales para la época lluviosa de junio a octubre de un 78% del total, mientras que los demás meses solo se registra el 22% restante.

Las altas temperaturas en la primavera provocan altos porcentajes de evaporación afectando el buen desarrollo de las plantas. Los ganaderos de la región que han sufrido estos daños señalan pérdidas hasta de un 20% anual en los hatos por la falta de agua.

Otro factor importante es la pérdida de los recursos no renovables como los suelos, por efecto de la erosión hídrica propiciada, en parte por la tala inmoderada y la infertilidad de los suelos, ocasionando la pérdida de grandes volúmenes de agua durante la temporada de lluvia. (Punto, 1974).

4.4 ESTACIONES METEOROLÓGICAS SELECCIONADAS

Para la selección de estaciones muestra, se tomaron en cuenta los criterios mencionados en el capítulo anterior. Esta selección se realizó tomando como base la carta México de precipitación media anual de INEGI escala 1:1'000.000, por considerarla la más completa en cuanto a número de estaciones registradas en el país. Se consideró seleccionar preferentemente las pertenecientes al Servicio Meteorológico Nacional y que se contaba con mayores facilidades para obtener sus registros de precipitación diaria.

En total se seleccionaron 33 estaciones que se muestran en el cuadro 4.3 y cuya localización se presenta en la figura 4.2

4.5 TRAYECTORIAS CICLÓNICAS QUE AFECTARON A LAS HUASTECAS

Primeramente se seleccionaron y se mapearon todos los eventos ciclónicos que afectaron a las Huastecas (33 en total). Los mapas de las figuras 4.3-4.5 indican algunos ciclones tropicales ya sean tormentas o huracanes (eventos) que afectaron las costas y el área de las Huastecas. Por razones de espacio, sólo se muestran en dichos mapas de los periodos de 1950-1955 1960-1970 1985-1990.

Los criterios para seleccionar estos eventos fueron indicados en el capítulo anterior. Además cabe recordar que solamente se consideraron los ciclones tropicales cuyas trayectorias se presentaron del lado del Océano Atlántico. En los mapas se indica el nombre, la intensidad y la fecha de sus trayectorias completas.

La selección de ciclones que afectaron a la zona se obtuvo mediante una corrida en computadora tomando como base un conjunto de 32 observatorios (uno en cada estado de la república)

CUADRO 4.3 ESTACIONES METEOROLOGICAS SELECCIONADAS
(En orden progresivo para referencia de mapas 4.11-4.22)

TAMAUULIPAS

NOMBRE ESTACION	CLAVE LATITUD SHM*	LONGITUD	PERIODO DE DATOS
ANUALULCO	28.002 22 57	99 08	1950-1967
ALDAMA	28.119 22 55	99 04	1960-1984
BELLAVISTA	28.008 22 50	99 02	1955-1967
BORQUILLA, LA	28.043 22 48	99 13	1960-1984
MAGISCATZIH	28.057 22 48	98 42	1950-1985
TAMPICO	28.110 22 13	97 51	1951-1979
TIGUATES, LOS	28.055 22 28	98 11	1960-1984

VEFACRUZ

NOMBRE ESTACION	CLAVE LATITUD SHM*	LONGITUD	PERIODO DE DATOS
HIGO, EL	30.049 21 48	98 27	1958-1969
HUAYACOCOTLA	30.067 20 32	98 29	1951-1985
MELCHOR O.	30.106 20 20	97 32	1961-1969
BZULUAMA	30.122 21 40	97 51	1950-1985
PANUCO	30.124 22 13	98 10	1950-1985
PAPANTLA	30.125 20 27	97 19	1950-1985
STA ANA	30.222 20 15	97 35	1980-1984
TAMPICAL	30.176 21 33	98 24	1958-1984
TERRILLOS	30.180 21 02	98 09	1960-1967
TUXPAN	30.190 20 57	97 24	1975-1979
VEGA DE A.	30.191 20 02	96 38	1955-1969

SAN LUIS POTOSI

NOMBRE ESTACION	CLAVE LATITUD SHM*	LONGITUD	PERIODO DE DATOS
AGUA BUENA	24.001 21 57	99 23	1950-1984
CD DEL MAIZ	24.116 22 24	99 34	1951-1966
CD VALLES	24.012 21 59	99 01	1956-1967
CHOY, EL	24.018 21 59	98 33	1960-1967
EDUARDO, EL	24.015 22 13	98 23	1960-1984
FEDUQUETEMU	24.026 21 26	98 54	1958-1984
STA CRUZ	24.072 21 43	99 03	1960-1967
TAMUIN	24.140 22 05	98 49	1975-1979

HIDALGO

NOMBRE ESTACION	CLAVE LATITUD SHN*	LONGITUD	PERIODO DE DATOS
HUEJUTLA	13.011 21 09	98 25	1960-1965
TENANGO DE D.	13.034 20 21	98 13	1950-1959
TLANCHINOL	13.048 20 59	98 39	1953-1969
ZACUALTIPAN	13.050 20 39	98 40	1960-1984

PUEBLA

NOMBRE ESTACION	CLAVE LATITUD SHN* (GRADOS)	LONGITUD (GRADOS)	PERIODO DE DATOS
HUACHINANGO	21.118 20 11	98 03	1954-1969
JOPALA	21.051 20 11	97 41	1961-1984
XICONTEPEC	21.127 20 17	97 57	1950-1984

Fuente: INEGI, Carta Climática, 1980.

ESTACIONES SELECCIONADAS

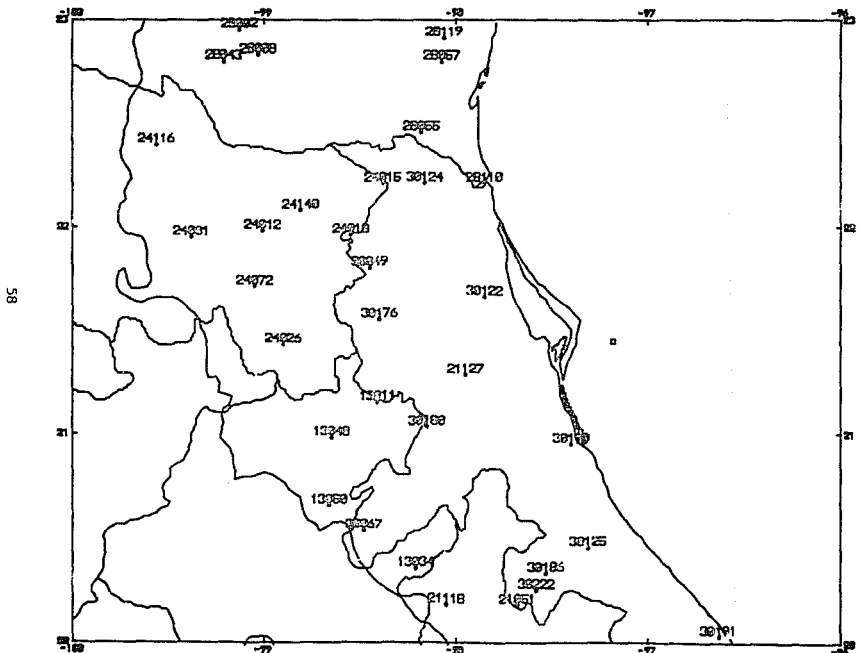


Fig. 4.2 Localización de estaciones meteorológicas seleccionadas.

Fig. 4.3 Trayectorias ciclónicas que afectaron a las Huastecas (1950-1955).

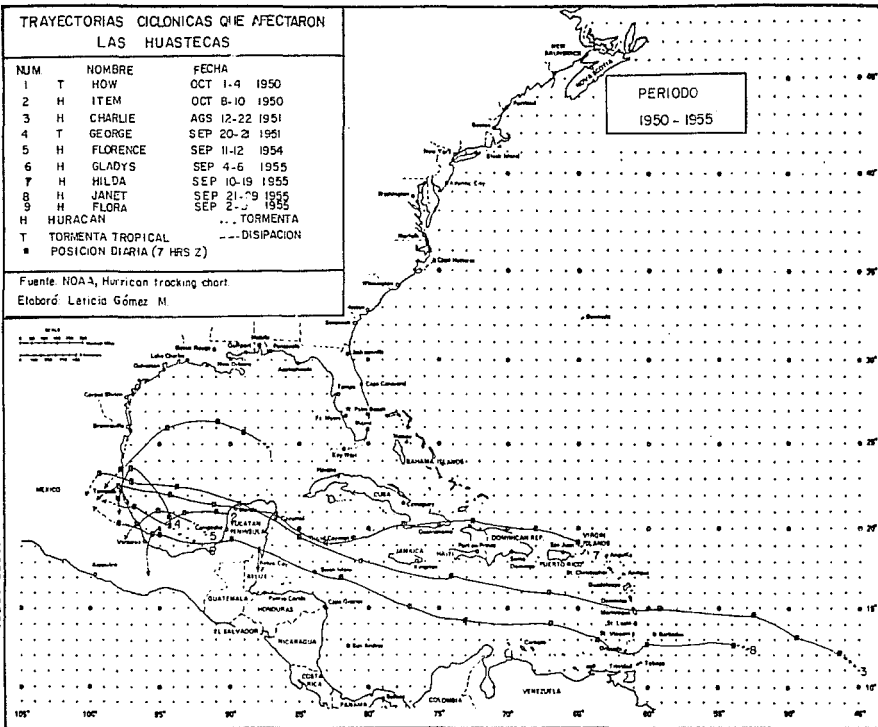
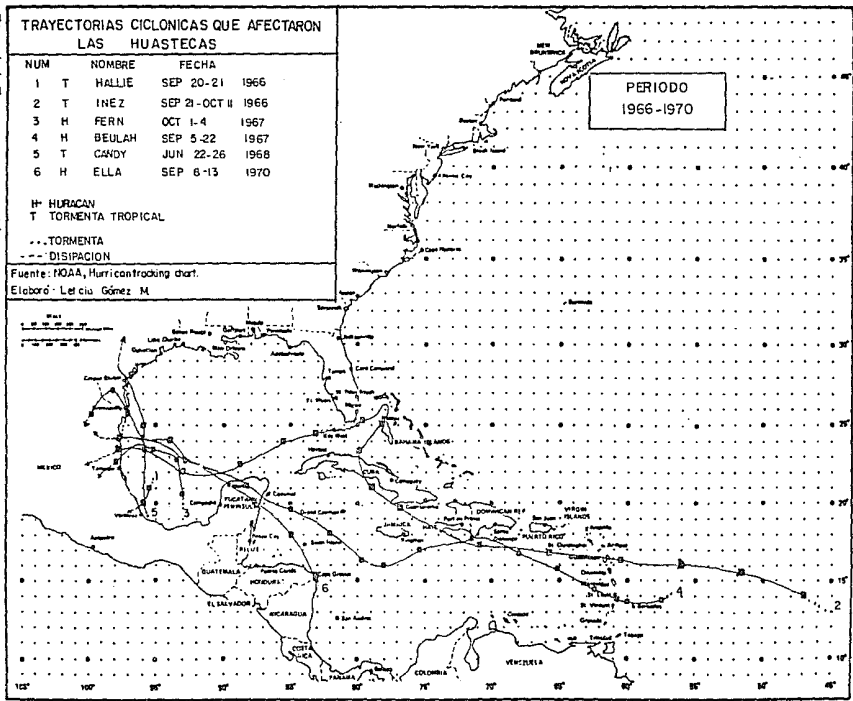


Fig. 4.4 Trayectorias ciclónicas que afectaron a las Huastecas (1966-1970)



TRAYECTORIAS CICLONICAS QUE AFECTARON LAS HUASTECAS

NUM.	NOMBRE	FECHA
1	H GILBERT	SEP 8-19 1988
2	H DEBBY	AGS. 31- SEP 5 1988.
3	H DIANA	AGS 4-8 1990

H HURACAN
T TORMENTA TROPICAL
T TORMENTA
D DISIPACION

Fuente: NOAA, Hurrican tracking chart
ELABORO: Leticia Gómez Mendoza

PERIODO
1986-1990

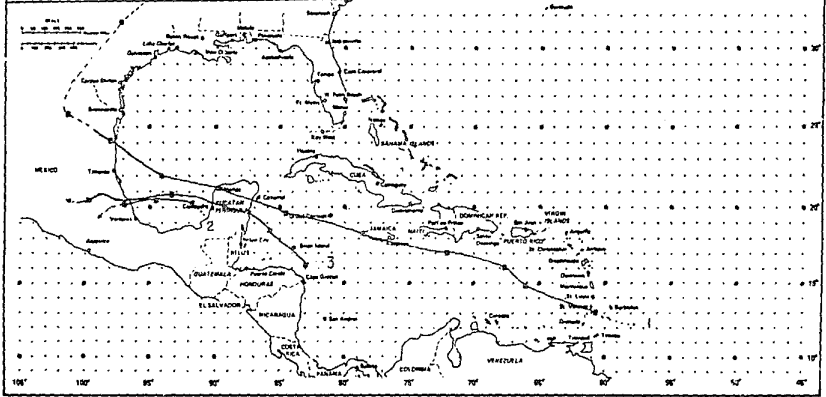


Fig. 4.5 Trayectorias ciclónicas que afectaron a las Huastecas (1986-1990).

De el resultado de la corrida del programa MODULA, se obtuvieron las fechas de afectación por ciclones tropicales por estados (Ver cuadros 4.4 y 4.5) Con las fechas anteriores se obtuvo la precipitación total acumulada 24 horas así como la precipitación total en 10 días para cada evento. Se considero dicho período de precipitaciones diarias para cada ciclón tropical era conveniente de acuerdo a las corridas obtenidas. En ninguno de los eventos del período 1950-1988 excedía sus precipitaciones más allá de este tiempo.

Sin embargo, de acuerdo con la metodología utilizada, no todos los eventos mapeados inicialmente presentaron precipitaciones registradas en las estaciones muestreas para la zona de las Huastecas. A continuación se enlistan los eventos cuyas precipitaciones diarias registradas fueron mayores a 0 mm.

CUADRO 4.6 HURACANES Y TORMENTAS TROPICALES QUE PRESENTARON PRECIPITACIONES MAYORES A 0mm PARA LAS HUASTECAS (1950-1988)

NOMBRE	FECHA DE SUS TRAYECTORIA COMPLETA
CHARLIE	AGS 12-22 1951
GEORGE	SEP 20-21 1951
ALICE	JUN 24-26 1954
FLORENCE	SEP 11-12 1954
HILDA	SEP 10-19 1955
FLORA	SEP 2-9 1955
JANET	SEP 21-29 1955
ANA	JUL 25-26 1956
DORA	SEP 10-12 1956
ALMA	JUN 14-16 1958
INEZ	SEP 21-OCT 11 1966
FERN	OCT 1-4 1967
BEULAH	SEP 5-22 1967
ANITA	AGS 29-SEP 2 1977
HENRY	SEP 16-24 1979
ALLEN	JUL 31-AGS 11 1980
HERMINE	SEP 20-25 1980
GILBERT	SEP 8-19 1988
DEBBY	AGS 31-SEP 3 1988

Investigó: Leticia Gómez Mendoza

4.6 PRECIPITACIONES CICLONICAS PARA ALGUNOS EVENTOS

Se consideraron algunos ciclones tropicales para representar su precipitación acumulada a 10 días y su representación espacial. La determinación de la espacialidad de la lluvia ciclónica nos permite tener una idea general del comportamiento de esta variable tanto en el espacio como en la cantidad de lluvia total que un ciclón tropical que incida en esta región o cerca de ella, dejan a su paso. Por otra parte indica con detalle la cantidad lluvia consecuencia de un evento específico.

Cuadro 4.4

NOMBRES Y CLAVES DE LOS EVENTOS QUE AFECTARON A LAS HUASTECAS (1950-1988)	
NUMERO EVENTO	NOMBRE EVENTO SEGUN NOAA
496	HOW
497	ITEM
504	CHARLIE
508	GEORGE
533	ALICE
538	FLORENCE
549	FLOPA
551	HILDA
553	JANET
557	ANNA
560	DORA
572	ALMA
583	BEULAH
593	S/N
610	INGA
635	ISABELL
651	INEZ
655	BEULAH
659	FERN
663	BRENDA
640	CAROL
650	HALLIE
692	DOROTHY
693	ELLA
695	GRETA
702	DORIA
703	EDITH
717	DELTA
720	BRENDA
731	CARMEN
734	FIFI

Fuente: NOAA, 1989.

Cuadro 4.4 (cont.)

NOMBRES Y CLAVES DE LOS EVENTOS QUE AFECTARON A LAS HUASTECAS (1950-1988)	
NÚMERO EVENTO	NOMBRE EVENTO SEGUN NOAA
739	CAROLINE
741	ELOISE
756	ANITA
763	AMELLA
764	BESS
766	DEBRA
781	HENRI
783	ALLEN
790	HERMINIE
792	JEANNE
813	BARRY
821	EDOUARD
856	DEBBY
860	GILBERT

Cuadro 4.5

FECHAS DE AFECTACION DE CICLONES EN LOS ESTADOS DE LA HUASTECA						
ESTADO	AÑO	DEL		AL		EVENTO
		MES	DIA	MES	DIA	
HIDALGO						
13	1950	10	1	10	7	496
13	1950	10	8	10	10	497
13	1951	8	20	8	23	504
13	1951	9	18	19	23	508
13	1954	9	9	9	15	538
13	1955	9	20	9	30	553
13	1956	7	25	7	29	557
13	1959	6	16	6	20	583
13	1961	11	3	11	9	610
13	1966	9	18	9	24	650
13	1966	10	6	10	12	651
13	1967	10	1	10	7	659
13	1970	9	10	9	15	692
13	1971	9	9	9	17	702
13	1973	8	18	18	23	720
13	1974	9	1	9	7	731
13	1974	9	18	9	23	734
13	1975	8	28	9	3	739
13	1977	8	28	9	5	756
13	1978	8	5	8	11	764
13	1979	9	12	9	22	781
13	1980	8	7	8	13	783
13	1983	8	26	8	31	813
13	1984	9	12	9	16	821
13	1988	8	28	9	5	856
13	1988	9	14	9	20	860

Cuadro 4.5 (cont.)

FECHAS DE AFECTACION DE CICLONES EN LOS ESTADOS DE LA HUASTECA						
ESTADO	AÑO	DEL		AL		EVENTO
		MES	DIA	MES	DIA	
PUEBLA						
21	1950	10	1	10	7	496
21	1950	10	8	10	10	497
21	1951	8	20	8	25	504
21	1951	9	18	9	23	508
21	1954	9	9	9	15	538
21	1955	9	25	9	30	553
21	1956	7	25	7	29	557
21	1959	6	16	6	20	583
21	1961	11	3	11	8	610
21	1966	9	19	9	22	650
21	1966	10	4	10	12	651
21	1967	9	18	9	25	655
21	1970	9	10	9	15	692
21	1974	9	18	9	24	734
21	1975	8	28	9	3	739
21	1977	8	28	9	5	756
21	1978	8	5	8	11	764
21	1979	9	12	9	20	781
21	1980	8	7	8	13	783
21	1980	9	21	9	27	790
21	1984	9	12	9	16	821
21	1988	8	28	9	6	856

Cuadro 4.5 (cont.)

FECHAS DE AFECTACION DE CICLONES EN LOS ESTADOS DE LA HUASTECA						
ESTADO	AÑO	DEL		AL		EVENTO
		MES	DIA	MES	DIA	
QUERETARO						
22	1950	10	1	10	7	496
22	1950	10	8	10	10	497
22	1951	8	20	8	25	504
22	1951	9	26	9	23	508
22	1954	9	9	9	15	538
22	1955	9	20	9	30	553
22	1956	7	25	7	29	557
22	1959	6	6	6	20	583
22	1961	11	3	11	9	610
22	1966	9	19	9	22	650
22	1966	10	6	10	12	651
22	1967	9	15	9	20	655
22	1970	9	10	9	15	692
22	1971	9	10	9	17	702
22	1974	9	1	9	7	731
22	1974	9	18	9	24	734
22	1975	8	28	9	3	739
22	1977	8	28	9	5	756
22	1978	8	5	8	11	764
22	1979	9	12	9	20	781
22	1980	8	7	8	13	783
22	1980	9	21	9	27	790
22	1983	8	26	8	31	813
22	1984	9	12	9	16	821
22	1988	8	28	9	6	856
22	1988	9	14	9	21	860

Cuadro 4.5 (cont.)

FECHAS DE AFECTACION DE CICLONES EN LOS ESTADOS DE LA HUASTECA						
ESTADO	AÑO	DEL MES	DIA	AL MES	DIA	EVENTO
SAN LUIS POTOSI						
24	1950	10	1	10	7	496
24	1950	10	8	10	10	497
24	1951	8	20	8	25	504
24	1951	9	18	9	23	508
24	1954	9	9	9	15	536
24	1955	9	20	9	30	553
24	1956	7	25	9	29	557
24	1959	6	16	6	20	583
24	1961	11	3	11	8	610
24	1966	9	19	9	23	650
24	1966	10	7	10	12	651
24	1967	10	1	10	7	659
24	1970	8	1	8	7	640
24	1970	9	9	9	15	692
24	1970	10	1	10	7	695
24	1971	9	10	9	17	702
24	1975	8	28	9	3	739
24	1977	8	28	9	5	756
24	1978	8	5	8	11	764
24	1979	8	12	8	20	781
24	1980	8	26	8	31	813
24	1984	9	12	9	16	821
24	1988	9	14	9	20	860

Cuadro 4.5 (cont.)

FECHAS DE AFECTACION DE CICLONES EN LOS ESTADOS DE LA HUASTECA						
ESTADO	AÑO	DEL		AL		EVENTO
		MES	DIA	MES	DIA	
TAMAULIPAS						
28	1950	10	1	10	7	496
28	1950	10	8	10	10	497
28	1951	8	20	8	25	504
28	1951	9	18	9	26	508
28	1954	6	23	6	30	533
28	1954	9	9	9	15	538
28	1955	9	1	9	7	549
28	1955	9	16	9	20	551
28	1955	9	28	10	1	553
28	1956	7	26	7	29	557
28	1956	9	9	9	15	560
28	1958	6	13	6	18	572
28	1959	6	16	6	20	583
28	1960	6	20	6	28	593
28	1961	11	3	11	8	610
28	1964	10	1	10	5	635
28	1966	10	6	10	10	651
28	1967	9	18	9	25	655
28	1967	10	1	10	7	659
28	1968	6	20	6	27	663
28	1970	8	1	8	6	640
28	1970	9	9	9	15	693
28	1970	10	1	10	7	695
28	1971	9	7	9	12	702
28	1971	9	13	9	16	703
28	1973	9	3	9	6	717
28	1974	9	3	9	12	731
28	1974	9	18	9	24	734
28	1975	8	28	10	2	739
28	1975	9	18	9	26	741
28	1977	8	28	9	3	756
28	1978	7	28	8	6	763
28	1978	8	24	8	31	766
28	1979	9	15	9	25	781
28	1980	8	5	8	13	783
28	1980	11	12	11	16	792
28	1983	8	26	9	3	813

Cuadro 4.5 (cont.)

FECHAS DE AFECTACION DE CICLONES EN LOS ESTADOS DE LA HUASTECA						
ESTADO	AÑO	DEL		AL		EVENTO
		MES	DÍA	MES	DÍA	
VERACRUZ						
30	1950	10	1	10	7	496
30	1950	10	8	10	10	497
30	1951	8	20	8	25	504
30	1951	9	18	9	26	508
30	1953	9	12	9	26	525
30	1954	6	23	6	30	533
30	1954	9	9	9	15	538
30	1955	9	1	9	7	549
30	1955	9	16	9	20	551
30	1955	9	20	9	30	553
30	1956	7	25	7	29	557
30	1956	9	9	9	15	560
30	1958	7	13	7	18	572
30	1959	6	16	6	20	583
30	1961	11	3	11	9	610
30	1966	9	19	9	22	650
30	1966	10	4	10	12	651
30	1967	9	5	9	22	655
30	1967	10	1	10	7	659
30	1968	6	20	6	27	663
30	1970	9	9	9	15	692
30	1970	10	1	10	7	695
30	1971	9	10	9	17	702
30	1973	8	19	8	24	720
30	1974	9	1	9	10	731
30	1974	9	16	9	24	734
30	1975	8	26	9	5	739
30	1977	8	28	9	5	756
30	1978	8	25	8	31	766
30	1979	9	15	9	25	781
30	1980	8	6	8	12	783
30	1980	9	21	9	27	790
30	1988	8	28	9	6	856
30	1988	9	14	9	18	860

Leticia Gómez Mendoza.

Estos mapas presentan así, las variaciones de evento a evento en una misma área de estudio. Además señala las tendencias generales de la distribución de la lluvia ciclónica para cada mes de la temporada en la región. Esto está aún lejos de representar un elemento de pronóstico confiable en tiempo real pero puede consultarse en casos de alerta a la población si un evento se presentase.

Para este caso se mapearon solo los eventos que tuvieron precipitación mayor de 0 en 10 días y que además contaran con suficientes estaciones que la registraran para poder interpolar los datos. Los huracanes que se mapearon fueron Charlie, Florence, Alice, Hilda, Flora, Janet, Anna, Beulah, Fern, Allen y Gilbert. Las tormentas tropicales (de menor intensidad que los huracanes) fueron: George, Dora, Alma, Inéz y Hermine.

Si se considera que la distribución de la lluvia que muestran los mapas se refiere a la acumulada en 10 días (duración de la influencia de los eventos), se deduce, que nos muestran áreas en donde la precipitación fue mayor durante todo el paso de una trayectoria ciclónica

La separación de las isolneas muestran que a las precipitaciones son más abundantes en el momento en que las tormentas entran al territorio de la región de estudio, se separan en las llanuras y vuelven a presentar mayores cantidades de lluvia conforme las trayectorias se encuentran con la Sierra Madre Oriental y sus distribuciones.

Se aprecia también que la direcciones de las isolneas de menores separaciones indican la trayectoria de cada evento. Las mayores precipitaciones registradas se presentan en los sitios en donde la tormenta comienza a disiparse después de entrar a tierra.

Para el trabajo escrito sólo se presentan los mapas de campos de precipitación para de tormentas y huracanes con mayores precipitaciones en la zona de estudio (Ver figs. 4.6 -4.10). El detalle de la lluvia acumulada en 24 horas para cada evento se observa en los cuadros 4.7 y 4.8.

Con respecto a los los huracanes, los que presentaron mayores rangos de precipitación fueron: Charlie (máx de 840 mm), Florence, (más de 1000 mm) Flora, (más de 640mm) Janet, (más de 730 mm) y Beulah (más de 450 mm)

Los mapas de precipitación de Beulah, Florence e Hilda pueden considerarse como patrones recurrentes en la configuración de la lluvia durante huracanes.

Como ejemplo de la distribución diaria de un huracan, observese el cuadro 4.8 que muestra la lluvia durante Beulah, que presentó una trayectoria muy peculiar. En el cuadro se distingue el comportamiento de la lluvia ciclónica directa e indirecta. En el primer día, cuando el ciclón se encuentra más allá de los 300 km del continente, (15 de septiembre de 1967) presenta precipitaciones hasta de 380mm Para el día 18 a menos de 100km de el continente las precipitaciones son mucho menores que el primer día, para el día 19, cuando Beulah entró a

tierra, las precipitaciones son aún mucho menores que los días precedentes. Un día después de entrar a tierra las precipitaciones comienzan a aumentar considerablemente. Las precipitaciones disminuyen hacia el final durante la disipación de la tormenta.

Para el caso de Florence, que penetró más directamente a las Huastecas (septiembre de 1954), las precipitaciones fueron más continuas en relación a Beulah. Se nota también que en los tres días antes de llegar a tierra provocó precipitaciones mayores (hasta de 740mm) que en los días precedentes a la entrada del ciclón a tierra. (Ver cuadro 4.7)

Del análisis de todos los eventos mapeados se dedujo que las zonas de mayor precipitación durante huracanes son tres principalmente:

1) La región de la sierra del Oeste de San Luis Potosí y sus límites con el estado de Tamaulipas y la Huasteca de Querétaro. Comprende desde los 1000 m.s.n.m. hasta 1800 m.s.n.m. Se encuentran en esta zona las poblaciones de Cárdenas, Cd. del Maíz, y Salto del agua en S.L.P y Ocampo en Tamaulipas.

2) La región del noroeste del estado de Hidalgo y norte de Puebla, al sur de las Huastecas, así como todas las serranías del noreste de Querétaro, comprende desde los 1000 m.s.n.m.

3) La región comprendida en la llanura costera entre el sur de Tamaulipas y el norte de Veracruz. Comprende las cercanías del río Pánuco desde el límite entre Veracruz, San Luis Potosí, las cercanías de Cd. Madero, y Tampico y la región de las lagunas costeras entre Veracruz y Tamaulipas.

Para el caso de las tormentas tropicales, las mayores precipitaciones se presentaron durante Dora (mayores de 750mm) Inez (mayores de 400mm) y Hermine (mayores de 340mm). Cabe mencionar que la intensidad de las tormentas no es siempre indicativa de la cantidad de precipitación registrada. Durante tormentas tropicales también se registran precipitaciones iguales a las de algunos huracanes.

Las áreas de mayor precipitación por tormentas tropicales son:

1) La región de la sierra del norte de Puebla y el noreste de Hidalgo, desde los 1000 m.s.n.m.. Comprende las cercanías de los poblados de Xicotepac, Huachinango y Cuetzalan en Puebla y Agua Buena y Huehuetla en Hidalgo.

2) Para los casos en los que las trayectorias de las tormentas penetraron más al norte de los 23° de latitud N, las precipitaciones se registraron al E de Tamaulipas dentro de la zonas cercanas a la costa, al sur de la Sierra Azul.

Estas áreas no se encuentran tan definidas como para el caso de los huracanes.

Se puede decir que para la región de las Huastecas, las trayectorias principales de tormentas tropicales como de huracanes que penetran al continente se encuentran bien definidas para el período

Cuadro 4.7

PRECIPITACION DIARIA Y TOTAL DURANTE FLORENCE												
EVENTO	ESTAC	D I A S										TOTAL
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
538	30125	338	0	16	279	13	12	10	8	0	0	676
538	30124	154	0	0	27	12	71	44	0	0	0	308
538	28110	361	20	54	82	124	57	22	2	0	0	722
538	28114	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	6
538	28002	17	3	0	5	0	7	1	1	0	0	34
538	21118	275	4	10	26	96	95	21	14	0	0	550
538	28055	15	15	0	0	0	0	0	0	0	0	30
538	13034	225	0	16	42	80	24	20	43	0	0	450
538	28048	7	0	0	7	0	0	0	0	0	0	14
538	30067	425	15	27	81	120	80	41	55	0	0	850
538	28005	21	0	0	0	0	17	0	4	0	0	42
538	30075	134	0	1	21	41	53	17	1	0	0	268
538	13048	740	30	1	109	187	235	163	15	0	0	1480
538	30122	419	9	69	16	153	135	0	37	0	0	838
538	28086	18	0	0	4	0	2	12	0	0	0	36
538	24116	59	0	0	0	0	10	23	35	0	0	136
538	28057	5	0	0	9	0	5	0	0	0	0	10
538	30192	289	0	5	111	31	39	72	31	0	0	578
538	28103	44	4	0	0	12	0	14	14	0	0	88
538	28114	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	6
538	28099	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2
538	21127	433	15	6	59	143	140	40	30	0	0	866
538	28009	30	0	0	0	30	0	0	0	0	0	60
538	24201	122	20	0	11	18	40	26	7	0	0	244

Investigó: Leticia Gómez Mendoza.

Cuadro 4.8

PRECIPITACION DIARIA Y TOTAL DURANTE BEULAH												
EVENTO	ESTAC	D I A S										TOTAL
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
655	30160	84	1	0	0	0	79	0	0	0	0	164
655	28008	99	0	0	0	0	72	0	14	0	0	185
655	30176	12	0	0	0	0	12	0	0	0	0	24
655	30067	55	6	0	0	0	11	0	0	0	12	84
655	30106	6	6	0	0	0	0	0	0	0	0	12
655	21042	136	21	0	0	0	34	0	51	0	0	242
655	30180	181	5	46	52	7	23	21	0	0	0	343
655	28110	387	13	0	3	0	201	0	43	0	0	647
655	30079	88	0	74	0	0	0	0	1	0	0	163
655	30124	89	10	65	0	0	0	7	0	0	0	171
655	30122	167	4	44	40	0	0	0	5	0	0	280
655	30058	79	0	64	1	1	0	0	2	0	3	150
655	30016	121	10	18	12	12	15	33	0	0	0	221
655	28057	166	0	0	0	0	91	0	51	0	0	308
655	21118	12	2	0	0	0	3	0	3	0	0	20
655	21051	132	11	0	0	0	8	0	30	0	0	181
655	30153	20	1	0	0	0	0	0	0	0	0	21
655	21127	87	14	0	0	0	16	0	50	0	0	167
655	30102	9	9	0	0	0	0	0	0	0	0	18
655	28069	124	1	0	2	0	56	0	20	0	0	203
655	30049	11	0	0	0	0	11	0	0	0	0	22
655	28003	321	4	0	3	0	273	0	5	0	0	306
655	28029	156	13	0	26	0	6	0	0	0	0	201
655	28055	318	0	0	7	0	220	0	10	0	0	555
655	28043	235	5	0	15	0	176	0	8	0	0	439

Investigó: Leticia Gómez Mendoza.

PRECIPITACION CICLONICA ACUMULADA DURANTE FLORENCE

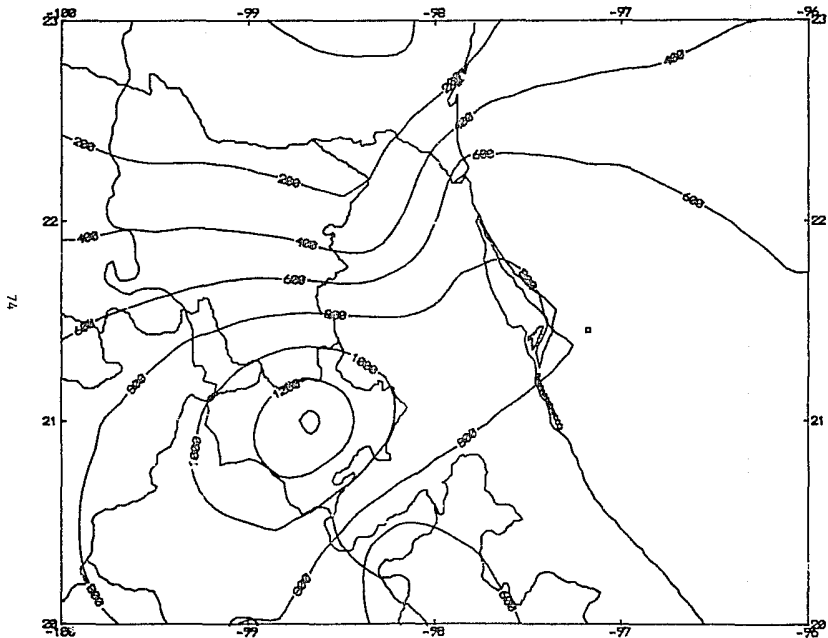


Fig. 4.6 Precipitación ciclónica acumulada durante Florence. (Gómez Mendoza).

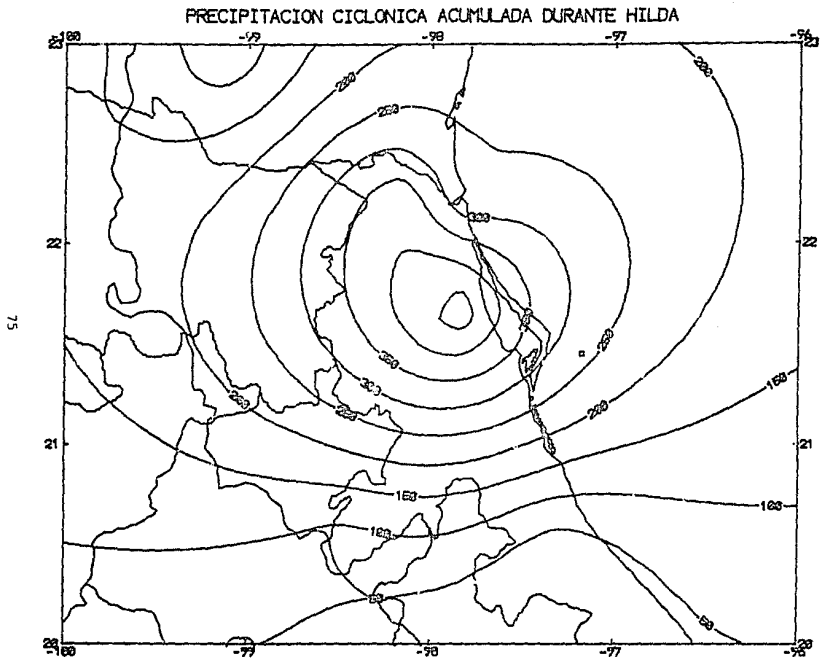


Fig. 4.7 Precipitación ciclónica acumulada durante Hilda. (Gómez Mendoza).

