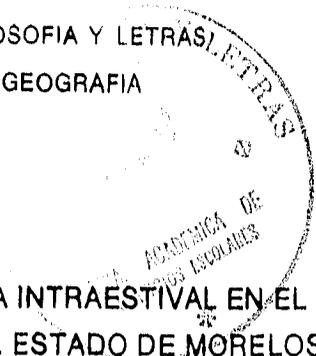




UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE FILOSOFIA Y LETRAS
COLEGIO DE GEOGRAFIA



EFFECTOS DE LA SEQUIA INTRAESTIVAL EN EL CULTIVO DEL MAIZ EN EL ESTADO DE MORELOS

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
LICENCIADO EN GEOGRAFIA
P R E S E N T A :
ANA LUISA HERNANDEZ GARCIA



ASESOR DE TESIS: DRA. TERESA REYNA TRUJILLO



MEXICO, D. F.

1996

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

FACULTAD DE FILOSOFIA Y LETRAS
COLEGIO DE GEOGRAFIA

TESIS CON FALLA DE ORIGEN



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 esta 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.

DEDICATORIAS

A mis padres:

Ana Ma, porque siempre me ha enseñado el sentido la responsabilidad, y me ha transmitido su apasionado amor por la naturaleza.

José Luis, porque jamás ha limitado mi crecimiento en ningún aspecto.

A Hector, mi único hermano; el mejor, esperando que me supere en todos los sentidos y vuele tan alto como el águila.

No hay palabras para expresar la bendición y el orgullo que siento por ser miembro de la familia a la que pertenezco, porque siempre he recibido ejemplo de honradez, buenos principios, nobleza y unidad, que se han visto reflejados en el apoyo incondicional e infinito con el que siempre he contado, pero sobre todo, porque siempre me ha hecho sentir su amor en toda la extensión de la palabra, pues sin todo lo anterior, nunca hubiera llegado a cumplir este primer anhelo.

A Horacio, por crecer conmigo durante la mejor etapa de mi vida, por enseñarme a entender y a amar intensamente a la geografía, y darme su mano siempre que lo necesite; espero que pronto él también logre culminar sus sueños (παρά Ουε πνεδεα δαρμε υν δουεζα διεζ ψ ποδαμοσ ενθεφεχερ φυντοσ)

A todos mis compañeros y amigos, para que nuestra relación se fortalezca con el pasar de los años y siempre estemos juntos en el corazón.

AGRADECIMIENTOS

A la Dra. Teresa Reyna Trujillo, por la asesoría y dirección en la presente investigación, pero muy especialmente por la amistad y el cariño que siempre me ha brindado.

A la Dra. Marta Cervantes, M. Rosalva Vidal, M. Graciela Vérez y M. Luz Ma. Tamayo, por enriquecer este documento con sus acertadas e invaluable sugerencias, además del incondicional apoyo y amistad que siempre me han demostrado.

Al Dr. Román Afarié Hajar, Director del Instituto de Geografía, UNAM; y a todo el personal que labora en el mismo, pues de diferentes formas, han contribuido para la realización de este manuscrito.

A todos mis maestros, que desde los primeros eslabones de mi educación, han sido parte esencial en mi formación.

A la Dirección General de Intercambio Académico, por todo el apoyo recibido.

A la Universidad Autónoma del Estado de Morelos, por las facilidades otorgadas para la realización de este trabajo y particularmente a los Bibliófilos Marisela Taboada y Rogelio Oliver por toda su gran ayuda y amistad.

A la Comisión Nacional del Agua del Estado de Morelos.

ÍNDICE

	Pág
I. Introducción	4
II. Objetivos	6
III. Metodología	7
IV. Marco Teórico	
1. La sequía	12
2. Origen e importancia del maíz.....	17
3. Antecedentes de los cultivos agrícolas en México y su relación con las sequías.....	29
4. Características del área de estudio.....	33
V. Relación sequía-agricultura en Morelos	
1. Comportamiento de la precipitación	50
2. Distribución e intensidad de la sequía relativa o intraestival.....	57
3. Agricultura de temporal y rendimientos del cultivo de maíz.....	67
4. Tendencia de la sequía intraestival en Morelos.....	85
5. Efectos socioeconómicos de la sequía intraestival en el cultivo de maíz.....	89
VI. Conclusiones	96
VII. Bibliografía	98
VII. Referencias cartográficas y hemerográficas	101

Índice de mapas

	pag
Mapa 1: Sequía intraestival o sequía relativa (En la Republica Mexicana)	16
Mapa 2: Zonas geográficas de México	20
Mapa 3: Zona en estudio	34
Mapa 4: Topografía de Morelos	35
Mapa 5: División municipal de Morelos	36
Mapa 6: Climas de Morelos	38
Mapa 7: Suelos de Morelos	49
Mapa 8: Distribución de la precipitación en Morelos	51
Mapa 9: Sequía relativa en Morelos	58
Mapa 10: Sequía relativa en Morelos (1988-1992)	61
Mapa 11: Áreas con agricultura de temporal en Morelos	68
Mapa 12: Rendimiento de maíz en Morelos (Ton/Ha) (en base a su rendimiento anual por municipio para 1988-1992)	83
Mapa 13: Rendimiento de maíz en Morelos (Ton/Ha) (en base al promedio de rendimiento total para 1988-1992 por municipio)	84
Mapa 14: Tendencia de la sequía relativa en Morelos	88

INTRODUCCIÓN

A lo largo de la historia de la humanidad ésta se ha enfrentado con los llamados "siniestros climáticos" como son las sequías, inundaciones y heladas, que han desencadenado cambios en fenómenos como la precipitación y la humedad, mismos que afectaron directamente el óptimo desarrollo de la vegetación natural y los recursos vegetales en proceso de domesticación.

A pesar de que en la actualidad la mayoría de los científicos no atribuyen directamente los siniestros antes mencionados a la tendencia del calentamiento global, se ha difundido la idea de que existe esa relación causa-efecto, pues como lo menciona Schneider S. (1991): "durante las olas de calor, inundaciones, incendios y enormes huracanes de 1988, la población de América del norte descubrió el calentamiento global. El 23 de junio de ese año, James Hansen, director del Instituto Goddard de la NASA para estudios espaciales, dijo a un auditorio de senadores de los Estados Unidos que el calentamiento de la década de 1980 había sido un récord y que en especial 1987 había sido el año más caliente de toda la historia. Hansen dijo que el calentamiento es una tendencia real y que deberíamos 'dejarnos de historias' y aceptar el hecho de que el efecto de invernadero es probablemente el causante del calentamiento. No afirmó que estuviera seguro en un 99 por ciento de que la conocida acumulación de gases de invernadero, que ha durado siglos, sea la causa de esos años con niveles nunca antes registrados de calor, pero muchos informadores sacaron esa conclusión. Dada la continua cobertura informativa de los máximos de temperatura registrada en los Estados Unidos, de las inundaciones de Bangladesh y de los tremendos huracanes del Caribe, nada tiene de extraño que mucha gente tuviera la impresión de que las olas de calor y la sequía de 1988 habían sido causadas principalmente por el efecto de invernadero".

Basándose en lo anterior, Schneider S. (op cit), cita que algunos autores consideran que si la situación climática del planeta continúa en la misma línea, cada vez será mayor el número de hectáreas afectadas por la sequía agravándose la situación económica, política y social.

En América, las sequías han constituido un serio problema ya que desde las civilizaciones prehispánicas, se ha padecido esta limitante para el óptimo desarrollo de los cultivos.

Debido a la necesidad de encontrar una alternativa para afrontar el efecto producido por las sequías y para mitigar el impacto negativo de las mismas en la actividad agropecuaria, es de vital importancia conocer el comportamiento de este fenómeno y poder contrarrestarlo.

Dentro de los estudios previos que se han realizado sobre sequía, se pueden considerar como fundamentales los de los siguientes autores: Page (1930), Köppen (1936) y Wallén (1955).

En México, algunos de los cultivos que se consideran básicos son el frijol, el maíz, el tomate el chile y la calabaza, y más del 70% de tierras laborables son de temporal; por lo tanto, al verse estas afectadas por la sequía relativa, se desencadenan problemas socioeconómicos como son la falta de fuentes de trabajo de campesinos, intermediarios, productores de herramienta y maquinaria en general para la siembra; conllevando esto a una falta de poder adquisitivo, que en ocasiones propicia migraciones y abandono de las tierras.

Según Gontran Noble (1957), en el país, con excepción de la región limitrofe de Baja California, la estación lluviosa coincide con el solsticio del hemisferio norte; por ello es que de un 75 a 95% del total de la precipitación se recoge entre los meses de abril a septiembre, haciendo la salvedad que los "nortes" de la época invernal, sobre todo en la zona sur del Golfo de México, llegan a producir precipitaciones de alguna intensidad.

Mosiño y Garcia (1968), han hecho importantes estudios sobre la llamada "Sequía intraestival", "Sequía de medio verano", "Sequía relativa" o "canicula" en donde refieren: "En nuestro país, la sequía relativa o mínimo secundario de precipitación se presenta frecuentemente a mediados de la estación lluviosa, como un receso temporal en la cuantía de las lluvias de esta época, sobre la mitad oriente y sur del país"

Ahora bien, Reyna (1970) dice que aunque no ocurre en toda la República Mexicana, si se observa en extensas regiones donde la distribución anual de la precipitación tiene un carácter bimodal, es decir, que presenta dos máximos de precipitación unidos por un mínimo secundario.

A lo largo del trabajo, se tratará de analizar cuantitativa y cualitativamente, cuál es la relación existente entre la sequía intraestival y la afectación que sufre el cultivo de maíz en el estado de Morelos en el periodo de 1988 a 1992, donde los campesinos aseguran que en los últimos años se han resentido cambios en la presencia de las lluvias, pues antaño era conocida con relativa exactitud la fecha en que se iniciaría la precipitación de verano y en la actualidad se vive a la expectativa de cuándo, dónde y en qué cantidad caerá la misma.

OBJETIVOS

General

Analizar cuantitativa y cualitativamente qué tanto ha afectado la sequía intraestival al cultivo del maíz a través del tiempo, así como analizar cómo ese fenómeno climático ha repercutido en la sociedad y en la economía del estado de Morelos.

Particulares

- a) Analizar el comportamiento de la sequía relativa, principalmente de 1988 a 1992 en el estado de Morelos, complementando con esto los trabajos previos realizados por algunos investigadores y ver, además, de que forma ha repercutido en el cultivo del maíz.
- b) Actualizar el mapa de vulnerabilidad a la sequía de medio verano en el estado de Morelos.
- c) Analizar también las formas en que la "canícula" ha afectado aspectos socioeconómicos en la entidad.
- d) Analizar cuál es la tendencia a seguir de éste fenómeno para poder detectar cuál será el comportamiento del cultivo ante dicha sequía en el futuro.

METODOLOGÍA

Para la realización de esta investigación se aplicó la metodología en tres etapas:

1. Trabajo de gabinete, que incluyó:

1.1. Búsqueda y recopilación de información bibliográfica y hemerográfica, utilizando como palabras clave sequías, estado de Morelos y cultivo de maíz. Para el caso de las fichas hemerográficas, se consultó el diario oficial de estado de Morelos en el periodo comprendido de 1988 a 1992.

1.2. Búsqueda y recopilación de datos estadístico-agrícolas y climáticos de la entidad. Cabe mencionar que hubo limitaciones para el manejo de dicha información, pues el estado tiene una red meteorológica mal distribuida, concentrándose las estaciones básicamente en áreas de fácil acceso, disminuyendo su densidad en áreas montañosas y poco accesibles, además de la falta de registros continuos y/o veraces en muchas de las estaciones

1.2.1. La selección de estaciones se hizo buscando que reunieran la mayor cantidad posible de datos de precipitación media mensual durante un periodo que abarcara no menos de 40 años, teniendo especial cuidado en incluir el periodo de 1988 a 1992, requisito cumplido por 33 estaciones.

Los datos fueron tomados de los archivos de la Comisión Nacional del Agua, Gerencia Estatal de Morelos, SARH; trabajando con las estaciones mencionadas y utilizando la información estadística previa publicada en la investigación de Taboada M, et al (1993) y los resultados que aportan Reyna, T. et al (1994) donde hacen una evaluación de la sequía intraestival en la zona de estudio.

Para calcular la sequía relativa o "cáncula" año por año, se aplicaron en cada una de las estaciones, donde previamente había sido detectada la existencia del fenómeno, las fórmulas que Mosiño y García (1968) propusieron para tal fin:

$$\% \text{ Sequía Relativa} = \frac{\text{Área del polígono funicular}}{\Sigma \text{ Precip. mayo - octubre}} \times (100)$$

Área del polígono funicular según la fórmula indicada para cada caso:

$$A_{1,2,3} = (1/2)Y_1 - Y_2 + (1/2)Y_3 \quad (2 \text{ meses de sequía})$$

$$A_{1,2,3,4} = Y_1 - Y_2 - Y_3 + Y_4 \quad (3 \text{ meses de sequía})$$

$$A_{1,2,3,4,5} = (3/2)Y_1 - Y_2 - Y_3 - Y_4 + (3/2)Y_5 \quad (4 \text{ meses de sequía})$$

$$A_{1,2,3,4,5,6} = 2Y_1 - Y_2 - Y_3 - Y_4 - Y_5 + 2Y_6 \quad (5 \text{ meses de sequía})$$

Donde

Y_i = a las precipitaciones medias mensuales de la temporada afectada por la sequía.

Para hacer una representación visual del polígono funicular se grafican los datos de lluvia mensual

1.2.2. Los datos del maíz se obtuvieron de las Agendas Estadísticas de 1988 a 1992; de la Secretaría de Programación y Finanzas de Desarrollo del Gobierno del Estado, procesando los parámetros de superficie sembrada, cosechada y siniestrada; producción en toneladas; precio medio rural en toneladas (miles de pesos) y valor de la producción (miles de pesos).

1.2.3. La selección de los municipios para la aplicación de encuestas se efectuó mediante el análisis del rendimiento por hectárea en cada municipio durante el período 1988 a 1992, considerando que de los 5 años referidos, por lo menos 2 de ellos, hubieran presentado un bajo rendimiento en relación con la media de producción (no necesariamente abajo del rendimiento promedio) y se trabajó con 50% de los municipios más 1 que presentaban esta condición

1.2.4. La elaboración de la cartografía se hizo de acuerdo a las cartas base y temáticas existentes elaboradas por la SPP (1981) y el mapa de vulnerabilidad a la sequía editado por Taboada, et al (1993), con el cual siguiendo los mismos parámetros se trazó el mapa para el período 1988-1992. Algunos de los mapas utilizados fueron digitados, procesados y analizados mediante el Sistema de Información Geográfica (ILWIS).

1.2.5. Las áreas dedicadas a la agricultura de temporal se midieron con planímetro las correspondientes en el mapa de vegetación y uso del suelo (Escala 1:250 000, SPP, 1981).

1.3. Analizando los resultados obtenidos, se trató de establecer la relación de la sequía intraestival con el bajo rendimiento del cultivo del maíz y las repercusiones a nivel socioeconómico en Morelos

1.4. Para calcular la tendencia del índice de sequía se utilizó el método de ajuste a una recta mediante mínimos cuadrados, con la siguiente función:

$$Y = a_0 + a_1 X$$

Donde:

Y = es la variable calculada, o dependiente siendo en este caso la sequía relativa.

a_0 y a_1 = son los parámetros de la ecuación.

X = a la variable independiente que en este caso es el año de registro.

Una vez obtenidos los parámetros para cada estación, se varió en la fórmula la "X" dándole valores a futuro, de tal manera que se obtuviera así el valor de la "Y".

Para calcular a_0 y a_1 se utilizó el paquete para computadora personal SPSS, que mediante el procedimiento de regresión simple, permitió obtener los parámetros antes mencionados así como el grado de confiabilidad; aunque se probó mediante regresión múltiple, el ajuste a curvas de 2º, 3º y 4º orden, prácticamente en todos los casos el nivel de significancia resultaba menor, por lo que se prefirió utilizar la recta como el modelo de ajuste de los casos.

2. Trabajo de campo Consistió en:

2.1. Realizar la observación directa de los terrenos cultivados con maíz en la entidad, principalmente en aquellos donde se observó mayor incidencia de sequía intraestival y el bajo rendimiento del maíz.

2.2. Aplicar las encuestas a campesinos en los municipios elegidos (formato anexo), mediante las cuales se conoció desde las técnicas de cultivo, tipo de semillas y control de plagas que los campesinos utilizan, hasta la problemática socioeconómica que enfrentan ante la sequía intraestival.

3. Trabajo de gabinete:

3.1. Análisis de los resultados del trabajo de campo.

3.2. Comparación, integración y complementación entre los resultados obtenidos durante el primer análisis de gabinete y los resultados del trabajo de campo.

3.3. Elaboración de conclusiones y del documento final.

ENCUESTA DE CAMPO

Localidad, municipio y Estado _____

Fecha _____

I) Topografía

- 1) Fondo de valle o depresión
- 2) Llanura
- 3) Pie de monte
- 4) Ladera baja

II) Microrelieve

- 1) Plano
- 2) Ondulado
- 3) Accidentado

III) Climas

- 1) Época de seca comprendida de _____ a _____
- 2) Época de lluvia comprendida de _____ a _____
- 3) Mes más seco _____
- 4) Mes con mayor precipitación _____
- 5) Mes más caliente _____
- 6) Mes más frío _____

IV) Conocimiento empírico sobre la sequía intestinal

V) Fenómenos meteorológicos

VI) Duración del fenómeno

VII) Partes afectadas de la planta

VIII) % de pérdida del cultivo

VIII) Tipo de rocas

IX) Unidad de suelo

- 1) Profundidad _____
- 2) Color _____
- 3) Textura _____
- 4) Pedregosidad _____

X) Erosión

- 1) Laminar
- 2) Arroyada
- 3) Cárcavas

XI) Tenencia de la tierra

- 1) Ejidal
- 2) Particular
- 3) Comunal
- 4) Otro _____

VII) Servicios

- 1) Crédito
- 2) Seguro
- 3) Asistencia Técnica

Prácticas agrícolas:

- 1) Labores de cultivo _____
 - 2) Tipo de siembra _____
 - 3) Rotación de cultivos _____
 - 4) Prácticas de conservación de suelos _____
 - 5) Alternancia de uso del terreno _____
 - 6) Variedades o híbridos _____
 - 7) Tipo de cultivo
(anual, perenne, y semiperenne) _____
 - 8) Fecha de siembra y cosecha _____
 - 9) Densidad de siembra:
 - a) profundidad de siembra _____
 - b) kg/ha de semilla _____
 - c) distancia entre surcos y plantas _____
 - 10) Fertilización _____
 - 11) Tipo de fertilizante _____
 - 12) Plagas y enfermedades _____
 - 13) Duración de plagas y/o enfermedades _____
 - 14) Control de plagas y/o enfermedades _____
 - 15) Precio por tonelada _____
 - 16) Mercado _____
 - 17) Consumo directo
(animal o humano) _____
- Observaciones _____

MARCO TEÓRICO

La sequía

Según Castillo (1988), a pesar de la vasta literatura existente en torno a las sequías, no se ha logrado obtener un significado uniforme de este fenómeno, ya que cada grupo de la sociedad le da el suyo de acuerdo a sus necesidades, así se pueden mencionar entre otras la sequía meteorológica, la agrícola, la hidrológica y la fisiológica. Debido a que la intención de esta investigación no es explicar todas las variables de sequía, solo se mencionan algunos casos relevantes de la atmosférica

1. Definiciones particulares:

Russel (1896), fue el primero en dar un significado para la sequía, considerándola como un periodo en meses o años, en el cual las precipitaciones se presentan muy pocas veces, por lo que el país o región de la incidencia sufre grandes y graves problemas.

Thomas (1965), consideró a la sequía como un fenómeno meteorológico que ocurre cuando la precipitación en un periodo es menor que el promedio y la diferencia es lo suficientemente grande y prolongada como para dañar las actividades humanas.

Sancho y Cervera (1978), retoman el concepto de Thomas para desarrollar la definición de sequía y de considerarla como un fenómeno meteorológico que se presenta cuando las lluvias y/o escurrimientos superficiales naturales, durante un periodo, son menores que lo normal.

En general, todas las definiciones siempre se refieren a "la falta de agua", pero tratado desde diferentes puntos de vista, que se contemplan a continuación:

2. Clasificación de las sequías por precipitación (de acuerdo a Castillo, op cit):

- Sequía meteorológica. Desde este punto de vista se mide la cantidad de agua precipitada durante un intervalo de tiempo dado, algunos ejemplos de ésta lo dan los siguiente autores:

- Cole (1933) definió a la sequía como el periodo de quince días en los cuales no se tienen lluvias.
- Para la Organización Pluvial Británica (1936) hay dos tipos de sequía:
 - "sequía absoluta", como el periodo al menos de quince días consecutivos con precipitaciones inferiores a 0.25 mm. y "sequía parcial", periodo de treinta días con precipitaciones iguales al concepto anterior.
- Fitzpatrick (1953), la describió como el periodo de 48 hrs. en el cual la cantidad de lluvia alcanza un valor de 6.4 mm.

- Sequía climatológica Desde este punto de vista, la sequía se da cuando no se supera el porcentaje ya establecido del valor de la precipitación normal, ya sea a nivel mensual o anual, de tal forma que:

— Henry (1906), consideró que la sequía se presenta cuando en un intervalo de tiempo de veinte días o más, las precipitaciones registradas no superan el 30% del valor de la precipitación media para un tiempo y un lugar dado.

3. Clasificación de las sequías en base a las diferentes zonas climáticas (según Castillo, op cit):

- Sequías permanentes. Se presentan en climas de extrema aridez, propios de las zonas desérticas donde la falta de lluvia predomina.
- Sequías estacionales. Son aquellas que se dan en climas donde las estaciones de lluvia y secas se encuentran bien definidas.
- Sequías contingentes. Se presentan en cualquier parte del mundo, pero su principal zona de afectación es aquella donde se tienen climas húmedos y subhúmedos, son resultado de la variación en tiempo de las estaciones lluviosas.
- Sequías invisibles. Ocurren debido a la deficiencia hidráulica límite, como consecuencia de que aparentemente la precipitación es adecuada pero en realidad no satisface las exigencias regulares de la evapotranspiración.

4. Clasificación de las sequías en base a las áreas afectadas (en base a lo escrito por Medina, 1987):

- Sequías locales, cuando afecta menos de un 10% de la superficie total de un estado o país.
- Sequías de carácter vasto y muy vasto. El primer caso es cuando se afecta entre 11 y 20% del área total y en el segundo, la afectación es entre 21 y 30%
- Sequías de carácter extraordinario. Su área de afectación es de 31 a 50%
- Sequías de carácter catastrófico. Abarcan un área de más del 50% de la superficie total del territorio.

5. Clasificación de las sequías en base a la intensidad (según Castorena, et al, 1980):

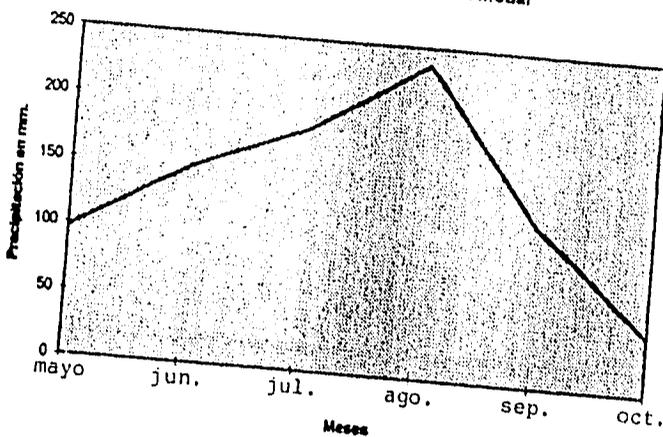
- Moderadas. Se dan cuando se presenta una escasez parcial de lluvias y los efectos que produce la misma no tienen repercusión en la producción ni en la economía del lugar donde incide.
- Medias. Son las que se originan por una disminución palpable en la cantidad de agua precipitada que sí afecta a la producción agrícola, pero las consecuencias de ésta no son graves para la sociedad y la economía del lugar.
- Severas. Se presentan cuando se tienen disminuciones totales o generales de las lluvias, lo que ocasiona daños cuantiosos a la producción agrícola y afecta a la sociedad.

— Extremadamente severas o muy severas. Se originan por una falta total de precipitaciones, lo cual repercute sobre la producción agrícola provocando la presencia de crisis en la sociedad y en la economía.

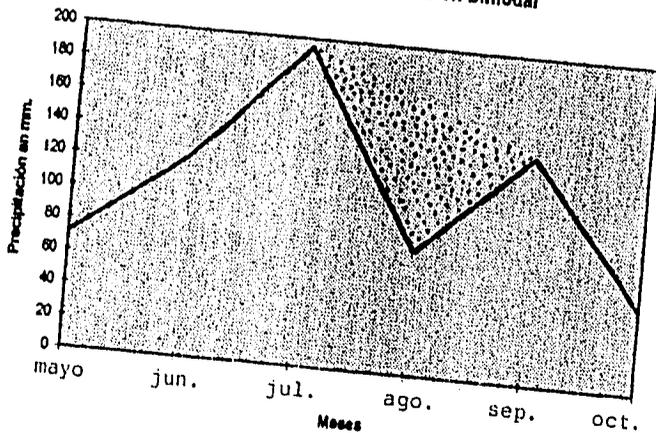
En base a la clasificación hecha por Reyna, et al (1989) para el caso de México, la sequía intraestival se distribuye como lo muestra el mapa 1, donde se puede observar que el área con mayor incidencia de sequía de medio verano es el noreste del país, alcanzando porcentajes de mayores a 40; disminuyendo gradualmente hacia el sur y sureste de México. Como se puede observar, que en parte del centro y el noroeste de la República, no se tienen hasta ese momento, registros de este fenómeno.