PRECIPITACION CICLONICA ACUMULADA DURANTE BEULAH

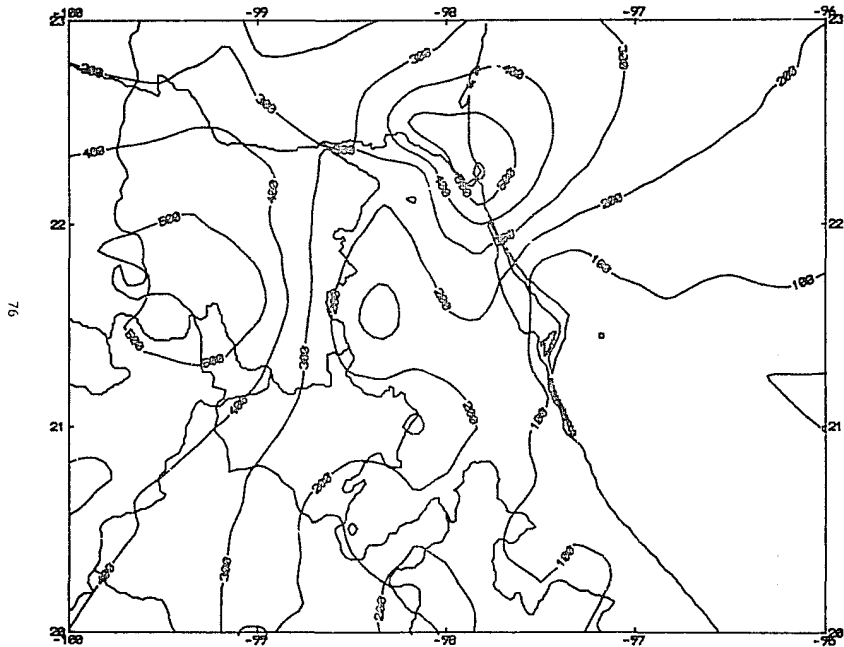


Fig. 4.8 Precipitación ciclónica acumulada durante Beulah. (Gómez Mendoza).

PRECIPITACION CICLONICA ACUMULADA DURANTE INEZ

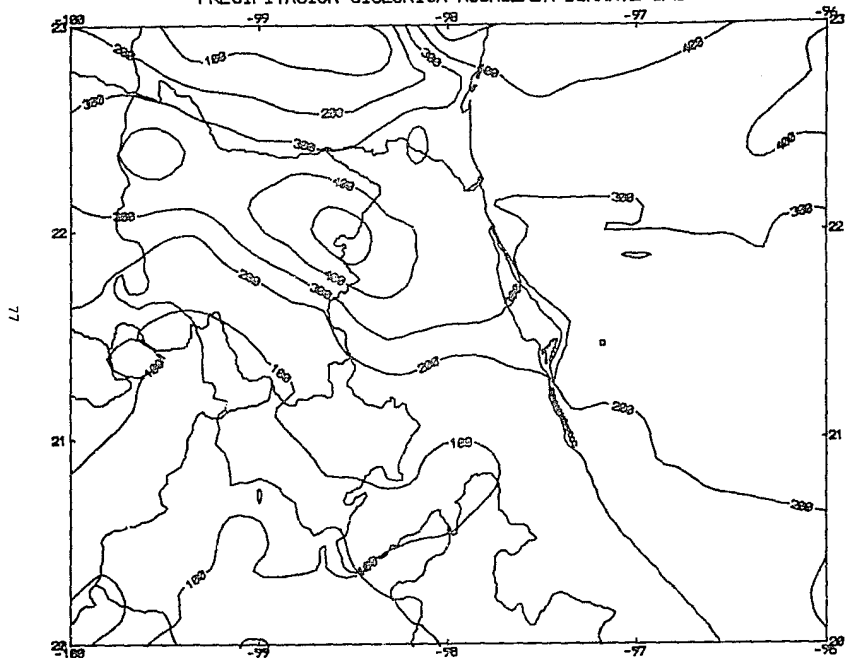


Fig. 4.9 Precipitación ciclónica acumulada durante Inez. (Gómez Mendoza).

PRECIPITACION CICLONICA ACUMULADA DURANTE DORA

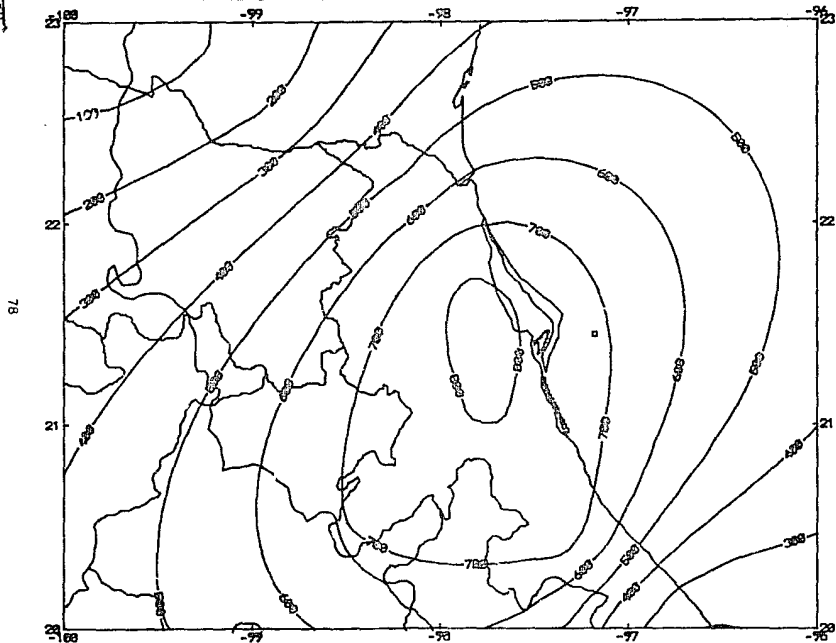


Fig. 4.10 Precipitación ciclónica acumulada durante Dora. (Gómez Mendoza).

1955-1988 como sigue:

1) La región del norte de las Huastecas, de los 22° 30' Latitud norte, a partir del norte del Cabo Rojo hacia el norte. Después de que estos entran a tierra siguen una trayectoria en etapa de disipación hacia el suroeste principalmente.

2) La región sur de las Huastecas, de los 21° 30' Latitud norte aproximadamente hacia el sur, a partir del sur del Cabo Rojo. Después de que entran a tierra siguen una trayectoria oeste-suroeste o suroeste.

Por lo anterior queda definida una franja al centro de las Huastecas que presenta trayectorias ciclónicas muy eventuales y cuyas precipitaciones derivadas de estos fenómenos no son muy altas. Esta región se encuentra comprendida prácticamente desde los 21° a los 22° latitud N, donde la llanura costera se extiende más al interior cerca de Cd. Valles y la tierra se corta por los ríos Verde, Tampaón, afluentes del río Tamuín.

4.7 PORCENTAJES DE PRECIPITACION CICLONICA

Con los datos de precipitación diaria para el período de 1950-1985, se calcularon las cantidades de lluvia decenal para cada estación. Estas precipitaciones fueron asociadas con los días en que se presentaron ciclones en la región para períodos de diez días como ya fué indicado en el capítulo anterior.

Para obtener una medida estadística que fuera indicadora de que cantidad de lluvia que se asociara a ciclones tropicales decena a decena, mes a mes o año tras año, se consideró adecuado calcular las medias estadísticas de los siguientes parámetros para cada estación meteorológica:

- A) A la lluvia total (que incluye la lluvia ciclónica y no ciclónica, antes de ser separada)
- B) A la lluvia de huracanes (que se asoció a la fechas en que se presentaron los eventos, con el procedimiento explicado en el capítulo anterior).
- C) Al porcentaje de lluvia ciclónica o asociada a huracanes con respecto a la lluvia total.

Para los tres tipos de precipitaciones los datos se trabajaron a nivel:

- A) Mensual (junio - noviembre).
- B) Mensual Interanual
- C) Anual.
- D) Interanual

En el cuadro 4.9 se muestran los formatos generales de los datos de lluvia para cada una de las 33 estaciones estudiadas. Los datos promedios generales de lluvia total, lluvia ciclónica y porcentaje de

Cuadro 4.9 Datos y porcentajes de lluvia ciclónica. Tampico, Tamps.

AÑO	LLUVIA TOTAL					ANUAL	
	JUN	JUL	AGS	SEP	OCT		NOV
1951	171	137	267	134	70	12	791
1952	319	183	48	525	7	357	1439
1953	319	128	60	159	166	9	841
1954	113	244	119	498	335	30	1339
1955	1	338	49	854	40	47	1329
1956	195	123	42	424	106	69	959
1957	46	173	88	140	191	3	821
1958	324	279	12	282	406	29	1332
1959	147	41	92	45	112	6	443
1960	11	146	94	232	60	52	565
1961	232	109	6	164	120	28	659
1962	219	52	76	219	123	123	812
1963	96	85	76	262	47	14	580
1964	98	67	19	132	2	0	318
1965	122	41	227	161	51	28	630
1966	22	330	66	74	227	22	741
1967	22	6	208	725	71	120	1152
1968	102	41	120	188	189	58	698
1969	30	90	432	317	113	17	999
1970	338	117	68	556	0	7	1086
1971	218	42	162	229	66	46	763
1972	250	377	56	159	279	23	1144
1973	328	68	162	15	135	53	761
1974	122	218	38	129	90	8	603
1975	24	51	64	187	38	8	372
1976	62	105	149	80	4	21	421
1977	23	176	31	103	59	33	425
1978	100	18	86	103	77	46	430
1979	45	8	73	88	2	18	234
PROM	141.34	130.79	102.41	246.69	109.86	44.31	775.41
STD	108.99	100.63	88.52	201.80	98.93	66.23	330.07
MAX	338.00	377.00	432.00	854.00	406.00	357.00	1439.00
MIN	1.00	6.00	6.00	15.00	0.00	0.00	234.00

Cuadro 4.9 (cont.)

AÑO	LUVIA			HURACANES		OCT	NOV	ANUAL
	JUN	JUL	AGS	SEP				
1951	0	0	211	36	0	0	0	247
1952	0	0	0	0	0	0	0	0
1953	0	0	0	0	0	0	0	0
1954	93	0	0	361	0	0	0	454
1955	0	0	0	491	0	0	0	491
1956	0	83	0	308	0	0	0	391
1957	0	0	0	0	0	0	0	0
1958	85	0	0	0	0	0	0	85
1959	104	0	0	0	0	0	0	104
1960	10	0	0	0	0	0	0	10
1961	0	0	0	0	0	0	23	23
1962	0	0	0	0	0	0	0	0
1963	0	0	0	0	0	0	0	0
1964	0	0	0	0	0	0	0	0
1965	0	0	0	0	0	0	0	0
1966	0	0	0	0	0	144	0	144
1967	0	0	0	387	0	10	0	397
1968	51	0	0	0	0	0	0	51
1969	0	0	0	0	0	0	0	0
1970	0	0	20	41	0	0	0	61
1971	0	0	0	22	0	0	0	22
1972	0	0	0	0	0	0	0	0
1973	0	0	0	4	0	0	0	4
1974	0	0	0	83	0	0	0	83
1975	0	0	0	187	0	38	8	233
1976	0	0	0	0	0	0	0	0
1977	0	0	18	27	0	0	0	45
1978	0	4	3	0	0	0	0	7
1979	0	0	0	2	0	0	0	2
PROM	11.83	3.00	8.69	67.21	6.62	1.07		98.41
STD	29.56	15.14	38.54	135.33	26.92	4.39		149.40
MAX	104.00	83.00	211.00	491.00	144.00	23.00		491.00
MIN	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		0.00

Cuadro 4.9 (cont.)

AÑO	PORCENTAJE DE LLUVIA DE HURACANES						
	JUN	JUL	AGS	SEP	OCT	NOV	ANUAL
1951	0.00	0.00	79.03	26.87	0.00	0.00	31.23
1952	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1953	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1954	82.30	0.00	0.00	72.49	0.00	0.00	33.91
1955	0.00	0.00	0.00	57.49	0.00	0.00	36.95
1956	0.00	67.48	0.00	72.64	0.00	0.00	40.77
1957	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1958	26.23	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	6.38
1959	70.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	23.48
1960	90.91	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.77
1961	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	82.14	3.49
1962	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1963	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1964	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1965	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1966	0.00	0.00	0.00	0.00	63.44	0.00	19.43
1967	0.00	0.00	0.00	53.38	14.08	0.00	34.46
1968	50.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	7.31
1969	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1970	0.00	0.00	29.41	7.37	0.00	0.00	5.62
1971	0.00	0.00	0.00	9.61	0.00	0.00	2.88
1972	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1973	0.00	0.00	0.00	26.67	0.00	0.00	0.53
1974	0.00	0.00	0.00	64.34	0.00	0.00	13.76
1975	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00	62.63
1976	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1977	0.00	0.00	58.06	26.21	0.00	0.00	10.59
1978	0.00	22.22	3.49	0.00	0.00	0.00	1.63
1979	0.00	0.00	0.00	2.27	0.00	0.00	0.85
PROM	11.04	3.09	5.86	17.91	6.12	6.28	11.64
STD	26.06	12.82	18.10	28.65	21.28	23.20	16.31
MAX	90.91	67.48	79.03	100.00	100.00	100.00	62.63
MIN	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
PROM2	64.04	44.85	42.50	43.28	59.17	91.07	17.77

Gómez Mendoza.

PROM2: SOLO PARA AÑOS CON CICLON

lluvia ciclónica o de huracanes para todas las estaciones se presentan en el anexo A.

De los datos de precipitación total y de precipitación ciclónica se calcularon los porcentajes de la precipitación asociada a ciclones.

Tomando en cuenta que las precipitaciones ciclónicas se comportaron con relativa aleatoriedad dentro del período de estudio, y que se necesitaba de datos mensuales para su aplicación agroclimática, se consideró conveniente trabajar dos promedios:

A) Medias o promedios de precipitación ciclónica para años en que se presentaron ciclones.

B) Medias o promedios de precipitaciones ciclónicas para todo el período de observaciones de cada estación.

Al calcular solo el promedio de precipitación ciclónica de todo el período, este resultaba muy engañoso, ya que para estaciones que en 10 años solo presentaron un dato con precipitación ciclónica, el valor promedio de todo el período resultaría demasiado alto. Se decidió, entonces, calcular el promedio de precipitación ciclónica considerando solo aquellos años en que se presentó uno o varios eventos ciclónicos.

Con el cálculo de estos dos promedios también se determina cual es la cantidad de lluvia máxima que podría esperarse para un mes específico si se presentara un ciclón si se observa el promedio para años con ciclón.

También puede determinarse cual es el porcentaje promedio mínimo para cada año en un mes específico se observa el promedio para años con y sin eventos dentro del período de cada estación. De esta manera se evita el problema de promediar para todo el período (35 años), estaciones que solo presenten 10 o menos años de observaciones. Lo que resultaría en promedios poco reales.

Se consideraron también los cálculos de máximas y mínimas precipitaciones totales y ciclónicas para el análisis de las variaciones en todo el período de estudio.

De todos los cálculos indicados arriba, resultaron cuatro gráficas para cada una de las 33 estaciones de la región de las Huastecas:

1) Relación de lluvia total y lluvia ciclónica. Indica las cantidades de lluvia promedio en mm de la lluvia ciclónica con respecto a la total para cada mes (junio a noviembre).

2) Porcentaje medio de precipitación ciclónica. Indica el comportamiento de los promedios de lluvia ciclónica para años con ciclón y para todo el período (años con y sin ciclones) a nivel mensual para todo el período de observación.

3) Porcentaje anual de lluvia ciclónica. Indica las variaciones interanuales de la lluvia ciclónica para el período de observaciones de cada estación.

4) Lluvia total y lluvia ciclónica anual . Relaciona la cantidad de lluvia total y la lluvia ciclónica en milímetros de manera interanual, así como el comportamiento del porcentaje de lluvia ciclónica.

4.8 VARIACIONES TEMPORALES DE LA PRECIPITACION CICLONICA

Además de los análisis de los promedios de los datos de lluvia, se consideró de importancia la representación del comportamiento interanual de la lluvia total, la lluvia ciclónica y el porcentaje de lluvia ciclónica con respecto a la total. Esto pueda resultar de utilidad para un pronóstico inicial de la lluvia ciclónica esperada en un año específico, y más aún, de la temporada en que se espera este tipo de lluvia.

Las gráficas antes mencionadas, señalan los valores de los porcentajes de precipitación ciclónica anual para el periodo de 1950 a 1985 muestran, casi en la totalidad de las Huastecas , la presencia de periodos de máximos (pico) y de periodos de mínimos porcentajes.

Cuando se relacionaron las precipitaciones totales con los valores de las precipitaciones ciclónicas. en la mayoría de las estaciones se presentaron periodos de 5 a 7 años con ausencia de ciclones tropicales, seguidos de periodos de 3 a 4 años con incidencia ciclónica .

En la región de las Huastecas, se detectaron grandes variaciones de los porcentajes de lluvia ciclónica. No obstante, los períodos de máximos y mínimos siguen un mismo patrón en el tiempo. Se observó que los ciclones aparecieron con los intervalos mencionados arriba. Pero los períodos de máximos porcentajes se presentaron cuando se registraron eventos de gran intensidad en los años 1950, 1955, 1959, 1961, 1967, 1975, 1977 y 1980. Mientras que los periodos de mínimos (0%) fueron los años de 1957, 1960, 1962, 1963, 1964, 1965, 1969, 1971, 1972, 1976, 1981, 1982, 1983 y 1984.

En términos generales , los años en que se presentan aumentos en las precipitaciones totales, también corresponden con los aumentos de los porcentajes de precipitación ciclónica.

Lo anterior nos indica que, en los períodos en que disminuyen las lluvias, no se presentan ciclones, los cuales podría entenderse como periodos de sequía. Cada vez que se inicia un periodo de aumento de las precipitaciones se puede esperar entonces, un aumento en la actividad ciclónica en cuanto a sus precipitaciones.

Se encontró también que cuando en los ciclos interanuales se presenta un inicio en el aumento de las precipitaciones, las lluvias ciclónicas comienzan a presentarse en los meses de septiembre y de octubre. A medida que comienzan a generalizarse un período de actividad ciclónica, las precipitaciones se inician desde junio o julio, para la mayoría de las estaciones estudiadas.

Lo anterior nos lleva a considerar que la lluvia de ciclones, en términos generales, contribuye muy poco a aliviar periodos de sequías,

ya que las variaciones de las precipitaciones totales y las ciclónicas se comportan de manera semejante a nivel anual. Sin embargo esto no puede generalizarse ni aplicarse puntualmente.

Además se debe hacer notar que para la región de estudio, la contribución de la lluvia ciclónica es importante y no debe ser menospreciada en ningún estudio de planeación regional en obras de infraestructurara y de actividades económicas de las Huastecas.

Así, la presencia de lluvias ciclónicas no resulta tan aleatoria como se piensa, toda vez que se detectan estos períodos de máximas y mínimas en períodos de registros pluviométricos más o menos largos. La expresión de la lluvia ciclónica a nivel interanual en el espacio, indica que no se debe considerar que toda la región esta expuesta a ellos. Sino que es precisamente todo lo expresado arriba, lo que hace posible una diferenciación espacial de esta variable.

La presencia de estos períodos ciclónicos es importante para la planeación de obras de infraestructura que almacenen las cantidades de agua que puedan resultar excedentes en unos años, para aprovecharlos en los siguientes en donde no se esperen lluvias abundantes.

4.9 DISTRIBUCION ESPACIAL DEL PORCENTAJE DE LLUVIA CICLONICA

Se debe considerar que dentro de las corridas de separación de lluvia ciclónica de la lluvia total, las estaciones que presentaron 0 mm de lluvia para cualquier decena pueden ser considerados como: estaciones que no tuvieron registros en esa decena o estaciones que en realidad registraron 0mm de precipitación en esa decena.

Con los datos de porcentaje de precipitación ciclónica se construyeron mapas que mostraron la distribución espacial para los meses de junio a noviembre (por ser los meses que se encuentran dentro de la temporada de ciclones para la zona, y por comprender el ciclo agrícola promedio de los cultivos más representativos de la zona. Además se calcularon esos promedios a nivel mensual.

Para cada uno de los meses se trabajo con los dos promedios mencionados (ver Figs 4.11- 4.24). En base a estos mapas se obtuvieron los siguientes resultados:

4.9.1 Para junio

Los mayores porcentajes se presentaron en el NE de la región con más del 80% para años con ciclón. Las isolneas de menores precipitaciones se presentan al sur, lo que indica que los ciclones penetran más al norte de la zona de estudio. Generan mayores turbulencias al chocar con las sierras del N (Sierra Azul) que al interrumpir la altitud de la planicie genera lluvias que se presentan hasta del lado W de sus trayectorias hasta el S de la laguna de Tamiahua.

Se observa que se presentan precipitaciones en la interrupción de la Sierra entre los límites de Gro. e Hgo. que provocan intensas lluvias, 40% por el choque con la sierra y la generación de movimientos de ascendencia locales.

Para los porcentajes de todo el periodo, la configuración de las isoyetas se presentan más paralelas a la sierra, lo que indica que se encuentran en el extremo NE de las Huastecas, están muy expuestas a los ciclones en cualquier año para el mes de junio, y las poblaciones del centro S y W no se encuentran tan afectadas por los ciclones.

4.9.2 Para julio

Para este mes, las mayores precipitaciones de 56-57% en toda la región del N de las Huastecas y las menores al sur con 5-15%, sin embargo, los promedios para años sin ciclón son de 1 ó 2% en toda la región. Esto significa que eventos muy esporádicos con presencia de altas precipitaciones. Las trayectorias penetran al N de la región y las isoyetas no son paralelas a la sierra.

4.9.3 Para agosto

Es el mes en donde las incidencias ciclónicas son más frecuentes e intensas. Pueden esperarse porcentajes hasta del 85% y más cuando estos se presentan para la sierra del W de la Huasteca Potosina, es en general toda la huasteca Potosina y el norte de la región. Al sur se presentan menores porcentajes de 5-15% en la sierra. Los porcentajes para años sin ciclón se presentan de 1 a 7%. El mayor porcentaje en la misma región que para años con ciclones.

4.9.4 Para septiembre

Para este mes se presentaron ciclones con más frecuencias de ciclones y de mayor intensidad, sus trayectorias suelen ser más largas (del W de Africa), la configuración de las isoclinas del porcentaje para años sin ciclón dan una idea de las trayectorias penetrando al N de la laguna de Tamiahua y hacia la sierra dirección W. En este caso las mayores porcentajes de precipitación se presentan cerca de las costas y no en las serranías y varían del 10-20%.

Aquí puede influir el hecho de que septiembre también es un mes muy lluvioso y por lo tanto los porcentajes disminuyen en la altitud porque se encuentran mayores precipitaciones.

Los porcentajes de precipitaciones para los años con ciclón son mayores de 65% en la región centro de las huasteca Potosina y el NE hacia las costas de Tamaulipas. Las trayectorias al seguir su dirección SW al penetrar al N generan que se extiendan por las discontinuidades de la sierra.

La zona del N de Veracruz es la de menores precipitaciones porque la circulación de los ciclones provoca precipitaciones constantes pero de menor intensidad que las del centro de la Huasteca Potosina, esta zona del N de Veracruz se encuentra en el cuadrante de menores precipitaciones.

PORCENTAJE MEDIO DE LLUVIA CICLONICA EN JUNIO

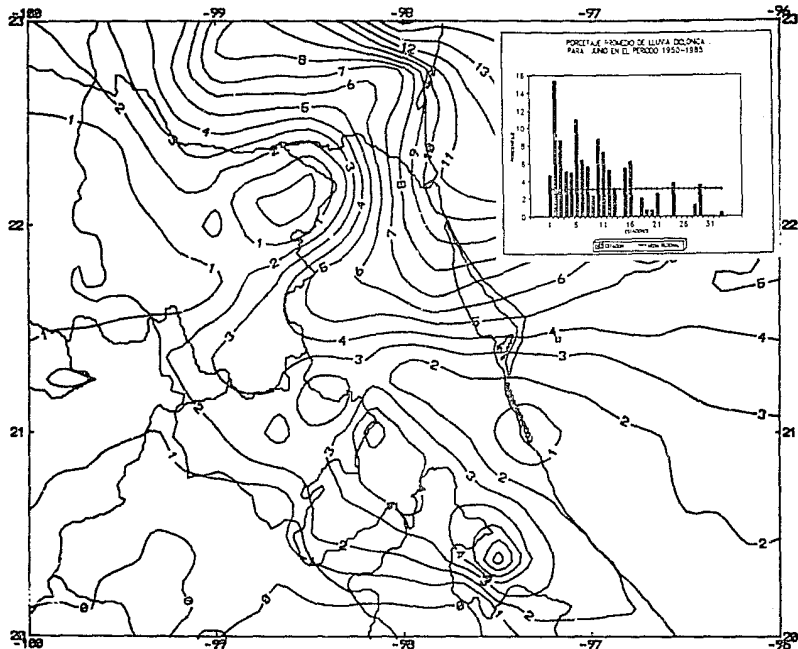


Fig. 4.11 Porcentaje medio de lluvia ciclónica para el periodo 1950-1985 para junio.
(C mez Mendoza)

PORCENTAJE MEDIO DE PRECIPITACION CICLONICA DE JUNIO (AÑOS CON CICLON)

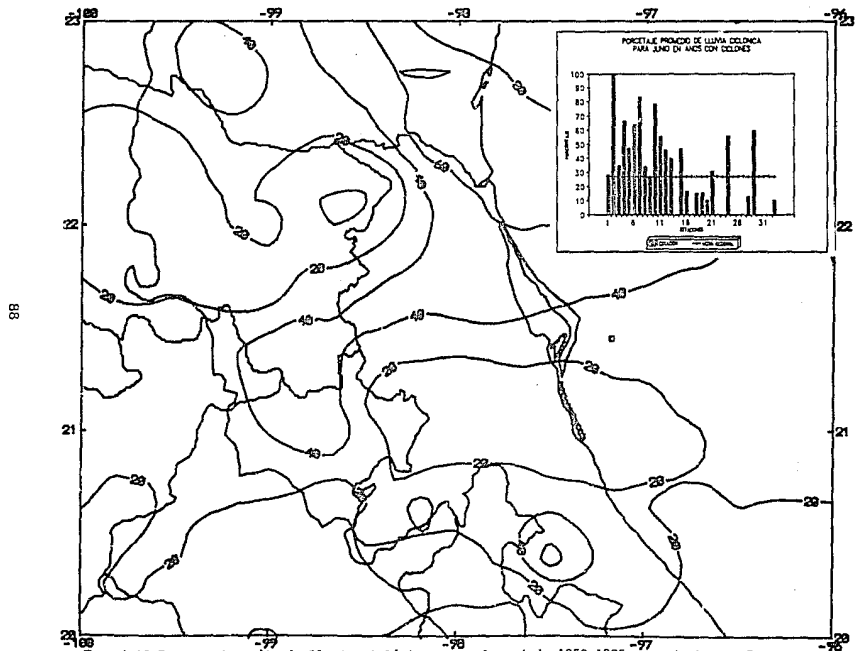


Fig. 4.12 Porcentaje medio de lluvia ciclónica para el periodo 1950-1985 para junio en años con ciclón. (Gómez Mendoza).

PORCENTAJE MEDIO DE PRECIPITACION CICLONICA DE JULIO

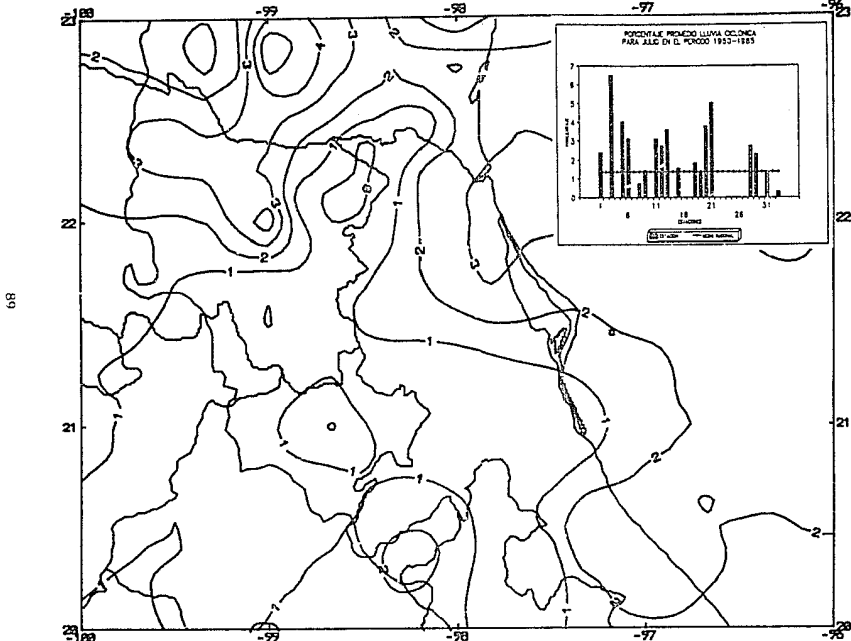


Fig. 4.13 Porcentaje medio de lluvia ciclónica para el periodo 1950-1985 para julio.
(Gómez Mendoza).

PORCENTAJE MEDIO DE PRECIPITACION CICLONICA DE JULIO AÑOS CON CICLON

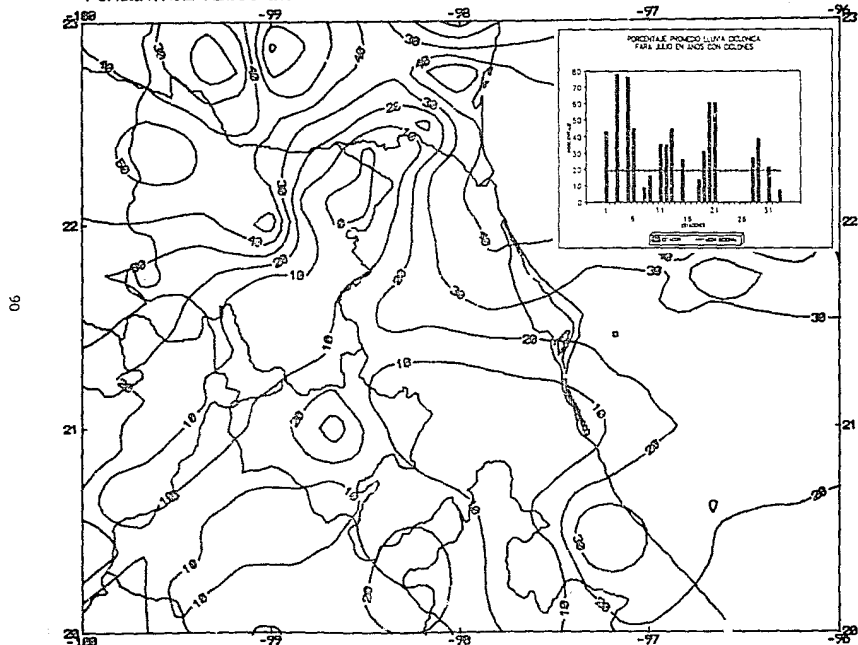


Fig. 4.14 Porcentaje medio de lluvia ciclónica para el periodo 1950-1985 para julio en años con ciclón. (C mez Mendoza).

PORCENTAJE MEDIO DE PRECIPITACION CICLONICA DE AGOSTO

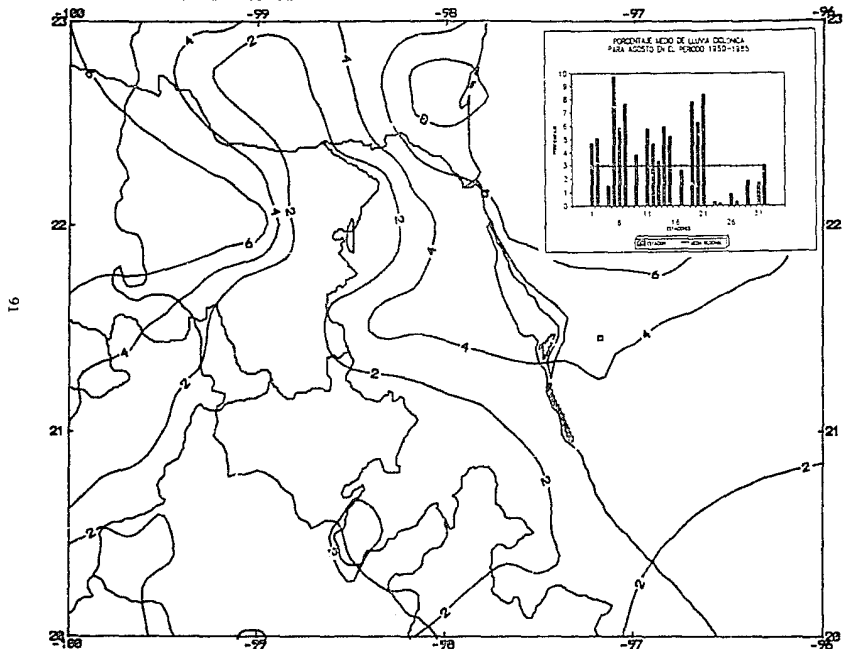


Fig. 4.15 Porcentaje medio de lluvia ciclónica para el periodo 1950-1985 para agosto.
(Gómez Mendoza)

PORCENTAJE MEDIO DE PRECIPITACION CICLONICA DE AGOSTO (AÑOS CON CICLON)

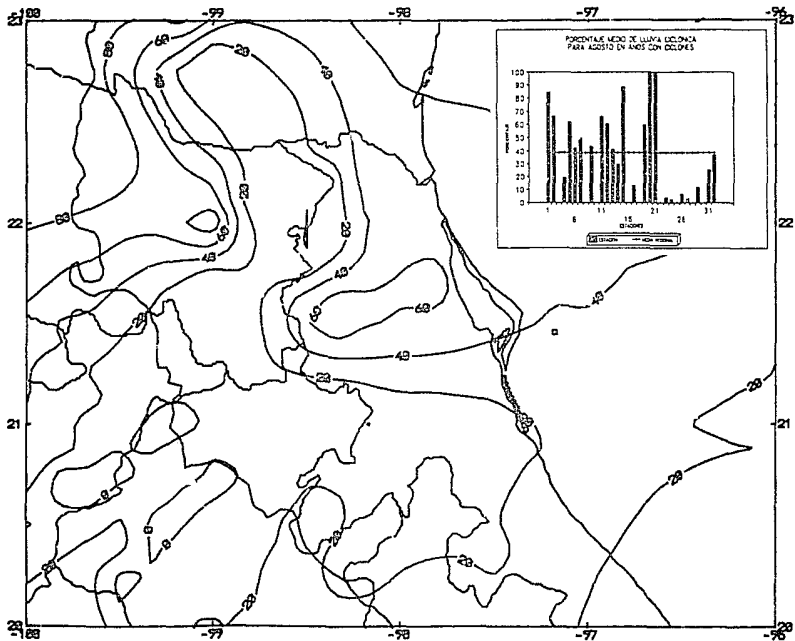


Fig. 4.16 Porcentaje medio de lluvia ciclónica para el periodo 1950-1985 para agosto en años con ciclón. (Gómez Mendoza)

PORCENTAJE MEDIO DE PRECIPITACION CICLONICA SEPTIEMBRE

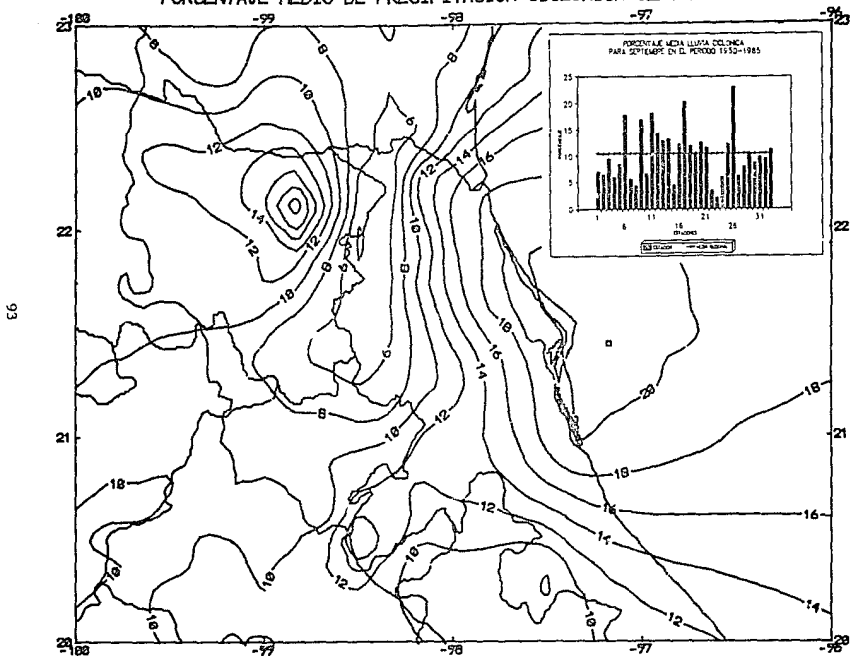


Fig. 4.17 Porcentaje medio de lluvia ciclónica para el periodo 1950-1985 para septiembre. (Gómez Mendoza).