Debido a que la sequía relativa, se clasifica dentro del tipo de sequía climatológica, y para efectos de esta investigación se considerará que en el estado de Morelos de acuerdo con Reyna y Taboada (1994), la lluvia tiene un comportamiento bimodal, es decir, que en el verano registra dos máximos unidos por un mínimo secundario y a ésta disminución 'relativa', comparada con lo que podría esperarse si la temporada lluviosa fuera modal (gráfica 1a), se le conoce como sequía intraestival, relativa, de medio verano o 'canícula' (gráficas 1b).

gráfica 1a. Precipitación Modal

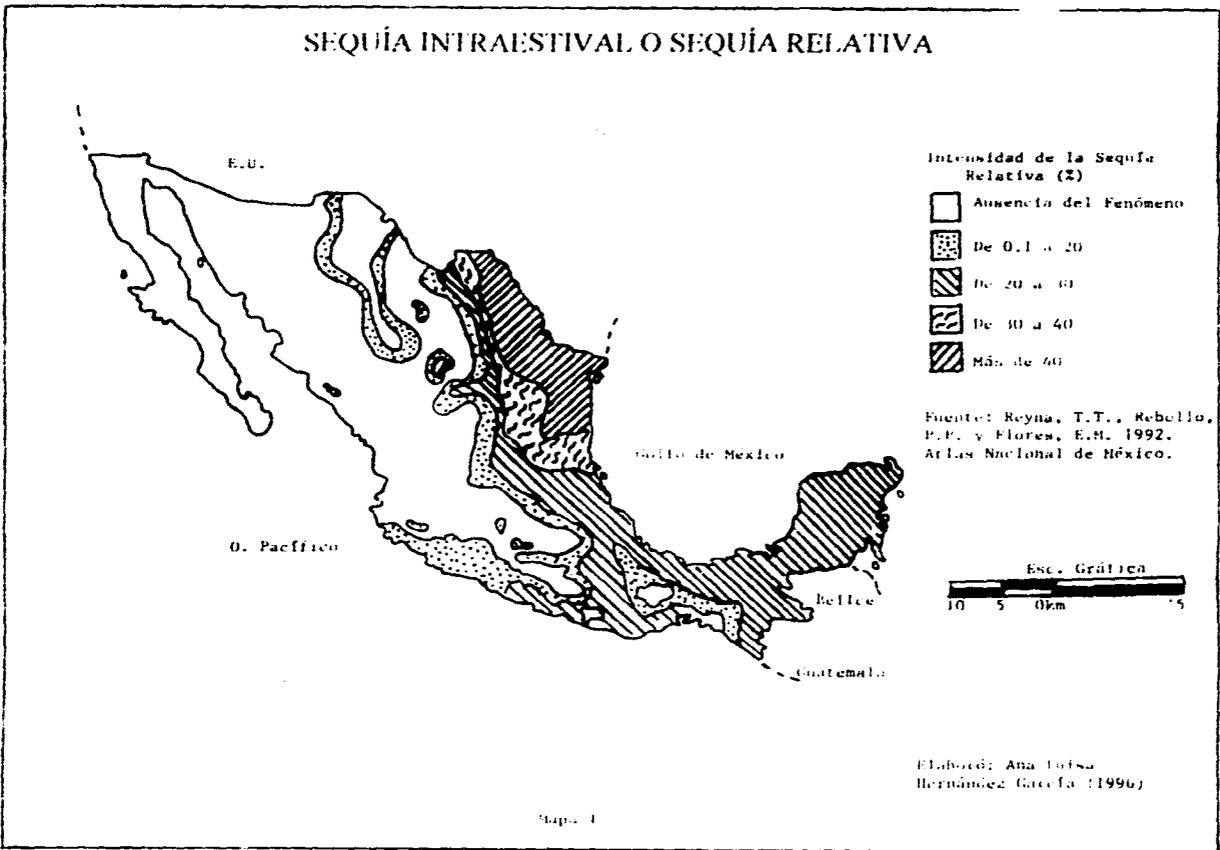


gráfica 1b. Precipitación bimodal



Polígono funicular

SEQUÍA INTRAESTIVAL O SEQUÍA RELATIVA



Origen e Importancia del Maíz

A través del tiempo, el origen del maíz ha representado una incógnita que aun en nuestros días no ha sido posible esclarecer; lo cierto es que en México, ha habido una amplia utilización del mismo entre los habitantes del territorio desde épocas prehispánicas.

Hernández, X. (1987), dice que prueba de esto son sus representaciones en esculturas, cerámica y códices antiguos. Un ejemplo importante es la escultura de la diosa zapoteca del maíz, Centiocihuatl, que tiene un penacho ornamentado con mazorcas hechas por medio de moldes de mazorcas de maíz. Estas mazorcas son muy semejantes en forma, tamaño, número de hileras y tipo de grano a las mazorcas de una raza que aun existe en México

La evidencia más convincente de la antigüedad del maíz viene no de México mismo, sino de una región contigua, al suroeste de los Estados Unidos de Norteamérica. Ahí en una cueva abandonada conocida con el nombre de Bat Cave, que se encuentra en las márgenes del lecho de un antiguo lago desecado en el estado de Nuevo México, se han encontrado recientemente restos culturales que, en forma conservadora y de acuerdo con pruebas geológicas, se calcula datan de unos 2 000 años antes de la Era Cristiana. Se encontraron en estos escombros elotes de maíz prehistórico descritos por Mangelsdorf y Smith (1949), que no solamente revelan la naturaleza del maíz primitivo, sino que proporcionan por primera vez evidencia directa de una secuencia evolutiva.

Según Beltrán, M. (1990), Las primeras civilizaciones de América, se sustentaron en el cultivo del maíz y fue el alimento básico de los aztecas y de los mayas, por otro lado, Díaz, M. (1982) señala que los mexicanos antiguos con sus observaciones y conocimientos crearon el maíz, y el maíz creó a los pueblos, como se puede apreciar en este poema:

"Oidlo:

*El maíz es nuestra carne, nuestro hueso,
nuestro ser, nuestra vida.*

El es el que se pone de pie,

él es el que se mueve,

él es el que se alegra, el que ríe,

el que vive:

el maíz"

Poema azteca

Ahora bien, si el maíz fue determinante para el desarrollo material de las civilizaciones prehispánicas, también lo fue para su concepción de la vida y la religión. El maíz resultaba para los indígenas el milagro cósmico de la eterna renovación de la vida. De este cereal dependía el destino de la comunidad entera.

Ejemplo de esto es una crónica antigua del Popol-Vuh que narra que Hunab Ku, dios maya, quería crear una tierra perfecta: primero creó los venados y las aves, pero éstos al no elevar sus plegarias al cielo, fueron condenados a que sus carnes "fueran molidas por otros animales". Luego creó hombres de madera que tuvieron que ser destruidos porque carecían de corazón. Finalmente, sus intentos fructificaron. Hunab Ku, empleó semillas de maíz para construir el cuerpo de los hombres, y entonces éstos lograron sobrevivir y dar gracias a los dioses por haber sido creados

El dios maya del maíz era Yum Kax. Se le representaba siempre como un joven, a veces con una mazorca de maíz en calidad de tocado sobre la cabeza. Era una deidad benévola, un dios de la vida y de la abundancia. Según se desprende de los codices, Yum Kax tenía numerosos enemigos, y su destino al igual que el del maíz estaba sujeto a los dioses de la lluvia, el viento, la sequía, el hambre y la muerte.

Otra interesante historia es narrada en el Chilam-Balam de Chumayel y cuenta que: "El nacimiento de la primera gracia divina que fue la semilla del maíz, ocurrió cuando era infinita la noche, cuando aun no había dios. El maíz no había recibido el don divino y estaba solo, dentro de la noche, cuando no había cielo ni tierra. El maíz permanecía oculto bajo la montaña. El antiguo Chac, dios del trueno hizo pedazos la roca y el maíz quedó libre, nació"

De acuerdo a lo escrito por Reyes (1990), la palabra "maíz" proviene de una lengua del Caribe; los españoles tomaron el vocablo de la isla de Haití, cuyos aborígenes le llamaban "mahiz"; por su gran diversidad de variedades y usos, la planta, grano o cultivo, ha sido denominada con muchos nombres: en náhuatl se conocía como Tlayolli, Centli o, Cinte o Cintle; en maya, Ixi; en huasteco, Iziz; en otomí, Detha; en quechua, Pirissincu; en guaraní, Abati; en China, Arroz de Jade, Trigo de Jade (Yu mai) y Sorgo de Jade.

Con la llegada de los colonizadores a América, y muy particularmente al México actual, Díaz, M. (1982) refiere que a pesar de que los españoles destruyeron mucho el conocimiento indígena, algo logró permanecer, el maíz siguió siendo la base de la alimentación de muchos de los mexicanos, así como de su manera de ser y de ver el mundo. El maíz nos sigue acompañando, es la mejor herencia que nos pudieron dejar los antepasados.

La interrogante acerca del origen del maíz ha dado lugar a diferentes hipótesis, que hasta la fecha se siguen investigando.

En Europa y Asia por ejemplo, se han encontrado plantas silvestres que se consideran antecesoras del trigo, la cebada y el arroz, pero hasta ahora en ningún lugar de estas regiones se ha encontrado la planta que pudo haber evolucionado hasta llegar a dar origen al que hoy conocemos como maíz.

Por otra parte, la mayoría de los cereales se pueden reproducir por sí mismos porque sus semillas caen al suelo cuando maduran, pero el maíz presenta un problema. Es

el único cereal incapaz de autoreproducirse, ya que los granos maduros están fuertemente sujetos a la mazorca y ésta a su vez, está totalmente cubierta por hojas. Lo anterior implica que el maíz no existe en estado silvestre, por lo tanto, para su perpetración y posterior difusión fue necesaria la mano del hombre.

Si bien es cierto que hay una gran diversidad de opiniones en torno al origen del maíz, son tres las hipótesis que según Llanos (1984) se han manejado durante los últimos 40 años. Las tres parten de que el maíz es una gramínea de la tribu Maydeae, que se divide en tres grupos. De uno de éstos se desprenden tres géneros: *Zea* (maíz), *Euchlaena luxurians* (teosinte) y *Tripsacum*.

Una hipótesis propone que el teosinte es el antepasado silvestre del maíz. Ambas plantas se asemejan mucho, aunque muchos botánicos rechazan esto porque el valor nutritivo del primero es insignificante.

La segunda hipótesis sostiene que el antepasado del maíz es el *Zea tunicata* (maíz tunicado o pod corn), y que al evolucionar por domesticación llegó a convertirse en el maíz actual.

La última de las tres hipótesis propone que el maíz, el teosinte y el *tripsacum* evolucionaron por separado y que los tres tienen un antecesor común.

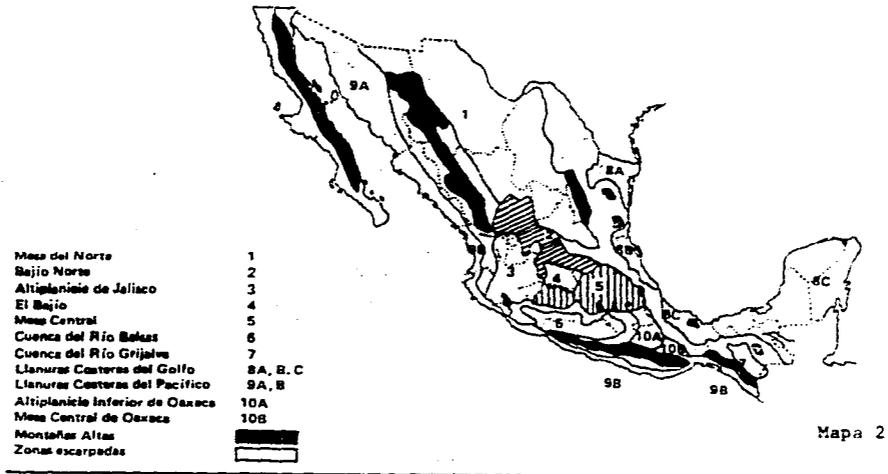
Las evidencias arqueológicas se han encontrado en lugares secos, protegidos de la humedad y han servido de punto de partida para la formulación de las hipótesis antes citadas. Los materiales incluyen desde mazorcas y olotes hasta hojas y cascabillos (la piel que cubre cada grano). Las partes de la planta con frecuencia se encuentran en estado semicarbonizado y por lo general a partir de ellas, se puede determinar con precisión la estructura de la planta a la que pertenecieron.

El maíz en la actualidad, es una de las plantas más diversificadas pues no tiene planta competidora que le aventaje en adaptación a los climas y suelos de México, utilidad de sus productos, medios naturales de defensa contra agentes adversos y cantidad de materias alimenticias. Hasta ahora se conocen cuando menos 305 distintas razas de maíz a nivel mundial y su distribución es muy amplia.

En la República Mexicana y de acuerdo con Wallhausser, et al (1987), se puede obtener una mejor comprensión de la distribución de las diferentes razas de maíz si se toman en cuenta las condiciones topográficas y climatológicas generales de las distintas regiones del país (mapa 2):

La cordillera que se extiende desde Guatemala y cruza el Istmo dividiéndose en la zona central del sur de México para formar hacia el norte la Sierra Madre Oriental y la Sierra Madre Occidental. La gran altiplanicie de México se encuentra localizada entre estas dos cordilleras y a su vez se divide de norte a sur en cinco regiones generales: Mesa del Norte, Bajío Norte, Altiplanicie de Jalisco, El Bajío, y la Mesa Central. La Mesa del Norte

ZONAS GEOGRÁFICAS DE MÉXICO*



Fuente: Wellhausen, E.J.; Roberts, L.M.; Hernandez, X. E.; Xolocotzia 1987.

* Modificado de C.L. Gilly, y H.S. Gentry, Regiones Geográficas de México, inédito.

consiste por lo general de vastas extensiones casi planas, que debido a la poca precipitación que tiene (125 a 500 mm. anuales), es de poco valor para el cultivo; las otras cuatro regiones cuentan con 7 u 8 valles extensos, localizados a una altura de 1500 a 2500 m. y con precipitaciones que van de 500 a 1000 mm. anuales, por lo que se le considera la región maicera más importante del país.

Las zonas escarpadas que se localizan al este, oeste y en los límites de la gran altiplanicie, y que consisten principalmente en valles pequeños e inclinados y en cordilleras estrechas con pocas tierras planas ya sea en los valles o en las regiones interfluviales. Hacia el este y el sur la precipitación pluvial es suficiente pero muy poca superficie sirve para el cultivo; generalmente se cultiva maíz en pequeñas extensiones de aluvión y también en las colinas y laderas inclinadas, debido a la topografía los valles se encuentran aislados entre sí y esto ha permitido el desarrollo de muchas variedades diferentes de maíz. La zona escarpada del oeste es semiárida y gran parte del terreno es demasiado seco para cultivarse, solo en las profundas barrancas y gracias a los pocos ríos que fluyen en el fondo de las mismas, se pueden cultivar frutos tropicales, caña de azúcar y tabaco; de otra forma es necesario suministrar riego a los cultivos como en el Valle del Yaquí para poder obtener rendimientos altos de productos como trigo, arroz y linaza.

Wallhausen hace referencia también a las altiplanicies y cuencas relativamente grandes de las sierras del sur de México. Algunas altiplanicies altas y bajas de Oaxaca se prestan para la práctica agrícola. La mayor parte de la altiplanicie elevada de Oaxaca es muy semejante al Bajío en elevación y clima, pero las variedades de maíz son muy distintas.

La cuenca del Río Balsas localizada en la parte noroeste del estado de Guerrero y la cuenca del Río Grijalva, en el estado de Chiapas, a pesar de estar separadas entre sí, han demostrado tener ciertas razas de maíz en común. Es conveniente mencionar que la zona de estudio de esta investigación, se localiza parte en la cuenca del Balsas y parte en las zonas escarpadas.

Existen dos llanuras costeras en el país; una es la del Golfo que se encuentran por todo lo largo de la costa del Golfo de México, teniendo mayor extensión en la Península Yucateca. Esta franja es muy cálida y húmeda (excepto Yucatán) y la precipitación pluvial durante la temporada lluviosa varía de 1250 a 3000 mm., por lo que se pueden cultivar frutales y algunas variedades de maíz. Otra la del Pacífico, la cual es muy angosta con excepción de su parte norte donde es más extensa pero muy árida.

Es muy difícil establecer un área de distribución muy específica para cada raza y variedad de maíz, puesto que no se han hecho recolecciones en todas las regiones, y es posible encontrar similitud en lugares lejanos entre sí. Ahora bien, Wallhausen expone que es muy probable que no exista una raza "pura" de maíz en el sentido de que todos los individuos que componen dicha raza sean homocigotes para todos o la mayoría de sus genes e inclusive dice que en las variedades de maíz de polinización libre probablemente cada planta es ligeramente diferente en su genética de todas las otras plantas. Es posible reconocer por lo menos veinticinco distintas razas de maíz en México, pero esto no

significa que todos los tipos de maíz que se encuentran en el país puedan ser asignados a una de estas razas ya reconocidas. De acuerdo a sus derivaciones, las razas mexicanas pueden ser divididas en cuatro grupos principales en la siguiente forma:

1) Razas Indígenas:

- a) Palomero Toluqueño
- b) Arrocillo Amarillo
- c) Chapalote
- d) Nat-tel

2) Razas exóticas precolombinas:

- a) Cacahuacintle
- b) Harinoso de Ocho
- c) Olotón
- d) Maíz Dulce

3) Razas mestizas prehistóricas:

- a) Cónico
- b) Reventador
- c) Tabloncillo
- d) Tehua
- e) Tepecintle
- f) Comiteco
- g) Jala
- h) Zapalote Grande
- i) Zapalote Chico
- j) Pepitilla
- k) Olotillo
- l) Tuxpeño
- m) Vandeño

4) Razas Modernas Incipientes:

- a) Chalqueño
- b) Celaya
- c) Cónico Norteño
- d) Bolita

Una raza adicional y no bien definida aún, incluye las variedades Conejo, Mushito y Complejo Serrano de Jalisco.

Cabe mencionar que en la zona de estudio se presentan las siguientes razas y algunas de sus subrazas: Elotes Occidentales (subraza del Harinoso de Ocho), Cónico, Teocintle, Pepitilla y Semipepitilla (subraza del Pepitilla).

De acuerdo a la textura del grano, Reyes (1990), menciona que hay ocho grupos de maíz:

- 1) Maíz tunicado (*Zea mays tunicata*)
- 2) Maíz palomero (*Zea mays everta*)
- 3) Maíz cristalino (*Zea mays indurata*)
- 4) Maíz dentado (*Zea mays indentata*)
- 5) Maíz harinoso (*Zea mays amylacea*)
- 6) Maíz dulce (*Zea mays sacharata*)
- 7) Maíz céreo (*Zea mays cerea*)
- 8) Maíces enanos

Morfológicamente, el maíz presenta un tallo central compuesto por nudos y entrenudos. De cada nudo surge una hoja que envuelve parcialmente al entrenudo y que continúa después en forma libre. En los nudos de la parte del tallo, se encuentran las inflorescencias femeninas y en la parte final o ápice, la inflorescencia masculina o espiga que solo produce polen. Cuando el polen fecunda las inflorescencias femeninas, se originan las mazorcas.

La semilla del maíz es especialmente grande y se distribuye en la mazorca de acuerdo con la raza a la que pertenece. El grano está compuesto por tres partes: la envoltura, el germen o embrión y el endospermo que constituye la mayor parte de la semilla. Por lo general, las mazorcas presentan de 8 a 16 hileras de granos y cada una desarrolla de 8 a 70 semillas, hay mazorcas que llegan a tener mil granos o más.

Requerimientos ecológicos y fenología del maíz

De acuerdo con la raza, puede variar el tamaño y el número de hojas, los caracteres externos e internos de la mazorca, los caracteres fisiológicos y genéticos, así como el color de los granos que pueden ser amarillos, blancos, rojos, morados y azules.

La mayor parte del maíz que se cultiva en nuestro país se siembra en regiones de temporal. Según algunos investigadores, el cultivo requiere en condiciones óptimas, temperaturas de moderadas a calientes (entre 21° y 27°C), y precipitación total de 800 a 1200 mm. bien distribuida durante el ciclo de desarrollo de la planta y según Reyes (op cit), los meses de mayor requerimiento de agua son entre julio y septiembre (época en que se presenta la sequía intraestival). La distribución de lluvia escasa o mala afecta adversamente al rendimiento. El calor y la sequía durante el período de polinización a menudo causan la desecación del tejido foliar y la formación deficiente de semillas. Sin embargo, la lluvia excesiva causa la lixiviación de los nutrientes del suelo y puede

incrementar la incidencia de ciertas enfermedades. Para su mejor rendimiento se recomiendan los terrenos fértiles, bien drenados, profundos y de textura media.

Los estadios de crecimiento y desarrollo del maíz son los siguientes (fig 1):

- 1) Antes de la siembra
- 2) Resiembra (siembra a estadio 0)
- 3) Crecimiento vegetativo inicial hasta la diferenciación floral (estadios 0 a 2.5-3)
- 4) Crecimiento vegetativo avanzado desde el rápido inicio de la elongación del tallo
(altura de planta: 50 cm.) hasta el inicio del espigamiento. Emergencia de la espiga "parando oreja" o "banderilla. (estadio 2.5 a 4)
- 5) Espigamiento, jiloteo y polinización (estadios 4 a 5)
- 6) Producción de grano. Desde fecundación hasta madurez fisiológica del grano (estadios 6 a 10)
- 7) Maduración de cosecha y secado del grano

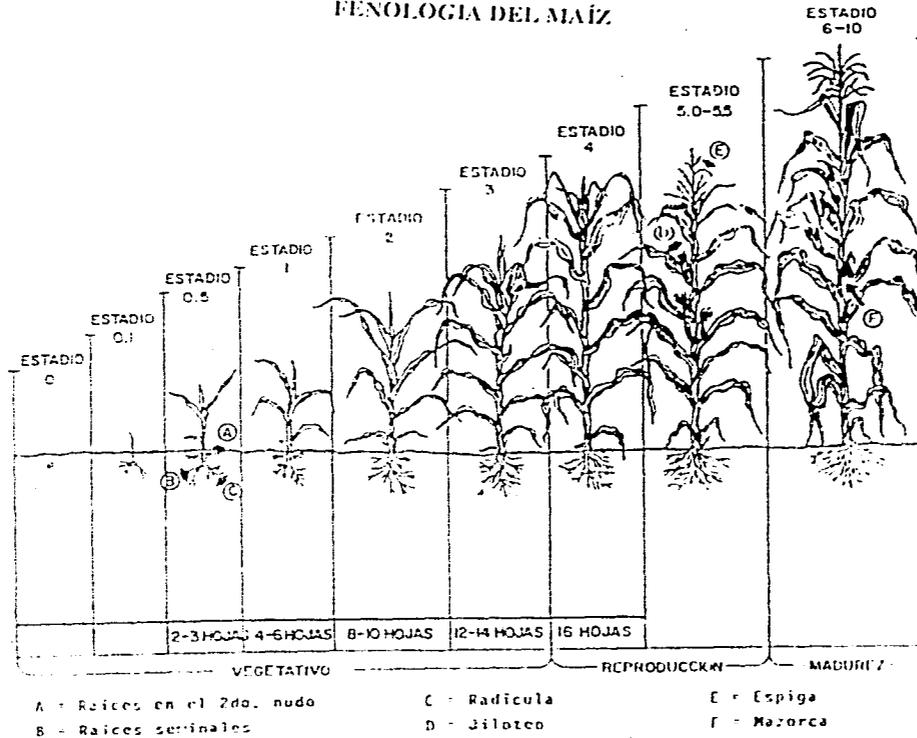
Durante el período muy temprano de desarrollo (alrededor de dos semanas), el punto de crecimiento de la planta del maíz se encuentra abajo de la superficie del suelo. Bajo condiciones favorables, todo el tallo y la espiga diferenciada, están formadas abajo del suelo alrededor de dos semanas después de la emergencia de la plántula. Al estadio 1.5 el punto de crecimiento se encuentra sobre la superficie del suelo. El estadio 3 incluye plántula y desarrollo de las primeras hojas, hasta 5 o 6 semanas después de la emergencia; al final del estadio la planta tiene el máximo número de hojas; los haces vasculares y óvulos del jilote están ya determinados. Las potencialidades de la planta, durante el estadio 3, están ya establecidas, y el estadio es de considerable importancia teórica en la predicción del rendimiento. Hay evidencia que incluso un ligero mal tiempo (castigo por sequía, por ejemplo), puede reducir el desarrollo de los primordios florales.

Durante los estadios 3 al 4 el área foliar de la planta llega a su completo desarrollo y el ápice de la espiga emerge al final del estadio 4. Los entrenudos superiores del tallo se alargan rápidamente y las mazorcas incipientes (una o dos), también se alargan. La máxima altura, diámetro del tallo y área foliar se alcanzan al final del estadio 4.

En el estadio 5; espigamiento, jiloteo y polinización, es un período crítico en la planta del maíz. El número de óvulos que serán fertilizados se está definiendo. El estrés por humedad y nutrientes puede reducir los rendimientos drásticamente.

Las primeras dos semanas del período de la producción del grano son un estadio de rápido crecimiento del jilote, totomoxtle (cubierta o bráctea que cubre a la mazorca), del olote y del grano en proceso de desarrollo. El olote alcanza casi su total tamaño con pequeños granos que aún se le adicionan. Del estadio 5.5 al 8.5 hay un rápido incremento del peso

FENOLOGIA DEL MAÍZ



Fuente: Reyes, C. P. 1990. El maíz y su cultivo. México, D.F.

Fig. 1

del grano. En un periodo de alrededor de cinco semanas, casi el 85% del peso del grano seco puede ser producido. En el estadio 10, la madurez fisiológica del grano es alcanzada, en otras palabras, el máximo peso del grano seco es obtenido en esta fase. Para el mayor número de cultivares el promedio desde el jiloteo hasta la madurez fisiológica comprende de 50 a 60 días, sin embargo, hay variaciones según el cultivar, fecha de siembra, localidad y fertilidad del suelo.

Después que se ha alcanzado la madurez fisiológica, el grano debe de estar seco para la cosecha. Este periodo varia dependiendo de factores del medio ambiente y métodos de cosecha.