PORCENTAJE MEDIO DE PRECIPITACION CICLONICA DE SEPT AÑOS CON CICLON

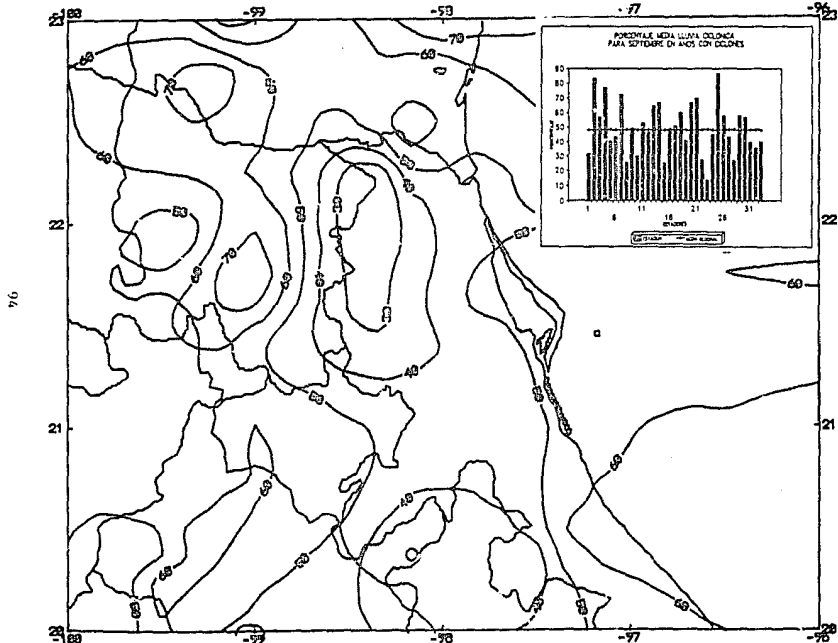


Fig. 4.18 Porcentaje medio de lluvia ciclónica para el periodo 1950-1985 para septiembre en años con ciclón. (Gómez Mendoza).

4.9.5 Para octubre

Para este mes disminuye la incidencia ciclónica y los mayores porcentajes de precipitaciones para años con ciclones, es del 70% para la región de N del estado de Veracruz y para el SE de la Huasteca Potosina y las menores de 20% para el SE de la región Papantla las isolneas se presentan paralelas a las cotas de la sierra.

Los porcentajes para todo el periodo disminuyen en rangos de 2 a 8%, los porcentajes mayores se presentan en el centro de la Huasteca Potosina.

4.9.6 Para noviembre

Las tormentas ciclónicas son aun más esporádicas en este mes y las mayores precipitaciones se encuentran en la sierras mayores al 80%, pero esto se debe a que en este mes la lluvia total comienza a disminuir y lógicamente el porcentaje de lluvia ciclónica, comienza a aumentar aunque el volumen de lluvia ciclónica en menor que en otros meses La región central de N a S presenta precipitación de 70-80%. Las trayectorias comienzan a entrar más al sur de la región.

Los rangos de porcentaje para años con y sin ciclón van de 3-6%. La región de la sierra del NE de Hidalgo presenta porcentaje mayor al 6% por ser el obstáculo más cercano de las trayectorias de este mes ciclónico.

4.9.7 A nivel anual

Las figuras 4.23 y 4.24 representan los porcentajes de precipitación ciclónica a nivel anual. En cada año se calcularon los porcentajes en base a la precipitación total anual. Los promedios de los años de cada estación fueron los que se consideraron para estos mapas.

Para los años en que se presentaron ciclones en la región del NE de Tamaulipas se presentan mayores porcentajes 22-27%. Las menores precipitaciones se encuentran en el sur, hacia las sierras del NE de Hgo. y de Puebla.

A nivel anual la configuración de las isolneas de porcentajes se presentan perpendiculares a las costas de la sierra. Esta distribución

de las precipitaciones ciclónicas es muy parecida a la distribución de la lluvia total anual de los mapas de intensidades máximas de lluvias de Chapingo (1975).

Para los porcentajes de años sin ciclón la configuración de las isolneas es muy parecida a la del mapa anterior, los valores de los porcentajes de las isolneas para años con ciclón son aproximadamente el doble de los valores de las isolneas calculadas para todo el periodo, esto indica que para años con ciclón se puede esperar que la precipitación ciclónica contribuya a un 100% más que lo esperado en el promedio general tomando todo el periodo de años estudiados.

PORCENTAJE MEDIO DE PRECIPITACION CICLONICA DE OCTUBRE

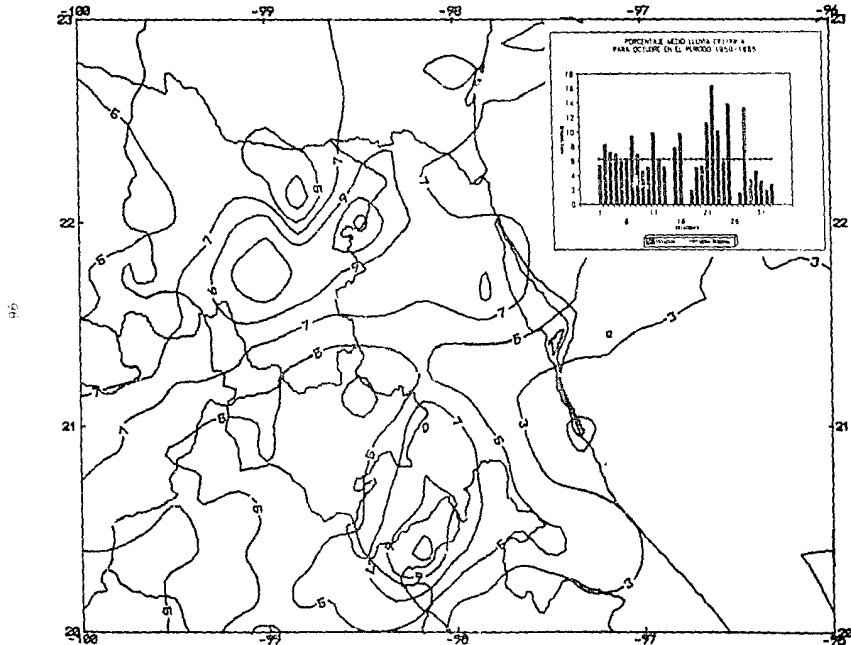


Fig. 4.19 Porcentaje medio de lluvia ciclónica para el periodo 1950-1985 para octubre.
(Gómez Mendoza).

PORCENTAJE MEDIO DE LLUVIA CICLÓNICA DE OCTUBRE (AÑOS CON CICLÓN)

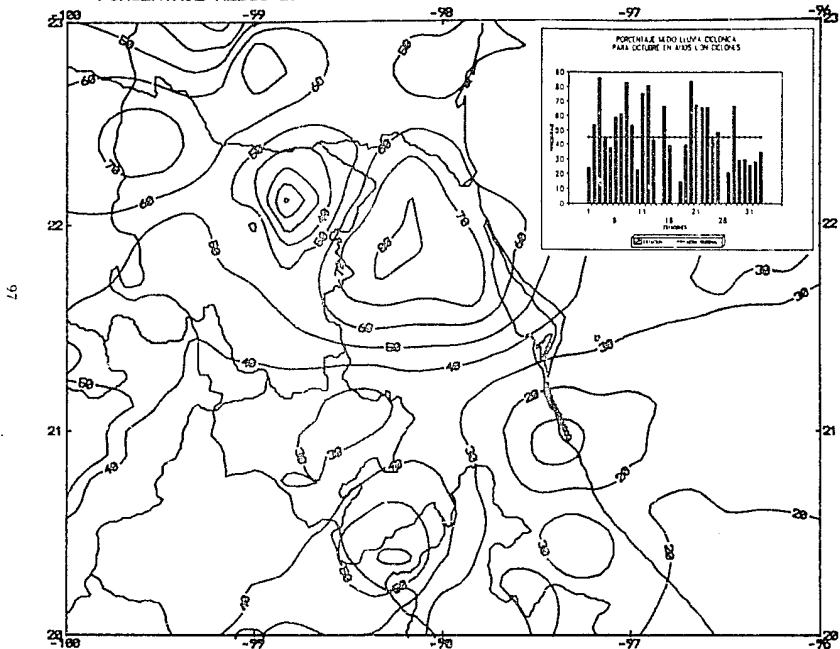


Fig. 4.20 Porcentaje medio de lluvia ciclónica para el periodo 1950-1985 para octubre en años con ciclón. (Gómez Mendoza).

PORCENTAJE MEDIO DE PRECIPITACION CICLONICA PARA NOVIEMBRE

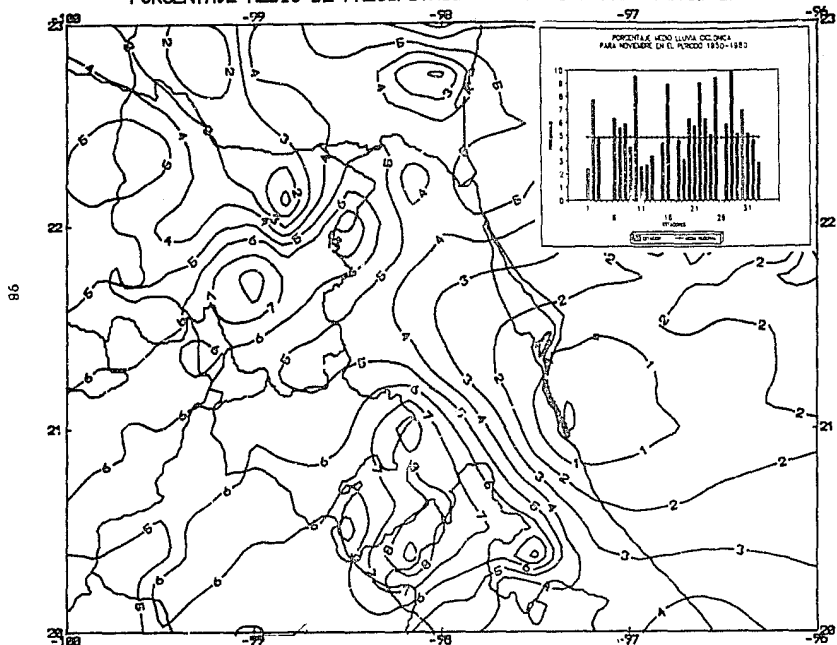


Fig. 4.21 Porcentaje medio de lluvia ciclónica para el período 1950-1985 para noviembre.
(Gómez Mendoza).

66

PORCENTAJE MEDIO DE PRECIPITACION CICLONICA DE NOV^{TA} AÑOS CON CICLON

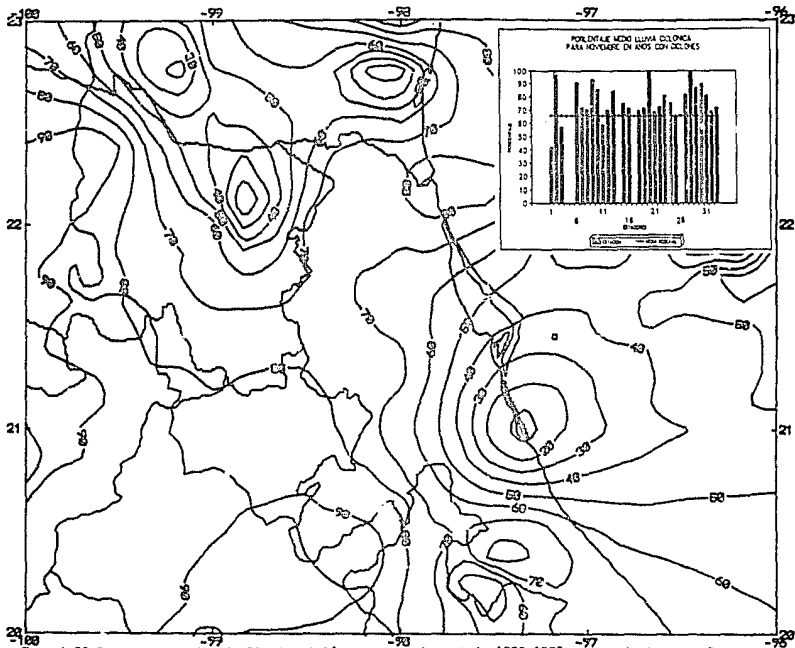


Fig. 4.22 Porcentaje medio de lluvia ciclónica para el periodo 1950-1985 paranoviembre en años con ciclón. (Gómez Mendoza).

PORCENTAJE DE LLUVIA CICLONICA ANUAL

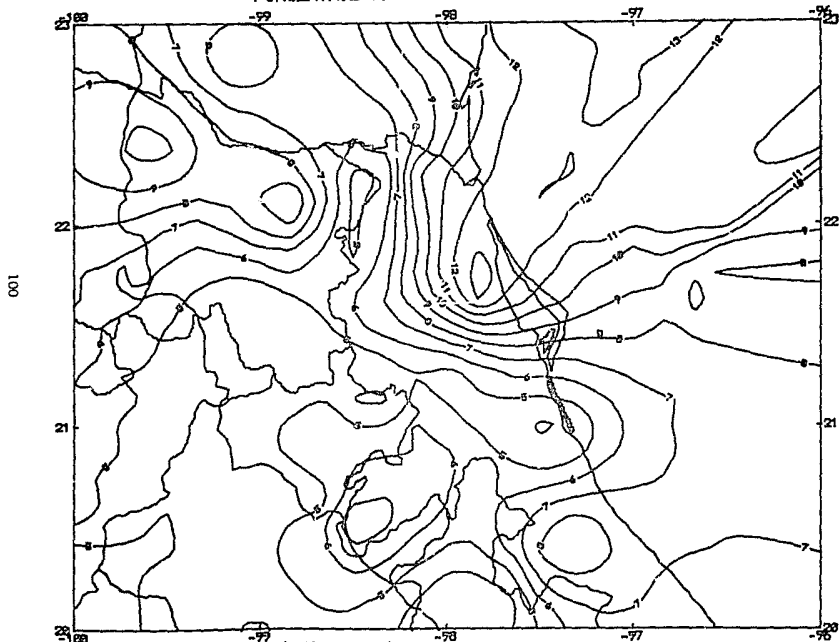


Fig. 4.23 Porcentaje medio de lluvia ciclónica anual para el periodo 1950-1985.
(C omez Mendoza)

PORCENTAJE DE PRECIPITACION CICLONICA ANUAL (AÑOS CON CICLON)

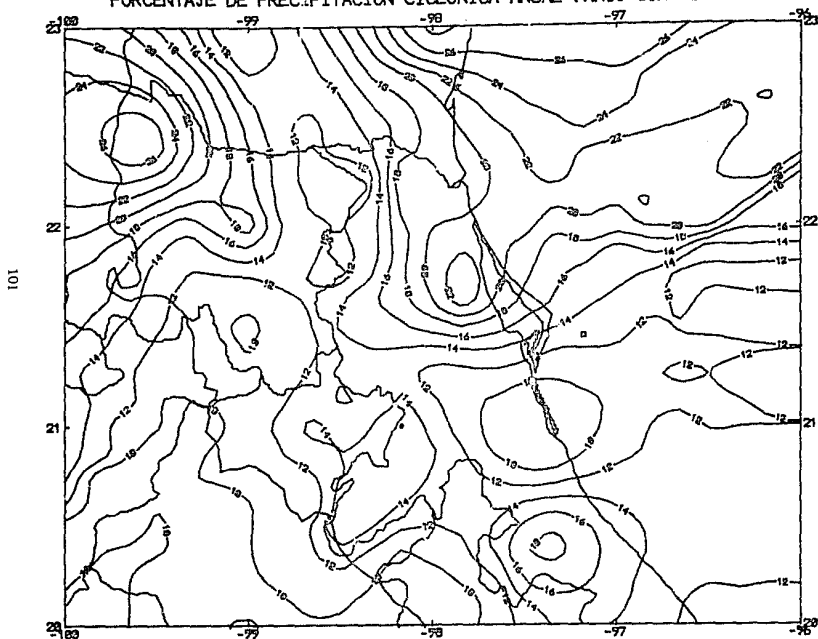


Fig. 4.24 Porcentaje medio delluvia ciclónica anual para el periodo 1950-1985, en años con ciclón. (Gómez Mendoza).

PROMEDIOS GENERALES DE LA ZONA

Para determinar de una manera más completa qué porcentaje de lluvia ciclónica en promedio se tiene para cada mes y anual en la zona, se calcula el promedio de lluvia ciclónica general (ver cuadro 4.10).

A cada uno de los valores de porcentaje de precipitación de cada estación se le asigna un valor de acuerdo a su peso con respecto al de toda la región, así no solo se obtiene diferencias en las áreas, sino que se tiene una idea más general con respecto a todas las Huastecas

CUADRO 4.10 PROMEDIO GENERAL DE LLUVIA CICLONICA DEL AREA DE ESTUDIO

Para todo el periodo de observación

P1	jun	jul	ago	sep	oct	nov
	3.111	1.37	2.94	10.15	6.26	4.84

Para años con ciclón

P2	jun	jul	ago	sep	oct	nov
	27.11	19.48	38.76	48.17	45.09	65.74

Investigó: Leticia Gómez Mendoza

Además si se comparan los porcentajes de cada estación para cada mes con respecto al promedio general se distinguen por si solas regiones que presentan rangos semejantes, además se resaltan cuales están por debajo o por arriba del promedio general de las Huastacas. Las gráficas que se muestran en las figuras 4.11-4.24 indican la media regional con relación a la obtenida para las estaciones.

4.10 ZONIFICACION DE PORCENTAJES DE LLUVIA CICLONICA

Los mapas finales de la zonificación muestran la distribución espacial más general del porcentaje de lluvia ciclónica. Se determinaron finalmente 7 mapas: porcentaje de precipitación ciclónica mensual para los meses de junio a noviembre de todo el periodo, y porcentajes de precipitación ciclónica anual. Para lo anterior se consideraron los siguientes criterios:

- 1) Regiones fisiográficas
- 2) Porcentaje de precipitación mensual y anual (para años con y sin eventos ciclónicos)
- 3) Gráficas de precipitación ciclónica de cada estación
- 4) Los eventos pronosticados para cada mes dentro del periodo de 1950 a 1985
- 5) El comportamiento de porcentaje de cada estación con respecto a la media regional

Los mapas de porcentaje con los dos promedios, a nivel mensual y anual, fueron superpuestos para determinar áreas con rangos de porcentaje semejantes en ambos promedios.

Para la realización de los mapas de zonificación de precipitación ciclónica mensual se consideraron las variaciones de estación a estación de la lluvia ciclónica total en milímetros de lluvia total en milímetros y los rangos de porcentajes de precipitación ciclónica dependiendo del mes que se tratara.

Si éstas no coinciden en un rango de 5% y 100mm en la lluvia total, se consideraban sus semejanzas dentro de la lluvia ciclónica en mm y el comportamiento de las precipitaciones a lo largo de los periodos de observación. Si estos coinciden se incluían en una determinada zona.

Los casos más heterogéneos se presentaron en las zonas sur de los 20 a los 21 grados de latitud, pero esto fué debido a que las estaciones no presentaron periodos de observación regulares.

Para los mapas de porcentaje de precipitación ciclónica anuales, se consideró de mayor peso el comportamiento interanual de la variable, donde las gráficas presentaban patrones semejantes, se delimitaba una región. Además se consideró el patrón de la variable a lo largo de un año con los promedios considerados y detectando cual era el mes o los meses con mayores valores de lluvia de ciclones en mm.

Para los meses de junio y noviembre, se puede observar que las isolíneas de los mapas se presentaron paralelas a la sierra mientras que para los meses de julio, agosto y octubre las isolíneas tienden a atravesar la sierra.

En un principio se pensó que este último comportamiento, no acorde con los cambios de altitud del terreno, se debía a que las estaciones en la sierra eran muy escasas o no presentaban periodos regulares de registros meteorológicos. Sin embargo el hecho de que solo los meses de menor incidencia ciclónica presenten un patrón paralelo a la sierra podría significar que las intensidades de las tormentas en estas fechas, son tan bajas que la sierra sirve de barrera natural para disminuir sus efectos en la precipitación. En cambio para los meses en las incidencias ciclónicas son muy frecuentes e intensas la sierra ya no funciona como barrera para la entrada de precipitaciones más al W de la sierra, penetrando hacia la meseta central contribuyendo a aumentar las precipitaciones.

Así mismo la configuración de las isolíneas de junio y noviembre que se presentan más paralelas a la sierra, es el resultado de la menor frecuencia de incidencia ciclónica en estos meses. En general las trayectorias ciclónicas que se presentan al inicio y final de la temporada no tocan las costas pero se dibujan paralelas a ellas a distancias menores de 500 km.

No obstante existen áreas al E que permanecen con mayores precipitaciones, aunque presentan llanuras costeras. En este caso la Sierra Azul provoca mayores precipitaciones en estas áreas

A continuación se presenta una descripción del comportamiento mensual y anual de los porcentajes de precipitación ciclónica por zonas. (Ver anexo A, mapas A4 - A10)

4.10.1 Junio

La región al NE de la zona de estudio presenta franjas de 60 a más del 80% para años con ciclón y de 8 a 12% para años con y sin ciclón. Puede limitarse desde el N de la Laguna de Tamiahua hasta los 23° de Lat. N. En esta zona las precipitaciones en el mes no están muy generalizadas por lo que las incidencias de ciclones puede contribuir incluso en un 100% de lluvia total.

Las regiones de porcentajes de 40-50% y de 2-6% llegan hasta el pie de monte de la sierra Madre Oriental además de los declives de barlovento de las sierras de Puebla e Hidalgo y el Cerro Azul en Veracruz hasta el S del Cabo Rojo. Las zonas de menores porcentaje (de 10-30% y 0-2%), comprenden las regiones de las sierras. En esta temporada las trayectorias ciclónicas se generalizan hacia el N de los 21° de Lat. N.

4.10.2 Julio

La región de mayores precipitaciones ahora se encuentra más al W que en el mes de junio, se observan al N de la región precipitaciones de 40-50% y de 4-5%.

Las trayectorias entran más perpendiculares a las costas generando zonas de mayor precipitación en el cuadrante derecho en relación a sus trayectorias. Se distingue una franja de precipitaciones medias de 20 a 40% y de 2-4%. Las regiones más al sur de 0-20% y de 0-2%, son grandes áreas con menores impactos de precipitaciones ciclónicas para este mes.

4.10.3 Agosto

Para este mes se presenta canícula en la mayoría de las estaciones y la incidencia de ciclones aumenta. El patrón de las isolinias se presenta muy similar a la del mes de julio pero los porcentajes aumentan. Las zonas van de 70-80% y se localizan en todo el norte de la región de las Huastecas.

La región se divide en dos zonas : del centro al N, las mayores de 50-80% y de 4-8%, y la zona sur de 0 a 40% y de 0-4%.

Las barreras de la parte norte de la sierra provocan mayores precipitaciones que en el sur, donde las trayectorias no son frecuentes y las trayectorias en contacto con las sierras no originan grandes contribuciones de lluvia ciclónica.

4.10.4 Septiembre

Se encuentra declarada la temporada de incidencias ciclónicas, para este mes la configuración de las isolinias presentan más un patrón singular, las precipitaciones totales aumentan pero también las lluvias ciclónicas.

La región de mayores precipitaciones es una lengua que penetra desde el NE hacia el centro en dirección SW hasta la ruptura central

de la sierra Madro Oriental, 50-70% y de 10 a mas de 12%.

En este mes los porcentajes para años con y sin ciclón son los mas elevados, lo que indica la mayor probabilidad de incidencia para este mes. Se dió el caso en un solo mes, en septiembre de 1955, se presentaron 4 eventos.

Otra zona de mayor porcentaje es la que se extiende desde Tampico hasta el límite SE de la zona corriendo paralela a la costa (de 50-60%).

La región de mayor porcentaje se encuentra rodeada de regiones de importante precipitación ciclónica que va de 40-50% y de 10-12%, esta ocupa la mayor parte de la zona de estudio. Aun los porcentajes más bajos alcanzan el 30% y 10%, por ejemplo, las zonas más al sur (sierra de Puebla e Hidalgo, más de la tercera parte de las lluvia total se debe a tormentas tropicales. En este mes toda la zona se ve influenciada por la lluvia ciclónica, las trayectorias se introducen hacia el NE y hacia el SW.

4.10.5 Octubre

Las intensidades de las lluvias ciclónicas continúan siendo altas, pero no lo son tanto como para septiembre, ni tampoco son tan frecuentes ya que los porcentajes para años con y sin ciclón no son tan altos como en el mes anterior.

La región de mayor porcentaje (de 50-70%) se localiza en el centro y norte. Y para la zona sur los porcentajes son de 10 a 50% y de 2 a 7%, sin embargo, los porcentajes menores se localizan hacia los 20I Lat.N, donde la influencia del sistema volcánico transversal, provoca franjas ostruchas de precipitación ciclónica. Las trayectorias incidieron hacia el sur de la región.

4.10.6 Noviembre

En este mes se presenta una disminución drástica de las intensidades y frecuencias de los ciclones. Estos suelen presentarse a menores latitudes, o bien corren paralelas a la sierra sin penetrar.

Los porcentajes son tan altos porque las lluvias total del mes disminuyen notablemente en relación a los meses precedentes. Aquí las mayores precipitaciones se presentan en la parte centro y sur y van de 40- más de 80% y de 2-6%. Las partes altas de la sierra presentan porcentajes de más de 80% y de 7%. Al norte de presentan porcentajes de 60-70% en menores áreas. El hecho de que las trayectorias sean paralelas a las costas implica que las isoclinas se presentan paralelas a la sierra y a las trayectorias.

4.10.7 Anual

Los datos de porcentajes anuales para todo el periodo de observación resultaron muy heterogéneos lo que implicó dificultades para presentar isoclinas aproximadas a los valores. Esto se debe principalmente a que los promedios fueron calculados para distintos periodos de registros dependiendo de cada estación. No obstante este problema y considerando que se dió más peso a las estaciones con

periodos mayores de registros, estas isolinneas muestran una buena aproximación. (ver anexo A mapa A10)

Estos porcentajes varían de 5 a 10% de mayor a menor de N a S dentro de las Huastecas. Presentan semejanzas con la distribución de la lluvia anual. Sin embargo, para la zona centro y sur, la distribución es de E a W y transversal a las isoyetas anuales. Puede observarse que las mayores porcentajes se encuentran al N y hacia el W, estos porcentajes son mayores a los de la zona sur.

Para los promedios de años con ciclón, los porcentajes son dos veces los obtenidos en el promedio anterior, este rango de variaciones es de 12 a 26%. El corredor en la región del N de Veracruz, E de SLP y S de Tamps. es de porcentajes medios y la configuración de las isolinneas se trató de ajustar el comportamiento del primer promedio.

4.11 ZONIFICACION FINAL DEL PORCENTAJE DE LLUVIA CICLONICA EN LAS HUASTECAS

De acuerdo a la zonificación anual de la lluvia ciclónica se definieron 9 zonas, que fueron consideradas el resumen del comportamiento de la lluvia ciclónica en la región de estudio. Estas 9 zonas fueron designadas con letras de la A a la I. Para cada una de ellas se presenta un juego de gráficas de porcentaje (mencionadas con anterioridad) de la estación más representativa. A cada una de las zonas se le asignó el nombre de la estación más representativa del comportamiento de los porcentajes de lluvia ciclónica de ella. A continuación el cuadro 4.11 presenta las características de dichas zonas resultantes. Obsérvese también las gráficas correspondientes a cada zona (Figs 4.25 -4.33)

Como se puede observar las variaciones para los porcentajes de lluvia ciclónica van de 10 en 10% para promedios de ciclón, mientras que los porcentajes para años con y sin ciclón los rangos van de 2 en 2% . Esto indica las grandes variaciones locales que involucra el paso de un ciclón independientemente del tipo de orografía sobre la que se presente.

Las variaciones de los porcentajes para todos el periodo no son tan altas precisamente por que las media representan menos la realidad, pero indican que si se consideran estos promedios para periodos de registros largos dan como resultado variaciones casi imperceptibles en la totalidad de la zona.

Los mapas A4 al A10 (ver anexo A) no solo presentan el comportamiento histórico de la lluvia ciclónica para el periodo 1950-1985, sino también pueden ser consultados para efectos de previsiones a largo plazo. Los promedios indican cual es el aporte de lluvia ciclónica que pueden esperar para un año determinado con la ayuda de los ciclos detectados para cada estación se pueden prever de manera general si en un año se presentaron ciclones . Recurriendo a los mapas se puede calcular para cada localidad de la región de las Huastecas, cual será el aporte medio y máximo de lluvia ciclónica y considerarla para acciones de prevención como inundaciones. Para particularizar en cada estación se pueda consultar las 4 gráficas elaboradas para cada una de ellas.

Cuadro 4.11

CARACTERÍSTICAS DE LAS ZONAS DE PRECIPITACIÓN CICLÓNICA DE LAS HUASTECAS

ZONA	ESTACIONES	SUBREGIONES FISIOGRAFICAS	MES DE MAYOR PRECIPIT.	CAUSALA	COMIENZO LLUVIA CICLONICA	MES DE MAYOR PRECIP.CIC	% LLUVIA CICLONICA AÑOS CON CICLON		% LLUVIA CICLONICA TODO EL PERIODO		COMPORTAMIENTO INTERANUAL LLUVIA CICLONICA		OBSERVACIONES
							MES MAYOR %	MES MENOR %	MES MAYOR %	MES MENOR %	PERIODOS ALTOS	PERIODOS BAJOS	
A TAMPICO	Tampico Tam Álamos Tam Los Tostales Tam	Laguna de Manuel	septiembre	julio-agosto	junio	septiembre	noviembre	agosto	septiembre	julio	1960-1981 1967, 1977, 1988	1961-1965	
B PANUCO	Pánucua Ver Hecanua Ver El Ebanu SLP	Planicie Manuel	septiembre	agosto (al este) junio (al oeste)	junio	septiembre	octubre	junio	septiembre	noviembre	1961, 1967, 1980	1963-1965 1982-1985	
C MAGSCATZIN	Magscatzin Tam Abanahon Tam Bella Vista Tam La Bogailla Tam	Planicie Antiguo Morcos	agosto y septiembre	julio	junio	agosto	julio	noviembre	agosto	noviembre	1952, 1955, 1957, 1967 1980	1960-1965 1981-1985	
D OZZADAMA	Ozdzadama Ver El Higu Ver Tamuín SLP El Choy SLP El Valle SLP Cidral Muir SLP	Piñones Tamuín, Antiguo Mor. y Manuel	septiembre	julio-agosto	junio	septiembre octubre	octubre (al este) agosto (al oeste)	julio	septiembre	noviembre	1955, 1959, 1961, 1967, 1975, 1977, 1980	1961, 1965 1980, 1983	Los porcentajes son valores intermedios con respecto a toda la región de estudio
E AGUA BUENA	Temopol Ver Sta.Cruz SLP Agua Buena SLP	Piñones Papantla, Tamuín	septiembre	julio-agosto	junio	agosto septiembre	noviembre	junio	septiembre	junio	1950, 1961 1967	1961-1965	El impacto de ciclones se ve en la cantidad de lluvias. Las trayectorias ciclónicas no penetran directamente a esta zona
F PAPANTLA	Papantla SLP	Planicie Papantla	septiembre	julio-agosto	junio	septiembre	noviembre	junio	septiembre	noviembre	1959, 1961 1967, 1984.	1962-1965 1980-1983	
G TLACHINANGO	Tlaxiapa Ver Tehuacan Ver El Bosque Ver Tlachinohli Hgo Oaxaca Pue	Planicie Papantla	septiembre	no se presenta	junio	septiembre	noviembre	agosto	septiembre	agosto	1956, 1961, 1966, 1967 1981, 1985	1962-1965 1982-1984	La mayoría de los meses presentan casi 0% de lluvia ciclónica
H XICOMTEPEC	Xicomtepec Pue Santa Ana Pue Huayacocotla Ver Zacualtipan Hgo	Sierra de Huachinango	julio	agosto	junio	septiembre noviembre	noviembre	junio	septiembre	junio	1950, 1955, 1959, 1961, 1968, 1980	1962-1965 1981-1984	La mayoría de los meses presentan casi 0% de lluvia ciclónica
I HUACHINANGO	Huachinango Pue T.de Doria Hgo	Sierra de Huachinango	julio (al este) septiembre (al oeste)	agosto	junio	septiembre	noviembre	junio agosto	septiembre	junio agosto	1955, 1961, 1966	1957-1967 1961-1964	

(Gómez Mendoza)

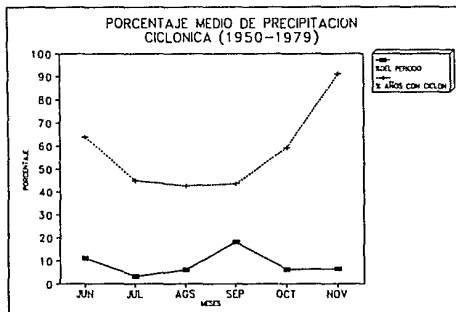
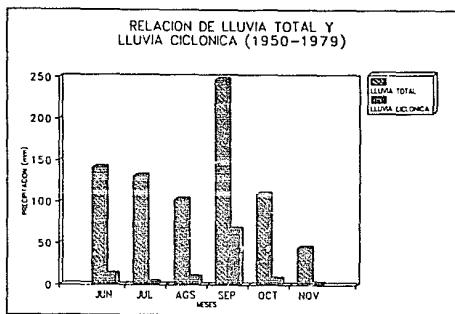


Fig. 4.25 Lluvia ciclónica representativa de la región A. (Tampico). Gómez Mendoza.

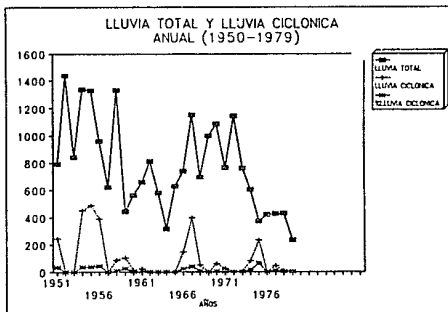
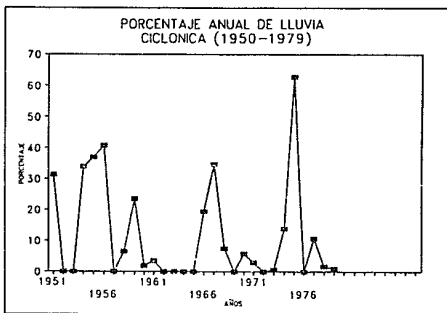


Fig. 4.25 (cont.)

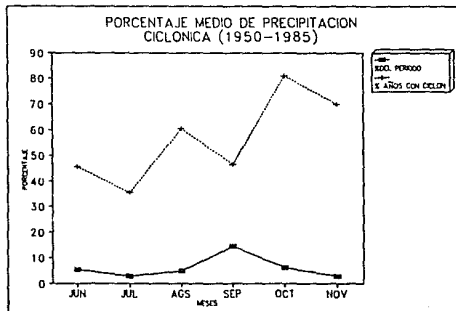
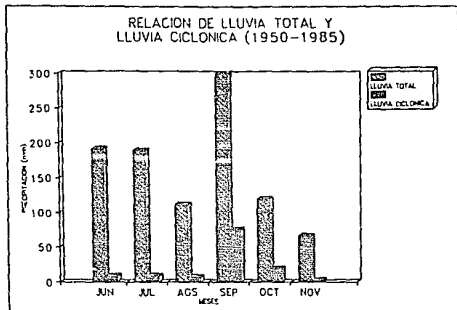


Fig. 4.26 Lluvia ciclónica representativa de la región B. (Pánuco). Gómez Mendoza.