Labores culturales y técnicas de cultivo del maíz

La gran diversificación climática, ecológica y socioeconómica de México, condiciona el empleo de una variedad igualmente amplia de técnicas de cultivo adaptadas a cada región, pero es sorprendente saber que más de las tres cuartas partes de la producción de maíz, se obtienen con tecnologías populares, de las cuales se pueden mencionar dos grandes sistemas que las agrupan:

1) El sistema de roza, que reúne un conjunto de técnicas de origen prehispánico que aún se utilizan sobre todo en las zonas tropicales de temporal, e implica el empleo de instrumentos autóctonos de manufactura casera y que en términos generales recurre a la técnica de "roza-tumba-quema" al estilo de los antiguos mayas, que consiste en limpiar el terreno con hachas y machetes, quemar la hojarasca y ramas para fertilizar el terreno y sembrar más tarde con la ayuda de la coa sembradora. Este sistema requiere una mínima inversión pero una gran cantidad de trabajo físico.

2) El sistema de rotulación, que fue introducido en México por los conquistadores y su aportación consiste en el uso del arado. Este sistema con el objeto de lograr un mejor aprovechamiento de las condiciones del suelo, pues al remover la tierra con el arado (el cual es tirado por animales o por un tractor), se crea una capa blanda que facilita la absorción y retención de la humedad, así como la aireación del suelo. Igualmente la tierra facilita el desarrollo de las raíces de la planta al no encontrar éstas suelo compacto que les impida su crecimiento. Este sistema requiere de una mayor inversión económica que el anterior, pero de un menor esfuerzo de trabajo.

El maíz como cualquier otra planta, padece el ataque de diferentes plagas. A nivel nacional se sabe de por lo menos 40 especies de parásitos que ocasionan una notable disminución en la producción (hasta en un 20 y 30%). Entre dichas plagas es común encontrar a la araña roja, el tabaquillo, el chapulín, el gusano barrenador del tallo y el gusano elotero. Asimismo, el maíz padece el efecto nocivo de depredadores tales como el mapache, el tejón, la rata y la tusa. También se resiente un fuerte daño cuando el maíz se encuentra almacenado y sufre la acción nociva de roedores, microorganismos e insectos.

La aparición de estas plagas, hace necesaria la aplicación de diversos métodos de control, que abarcan desde el uso de plaguicidas químicos y la siembra de variedades resistentes a uno o varios patógenos, hasta la simple eliminación manual de larvas, insectos y roedores.

Respecto a las enfermedades, la National Academy of Sciences (1981), define a las mismas como una alteración de una o varias series ordenadas de procesos fisiológicos de utilización de energía de la coordinación de esta utilización del huésped, es decir, que hay una variación en las actividades metabólicas de un organismo, que pueden ser causadas por el medio ambiente. Se pueden enumerar gran cantidad de enfermedades que impiden el óptimo crecimiento del cereal, pero dentro de las más comunes están las bacterias, que provocan marchitamiento de la planta de maíz; por otra parte el daño que ocasionan los hongos en las plantas, la mayoría de las veces es negativo, siendo la especie *Gibberella* la que más ataca a los cereales. Hay una enfermedad del maíz que resulta paradójicamente benéfica al agricultor: el huitlacoche, que es un hongo comestible que infesta al elote y se vende en algunas partes de la República, incluso a mejor precio que el grano, por ser un platillo muypreciado en la cocina mexicana.

Usos del maíz

En la actualidad la producción de maíz es insuficiente para satisfacer la demanda alimenticia. Por eso, el gobierno ha tenido que importar grano, lo que parece irónico en un país que difundió al mundo el uso de este cereal.

Para evitar desequilibrios económicos, fomentar la producción maicera y salvaguardar el desarrollo elemental del pueblo para obtener alimento, el gobierno ha tenido que instrumentar medidas de apoyo para el agricultor y de regularización del mercado de los productos básicos. Entre ellas se encuentra la aplicación de subsidios a los productores del maíz.

En base a materia seca, el grano tiene la siguiente composición:

77%	almidón
2%	azúcar
9%	proteínas
5%	aceite
5%	pentosas
2%	cenizas

A su vez las cenizas del grano contienen:

sales de calcio
magnesio
fósforo
aluminio
hierro
potasio
sodio
cloro

Además de ser un alimento básico tradicional y versátil, y de ser utilizado por la gente de campo como forraje para su ganado (ya sea en verde o en rastrojo), el maíz es una materia prima maleable de gran utilidad para la industria.

Del germen se obtienen aceites para la preparación de alimentos vitaminados, aceites de cocina, mayonesa, manteca vegetal, aceites y ácidos grasos para diversos usos industriales, también del germen se obtienen proteínas entre las que sobresale la zeína, que interviene en la elaboración de plásticos y lana artificial.

Del grano se obtiene almidón, uno de los principales derivados del maíz que se utiliza tanto en la fabricación de detergentes, grasas de zapatos o neumáticos como en la elaboración de antibióticos, sustitutos de azúcar de caña (fructosa), goma de mascar y diversos productos alimenticios con alto contenido en calorías. Más de 60 productos utilizan el almidón de maíz en su elaboración.

Además se extraen sustancias como la dextrina, que se emplea en la producción de pegamentos y colas utilizados en la encuadernación de libros, en el encolado de telas, en la fabricación de tintas y colorantes finos. Otros derivados son la dextrosa que se utiliza por ejemplo, para la elaboración de explosivos y licores.

Aunque poco a poco, el maíz ha ido satisfaciendo las necesidades de diferentes industrias; en México, su utilización primordial es el consumo humano directo, esencialmente en forma de tortilla, de ahí la importancia que representa esta industria que en 1973 se declaró de interés público por decreto presidencial.

La tortilla forma parte de los hábitos alimentarios de nuestro país y es el punto de partida de su elaboración, es decir, en la manufactura de la masa, se utiliza una técnica ancestral que se mantiene vigente hasta nuestros días: la nixtamalización, que permite desprender con facilidad la cáscara indigesta del maíz, mejorar las cualidades nutricionales del grano y dar flexibilidad a la masa. A la fecha, desde las grandes industrias productoras de harina nixtamalizada hasta las mujeres de las rancherías más pequeñas, conocen las ventajas y los secretos de este viejo proceso de transformación del maíz.

Antecedentes de los cultivos agrícolas en México y su relación con las sequías

La agricultura ya desde la época prehispánica, ha sido una de las principales actividades practicadas por el hombre, la cual ha tenido que hacer frente a distintos fenómenos que de alguna manera repercuten en el rendimiento de los cultivos y por tanto, en la sociedad misma.

Según Rzedowsky (1978), desde un punto de vista económico, el país no puede considerarse como preponderantemente agrícola, debido principalmente a la falta de suelos con características óptimas para esta actividad, sin embargo, es importante considerar que existe un gran arraigo del pueblo mexicano para su práctica, y aunque no se sabe con precisión cual fue la región que le dio origen, el autor antes mencionado cita que hay datos que aseguran que ya se cultivaba desde hace por lo menos 7 000 años.

La domesticación de las plantas en nuestro país, ha sido vital para la sobrevivencia humana, entre las más conocidas y utilizadas desde la antigüedad se puede mencionar al maíz *Zea mays*, frijol *Phaseolus spp.*, calabaza *Cucurbita spp.*, chile *Capsicum annuum* y cacao *Theobroma cacao* entre otros. México, por contar con condiciones climáticas muy variadas, condiciones ambientales de cada región y de cada parcela (diversas condiciones de fertilidad del suelo) y distintas formas de cultivar la tierra (diferentes técnicas de laboreo derivadas de las necesidades de cada cultivo), posee una compleja heterogeneidad genética que puede observarse en algunas plantas, sobre todo en las antes mencionadas.

Tal heterogeneidad tiene su origen en los largos periodos de selección y relativo aislamiento entre las diferentes partes del país y entre sus habitantes (Rzedowsky, op cit).

Concretamente, el maíz ha sufrido una serie innumerable de cambios y adaptaciones para poder subsistir en los lugares menos propicios para su desarrollo, pues en la actualidad, es uno de los cultivos que cuenta con una gran amplitud en los requerimientos para su crecimiento, es cultivable en temperaturas que van de los 20° a 30°C; en cuanto al suministro óptimo de agua en zonas temporales debe ser mayor de 800 mm. entre los meses de mayo y noviembre, aunque bien es posible que resista un mínimo hasta de 400 mm. de agua para su evapotranspiración (SIEPA, 1987).

Rzedowsky (op cit), dice que los tipos de terreno con mejores características para el cultivo son los de suelo franco y profundo y con pendientes hasta de 25%, aunque en nuestro país se pueden ver milpas donde los campesinos siembran atados por una cuerda para no caer, debido a la pronunciada pendiente del terreno, o bien, donde los suelos tienen un claro afloramiento de rocas.

Debido a que más del 70% de los terrenos cultivados son de temporal, uno de los fenómenos más críticos al que ha tenido que hacer frente la población mexicana, es al de las sequías, que en la actualidad se puede definir desde varios puntos de vista como es para Sancho y Cervera (1978), que basándose en el concepto de Thomas (1965)

mencionan que es el fenómeno meteorológico que se presenta cuando las lluvias y/o escurrimientos superficiales naturales durante un periodo son menores que lo normal, además de las definiciones de sequía atmosférica, agrícola, estacional, permanente, etc , pero que básicamente todas se refieren a la falta de precipitación durante un periodo que de alguna manera afecte a las actividades humanas y que ya desde la cultura maya se trataban de contrarrestar mediante danzas, ofrendas y ritos mágico-religiosos.

Fortson, R. (1986) menciona que calendarios, crónicas y demás textos antiguos señalan a las sequías como el peor azote de los pueblos indígenas mesoamericanos:

"Aunque se desconoce la extensión y duración de éstas, se sabe que con cierta periodicidad las siembras del maíz se malograban a causa de cambios climáticos y meteorológicos. Dos momentos eran críticos: la época de siembra (marzo-abril) donde requería humedad suficiente y la época de gestación de la mazorca (junio-septiembre, que comprende la sequía intraestival en la que se basa esta investigación), donde eran vitales las lluvias regulares y abundantes".

Florescano et al (1995), menciona que "la sequía ha sido el enemigo número uno de la agricultura porque solo 7% de la tierra recibe 40% de la lluvia, y este 7% se ubica al sureste del país....."

Como ya se había detectado que las sequías se repetían con cierta regularidad, cuando el calendario indicaba que se acercaba un periodo crítico, los habitantes temerosos por el hambre, colectaban y guardaban provisiones

Según Castorena, et al (1981) una práctica ya más efectiva para los pobladores antiguos, era la prevención de las sequías mediante obras hidráulicas, fertilizantes y sistemas de almacenamiento, lo cual se llevaba a cabo de la siguiente manera:

1) Obras hidráulicas

- 1) Riego de terrazas con agua de manantial (mediante acueductos, canales y depósitos impermeabilizados con estuco y calicanto).
- 2) Riego de río en llanuras (mediante canales de desviación, presas y acequias)
- 3) Chinampas (mediante una red de diques y canales para controlar el nivel del agua) que se dividían en dos tipos principalmente:
 - a) Chinampas de laguna adentro, construidas en una laguna donde eran acarreadas porciones de tierra para formar parcelas, y
 - b) Chinampas de tierra, construidas en tierra firme donde mediante canales las parcelas recibían suficiente agua.

II) Fertilizantes

1) Para mantener un buen nivel de fertilidad, los antiguos pobladores utilizaban principalmente la fertilización mediante la utilización de excremento animal (murciélagos, guajolote o izcuintle entre otros) y humano

2) Fertilizante vegetal

3) En el caso de las chinampas, se utilizaba como fertilizante a la vegetación acuática y el fango proveniente del fondo del lago.

III) Sistemas de almacenamiento

1) Aunque propiamente éste no era un sistema para prevenir las sequías, si lo era para mitigar el efecto producido por ellas, pues mediante el almacenamiento de granos y cereales principalmente, los cuales eran fruto de tributos de los pueblos sometidos, era posible hacer menos rigurosa la época de hambre por falta de cosechas óptimas.

Los estragos causados por las sequías eran muy severos, ya que éstas podían prolongarse incluso por varios años. Ayala. F. (1985) menciona que existe entre los escritos olmecas de la antigüedad un canto a Xipe Tótec, dios de la primavera, que en un fragmento dice:

*"Me ha dejado libre la serpiente de fuego,
quizá desaparezca,
quizá desaparezca y me destruya yo
la tierna planta del maíz.
Semejante a una piedra preciosa
verde es mi corazón;
pero todavía veré el oro
y me regocijaré si ha madurado
si ha nacido el caudillo de la guerra..."*

Este fragmento refiere la súplica del dios del maíz a Xipe Tótec de que envíe la lluvia.

Cuando el maíz ya había madurado se cantaba el siguiente himno a Centeótl:

*"Ha nacido el dios del maíz,
en Tamocnchan.
En el lugar en que hay flores
el dios 'I-flor'
el dios del maíz ha nacido
en el lugar en que hay agua y humedad
donde los hijos de los hombres son hechos,
en el precioso Michoacán"*

Otro punto importante de considerar, era la terrible crisis económica que representaba la irregularidad en las cosechas, la cual creaba una atmósfera de tensión y desasosiego entre los habitantes, no solo en la época precolombina, sino también como lo marcan muchos escritos desde la época colonial:

"hasta el día nos hallamos entre estos dos terribles escollos: si la cosecha de maíz es escasa, todo es llanto, hambre y miseria, y aun de los de otras especies. Y si la cosecha es abundantísima... el importante gremio de labradores sufre notable quebranto por lo muy barato a que tiene que vender el país" (Florescano, 1976).

Florescano et al (1995) escribe que la desigualdad de las cosechas, adquiere una dimensión humana muy concreta según afecte a sociedades antiguas, precapitalistas o industriales. Las repercusiones inmediatas las resienten los propios cultivos y la ganadería, y aunque la falta de un conocimiento mayor de la economía de los pueblos prehispánicos impide valorar con exactitud las repercusiones de la sequía en la economía, sí se sabe que tenía repercusiones negativas sobre la población como eran la multiplicación de las enfermedades, la muerte y que los hombres eran capaces de hacer casi cualquier cosa por conseguir un poco de maíz. En cambio en las economías mercantiles, la escasez de granos provoca de inmediato un alza de sus precios y altera el precio de otros productos.

Florescano, (1976), dice que durante la época colonial, las crisis más agudas fueron ocasionadas por sequías severas, a veces acompañadas de heladas tempranas durante los años que a continuación se mencionan:

1535-38
1543-44
1579-81
1624
1692-95
1724-25
1749-50
1785-86
1809-10

Desde que los conquistadores españoles comenzaron a comercializar el maíz en los primeros años de la colonia, aquel antiguo grano sagrado, alimento de los dioses, fue transformándose en una mercancía sujeta, como cualquier otra cosa a las fluctuaciones del mercado. El juego de oferta-demanda entre los productos agrícolas marcaba el movimiento de precios en productos básicos, lo cual afectaba de formas distintas a los propietarios y a los cultivadores de las tierras, viéndose reflejado en la desigualdad en el reparto de las tierras, créditos, recursos técnicos y situación política de los afectados.

Los efectos socioeconómicos desde la antigüedad hasta nuestros días, han sido por demás devastadores, no solo en las áreas rurales, sino más aún en las zonas que dependen directamente de las anteriores.

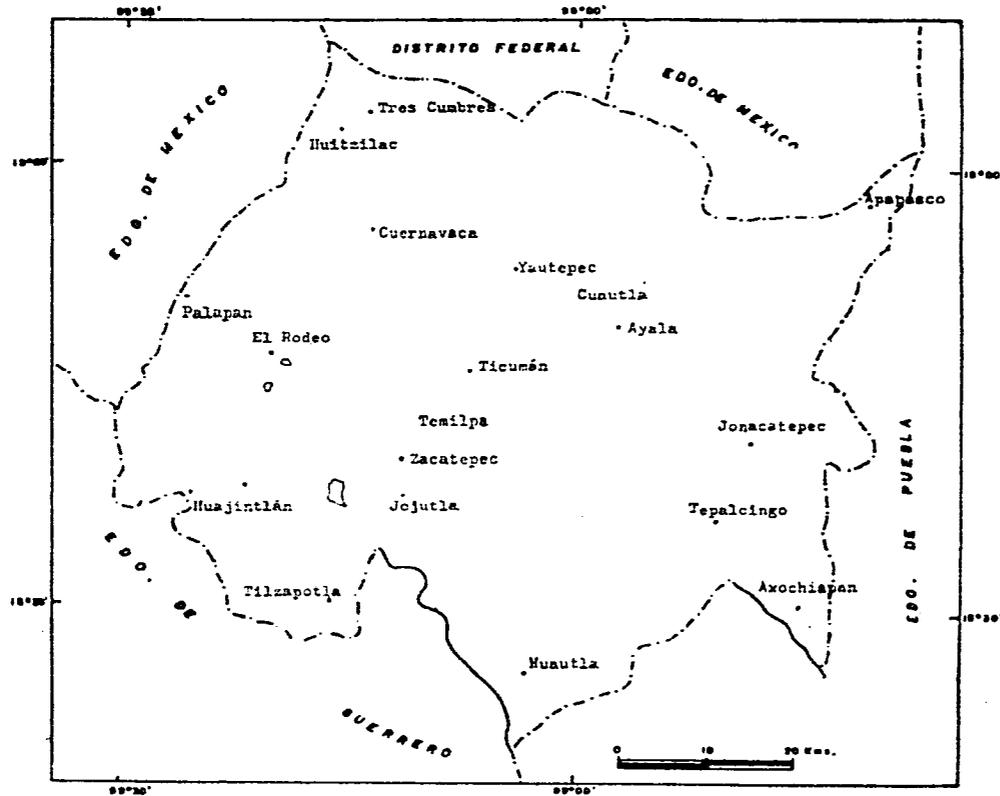
Características del área de estudio

El estado de Morelos se encuentra entre los paralelos 18° 19' y 19° 07' de latitud norte, y los meridianos 98° 37' y 99° 33' de longitud oeste; limita al norte con el Estado de México y el Distrito Federal, al sur con el estado de Guerrero, al este con el estado de Puebla y al oeste con el Estado de México (mapa 3), cuenta con una superficie de 4 958.222 km² (INEGI, 1990). Según Vidal (1977), se localiza en la vertiente Sur de la Sierra Volcánica Transversal, la Sierra Madre del Sur y las Montañas de la Mixteca de Oaxaca. De acuerdo con la SPP (1981), la máxima altitud alcanza los 4 000 msnm en Tetela del Volcán y la mínima es de 1000 msnm en el centro del estado (mapa 4). Actualmente está formado por 33 municipios y entre ellos destacan, por su importancia histórica, cultural y recreativa: Cuernavaca que es la capital del estado, Cuautla, Temixco, Tepoztlán, y Yauhtepec (mapa 5). Cuenta con una buena red de comunicaciones ya que se ha visto favorecida por tres factores importantes para su desarrollo y son: la reducida extensión territorial con la que cuenta el estado, la cercanía al Distrito Federal y la situación geográfica, pues es paso obligado hacia Acapulco (uno de los principales puertos turísticos con los que cuenta el país). Se comunica con el D.F. a través de 4 carreteras pavimentadas, entre ellas ocupa el primer lugar en importancia la autopista México-Cuernavaca, la cual tiene su origen en el Ajusco y continúa después de Cuernavaca hasta la Ciudad de Iguala, Gro. Le siguen la carretera federal México-Acapulco; la carretera federal de cuota México-Cuautla; y la carretera 115 que sale de la Ciudad de México y llega a Cuautla, pasando por Amecameca.

La entidad está comprendida en parte de la región hidrológica del río Balsas, conocido también como Atoyac, Mezcala o Zacatula, siendo uno de los más importantes de México; se ubica entre los paralelos 17° y 20° de latitud norte y los meridianos 97° 27' y 103° 15' de longitud oeste. La superficie que corresponde a la entidad es de 653.17 km². Su principal corriente tiene origen en los deshielos del flanco oriental del Volcán Iztaccihuatl; la corriente conocida como río Atoyac y la del río Mezcala tienen importancia mínima en el estado, pues su principal aprovechamiento es en Puebla y Guerrero respectivamente.

La cuenca que ocupa la mayor parte del estado de Morelos es la de río Grande de Amacuzac, su corriente principal es uno de los más importantes afluentes del Balsas y se origina en las faldas del Volcán Nevado de Toluca a una altitud de 2 600 msnm. Su desarrollo total es de 240 km, y tiene subcuencas intermedias como son río Bajo Amacuzac, río Cuautla, río Apatlaco, río Poatlán y río Alto Amacuzac.

ÁREA EN ESTUDIO



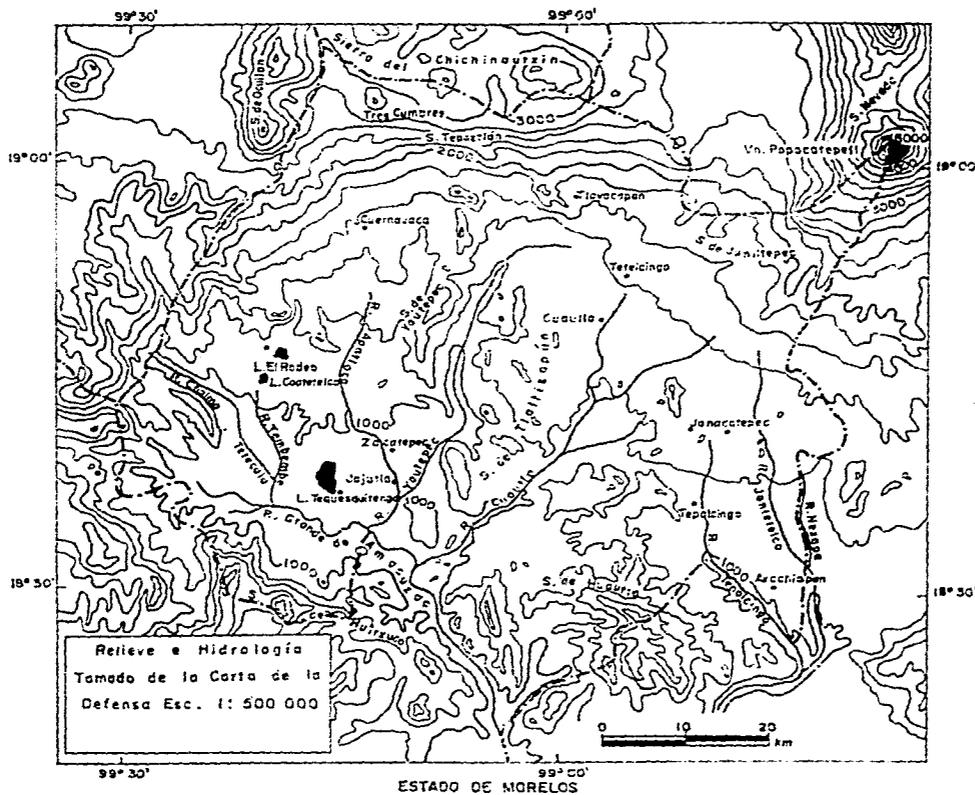
Fuente:
Vidal, 1980

• Cabecera Municipal

- - - Límite Estatal

Mapa 3

TOPOGRAFIA DE MORELOS



Fuente: Vidal,
1980

--- Límite Estatal

Mapa 4

DIVISIÓN MUNICIPAL DE MORELOS



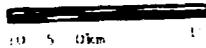
Municipios

1. Amacuzac
2. Atlapulcán
3. Coatlán del Río
4. Emiliano Zapata
5. Jantetelco
6. Jonacatepec
7. Jiutepec
8. Mazatepec
9. Ocuiltepec
10. Temixco
11. Temoac
12. Tetecala
13. Tlalnepantla
14. Tlaltizapán
15. Tlayacapan
16. Totolapan
17. Xochitotec
18. Yecapixtla
19. Zacatepec
20. Zacualpan

Fuente: CIPP, 1981
 Carta Topográfica
 Esc. 1:250 000

Elaboró: Ana Luisa
 Hernández García (1996)

Esc. Gráfica



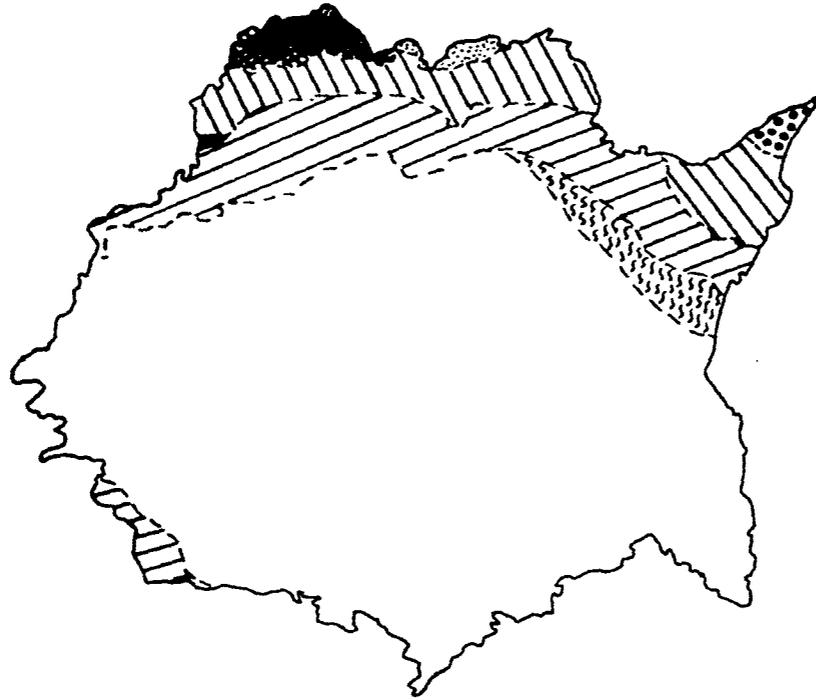
Las obras de almacenamiento de agua en el estado de Morelos, son muy pocas a causa de la topografía, y solamente destacan la laguna "El Rodeo", que tiene una capacidad de 28 000 000 m³; la Presa "Emiliano Zapata" con 6 000 000 m³, y Presa "La Poza" con 1 451 790 m³. En cuanto a la utilización de aguas subterráneas, el principal aprovechamiento proviene de manantiales y en menor escala de pozos y norias. La mayoría de los manantiales se concentran en la porción central y septentrional del estado, sobresaliendo por su gran caudal: Las Estacas, Fundición, Chapultepec y El Salto.