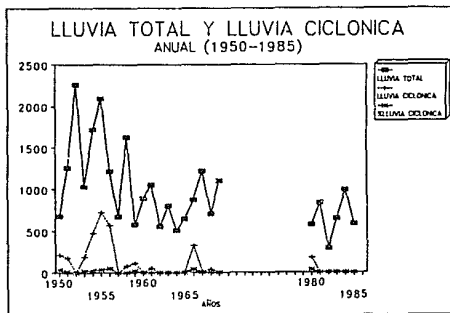
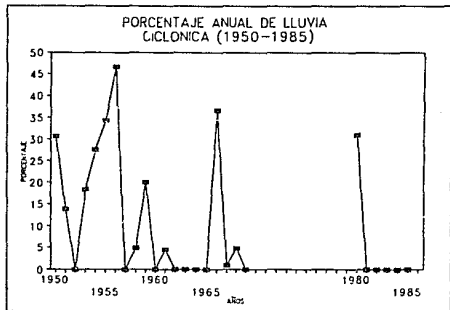


Fig. 4.26 (cont.)

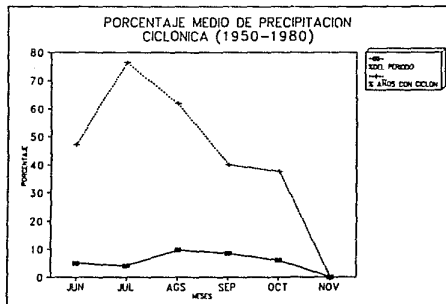
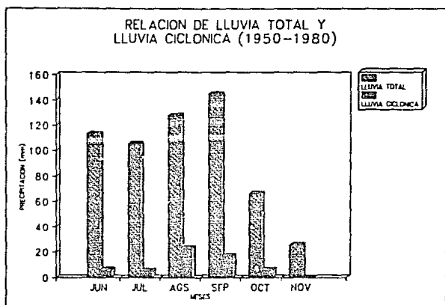


Fig. 4.27 Lluvia ciclónica representativa de la región C. (Magiscatzin). Gómez Mendoza.

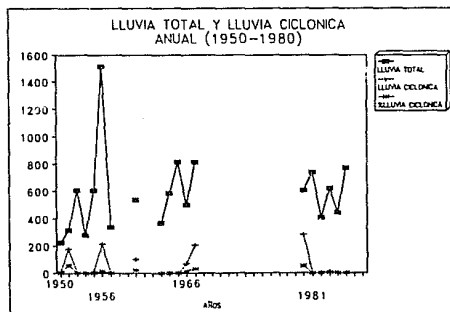
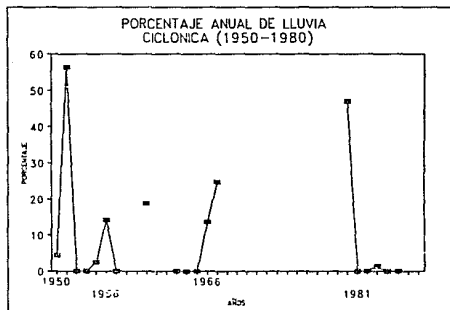
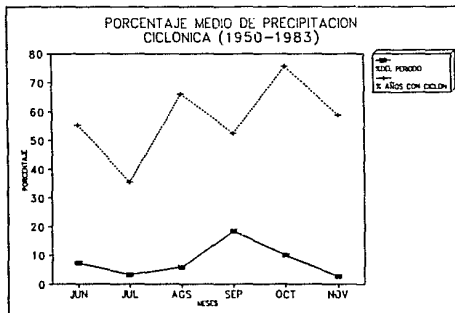
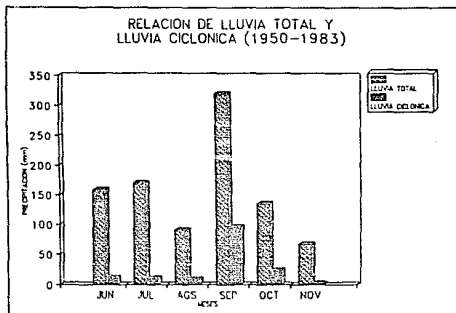


Fig. 4.27 (cont.)



4.28 Lluvia ciclónica representativa de la región D. (Ozulouma). Gómez Mendoza.

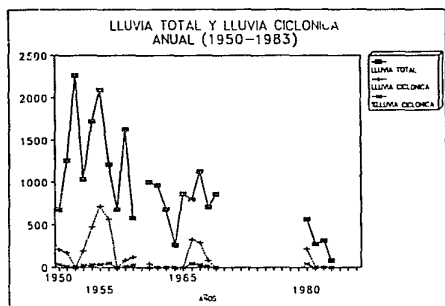
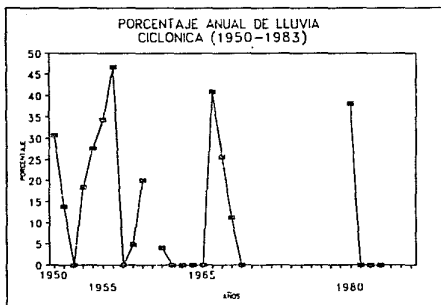


Fig. 4.28 (cont.)

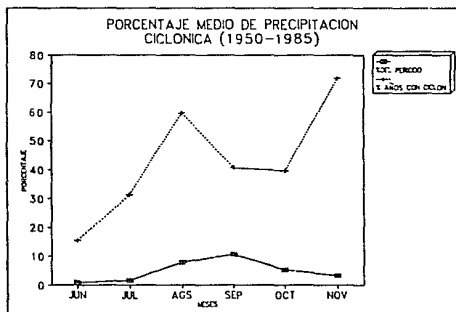
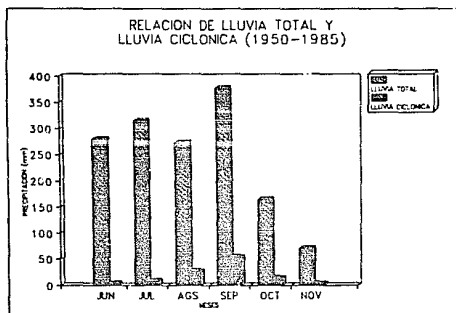


Fig. 4.29 Lluvia ciclónica representativa de la región E. (Agua Buena). Gómez Mendoza).

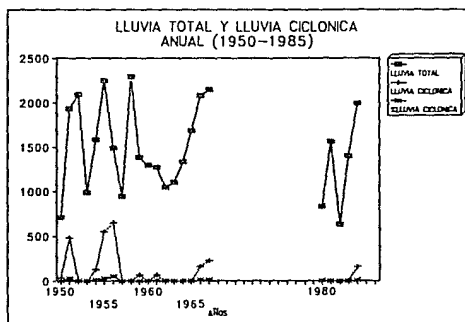
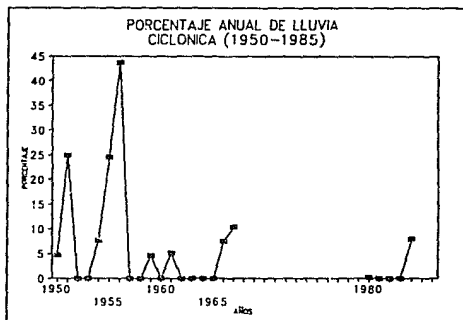


Fig. 4.29 (cont.)

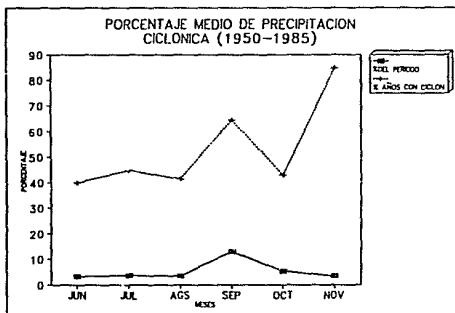
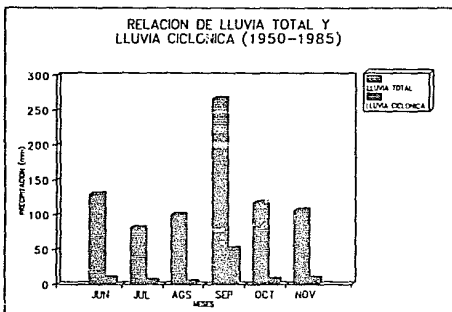


Fig. 4.30 Lluvia ciclónica representativa de la región F. (Papantla). Gómez Mendoza.

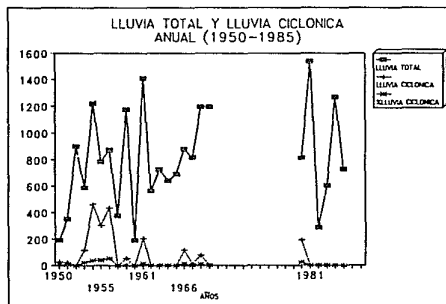
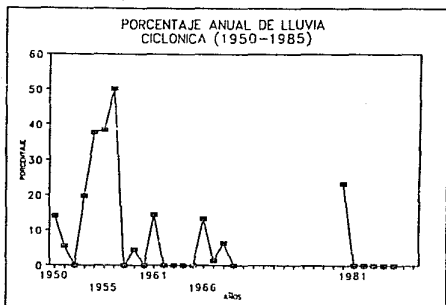


Fig. 4.30 (cont.)

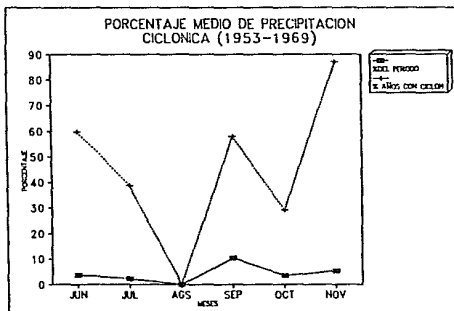
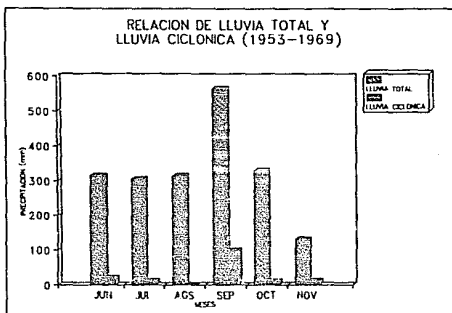


Fig. 4.31 Lluvia ciclónica representativa de la región G. (Tlanchinol). Gómez Mendoza.

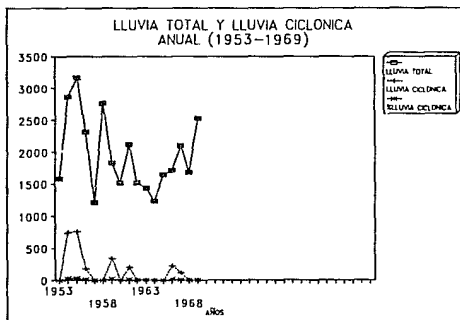
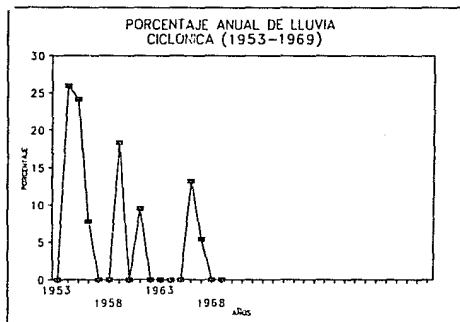


Fig. 4.31 (cont.)

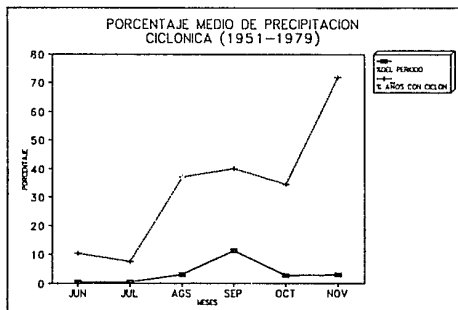
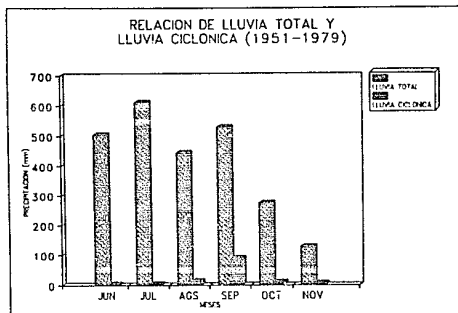


Fig. 4.32 Lluvia ciclónica representativa de la región H. (Xicontepec). Gómez Mendoza.

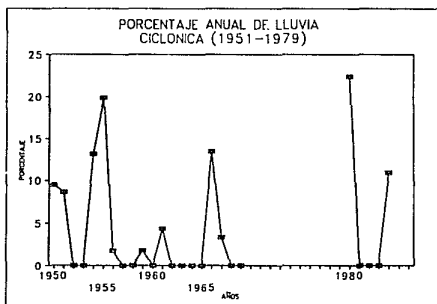
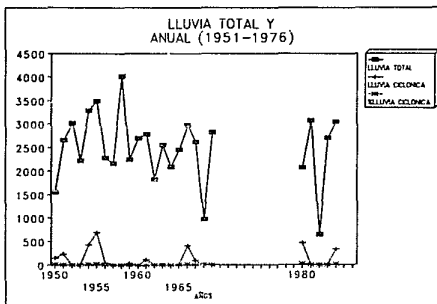


Fig. 4.32 (cont.)

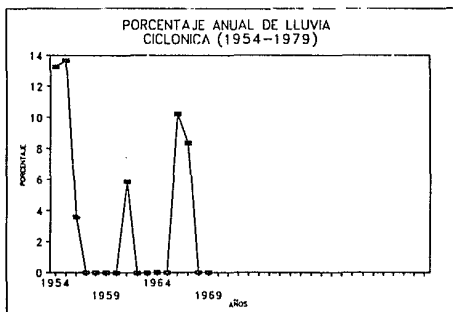
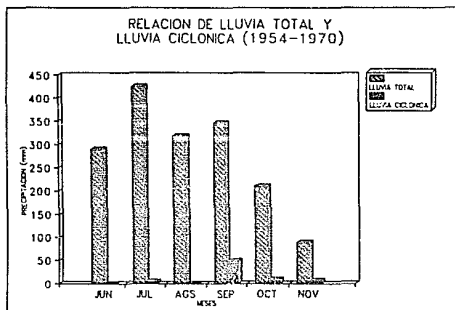
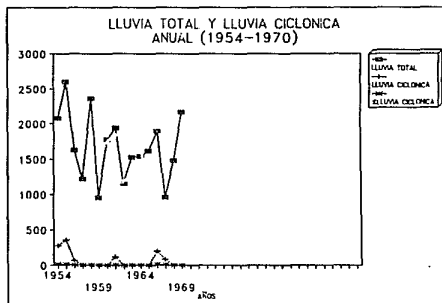
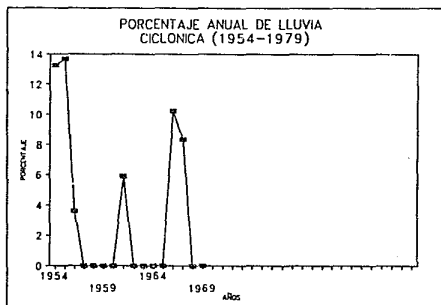


Fig. 4.33 Lluvia ciclónica representativa de la región I. (Huachinango). Gómez Mendoza.



4.33 (cont.)

La aplicación de los resultados obtenidos hasta aquí, así como el análisis de la influencia de los porcentajes y cantidades de lluvia ciclónica en el período vegetativo de las plantas agrícolas, serán tratados en el capítulo siguiente.

CAPITULO 5

ZONIFICACION AGROCLIMATICA DE LAS HUASTECAS CON BASE A

LA PRECIPITACION POR HURACANES

En este capítulo se relacionan los porcentajes de precipitación ciclónica con los índices de rendimientos exclusivamente para el cultivo del maíz como planta representativa de las Huastecas. Para ello se tomó como base las zonas resultantes en el capítulo anterior.

A cada una de las zonas de precipitación ciclónica se le asigna un valor promedio de los índices de temporal obtenidos a nivel anual para mostrar si los rendimientos del maíz fueron altos, medios, bajos o muy bajos para el periodo de 1950-1985. También se zonifican los índices de temporal para años en los que se presentaron ciclones como también para los años en los que no se presentaron eventos.

Finalmente se indican las fases fenológicas del maíz que fueron afectadas por la precipitación de huracanes de acuerdo al índice final que se obtiene para cada estación estudiada.

5.1 DISTRIBUCION DEL USO DEL SUELO AGRICOLA

Las áreas en donde se presenta el uso del suelo agrícola, se muestran en el mapa A11 (ver anexo A) En este mapa no solo se considero el uso del suelo agrícola, sino también la asociación con otros tipos de uso. La agricultura pueda encontrarse con o sin asociación con otro tipo de vegetación. Como se observa en el mapa, la actividad agrícola junto con la ganadería se encuentra ampliamente distribuida ya que son las actividades económicas más importantes de la región huasteca. Debe mencionarse, sin embargo que la actividad agrícola es básicamente de subsistencia y de temporal.

El área del N de las Huastecas presenta mayores superficies dedicadas a la agricultura de temporal sin asociación con otros usos, además de la existencia de agricultura de riego. El mayor desarrollo y producción agrícola se encuentra hacia el sur Tamaulipas y que tiene mayor producción que otros estados de las huastecas.

La agricultura de temporal también se presenta en la sierra Madre Oriental, Sierra de Huachinango y al S de Veracruz.

La agricultura de riego se desarrolla en mayor medida desde los 22° Lat. aproximadamente, donde comienza la transición hacia los climas de transición a los secos. Mientras que la actividad asociada con vegetación natural predomina hacia el centro y al sur de la región. esta puede estar asociada a selva baja caducifolia secundaria, entre los límites de Veracruz, Hidalgo y SLP, en el cerro Azul, las áreas cercanas a Papantla y Martínez de la Torre.

La agricultura asociada con selva mediana subperonifolia secundaria se localiza en los piedemontes de la sierra en SLP, Hidalgo, Puebla y sur de Veracruz.

La agricultura asociada con pastoreo, aunque se encuentra extendida en pequeña escala en toda la región, se localiza más ampliamente en el centro de Veracruz y centro de SLP y al sur de Veracruz.

Se observa que las áreas no dedicadas a la agricultura coinciden con las entradas más frecuentes de las trayectorias ciclónicas. Estas son áreas de constantes inundaciones, corresponden a la cuenca del Pánuco y las áreas cercanas al cerro Azul cercanas a la costa.

5.1.1 Generalidades de los tipos de suelos

El cuadro 5.1 señala los tipos de suelos más importantes de las huastecas y sus características. La distribución general se presenta como sigue:

Suelos Vertisoles. Predominan en la planicie de Veracruz y Tamaulipas hasta las estribaciones de la sierra al sur de las llanuras del Pánuco y Guayalejo.

Suelos Feozem. Se localiza en porciones en la zona sur y centro, sierras del Huachinango (N de Hidalgo y NE de Puebla).

Suelos Luvisol. En las laderas de la sierra Madre Oriental en su parte central de la Huasteca y en el N de Puebla.

Suelos Cambisol. Principalmente al S de la zona al NE de Puebla en las regiones de Xicontopoc.

Suelos Fluvisoles. Generalmente asociada a los vertisoles

Suelos Castañozem. En asociación a los cambisoles.

Suelos Regosoles. En asociación a los vertisoles

Suelos Rendzina. Laderas orientales de la sierra y NE de Hidalgo

Suelos Litosol. Partes altas de la sierra

Suelos Xerosoles. Al NE de la zona del W de la sierra y latitudes mayores a 22I.

Es importante señalar que la mayoría de los suelos de las Huastecas son de constitución arcillosa y presentan altas concentraciones de sales. Estas últimas actúan como factores limitantes de la productividad. La mayoría de los suelos presentan de alta a media erodabilidad.

Estos son algunos de los factores que contribuyen a que la incidencia o el paso de un ciclón tropical en la zona, provoque generalmente serios problemas a la producción agrícola.

Regiones agrícolas. Según Bassols (1977), la actividad agrícola se encuentra definida en dos subregiones.

La primera se localiza en toda la parte central de la Huasteca Veracruzana colindando con el Golfo, las características principales son el poco rendimiento por parte de fertilizantes y maquinaria, la producción de autoconsumo regional, Por ello se considera a esta subregión como eminentemente agrícola, ya que esta es su actividad principal.

La segunda subregión se dedica a la producción agrícola de temporal y en algunos casos de riego, esta es una agricultura de tipo especializada, poseen equipo agrícola y existen grandes propiedades dedicadas a la agricultura de riego, producen grandes cantidades y el consumo de ésta es principalmente en las grandes ciudades de la Huasteca, se localiza en el N de la región.

Muchas de las características de los suelos y las políticas de ganaderización han provocado que las huastecas sean eminentemente ganaderas por tradición Las principales regiones ganaderas son las siguientes según (IMTA, 1989).

1) *Huasteca N.* Se localiza en el sur del Edo. de Tamaulipas, el uso del suelo se comparte con la agricultura de temporal (ver mapa A11 anexo A) la ganadería bovina y en menor grado con la agricultura de riego, La ganadería bovina ocupa el 45% del uso del suelo.

2) *Faja costera del Golfo Norte.* En una de las regiones ganaderas más importantes del trópico mexicano Ocupa la parte N del Edo. de Veracruz, Oriente de SLP, SE de Tamaulipas y pequeñas porciones de Querétaro, Puebla e Hidalgo, predomina la ganadería en 60-90% de superficie extensiva.

5.2 PRINCIPALES CULTIVOS

De manera general, las áreas dedicadas a la agricultura de subsistencia se dedican al cultivo de maíz, frijol, algunos frutales (cítricos), tabaco y caña de azúcar principalmente.

En el N se producen, gracias a las grandes extensiones agrícolas, algodón, caña de azúcar, tomate, chile, maíz y frijol (Tamaulipas), soya y cártamo.

En la parte central y sur de Veracruz se cultiva maíz, frijol, caña de azúcar, frutales, plátano y tabaco.

En la parte central y sur de SLP se cultiva maíz, frijol, algodón, alfalfa, frutales y café.

En las parte altas de Hidalgo y Puebla (sierra de Huachinango) se cultiva alfalfa, cebada, frijol, haba, maíz, frijol y café.

Algunos de los productos de exportación son la cebolla, tomate melón, sandía, tabaco y azúcar. Todas ellas son cultivados en grandes extensiones agrícolas bajo agricultura especializada.

Como se puede observar, la agricultura de las Huastecas ha sido la principal actividad económica de las Huastecas, las condiciones físicas del suelo, la falta de apoyo a la actividad y la tradición ganadera han provocado que la agricultura no sea vista como una posible actividad redituable al interior de las Huastecas. Existen, no obstante grandes producciones de cultivos comerciales, pero estas solo se dan en grandes propiedades.

Además de los factores limitantes del suelo, en las Huastecas principalmente la cuenca del Pánuco, se presentan inundaciones frecuentes que impiden el buen desarrollo de las plantas. Por otra parte se presentan también sequías. Se hace patente la planeación de el suministro del agua en los tiempos en que la agricultura la necesita. Esta planeación debe tomar en cuenta a las pequeños productores que se ven más afectados por lo fenómenos meteorológicos.

5.3 ANTECEDENTES DE LA INFLUENCIA DE LOS CICLONES EN LA AGRICULTURA HUASTECA

A continuación se citan algunas consideraciones de la influencia de los ciclones en las actividades agropropietarias de las Huastecas según Puente (1974)

"Los ciclones causan grandes desastres a las explotaciones agropecuarias. Los vientos fuertes, acaban con los cualitativos y/o detienen el crecimiento normal de las plantas, retrasan su madurez fisiológica e impiden total o parcialmente que la recolección de la cosecha ya que ocasionan que la planta alcance el estado de madurez avanzado.

" Estos daños también suelen presentarse en los praderas, fuente de alimentación del ganado, o bien, estos pierden sus calidad nutritiva.. Estos daños se presentan principalmente en Tamaulipas y Veracruz.

" Hasta ahora se carece de una tasa media de daños por estas causas en las actividades agropecuarias. Sin embargo relatan algunos ganaderos que se tienen que deshacer de un buen número de animales en tanto sus praderas no recuperan, pero debido a los bajos precios, muchos prefieren mantener la misma carga animal deteriorandose el nivel adecuado de producción.

" La cuenca del río Pánuco presenta zonas de intensa precipitación pluvial localizadas en las subcuencas de los ríos Amajac, Axtla, Tempoal, Gallinas y Valles, así como en las regiones de tipo desérticos como en la partes altas de Tamaulipas, Jaumave y Guayalejo.

" Su posición geográfica, su conformación topográfica y la extensión de la cuenca, permiten que sufra con relativa frecuencia el impacto de los ciclones tropicales. Los ciclones más intensos registrados para este siglo en la zona han sido los de 1955 (Gladys, Janet e Hilda) que causaron intensas precipitaciones en la cuenca interior del Moctezuma y la parte media y baja del Tamaulipas."

Como se aprecia en los parrafos anteriores, en las Huastecas se presentan los extremos de las precipitaciones: en épocas de estiaje la sequías suelen ser severas, y en época de lluvia estas pueden ser de tal intensidad (ciclónicas o no ciclónicas) que afectan las actividades agropecuarias .

5.4 CICLO DEL CULTIVO DEL MAIZ

La zonificación agroclimática deben tomar en cuenta los periodos vegetativos en el desarrollo de las plantas. Cada especie, requiere de determinadas cantidades de insolación, lluvia, temperatura, evaporación, etc., dependiendo de las fases en que se encuentre. El cumplimiento de los parámetros climáticos cardinales redundara en su buen crecimiento y por tanto un buena cosecha.

Considerando que el maíz es el cultivo más extendido en la región, que la zonificación debe incluir las mismas fases en toda la región para un mismo cultivo, y se cultiva dentro del periodo de ciclones, en este estudio se ha tomado al maíz como cultivo muestra para la zonificación agroclimática de las huastecas.

El ciclo del cultivo del maíz, se consultó de los calendarios de ciclos de cultivo de INIA (1982). En estos calendarios se consultó el ciclo para el maíz de temporal (*Zea mays* L.) registrado en el campo experimental de las Huastecas (CAEHUAS). El CAEHUAS posee tres centros de investigación (Tampico, Tancasneque y Ebano). Este calendario sirvió de base para los cálculos de los balances hídricos y es especial para el cálculo del coeficiente de cultivo.

Como se observa en la figura 5.1a. el maíz comienza a cultivarse en junio (cuando las lluvias comienzan a ser más frecuentes) y se cosecha hasta noviembre. En general se tiene un ciclo de aproximadamente 180 días.

Las plantas se desarrollan favorablemente en la mayoría de los suelos, pero en suelos arcillosos esto puede ser muy problemático ya que son densos y pesados. En el caso de los suelos muy arenosos estos debe estar bien drenado porque el cultivo es susceptible al encharcamiento, además son moderadamente sensible a la salinidad.

Respecto al suministro de agua, el maíz parece ser relativamente tolerante a los déficits de agua durante el periodo vegetativo y de madurez. La mayor disminución en el rendimiento del grano lo ocasionan los déficits durante el periodo de floración. En la figura 5.1b se muestra el comportamiento de las necesidades hídricas del maíz a lo largo de su periodo de cultivo . Las NH aumentan rápidamente desde la nacesia a el espigamiento en donde alcanzan su máximo valor que varia de 30 a 50mm dependiendo de la latitud (aumenta de sur a norte), y disminuyen lentamente en el periodo de maduración.

El coeficiente de cultivo indica el desarrollo de las plantas, el KC no sigue el patrón teórico que se mencionó en el capítulo 3. En el caso de las huastecas el coeficiente alcanza valores máximos de 1.3 en la madurez y disminuye suavemente hacia la época de cosecha (Fig 5.1a)

Cuadro 5.1

		TIPOS DE SUELOS EN LAS HUASTECAS
CLAVE	NOMBRE	CARACTERISTICAS
Vc	Vertisol háplico	Grietas en sequía arcillosos, negros y grises. Erodabilidad baja
Vp	Vertizol háplico	Igual a los suelos Vc
Hh	Feozem háplico	Rico en materia orgánica, erodabilidad variable
Hi	Feozem lúvico	Igual a los suelos Hh
E	Rendzina	Con superficie en m.o descansa en Cz, arcillosos y prof. erodab. moderada
Bk	Cambisol cálcico	Suelo joven. Susceptibilidad alta y moderada a la erosión
Be	Cambisol eutríco	Igual a los suelos Bk
Jc	Fluvisol cálcico	Deposito aluvial reciente
Kh	Castañosem cálcico	Superficie para, rica en m.o. erodabilidad moderada
Rc	Regosol cálcico	Suelos claros, erodabilidad variable
Ck	Chernozem calcárico	Superficie gris o negro, rica en m.o. erodabilidad moderada
Lo	Luvisol órtico	Igual a los suelos Lc
Tm	Andosol móltico	Origen de cenizas volcánicas, color negro, erodabilidad alta
To	Andosol órtico	Igual a los suelos Th
I	Litosol	Sin desarrollo, Erodabilidad variable
Xg	Xerosol Gypsico	Claro, cristales de yeso, erodabilidad baja
Xh	Xerosol háplico	Igual a los suelos Xh

Fuente: INEGI, Carta Edafológica, 1980.

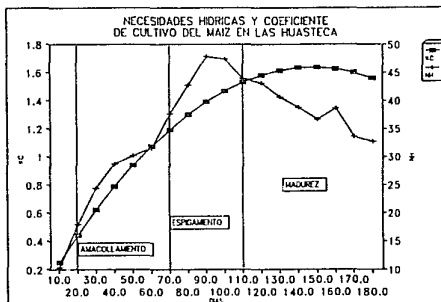


Fig. 5.1a Necesidades hídricas y coeficiente de cultivo del maíz típicos en las Huastecas. Gómez Mendoza.

CICLO DE CULTIVO DEL MAIZ DE TEMPORAL (Zea mays) EN LAS HUASTECAS

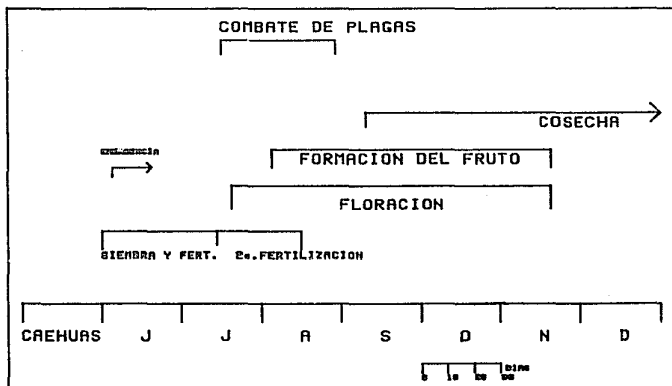


Fig. 5.1b Ciclo del cultivo del maíz en la región de las Huastecas (INIA, 1982)

Deben evitarse los encharcamientos, especialmente en la floración (espigamiento), el encharcamiento en esta fase puede disminuir los rendimientos en un 50% (Doreboos 1986).

El sistema radicular más denso se sitúa en la capa superior de los 0.8-1 m, produciéndose cerca del 80% de absorción de agua del suelo dentro de esta capa. El 100% de agua se absorbe de 1m a 1.7m (Doreboos 1986)

5.5 INDICES DE TEMPORAL (1950-1985)

Se aplicaron aquí los procedimientos indicados en el capítulo 3, para el cálculo de índices de temporal. Para este caso se eligió una estación para cada una de las zonas de precipitación ciclónica anual para calcular los balances hídricos del cultivo del maíz. Los resultados de los índices se consideraran representativos para la zona.

No se obtuvieron todos los balances de cada estación porque no todas ellas presentaron datos de evaporación diaria o mensual, (variable importante para el cálculo de los balances hídricos tampoco en todas las estaciones se presentaron registros de lluvia ciclónica para todos los años del periodo de estudio

Por lo tanto para poder calcular los balances hídricos se presentaron dos problemas: A) no se contaba con datos de evaporación diaria para obtener la evapotranspiración potencial de cada estación y B) no se contaba con los datos de capacidad de almacenamiento del suelo de cada sitio.

Consideramos a continuación se detalla el procedimiento para el cálculo de estas dos variables (evapotranspiración y capacidad de almacenamiento del suelo) ya que las otras variables relacionadas en el balance hídrico no presentaron problemas para su aplicación.

5.5.1 Obtención de la evapotranspiración decenal

Primeramente se eligieron las, estaciones (de las seleccionadas previamente) que contaban con registros más o menos continuos de evaporación diaria o mensual. Pero desgraciadamente muy pocas estaciones contaban con el registro para todo el periodo. Algunas de ellas no contaban con el registro o solo reportaban al SMN (Servicio Meteorológico Nacional) no más de 20 años no continuos. Por otra parte, la mayoría de las veces, los datos rectificados por el SMN eran generalmente los de evaporación total mensual, no así los aquellos de evaporación diaria.

Se trató, en la medida de la disponibilidad de los datos, de las estaciones con mayores registros en cada zona de precipitación ciclónica, coincidieran con las estaciones de mayores registros de evaporación. Esto nos permitiría contar con balances para años en que no se presentaron ciclones para fines de comparación. De esta manera se observaría el comportamiento de los índices de temporal para distintos periodos en los que la lluvia ciclónica fuera la variable independiente para la dentro zona de estudio

A continuación se presentan una relación de las estaciones con datos de evaporación considerados para cada zona de precipitación ciclónica anual.

CUADRO 5.2 ESTACIONES UTILIZADAS PARA DATOS DE EVAPORACION

zona de precipitación ciclónica anual.	estación con evaporación
A -----	28-119
B -----	24-015
C -----	29-057
D -----	24-140
E -----	30-176
F -----	24-026
G -----	21-051
H -----	21-127
I -----	

La insuficiencia de los datos de evaporación provocó que no fuera posible calcular los balances hídricos de todos los años del periodo. Es por ello que no existen años con cálculo de índices de temporal comunes a todas las zonas de precipitación ciclónica. Pese a esta limitante, fue posible obtener los valores de los índices para años con y sin evento ciclónicos para la mayoría de las zonas.

Considerando que los datos de evaporación solo se obtuvieron a nivel mensual, se considero adecuado aplicar el método de interpolación propuesto por (Freré 1980). Es decir a partir de las gráficas de evaporación mensual para cada estación mediante una hoja de cálculo electrónica se obtuvieron los valores de la evaporación decenal. Multiplicando la evaporación por 0.7 se obtuvo la evapotranspiración decenal, como se indica en el capítulo 3

5.2.2 Capacidad de almacenamiento del suelo

La capacidad de almacenamiento de suelos es una variable dependiente en el cálculo del balance hídrico. Esta variable sirvió para comparar si el agua de precipitación es suficiente para que el suelo mantenga el agua necesaria para los requerimientos de las plantas o si el suelo se satura (como el almacenamiento) e influye a que la planta no se desarrolle debido al anegamiento.

La *lamina de retención máxima de agua* (como también se designa a la capacidad de almacenamiento del suelo) es un dato difícil de obtener. Este valor edafológico debe ser calculado para un sitio específico ya que cambia de sitio en sitio aún tratándose de un mismo tipo de suelo.

Ya que no fue posible conseguir datos agrológicos de los suelos de las Huastecas, de pozos que estuvieran relativamente cercanos a las estaciones meteorológicas estudiadas, se optó por calcular la capacidad de almacenamiento del suelo en gabinete. Para ello se

aplicó la fórmula de Aguilera (1980), ya que poseía factores que podían conseguirse de manera relativamente sencilla. La fórmula es la siguiente :

$$L = (P_s \text{ cc} - P_s \text{ pmp}) D_a P_r$$

Donde :

- L = Lámina de retención máxima de agua en cm
- P_s cc = % de humedad a capacidad de campo
- P_s pmp = % de humedad a punto de marchitez permanente
- D_a = Densidad aparente
- P_r = Profundidad radicular en cms

Los factores de la ecuación varían de manera puntual dependiendo del tipo de suelo que se trate. Sin embargo, todas ellas dependen de la textura del suelo.

Los únicos datos de pozos agrológicos que pudieron obtenerse fueron los que se localizan en las regiones B, C, E de las que se obtuvieron los valores de P_{cc}, P_s pmp y D_a. del estudio edafológico de Soa (1965)

Para las zonas A, D, F, G, H se consultaron las cartas edafológicas escala 1:250,000 (Inegi, 1980), cuyos datos se detallan en el cuadro 5.3. Para estas mismas zonas se obtuvieron los valores de factores de la fórmula, con excepción de P_r, de las tablas de características de los suelos (Ortiz, 1980) de acuerdo a la textura que predomina en cada región obtenidas de la información consultada en las cartas.

Para el caso de la profundidad radicular se consultó también a Ortiz (1980) en donde se obtuvo la profundidad promedio para el maíz que es resultó ser de 100 cm en promedio.

Para la zona I, no se obtuvieron datos de evaporación mensual por la que no fue posible calcular los balances para dicha zona.

El resultado de la aplicación de la fórmula de lámina de retención de máxima de agua en cms, se puede observar en el cuadro 5.4.

5.5.3 Balances hídricos por zonas de precipitación ciclónica

Los balances hídricos fueron trabajados decena a decena desde junio a noviembre (período del cultivo del maíz en la región), de acuerdo al procedimiento descrito en el capítulo 3.

Los años para los cuales se obtuvieron los balances para cada zona aparecen en el cuadro 5.5.

Una vez obtenidos todos los balances (48 en total) resulta interesante observar no solo el valor final del índice de temporal sino también el comportamiento de la precipitaciones, las necesidades hídricas y las reservas del suelo a lo largo de todo el período vegetativo del maíz (Ver anexo C)

Cuadro 5.3

DATOS PARA EL CALCULO DE ALMACENAMIENTO DE SUELO

REGION	CERCA ESTACION	POZO No.	CARTA	PROF. CMS	HORI-ZONTE	TEXTURA 0-30CMS	TEXT % ARCILLA	URA % LIMO	% ARENA	CLASE TEXTURAL
A	28119	2	F14-5	65	A 0-19 AC 19-65	2	28	48	24	MR MEGAJON ARCILLOSO
D	24001	4	F14-8	6	A	0-42	42	36	22	R ARCILLA
F	24026	14	F14-8	42	A AC	3 0-5 15-42	40 36	30 30	26 24	R ARCILLA R ARCILLA
G	21051	92	F14-1	40		3	30	26	44	MR MEGAJON ARCILLOSO
H	21127	63	F14-1	85		2				MR MEGAJON ARCILLOSO

Fuente: INEGI, Carta edafológica, 1980 y Ortiz, 1984.

Cuadro 5.4 CALCULO DE CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO DEL SUELO

ZONA DE % DE PRECIPITACION CIELO-NICA	SERIE	P _{sc}	P _{spmp}	Da	Pr maíz	L maíz (mm)
A	Hh+Vp+1/3	21.5	10.2	1.2	100	135.6
B	Vp+Jc+Hh ₁ /3	34.63	11.3	1.65	100	384.4
C	Vp+Vc/3	34.63	11.3	1.65	100	384.4
D	Vp+Rc/3	34.63	11.3	1.65	100	384.4
E	Vp+Rc/3	34.63	11.3	1.65	100	384.4
F	Hc+Vp+E/2	22.6	14.7	1.6	100	126.4
G	Be+Hh+1/2	21.5	10.2	1.2	100	135.6
H	Be+Hh+1/2	22.6	14.7	1.6	100	126.4

Gómez Mendoza Leticia

Generalmente la diferencia entre las necesidades hídricas del cultivo y la precipitación total del periodo dan idea del exceso o déficit de agua en el ciclo del cultivo.

Las necesidades hídricas del maíz en la región huasteca sufren de un aumento de junio a la 3a. decena de agosto desde donde comienza a disminuir hasta noviembre. Es decir, la fase de mayores requerimientos hídricos es la del espigamiento (que incluye la floración). Puede decirse que la marcha de las precipitaciones en la región comienzan a aumentar en frecuencia y cantidad de lluvia por las mismas fechas. No obstante en agosto se presentan generalmente canículas en la 2a. ó 3a. decena de agosto.

Cabe mencionar que en algunos balances hídricos, el balance de temporal resultó negativo cuando los excesos superaban el doble de la capacidad de almacenamiento del suelo. Estos son resultados obtenidos de acuerdo al método de pronóstico de cosechas (Fréré, 1980), sin embargo, lógicamente los excesos de agua en el suelo no pueden resultar en un índice negativo ya que este solo puede ser 0 ya que el índice nos refiere el éxito o fracaso de la cosecha.

En los balances, se respeta el resultado matemático del índice. pero deben tomarse en cuenta las consideraciones anteriores.

A manera de ejemplo del comportamiento de el índice de temporal en años en que se presentaron ciclones, se toma el de la zona A para el año de 1967. (Ver cuadro 5.6). En este caso las NH fueron de 668.7mm, mientras que la lluvia total fue de 1152mm. En este año se presentó el huracán Baulah en el mes de septiembre. Las precipitaciones en las primeras decenas de junio presentaron un atraso con respecto a otros años. Las NH sumaban ya 28mm para la tercera decena de junio por lo que este déficit provocó una baja en el índice (98.43). Para la tercera decena de junio se presentaron lluvias que no alcanzaron a satisfacer las NH. A esto se le añadió un periodo de lluvias muy escasas hasta el inicio del espigamiento. Para estas fechas el índice ya había disminuido hasta 38.9. Para la tercera de septiembre se presentan Baulah con 53mm. Los excesos de agua fueron de 517.6mm y el índice resultó cero, por lo que se deduce que la cosecha fue casi nula para ese año.

De acuerdo al cuadro 5.5 que considera los balances hídricos por zonas así como sus precipitaciones ciclónicas se aprecia que, en el periodo 1950-1985, los años que presentan precipitaciones ciclónicas en cuando menos una estación de las huastecas fueron: 1956, 1960, 1965, 1966, 1967, 1968, 1970, 1971, 1973, 1975, 1977, 1979, 1980 y 1984.

Comparando los balances con la precipitación ciclónica anual (ver cuadro 5.5) nos indica que la cantidad anual de lluvia ciclónica no determina el índice. Se pueden observar años en los que la lluvia ciclónica tiene un porcentaje alto, no indica un índice bajo ni tampoco se da la relación inversa. Esto indica que es más importante considerar la distribución de la lluvia a la largo de las fases fenológicas del cultivo.

A continuación se describen los balances hídricos para cada zona de precipitación ciclónica.

Cuadro 5.5

INDICE DE TEMPORAL Y PRECIPITACION CICLONICA POR ZONAS

AÑO DE BALANCE	REGION A			REGION B			REGION C		
	HIDRICO INDICE	PREC.CIC mm	PREC.CIC %	INDICE	PREC.CIC mm	PREC.CIC %	INDICE	PREC.CIC mm	PREC.CIC %
1956*							-1242	215	14.1
1957							100		
1958*									
1959*									
1960							82.76	100	18.6
1965	94.27								
1966*	66.26	144	19.4						
1967*	-30.12	139	34.4	65.6	11	0.9			
1968*	96.21	51	7.3						
1970*	-108.9	60	5.6						
1971*	59.45	22	2.8						
1973*		4	0.5						
1975*									
1976									
1977*	42.58	45	10.5	51.6	40	8.2			
1979*	34.54	2	0.8	100	53	6.2			
1980*	58	118	26.16	56.86	178	30.9			
1982				95.44					
1983*				91.84					
1984*	-33.61			68.59					
1985									

* Indica años con ciclones.

Gómez Mendoza

Cuadro 5.5 (cont.)
 INDICE DE TEMPORAL Y PRECIPITACION CICLONICA POR ZONAS

AÑO DE BALANCE	REGION D			REGION E			REGION F		
	HIDRICO INDICE	PREC.CIC mm	PREC.CIC %	INDICE	PREC.CIC mm	PREC.CIC %	INDICE	PREC.CIC mm	PREC.CIC %
1956*									
1957									
1958*									
1959*									
1960									
1965				98.4			50.86		
1966*							40.93	116	13.2
1967*				63.61	159	13.4	41.64	10	1.2
1968*				98.52	85	10.5	-43.3	75	6.2
1970*									
1971*									
1973*									
1975*	-10.15	50	5.9						
1976									
1977*	100	298	33.6						
1979*	37.6	30	8.3						
1980*				80.95	218	36.3	30.22	190	23.3
1982				50.01					
1983*				93.33			100		
1984*				-12			-53.71		
1985									

Cuadro 5.5 (cont.)
 INDICE DE TEMPORAL Y PRECIPITACION CICLONICA POR ZONAS

ANO DE BALANCE	REGION G			REGION H		
	HIDRICO INDICE	PREC.CIC mm	PREC.CIC %	INDICE	PREC.CIC mm	PREC.CIC %
1956*						
1957						
1958*						
1959*						
1960						
1965	-104.1					
1966*	-90.02	225	13.1			
1967*	-183.3	113	5.4			
1968*	-113.1	0	0			
1970*						
1971*						
1973*						
1975*						
1976						
1977*	58.9	40	8.2			
1979*	57.2	53	6.2			
1980*	-96.8	267	15.7	14.86	464	22.3
1982	-64.5					
1983*				-287.6		
1984*				-366.5	333	10.9
1985						

Zona A. En general los índices calculados mostraron que para años con ciclón se presentaron descensos en sus valores. No obstante los años de 1965 y 1968 los índices fueron altos.

Para 1966 se presentaron 281 mm en una decena provocando que el índice disminuyera a partir de finales de julio. Para 1970 las precipitaciones ciclónicas de Junio hecharon a perder la cosecha hasta el amacollamiento al igual que en el año de 1977.

En la mayoría de los años trabajados se observó que durante el amacollamiento, al presentarse ciclones, se disminuye el índice para 1968 y 1969 aunque se presentaron ciclones, estos vinieron a aliviar periodos de sequía para el periodo de espigamiento.

ZONA B. Los índices son de más o menos del 50% para años con ciclón. Cuando no se presentan eventos los índices son alrededor del 90%, No obstante para 1979 (año de sequía), los ciclones aliviaron las sequías a la primera semana de agosto.

ZONA C. Solo se calcularon tres balances y uno de ellos para años con ciclón. Para 1956 se presentó un índice que fue negativo (cero) ya que se presentaron hasta 935 mm de lluvia ciclónica para la primera decena de septiembre. Debe indicarse que este fue un año de muchos desastres por actividad ciclónica.

Debe indicarse que también se presentaron índices de 80% aproximadamente para 1960 por lluvias intensas en julio y septiembre no debidas a ciclones.

ZONA D. Se presentaron índices aún más bajos que en las 3 primeras zonas para años con ciclones, pero en esta zona la lluvia ciclónica de 1977 en la primera decena de septiembre no represento excesos como para las demás zonas de la Huasteca.

ZONA E. Los índices son mayores para años con ciclones en relación con los demás zonas. Estos índices son de 80% al 98%, para 1965, 1968 y 1990 en donde la precipitación se presentó antes del espigamiento. Se observó contrariamente a las demás zonas que para años sin ciclón el índice disminuye. como en 1982, en donde se presentaron deficits de agua en la nacencia y amacollamiento.

ZONA F. Los índices de temporal se presentaron muy bajos en general tanto para años con ciclón como para años sin ciclón. En casi todos los años el índice fue del 40% aproximadamente.

En esta zona se presentaron excesos de agua principalmente en las fases de maduración. En ésta solo se presentó un índice de 100% (1983) para un año en que no se presentaron eventos, esto indica que las condiciones climáticas no son propicias para el cultivo del maíz ya que las fluctuaciones de la lluvia son muy grandes.

ZONA G. Los índices comienzan a disminuir más drásticamente para estas áreas que presentaron mayores variaciones de precipitación por estar cercanas o en las sierras. En años de 1977 y 1979 donde casi fue del 60%.

ZONA H. En áreas cercanas a la sierra de Huachinango los índices resultaron con valores de cero para años con ciclón igualmente que en las zona G.

Estas dos últimas zonas son poco propicias para la agricultura y en especial para el cultivo del maíz. Por ello la mayoría de la agricultura es de subsistencia.

Los resultados generales de los índices de temporal por zonas de precipitación ciclónica indican que la incidencia de ciclones influye en la disminución de los rendimientos en el cultivo del maíz. Solamente en algunos casos la lluvia ciclónica represento un suministro de agua oportuno para salvar la cosecha, como en el caso de los años de 1977, 1979 en casi todas las zonas y 1980 en la zona E, en estos casos la incidencia de lluvia ciclónica aunque no significó un índice del 100%, en realidad salvo la cosecha ya que se presentó oportunamente en el ciclo del cultivo.

Debe considerarse que también se presentaron excesos de agua en años en que no hubieron eventos ciclónicos. Esto indica que los balances aquí trabajados no toman en cuenta las variaciones de la lluvia no ciclónica.

Los balances que se obtuvieron no garantizan que la producción real de maíz de esos años se encuentra relacionada con los índices de temporal. Sin embargo, es una medida que toma en cuenta todos los factores meteorológicos que influyen en el desarrollo de las plantas para cada año.

En este trabajo trato de relacionar los índices finales de cada zona con la producción y rendimientos reales de cada una de ellas. Sin embargo, dada la variación espacial de los índices, era necesario obtener los datos de rendimientos para cada municipio. No se podría relacionar el rendimiento del maíz para todo el estado contando solamente con los balances de una sola estación por zona. Desgraciadamente la organización poco uniforme de la información agrícola, impidió realizar las correlaciones entre los índices y los rendimientos reales del cultivo.

5.6 ZONIFICACION AGROCLIMATICA EN LAS HUASTECAS

Para efectos de la zonificación agroclimática, se debe destacar la importancia del comportamiento de las fases del cultivo en relación a la lluvia ciclónica. Por ello se tomaron en cuenta los porcentajes de lluvia ciclónica que se presentaron en cada fase del maíz. Se dió mayor importancia al período de espigamiento como el más crítico con respecto a las variaciones del suministro de agua según Doreboos (1986) y Naya (1984).

Además se consideraron los valores de los índices finales y decenales de cada estación estudiada respecto a la aparición de las fases fenológicas del maíz.

Para un mejor manejo de los índices de temporal se consideraron solo los finales de cada año. Se calcularon los índices promedios para años con ciclones y sin ciclones para todo el período el cuadro 5.7 indica los valores de los índices para zonas de precipitación ciclónica

Cuadro 5.7

INDICES DE TEMPORAL MEDIO POR ZONAS DE PRECIPITACION CICLONICA ANUAL								
PROMEDIOS	ZONA A	ZONA B	ZONA C	ZONA D	ZONA E	ZONA F	ZONA G	ZONA H
TOTAL	47.14	75.7	60.6	0	69.26	38.95	14.5	0
CON CICLONES	36.4	72.4	0	45.8	59.4	42.5	23.2	4.9
SIN CICLONES	95.2	95.4	91.4	0	82.3	59.8	21.5	0
NUM.DE EVENTOS	11	7	3	3	7	7	8	3

(Gómez Mendoza)

Para las zonas D y H el los promedios de los índices para todo el períodos resultaron cero porque solo se pudieron calcular balances para años de ciclones . Para la zona C el balance fue cero para años con ciclón porque no se calcularon para años sin ciclón.

Los rangos de los índices que se consideraron fueron los siguiente de acuerdo a Freré (1980).

RANGO INDICE	CALIFICACION
0 -20	MUY B A J O
20.1-40	B A J O
40.1-60	R E G U L A R
60.1-80	B U E N O
80.1-100	M U Y B U E N O

Como resultado se obtuvieron los siguientes mapas:

1) Índices de temporal anuales promedio para el período 1950-1985

En este mapa se pueden observar los resultados promedios por zonas de precipitación ciclónica. Este mapa es indicativo del comportamiento general de los índices de temporal sin considerar extensiones entre años con y sin eventos (ver cuadro 5.7).

Ninguna de las zonas presentó índices muy buenos. La zona B obtuvo índices promedios de 75.7%. Las zonas que presentaron índices buenos fueron la B, C y E para todo el período de estudio.

Los índices regulares se presentaron en las zonas A y D, mientras que los índices bajos y muy bajos se presentaron en las zonas F, G y H (Anexo A, ver mapa A12).

Se puede observar que los índices mayores se presentaron en las zonas que generalmente presentan mayores porcentajes de lluvia

ciclónica, al norte de la región Huasteca.

2) Índices de temporal anuales promedio para años con eventos ciclónicos.

En este mapa (anexo A, mapa A13) se indican los rangos de los índices de temporal obtenidos en promedio solo para años con ciclón. En la mayoría de las regiones es difícil observar áreas de excesos y déficits de agua homogéneos en el tiempo, sino que más bien se presentan años de excesos y déficits.

Sin embargo este mapa indica los valores de los índices de temporal se pueden alcanzar cuando se presentan ciclones.

Cuando se presentaron ciclones no se registraron índices de temporal muy buenos. Los índices buenos se presentaron en las regiones B y E.. Por otra parte las zonas D y F presentaron índices regulares. Las zonas A y G presentaron índices bajos. Los índices muy bajos se presentaron solo en la Sierra de Huachinango (zonas H y I) , además de la zona C.

Las áreas que reciben mayor incidencia directa de lluvia ciclónica en el norte y en el sur son las que presentan regulares y bajos índices de temporal, mientras que las áreas centrales no resultan tan afectadas en la agricultura. Son precisamente las áreas centrales las que reciben no tan directamente la lluvia de huracanes.

3) Índices de temporal anuales promedio para años sin eventos ciclónicos.

Los índices muy buenos para las zonas A, B, C y E. Los índices buenos sólo se presentaron en la zona F.

La zona G presentó índice bajo y los valores mas bajos se presentaron en las zonas H e I (Sierra de Huachinango). (Ver anexo A, mapa A14)

Para la región de las Huastecas, cuando no se presentan ciclones, los índices pueden ser muy buenos en las regiones central y norte. Pueden disminuir en las zonas del sur por presentar ciclos de lluvia más abundante por estar cercanas a la costa y además presentar una barrera topográfica que aumenta las precipitaciones no ciclónicas.

4) Areas de riesgo para el ciclo del maíz durante años con ciclones

En la mayoría de los casos en que se presentan ciclones los rendimientos, calculados mediante el índice de temporal de manera teórica, bajaron considerablemente. La mayoría de la cosecha se pierde por anegamiento del cultivo. Por esa razón se decidió elaborar un mapa

que indicara las áreas en donde el cultivo del maíz sufrió daños durante su ciclo vegetativo cuando se presentaron eventos en el año.

Lo importante aquí, es indicar la fase que generalmente sufre daños, por ello se presentan en este mapa, (anexo A, mapa A15) las fases que más frecuentemente sufren daños.

Este mapa no sólo es una revisión histórica de los daños causados por los ciclones en el cultivo del maíz, sino que, eventualmente, puede consultarse para la elaboración de calendarios del cultivo teniendo en cuenta que puede presentarse un ciclón en el año.

Para este mapa se revisaron todos los balances hídricos de cada zona y se observaron las fases que resultaron afectadas por la lluvia de huracanes. En todas las zonas se presentó generalmente un comportamiento uniforme, por lo que esta relación se obtuvo fácilmente.

En la mayoría de las zonas se presenta más de una fase afectada ya que generalmente la lluvia ciclónica se manifiesta en fechas de transición de una fase a otra y, en casos excepcionales, se dan dos eventos cada uno en distintas fases fenológicas.

Las zonas de riesgo durante el amacollamiento son A, G, H e I, las cuales reciben precipitaciones ciclónicas mayores en los meses de junio y julio.

Las zonas de riesgo durante el espigamiento, la fase más crítica, son B, C, D, F, G, H e I. Es decir, todas las zonas del norte y del sur. Estas son áreas con mayores lluvia ciclónicas en agosto y septiembre.

La fase de madurez se encuentra en mayor riesgo en las zonas A, D, E, F, G, H, e I (Ver mapa A15, anexo A)

En el mapa A15 (anexo A) también se indican los años en los que los índices fueron muy buenos, a pesar de que se presentaron ciclones.

Para mostrar gráficamente las diferencias entre años con y sin ciclones, observese la figura 5.2 que muestra las variaciones de la lluvia total con respecto a las necesidades hídricas del maíz para un año en que los índices estuvieron cercanos al 100 (1967). En este año no se presentaron ciclones en la zona N. Las lluvias máximas fueron de 90mm y la marcha de la lluvia seguía a las NH. Aunque se presentaron déficits en el amacollamiento y en la madurez, la reserva del suelo evita que el índice disminuya.

En el caso contrario (fig 5.3) durante un año con evento ciclónico (1967) en la misma zona, las precipitaciones de septiembre fueron más de 8 veces las presentadas en 1965. Además la precipitación en las fases de amacollamiento fueron muy bajas. Todo ello provocó que el índice resultará negativo.

Como se puede observar, toda la región de las Huastecas presenta cuando menos una fase con riesgo de ser afectada por excesos de agua si se presenta un ciclón. Desgraciadamente son las fases críticas del maíz las más afectadas. Solamente las zonas B y C podrían considerarse de menor riesgo, ya que solo presentan problemas de excesos en el espigamiento. No obstante la cantidad de lluvia es importante. Puede darse el caso de que la planta pueda prosperar en el resto de su periodo vegetativo, si en el espigamiento la cantidad de lluvia no alcanza a dañar a la planta.

La zonificación agroclimática nos permite distinguir a las zonas

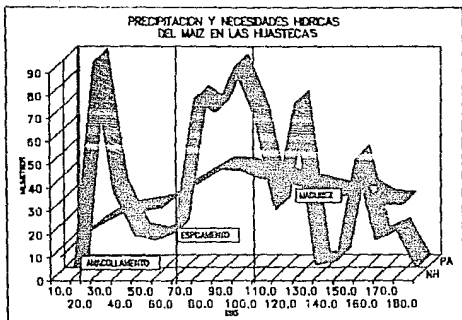


Fig. 5.2 Necesidades hídricas y precipitación en años sin ciclones.

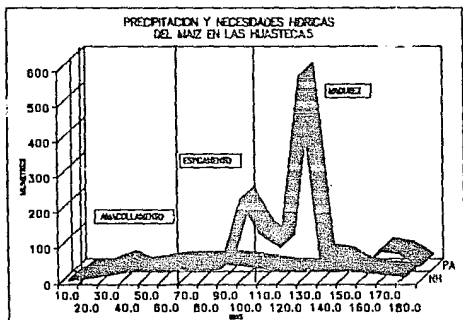


Fig. 5.3 Necesidades hídricas y precipitación en años con ciclón.

A, E y C como las que presentan menores amenazas durante el ciclo completo del maíz. Estas solo se presentan en el amacollamiento, no obstante, presentan mayor porcentaje de lluvia ciclónica anual en los meses de agosto y septiembre.

Estas zonas se presentan en una planicie y por lo tanto las variaciones pluviométricas durante el paso de un ciclón, no son tan grandes como las que se presentan hacia la sierra en el oeste y sur de las Huastecas.

Estas áreas coinciden con las regiones agrícolas de temporal y de riego más importantes de la región. Son zonas que presentan menores riesgos en años con ciclón.

CONCLUSIONES

A continuación se presentan los resultados más importantes obtenidos en el presente trabajo.

A pesar de que las estaciones no presentan registros pluviométricos uniformes en el tiempo, el manejo que se hizo de ellos a nivel espacial y temporal, permitió generalizar el comportamiento de la precipitación ciclónica en su distribución temporal y espacial en la región de las Huastecas como ejemplo de lo que podría hacerse para otras áreas del país.

La zonificación inicial de la lluvia ciclónica en una región permite analizar las cantidades de esta variable importante para la determinación de las posibles fluctuaciones pluviométricas en la superficie de manera espacial y temporal a lo largo del período 1950-1985.

Para el caso de la región de las Huastecas, no solo las trayectorias ciclónicas siguen patrones determinados en el tiempo, como ya lo han demostrado algunos estudios, sino que también las precipitaciones que estos generan en tierra ya sea de manera directa e indirecta.

Para la región de las Huastecas, la precipitación ciclónica puede llegar a representar más del 80% de la precipitación total y, en eventos extremos puede ser del 100% respecto a la lluvia total mensual en las zonas del noreste y sur de las Huastecas. Con respecto al total regional, la lluvia ciclónica puede ser de casi el 13%.

Los porcentajes de lluvia ciclónica anual presentan una relación directa con la lluvia total anual. A un aumento de la actividad ciclónica, corresponde un aumento en la lluvia total. Esto además de indicar la importancia de la lluvia ciclónica en el régimen pluviométrico de las huastecas, indica que no existen períodos de sequías que se vean aliviados por la presencia de ciclones cuando menos en la región estudiada. Es decir, que cuando no se presentan ciclones y las lluvias no ciclónicas son muy bajas el resultado es un período de sequía.

Para la región estudiada, la temporada de incidencia ciclónica inicia en el mes de junio, alcanza una mayor cantidad de precipitación en los meses de agosto y septiembre y termina en noviembre. Los mayores porcentajes de lluvia ciclónica con respecto a la lluvia total se presentan en noviembre para años sin eventos ciclónicos. Sin embargo esto es porque en este mes se presentan las menores cantidades de precipitación total de la temporada de lluvias. Para los años con presencia de ciclones, el mes de mayor porcentaje de lluvia ciclónica es septiembre.

A nivel anual, las áreas al norte de las Huastecas reciben mayores porcentajes de lluvia ciclónica (más de 20%), las zonas centrales, valores intermedios (14-20%) y las zonas del sur tienen los porcentajes más bajos (8-10%).

Existe coincidencia entre los años en los que se presentaron experimentos en ciclones bajo el proyecto *Stormfury* y los años en que se presentaron porcentajes y cantidades de lluvia ciclónica muy bajas en la generalidad de las estaciones analizadas. Sin embargo dada la complejidad física de estos fenómenos no es factible atribuir a estos experimentos los períodos de sequía en los años de 1960 a 1965 y de 1977 a 1979.

Contrariamente a lo que se pensaba en el inicio del estudio, los años con presencia de ciclones representaron en la mayoría de los casos una disminución en el índice de temporal del cultivo del maíz. Esto se debe a que la lluvia ciclónica se presenta en los meses de agosto y septiembre, época en que se presenta la fase de empigamiento del maíz, considerada la de mayor vulnerabilidad en relación a la cantidad de agua proporcionada.

No existe una relación directa entre los índices de temporal y los porcentajes de lluvia ciclónica de cada zona delimitada. Esto indica que la cantidad de la lluvia ciclónica no es tan determinante en el rendimiento de cultivos sino que también lo es la intensidad con que se presenta.

La zonificación agroclimática, indica que las zonas A, E y C, es decir, el noroeste, noroeste y la franja central de las Huastecas son las áreas que presentan menos amenaza para el ciclo completo del maíz. En estas zonas solo se presentan daños en el amacollamiento a pesar de presentar mayor porcentaje de lluvia ciclónica anual y en los meses críticos de septiembre y agosto. Estas zonas se presentan sobre una planicie y por lo tanto las variaciones espaciales del paso de un ciclón y las lluvias que ocasiona no son tan grandes como las que se presentan hacia las regiones de las sierras del oeste y sur de las Huastecas. Estas áreas además coinciden con las regiones agrícolas de temporal y de riego de la región. Por lo que estas zonas se encuentran bien ubicadas en áreas de menores riesgos tanto en años en los que se presentan ciclones como para todo el período en general. Cabe destacar que en estas zonas los años en que se presentaron ciclones los índices de temporal llegaron a ser muy buenos.

La metodología aplicada en este estudio para la zona de las huastecas, puede también serlo para zonas más interiores del país pero bajo las consideraciones de este estudio. La zona de las huastecas, por estar cercana a las costas recibe grandes volúmenes de lluvia ciclónica y de porcentajes hasta del 46% en los meses de septiembre cuando aumenta la frecuencia de incidencia ciclónica en el Golfo. No obstante, para otras áreas como las de la meseta central la separación de la lluvia ciclónica puede ser complicada. En estas zonas actúan factores de topografía y climas locales que confunden a la lluvia ciclónica con la no ciclónica. Además la precipitación ciclónica, directa o indirecta, puede provenir de los dos océanos en algunas ocasiones. Por ello es recomendable delimitar las zonas a estudiar en base a sus características físicas.

Los resultados de este estudio a nivel anual, son de importancia meteorológica y podrían aplicarse a estudios de cambios climáticos locales, por otra parte, los resultados a nivel decenal y mensual resultan de importancia agroclimática.

Para estudios posteriores, es recomendable un análisis de los datos absolutos de la lluvia ciclónica para obtener probabilidades de valores de lluvia esperados para un sitio y temporada dados, basándose en un estudio histórico de estos datos.

México cuenta con una gran variedad de ambientes que se encuentran expuestos a las catástrofes naturales de distintos orígenes. Se puede decir que la variedad climática implica variedad de desastres: heladas, sequías, lluvias intensas, ciclones, etcétera. Pero también gracias a esta diversidad climática ambiental prosperan en nuestro país gran variedad de cultivos, que ubicados idóneamente de acuerdo al clima de cada sitio, significaría un avance en la tarea de la autosuficiencia alimentaria. Esto responde a una adaptación del hombre a los diversos ambientes y que no implica precisamente cambiarlos o alterarlos.

Una de las preocupaciones del gobierno mexicano es la autosuficiencia alimentaria, sin embargo, uno de los impedimentos para lograrla es la presencia de los desastres naturales, los cuales ocasionan grandes pérdidas en las áreas de productos básicos cultivados principalmente en régimen de temporal.

México, como país subdesarrollado debería poner más atención a la precipitación asociada a ciclones, ya que las áreas agrícolas mayormente beneficiadas son las de temporal. Las tierras de labor de temporal están supeditadas a la intensidad, cantidad y frecuencia de lluvia ciclónica. La presencia tardía o temprana de las lluvias determina el éxito o fracaso del cultivo en el 80% de la superficie de labor del país.

Se debe considerar que los ciclones no solo destruyen, sino que también construyen ambientes naturales y agrícolas mediante la acción de sus variables sobre el territorio. De los estudios que se generen sobre este tema dependerá el aprovechamiento que hagamos de los fenómenos ciclónicos y contribuir al desarrollo de una agricultura sostenible en México.

BIBLIOGRAFIA

- Aguilera, M. 1980 *Relaciones agua-suelo-planta -atmósfera.* " 2a.ed UACH, México.
- Azzi, Girolamo. 1968. *Ecología agrária.* La Habana, Cuba, Instituto del Libro.
- Bassols, A. 1986. *Recursos naturales de México.* Nuestro Tiempo. México.
- Bassols, A. 1977. *Las Huastecas en el desarrollo regional de México.* Ed. Trillas. México.
- Begon, M. et.al. 1988. *Ecology individuals, populations and communities.*
- Colegio de Posgraduados de Chapingo. 1975. *Manual de conservación de suelo y agua.* Chapingo, México.
- Coll. A. 1986. *¿Es México un país agrícola?. Siglo XXI .* (Economía y demografía). México.
- Cuanalo de la Serda, (1989) *Regiones fisiográficas de México.* Colegio de Posgraduados de Chapingo, México.
- Chung, Joseph, 1987. "Fiji, land of tropical cyclones and hurricanes: A case study of agricultural rehabilitation". en *Disasters: the journal of disasters studies and practice.* Vol II num 1.
- De Fina, A. 1973 *Fenología y climatología agrícola.* Buenos Aires .
- Dittus, W. 1985. "The influence of cyclones on the dry evergreen forest of Sri-Lanka" en *Biotropica.* Vol.7 núm 1. pp 1-14.
- Díaz, A. 1983. "Tropical storms in Central America and Caribbean: characteristic rainfall and forecasting of flash floods" en *Hydrology of humid tropical regions.* num 40. Great Yout.
- Doorenbos, J; Kassam, A; et al. 1966. *Efectos del agua sobre el rendimiento de los cultivos.* (Estudio FAO, Riego y Drenaje núm. 33). Roma.
- Estrada, Alfonso. 1985 *Precipitación máxima producida por huracanes.* Tesis Maestría. Fac. de Ciencias, UNAM, México.
- Fréré, M; Popov, G. *Pronóstico de cosechas basado en datos de agroclimatológicos.* (Estudio FAO: Producción y protección vegetal), FAO, Roma.
- Flores D. 1986. "Breve análisis sobre la agricultura de temporal en México" en *Foro: Panorama de la agricultura mexicana, reflexiones preguntas y respuestas.* Instituto de Geografía. UNAM, México.
- García, Enriqueta. 1986. *Apuntes de climatología.* Ed. mimeografica. 5a. ed. México.

- García, E; R. Vidal. 1981. "La tendencia de la precipitación en la parte central de México en los últimos 50 años" en *Biotica*. Vol.6 núm 1. pp 103-115.
- Gómez Rojas, Juan Carlos. 1991. *Agroclimatología y espacio geográfico en el noreste del estado de Morelos*. Tesis doctoral, UNAM
- Gray, William. 1968 "Global view of the origin of tropical disturbances and storms" en *Monthly Weather Review*. Vol.96 núm 10 octubre, pp 669-700.
- Gray, William, 1985. "Tropical cyclone global and regional climatology" *Proceedings of the WMO of the international Workshop on tropical cyclones (IWTC)*. Tropical Meteorology Programme Report Series . Report 21. Bangkok. pp. 25-36.
- Hughes, P. 1987 "Hurricanes haunt our history" en *Weatherwise* June vol 40, num 3. pp 134-140.
- Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, IMTA. 1989 *Diagnóstico de la ganadería bovina en la región huasteca*. México D.F.
- Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas INIA. 1982. *Ciclos de cultivo*. SARH, México.
- James Cook University of north Queensland. 1978. *Desing for tropical cyclones*. (A vacation school). 4 - 7 sep. , Townsville. Australia.
- Jáuregui, Ernesto. 1989. "Los huracanes profieren a México" en *Información científica y tecnológica*. Vol LL núm. 155. Agosto. México, D.F. pp 48-51.
- Jáuregui, Ernesto. 1990. "Evaluación de los riesgos de ciclones tropicales en las costas de Nayarit-Sinaloa" en *Memorias del XII Congreso Nacional de Geografía*. T. I. SHGE. Tepic, México. pp.244-256.
- Jáuregui, Ernesto. 1967. "Las ondas del Este y los ciclones tropicales en México". en *Ingeniería Hidráulica en México*. vol. 21 núm 3, pp. 197-208.
- Jáuregui, Ernesto. 1989. "Los ciclones del Norte de México y sus efectos sobre la precipitación". en *Ingeniería Hidráulica en México* .septiembre-diciembre . pp. 43-50.
- Jordan, C. 1985. *Nutrient cycling in tropical forest ecosystems*. Jonh Wiley and Sons.
- Kwong Woo-pui. 1974. *Tropical cyclone rainfall in Hong Kong*. (Roual observatory, Hong Kong thecnical note 38). Abril . Hong Kong.
- Latorre, C. 1988 "Influencia, de los ciclones en la precipitación de Baja California Sur" en *Atmosfera*. Num 1.

- López Portillo, J. 1990. "Los incendios de Quinana Roo, catástrofe o evento periódico?". en *Ciencia y desarrollo*. Vol. XVI, núm 91 pp 43-57.
- Marks, Frank. 1985. "Evolution of the structure of precipitation in hurricane Allen 1980 " en *Monthly Weather Review*. vol 113. junio. pp 909-930.
- Mc Bride, 1985. "Tropical Cyclone structure *Proceeding of WMO international Workshop on tropical cyclones (IWTC)*. Bangkok. pp. 37-45.
- Melgarejo Vivanco, José. 1990. "Ripios de huracán". en *INFOHMAC*. Enero de 1990. México. pp. 16-19
- Naidu, B. 1985 "Disaster preparedness in agriculture with particular reference to cyclones in Andhra Pradesh" en *Vayu Mandal January-june India*.
- Namais, J. 1954. "Long range factors affecting the genesis and paths of tropical cyclones" en *Short period climatic variations (1990) San Diego University*. pp 220-226.
- Naya, Antonio. 1984. *Meteorología superior*. España-Calpe S.A. Madrid.
- Nieuwof, S. 1982. *Tropical climatology An introduction to the climate of low latitudes.*, John Wiley & Sons 204 pp.
- NOAA, 1989. *A tropical cyclone data tape for the North Atlantic Basin 1886-1983: contents, limitations and uses*. Technical Memorandum NWS NHC22 .
- NOAA, 1988 *Hurricane tracking chart*
- Ortiz Villanueva, Ortiz Solorio. 1980. *Edafología*. Universidad Autónoma de Chapingo. México.
- Ortiz Solori, Carlos. 1987. *Elementos de agrometeorología cuantitativa*. 3a ed. Universidad Autonoma de Chapingo. México.
- Ortiz Solorio, C. 1984. *Edafología*. UACH. México.
- Puig, Henry. 1984 *Vegetation de la Huasteca*.
- Riquelme, D; J. Vivo. 1972. "El Weather Bureau de EU desvia huracanes y ocasiona una indiscutible disminución de las lluvias en México" en *Anuario de Geografía*. UNAM, México.
- Rosengaus M., J. Sánchez. 1990. "Gilbert ; ejemplo de huracanes de gran intensidad" en *Ingeniería hidráulica en Mexico*. Vol. V , num.1. II epoca, enero-abril . SARH, México
- Sánchez-Seama, J. 1985. *Vientos máximos debidos a ciclones tropicales*. Tesis maestría , UNAM, México.
- Sánchez, J., A. Valdón. 1989. *Análisis de la precipitación del huracán Gilberto* IMTA. Informe interno.