Cabe mencionar que lo reportado por la SPP (1981), indica que la cuenca del río Amacuzac presenta el mayor índice de contaminación dentro del estado, coincidiendo con el área de mayor concentración de la población y el total de la industria existente. Aguilar (1992) refiere que las dos áreas de más alto riesgo de contaminación de acuíferos, afectadas por desechos domésticos e industriales, son las regiones de Tejalpa-Jiutepec-Tlahuapan y Zacatepec-Jojutla, éstas constituyen las zonas de influencia de la contaminación generada por la Ciudad Industrial del Valle de Cuernavaca (CIVAC) y el ingenio Emiliano Zapata respectivamente. Aguilar señala que los escurrimientos superficiales más afectados son: 1) la Barranca del Pollo, entre Cuernavaca y Temixco, 2) el arroyo Puente Blanco al sur de CIVAC, 3) el río Apatlaco entre Jojutla y Zacatepec, 4) el río Cuautla al sur de la ciudad del mismo nombre, y 5) el lago de Tequesquitengo. Aguilar (op cit), menciona que las aguas de desecho de CIVAC, destinadas a irrigación han afectado suelos fértiles de los municipios de Jiutepec, Xochitepec y Emiliano Zapata y que el distrito de control de la calidad del agua en la zona de CIVAC, ubicado en Jiutepec, ha recibido más agua contaminada, tanto en cantidad como en calidad, para lo que fue construido, y los lodos residuales que genera no han sido tratados en forma eficiente.

En base a lo escrito por la SPP, en Morelos se presenta un clima cálido húmedo (mapa 6) que se caracteriza por tener una temperatura media anual mayor a 22°C. Por su influencia y extensión es el clima más importante de la entidad. Rige en el centro y sur en los límites con el Estado de México y Guerrero y cubre un 75% de la superficie total. De acuerdo a la carta estatal de climas (SPP, 1975. Esc. 1:150 000), el clima se clasifica como Aw₀(w) cálido subhúmedo con un porcentaje de lluvia invernal menor a 5. Abarca los municipios de Axochiapan, Jonacatepec, Tepalcingo, Cuautla, Tlaltizapan, Tlaquiltenango, Jojutla, Puente de Ixtla, Amacuzac, Xochitepec, Tetecala, Miacatlán, Mazatepec y Emiliano Zapata. La precipitación media anual fluctúa entre 800 y 1000 mm; la precipitación máxima se presenta en el mes de septiembre, con lluvias que oscilan entre 190 y 200 mm y la mínima en diciembre. Las máximas temperaturas se presentan en mayo y son entre 26 y 27°C y las más bajas en enero y diciembre, en ambos meses con un rango entre 20 y 21°C.

En menor extensión se presentan climas de tipo semicálidos subhúmedos, en una franja con rumbo este-oeste situada en la región norte del estado, en la zona de transición desde las laderas de la sierra hacia los valles cálidos. Este clima tiene una temperatura media anual que fluctúa entre 18 y 22°C. Abarca aproximadamente 13% de la superficie. Presenta tres variantes que se diferencian por el grado de humedad y según la carta de

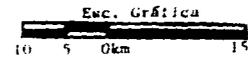
CLIMAS DE MORELOS



Tipos de Climas según Köppen

-  $Aw_0(w)$
-  $A(G)w_0(w)$
-  $A(C)w_1(w)$
-  $A(C)w_2(w)$
-  $C(w_2)(w)$
-  $C(E)(m)(w)$
-  $C(E)(w_2)(w)$
-  $E(T)H$

Fuente: SPP, 1981
Carta Estatal de Climas
Esc. 1:250 000



Elaboró: Ana Luisa
Hernández García (1996)

Mapa 6

Presenta tres variantes que se diferencian por el grado de humedad y según la carta de climas antes mencionada, son $A(C)w_0(w)$, $A(C)w_1(w)$ y $A(C)w_2(w)$, siendo el segundo el de mayor extensión, caracterizándose por ser intermedio en humedad con lluvia de verano y un porcentaje invernal menor a 5. Impera en parte de Zacualpan, Ocuilco, Yecapixtla, Atlalahucan, Tlayacapan, Tepoztlán y Cuernavaca. Su rango de régimen pluvial media anual está entre 800 y 1500 mm, con una incidencia máxima de lluvias en junio, cuyo valor oscila entre 230 y 240 mm, siendo febrero y diciembre los meses con menos precipitaciones. Las máximas temperaturas se registran en abril y mayo, fluctuando entre 23 y 24°C y las mínimas se presentan en enero y diciembre, ambos con temperaturas entre 18 y 19°C.

El tercer grupo climático es el templado subhúmedo que se caracteriza por tener una temperatura media anual entre 12 y 18°C. Se distribuye en el norte del estado y ocupa aproximadamente 10% de la superficie. Sólo se presenta una variable, que es $C(w_2)(w)$ con porcentaje de lluvia invernal menor a 5. Es el más húmedo de los templados, con lluvia de verano. Los municipios que en parte presentan este clima son Huitzilac, Tepoztlán, Tlalnepantla, Atlalahucan, Totolapan y Tetela del Volcán. Su precipitación media anual es mayor a 800 mm; con mayor incidencia en el mes de agosto con un rango entre 320 y 330 mm, registrándose la mayor cantidad de lluvia en los meses de febrero y diciembre. Los meses con mayor temperatura son de abril a julio con registros entre 13 y 14°C, siendo enero el mes más frío con temperaturas entre 9 y 10°C.

Los climas semifríos se concentran en pequeñas áreas en las partes más altas de las sierras, como es la Cordillera Neovolcánica. Este subgrupo se caracteriza por tener temperatura media anual entre 5 y 12°C; cubre aproximadamente 2% de la superficie total del estado. Presenta dos variables que son $C(E)(m)(w)$ que es el equivalente al Cb' en las modificaciones hechas por García (1973) y $C(E)(w_2)(w)$ con porcentaje de precipitación invernal menor a 5.

De acuerdo con la SPP (1981), las heladas que se presentan en regiones de climas cálidos varían desde 0 hasta 40 días al año, en las regiones de climas semicálidos se registran entre 0 a 20 días anuales y en las de climas templados varían de 20 a 60 días al año. En lo referente a lugares de climas semifríos la presencia de heladas fluctúa entre 60 y 120 días por año. El fenómeno se presenta principalmente en los meses de noviembre a febrero, con incidencia máxima en enero y diciembre.

Según Reyna et al (1994), la distribución de la lluvia, está notablemente influenciada por la fisiografía. La intensidad de las precipitaciones registradas en el transcurso del año y los sistemas de circulación atmosférica definen dos épocas bien marcadas: la húmeda que comprende los meses de mayo a octubre y la seca que abarca de noviembre a marzo. La primera transcurre cuando los vientos alisios dominantes llegan al continente cargados de la humedad recogida en el Golfo de México, dando lugar a la presencia y aumento de la precipitación. Intervienen movimientos convectivos de aire, en el fondo de los valles, que al enfriarse adiabáticamente precipitan al ascender por las laderas montañosas tanto en el norte como en el sur. Las mismas autoras mencionan que

es frecuente que las precipitaciones se concentren por la tarde y noche, produciendo aguaceros que resultan de las corrientes alisias del este.

Por otra parte, los ciclones tropicales también contribuyen a incrementar la precipitación debido a que introducen bastante humedad al continente, concentrándose en esta temporada el 95% de la precipitación total anual, en el resto del año, el desplazamiento de la zona intertropical de convergencia hacia el sur, genera condiciones de sequía, aunque bien puede existir un mínimo de lluvia que no rebasa el 5% de la total anual, resultante del efecto de la entrada de los frentes de aire polar continental que abaten la temperatura y, cuando son profundos, invaden la entidad en forma de lluvia.

El máximo valor que alcanza la precipitación total anual en el estado es de 2 000 mm, ubicándose sobre la región montañosa del norte va descendiendo hacia el sur conforme disminuye la altitud, registrando al pie de monte entre 1 000 y 1 200 mm. y en los valles (en el centro-sur de la entidad) menos de 1 000 mm.

La geología en base a los criterios de SPP (1981), el estado está comprendido dentro de dos provincias geológicas: El Eje Neovolcánico, donde afloran rocas ígneas extrusivas de composición intermedia (andesitas), sobreyaciendo a éstas, rocas sedimentarias clásticas (areniscas-conglomerados) y estructuras geológicas más notables, constituidas por aparatos volcánicos con grandes espesores de lava, cubre la mayor parte de la entidad, desde el norte al sureste, limita al sur y al occidente con la Cuenca del Balsas cuyas planicies están formadas por depósitos aluviales; y la Sierra Madre del Sur, donde afloran las rocas más antiguas del estado y que litológicamente se clasifican como calizas de ambiente marino, las rocas sedimentarias forman estructuras plegadas, que se originaron por perturbaciones orogénicas a fines del cretácico y principios del terciario, estructuralmente pueden describirse como anticlinales y sinclinales recostados, con ejes en direcciones hacia el norte y noreste y que se proyectan sobre rocas clásticas y rocas ígneas extrusivas del cenozoico. Esta última cubre la porción central y sureste del estado, limitando al norte y al oriente con el Eje Neovolcánico.

El Eje Neovolcánico cuenta con dos subprovincias: La de los Lagos y Volcanes de Anáhuac y la del Sur de Puebla. La primera ocupa la mayor parte, tiene una extensión de 2 204.132 km²; de los cuales 493.782 km² están ocupados por agricultura de riego, donde los principales cultivos son: caña de azúcar, maíz, frijol, tomate, lechuga y arroz; y 905.725 km² se destinan a la agricultura de temporal, cuyos cultivos son anuales, semiperennes y perennes y son principalmente avena, maíz, maguey, haba, chicharo, papa, frijol, pera, manzano y ciruelo; lo que en conjunto significa el 63.40% del total de la superficie de la provincia. Los productos se destinan al comercio nacional y regional además del autoconsumo.

La Sierra Madre del Sur ocupa una superficie de 2 148.33 km², de los cuales, 974.97 km² (45.38%) están dedicados a labores de índole agrícola. De estos, 555.57 km² son tierras de temporal y 419.4 km² de riego. Los productos que se obtienen son maíz,

frijol, cacahuate, calabaza y sorgo, que son destinados tanto para autoconsumo como para el comercio regional.

Los suelos (mapa 7) más diversificados se presentan en la provincia del Eje Neovolcánico. Hacia el norte debido a su origen residual, son muy ácidos y poco fértiles entre los que según la SPP (1981) destacan los siguientes:

1) Andosoles mólicos, húmicos, ócricos y vitricos, que de acuerdo a INEGI (1990) son suelos que se encuentran en aquellas áreas donde ha habido actividad volcánica reciente y se originan a partir de cenizas volcánicas. En condiciones naturales tienen vegetación de bosque de pino, abeto y encino, o si los volcanes se encuentran en zona vegetal, tiene vegetación de selva. Se caracterizan por tener una capa superficial de color negro o muy oscuro (aunque a veces es clara) y por ser de textura esponjosa o muy suelta. En México se usan en agricultura con rendimientos bajos, pues retienen mucho fósforo, y éste no puede ser absorbido por las plantas, además de ser suelos muy susceptibles a la erosión. Cada subunidad de suelo tienen características muy propias:

- Mólico. Se caracteriza por presentar en la superficie una capa de color oscuro o negro, rica en materia orgánica y en nutrientes.
- Húmico. Presenta una capa de color oscuro o negro, rica en materia orgánica pero muy ácida y muy pobre en nutrientes.
- Ócrico. Presenta una capa superficial de color claro, pobre en materia orgánica, generalmente se encuentra en áreas que se usan en agricultura.
- Vitrico. Se caracteriza por tener textura arenosa y por tener un alto contenido de vidrio volcánico del tipo de la obsidiana.

2) Regosoles. Siguiendo con la clasificación de INEGI (1990), son suelos que se pueden encontrar en muy distintos climas y con diversos tipos de vegetación. Se caracterizan por no presentar capas distintas. En general son claros y se parecen bastante a la roca que los subyace, cuando no son profundos. Se encuentran en las playas, dunas, y en mayor o menor grado en todas las laderas de las sierras mexicanas, muchas veces acompañados de afloramientos de rocas o tepetates. Frecuentemente son someros, su fertilidad es variable y su uso agrícola está principalmente condicionado a su profundidad y grado de pedregosidad. En Jalisco y en otros estados del centro (Morelos), se cultivan en ellos principalmente granos, con resultados moderados o bajos. Su susceptibilidad a la erosión es variable. Las subunidades que destacan en la entidad según SPP (1981) son las siguientes:

- Éutrico. Frecuentemente de color claro, no presenta capas distintas, es somero y pedregoso, de fertilidad moderada o alta.
- Districo. Es un suelos infértil y ácido.

- Calcáreo. Es un suelos rico en cal y es de los más fértiles de los regosoles.

3) Cambisoles. Estos suelos por ser jóvenes y poco desarrollados se presentan en cualquier clima, menos en zonas áridas. Pueden tener cualquier tipo de vegetación, ya que ésta se encuentra condicionada por el clima y no por el tipo de suelo. Se caracterizan por presentar en el subsuelo una capa que parece más suelo que roca, ya que en ella se forman terrones, además pueden presentar acumulaciones de algunos materiales como arcilla, carbonato de calcio, fierro y manganeso entre otros. También pertenecen a esta unidad unos suelos muy delgados que están colocados directamente encima del tepetate. En México son muy abundantes y se destinan a muchos usos. Son de moderada a alta susceptibilidad a la erosión. (INEGI, 1990). Los rendimientos varían de acuerdo al clima y las subunidades de suelo para Morelos de acuerdo con SPP (1981) son las siguientes:

- Eútrico. Se caracteriza por presentar solamente lo indicado para la unidad de cambisol. La vegetación natural que presenta, sus usos y productividad son muy variados de acuerdo con el tipo de clima en que se encuentren; especialmente en agricultura proporcionan rendimientos de moderados a altos.

- Húmico. Se caracteriza por tener en la superficie una capa de color oscuro o negro, rica en materia orgánica, pero muy ácida y muy pobre en nutrientes. En condiciones naturales tiene una vegetación de selva o bosque que permite la explotación forestal, uso que es el más indicado ya que en la agricultura o ganadería los rendimientos que proporciona son bajos y su utilización productiva dura pocos años.

- Districo. Es un suelo muy ácido y pobre en nutrientes. Respecto a la vegetación, uso y rendimientos es muy parecido al anterior.

4) Acrisoles. Son suelos que se encuentran en zonas tropicales o templadas muy lluviosas. En condiciones naturales tienen vegetación de selva o bosque. Se caracterizan por tener acumulación de arcillas en el subsuelo, por sus colores rojos, amarillos o amarillos claros con manchas rojas, y por ser generalmente ácidos o muy ácidos. En México se usan en agricultura con rendimientos muy bajos, salvo en el cultivo de frutales como cacao, café, y piña por ejemplo, en cuyo caso se obtienen rendimientos de medios a altos. Su susceptibilidad a la erosión es moderada (INEGI, op cit). Para el caso de Morelos, las siguientes subunidades son las predominantes:

- Ortico. Presenta solamente los elementos indicados para la unidad acrisol.

- Húmico. Se caracteriza por la presencia de una capa superficial de color oscuro o negro sobre el suelo rojizo o amarillento, esta capa es rica en materia orgánica pero es muy ácida y pobre en nutrientes.

5) Luvisoles. Son suelo se encuentran en zonas templadas o tropicales lluviosas, aunque en ocasiones se pueden encontrarse en climas algo más secos. Su vegetación es de bosque o selva. Se caracterizan por tener, a semejanza de los acrisoles, un enriquecimiento de arcilla

- Calcáreo. Es un suelos rico en cal y es de los más fértiles de los regosoles

3) Cambisoles. Estos suelos por ser jóvenes y poco desarrollados se presentan en cualquier clima, menos en zonas áridas. Pueden tener cualquier tipo de vegetación, ya que ésta se encuentra condicionada por el clima y no por el tipo de suelo. Se caracterizan por presentar en el subsuelo una capa que parece más suelo que roca, ya que en ella se forman terrones, además pueden presentar acumulaciones de algunos materiales como arcilla, carbonato de calcio, fierro y manganeso entre otros. También pertenecen a esta unidad unos suelos muy delgados que están colocados directamente encima del tepetate. En México son muy abundantes y se destinan a muchos usos. Son de moderada a alta susceptibilidad a la erosión. (INEGI, 1990). Los rendimientos varían de acuerdo al clima y las subunidades de suelo para Morelos de acuerdo con SPP (1981) son las siguientes:

- Éútrico. Se caracteriza por presentar solamente lo indicado para la unidad de cambisol. La vegetación natural que presenta, sus usos y productividad son muy variados de acuerdo con el tipo de clima en que se encuentren; especialmente en agricultura proporcionan rendimientos de moderados a altos.

- Húmico. Se caracteriza por tener en la superficie una capa de color oscuro o negro, rica en materia orgánica, pero muy ácida y muy pobre en nutrientes. En condiciones naturales tiene una vegetación de selva o bosque que permite la explotación forestal, uso que es el más indicado ya que en la agricultura o ganadería los rendimientos que proporciona son bajos y su utilización productiva dura pocos años.

- Districo. Es un suelo muy ácido y pobre en nutrientes. Respecto a la vegetación, uso y rendimientos es muy parecido al anterior.

4) Acrisoles. Son suelos que se encuentran en zonas tropicales o templadas muy lluviosas. En condiciones naturales tienen vegetación de selva o bosque. Se caracterizan por tener acumulación de arcillas en el subsuelo, por sus colores rojos, amarillos o amarillos claros con manchas rojas, y por ser generalmente ácidos o muy ácidos. En México se usan en agricultura con rendimientos muy bajos, salvo en el cultivo de frutales como cacao, café, y piña por ejemplo, en cuyo caso se obtienen rendimientos de medios a altos. Su susceptibilidad a la erosión es moderada (INEGI, op cit). Para el caso de Morelos, las siguientes subunidades son las predominantes:

- Ortico. Presenta solamente los elementos indicados para la unidad acrisol.

- Húmico. Se caracteriza por la presencia de una capa superficial de color oscuro o negro sobre el suelo rojizo o amarillento, esta capa es rica en materia orgánica pero es muy ácida y pobre en nutrientes.

5) Luvisoles. Son suelo se encuentran en zonas templadas o tropicales lluviosas, aunque en ocasiones se pueden encontrarse en climas algo más secos. Su vegetación es de bosque o selva. Se caracterizan por tener, a semejanza de los acrisoles, un enriquecimiento de arcilla

en el subsuelo, pero son más fértiles y menos ácidos que aquellos. Son frecuentemente rojos o claros, aunque también presentan tonos pardos o grises, que no llegan a ser muy oscuros. Se usan en México con fines agrícolas y rendimientos moderados, aunque en zonas tropicales proporcionan rendimientos más altos, en cultivos tales como café y algunos frutales tropicales. Son suelos de alta susceptibilidad a la erosión y es importante señalar que en el país muchos luvisoles se hallan erosionados debido al uso agrícola y pecuario que se ha hecho en ellos sin tomar las precauciones necesarias para evitar este fenómeno (INEGI, 1990). Para la zona de estudio, destaca básicamente el luvisol crónico que presenta colores rojos o amarillentos en el subsuelo y son de fertilidad moderada.

6) Rendzina. Se presentan en climas cálidos o templados con lluvias moderadas o abundantes. Su vegetación natural es de matorral, selva o bosque. Se caracteriza por poseer una capa superficial rica en humus y muy fértil que descansa sobre roca caliza o materiales ricos en cal. No son muy profundos y generalmente son muy arcillosos. Cuando se encuentra en llanos o lomas suaves se utiliza (sobre todo en Tamaulipas y la península de Yucatán) para sembrar henequén con buenos rendimientos, y maíz con rendimientos bajos. Su susceptibilidad a la erosión es moderada y no tiene subunidades (INEGI, op cit).

7) Litosol. Son suelos que se encuentran en todos los climas y con muy diversos tipos de vegetación. Se caracterizan por tener una profundidad menor de 10 cm. hasta la roca, tepetate o caliche duro. Se localizan en todas las sierras de México, en mayor o menor proporción, en laderas, barrancas y malpaís, así como en lomeríos y en algunos terrenos planos. Tienen características muy variables dependiendo del material que los forme, por lo tanto pueden ser fértiles o infértiles, arenosos o arcillosos. La susceptibilidad a la erosión depende de la zona donde se encuentre, la topografía y del mismo suelo, y puede ser desde moderada hasta muy alta. El uso del suelo depende principalmente de la vegetación que los cubre. El empleo agrícola se halla condicionado por la presencia de suficiente agua. No tiene subunidades (INEGI, op cit).

8) Chernozem. Son suelos que se encuentran en zonas semiáridas o de transición hacia climas más lluviosos. En condiciones naturales tienen vegetación de pastizal con algunas áreas de matorral. Tiene como característica una capa de color gris o negro, rica en materia orgánica y nutrientes, y acumulación de caliche suelto o ligeramente cementado en el subsuelo. En México se usa para agricultura de granos, oleaginosas y hortalizas, con rendimientos generalmente altos, sobre todo si se someten a riego, pues de manera natural, son suelos fértiles (INEGI, op cit).

9) Feozem. Son suelos que se encuentran en condiciones climáticas que van desde semiáridas hasta templadas o tropicales muy lluviosas, así como en diversos terrenos, desde planos hasta montañosos. Pueden presentar casi cualquier tipo de vegetación en condiciones naturales. Su característica principal es una capa superficial oscura, suave, rica en materia orgánica y en nutrientes, semejante a las capas superficiales del chernozem y el castañozem, pero sin presentar las capas ricas en cal. Son suelos abundantes en el país, y los usos que se les dan son variados según el relieve, el clima y algunas otras condiciones que varían específicamente según la subunidad de que se trate. Muchos

feozem profundos y situados en terrenos planos se utilizan en agricultura de riego o temporal, de granos, legumbres u hortalizas, con altos rendimientos. Otros menos profundos, o aquellos que se presentan en laderas y pendientes, tienen rendimientos más bajos y se erosionan con mucha facilidad (INEGI, op cit). Según la SPP (op cit), la subunidad que se tiene en Morelos es el feozem lúvico, que presenta una capa de acumulación de arcilla. Algunos de estos terrenos pueden ser un poco más infértiles y ácidos que la mayoría de los feozems.

En la subprovincia Sur de Puebla, la diversificación edáfica es muy limitada y en base a lo realizado por la SPP (op cit) solo cuenta con cuatro tipos de suelo, que a continuación se describen:

1) Feozem háplico. Sólo tiene características descritas para la unidad feozem. Sus posibles utilizaciones, productividad y tendencia a la erosión dependen de los factores que se detallaron anteriormente.

2) Litosol. Descrito anteriormente.

3) Regosol éutrico, está presente en menor porcentaje, y fue descrito con anterioridad.

4) Vertisol. Son suelos que se presentan en climas templados y cálidos, en zonas en las que hay una marcada estación seca y otra lluviosa. La vegetación natural va desde las selvas bajas hasta los pastizales y matorrales. Se caracteriza por las grietas anchas y profundas que aparecen en ellos en la época de sequía. Son suelos muy arcillosos, frecuentemente negros o grises en las zonas centro y oriente de México y café rojizos en el norte. Son pegajosos cuando están húmedos y muy duros cuando están secos. A veces son salinos. Su utilización agrícola es muy extensa, variada y productiva. Son casi siempre muy fértiles pero presenta algunos problemas para su utilización, pues su dureza dificulta la labranza y con frecuencia presentan problemas de inundación y drenaje. Estos son suelos en donde se presenta la mayor producción de caña de azúcar mexicana (uno de los principales productos de Morelos), así como de arroz y de sorgo, todos ellos con buenos rendimientos. En el Bajío, además de los cultivos antes mencionados, se producen granos y hortalizas de riego y de temporal. Tiene por lo general una baja susceptibilidad a la erosión (INEGI, op cit). La SPP (op cit) menciona que una de las principales subunidades que se presentan en Morelos en el vertisol pélico, de profundidades desde 0 hasta 30 cm., presenta un color gris oscuro en húmedo y es de consistencia firme también en húmedo.

De acuerdo con Aguilar (1992), El proceso de colonización de Morelos, producto de una enorme presión demográfica ha provocado gran avance en las diferentes actividades producidas y el crecimiento de los asentamientos humanos, que normalmente no coinciden con la vocación del suelo; cada usuario busca mejorar su actividad, independientemente de que existan otros usos que pueden ser autosostenibles. El desarrollo urbano tiende a ocurrir en suelos planos como vertisoles (Cuautla) o en las laderas de montañas con suelos denominados andosoles (Cuernavaca), reservando los mejores suelos agrícolas y forestales para el crecimiento urbano. CIVAC se ha instalado en

litosoles ubicados en un área de recarga de acuíferos. En la cabecera de las cuencas hay un proceso de cambio en el uso del suelo, de forestal a agrícola. Esto manifiesta la tendencia que corresponde a intereses económicos que se contraponen a los sociales y ecológicos. La erosión eólica adquiere ímpetu en febrero, marzo y abril, la fluvial, se manifiesta en la cabecera de las cuencas hidrográficas, como puede observarse en los suelos residuales del municipio de Tepoztlán, al norte del poblado de Santa Catarina, donde el suelo ha perdido su capacidad para almacenar agua, por lo que disminuyen los escurrimientos subterráneos (que alimentan manantiales), y aumentan efímeramente los superficiales.

Concretamente, los 17 municipios analizados en esta investigación tienen las siguientes condiciones generales:

Atlalahuacán

Se localiza en parte de un sistema montañoso con clima cálido y semicálido. El material litológico que lo conforma es de rocas ígneas extrusivas del cuaternario y sus suelos son básicamente andosoles y regosoles. El resto del municipio se ubica en valles de fondo plano, con clima cálido y material litológico semejante al anterior, pero con suelos de tipo regosol y vertisol.