- Sierra, R. 1984. "Los huracanes . en *Apuntes el tiempo, el clima y la agricultura*. Col. Geografía, UNAM.
- Simpson, R. 1965. "El proyecto Stormfury, experimento para modificar el tiempo huracanado" en *Geofísica Internacional*. Vol.5, núm 2 pp. 63-70.
- Smith, D. K., 1989. *Provisión de desastres naturales: el aporte de los servicios meteorológicos e hidrológicos*. OMM, Núm 722, 47 pp.
- Sosa, B. 1965. *Estudio agrológico de las Huastecas SLP, Veracruz y Tamaulipas*. (Proyectos: El Pujal, Río Tampaón, Tamalté, Río Coy, Bernal,, Río Guayalejo) Tomo I . SARH México D.F.
- Sugg, A. 1968 " Beneficial aspects of tropical cyclones". en *Journal of applied meteorology*. vol 7, february.
- Torres Ruiz , Edmundo. 1983. *Agrometeorología*. Ed. Diana, México.
- Tricart, Jean. 1987. *Algunos aspectos de las relaciones entre el hombre y los ecosistemas*. Instituto de Geografía, (Divulgación geográfica, num 7). UNAM, México.
- Vivó, J. 1974. *Sobre experimentos en huracanes*. Sobretiro del Anuario de Geografía. Año XVI, Facultad de Filosofía, UNAM. México.

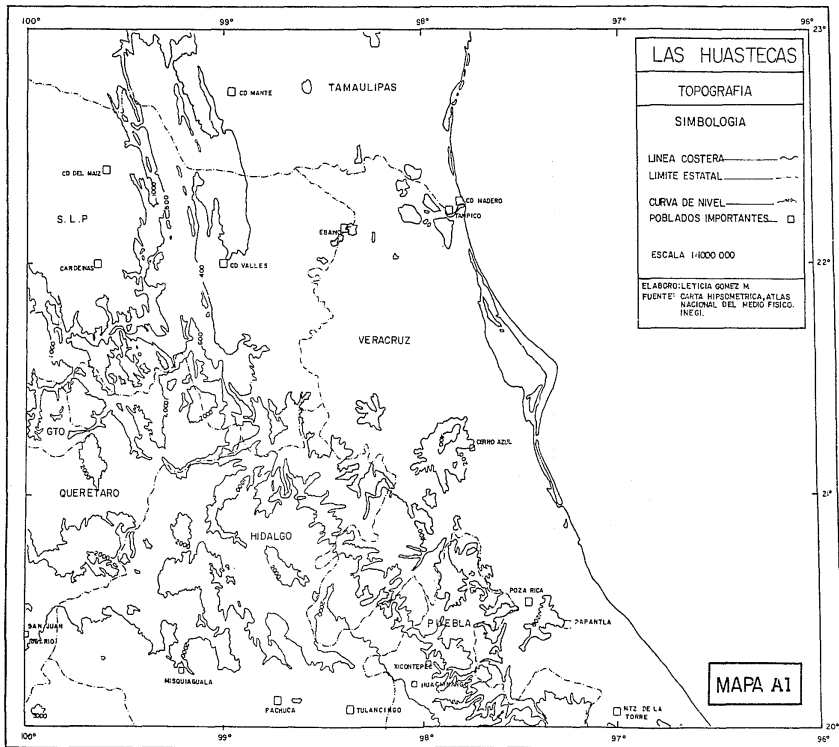
HEMEROGRAFIA

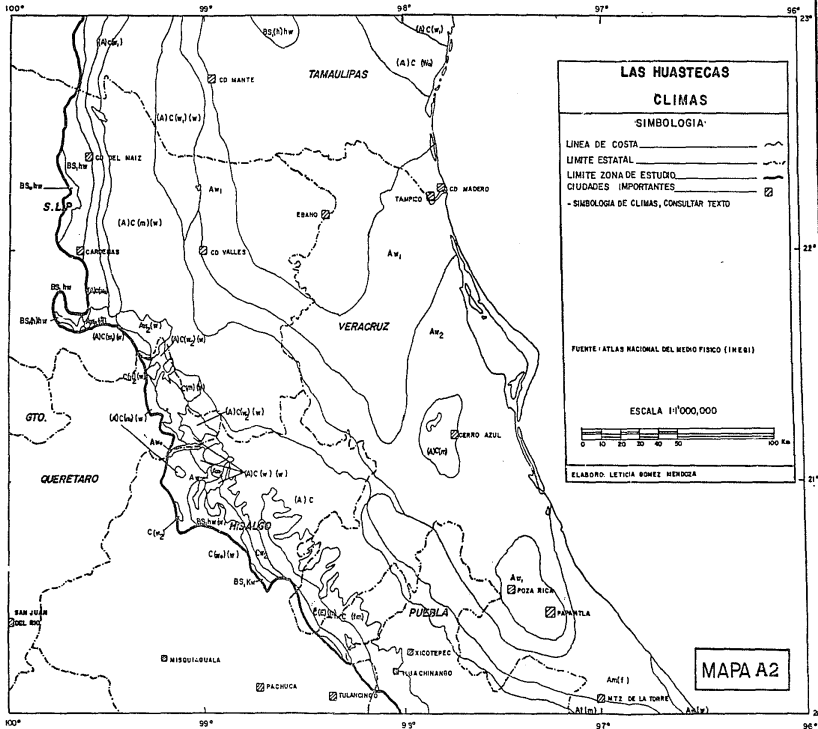
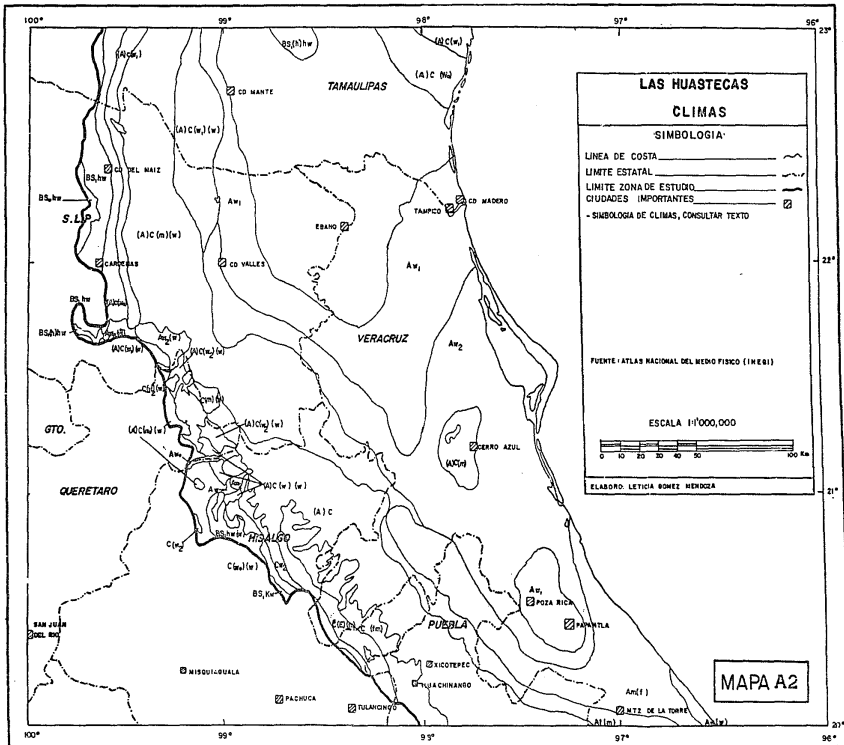
- "Posible que hoy arribe a costas de Tamaulipas la tormenta Diana" en *El Nacional* ., martes 7 de agosto de 1990. México. D.F. p. 7.
- Damnificadas 400 personas en Veracruz por el huracán Diana". *Excelsior* ., miércoles 8 de agosto de 1990. México.D.F. p 49-a.
- "Veintitres muertos por el huracán Diana.". en *Excelsior*, jueves 9 de agosto de 1990. México.D.F. p5-a.

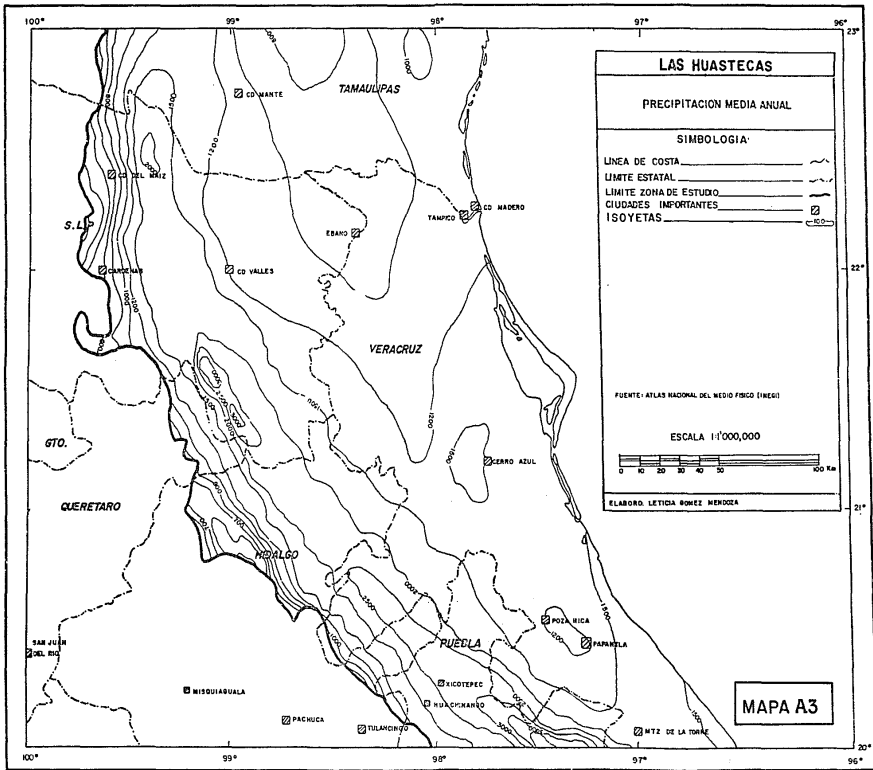
CARTOGRAFIA

- S.P.P. INEGI *Carta de precipitación media anual* .Escala 1:1000 000. Carta México. México 1980.
- S.P.P. INEGI *Carta de climas* . Escala 1:1000 000. Carta México. México 1980.
- S.P.P. INEGI *Carta de uso del suelo y vegetación*. Escala 1:1000 000. Carta México. México 1980.
- S.P.P. INEGI *Carta topográfica*. Escala 1:1000 000. Carta México. México 1980.
- S.P.P. INEGI. *Carta edafológica*. Escala 1:250,000. Cartas F14-12, F14-8, F14-5. México, 1980.

ANEXO A
CARTOGRAFICO







100°

99°

98°

97°

96°

23°

S.L.P.

GTO.

QUERETARO

SAN JUAN
DEL RIO

MISQUIAUALA

PACHUCA

TULANGUINO

XICOTEPEC

HUACHARANGO

PUEBLA

POZA RICA

PAPANOLA

MTZ DE LA TORRE

TAMAULIPAS

CD MANTE

CD DEL RUIZ

CANCILLAS

CD VALLES

EBANGO

TAMPICO

CD HADERO

VERACRUZ

CERRO AZUL

22°

21°

20°

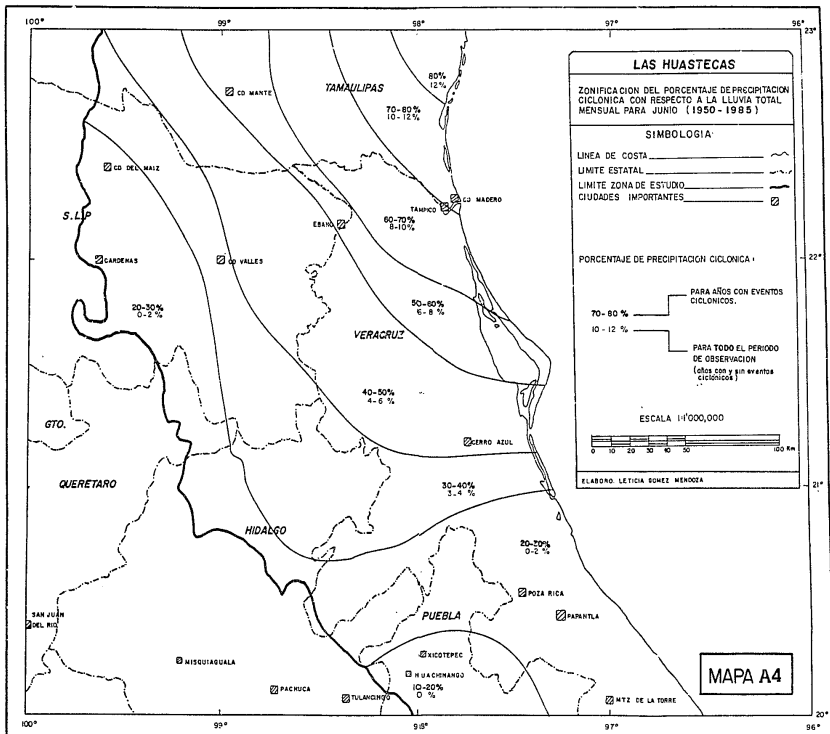
100°

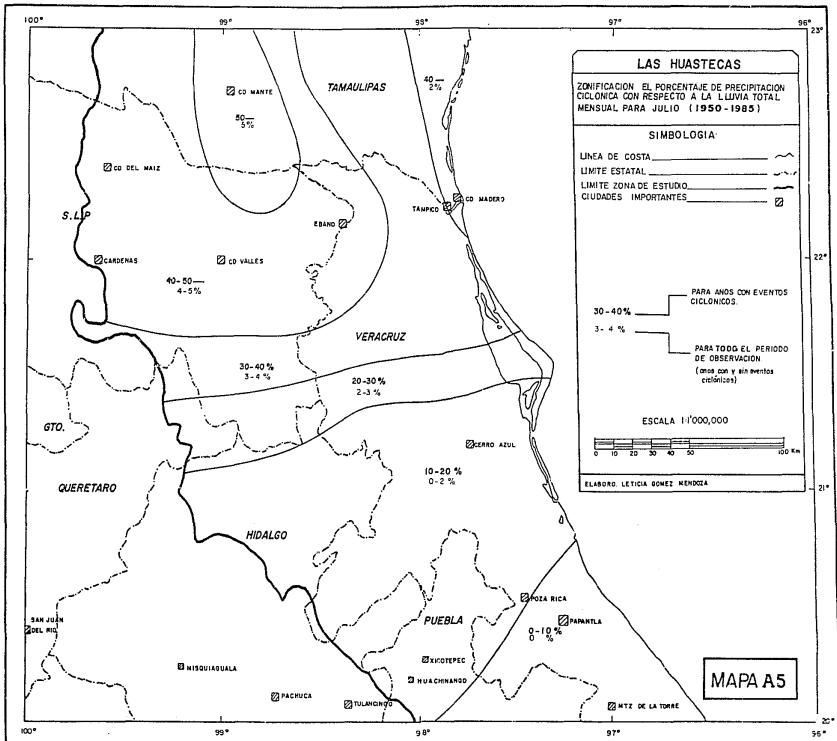
99°

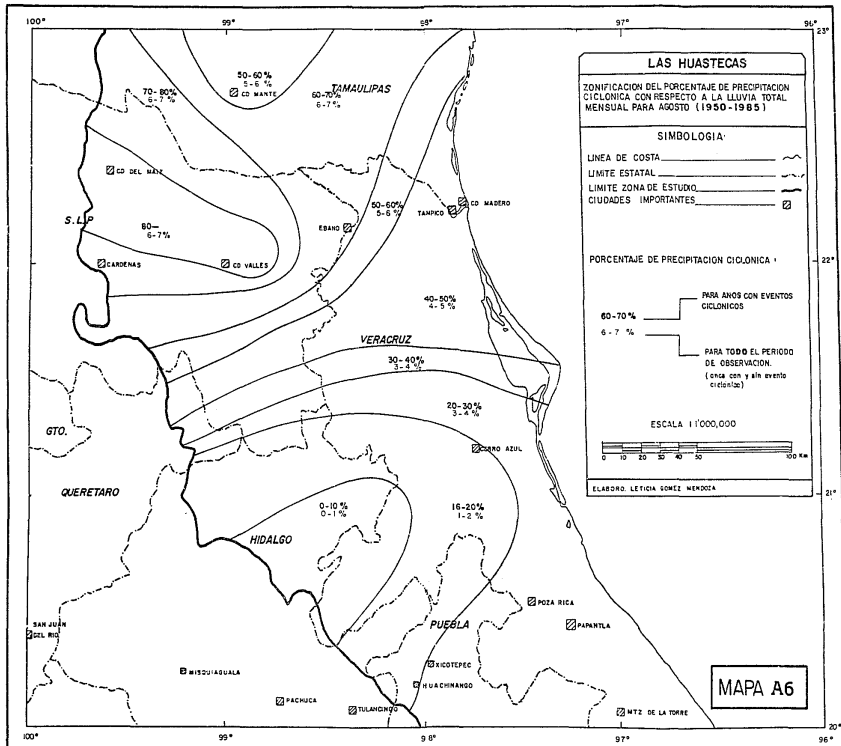
98°

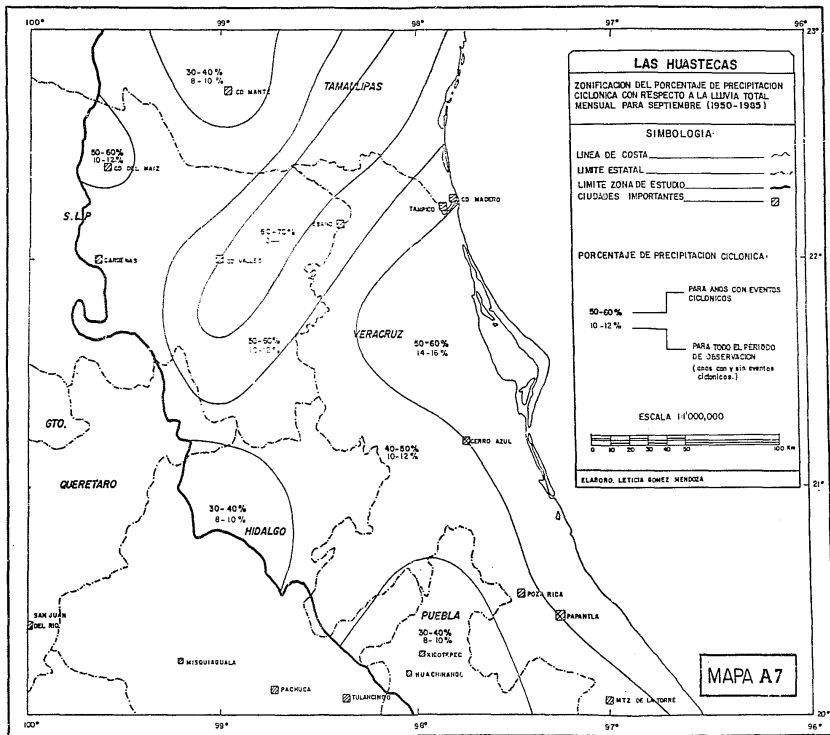
97°

96°









100°

99°

98°

97°

96°

23°

30-40%
8-10%

CD. MANTZ

TAMAULIPAS

50-60%
10-12%

CD. DEL MAIZ

S. L. P.

CD. CARMENAS

60-70%
14-16%

CD. VALLES

CD. EBAN

TAMPICO

CD. MADRID

50-60%
10-12%50-60%
14-16%40-50%
10-12%

CD. CERRO AZUL

GTO.

QUERETARO

30-40%
8-10%

HIDALGO

SAN JUAN

DEL RIO

MISQUIQUALA

PACHUCA

TULANGHINO

PUEBLA

30-40%
8-10%

XICOTPEC

HUACHINANGO

CD. POZA RICA

PAPANOLA

MTZ. DE LA TORRE

22°

21°

100°

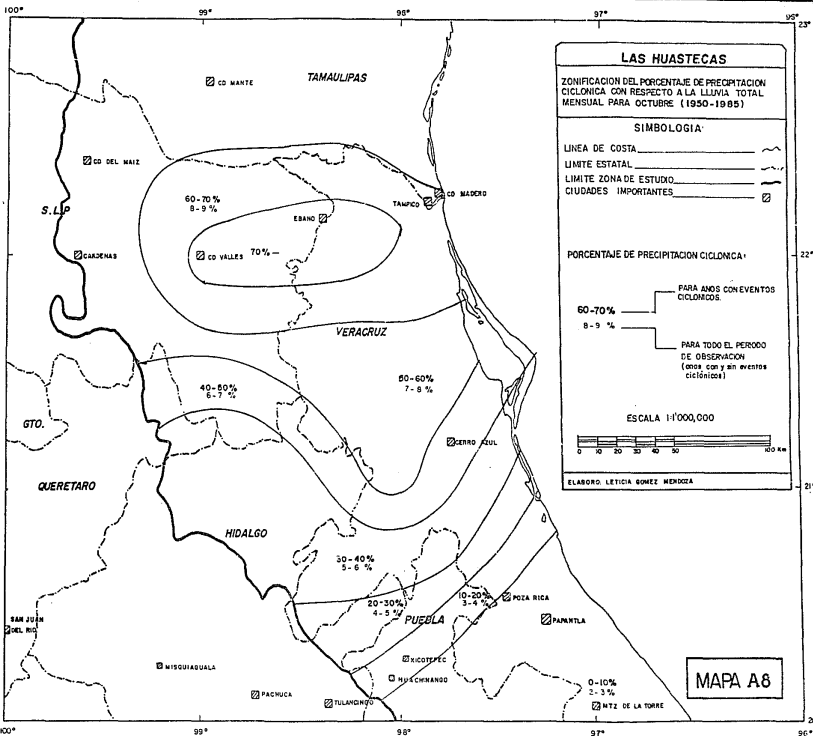
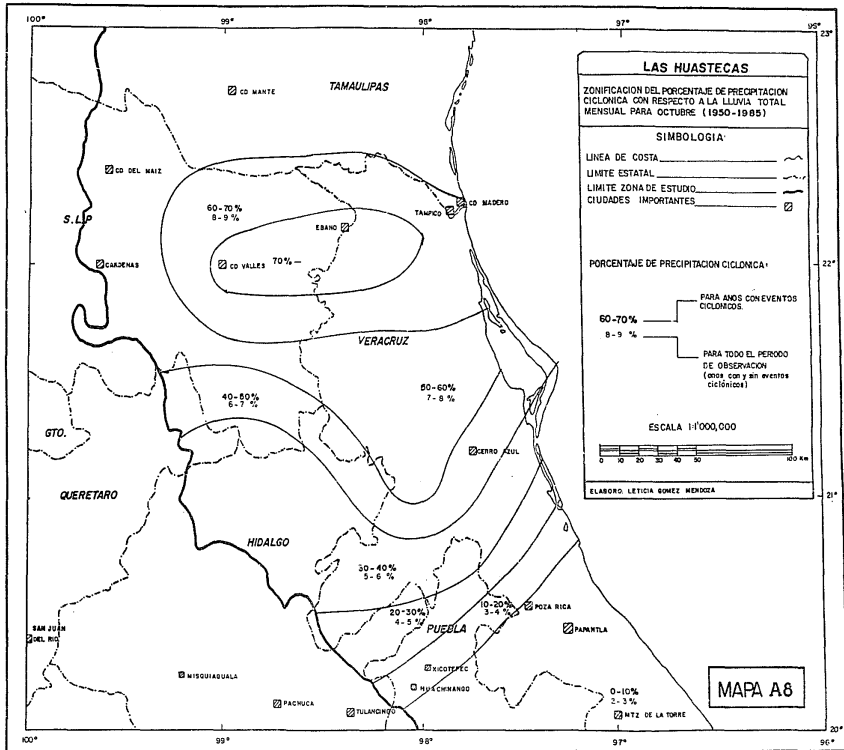
99°

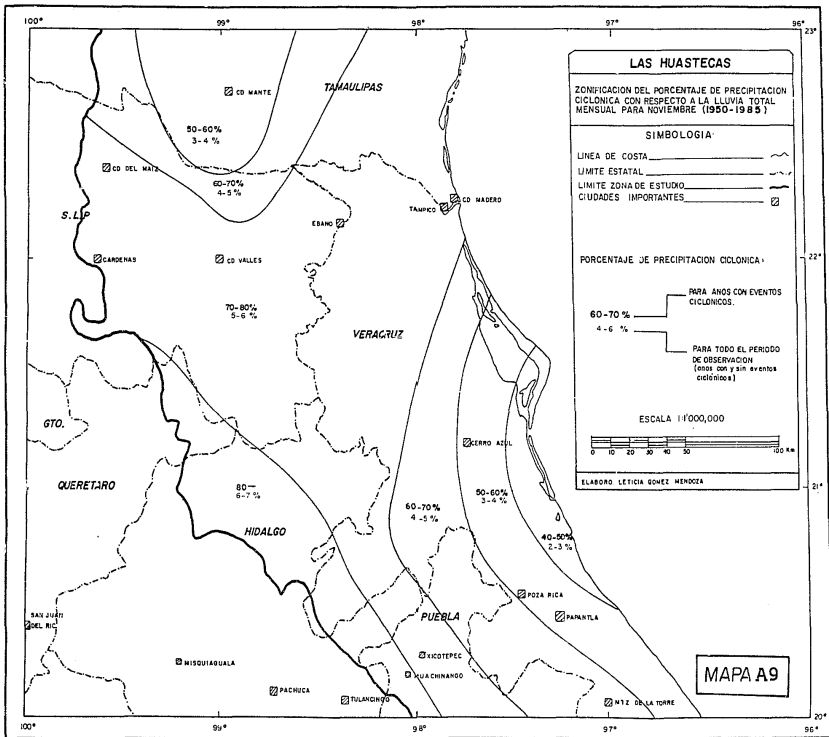
98°

97°

96°

20°





100°

99°

98°

97°

96°

23'

CD MANTE

TAMAULIPAS

50-60%
3-4%

CD DEL MAR

S.L.P.

CD VALLES

ESANO

TAMPICO

CD HADERO

CD CADERNAS

GTO.

QUERETARO

70-80%
5-6%

VERAGRUZ

CERRO AZUL

60-70%

4-6%

PARA TODO EL PERIODO
DE OBSERVACION
(años con y sin eventos
ciclónicos)

ESCALA 1:1'000,000

0 10 20 30 40 50 100 km

LABORO LETICIA GOMEZ MENDOZA

22'

80-
6-7%

HIDALGO

60-70%
4-5%50-60%
3-4%40-50%
2-3%SAN JUAN
DEL RIO

MISQUIAGUALA

PUERBLA

POZA RICA

PAINANTLA

PACHUCA

XICOTEPEC

MUCHINANDÓ

TULANCINGO

NTZ DE LA TORRE

100°

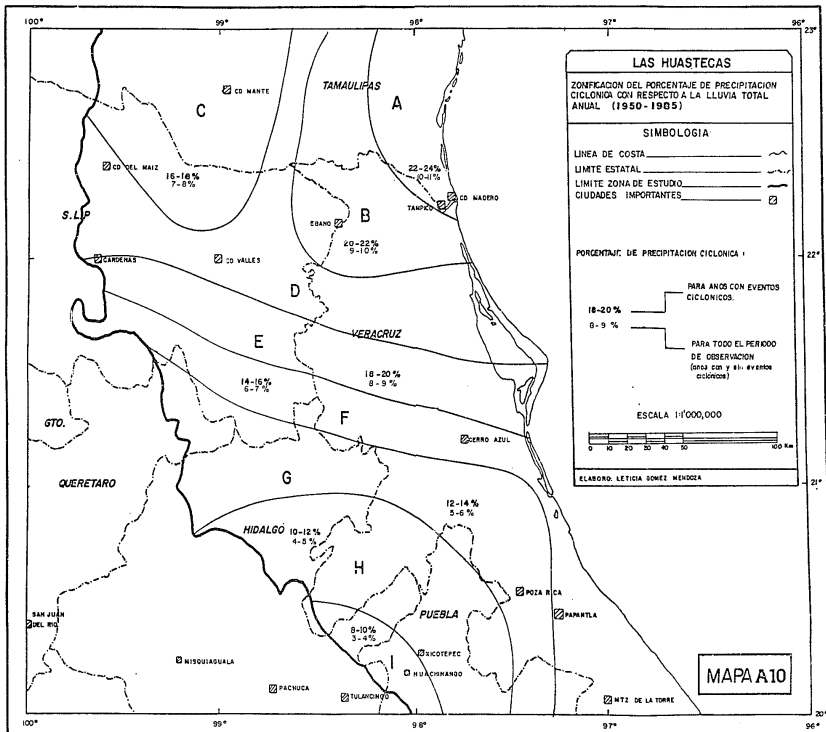
99°

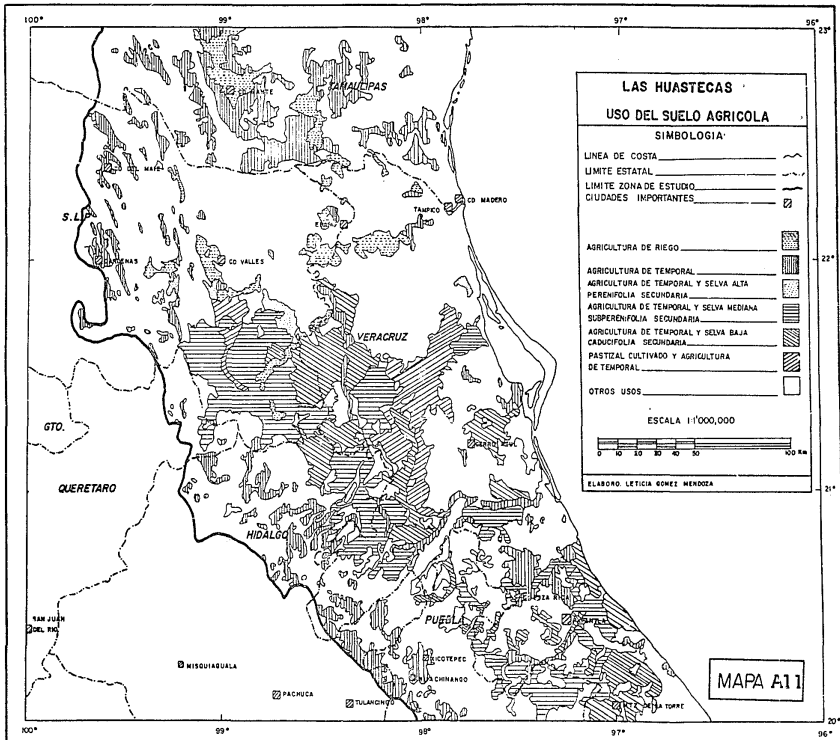
98°

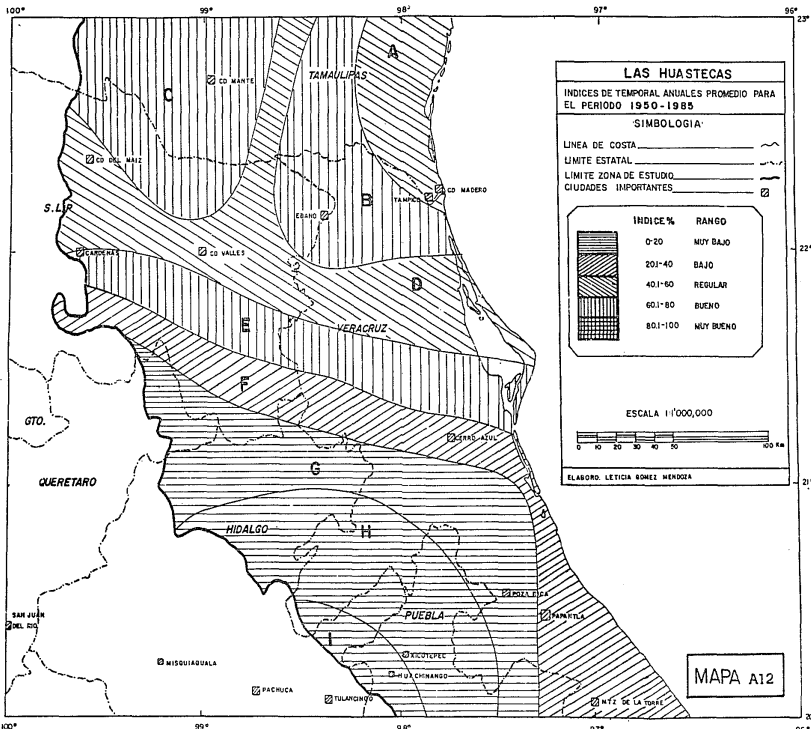
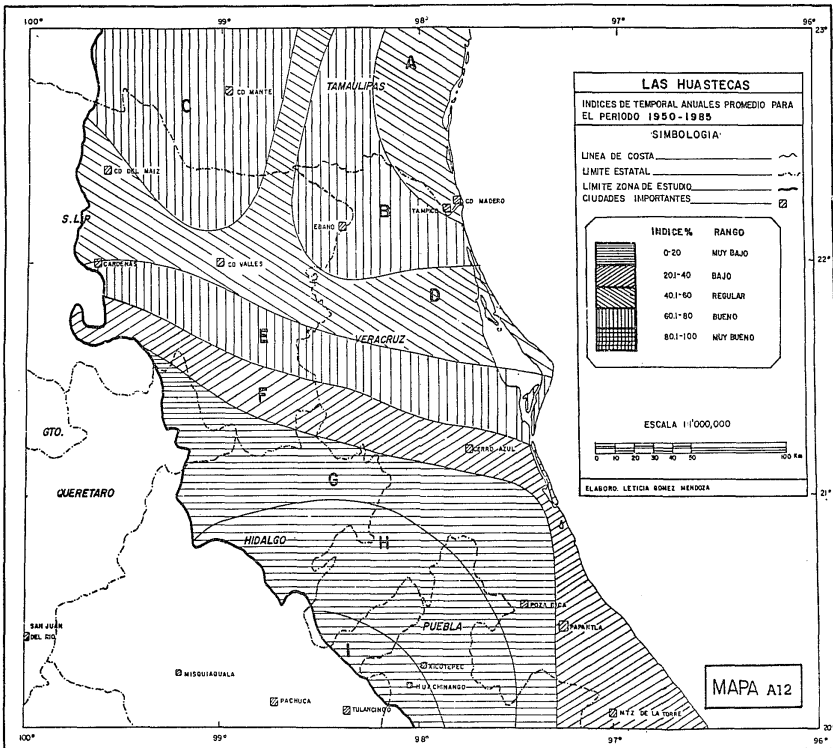
97°