Cuernavaca

Parte de este Municipio se localiza en un sistema montañoso con clima cálido y semicálido, cuya litología es de dos tipos: Sedimentarias clásticas del terciario e ígneas extrusivas del cuaternario, originando un suelo de tipo feozem y andosol. También se asienta en valles con clima cálido; presenta rocas sedimentarias clásticas y químicas del terciario y los suelos que tiene son feozem y rendzinas principalmente.

Huitzilac

Localizado en un sistema montañoso con clima semicálido, templado y semifrío. Se constituye por rocas ígneas extrusivas del cuaternario y del terciario; sus suelos son litosoles y andosoles.

Jantetelco

La mayor parte de esta localidad se ubica en los valles con clima cálido, cuya litología es de suelo aluvial y rocas ígneas extrusivas; ambos del cuaternario y los suelos predominantes se componen de vertisoles y regosoles. Por otra parte, el resto del municipio se localiza en un sistema de lomeríos con el mismo clima, la litología está compuesta por rocas ígneas extrusivas del cuaternario y el suelo es básicamente litosol.

Miacatlán

Se encuentra en primer lugar en un sistema de lomeríos con clima cálido y semicálido; la litología que de ellos se desprende es de rocas sedimentarias clásticas y químicas, así como suelos aluviales y rocas ígneas extrusivas, todas del cretácico. El suelo es muy variado, compuesto por: rendzinas, feozems, litosoles, vertisoles y castañozems. En segundo término se localiza en valles con clima cálido, que son amplios y de fondo plano; su litología se limita a suelo aluvial y nuevamente se aprecian suelos como la rendzina, el vertisol y el feozem.

Ocuítuco

Solo tiene un sistema montañoso con clima templado y semicálido; donde la litología corresponde a rocas ígneas extrusivas del cuaternario y se pueden encontrar suelos de tipo andosol y regosol.

Puente de Ixtla

Parte de esta localidad se ubica en un sistema montañoso con clima cálido. Su litología es de rocas ígneas extrusivas y sedimentarias clásticas del terciario y el cuaternario, teniendo suelos de tipo vertisol, castañozem y feozem, otra parte del municipio se localiza en un sistema de lomeríos con clima cálido y semicálido. La litología es de rocas sedimentarias clásticas del terciario con suelos semejantes a los del sistema anterior. Finalmente, el resto del municipio está en valles con clima cálido que son amplios y de fondo plano, con rocas sedimentarias químicas del terciario y suelo aluvial del cuaternario. La edafología es de castañozems y vertisoles.

Temixco

Esta zona se asienta sobre un sistema montañoso con clima cálido y semicálido y valles con climas cálidos, amplios y de fondo plano. El primero se compone de rocas sedimentarias clásticas del terciario, suelo aluvial y rocas ígneas extrusivas del cuaternario, con vertisoles y feozems como suelos característicos; mientras que el segundo tiene rocas sedimentarias clásticas del terciario y suelos de rendzina y feozem.

Temoac

Se ubica en sistemas similares al municipio anterior, pero aquí los dos sistemas tienen rocas ígneas extrusivas del cuaternario y suelos regosol y vertisol.

Tepoztlán

Su morfología está integrada por un sistema montañoso con clima semifrío y templado donde las rocas que se encuentran en esta zona son ígneas extrusivas del cuaternario y sedimentarias químicas del cretácico con suelos variados como los andosoles, litosoles

feozema, luvisoles, regosoles, rendzinas y vertisoles; en segundo lugar hay un sistema de lomeríos con clima cálido y semicálido, cuyas rocas son similares al sistema anterior y sus suelos se limitan a andosoles, litosoles y rendzinas y finalmente, también se localiza sobre valles con climas cálidos, amplios y de fondo plano, que solo muestran rocas ígneas extrusivas del cuaternario y rendzinas y vertisoles como suelos predominantes.

Tetela del Volcán

Esta región cuenta solamente con un sistema montañoso con clima frío y semifrío. Solo tiene rocas ígneas extrusivas del cuaternario y del terciario y suelos de tipo andosol, litosol y regosol.

Tlalnepantla

Se ubica en primera instancia en un sistema montañoso con clima semifrío y templado, cuyas rocas son ígneas extrusivas del cuaternario y su edafología es básicamente de andosoles, litosoles y en menor proporción de feozems, y en segundo plano se asienta sobre un sistema de lomeríos con clima semicálido que presenta la misma litología que el anterior y cuenta solo con andosoles.

Tlaltizapan

Se le puede localizar en tres geoformas distintas: 1) Valles con clima cálido que son amplios y de fondo plano, presentan un tipo de suelo aluvial, rocas sedimentarias clásticas y químicas, del cuaternario, terciario y cretácico respectivamente con suelos como feozem y vertisol; 2) Sistema de lomeríos con clima cálido, con rocas ígneas extrusivas del cuaternario y sedimentarias clásticas del cretácico, teniendo los mismos suelos que la subunidad anterior y 3) Sistema montañoso con clima similar a los dos anteriores, con rocas ígneas extrusivas del cuaternario y sedimentarias clásticas del cretácico, con suelos similares a los de las unidades antes descritas.

Tlaquiltenango

Al igual que el municipio anterior, también cuenta con tres tipos de geoformas: 1) Sistema montañoso, con rocas ígneas extrusivas del terciario, sedimentarias químicas del cretácico y suelo aluvial del cuaternario. Sus unidades de suelo son el feozem, litosol y regosol; 2) Valles con un tipo de rocas igual al sistema anterior más suelo aluvial y con edafología de feozem, litosol y vertisol y 3) Sistema de lomeríos. Su litología se compone de rocas sedimentarias químicas y clásticas del cretácico y del terciario respectivamente y sus suelos se resumen a rendzinas y castañozems. Todas las unidades anteriores tienen clima cálido.

Totolapan

Esta es una localidad sin más divisiones que un solo sistema de lomeríos con clima templado y semicálido con rocas ígneas extrusivas del cuaternario y suelos de tipo regosol y andosol.

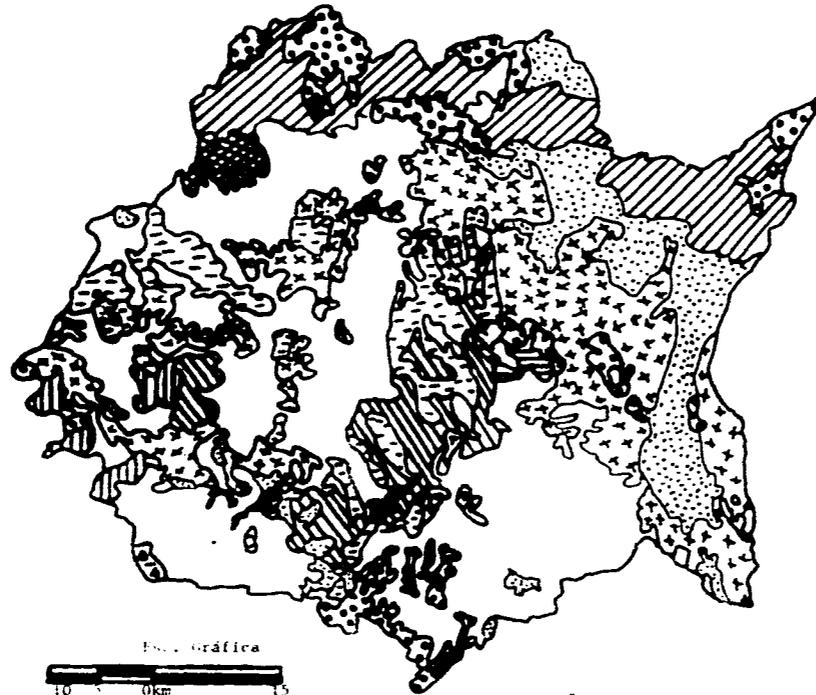
Yecapixtla

Solo tiene dos sistemas, el primero es montañoso con clima templado. Sostienen rocas ígneas extrusivas y suelo aluvial, todo del cuaternario y su edafología está compuesta por feozems, regosoles y vertisoles; y el segundo es de valles con fondo plano y clima cálido; solo presenta suelo aluvial del cuaternario y vertisol como suelo predominante.

Zacualpan

En esta entidad se puede encontrar solo un sistema montañoso con clima templado y semicálido. De esto se desprenden rocas ígneas extrusivas y suelo aluvial del cuaternario y como suelos dominantes el andosol y el regosol.

SUELOS DE MORELOS



Tipos de Suelo

-  Acrisol
-  Andosol
-  Cambisol
-  Castañozem
-  Chernozen
-  Feozem
-  Fluvisol
-  Litosol
-  Luvisol
-  Regosol
-  Rendzina
-  Vertisol

Fuente: SPP, 1981
Carta Estatal de Suelo
Esc. 1:250 000

Elaboró: Ana Luisa
Hernández García (1996)

Escala gráfica



Mapa 7

RELACIÓN SEQUÍA-AGRICULTURA EN MORELOS

Comportamiento de la precipitación

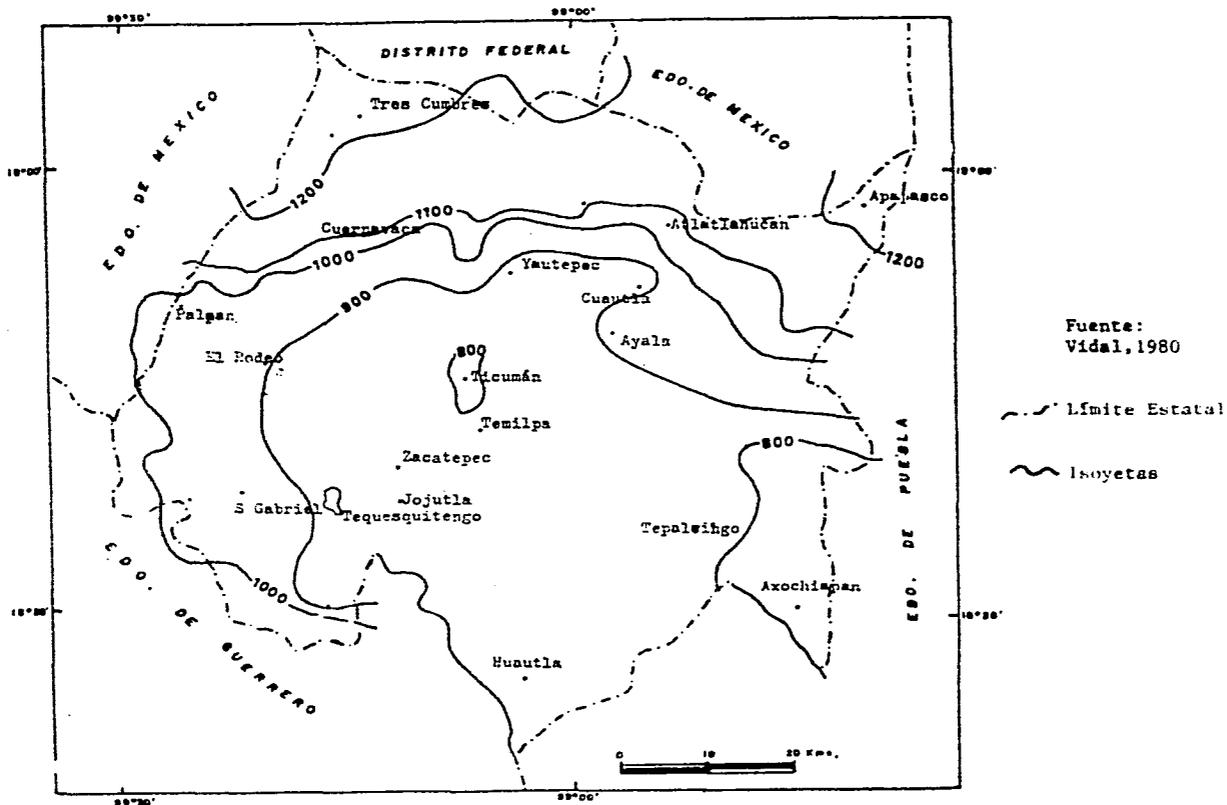
Taboada et al (1993), dicen que la fisiografía del estado de Morelos, tiene grandes contrastes topográficos, que influyen notablemente sobre la distribución e intensidad de las precipitaciones que se registran a lo largo del año, y que los sistemas de circulación atmosférica definen dos épocas: la seca (de noviembre a marzo), dado que el desplazamiento hacia el sur de la zona intertropical de convergencia, provoca condiciones de sequía; sin embargo, puede existir un mínimo de lluvia en este periodo no mayor a 5% de la total anual, que resulta del efecto de la entrada de los frentes de aire polar continental que abaten la temperatura y cuando éstos son profundos, llegan a la entidad en forma de lluvia; y la húmeda (de mayo a octubre) donde los vientos alisios que llegan al continente después de pasar por el Golfo de México en donde recogen humedad, originan la presencia y el aumento de la lluvia. Movimientos convectivos del aire en el fondo de los valles al enfriarse por condiciones adiabáticas precipitan al ascender por las laderas montañosas tanto en el norte como en el sur de la entidad. El régimen de precipitación que definitivamente es de verano, muestra en la totalidad del estado distribución bimodal, es decir, se presentan dos máximos de precipitación, separados por un mínimo, correspondiendo a este receso el establecimiento de la sequía intraestival o relativa, conocida entre los agricultores como "canicula", sequía de agosto o sequía de medio verano.

Aguilar (1990), referido por Taboada et al (op. cit), menciona que los valores máximos de precipitación total anual en Morelos son mayores de 1 200 mm (mapa 8), y se ubican sobre la región montañosa del norte, destacando entre los macizos montañosos la Sierra de Chichinautzin, con una extensión de 2 100 km² y a una altitud de 3 500 msnm; ésta es una de las zonas de recarga de acuíferos subterráneos más importante del estado, junto con las del Popocatepetl, el Volcán Pelado, la Sierra del Ajusco y la Sierra de Zempoala.

La precipitación va descendiendo hacia el sur conforme a la altitud, la región intermedia se encuentra situada al pie de monte, donde se reciben entre 1000 y 1200 mm. Finalmente, los valores mínimos se registran en la región del valle, en el centro-sur de la entidad, la cual recibe menos de 1000 mm.

Reyna, al citar a Mosiño y García et al (1974), dice que estas cantidades dan a la región carácter de subhúmedad y las probabilidades de tener anualmente esta precipitación, o una cantidad mayor a ésta, es de 44 a 48%.

DISTRIBUCIÓN DE LA PRECIPITACIÓN EN MORELOS

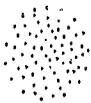
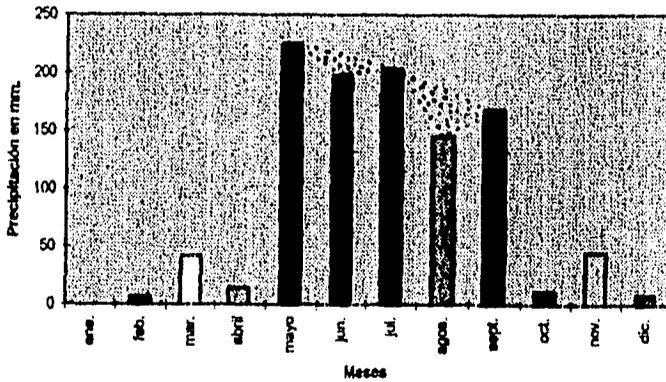


Mapa 8

Cabe señalar, que en la mayoría de las ocasiones la lluvia anual presenta una distribución bimodal, pero en algunos años se comporta en forma trimodal y las fórmulas sugeridas por Mosiño y García, no siempre son aplicables para todos los casos. Como ejemplo, los datos registrados en 1992 en la estación Hueyapan (gráfica A), donde es necesario aplicar la fórmula correspondiente de acuerdo al número de meses, o dividir el periodo de lluvia, aplicar dos fórmulas y sumar los resultados, en cuyos casos el resultado queda dentro del rango de sequía de 0 a 10%, que es la más baja de los tres rangos que para esta investigación se consideraron

gráfica A. Estación Hueyapan, Mor., (mayo a octubre de 1992)

Mes	Enc.	Feb.	Mar.	Abril	Mayo	Jun.	Jul.	Agos.	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.	Suma de Mayo a Oct.
Precip.	0.0	6.5	41.9	14.3	224.9	197.9	203.5	145.3	168.0	11.3	44.8	8.8	950.9



Polígono funicular

En la gráfica se puede observar que la lluvia tuvo un comportamiento trimodal; por tanto, si se aplica la fórmula original correspondiente a 4 meses de sequía, sería de la siguiente manera:

$$\text{Área del polígono funicular} = (3/2)Y_1 - Y_2 - Y_3 - Y_4 + (3/2)Y_5$$

$$\text{Sequía relativa en \%} = \frac{\text{Área del polígono funicular}}{\text{Precip. de mayo a oct.}} \times 100$$

Donde:

$$A = (3/2)224.9 - 197.9 - 145.3 + (3/2)168 = 42.65$$

$$\text{SR\%} = \frac{42.65}{950.9} \times 100 = 4.48\%$$

Ahora bien, al dividir el periodo de lluvia en dos partes y aplicar la fórmula de 2 meses de sequía, habría dos posibilidades:

$$\text{Área del polígono funicular} = (1/2)Y_1 - Y_2 + (1/2)Y_3$$

$$\text{Sequía relativa en \%} = \frac{\text{Área del polígono funicular}}{\text{Precip. de mayo a oct.}} \times 100$$

Donde

a) tomando el periodo de sequía correspondiente de mayo a julio, resultaría de la siguiente forma:

$$A = (1/2) 224.9 - 197.9 + (1/2) 203.5 = 16.3$$

$$\text{SR\%} = \frac{16.3}{950.9} \times 100 = 1.7\%$$

b) Tomando en consideración el periodo que abarca de julio a septiembre, la fórmula se substituye como se indica:

$$A = (1/2) 203.5 - 145.3 + (1/2) 168 = 40.4$$

$$\text{SR\%} = \frac{40.4}{950.9} \times 100 = 4.2\%$$

En ambos resultados existe una disparidad si se le compara con el resultado de la fórmula de cuatro meses, e inclusive si se sumaran estos dos últimos resultados, la diferencia es de 1.5%. quedando como sigue

$$A_1 + A_2 = 16.3 + 40.4 = 56.7$$

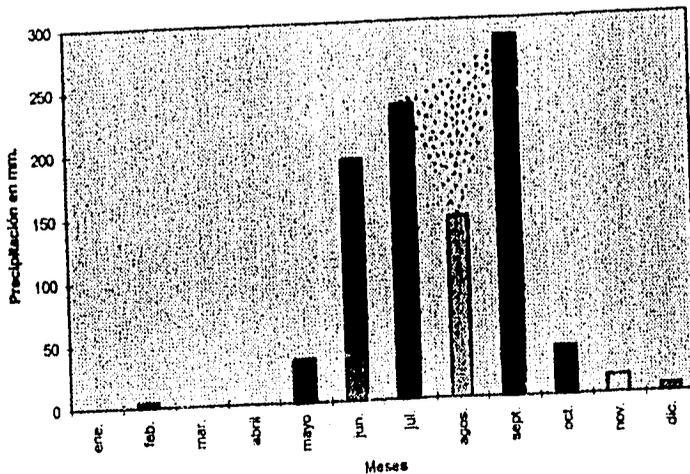
$$SR\%_1 + SR\%_2 = 1.7 + 4.2 = 5.9\%$$

Como se puede observar, para estos casos, cualquiera de los dos métodos, permite clasificar el rango de la sequía.

Por otra parte, la duración de la sequía intraestival en el estado, es de 2 a 3 meses en promedio y eventualmente llega a ser de 4 meses, como se muestra en las gráficas B, C y D:

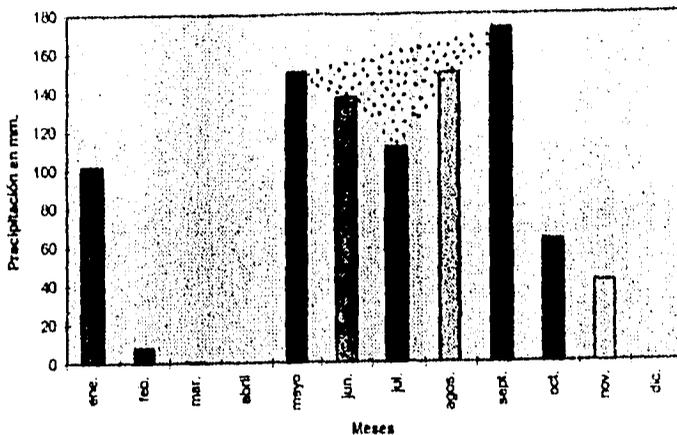
gráfica B. Estación Apacingo (1991). Sequía de dos meses.

Mes	Ene.	Feb.	Mar.	Abri.	Mayo	Jun.	Jul.	Agos.	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.
Precip.	0.0	4.0	0.0	0.0	34.3	191.6	233.5	143.5	286.0	38.2	14.0	6.0



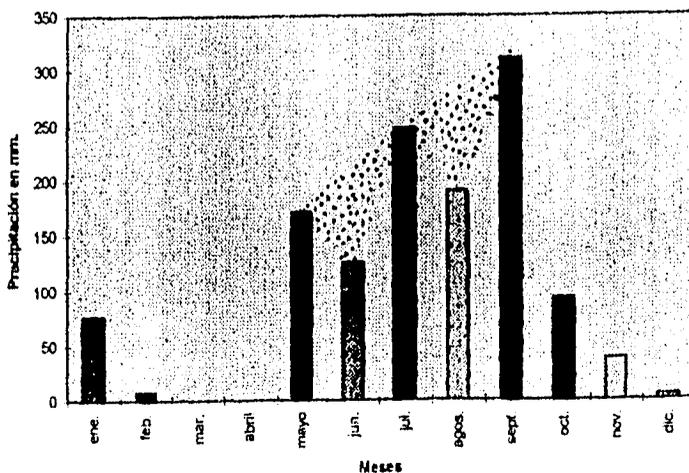
gráfica C Estación Cuautla (1992) Sequia de 3 meses

Mes	Ene	Feb	Mar	Abril	mayo	Jun	Jul	Agos	Sept	Oct	Nov	Dic.
Precip.	101.5	7.8	0.8	0	150.1	136.9	110.9	149.4	172.5	63.0	41.6	0.0



gráfica D. Estación El Rodeo (1992). Sequia de 4 meses.

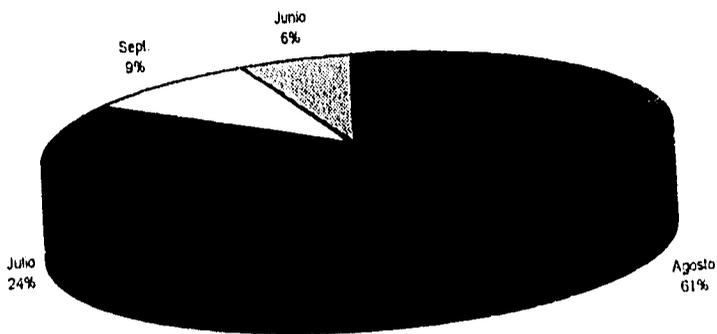
Mes	Ene	Feb	Mar.	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agos.	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.
Precip.	76.7	7.9	0.0	0.0	171.1	125.4	247.0	190.0	311.0	92.5	37.7	5.0



Polígono funicular

Finalmente, el mes más afectado por la sequía intraestival para el periodo analizado fue agosto, seguido por julio y eventualmente por septiembre y junio (gráfica E)

gráfica E. Meses más afectados por la sequía intraestival (1988-1992)



Distribución e intensidad de la sequía relativa o intraestival (mapa 9)

Reyna (1994), al relacionar las intensidades con la vulnerabilidad a la sequía intraestival, entendiendo por vulnerabilidad la fragilidad o el daño que pueda ocasionar este fenómeno a cultivos de maíz, frijol y cebada, concluye en general, que la vulnerabilidad es:

Baja, cuando la intensidad de la sequía es de 0 a 20% y no hay grandes daños en los cultivos;

Media, cuando los niveles son de 20 a 40% y donde puede haber pérdida apreciable de hojas, pero posiblemente no de grano y;

Alta, cuando éstas son mayores de 40%, a medida que la sequía es más intensa, la planta anticipa cada vez más la maduración y el rendimiento del grano desciende rápidamente, aunque puede no perderse en forma considerable la hoja.

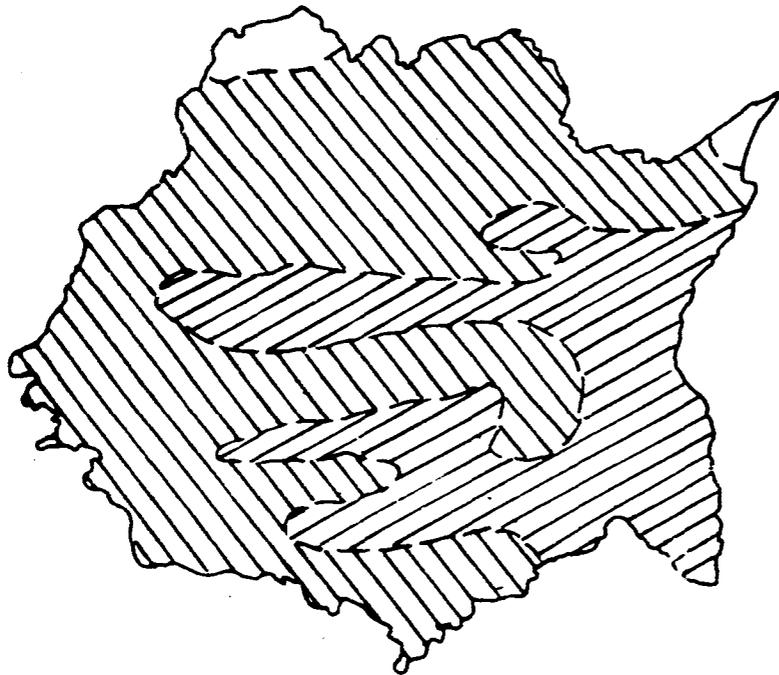
En Morelos la vulnerabilidad detectada en general es baja, pues al aplicar las fórmulas correspondientes, Taboada et al (op. cit), cuantificaron la intensidad de la sequía para el estado hasta 1991 (trabajando con datos de precipitación de 50 estaciones distribuidas en la entidad con periodos mayores a 5 años en servicio), y la agruparon en 3 rangos:

De 0 a 10%. Ocupa una pequeña región hacia el NE y NW de la entidad, particularmente quedan dentro de ella Tres Cumbres y Apapasco, localidades que si bien reciben precipitaciones superiores a 1 200 mm no por ello, dejan de registrar un pequeño descenso de la precipitación durante la época veraniega.