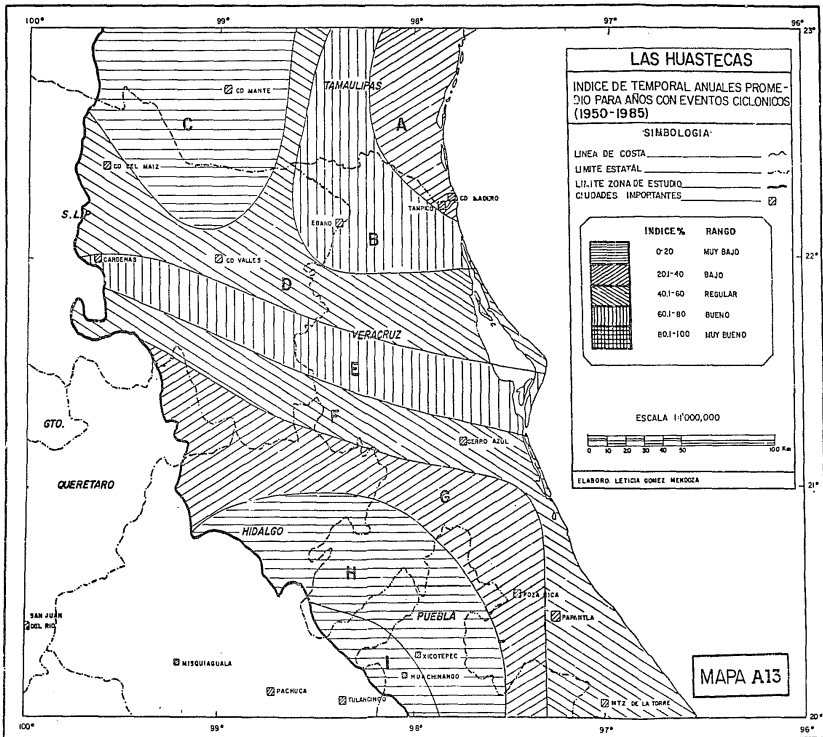
96°

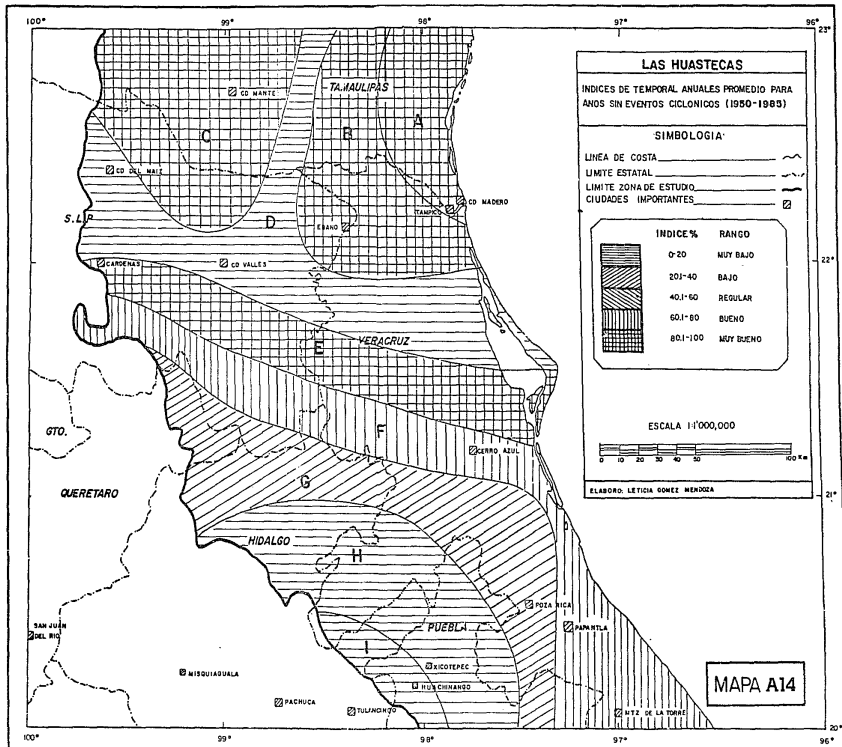
20'

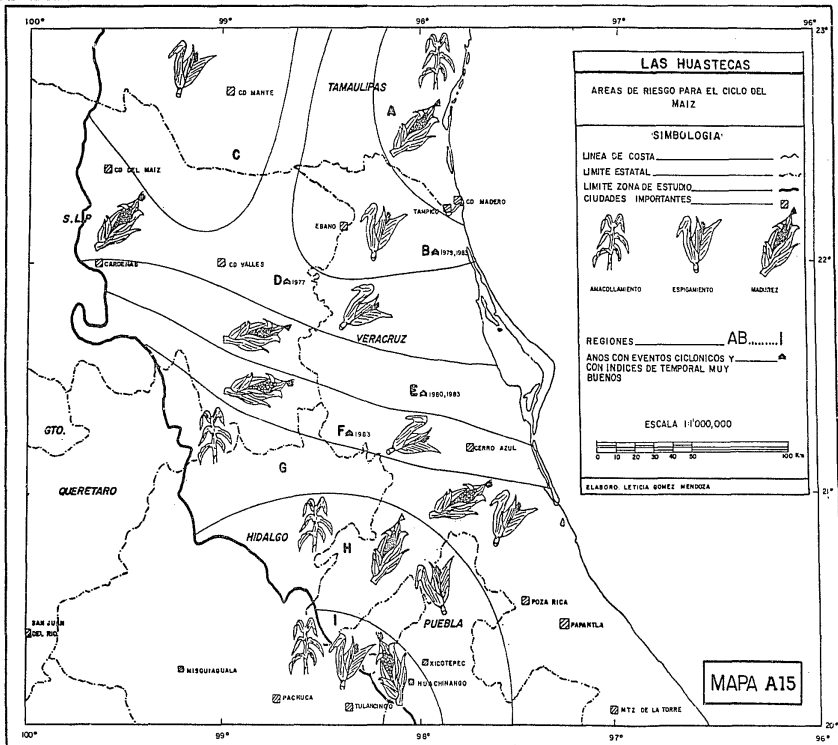












ANEXO B

**RESUMEN ESTADISTICO DE LA LLUVIA TOTAL, LLUVIA DE HURACANES
Y PORCETAJE DE LLUVIA DE HURACANES DE LA HUASTECA**

ESTACION		LLUVIA TOTAL (mm)						
		JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	ANUAL
28110.00	PROM	245.56	186.28	280.22	239.83	163.28	48.94	1166.11
	STD	173.24	109.43	192.04	113.17	112.93	49.56	252.81
	MAX	591.00	389.00	861.00	507.00	400.00	159.00	1579.00
	MIN	0.00	40.00	45.00	64.00	0.00	0.00	597.00
28119.00	PROM	154.77	108.46	101.92	171.85	80.08	49.69	668.77
	STD	132.31	92.42	65.41	133.48	134.11	80.00	310.60
	MAX	400.00	323.00	192.00	448.00	530.00	281.00	1152.00
	MIN	0.00	0.00	0.00	0.00	2.00	0.00	103.00
28008.00	PROM	210.67	154.50	136.00	134.50	97.25	43.56	776.50
	STD	138.55	110.22	75.15	84.51	56.65	36.91	322.14
	MAX	465.00	341.00	258.00	318.00	270.00	117.00	1201.00
	MIN	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	31.00
28043.00	PROM	103.38	175.54	123.85	137.38	70.46	8.38	619.00
	STD	112.64	166.58	92.05	109.77	74.00	16.51	281.07
	MAX	399.00	588.00	356.00	315.00	266.00	63.00	1094.00
	MIN	0.00	0.00	8.00	0.00	0.00	0.00	240.00
28057.00	PROM	113.26	105.16	127.79	144.89	65.89	25.68	592.68
	STD	32.49	90.09	0.00	38.23	56.33	41.32	280.10
	MAX	373.00	273.00	399.00	1062.00	222.00	171.00	1515.00
	MIN	0.00	11.00	9.00	0.00	0.00	0.00	227.00
28110.00	PROM	141.34	130.79	102.41	246.69	109.66	44.31	775.41
	STD	108.99	100.63	88.52	201.89	98.93	66.23	330.07
	MAX	338.00	377.00	432.00	854.00	406.00	357.00	1439.00
	MIN	1.00	6.00	6.00	15.00	0.00	0.00	234.00
28055.00	PROM	147.23	80.62	120.54	171.46	72.69	24.23	618.77
	STD	119.01	78.18	93.82	131.89	90.85	19.12	216.81
	MAX	494.00	294.00	339.00	441.00	349.00	67.00	996.00
	MIN	9.00	6.00	8.00	20.00	0.00	0.00	142.00
30049.00	PROM	199.92	159.92	153.08	170.67	108.92	73.92	866.42
	STD	139.37	90.67	132.29	136.48	101.35	52.93	269.46
	MAX	475.00	345.00	463.00	583.00	346.00	187.00	1411.00
	MIN	0.00	57.00	4.00	0.00	0.00	10.00	510.00

		LLUVIA TOTAL (mm)						
30067.00	FROM	197.17	273.13	183.96	301.91	185.30	79.74	1201.22
	STD	114.48	144.89	97.10	206.18	102.75	68.12	382.84
	MAX	468.00	601.00	427.00	975.00	385.00	299.00	2388.00
	MIN	0.00	64.00	56.00	65.00	29.00	7.00	663.00
30106.00	FROM	162.67	150.11	183.44	250.11	134.89	111.67	992.89
	STD	118.01	113.06	108.35	75.30	57.58	113.59	159.63
	MAX	405.00	384.00	394.00	364.00	232.00	329.00	1226.00
	MIN	51.00	20.00	65.00	138.00	56.00	9.00	761.00
30122.00	FROM	158.30	170.09	91.00	319.22	135.26	67.39	941.26
	STD	132.37	154.45	93.47	274.02	108.77	63.04	551.04
	MAX	409.00	466.00	347.00	1106.00	386.00	295.00	2260.00
	MIN	0.00	6.00	0.00	0.00	0.00	0.00	86.00
30124.00	FROM	191.12	189.12	111.62	309.00	119.81	68.19	977.85
	STD	124.72	137.35	109.49	271.31	103.77	68.70	479.70
	MAX	426.00	466.00	463.00	1106.00	386.00	295.00	2260.00
	MIN	0.00	18.00	4.00	0.00	0.00	0.00	287.00
30125.00	FROM	129.40	81.04	99.76	265.68	117.36	108.56	799.80
	STD	101.08	70.17	98.73	191.70	91.24	95.51	366.22
	MAX	326.00	241.00	389.00	803.00	440.00	350.00	1537.00
	MIN	0.00	0.00	6.00	13.00	0.00	0.00	192.00
30222.00	FROM	207.60	290.20	215.20	258.20	110.60	101.20	1183.00
	STD	237.86	102.61	91.89	185.72	87.73	91.89	426.99
	MAX	648.00	425.00	351.00	508.00	266.00	274.00	1934.00
	MIN	0.00	135.00	128.00	0.00	0.00	0.00	679.00
30178.00	FROM	173.82	140.59	114.41	223.59	110.71	52.08	815.18
	STD	168.88	107.55	78.84	180.83	74.68	44.59	262.63
	MAX	572.00	355.00	310.00	746.00	267.00	187.00	1342.00
	MIN	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	353.00
30180.00	FROM	211.00	166.38	130.50	200.75	114.13	99.25	922.00
	STD	112.84	160.64	114.93	98.96	61.13	77.56	183.47
	MAX	340.00	440.00	400.00	394.00	226.00	270.00	1279.00
	MIN	0.00	0.00	12.00	79.00	41.00	14.00	627.00

		LLUVIA TOTAL (mm)						
30190.00	PROM	178.00	74.20	125.80	126.20	138.20	107.40	749.80
	STD	142.41	58.83	96.90	91.30	112.01	49.89	448.14
	MAX	348.00	175.00	287.00	270.00	319.00	186.00	1220.00
	MIN	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	28.00	28.00
30191.00	PROM	114.87	202.00	121.33	226.07	132.67	107.80	904.73
	STD	68.85	159.79	75.33	237.96	93.78	119.18	474.16
	MAX	298.00	554.00	304.00	1027.00	358.00	408.00	2338.00
	MIN	0.00	35.00	18.00	47.00	12.00	0.00	404.00
24001.00	PROM	279.57	314.57	273.78	377.13	164.26	70.43	1479.74
	STD	198.66	195.49	170.35	258.81	132.52	65.02	495.66
	MAX	725.00	733.00	701.00	1152.00	536.00	302.00	2292.00
	MIN	25.00	5.00	0.00	0.00	0.00	0.00	635.00
24116.00	PROM	112.89	85.88	83.25	187.63	73.13	23.00	545.56
	STD	85.76	68.95	54.71	235.71	92.03	28.82	257.41
	MAX	284.00	231.00	213.00	985.00	291.00	80.00	1291.00
	MIN	0.00	0.00	0.00	7.00	8.00	0.00	316.00
24012.00	PROM	198.58	156.25	143.92	226.92	145.50	55.17	924.33
	STD	130.33	118.02	135.54	128.49	111.18	44.01	245.18
	MAX	389.00	375.00	463.00	588.00	407.00	148.00	1340.00
	MIN	20.00	38.00	12.00	110.00	18.00	5.00	516.00
24018.00	PROM	192.50	94.00	173.38	197.38	124.88	71.75	853.88
	STD	151.10	86.33	111.25	119.79	113.12	54.37	281.27
	MAX	478.00	254.00	355.00	457.00	417.00	191.00	1306.00
	MIN	34.00	0.00	36.00	82.00	50.00	6.00	577.00
24015.00	PROM	122.38	93.62	115.00	204.08	68.85	28.15	632.08
	STD	102.05	74.55	80.13	141.39	59.94	27.93	244.41
	MAX	331.00	259.00	282.00	567.00	244.00	98.00	1150.00
	MIN	4.00	0.00	3.00	31.00	0.00	2.00	180.00
24026.00	PROM	332.60	231.07	210.47	364.60	189.40	93.80	1321.93
	STD	180.85	195.94	177.47	256.22	149.28	90.84	454.74
	MAX	585.00	700.00	682.00	993.00	522.00	387.00	2091.00
	MIN	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	554.00

		LUVIA TOTAL (mm)						
24072.00	FROM	301.14	131.00	278.00	330.29	139.29	109.29	1239.00
	STD	99.81	85.77	242.19	144.95	118.45	66.84	331.21
	MAX	492.00	299.00	663.00	639.00	357.00	214.00	1963.00
	MIN	171.00	55.00	50.00	192.00	22.00	11.00	963.00
24140.00	FROM	119.20	212.20	142.40	230.40	119.40	31.20	854.80
	STD	63.89	201.08	34.99	133.82	72.74	20.80	274.22
	MAX	237.00	584.00	194.00	405.00	216.00	60.00	1188.00
	MIN	53.00	51.00	111.00	92.00	20.00	4.00	360.00
13011.00	FROM	209.57	187.14	155.71	254.57	143.79	105.50	1056.29
	STD	170.79	136.40	134.50	196.01	87.37	73.73	291.37
	MAX	465.00	435.00	492.00	817.00	350.00	255.00	1701.00
	MIN	15.00	25.00	15.00	0.00	35.00	12.00	436.00
13034.00	FROM	287.40	335.40	202.60	372.70	231.60	82.80	1512.50
	STD	122.18	170.78	144.20	158.50	116.38	64.32	426.49
	MAX	560.00	779.00	552.00	616.00	399.00	207.00	2171.00
	MIN	100.00	79.00	50.00	154.00	52.00	0.00	583.00
13048.00	FROM	314.29	303.82	313.24	562.76	328.18	130.18	1952.47
	STD	192.60	150.44	209.96	400.36	191.63	60.62	571.42
	MAX	657.00	670.00	982.00	1333.00	840.00	230.00	3162.00
	MIN	77.00	75.00	108.00	186.00	100.00	47.00	1213.00
13050.00	FROM	168.15	178.77	179.38	315.00	117.15	63.69	1022.15
	STD	123.46	99.26	89.37	154.33	45.03	39.14	252.48
	MAX	401.00	408.00	348.00	794.00	223.00	159.00	1390.00
	MIN	11.00	58.00	41.00	123.00	49.00	11.00	631.00
21118.00	FROM	289.19	425.00	318.00	346.81	210.50	89.13	1678.63
	STD	138.68	147.64	169.12	191.18	155.40	62.27	485.05
	MAX	535.00	762.00	738.00	846.00	597.00	199.00	2597.00
	MIN	0.00	252.00	46.00	40.00	38.00	0.00	951.00
21051.00	FROM	431.13	558.33	482.47	466.00	264.53	138.80	2341.27
	STD	183.08	243.91	189.68	164.47	94.79	95.20	388.95
	MAX	754.00	1007.00	790.00	740.00	382.00	425.00	2942.00
	MIN	136.00	168.00	180.00	188.00	0.00	0.00	1644.00

	LUVIA TOTAL (mm)						
21127.00 PROM	503.88	610.88	444.04	529.08	274.24	129.36	2490.48
STD	236.33	246.07	231.23	265.83	194.74	84.94	723.83
MAX	1035.00	1116.00	1028.00	1342.00	777.00	351.00	4019.00
MIN	161.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	647.00

ESTACION		LLUVIA HURACANES						ANUAL
		JUN	JUL	AGS	SEP	OCT	NOV	
28110.00	PROM	10.83	4.94	24.06	18.94	6.94	0.44	66.17
	STD	28.43	23.39	99.18	48.35	15.67	1.83	118.72
	MAX	97.00	89.00	433.00	202.00	50.00	8.00	484.00
	MIN	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
28119.00	PROM	18.31	0.00	9.08	24.69	26.85	0.85	79.77
	STD	42.94	0.00	31.44	85.54	83.93	2.93	120.08
	MAX	119.00	0.00	118.00	321.00	316.00	11.00	354.00
	MIN	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
28008.00	PROM	13.75	15.83	0.00	12.17	4.58	0.33	46.67
	STD	28.52	52.51	0.00	29.20	15.20	1.11	74.05
	MAX	99.00	190.00	0.00	99.00	55.00	4.00	237.00
	MIN	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
28043.00	PROM	1.69	0.00	5.15	18.08	8.85	0.00	33.77
	STD	5.86	0.00	17.85	62.62	21.01	0.00	76.04
	MAX	22.00	0.00	67.00	235.00	66.00	0.00	284.00
	MIN	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
28057.00	PROM	5.79	5.26	22.95	16.84	5.95	0.00	56.79
	STD	22.32	22.33	69.38	43.87	16.67	0.00	89.65
	MAX	100.00	100.00	284.00	166.00	68.00	0.00	284.00
	MIN	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
28110.00	PROM	11.83	3.00	8.69	67.21	6.62	1.07	98.41
	STD	29.56	15.14	38.54	135.33	26.92	4.39	149.40
	MAX	104.00	83.00	211.00	491.00	144.00	23.00	491.00
	MIN	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
28055.00	PROM	7.62	0.00	4.69	24.46	18.92	1.36	57.08
	STD	26.38	0.00	14.35	84.74	81.62	4.80	101.82
	MAX	99.00	0.00	54.00	318.00	232.00	18.00	332.00
	MIN	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
30049.00	PROM	8.75	2.58	0.00	3.67	23.92	3.92	42.83
	STD	20.97	8.57	0.00	9.35	70.32	12.99	86.54
	MAX	71.00	31.00	0.00	33.00	287.00	47.00	320.00
	MIN	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

LLUVIA HURACANES

30067.00	FROM	5.13	5.13	5.22	85.43	4.13	6.61	111.65
	STD	16.94	16.63	17.48	189.38	13.62	31.00	194.02
	MAX	70.00	61.00	75.00	800.00	56.00	152.00	800.00
	MIN	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
30106.00	FROM	28.11	0.00	0.00	24.11	9.33	31.33	92.89
	STD	79.51	0.00	0.00	66.10	25.36	88.62	129.62
	MAX	253.00	0.00	0.00	211.00	81.00	282.00	292.00
	MIN	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
30122.00	FROM	10.91	10.04	9.04	96.09	23.39	1.74	151.22
	STD	29.59	34.28	29.64	180.57	62.21	8.16	199.09
	MAX	116.99	152.00	119.00	719.00	209.00	40.00	719.00
	MIN	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
30124.00	FROM	7.88	8.88	6.89	75.85	19.04	1.81	119.96
	STD	24.82	32.40	24.82	172.35	66.85	9.04	191.89
	MAX	116.00	152.00	119.00	719.00	287.00	47.00	719.00
	MIN	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
30125.00	FROM	7.92	4.52	2.72	50.80	6.12	8.16	80.24
	STD	27.70	15.36	10.15	112.02	23.11	39.98	133.42
	MAX	123.00	60.00	49.00	375.00	116.00	204.00	461.00
	MIN	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
30222.00	FROM	0.00	0.00	7.60	59.20	0.00	0.00	66.80
	STD	0.00	0.00	15.20	118.40	0.00	0.00	133.60
	MAX	0.00	0.00	38.00	296.00	0.00	0.00	334.00
	MIN	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
30178.00	FROM	10.65	3.53	6.76	8.94	19.24	4.00	53.12
	STD	29.22	14.12	27.06	25.16	52.98	16.00	75.38
	MAX	96.00	60.00	115.00	103.00	180.00	68.00	218.00
	MIN	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
30180.00	FROM	0.00	0.00	0.00	34.50	18.13	10.38	63.00
	STD	0.00	0.00	0.00	64.03	31.51	27.45	91.54
	MAX	0.00	0.00	0.00	184.00	76.00	83.00	251.00
	MIN	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

LLUVIA HURACANES

30190.00	PROM	0.00	0.00	3.00	18.60	0.00	0.00	21.60
	STD	0.00	0.00	6.00	23.15	0.00	0.00	21.45
	MAX	0.00	0.00	15.00	53.00	0.00	0.00	53.00
	MIN	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
30191.00	PROM	1.40	4.53	0.00	77.13	3.73	5.20	92.00
	STD	4.10	15.68	0.00	226.70	13.19	19.46	225.58
	MAX	16.00	63.00	0.00	910.00	53.00	78.00	910.00
	MIN	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
24001.00	PROM	2.74	7.91	26.57	54.39	14.39	2.78	108.78
	STD	12.85	37.12	96.17	128.19	47.40	13.05	187.23
	MAX	63.00	182.00	452.00	550.00	223.00	64.00	649.00
	MIN	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
24116.00	PROM	1.81	6.75	2.50	51.50	15.25	0.63	80.44
	STD	7.02	33.89	9.68	157.74	59.08	2.42	170.91
	MAX	29.00	140.00	40.00	652.00	244.00	10.00	652.00
	MIN	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
24012.00	PROM	9.42	18.92	7.08	17.67	25.08	2.00	80.17
	STD	31.23	62.74	23.49	43.23	58.59	6.63	137.13
	MAX	113.00	227.00	85.00	149.00	192.00	24.00	461.00
	MIN	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
24018.00	PROM	0.00	0.00	0.00	3.63	46.88	2.63	53.13
	STD	0.00	0.00	0.00	9.59	103.85	6.95	112.33
	MAX	0.00	0.00	0.00	29.00	317.00	21.00	346.00
	MIN	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
24015.00	PROM	0.00	0.00	0.23	7.69	19.62	1.00	28.54
	STD	0.00	0.00	0.80	26.36	56.70	3.46	59.88
	MAX	0.00	0.00	3.00	99.00	212.00	13.00	213.00
	MIN	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
24026.00	PROM	10.33	0.00	6.27	28.67	19.67	6.40	65.33
	STD	38.66	0.00	1.00	88.16	58.87	23.95	105.20
	MAX	155.00	0.00	4.00	350.00	232.00	98.00	350.00
	MIN	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

LLUVIA HURACANES

24072.00	PROM	0.00	0.00	0.00	23.71	37.00	8.57	69.29
	STD	0.00	0.00	0.00	58.09	64.88	21.00	94.24
	MAX	0.00	0.00	0.00	166.00	182.00	60.00	243.00
	MIN	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
24140.00	PROM	0.00	0.00	35.00	48.40	0.00	0.00	83.40
	STD	0.00	0.00	35.59	76.72	0.00	0.00	108.58
	MAX	0.00	0.00	100.00	198.00	0.00	0.00	298.00
	MIN	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
13011.00	PROM	0.00	0.00	3.00	18.50	4.21	10.93	36.84
	STD	0.00	0.00	9.28	45.80	15.19	39.40	63.69
	MAX	0.00	0.00	36.00	147.00	59.00	153.00	171.00
	MIN	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
13034.00	PROM	4.10	9.70	0.30	35.20	24.20	5.80	79.30
	STD	12.30	29.10	0.90	69.58	48.57	17.40	97.32
	MAX	41.00	97.00	3.00	225.00	130.00	58.00	287.00
	MIN	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
13048.00	PROM	19.76	10.65	0.00	97.94	10.24	11.76	150.35
	STD	79.08	42.59	0.00	241.39	29.41	47.06	241.50
	MAX	336.00	181.00	0.00	761.00	113.00	200.00	761.00
	MIN	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
13050.00	PROM	0.00	0.00	1.92	45.46	4.77	7.54	59.69
	STD	0.00	0.00	4.84	118.44	11.62	26.11	118.47
	MAX	0.00	0.00	17.00	427.00	39.00	98.00	427.00
	MIN	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
21118.00	PROM	0.00	3.83	0.00	47.94	8.50	7.13	67.19
	STD	0.00	14.04	0.00	106.26	22.49	27.60	108.81
	MAX	0.00	58.00	0.00	355.00	68.00	114.00	355.00
	MIN	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
21051.00	PROM	0.00	0.00	3.73	55.67	5.00	9.67	74.27
	STD	0.00	0.00	13.97	97.79	18.71	36.92	112.41
	MAX	0.00	0.00	58.00	305.00	75.00	148.00	305.00
	MIN	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

LLUVIA HURACANES

21127.00	PROM	1.56	1.56	12.98	89.92	8.52	4.80	119.32
	STD	7.64	7.64	49.16	174.98	31.08	23.52	189.28
	MAX	39.00	39.00	240.00	692.00	147.00	120.00	692.00
	MIN	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

PORCENTAJE LLUVIA CICLONICA

ESTACION		JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	ANUAL
28110.00	PROM	4.67	2.38	4.68	7.00	5.38	2.34	5.76
	STD	11.28	9.80	19.30	15.53	13.79	9.64	10.91
	MAX	37.00	42.79	84.24	56.11	53.85	42.11	46.47
	MIN	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		28.05	42.79	84.24	31.48	24.21	42.11	9.43
28119.00	PROM	15.38	0.00	5.07	6.41	8.27	7.69	11.28
	STD	36.08	0.00	17.57	22.22	19.52	26.65	14.44
	MAX	100.00	0.00	65.92	83.38	59.62	100.00	36.23
	MIN	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		100.00	0.00	65.92	83.38	53.72	100.00	29.33
28008.00	PROM	8.58	6.49	0.00	9.47	7.16	4.76	5.32
	STD	17.34	21.52	0.00	21.21	23.75	15.79	8.53
	MAX	55.07	77.87	0.00	59.64	85.94	57.14	24.14
	MIN	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		34.33	77.87	0.00	56.83	85.94	57.14	10.84
28043.00	PROM	5.13	0.00	1.45	5.89	6.93	0.00	5.12
	STD	17.76	0.00	5.02	20.40	18.10	0.00	11.35
	MAX	66.67	0.00	18.82	76.55	65.33	0.00	42.39
	MIN	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		66.67	0.00	18.82	76.55	45.07	0.00	16.63
28057.00	PROM	4.96	4.02	9.76	8.42	5.93	0.00	9.62
	STD	18.35	17.05	26.00	20.16	14.71	0.00	16.23
	MAX	81.97	76.34	89.44	68.31	56.45	0.00	56.33
	MIN	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		47.08	76.34	61.81	39.99	37.57	0.00	20.31
28110.00	PROM	11.04	3.09	5.88	17.91	6.12	6.28	11.84
	STD	26.06	12.82	18.10	28.65	21.28	23.20	16.31
	MAX	90.91	67.46	79.03	100.00	100.00	100.00	62.63
	MIN	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		84.04	44.85	42.50	43.28	59.17	91.07	17.77
28055.00	PROM	6.40	0.00	7.64	5.55	9.42	5.54	7.60
	STD	22.17	0.00	25.17	19.21	22.19	19.19	12.86
	MAX	63.19	0.00	94.74	72.11	66.48	72.00	42.08
	MIN	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		83.19	0.00	49.67	72.11	61.24	72.00	16.47
30049.00	PROM	5.65	0.75	0.00	4.21	6.91	5.85	5.03
	STD	13.94	2.48	0.00	13.37	22.93	19.39	10.07
	MAX	48.30	8.96	0.00	48.53	82.95	79.37	36.66
	MIN	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		33.92	8.96	0.00	25.24	82.95	70.15	10.06

PORCENTAJE LLUVIA CICLONICA

30067.00	FROM	2.33	1.42	3.76	16.92	4.65	4.05	8.15
	STD	7.56	4.87	12.76	26.24	16.91	19.02	11.66
	MAX	27.59	21.67	55.97	82.05	71.79	93.25	34.42
	MIN	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		26.80	16.36	43.29	46.63	53.47	93.25	17.05
30106.00	FROM	8.70	0.00	0.00	6.68	5.11	9.52	7.97
	STD	24.62	0.00	0.00	18.15	13.46	26.94	11.02
	MAX	78.33	0.00	0.00	57.97	43.09	85.71	23.82
	MIN	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		78.33	0.00	0.00	30.05	22.98	65.71	17.93
30122.00	FROM	7.22	3.07	5.75	18.27	9.85	2.56	13.75
	STD	18.77	11.28	18.75	26.88	25.60	12.00	15.59
	MAX	63.39	53.33	73.55	72.10	83.45	58.82	46.71
	MIN	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		55.35	35.35	66.09	52.52	75.48	58.82	24.32
30124.00	FROM	5.28	2.72	4.66	14.34	6.23	2.70	10.54
	STD	15.98	10.66	16.15	24.81	21.60	13.49	14.50
	MAX	63.39	53.33	62.50	72.10	82.95	70.15	46.71
	MIN	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		45.79	35.35	60.56	46.60	61.02	70.15	21.08
30125.00	FROM	3.20	3.58	3.30	12.88	5.15	3.39	9.13
	STD	10.84	12.83	11.30	26.96	15.06	16.59	14.03
	MAX	40.20	59.41	46.67	81.64	59.18	84.65	50.12
	MIN	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		39.94	44.76	41.26	64.41	42.89	64.65	19.03
30222.00	FROM	0.00	0.00	5.94	13.27	0.00	0.00	5.06
	STD	0.00	0.00	11.88	26.55	0.00	0.00	10.13
	MAX	0.00	0.00	29.69	66.37	0.00	0.00	25.32
	MIN	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		0.00	0.00	29.69	66.37	0.00	0.00	25.32
30176.00	FROM	5.50	1.54	5.20	4.40	7.81	4.40	6.80
	STD	15.06	6.16	20.81	11.75	21.39	17.56	10.27
	MAX	47.75	26.20	88.46	39.77	67.42	74.73	36.39
	MIN	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		46.73	26.20	88.46	24.95	66.37	74.73	16.50
30180.00	FROM	0.00	0.00	0.00	12.19	9.75	8.94	6.25
	STD	0.00	0.00	0.00	21.14	17.04	23.66	9.49
	MAX	0.00	0.00	0.00	50.83	43.51	71.55	26.50
	MIN	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		0.00	0.00	0.00	48.76	39.01	71.55	16.66

PORCENTAJE LLUVIA CICLONICA

30190.00	PROM	0.00	0.00	2.56	20.21	0.00	0.00	3.17
	STD	0.00	0.00	5.13	25.56	0.00	0.00	3.46
	MAX	0.00	0.00	12.82	60.61	0.00	0.00	8.30
	MIN	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		0.00	0.00	12.82	50.53	0.00	0.00	5.29
30191.00	PROM	2.04	1.63	0.00	11.96	1.93	4.64	6.28
	STD	6.55	5.43	0.00	25.67	5.27	17.37	10.63
	MAX	26.23	21.36	0.00	88.61	19.63	69.64	38.92
	MIN	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		15.27	13.73	0.00	59.82	14.50	69.64	11.77
24001.00	PROM	0.67	1.36	7.78	10.62	5.15	3.13	6.14
	STD	3.16	6.38	25.32	23.25	16.02	14.66	10.66
	MAX	15.48	31.27	100.00	97.48	74.09	71.91	43.64
	MIN	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		15.48	31.27	59.65	40.73	39.47	71.91	12.83
24116.00	PROM	0.64	3.79	6.25	12.58	5.24	6.25	10.84
	STD	2.47	14.67	24.21	28.69	20.30	24.20	19.73
	MAX	10.21	60.61	100.00	100.00	83.85	100.00	52.59
	MIN	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		10.21	60.61	100.00	67.08	83.85	190.00	28.90
24012.00	PROM	2.56	5.04	8.33	11.59	11.20	5.71	8.09
	STD	8.49	16.73	27.64	28.75	26.34	18.95	14.82
	MAX	30.71	60.53	100.00	100.00	87.20	68.57	52.03
	MIN	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		30.71	60.53	100.00	69.57	67.19	68.57	19.42
24018.00	PROM	0.00	0.00	0.00	3.36	16.34	9.05	4.73
	STD	0.00	0.00	0.00	8.88	26.80	23.95	10.22
	MAX	0.00	0.00	0.00	26.85	76.02	72.41	31.45
	MIN	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		0.00	0.00	0.00	26.85	65.37	72.41	12.62
24015.00	PROM	0.00	0.00	0.27	2.00	10.06	6.25	3.41
	STD	0.00	0.00	0.94	6.05	25.05	21.65	7.38
	MAX	0.00	0.00	3.53	22.78	86.89	81.25	26.56
	MIN	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		0.00	0.00	3.53	12.99	65.38	81.25	8.87
24026.00	PROM	3.73	0.00	0.16	6.00	5.91	5.04	3.81
	STD	13.96	0.00	0.58	15.71	19.12	18.85	5.94
	MAX	55.96	0.00	2.34	54.79	76.57	75.59	18.91
	MIN	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		55.96	0.00	2.34	45.02	44.32	75.59	9.52

PORCENTAJE LLUVIA CICLONICA

24072.00	FROM	0.00	0.00	0.00	12.35	13.76	9.42	4.49
	STD	0.00	0.00	0.00	30.25	26.04	23.07	6.31
	MAX	0.00	0.00	0.00	86.46	74.90	65.93	17.72
	MIN	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		0.00	0.00	0.00	86.46	48.23	65.93	10.48
24140.00	FROM	0.00	0.00	30.58	23.00	0.00	0.00	10.38
	STD	0.00	0.00	32.49	35.18	0.00	0.00	11.95
	MAX	0.00	0.00	90.09	90.83	0.00	0.00	33.63
	MIN	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		0.00	0.00	38.23	57.50	0.00	0.00	12.95
13011.00	FROM	0.00	0.00	0.89	6.16	1.49	5.84	2.98
	STD	0.00	0.00	2.22	17.84	5.37	21.00	5.13
	MAX	0.00	0.00	7.32	68.29	20.85	81.80	15.69
	MIN	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		0.00	0.00	6.22	43.14	20.85	81.81	10.42
13034.00	FROM	1.29	2.72	0.30	7.99	13.26	10.00	5.55
	STD	3.86	8.15	0.91	15.32	30.50	30.00	6.84
	MAX	12.85	27.17	3.03	48.49	100.00	100.00	20.83
	MIN	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		12.85	27.17	3.03	26.63	66.28	100.00	9.25
13048.00	FROM	3.51	2.28	0.00	10.23	3.43	5.12	6.12
	STD	14.04	9.10	0.00	22.77	9.61	20.46	8.74
	MAX	59.68	38.68	0.00	73.41	37.42	86.96	25.84
	MIN	0.00	0.00	3.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		59.68	38.68	0.00	57.97	29.15	86.96	14.87
13050.00	FROM	0.00	0.00	1.81	8.72	4.59	6.92	4.54
	STD	0.00	0.00	4.45	20.49	13.21	23.96	8.54
	MAX	0.00	0.00	15.18	59.64	49.37	89.91	30.72
	MIN	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		0.00	0.00	11.76	56.71	29.84	89.91	9.84
21118.00	FROM	0.00	1.34	0.00	9.84	3.22	5.09	3.43
	STD	0.00	5.20	0.00	17.85	8.52	19.71	4.97
	MAX	0.00	21.48	0.00	55.67	25.76	81.43	13.67
	MIN	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		0.00	21.48	0.00	39.37	25.76	81.43	9.15
21051.00	FROM	0.00	0.00	1.68	9.46	1.87	4.59	3.33
	STD	0.00	0.00	6.29	16.63	7.01	17.17	5.28
	MAX	0.00	0.00	25.23	43.69	28.09	88.84	15.71
	MIN	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		0.00	0.00	25.23	35.56	28.09	88.84	10.00

PORCENTAJE LLUVIA CICLONICA

21127.00	PROM	0.41	0.30	2.96	11.24	2.76	2.87	4.36
	STD	2.03	1.46	10.19	19.52	10.33	14.08	6.61
	MAX	10.34	7.57	43.17	55.73	50.00	71.86	22.39
	MIN	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		10.34	7.57	37.02	40.13	34.40	71.86	9.91

ANEXO C

EJEMPLOS DE BALANCES HIDRICOS PARA LAS HUASTECAS

FEDEEN A (TAMPEO)

BALANCE HIDRICO 1985

	JUN	JUN	JUN	JUL	JUL	JUL	JUL	JUL	JUL	AGS	AGS	AGS	SEP	SEP	SEP	SEP	OCT	OCT	OCT	NOV	NOV	NOV	NOV	
PA	0.0	89.0	33.0	14.0	12.0	15.0	73.0	67.0	87.0	85.0	25.0	71.0	1.0	3.0	47.0	12.0	18.0	0.0	630.0					
E	50.0	58.0	56.0	52.0	46.0	42.0	45.0	47.0	49.0	48.0	41.0	39.0	36.0	34.0	32.0	34.0	30.0	30.0	30.0					
ETP	41.3	40.8	39.2	36.4	32.2	28.4	31.5	32.8	34.3	32.2	28.7	27.3	25.2	23.8	22.4	23.8	21.0	21.0						
DIAS DFE	10.0	20.0	30.0	40.0	50.0	60.0	70.0	80.0	90.0	100.0	110.0	120.0	130.0	140.0	150.0	160.0	170.0	180.0						
ZOREXI	5.8	11.1	16.7	22.2	27.8	33.3	38.9	44.4	50.0	55.6	61.1	66.7	72.2	77.8	83.3	88.9	94.4	100.0						
KC	0.2	0.4	0.6	0.8	0.9	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.5	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	
NH	10.3	18.0	24.4	26.7	30.2	31.6	37.6	42.8	47.8	47.3	44.0	43.1	40.7	38.9	36.7	36.7	33.6	32.8					627.1	
PA-NH	-10.3	71.0	8.6	-14.7	-18.2	-16.8	35.4	24.2	39.2	17.7	-10.0	27.9	-39.7	-35.9	10.3	-26.7	-17.6	-32.8						
RS	0.0	71.0	79.5	64.8	48.8	30.0	85.4	98.6	128.8	135.8	116.8	135.8	95.9	60.1	70.4	44.0	28.4	0.0						
E/D	-10.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	10.8	0.0	8.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-6.4	
I	98.4	98.4	98.4	98.4	98.4	98.4	98.4	98.4	98.4	95.6	96.8	95.3	95.3	95.3	95.3	95.3	95.3	95.3	95.3	95.3	95.3	95.3	94.3	