De 10 a 15%. Distribuida ampliamente en el norte, centro y suroeste del estado, en localidades como Cuernavaca, Yauatepec, Totolapan, Coatlán del Río, Amacuzac, Huajintlán, Tlzapotla y Huautla, entre otras. Puede mencionarse que aproximadamente el 50% de la superficie de Morelos, se caracteriza por presentar estas condiciones.

De más de 15%. Caracteriza a la región oriente de la entidad, donde a pesar de recibir precipitaciones similares a la región poniente (menos de 1000 mm) se observa un mayor porcentaje y por ende una sequía más acentuada.

SEQUÍA RELATIVA EN MORELOS



Intensidad de la Sequía
Relativa (Z)

Menor de 10

De 10 a 15

Mayor de 15

Límite Estatal

Autores: Taboada, S.M.,
Reyna, L.L., Oliver,
C.R. y Beltrán, R.M.
1993.

Esc. Gráfica

10 5 0km 15

Dibujó: Ana Luisa
Hernández García (1996)

Particularmente en esta investigación y para el periodo (1988-1992), se trabajó con 33 estaciones que aparecen en el cuadro 1. Aplicando las fórmulas ya descritas, dieron como resultado promedio los porcentajes de sequía relativa que se indican en el mismo, y que se aprecian mejor en la gráfica 2, donde cabe señalar que Yautepec, Achichipico, Atlatlahucan, El Rodeo y Totolapan tienen un porcentaje de sequía de verano de más de 15%; Cuautla, Cuautlitla, El Limón, Hueyapan, Ocuituco, Temilpa, Tenixco, Tetela del Volcán, Ticumán, Tlacotepec, Tlacualera, y Zacatepec, tienen sequía intraestival entre 10 y 15% y Apacingo, Cuernavaca, Higuierón, Huautla, Huecahuasco, Huitzilac, Jojutla, Progreso, Puente de Ixtla, San Juan Tlacotenco, San Pablo Hidalgo, Tepalcingo, Tilzapotla, Xicatlacotla, Xoxocotla y Yecapixtla tienen sequía relativa menor a 10%.

Basándose en la regionalización propuesta por Taboada, et al (op. cit); al trabajar con el periodo de 1988 a 1992, se trazó el mapa 10, donde se observa que la sequía se distribuye de la siguiente forma:

De 0 a 10%. Cubre la parte sur y sureste del estado, además de algunas localidades como Huitzilac, Cuernavaca, San Juan Tlacotenco y Yecapixtla.

De 10 a 15%. Abarca el sur de Ocuituco, una porción de Ticumán, Cuautlitla, Tenixco, Cuautla, Hueyapan, Tetela del Volcán, Tlacualera, Zacatepec y El Limón.

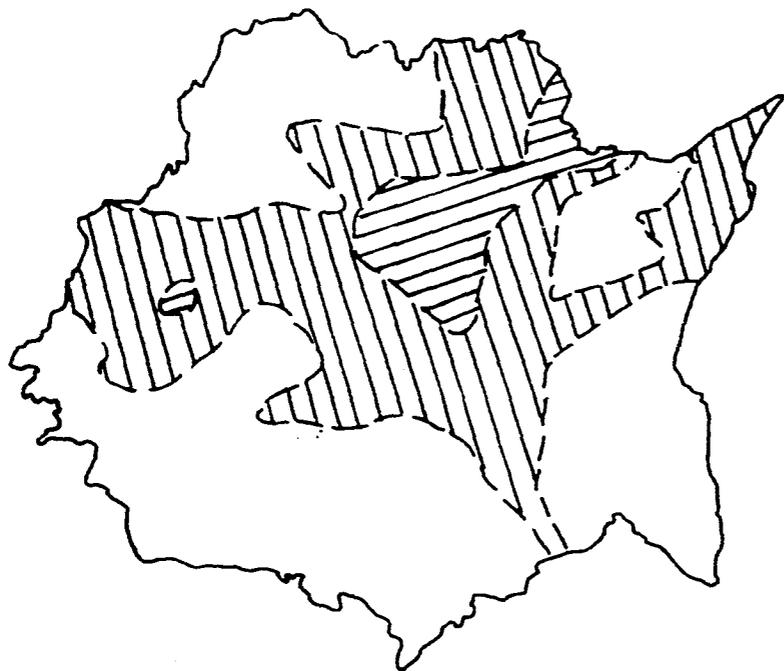
De más de 15%. Sólo ocupa una pequeña área que se extiende aproximadamente del centro al noreste de Morelos que abarca a Yautepec, Totolapan, Atlatlahucan y Achichipico. Además de un pequeño manchón que corresponde a la localidad de El Rodeo.

Al comparar la intensidad y las áreas ocupadas por la sequía intraestival hasta 1991 y el periodo comprendido de 1988-1992 (mapa 9 y mapa 10), se observa que en éste último cambia considerablemente la distribución de la intensidad que este fenómeno guarda en el estado, en el primero (mapa 9), la sequía dominante está entre 10 y 15%; pero en el segundo mapa, predominan las áreas entre 0 y 10%, siguiéndole el rango de 10 a 15%; sin embargo, en los dos mapas, las estaciones de Yautepec, Achichipico, Atlatlahucan, El Rodeo y Totolapan siempre conservaron los índices más altos de sequía relativa.

Por otra parte, se pudo observar también que para el periodo analizado, el año que contó con la mayor frecuencia de municipios con sequía superior a 15% fue 1991 (gráfica 3), durante el cual se puede observar que 18 de las 33 estaciones analizadas, tuvieron sequía mayor a 15%, donde destacan Achichipico que alcanzó 51.29% de sequía relativa, así como Cuautlitla con 39.12%, Atlatlahucan con 37.42%, Hueyapan con 35.85%, Totolapan con 35.56% y Tetela del Volcán con 30.25%; es interesante destacar que a excepción de Cuautlitla, las otras 5 estaciones se localizan en zonas montañosas (gráfica 4); sin embargo, haciendo una comparación retrospectiva con los años anteriores al periodo referido, la "cáncula" en 1991 no siempre supera a la sequía media total y como ejemplo de ello, podemos ver que en Huecahuasco, el máximo valor alcanzado fue de

26.06% de sequía relativa en 1962, y la media correspondiente para esa localidad en el periodo de 1961 a 1992 fue de 7.87%; en Ocuituco, el porcentaje más alto fue de 31.49% de sequía relativa en 1972, con una media de 10.84 para el periodo de 1958 a 1992; y finalmente en San Pablo Hidalgo, el valor más alto de sequía relativa fue de 37%, con una media de 10.55% durante el lapso de 1980 a 1992 (gráfica 5).

SEQUÍA RELATIVA EN MORELOS (1988-1992)



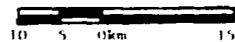
Intensidad de la Sequía
Relativa (Z)

-  Menor de 10
-  De 10 a 15
-  Mayor de 15

 Límite Estatal

Mapa Base: SPP, 1981

Esc. Gráfica



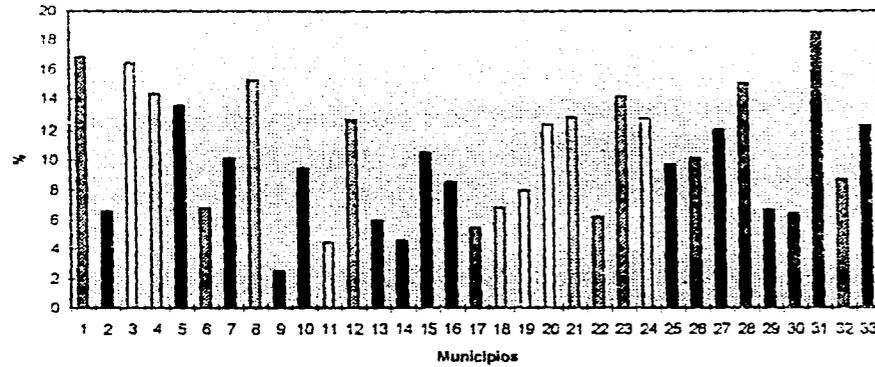
Elaboró: Ana Luisa
Hernández García (1996)

Estaciones pluvio-térmicas e intensidad de la sequía relativa en el Estado de Morelos

Estación	Latitud Norte	Longitud Oeste	Altitud msnm	Sequía Relativa (%) Promedio	Mes con mayor frecuencia de sequía
Achichipico	18°57'	98°49'	1950	16.80	Junio
Apacingo	18°40'	99°27'	1950	6.54	Agosto
Axilahuacán	18°56'	98°54'	1630	16.41	Agosto
Cuautla	18°49'	98°57'	1300	14.30	Agosto
Cuautitla	18°41'	99°23'	946	13.54	Agosto
Cuernavaca	18°55'	99°15'	1560	6.77	Agosto
El Lamón	18°31'	98°36'	1230	10.12	Agosto
El Ródco	18°46'	99°20'	1060	15.24	Agosto
Higuieron	18°34'	99°31'	920	2.52	Septiembre
Itzamal	19°26'	99°01'	930	9.43	Agosto
Huacahuasco	18°56'	98°47'	2100	4.44	Julio-Agosto
Huevapan	18°54'	98°41'	1230	12.65	Julio
Huixtla	19°02'	99°16'	2550	5.95	Julio
Ixmiquilpan	18°37'	99°11'	890	4.61	Julio
Ixmiquilpan	18°53'	98°48'	1770	10.58	Septiembre
Progreso	18°50'	99°16'	1360	8.49	Julio
Puerto de Ixtla	18°37'	99°19'	900	5.48	Julio
San Juan Tlacotenco	19°02'	99°05'	2366	6.82	Septiembre
San Pablo Hgo.	18°35'	99°02'	1060	7.94	Agosto
Tenmilpa	18°42'	99°06'	960	12.35	Agosto
Tenxoco	18°51'	99°24'	1280	12.80	Agosto
Tepalcingo	18°36'	98°51'	1150	6.38	Agosto
Tetela del Volcán	18°54'	98°43'	2250	14.18	Agosto
Tlacotalpan	18°46'	99°07'	965	12.70	Julio
Tlacotalpan	18°29'	99°16'	1000	9.75	Agosto
Tlacotepec	18°43'	98°45'	1740	10.23	Julio
Tlacotalpan	18°37'	98°57'	1600	11.99	Agosto
Totolapan	18°59'	98°55'	1920	15.07	Agosto
Xicatlacotla	18°31'	99°11'	820	6.65	Agosto
Xovocotla	18°41'	99°14'	1030	6.42	Junio
Yauhtepec	18°54'	99°04'	1215	18.54	Agosto
Yecapixtla	18°53'	98°51'	1700	8.72	Agosto
Zacatepec	18°39'	99°11'	920	12.24	Agosto

Cuadro 1

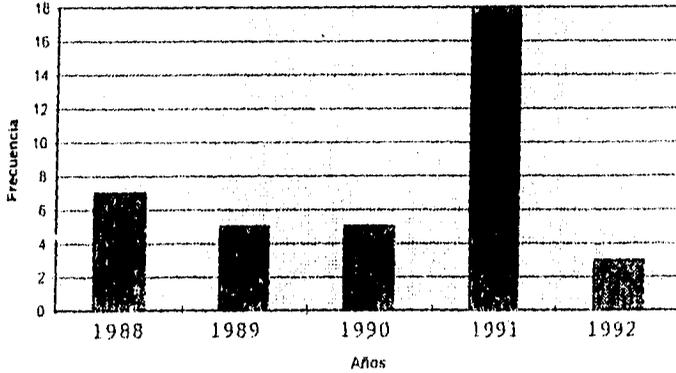
gráfica 2. Promedio de Sequía Relativa (1988-1992)



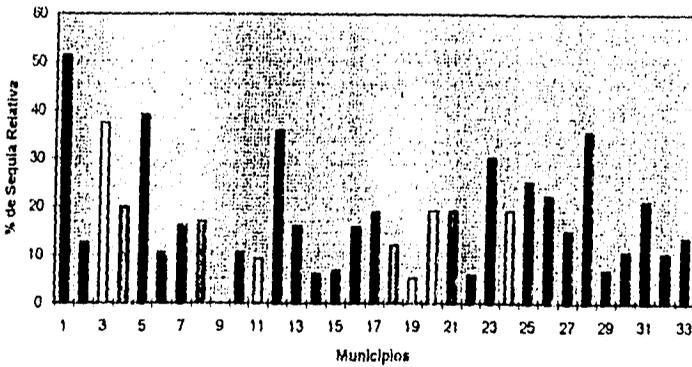
Estaciones

1. Achichipico
2. Apacingo
3. Atlatlauhucan
4. Cuautla
5. Cuautlilla
6. Cuernavaca
7. El Limón
8. El Rodeo
9. Higuieron
10. Huautla
11. Huecahuasco
12. Hucyapan
13. Huitzilac
14. Jojutla
15. Ocuituco
16. Progreso
17. Puente de Ixtla
18. San Juan Tlacotenco
19. San Pablo Hidalgo
20. Temilpa
21. Temoxtoc
22. Tepalcingo
23. Tetela del Volcán
24. Ticumán
25. Tlaxapetla
26. Tlaxiaco
27. Tlaxiaco
28. Totolapan
29. Xicatlancoatl
30. Xoxocotla
31. Yatepec
32. Yecapixtla
33. Zacatepec

gráfica 3. Frecuencia de Municipios con Sequía Intraestival Mayor a 15% (1988-1992)



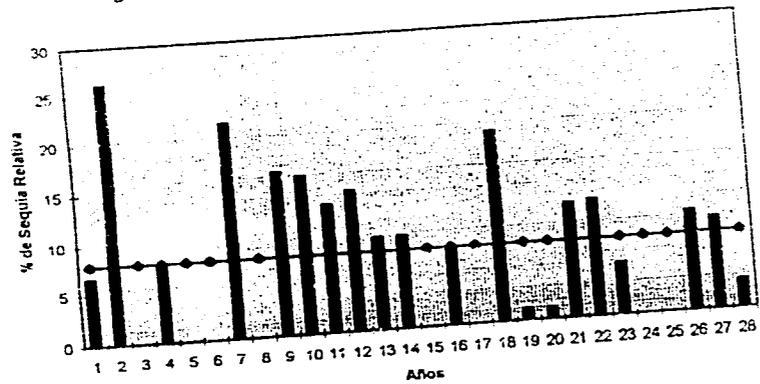
gráfica 4. Sequía Intraestival en Morelos (1991)



Estaciones

- | | | |
|-----------------|-------------------------|-----------------------|
| 1. Achichipico | 13. Huitzilac | 23. Teiela del Volcán |
| 2. Apacingo | 14. Jojutla | 24. Ticumán |
| 3. Atlalahucan | 15. Ocuilco | 25. Tilzapotla |
| 4. Cuautla | 16. Progreso | 26. Tlacotepec |
| 5. Cuautitla | 17. Puente de Ixtla | 27. Tlacualera |
| 6. Cuernavaca | 18. San Juan Tlacotenco | 28. Totolapan |
| 7. El Limón | 19. San Pablo Hidalgo | 29. Xicallacotla |
| 8. El Rodeo | 20. Temilpa | 30. Xoxocotla |
| 9. Higuerrón | 21. Temixco | 31. Yautepec |
| 10. Huautla | 22. Tepalcingo | 32. Yecapixtla |
| 11. Huacahuasco | | 33. Zacatepec |
| 12. Hueyapan | | |

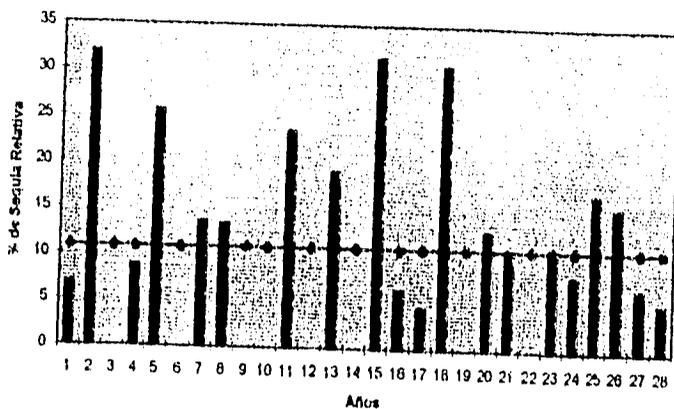
gráfica 5. Sequía Intraestival en Huecahuasco, Mor. (1961-1992)



● media

Años	
1	1961
2	1962
3	1963
4	1964
5	1965
6	1966
7	1967
8	1969
9	1970
10	1971
11	1972
12	1973
13	1974
14	1975
15	1976
16	1977
17	1981
18	1982
19	1983
20	1984
21	1985
22	1986
23	1987
24	1988
25	1989
25	1990
27	1991
28	1992

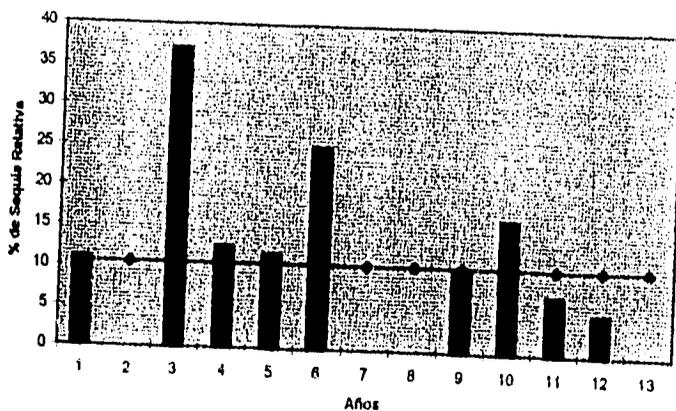
gráfica 5a. Sequía Intraestival en Ocuiluco, Mor. (1958-1992)



● media

2	1959
3	1960
4	1961
5	1962
6	1963
7	1964
8	1965
9	1966
10	1967
11	1968
12	1969
13	1970
14	1971
15	1972
16	1973
17	1974
18	1975
19	1976
20	1977
21	1981
22	1986
23	1987
24	1988
25	1989
26	1990
27	1991
28	1992

gráfica 5b. Sequía Intraestival en San Pablo Hidalgo, Mor. (1980-1992)



Años	
1	1980
2	1981
3	1982
4	1983
5	1984
6	1985
7	1986
8	1987
9	1988
10	1989
11	1990
12	1991
13	1992

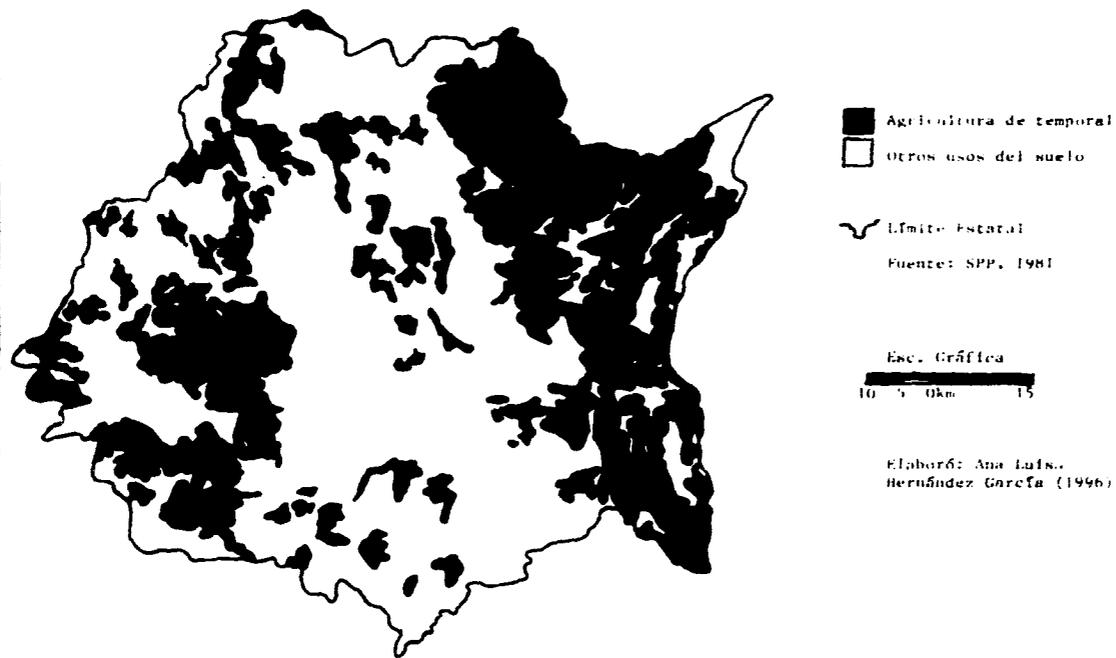
Agricultura de temporal y rendimiento del cultivo de maíz

En Morelos, la agricultura de temporal no es la actividad primaria que ocupa al 100% el uso del suelo (solo cubre el 30.26% del total de la superficie), pero sí es una de las más importantes, puesto que se viene practicando desde tiempos inmemorables, aprovechando las lluvias que en nuestro país son abundantes durante el verano. Esta actividad permite a los campesinos sembrar y cosechar con mínimos insumos, aunque en algunas ocasiones no es muy redituable, ya que se está a expensas de la naturaleza y hoy en día, no siempre es predecible el comportamiento de la misma. Es interesante destacar que las áreas de temporal de acuerdo a la carta estatal de uso de suelo 1:250 000 (SPP, 1981) se concentran básicamente en una franja con un rumbo predominante que va de sureste a noreste y otra menos densa que corre de suroeste a noroeste (mapa 11). Sin embargo, no todos los municipios analizados, dedican en la misma proporción áreas destinadas para la agricultura de temporal, pues como se puede observar a continuación, los municipios que destinan mayores espacios para esta actividad son Totolapan, Atlatlahucan, Huitzilac y Yecapixtla, y los que menores áreas le dedican son Tlaltizapan, Tetela del Volcán y Miaatlán:

Municipio	Áreas destinadas a agricultura de temporal (%)
Atlatlahucan	89.24
Cuernavaca	25.26
Huitzilac	67.50
Jantetelco	35.49
Miaatlán	7.96
Ocuituco	19.90
Puente de Ixtla	20.40
Temixco	36.34
Temoac	16.33
Tepoztlán	11.30
Tetela del Volcán	5.90
Tlalnepantla	47.80
Tlaltizapan	4.36
Tlaquiltenango	9.99
Totolapan	99.50
Yecapixtla	62.95
Zacualpan	32.52

La agricultura de riego y la industria son sólo algunas de las otras actividades que se practican en la entidad, además de los espacios dedicados a las áreas urbanas.

ÁREAS CON AGRICULTURA DE TEMPORAL EN MORELOS



Mapa 11

Municipio	Rendimiento promedio en el cultivo de maíz (Ton/Ha) 1988	Rendimiento promedio en el cultivo de maíz (Ton/Ha) 1989	Rendimiento promedio en el cultivo de maíz (Ton/Ha) 1990	Rendimiento promedio en el cultivo de maíz (Ton/Ha) 1991	Rendimiento promedio en el cultivo de maíz (Ton/Ha) 1992	Rendimiento promedio en el cultivo de maíz (Ton/Ha) 1988-1992
Atlatlahucan	1.75	2.53	1.96	1.94	2.35	2.10
Cuernavaca	1.37	1.75	1.81	1.72	2.41	1.81
Huitzilac	1.00	0.90	0.72	0.64	1.59	0.97
Jantetelco	1.17	1.79	2.93	1.47	1.64	1.89
Miacatlan	1.41	1.87	1.81	1.69	3.40	2.03
Ocuituco	0.26	0.89	2.23	0.59	2.10	1.21
Puente de Ixtla	1.35	0.28	2.39	1.23	2.23	1.49
Femiseo	1.52	1.19	1.17	1.24	3.48	1.72
Femoac	1.58	1.83	1.77	0.50	2.68	1.67
Iepoztlán	1.21	1.63	1.60	2.99	1.82	1.85
Ferret del Volcan	1.20	1.89	3.66	0.70	2.50	1.99
Huampanitla	0.74	1.20	1.20	1.50	1.50	1.22
Huitzilapan	1.42	1.85	2.59	1.58	2.27	1.94
Laquilitenango	0.93	2.87	1.93	1.97	2.58	2.05
Totolapan	1.96	1.52	2.30	1.97	2.99	2.14
Yecapixtla	1.76	1.46	2.44	0.59	2.50	1.56
Zacualpan	1.55	0.99	1.83	0.94	2.39	1.54
Prom. Total por año	1.30	1.55	2.02	1.36	2.37	1.72

Tabla 1

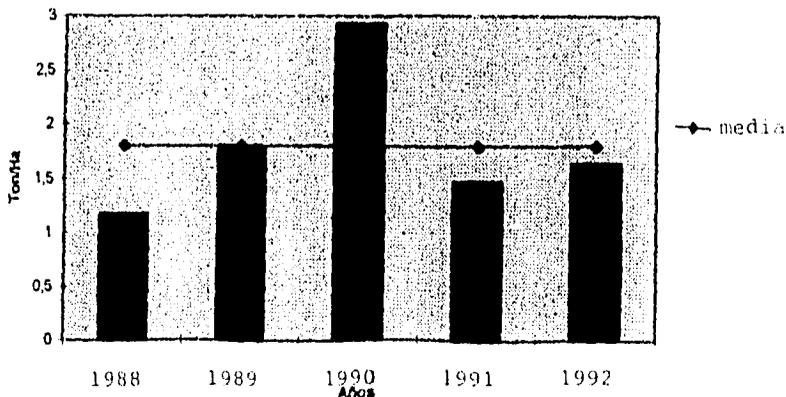
Según Morales, et al (1991), el cultivo de temporal es en la entidad el más utilizado y el que menos ha variado en la diversidad de especies manejadas, el maíz y el frijol son las más utilizadas, ocupando el primero un 32% de la tierra disponible. Cabe mencionar, que hasta este momento, se ha hablado del estado de Morelos en general, pero a partir de esta parte del documento, se hará referencia muy puntual de los municipios que por su bajo rendimiento (como se explicó en la metodología), se analizaron.