ABASTECIMIENTO

ESPAÑAMENTO

MAUREZ

BALANCE HIDRICO 1987

	JUN	JUN	JUN	JUL	JUL	JUL	JUL	JUL	JUL	AGS	AGS	AGS	SEP	SEP	SEP	SEP	OCT	OCT	OCT	NOV	NOV	NOV	NOV
PA	0.0	0.0	22.0	0.0	0.0	6.0	0.0	7.0	201.0	104.0	68.0	553.0	40.0	31.0	0.0	56.0	46.0	14.0	1152.0				
E	60.0	58.0	56.0	60.0	65.0	69.0	68.0	61.0	59.0	50.0	40.0	32.0	32.0	32.0	32.0	32.0	20.0	24.0	21.0				
ETP	42.0	40.8	39.2	42.0	45.5	48.3	48.2	42.7	40.8	35.0	28.0	22.4	22.4	22.4	22.4	22.4	10.8	16.8	14.7				
DIAS DFE	10.0	20.0	30.0	40.0	50.0	60.0	70.0	80.0	90.0	100.0	110.0	120.0	130.0	140.0	150.0	160.0	170.0	180.0					
ZOREXI	5.6	11.1	16.7	22.2	27.8	33.3	38.9	44.4	50.0	55.6	61.1	66.7	72.2	77.8	83.3	88.9	94.4	100.0					
KC	0.2	0.4	0.6	0.8	0.9	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.5	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6
NH	10.5	18.0	24.4	33.1	42.7	51.9	55.2	55.6	56.6	51.5	42.9	35.4	36.1	36.6	36.7	31.9	26.9	22.9					869.7
PA-NH	-10.5	-18.0	-2.4	-33.1	-42.7	-45.9	-55.2	-48.6	-44.4	-52.3	-25.1	-517.3	3.9	-5.8	-36.7	-26.1	-21.1	-8.9					
RS	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	135.6	135.6	135.6	135.6	135.6	135.6	135.6	135.6	135.6	135.6					
E/D	-10.5	-18.0	-2.4	-33.1	-42.7	-45.9	-55.2	-48.6	8.8	52.5	25.1	517.8	3.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
I	98.4	98.7	95.4	90.4	84.0	77.2	68.9	61.6	60.3	52.4	48.7	-28.8	-28.4	-28.4	-28.4	-28.4	-28.4	-28.4	-28.4	-28.4	-28.4	-28.4	-30.1

ABASTECIMIENTO

ESPAÑAMENTO

MAUREZ

FERDIN A (TAMPICO)

	BALANCE HIDRICO 1977												(con coberturas)						
	JUN	JUN	JUN	JUN	JUL	JUL	JUL	AGS	AGS	SEP	SEP	SEP	OCT	OCT	NOV	NOV	NOV		
PA	8.0	12.0	3.0	0.0	19.0	157.0	11.0	2.0	16.0	29.0	33.0	41.0	46.0	0.0	13.0	0.0	1.0	32.0	425.0
E	52.0	51.0	49.0	54.0	58.0	60.0	58.0	57.0	55.0	52.0	48.0	42.0	39.0	36.0	34.0	32.0	30.0	28.0	
ETP	38.4	35.7	34.3	37.8	40.8	42.0	40.6	39.9	38.5	36.4	32.2	29.4	27.3	25.2	23.8	22.4	21.0	19.6	
ELAS CRE	10.0	20.0	30.0	40.0	50.0	60.0	70.0	70.0	80.0	100.0	110.0	120.0	130.0	140.0	150.0	160.0	170.0	180.0	
7/2/81	5.6	11.1	16.7	22.2	27.8	32.3	38.9	44.4	50.0	55.6	61.1	66.7	72.2	77.8	83.3	88.9	94.4	100.0	
KC	0.2	0.4	0.6	0.8	0.9	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.5	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	
NH	8.1	15.8	21.4	29.8	38.1	45.1	46.5	51.9	53.6	53.5	49.4	46.5	44.1	41.1	36.9	36.4	33.6	30.6	687.4
PA-NH	-1.1	-3.8	-18.4	-29.8	-19.1	111.9	-37.5	-49.8	-35.6	-24.5	-16.4	-5.5	1.9	-41.1	-25.9	-38.4	-32.6	1.4	
RS	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	111.9	74.4	24.5	0.0	0.0	0.0	0.0	1.9	0.0	0.0	0.0	0.0	1.4	
P/D	-1.1	35.7	34.3	37.8	40.8	0.0	0.0	0.0	-11.2	36.4	32.2	29.4	0.0	-41.1	-25.7	-38.4	-32.6	0.0	
1	99.8	94.6	89.7	84.2	78.2	78.2	78.2	78.2	78.8	71.3	66.6	62.4	62.4	56.4	52.8	47.3	42.6	42.6	

AMACHILAMIENTO

ESPECIAMIENTO

MAUREZ

SEMBRA

REGION B (PANUJO)

	BALANCE HIDRICO 1979 (en cédulas)																			
	JUN	JUN	JUN	JUL	JUL	JUL	JUL	AGS	AGS	AGS	SEP	SEP	NOV	NOV	NOV	NOV				
PA	109.0	17.0	38.0	44.0	0.0	0.0	145.0	68.0	74.0	74.0	57.0	0.0	8.0	88.0	8.0	31.0	83.0	21.0	843.0	
E	56.0	57.0	59.0	57.0	59.0	61.0	54.0	50.0	44.0	42.0	41.0	41.0	44.0	48.0	48.0	40.0	34.0	28.0		
ETP	39.2	39.9	40.6	39.9	41.3	42.7	37.8	35.0	30.8	29.4	28.7	28.7	30.8	32.2	33.6	28.0	23.8	19.6		
DIAS CRE	10.0	20.0	30.0	40.0	50.0	60.0	70.0	80.0	90.0	100.0	110.0	120.0	130.0	140.0	150.0	160.0	170.0	180.0		
ZERDI	5.6	11.1	16.7	22.2	27.8	33.3	38.9	44.4	50.0	55.6	61.1	66.7	72.2	77.8	83.3	88.9	94.4	100.0		
KC	0.2	0.4	0.6	0.8	0.9	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.5	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	
NH	9.8	17.7	25.3	31.4	38.7	45.9	45.2	45.3	42.9	43.2	44.0	45.4	48.7	52.6	55.0	45.5	38.1	30.6	706.4	
PA-NH	98.2	-0.7	10.7	12.6	-38.7	-45.9	99.8	22.5	31.1	30.8	13.0	-45.4	-41.7	15.4	-47.0	-14.5	44.9	-9.6		
RS	99.2	98.5	109.2	121.8	83.0	37.2	137.0	158.5	190.6	221.4	234.4	189.0	147.3	162.7	115.8	101.2	146.1	136.6		
E/D	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
I	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	

ESPECIAMIENTO

AMACILAMIENTO

SEMIERA

	BALANCE HIDRICO 1982																				
	JUN	JUN	JUN	JUL	JUL	JUL	JUL	AGS	AGS	AGS	SEP	SEP	NOV	NOV	NOV	NOV	NOV	NOV	NOV	NOV	
PA	0.0	13.0	74.0	5.0	5.0	8.0	17.0	0.0	7.0	14.0	35.0	21.0	30.0	30.0	15.0	0.0	13.0	0.0	287.0		
E	40.0	43.0	54.0	55.0	52.0	51.0	54.0	58.0	58.0	52.0	46.0	40.0	38.0	38.0	34.0	32.0	30.0	28.0			
ETP	28.0	33.6	37.8	38.5	38.4	35.7	37.8	39.2	40.8	38.4	32.2	28.0	28.8	25.2	28.9	22.4	21.0	19.6			
DIAS CRE	10.0	20.0	30.0	40.0	50.0	60.0	70.0	80.0	90.0	100.0	110.0	120.0	130.0	140.0	150.0	160.0	170.0	180.0			
ZERDI	5.6	11.1	16.7	22.2	27.8	33.3	38.9	44.4	50.0	55.6	61.1	66.7	72.2	77.8	83.3	88.9	94.4	100.0			
KC	0.2	0.4	0.6	0.8	0.9	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.5	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6		
NH	7.0	14.9	23.6	30.3	34.2	38.3	45.2	51.0	56.6	53.5	49.4	44.3	42.9	41.1	38.9	36.4	33.6	30.6	871.7		
PA-NH	-7.0	-1.9	50.4	-25.3	-29.2	-30.3	-26.2	-51.0	-48.6	-39.5	-14.4	-23.3	-12.9	-11.1	-23.9	-36.4	-20.6	-30.6			
RS	0.0	0.0	50.5	25.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		
E/D	-7.0	-8.9	0.0	0.0	-4.0	-30.3	-28.2	-51.0	-48.6	-39.5	-14.4	-23.3	-12.9	-11.4	-24.0	-36.4	-20.6	-30.6			
I	99.0	98.7	100.0	100.0	99.4	95.5	85.8	82.4	82.6	94.1	97.9	96.5	98.1	98.3	96.4	94.6	96.9	95.4			

ESPECIAMIENTO

AMACILAMIENTO

SEMIERA

REGION C (MAGSICATZIN)

	BALANCE HIDRICO 1956 (en distines)												SEPT	OCT	NOV	NOV	NOV	NOV		
	JUN	JUN	JUN	JUL	JUL	JUL	JUL	AGS	AGS	SEP	SEP	SEP								
PA	0.0	0.0	0.0	31.0	100.0	0.0	0.0	248.0	835.0	115.0	12.0	0.0	3.0	50.0	16.0	0.0	5.0	1515.0		
E	80.0	70.0	84.0	63.0	59.0	82.0	68.0	51.0	64.0	51.0	46.0	46.0	47.0	47.0	48.0	47.0	47.0	47.0		
ETP	5.8	4.9	4.5	4.4	4.1	4.3	4.6	3.6	4.5	3.6	3.2	3.2	3.2	3.3	3.4	3.3	3.3	3.3		
DIAS CRE	10.0	20.0	30.0	40.0	50.0	60.0	70.0	80.0	90.0	100.0	110.0	120.0	130.0	140.0	150.0	160.0	170.0	180.0		
ZAPCHI	5.6	11.1	16.7	22.2	27.8	33.3	38.8	44.4	50.0	55.6	61.1	66.7	72.2	77.8	83.3	88.9	94.4	100.0		
KC	0.2	0.4	0.6	0.8	0.9	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.5	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6		
NH	1.4	2.2	2.8	3.5	3.9	4.7	5.7	4.6	241.8	829.8	110.1	6.9	-5.2	-2.4	44.6	10.5	-5.3	-0.1		
PA-NH	-1.4	-2.2	-2.8	-3.5	-3.9	-4.7	-5.7	-4.6	241.8	829.8	110.1	6.9	-5.2	-2.4	44.6	10.5	-5.3	-0.1		
RS	0.0	0.0	0.0	0.0	27.1	122.5	116.8	112.1	353.9	384.4	384.4	384.4	379.2	378.8	384.4	384.5	379.1	379.0		
E/D	-1.4	-2.2	-2.8	-3.0	5.5	0.0	0.0	0.0	0.0	899.2	1101.1	6.9	0.0	0.0	37.1	10.5	0.0	0.0		
I	98	96	92	88	85	82	78	75	72	68	65	62	58	55	52	48	45	42		
	AMACILAMIENTO												ESPARGAMIENTO						MAPUZ	

BALANCE HIDRICO 1957

	BALANCE HIDRICO 1957												SEPT	OCT	NOV	NOV	NOV	NOV		
	JUN	JUN	JUN	JUL	JUL	JUL	JUL	AGS	AGS	SEP	SEP	SEP								
PA	13.0	40.0	5.0	0.0	10.0	54.0	0.0	0.0	31.0	25.0	26.0	54.0	0.0	55.0	4.0	16.0	0.0	5.0	338.0	
E	71.0	72.0	72.0	74.0	76.0	78.0	80.0	83.0	88.0	92.0	88.0	74.0	68.0	62.0	52.0	47.0	49.0	51.0		
ETP	5.0	5.0	5.0	5.2	5.3	5.5	5.8	5.8	6.2	6.4	6.2	5.2	4.6	4.3	3.6	3.3	3.4	3.6		
DIAS CRE	10.0	20.0	30.0	40.0	50.0	60.0	70.0	80.0	90.0	100.0	110.0	120.0	130.0	140.0	150.0	160.0	170.0	180.0		
ZAPCHI	5.6	11.1	16.7	22.2	27.8	33.3	38.8	44.4	50.0	55.6	61.1	66.7	72.2	77.8	83.3	88.9	94.4	100.0		
KC	0.2	0.4	0.6	0.8	0.9	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.5	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6		
NH	1.2	2.2	3.1	4.1	5.0	5.9	6.7	7.6	8.6	9.5	9.4	8.2	7.5	7.1	6.0	5.3	5.5	5.6		
PA-NH	11.0	37.8	1.9	-4.1	5.0	48.1	-6.7	-7.6	22.4	15.3	16.6	45.2	-7.5	47.9	-2.0	10.7	-5.5	-0.6		
RS	11.8	48.5	51.4	47.3	52.3	100.5	93.9	66.3	108.7	124.3	140.8	186.6	179.2	227.1	225.1	235.8	230.3	228.7		
E/D	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		
I	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0		
	AMACILAMIENTO												ESPARGAMIENTO						MAPUZ	

CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO DEL SUELO 384.4mm

REGION D (OZUJUMA)

	BALANCE HEDREC 1977												ESPEQUEAMENTO											
	JUN	JUN	JUL	JUL	JUL	JUL	ACS	ACS	SEP	SEP	OCT	OCT	JUN	JUN	JUL	JUL	JUL	JUL	ACS	ACS	SEP	SEP	OCT	OCT
PA	54.0	42.0	141.0	2.0	62.0	3.0	0.0	11.0	100.0	189.0	14.0	3.0	61.0	2.0	133.0	2.0	2.0	13.0	888.0	NOV	NOV	NOV	NOV	NOV
E	51.0	51.0	50.0	51.0	52.0	53.0	55.0	57.0	58.0	53.0	44.0	38.0	34.0	30.0	27.0	24.0	22.0	18.0	NOV	NOV	NOV	NOV	NOV	
ETP	35.7	35.7	35.0	35.7	38.4	37.1	38.5	39.9	40.8	37.1	30.8	28.6	23.8	21.0	18.9	16.8	15.4	13.3	NOV	NOV	NOV	NOV	NOV	
IAS GSE	10.0	20.0	30.0	40.0	50.0	60.0	70.0	80.0	90.0	100.0	110.0	120.0	130.0	140.0	150.0	160.0	170.0	180.0	NOV	NOV	NOV	NOV	NOV	
ZAPREI	5.8	11.1	18.7	22.2	27.8	33.3	38.9	44.4	50.0	55.8	61.1	66.7	72.2	77.8	83.3	88.9	94.4	100.0	NOV	NOV	NOV	NOV	NOV	
KC	0.2	0.4	0.6	0.8	0.9	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.5	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	NOV	NOV	NOV	NOV	NOV	
NH	8.9	15.8	21.8	28.1	34.2	39.8	46.0	51.9	58.6	54.5	47.2	42.0	38.4	34.3	30.9	27.3	24.8	20.8	623.3	NOV	NOV	NOV	NOV	NOV
PA-NH	45.1	28.2	118.2	-26.1	47.6	-36.8	-48.0	-40.8	43.4	144.5	-83.2	-37.0	42.6	-32.3	102.1	-25.3	-22.8	-7.6	NOV	NOV	NOV	NOV	NOV	
RS	45.1	61.3	100.5	154.3	202.2	165.3	119.3	78.4	121.9	288.3	233.1	186.1	238.7	208.4	308.5	283.1	260.5	252.7	NOV	NOV	NOV	NOV	NOV	
E/D	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	NOV	NOV	NOV	NOV	NOV	
I	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	NOV	NOV	NOV	NOV	NOV	

193

	BALANCE HEDREC 1975												ESPEQUEAMENTO											
	JUN	JUN	JUL	JUL	JUL	JUL	ACS	ACS	SEP	SEP	OCT	OCT	JUN	JUN	JUL	JUL	JUL	JUL	ACS	ACS	SEP	SEP	OCT	OCT
PA	8.0	30.0	42.0	27.0	131.0	108.0	118.0	30.0	46.0	134.0	48.0	0.0	19.0	77.0	19.0	0.0	1.0	3.0	847.0	NOV	NOV	NOV	NOV	NOV
E	49.0	50.0	51.0	48.0	40.0	35.0	38.0	42.0	44.0	41.0	38.0	36.0	28.0	14.0	6.0	6.0	12.0	14.0	NOV	NOV	NOV	NOV	NOV	
ETP	24.3	35.0	35.7	32.2	28.0	24.5	26.8	29.4	30.8	28.7	26.5	25.2	19.2	9.8	4.2	5.6	8.4	9.8	NOV	NOV	NOV	NOV	NOV	
IAS GSE	10.0	20.0	30.0	40.0	50.0	60.0	70.0	80.0	90.0	100.0	110.0	120.0	130.0	140.0	150.0	160.0	170.0	180.0	NOV	NOV	NOV	NOV	NOV	
ZAPREI	5.8	11.1	18.7	22.2	27.8	33.3	38.9	44.4	50.0	55.8	61.1	66.7	72.2	77.8	83.3	88.9	94.4	100.0	NOV	NOV	NOV	NOV	NOV	
KC	0.2	0.4	0.6	0.8	0.9	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.5	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	NOV	NOV	NOV	NOV	NOV	
NH	8.8	15.5	22.2	25.4	28.3	28.3	31.8	38.3	42.9	42.2	40.8	39.8	29.4	13.0	6.9	9.1	13.4	15.3	450.1	NOV	NOV	NOV	NOV	NOV
PA-NH	-0.8	14.5	25.8	1.6	104.7	81.7	86.2	-8.3	3.1	91.8	83.2	82	-28.4	3.0	70.1	9.9	-13.4	-14.3	NOV	NOV	NOV	NOV	NOV	
RS	0.0	14.5	40.2	41.9	146.6	228.3	314.5	308.3	309.3	384.5	384.4	384.4	355.0	358.0	384.4	384.4	371.0	356.7	NOV	NOV	NOV	NOV	NOV	
E/D	-0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	16.8	93.2	82	0.0	0.0	43.8	9.9	0.0	0.0	NOV	NOV	NOV	NOV	NOV	
I	99.5	99.5	99.5	99.5	99.5	99.5	99.5	99.5	99.5	103.2	99	1.8	1.8	1.8	-8.0	-10.2	-10.2	-10.2	NOV	NOV	NOV	NOV	NOV	

CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO DEL SUELO 384.4mm

PEÑEN E (AGUA BUENA)

BALANCE HIDRICO 1982

	JUN	JUN	JUN	JUL	JUL	JUL	JUL	AUG	SEP	SEP	SEP	OCT	OCT	OCT	NOV	NOV	NOV
PA	0.0	1.0	17.0	15.0	4.0	4.0	0.0	2.0	27.0	0.0	12.0	42.0	22.0	69.0	94.0	0.0	353.0
E	42.0	48.0	53.0	50.0	46.0	43.0	45.0	46.0	46.0	44.0	40.0	38.0	34.0	30.0	26.0	24.0	20.0
EP	29.4	33.6	37.1	35.0	32.2	30.1	31.5	32.2	32.2	30.8	28.0	26.8	23.8	21.0	18.2	16.8	14.0
DIAS CRE	10.0	20.0	30.0	40.0	50.0	60.0	70.0	80.0	90.0	100.0	110.0	120.0	130.0	140.0	150.0	160.0	180.0
RESERVA	5.8	11.1	16.7	22.2	27.8	33.3	38.9	44.4	50.0	55.6	61.1	66.7	72.2	77.8	83.3	88.9	94.4
EC	0.2	0.4	0.6	0.8	0.9	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.5	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6
NH	7.3	14.9	23.1	27.6	30.2	32.3	37.6	41.8	44.8	45.3	42.9	42.0	38.4	34.3	29.8	27.3	24.8
PA-NH	-7.3	-13.9	-6.1	-12.8	-26.2	-26.3	-37.6	-39.9	-17.8	-45.3	-30.9	-0.0	-16.4	34.7	64.2	-27.3	-18.8
RS	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	34.7	68.9	71.6	53.0
E/D	-7.3	-13.9	-6.1	-12.6	-26.2	-26.3	-37.6	-39.9	-17.9	-45.3	-30.9	-0.0	-16.4	0.0	0.0	0.0	0.0
I	98.7	96.2	95.2	92.9	88.3	83.3	76.6	69.8	66.4	58.4	52.9	52.9	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0

ACACILAMIENTO

ESPECIAMIENTO

LABURIZ

BALANCE HIDRICO 1983

(con rchentes)

	JUN	JUN	JUN	JUL	JUL	JUL	JUL	AUG	SEP	SEP	SEP	OCT	OCT	OCT	NOV	NOV	NOV
PA	16.0	1.0	0.0	106.0	65.0	64.0	53.0	38.0	40.0	77.0	114.0	99.0	0.0	47.0	46.0	23.0	815.0
E	42.0	48.0	51.0	46.0	40.0	36.0	38.0	40.0	42.0	40.0	38.0	36.0	33.0	31.0	29.0	27.0	24.0
EP	29.4	33.6	35.7	32.2	28.0	25.2	26.6	28.0	29.4	28.0	26.8	25.2	23.1	21.7	20.3	18.9	16.8
DIAS CRE	10.0	20.0	30.0	40.0	50.0	60.0	70.0	80.0	90.0	100.0	110.0	120.0	130.0	140.0	150.0	160.0	180.0
RESERVA	5.6	11.1	16.7	22.2	27.8	33.3	38.9	44.4	50.0	55.6	61.1	66.7	72.2	77.8	83.3	88.9	94.4
EC	0.2	0.4	0.6	0.8	0.9	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.5	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6
NH	7.3	14.9	22.2	22.4	26.3	27.1	31.8	36.4	41.0	41.2	40.8	39.8	37.3	35.4	33.2	30.7	26.9
PA-NH	8.7	-13.9	-22.2	80.6	58.7	36.9	24.2	1.6	-1.0	35.8	73.2	59.2	-37.3	11.6	12.6	-7.7	-23.1
RS	8.7	0.0	0.0	80.6	198.4	159.3	177.5	178.1	178.1	214.0	287.2	346.4	309.1	320.7	333.4	328.7	303.8
E/D	0.0	-13.9	-22.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
I	100.0	97.4	93.3	93.3	93.3	93.3	93.3	93.3	93.3	93.3	93.3	93.3	93.3	93.3	93.3	93.3	93.3

ACACILAMIENTO

ESPECIAMIENTO

LABURIZ

REGION F (PAPANTLA)

	BALANCE HIDRICO 1987 (con dólares)																		
	JUN	JUN	JUN	JUL	JUL	JUL	AGS	AGS	AGS	SEP	SEP	SEP	OCT	OCT	OCT	NOV	NOV	NOV	NOV
PA	0.0	38.0	16.0	26.0	0.0	6.0	0.0	43.0	249.0	49.0	38.0	214.0	10.0	34.0	5.0	42.0	44.0	0.0	816.0
E	43.0	48.0	50.0	50.0	50.0	50.0	49.0	49.0	48.0	46.0	41.0	38.0	34.0	29.0	26.0	24.0	22.0	20.0	
ETP	30.1	33.6	35.0	35.0	35.0	35.0	34.3	34.3	33.6	32.2	28.7	26.6	23.8	20.3	16.2	16.8	15.4	14.0	
DÍAS CRE	10.0	20.0	30.0	40.0	50.0	60.0	70.0	80.0	80.0	100.0	110.0	120.0	130.0	140.0	150.0	160.0	170.0	180.0	
ZAFRECI	5.6	11.1	16.7	22.2	27.8	33.3	38.9	44.4	50.0	55.6	61.1	66.7	72.2	77.8	83.3	88.9	94.4	100.0	
NC	0.2	0.4	0.8	0.8	0.9	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.5	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	
NH	7.5	14.9	21.8	27.6	32.8	37.6	41.0	44.6	46.6	47.3	44.0	42.0	36.5	33.1	29.8	27.3	24.6	21.8	583.1
PA-NH	-7.5	23.1	-3.8	-1.6	-32.8	-29.6	-41.0	-1.6	20.22	1.7	-6.0	17.20	-28.4	0.9	-24.8	14.7	19.4	-21.8	
PS	0.0	23.1	17.3	15.7	0.0	0.0	0.0	0.0	126.0	126.4	120.4	126.4	98.0	98.9	74.1	89.8	106.1	86.3	
E/D	-7.5	0.0	0.0	0.0	-17.1	-29.6	-41.0	-1.6	75.8	1.7	0.0	166.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
I	98.7	98.7	98.7	98.7	98.7	98.7	93.7	83.4	70.4	70.1	70.1	70.1	41.6	41.6	41.6	41.6	41.6	41.6	
																			MADUREZ

25

	BALANCE HIDRICO 1983																		
	JUN	JUN	JUN	JUL	JUL	JUL	AGS	AGS	AGS	SEP	SEP	SEP	OCT	OCT	OCT	NOV	NOV	NOV	NOV
PA	29.0	31.0	0.0	24.0	32.0	43.0	66.0	28.0	24.0	57.0	11.0	95.0	0.0	58.0	44.0	38.0	6.0	17.0	603.0
E	50.0	50.0	49.0	48.0	42.0	40.0	42.0	46.0	46.0	45.0	44.0	43.0	39.0	34.0	31.0	28.0	25.0	23.0	
ETP	35.0	35.0	34.3	32.2	29.4	28.0	29.4	32.2	32.2	31.5	30.8	30.1	27.3	23.8	21.7	19.6	17.5	16.1	
DÍAS CRE	10.0	20.0	30.0	40.0	50.0	60.0	70.0	80.0	80.0	100.0	110.0	120.0	130.0	140.0	150.0	160.0	170.0	180.0	
ZAFRECI	5.6	11.1	16.7	22.2	27.8	33.3	38.9	44.4	50.0	55.6	61.1	66.7	72.2	77.8	83.3	88.9	94.4	100.0	
NC	0.2	0.4	0.8	0.8	0.9	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.5	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	
NH	8.7	15.5	21.4	25.4	27.6	30.1	35.1	41.9	44.9	46.3	47.2	47.6	44.1	38.9	35.5	31.9	28.0	25.1	593.0
PA-NH	20.3	15.5	-21.4	-1.4	4.4	30.9	-13.9	28.9	10.7	-35.2	47.4	-44.1	19.1	6.5	6.1	-22.0	-8.1		
PS	20.3	35.7	14.4	13.0	17.4	30.4	61.2	47.3	28.5	37.2	1.0	48.4	4.3	23.5	32.0	36.1	16.1	6.0	
E/D	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
I	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	
																			MADUREZ

CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO DEL SUELO 126.4 mm

REGION G (TLANCHINDI)

	BALANCE HIDROICO 1977						(en hectómetros)																			
	JUN	JUN	JUN	JUL	JUL	JUL	JUN	JUN	JUN	JUL	JUL	JUL	AGS	AGS	AGS	SEP	SEP	SEP	OCT	OCT	OCT	NOV	NOV	NOV	NOV	NOV
PA	14.0	29.0	5.0	16.0	21.0	20.0	11.0	53.0	0.0	42.0	10.0	14.0	42.0	10.0	14.0	10.0	10.0	10.0	12.0	59.0	66.0	1.0	99.0	482.0		
E	44.0	45.0	46.0	47.0	48.0	47.0	46.0	45.0	44.0	46.0	46.0	47.0	46.0	46.0	47.0	40.0	36.0	33.0	33.0	33.0	26.0	23.0	16.0			
ETP	30.8	31.5	32.2	32.9	33.6	32.9	32.2	31.5	30.8	33.6	32.9	28.0	32.9	28.0	28.0	25.2	23.1	19.8	18.1	12.6						
DIAS CRE	10.0	20.0	30.0	40.0	50.0	60.0	70.0	80.0	90.0	100.0	110.0	120.0	130.0	140.0	150.0	160.0	170.0	180.0								
ZCPREI	5.6	11.1	16.7	22.2	27.8	33.3	38.9	44.4	50.0	55.6	61.1	66.7	72.2	77.8	83.3	88.9	94.4	100.0								
KC	0.2	0.4	0.6	0.8	0.8	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.5	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6			
NH	7.7	14.0	20.1	25.9	31.5	35.3	38.5	41.0	42.9	49.4	51.5	52.0	45.2	41.1	37.8	31.9	25.8	19.7	611.2							
PA-NH	6.3	15.0	-15.1	-9.9	-10.5	-15.3	-27.5	12.0	-42.9	-7.4	-41.5	-36.0	-35.2	-29.1	21.2	34.1	-24.8	76.3								
FS	6.3	21.4	6.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0			
E/D	0.0	0.0	0.0	-3.6	-10.5	-15.3	-27.5	0.0	-42.9	-7.4	-41.5	-36.0	-35.2	-29.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0			
I	100.0	100.0	100.0	99.4	97.7	95.2	90.7	80.7	83.7	82.4	75.7	69.4	63.7	58.9	58.9	58.9	58.9	58.9	58.9	58.9	58.9	58.9	58.9			

	BALANCE HIDROICO 1982						ESPERAMIENTO																		
	JUN	JUN	JUN	JUL	JUL	JUL	JUN	JUN	JUN	JUL	JUL	JUL	AGS	AGS	AGS	SEP	SEP	SEP	OCT	OCT	OCT	NOV	NOV	NOV	NOV
PA	20.0	151.0	69.0	6.0	102.0	58.0	95.0	303.0	57.0	43.0	27.0	157.0	45.0	214.0	92.0	113.0	45.0	45.0	1644.0						
E	40.0	44.0	49.0	46.0	45.0	43.0	45.0	46.0	46.0	46.0	45.0	40.0	36.0	34.0	32.0	30.0	27.0	22.0	20.0						
ETP	28.0	30.6	34.3	32.2	31.5	30.1	31.5	32.2	33.6	31.5	28.0	25.2	23.8	22.4	21.0	18.9	15.4	14.0							
DIAS CRE	10.0	20.0	30.0	40.0	50.0	60.0	70.0	80.0	90.0	100.0	110.0	120.0	130.0	140.0	150.0	160.0	170.0	180.0							
ZCPREI	5.6	11.1	16.7	22.2	27.8	33.3	38.9	44.4	50.0	55.6	61.1	66.7	72.2	77.8	83.3	88.9	94.4	100.0							
KC	0.2	0.4	0.6	0.8	0.8	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.5	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6		
NH	7.0	13.7	21.4	25.4	29.8	32.3	37.6	41.9	46.8	46.3	42.9	39.8	38.4	36.6	34.4	30.7	22.8	21.8	571.2						
PA-NH	13.0	137.3	47.6	-17.4	72.4	25.7	57.4	261.1	10.2	-3.3	-15.9	117.2	6.6	177.4	57.6	82.3	20.4	23.2							
FS	13.0	135.5	136.5	119.1	136.5	136.5	136.5	136.5	136.5	136.5	136.5	136.5	136.5	136.5	136.5	136.5	136.5	136.5	136.5						
E/D	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		
I	100.0	97.6	89.2	89.2	79.6	75.1	65.0	19.3	17.5	17.5	17.5	-0.2	-1.4	-32.4	-42.5	-56.9	-60.5	-64.6							

REGION H (MONTPEZEC)

	BALANCE HEDREO 1983												ACS	ACS	ACS	ACS	SEP	SEP	OCT	OCT	OCT	NOV	NOV	NOV
	JUN	JUN	JUL	JUL	JUL	JUL	JUL	JUL	JUL	JUL	JUL	JUL												
PA	42.0	41.0	330.0	242.0	425.0	313.0	149.0	60.0	211.0	220.0	128.0	189.0	33.0	34.0	115.0	79.0	8.0	2710.0						
E	42.0	48.0	50.0	46.0	42.0	36.0	38.0	40.0	42.0	39.0	35.0	34.0	33.0	31.0	28.0	26.0	24.0	22.0						
ETP	29.4	33.6	35.0	32.2	29.4	25.2	26.6	26.0	28.4	27.3	24.5	23.6	23.1	21.7	18.6	18.2	16.8	15.4						
DAS CRE	10.0	20.0	30.0	40.0	50.0	60.0	70.0	80.0	90.0	100.0	110.0	120.0	130.0	140.0	150.0	160.0	170.0	180.0						
MPREI	5.6	11.1	16.7	22.2	27.8	33.3	38.9	44.4	50.0	55.6	61.1	66.7	72.2	77.8	83.3	88.9	94.4	100.0						
KC	0.2	0.4	0.6	0.8	0.9	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.5	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6						
NH	7.3	14.9	21.8	25.4	27.8	27.1	31.8	36.4	41.0	40.1	37.6	37.8	37.3	35.4	32.1	29.6	26.9	24.0						
PA-NH	34.7	26.1	308.2	216.6	397.4	285.9	117.2	43.6	170.0	178.9	90.4	151.4	-4.3	-1.4	82.9	49.4	44.1	-15.0						
RS	34.7	60.8	126.4	126.4	126.4	126.4	126.4	126.4	126.4	126.4	126.4	126.4	122.1	120.7	126.4	126.4	126.4	110.4						
E/D	0.0	0.0	242.6	216.6	397.4	285.9	117.2	43.6	170.0	178.9	90.5	151.4	0.0	0.0	77.2	49.4	44.1	0.0						
I	100.0	100.0	54.5	13.8	-60.7	-114	-136	-145	-178	-210	-227	-236	-256	-256	-270	-279	-288	-288						

SEMERA

AMACILAMIENTO

ESPEAJAMIENTO

MADUREZ

BALANCE HEDREO 1984

	BALANCE HEDREO 1984												ACS	ACS	ACS	ACS	SEP	SEP	OCT	OCT	OCT	NOV	NOV	NOV
	JUN	JUN	JUL	JUL	JUL	JUL	JUL	JUL	JUL	JUL	JUL	JUL												
PA	59.0	332.0	110.0	534.0	293.0	299.0	103.0	120.0	238.0	113.0	387.0	255.0	9.0	7.0	124.0	17.0	13.0	39.0	3044.0					
E	45.0	45.0	45.0	41.0	37.0	34.0	35.0	36.0	36.0	33.0	30.0	29.0	31.0	32.0	34.0	32.0	30.0	29.0						
ETP	31.5	31.5	28.7	25.9	23.6	24.5	25.2	25.2	23.1	21.0	20.3	21.7	22.4	23.9	22.4	22.4	21.0	19.6						
DAS CRE	10.0	20.0	30.0	40.0	50.0	60.0	70.0	80.0	90.0	100.0	110.0	120.0	130.0	140.0	150.0	160.0	170.0	180.0						
MPREI	5.6	11.1	16.7	22.2	27.8	33.3	38.9	44.4	50.0	55.6	61.1	66.7	72.2	77.8	83.3	88.9	94.4	100.0						
KC	0.2	0.4	0.6	0.8	0.9	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.5	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6						
NH	7.9	14.0	19.8	22.6	24.3	25.6	29.3	32.8	35.1	34.0	32.2	32.1	35.0	36.6	36.9	33.4	33.6	30.6						
PA-NH	51.1	318.0	90.4	511.4	257.3	273.4	75.7	87.2	202.9	79.0	354.8	222.9	-26.0	-29.8	85.1	-19.4	-20.6	8.4						
RS	51.2	126.4	126.4	126.4	126.4	126.4	126.4	126.4	126.4	126.4	126.4	126.4	100.4	70.8	126.4	107.0	86.4	84.8						
E/D	0.0	242.6	90.4	511.4	257.3	273.4	75.7	87.2	202.9	79.0	354.8	222.9	0.0	0.0	26.5	0.0	0.0	0.0						
I	100	53	36	-62	-112	-165	-179	-186	-235	-250	-319	-361	-361	-361	-366	-366	-366	-366						

SEMERA

AMACILAMIENTO

ESPEAJAMIENTO

MADUREZ