En los 17 municipios elegidos (tabla 1) se pudo observar a las localidades que presentaron con más frecuencia rendimientos de maíz por debajo de la media municipal y que en el quinquenio analizado fueron Jantetelco (con media de producción anual de 1.80 Ton/Ha), Miacatlán (2.03 Ton/Ha), Temixco (1.72 Ton/Ha) y Tepoztlán (1.85 Ton/Ha). Esto se puede apreciar más claramente en las gráficas 6, donde aunque en todos los casos hubo 4 años con rendimiento de maíz menor a la media municipal correspondiente, no todos los años con bajo rendimiento coinciden entre sí, es decir, que si observamos la gráfica 6a, el año con mayor rendimiento fue 1990 con 2.93 Ton/Ha, y el año con menos rendimiento fue 1988 con 1.17 Ton/Ha, en las gráficas 6b y 6c, los años con bajo rendimiento de maíz son 1988, 1989, 1990 y 1991, pero se puede observar que para el primer año analizado, la producción de Temixco superó la obtenida en Miacatlán (1.52 y 1.41 Ton/Ha respectivamente), situación que se invirtió en los 3 años siguientes (No existe una explicación muy clara de por qué, el rendimiento de maíz en un municipio varía de año a año y sería necesario hacer un análisis multivariado para tratar de establecer con mayor precisión cuales son los elementos que en un año u otro hacen que los rendimientos obtenidos por hectárea no sean similares al año anterior. Dichos elementos pueden ser la utilización de semilla mejorada, un riego previo a la siembra y/o el uso de fertilizantes entre otros, pero no existe un registro oficial que pueda sustentar estas eventualidades).

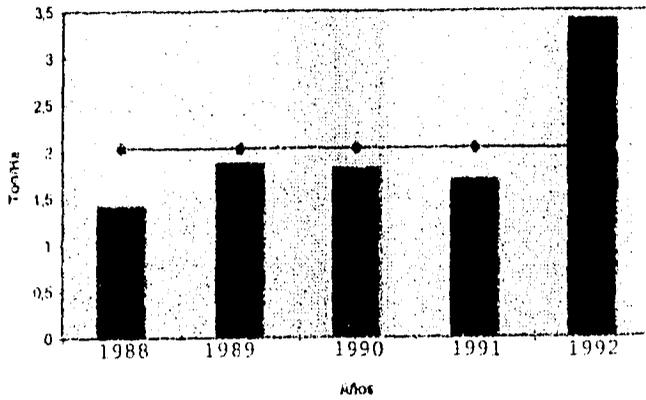
Municipio	1989	1990	1991
Temixco	1.19	1.17	1.24
Miacatlán	1.87	1.81	1.69

Finalmente, en la gráfica 6d, el año con mejores rendimientos es 1991 (comportamiento que no se había observado en las gráficas anteriores), rebasando por más de 1 Ton/Ha a los años restantes.

gráfica 6a. Rendimiento de Maíz en Jantetelco, Mor. (1988-1992)

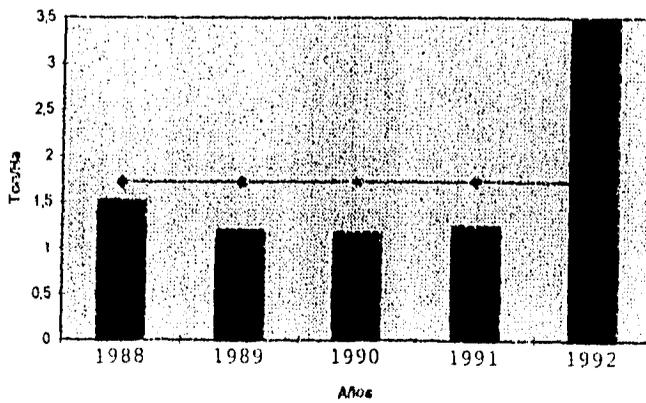


gráfica 6b. Rendimiento de Maíz en Miacatlán, Mor. (1988-1992)

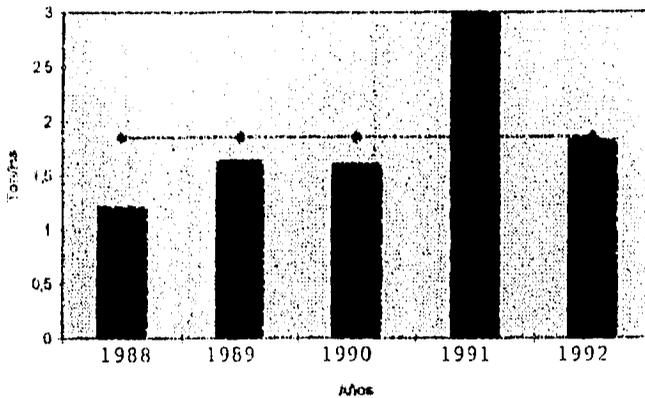


—◆— media

gráfica 6c. Rendimiento de Maíz en Temixco, Mor. (1988-1992)



gráfica 6d. Rendimiento de Maíz en Tepoztlán, Mor. (1988-1992)



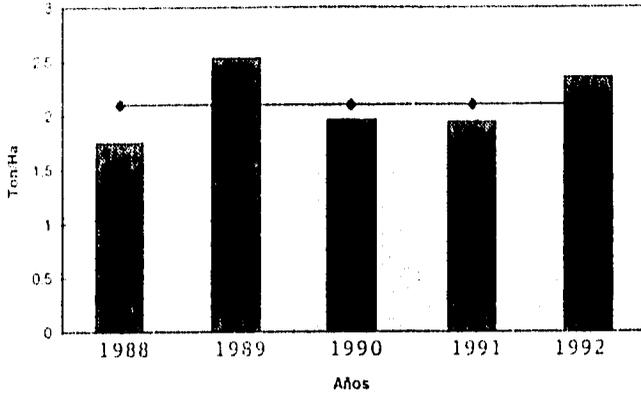
—♦— media

Se puede observar además, que entre las gráficas 6b y 6d, el rendimiento en 1988, 1989 y 1990, tuvo un comportamiento muy parecido entre sí.

Por otra parte, en Atlalahuacan, Cuernavaca, Huitzilac, Ocuituco, Puente de Ixtla, Tetela del Volcán, Tlahnepantla, Tlaltizapan, Tlaquiltenango y Totolapan, los rendimientos anuales fueron inferiores a la media de producción municipal en 3 ocasiones, como se observa en las gráficas 7, los municipios tuvieron un diferente comportamiento respecto a su media de rendimiento, en lo que si coinciden casi todos (excepto Huitzilac) es que en 1988 no se superó la media de rendimiento. Por otra parte, sólo en Atlalahuacan y en Tlaquiltenango (gráficas 7a y 7i), en 1989 se rebasó considerablemente a la media de rendimiento que para esos municipios fue de 2.10 y 2.05 Ton/Ha respectivamente.

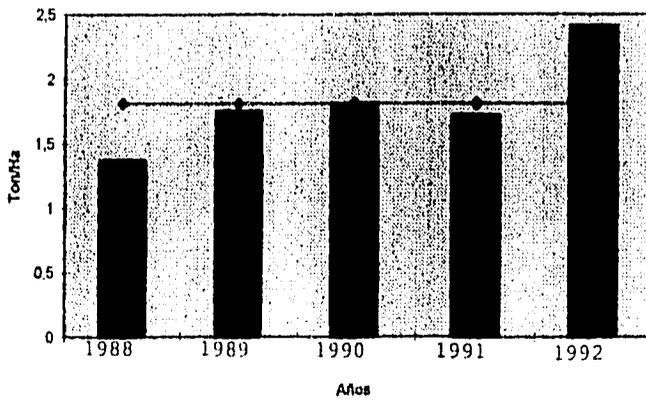
Casi en todos los municipios mencionados se reportan rendimientos muy cercanos a su media pero, Ocuituco (gráfica 7d) y Puente de Ixtla (gráfica 7e) en algunos años como 1988, 1989 y 1991 obtuvieron mucho menos toneladas de maíz por hectárea que esta. (1.21 y 11.49 respectivamente)

gráfica 7a. Rendimiento de Maiz en Atlalahucan, Mor. (1988-1992)

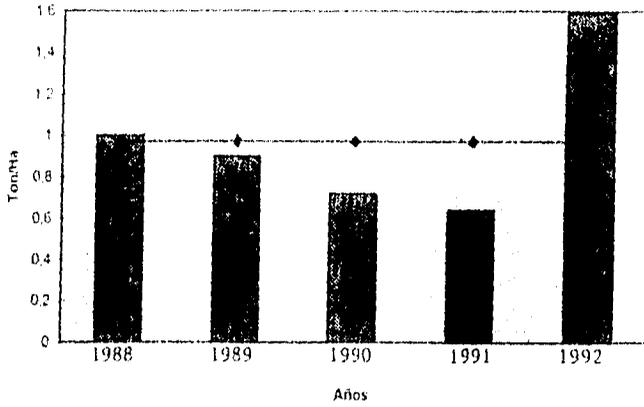


—♦— media

gráfica 7b. Rendimiento de Maiz en Cuemavaca, Mor.(1988-1992)

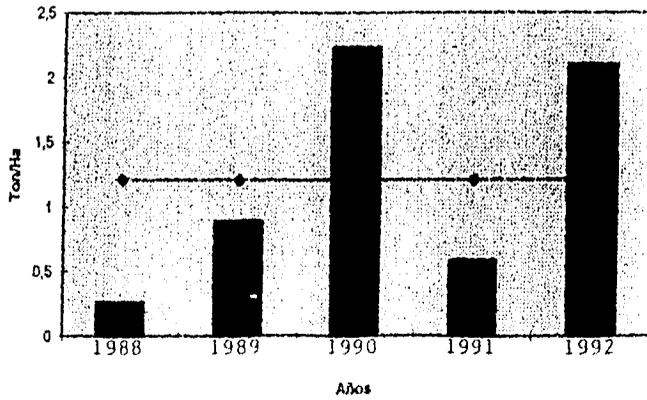


gráfica 7c. Rendimiento de Maíz en Huitzilac, Mor. (1988-1992)

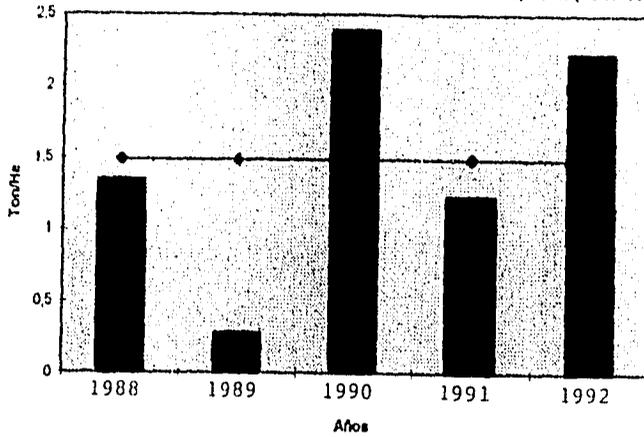


—♦— media

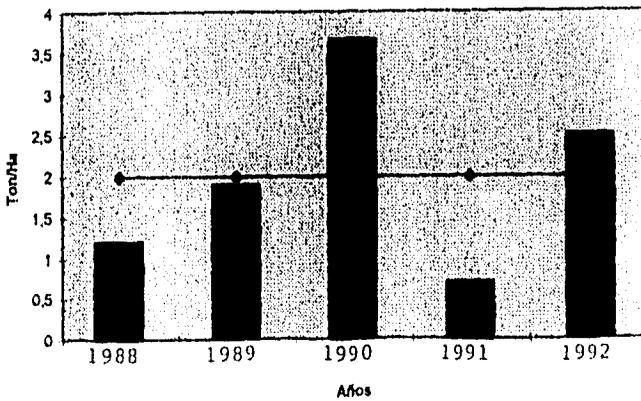
gráfica 7d. Rendimiento de Maíz en Ocultuco, Mor. (1988-1992)



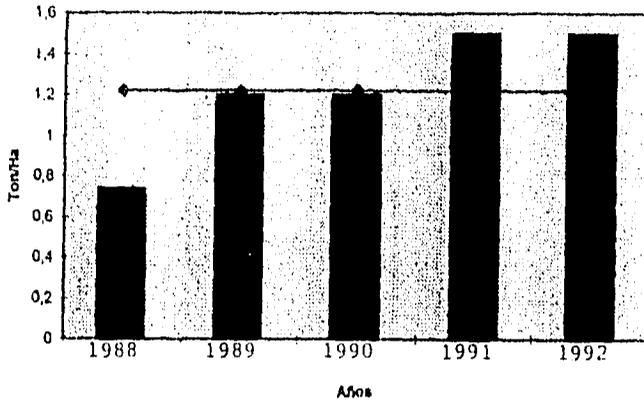
gráfica 7e. Rendimiento de Maíz en Puente de Ixtla, Mor. (1988-1992)



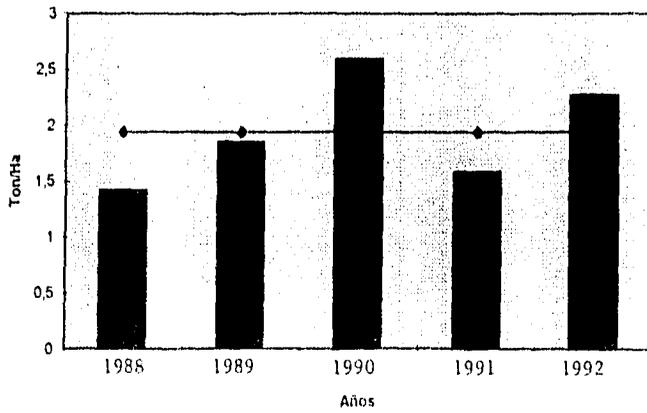
gráfica 7f. Rendimiento de Maíz en Tetela del Volcán, Mor. (1988-1992)



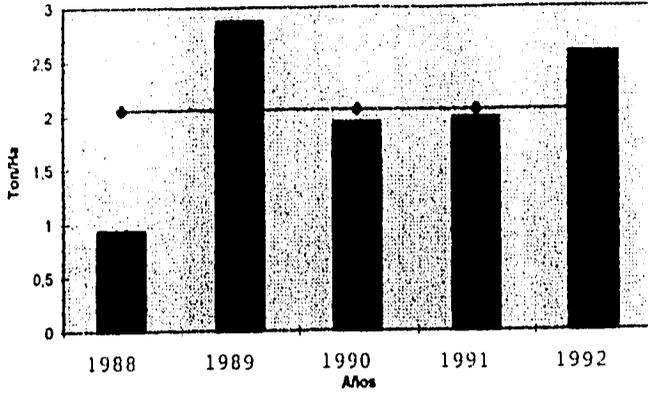
gráfica 7g. Rendimiento de Malz en Tlalnepantla, Mor. (1988-1992)



gráfica 7h. Rendimiento de Malz en Tlaltizapan, Mor. (1988-1992)

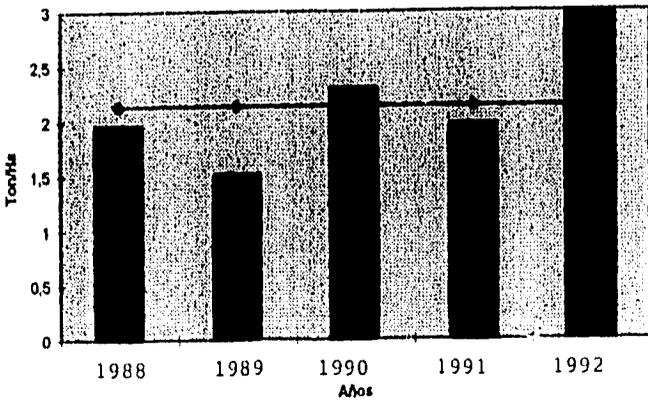


gráfica 7i. Rendimiento de Maíz en Tlaquiltenango, Mor. (1988-1992)



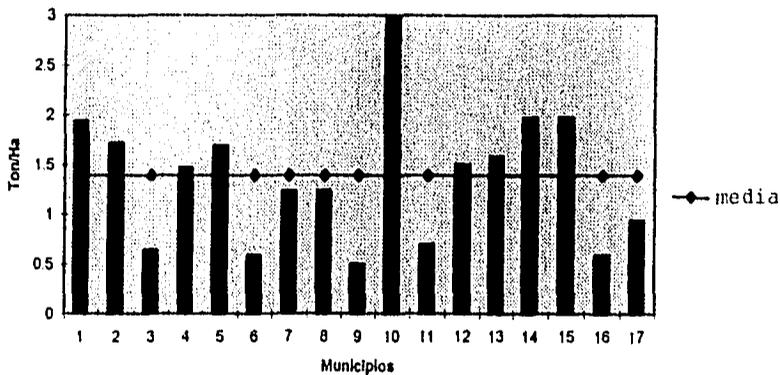
—♦— media

gráfica 7j. Rendimiento de Maíz en Totolapan, Mor. (1988-1992)



También se puede observar que en 1991, hubo 8 municipios con un rendimiento por debajo de la media de rendimiento total, que para ese año fue de 1.36 Ton/Ha (gráfica 8a); en 1989 hubo igual número de municipios en las mismas condiciones que el año antes mencionado, pero en esta ocasión la media de producción total (entiéndase el promedio de rendimiento de maíz obtenido para el estado en cada uno de los años estudiados) fue de 1.55 Ton/Ha (gráfica 8b) y en el año 1988, 7 fueron los municipios que no superaron a la su media de producción total que fue de 1.30 Ton/Ha (gráfica 8c).

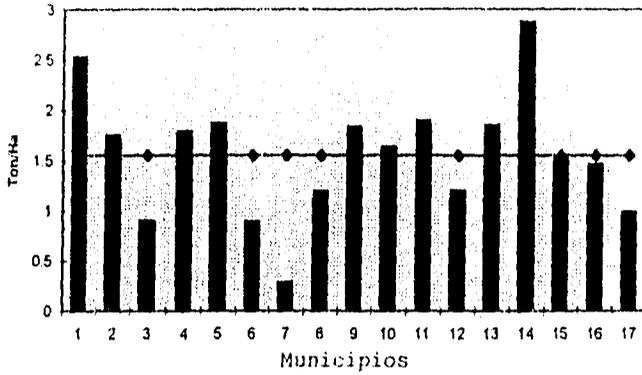
gráfica 8a. Rendimiento Municipal Respecto a la Media de Rendimiento Total (1991)



Municipios

1. Atlatlalucan
2. Cuernavaca
3. Huitzilac
4. Jantetelco
5. Miaatlán
6. Ocuituco
7. Puente de Ixtla
8. Temixco
9. Temoac
10. Tepoztlán
11. Tetela del Volcán
12. Tlalnepantla
13. Tlaltizapan
14. Tlaquiltenango
15. Totolapan
16. Yecapitla
17. Zacualpan

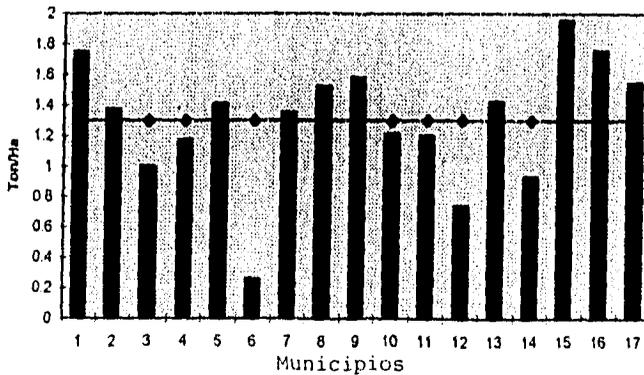
gráfica 8b. Rendimiento Municipal Respecto a la Media de Rendimiento Total (1989)



Municipios

1. Atlalahuacan
2. Cuernavaca
3. Huitzilac
4. Jantetelco
5. Miacatlán
6. Ocuiltepec
7. Puente de Ixtla
8. Temixco
9. Temoac
10. Tepoztlán
11. Tetela del Volcán
12. Tlalnepantla
13. Tlaltizapan
14. Tlaquiltenango
15. Totolapan
16. Yecapixtla
17. Zacualpan

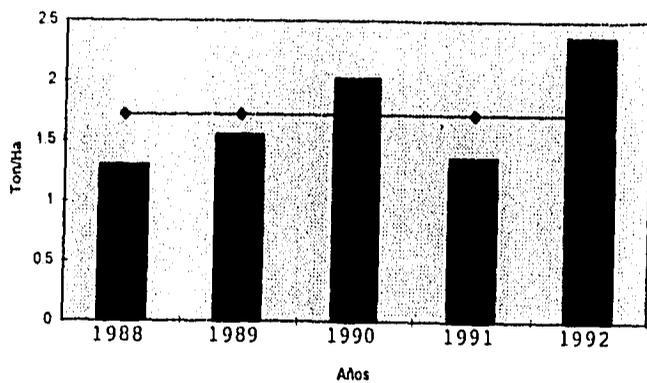
gráfica 8c. Rendimiento Municipal Respecto a la Media de Rendimiento Total (1988)



ESTA TESIS SE ENCONTRA
 AL CARGO DE LA BIBLIOTECA

Por otro lado, fue el año de 1988, el que tuvo el menor rendimiento total (1.30 Ton/Ha) respecto al promedio general para el periodo analizado (1.72 Ton/Ha) (gráfica 9).

gráfica 9. Rendimiento Municipal Respecto al Rendimiento Promedio General (1988-1992)



—◆— media

Basándose en el análisis de la tabla 1, se categorizó a los municipios (mapa 12) dando valores de:

Bajo rendimiento cuando el municipio tuvo durante 4 años del periodo analizado, un rendimiento menor al rendimiento promedio por municipio (en el periodo analizado):

Municipio	Rendimiento promedio en el cultivo de maíz (Ton/Ha) 1988	Rendimiento promedio en el cultivo de maíz (Ton/Ha) 1989	Rendimiento promedio en el cultivo de maíz (Ton/Ha) 1990	Rendimiento promedio en el cultivo de maíz (Ton/Ha) 1991	Rendimiento promedio en el cultivo de maíz (Ton/Ha) 1992	Rendimiento promedio en el cultivo de maíz (Ton/Ha) 1988-1992
Jantetelco	1.17	1.79	2.93	1.47	1.64	1.80
Miacatlán	1.41	1.87	1.81	1.69	3.40	2.03
Tenixco	1.52	1.19	1.17	1.24	.48	1.72
Tepoztlán	1.21	1.63	1.60	2.99	1.82	1.85

Medio cuando en 3 ocasiones el rendimiento fue inferior al rendimiento promedio por municipio (en el periodo analizado):

Municipio	Rendimiento promedio en el cultivo de maíz (Ton/Ha) 1988	Rendimiento promedio en el cultivo de maíz (Ton/Ha) 1989	Rendimiento promedio en el cultivo de maíz (Ton/Ha) 1990	Rendimiento promedio en el cultivo de maíz (Ton/Ha) 1991	Rendimiento promedio en el cultivo de maíz (Ton/Ha) 1992	Rendimiento promedio en el cultivo de maíz (Ton/Ha) 1988-1992
Atlatalhucan	1.75	2.33	1.96	1.94	2.35	2.10
Cuernavaca	1.37	1.75	1.81	1.72	2.41	1.81
Huitzilac	1.00	0.90	0.72	0.64	1.39	0.97
Ocuilco	0.26	0.89	2.23	0.59	2.10	1.21
Pte. de Ixtla	1.35	0.28	2.39	1.23	2.23	1.49
Tetela del Volcán	1.20	1.89	3.66	0.70	2.50	1.99
Tlalnepantla	0.74	1.20	1.20	1.50	1.50	1.22
Tlaltizapán	1.42	1.85	2.59	1.58	2.27	1.94
Tlaquiltenango	0.93	2.87	1.93	1.97	2.58	2.05
Totolapan	1.96	1.52	2.30	1.97	2.99	2.14

Alto cuando sólo en 2 años su valor fue inferior al rendimiento promedio por municipio (en el periodo analizado):

Municipio	Rendimiento promedio en el cultivo de maíz (Ton/Ha) 1988	Rendimiento promedio en el cultivo de maíz (Ton/Ha) 1989	Rendimiento promedio en el cultivo de maíz (Ton/Ha) 1990	Rendimiento promedio en el cultivo de maíz (Ton/Ha) 1991	Rendimiento promedio en el cultivo de maíz (Ton/Ha) 1992	Rendimiento promedio en el cultivo de maíz (Ton/Ha) 1988-1992
Temoac	1.58	1.83	1.77	0.50	2.68	1.67
Yecapixtla	1.76	1.46	2.44	0.59	2.50	1.50
Zacualpan	1.55	0.99	1.83	0.94	2.39	1.54

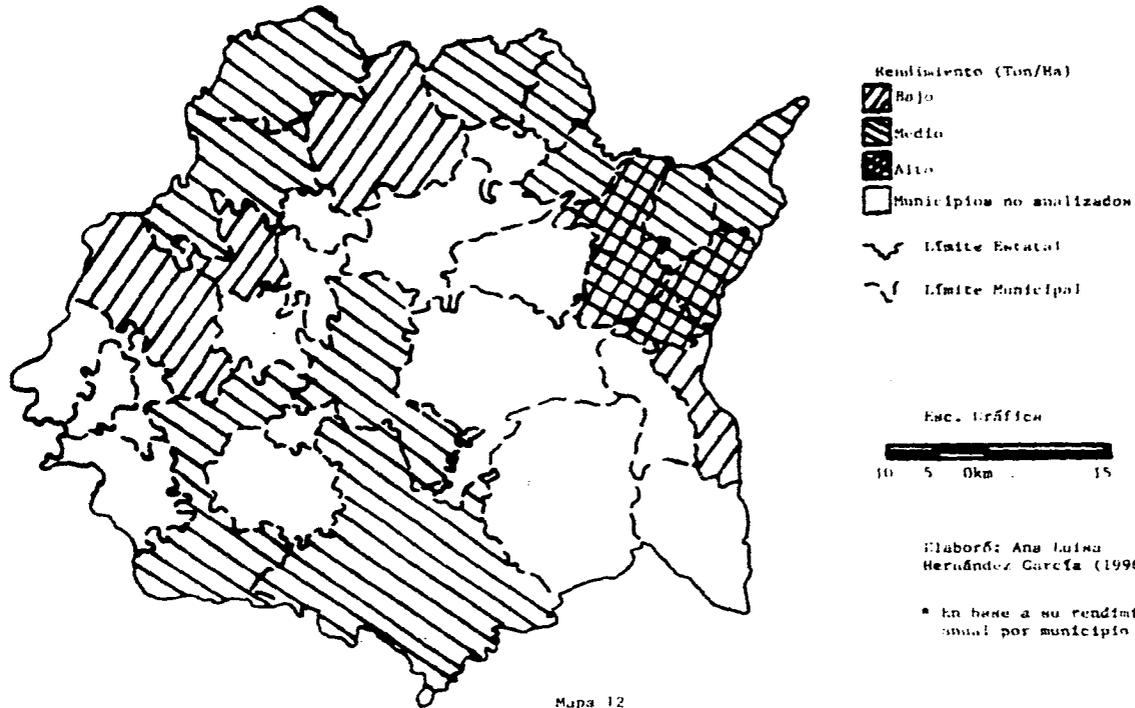
Estadísticamente, al tomar en consideración solo los rendimientos promedio del cultivo de maíz para todo el quinquenio analizado (1988-1992) por municipio, se hizo la siguiente categorización (mapa 13):

Bajo. Cuando los municipios tuvieron rendimientos de 0 a 1.49 Ton/Ha; quedando en este rango los municipios de Huitzilac (0.97 Ton/Ha), Ocuituco (1.21 Ton/Ha), Puente de Ixtla (1.49 Ton/Ha), y Tlalnepantla (1.22 Ton/Ha).

Medio. Cuando los municipios tuvieron rendimientos de 1.50 a 2.0 Ton/Ha; cayendo en este rango los municipios de Cuernavaca (1.81 Ton/Ha), Jantetelco (1.80 Ton/Ha), Tenixco (1.72 Ton/Ha), Temoac (1.67 Ton/Ha), Tepoztlán (1.85 Ton/Ha), Tetela del Volcán (1.99 Ton/Ha), Tlaltizapan (1.94 Ton/Ha), Yecapixtla (1.50 Ton/Ha) y Zacualpan (1.54 Ton/Ha).

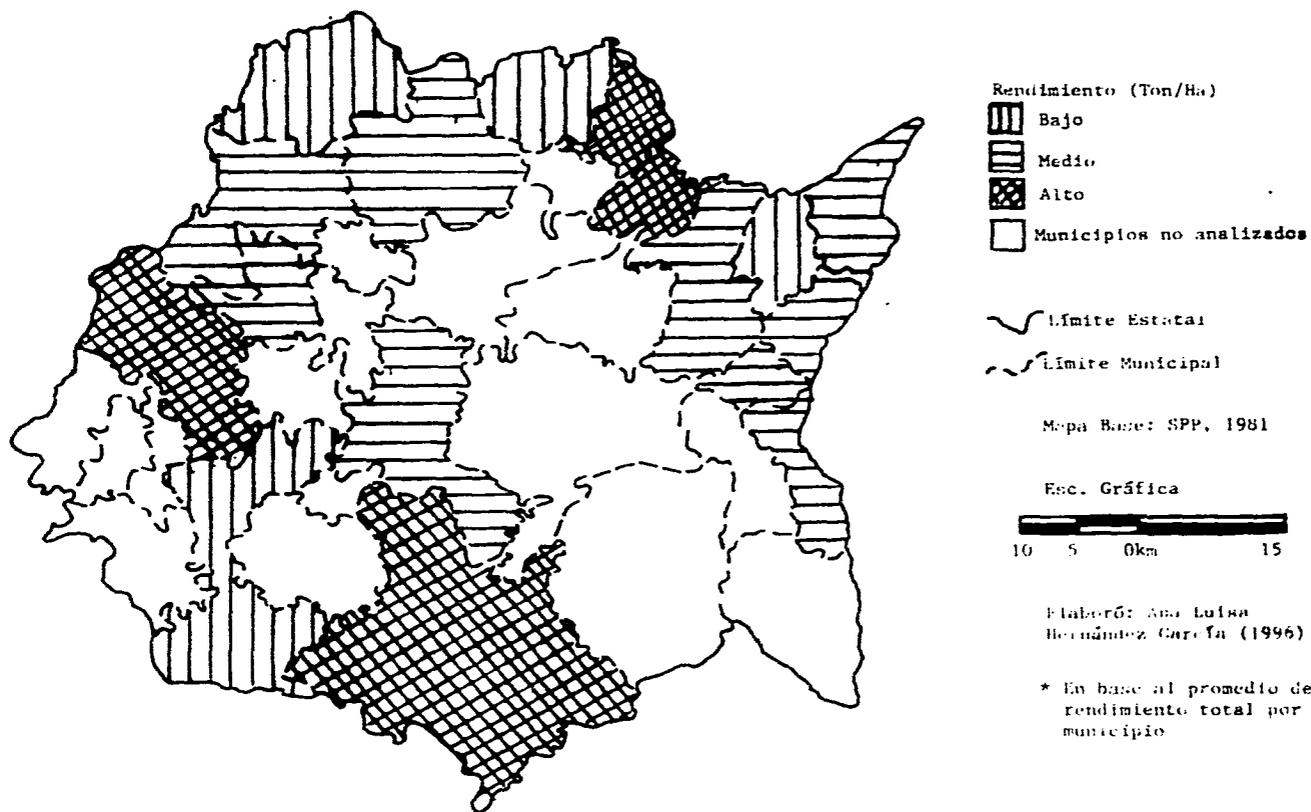
Alto. Englobando a los municipios que tuvieron rendimientos mayores de 2.0 Ton/Ha quedando dentro de esta categoría los municipios de Atlalahucan (2.10 Ton/Ha), Miacatlán (2.03 Ton/Ha), Tlaquiltenango (2.05 Ton/Ha) y Totolapan (2.14 Ton/Ha).

RENDIMIENTO DE MAÍZ EN MORELOS*



Mapa 12

RENDIMIENTO DE MAÍZ EN MORELOS (1988-1992)*



Mapa 13

Tendencia de la sequía intraestival en Morelos

Según el método de ajuste a una recta mediante mínimos cuadrados utilizado para proyectar los índices de sequía intraestival a años futuros, se trazó el mapa respectivo con datos estimados para el año 2000 (mapa 14), donde se observa que la intensidad de este fenómeno, se distribuirá de la siguiente manera:

Menos de 10%. En la parte sur del estado, en localidades como Tlaquiltenango, Tepalcingo y parte de Cd. Ayala y Puente de Ixtla. También hacia el noroeste en Huitzilac, Emiliano Zapata, Jiutepec y parte de Cuernavaca y Tepoztlán. Finalmente, se tiene una pequeña área con este índice de sequía en el noreste del territorio; concretamente en Tetela del Volcán y parte de Ocuilco y Yecapixtla.

De 10 a 15%. En el este y sureste, cubriendo municipios como Axochiapan, Jantetelco, Jonacatepec y Zacualpan; en parte del centro de la entidad como en Tlaltizapan; además de abarcar parte de Cuernavaca, Miaatlán, Temixco y Xochitepec.

Más de 15%. En dos manchones: uno en parte del centro y del norte de Morelos, esto es, en parte de Atlalahucan, Cuautla y Yauatepec, también de Tlayacapan y Totolapan; y otra pequeña área hacia el oeste, cubriendo parte de Coatlán del Río, Miaatlán, Mazatepec y Tetecala.

Comparando los mapas de sequía intraestival para el periodo 1988-1992 (mapa 10) y el de tendencia de la sequía intraestival (mapa 14), se puede observar, que aunque en 16 estaciones tienden a bajar los índices de sequía como en Achichipico, El Limón y Ticumán; otras en 17 tienden a subir como en Atlalahucan y Totolapan (cuadro 2).

Y si se observa la distribución de las áreas con sequía intraestival, en zonas como Axochiapan, al sureste del estado, la sequía baja de entre 10 y 15% a menos de 10%, ocurriendo lo mismo en Tetela del Volcán, Jantetelco y Jonacatepec, así como en parte de Puente de Ixtla y Jojutla. Sin embargo, los pequeños manchones que tienen porcentajes de sequía mayor a 15% en el mapa para el periodo 1988-1992, se incrementan en el mapa de tendencia para el año 2000. No obstante, en Morelos la sequía intraestival, sigue manteniendo rangos muy aceptables si se les compara con otras partes del país, como Chihuahua o Coahuila (alcanzando en ésta última porcentajes hasta 40 o más).

Estación	Sequía relativa (%) promedio 1988-1992	Sequía relativa 2000
Achichipico	16.80	9.84
Apacingo	6.54	-9.18*
Atlatlahucan	16.41	23.45
Cuautla	14.30	22.10
Cuautlilla	13.54	23.85
Cuernavaca	6.77	10.03
El Limón	10.12	5.49
El Rodeo	15.24	17.45
Higuerón	2.52	-8.06*
Huautla	9.43	9.58
Huecahuasco	4.4	4.10
Hueyapan	12.65	12.34
Huitzilac	5.95	4.63
Jojutla	4.61	13.16
Ocuituco	10.58	8.66
Progreso	8.43	6.37
Puente	5.48	9.14
San Juan Tlacotenco	6.82	3.81
San Pablo Hidalgo	7.94	-2.87*
Temilpa	12.35	15.00
Temixco	12.80	12.99
Tepalcingo	6.18	11.71
Tetela del Volcán	14.18	13.74
Ticmán	12.70	8.97
Tilzapotla	9.75	9.21
Tlacotepec	10.23	12.74
Tlacualera	11.99	6.02
Totolapan	15.07	23.85
Xicatlacotla	6.65	4.12
Xoxocotla	6.42	7.94
Yautepec	18.54	17.71
Yecapixtla	8.72	11.26
Zacatepec	12.24	15.53

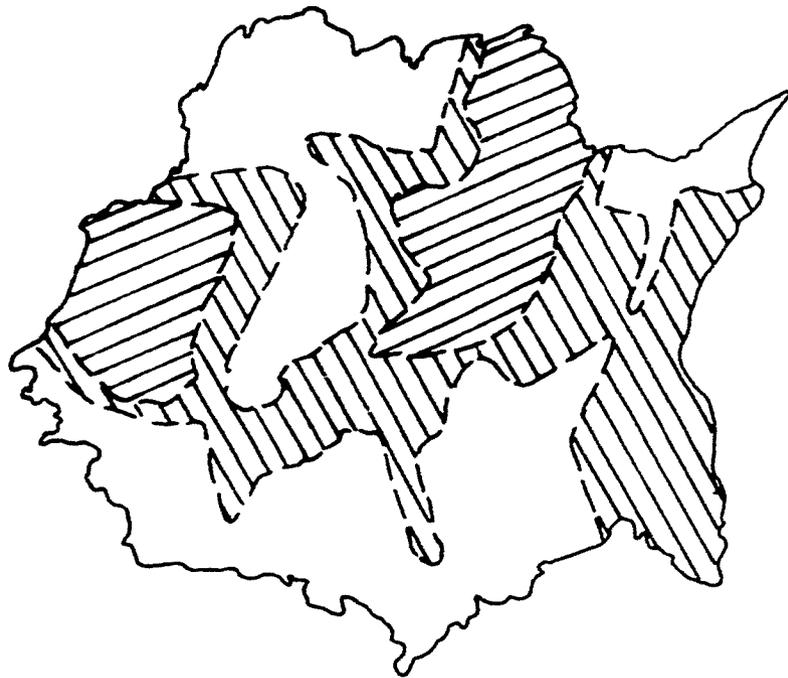
* Debido a la proyección estadística que se utilizó, en estos casos la sequía proyectada para el año 2 000, resultó negativa, por lo tanto en el trazó del mapa 14, se les consideró como cero.

Cuadro 2

Cabe señalar, que el mapa de tendencia de la distribución de la sequía intraestival se elaboró sin tomar en cuenta las posibles alteraciones que en un momento determinado se pudieran dar, ya que en la actualidad los modelos matemáticos no siempre son 100% aplicables a la realidad. Esto se puede observar claramente al hablar del Cambio Climático Global; el cual está siendo estudiado por muchos científicos y del que no se ha podido llegar a tener una certeza total sobre su comportamiento. Sin embargo, si se le relaciona con muchos fenómenos naturales que están teniendo lugar hoy en día, siendo paradójico que mientras en algunas partes del mundo se pierden las cosechas por la sequía, en otras se pierden por las inundaciones; ejemplo de esto, es lo que Schneider (1991) refiere: "En septiembre de 1988, la sequía asoló los fértiles campos de cultivo del medio oeste de los Estados Unidos. Mientras tanto, en Bangladesh, lluvias excepcionalmente fuertes tuvieron como resultado que los inundaciones arrojaron de sus hogares a cientos de miles de personas", y agrega que esto se puede atribuir a que la tierra podría realmente estar experimentando un cambio catastrófico.

Otro ejemplo es lo que asegura Quintanar, A (1995), al decir que el fenómeno de El Niño que se presenta en las costas de Perú, no tiene un periodo de recurrencia estable (aunque normalmente se espera cada tres años y medio aproximadamente), pero que actualmente está apareciendo con mayor frecuencia sin que hasta el momento se tenga una explicación al respecto. Quintanar afirma que El Niño forma parte del Cambio Climático Global, pero que por sí sólo no es responsable del mismo; y que es importante poder pronosticarlo porque esta; junto con su contraparte (La Niña), relacionado con los problemas de sequía que se dan en nuestro país, así como con los huracanes y la nubosidad entre otros.

TENDENCIA DE LA SEQUÍA RELATIVA EN MORELOS EN EL AÑO 2000



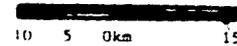
Intensidad de la Sequía
Relativa (I)

- Menor de 10
- ▨ De 10 a 15
- ▩ Mayor de 15

--- Límite Estatal

Mapa Base: SPP, 1981

Esc. Gráfica



Elaboró: Ana Luisa
Hernández García (1996)

Mapa 14

Efectos socioeconómicos de la sequía intraestival en el cultivo de maíz (Sociograma 1)

El esfuerzo que los campesinos emplean en sus siembras es arduo. Generalmente desde el mes de marzo comienzan a preparar la tierra para tenerla "caliente", esto es, la limpian, la barbechan y dejan que "el sol la nutra" y que los huevecillos de gusanos y plagas que posiblemente existan, mueran al quedar a la intemperie: al llegar mayo o junio, a la primera señal de lluvia se depositan las semillas en surcos que mediante tractor en el mejor de los casos o con arado hacen cada 80 o 100 cm. A partir de que las plantas empiezan a crecer se les cuida de posibles plagas, pues es muy común que animalillos como la "gallina ciega" o el gusano cogollero las ataquen, permitiéndoles crecer pero debilitando su caña a tal grado que ante los vientos fuertes, se acama y no se logra la producción. Algunos campesinos utilizan semillas de tipo criollo que con el paso de los años han ido seleccionado e inclusive resisten un poco a la sequía (la semilla mejorada es aún más resistente a la sequía pero no la utilizan mucho porque dicen que su sabor es menos agradable al paladar y la consistencias del grano es menos dúctil), pero cuando la lluvia escasea alrededor de julio o agosto (canícula), esto puede afectar a la planta secándola y no dejándola crecer; o bien en el momento del jiloteo afecta de tal forma que no permite que la mazorca llene bien los granos y nuevamente se pierde la cosecha. Cuando a pesar de todo el maíz logra llegar a la fase final de crecimiento, se cosecha entre los meses de octubre y noviembre o si la siembra tardó en realizarse, se recoge hasta diciembre.

Si bien es cierto que los porcentajes de sequía relativa que hay en Morelos no son considerados como de alta vulnerabilidad para el cultivo de maíz, sí existen problemas acarreados por la misma, y la problemática del campo por la sequía intraestival "canícula" se presenta año tras año.

La repercusión que ocasiona la pérdida constante del maíz es tal, que hasta se ha tratado no sólo de frenar, sino como lo refiere la siguiente ficha hemerográfica, de eliminar ésta práctica agrícola, como lo expresa el diario oficial:

"Desalientan la siembra del maíz"
(Diario de Morelos, 18 de julio, 1992)

Para evitar que los campesinos de Morelos continúen presentando pérdidas en sus cultivos, principalmente durante el ciclo de temporal, es necesario terminar con su arraigada cultura a la siembra del maíz, manifestó el director de Agroasemex, quien agregó que el campesino morelense sigue en su postura en la siembra del grano aún cuando en los dos últimos años se han presentado siniestros por sequía.

Señaló también la necesidad de concientizar a los hombres del campo para cambiar los cultivos tradicionales por acciones más viables, como son sembrar maíz pero con semilla mejorada que resista aún más las sequías, o bien, dedicarse a los pastizales para ganadería.....

Pero como lo expresó un ayudante de bienes comunales en Amatlán de Quetzalcoatl, Tepoztlán, Mor., "Se siembra maíz por tradición, porque mi abuelo lo enseñó a mi padre, él a mí, yo a mis hijos y así seguirá siendo, aunque esta tradición nos

está matando de hambre", o en el mejor de los casos como lo refirió un profesor de San Juan Tlacotenco, Mor., "Algunos pocos se dan el lujo de sembrar porque tienen dinero y si lo pierden no hay problema", y tristemente se observa que en éste último municipio se ha sustituido en un 90% el cultivo del maíz por el del nopal, cultivo que comercializan en los poblados cercanos y en Cuernavaca, Mor., así mismo en San Martín Temoac, casi todos sus residentes se dedican a cultivos como sorgo o cacahuete, dejando al maíz en términos secundarios.

La población que aún conserva ese arraigo, siembra básicamente para autoconsumo, después de la cosecha lo conservan en un lugar seco y mediante pastillas plaguicidas protegen a las mazorcas de plagas y hongos. Desgranan el maíz en cantidades acordes con sus necesidades para la elaboración de tortillas principalmente, porque en algunos municipios de Morelos ni siquiera existen tortillerías, solo molinos para la elaboración del nixtamal, y todo el proceso de la tortilla es netamente casero.

El rastrojo es utilizado la mayoría de veces para alimento del ganado familiar o se quemaba y en pocas ocasiones se reintegra al suelo.

Si los campesinos tuvieron la suerte de contar con una cosecha abundante, venden el grano sobrante a CONASUPO, que es el recurso menos utilizado porque no pagan precios justos, y preferentemente lo comercializan en mercados locales o con los vecinos menos afortunados, dejando siempre una reserva de semilla para la siembra del próximo año.

Parte de la importancia de esta investigación radica no sólo en la relación física de la sequía intraestival y el cultivo del maíz, sino también en los efectos que sufre por esta causa dicha población, pues como lo expresa Warman (1972) "La crisis en el campo es un elemento constante en la historia de México. Aparentemente nos hemos acostumbrado a vivir con ella. También pareciera que los campesinos se han habituado a tener solo años malos y otros peores". Esto nos hace pensar que aunque la problemática del campo es considerada como un fenómeno común en nuestro país, también es algo que se agrava cada vez más y que no solo crea crisis socio-económico-políticas de índole local, sino por el contrario, fomenta la inestabilidad nacional. Porque aunque en Morelos los efectos de la sequía no son tan alarmantes comparados con otros estados de la República como son Chihuahua o Coahuila, donde según Hernández, C. (citada por López S., 1996), la sequía se percibe en forma más aguda debido al clima seco y al considerable aumento de la población. Por otra parte, López (op cit) refiere que Bassols, B. señala que la sequía es un fenómeno mundial con distintos orígenes, y que México es un país subdesarrollado que tiene muchas limitaciones, entre ellas la desorganización burocrática, escasas estaciones meteorológicas, deforestación y carencia de información veraz. Mencionó también que aunque la pobreza de nuestro país tiene múltiples causas; la sequía es una de las más importantes, sobre todo en las zonas áridas; finalmente consideró, que se necesitan verdaderos proyectos de apoyo e investigaciones profundas a largo, mediano y corto plazo que provean todo tipo de desastres para el agro mexicano, además de dar constante

mantenimiento a los canales, aprovechar el agua, mejorar y hacer más presas, rehabilitar pozos y crear almacenes de semillas.

El mismo López (1996), considera que algunas de las medidas preventivas señaladas por Bassols, B. se están llevando a cabo en Morelos, pues aunque no hay mucha información oficial y/o científica que trate esta problemática a fondo, sí se aprecia la preocupación por aumentar la seguridad de las áreas de cultivo y con ello obtener mayores rendimientos. Ejemplo de ello son los reportes que los Informes de Gobierno del Estado publican, donde se enfatiza el interés por que los avances que en obras hidráulicas se están teniendo sean cada vez mayores y se manifiesta también la preocupación de que por lo menos, una tercera parte de las tierras cultivables de todos los campesinos cuente con riego.

Por otro lado, existe un claro control social hacia el campesino que estadísticamente es el sector mayoritario del país, pero que políticamente hablando, es el más débil y que por razones obvias este control repercute en el resto de la sociedad.

En primer lugar está la división que se provoca por la reforma agraria y que enfrenta a unos campesinos contra otros debido a las diferentes formas de tenencia de la tierra y los derechos y obligaciones que conlleva, siendo claro que mientras se tenga a los trabajadores divididos, el gobierno podrá manejarlos fácilmente. Un segundo mecanismo de represión son las deudas que el campesino contrae al solicitar créditos para insumos, tales como semillas mejoradas, fertilizantes, maquinarias y seguros entre otros, y claro está que éste deberá observar una conducta "pacífica y cooperativa" con el prestamista o de lo contrario, podría perder el crédito, sus tierras o incluso ir a la cárcel. Otra forma de manipulación es el control de precios sobre los productos de la canasta básica donde en primer lugar está el maíz, porque es bien sabido que de no aceptar los precios establecidos, el campesino se expone a no vender su cosecha y con ello a perder la única fuente segura de ingresos que le permitirán subsistir hasta la cosecha siguiente. Si a todo lo anterior se le añaden las dificultades que ofrece transportar la mercancía hasta el lugar de venta y todos los gastos que ello implica, se puede ver que la situación del campesino es por demás penosa.

Ahora bien, para el campesino el maíz es no sólo un producto de venta, sino también el principal objeto de consumo, es decir que igual que lo vende lo compra, pero no lo hace a precios iguales: en buena parte del país, el maíz en el momento de la cosecha vale la mitad de lo que cuesta en tiempos de escasez; una diferencia estacionaria del 100%. Por eso los campesinos no han dejado de sembrar maíz, pero han limitado la superficie cultivada en busca de que su cosecha se ajuste a su propio consumo y sustituyendo en muchas ocasiones el cultivo tradicional por otros más redituables.

Se pueden enumerar múltiples sucesos que se desencadenan a raíz de lo antes dicho:

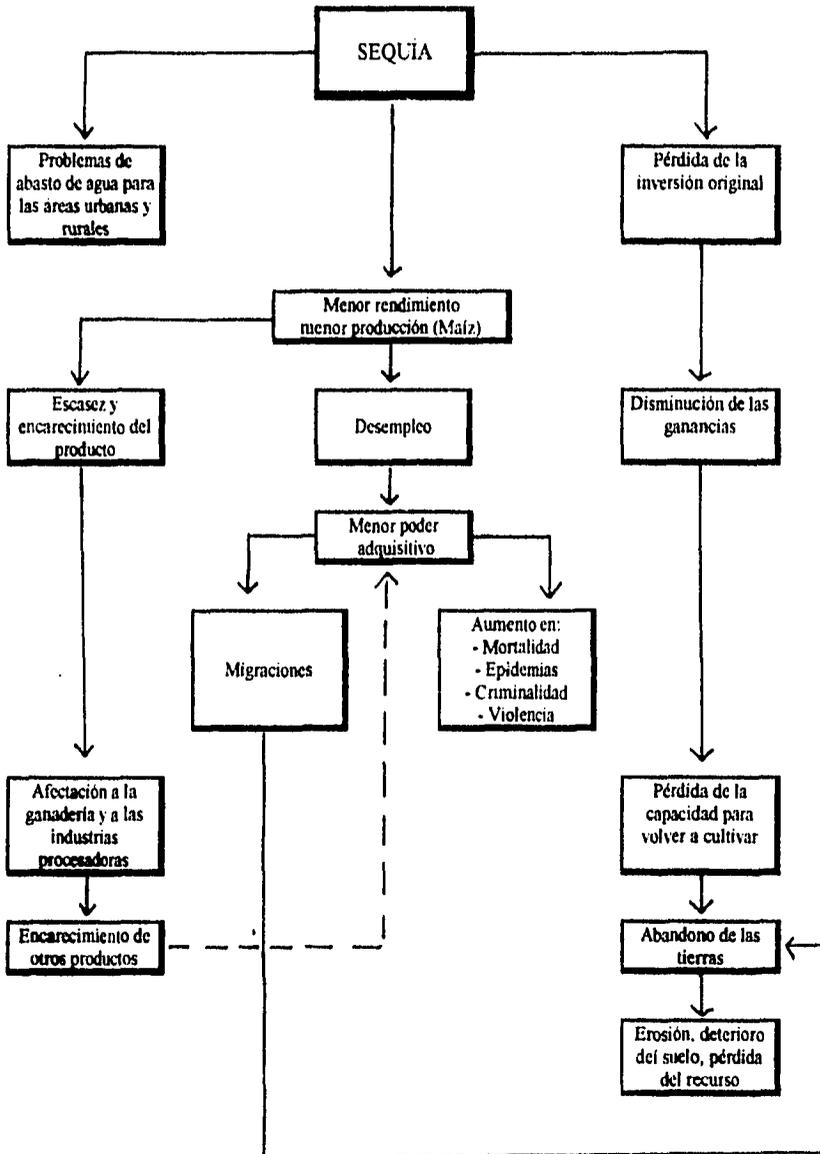
En primera instancia el resto de la población debe soportar el aumento de precios de este alimento básico en el mercado, ya sea en el precio de la tortilla (indispensable en la mesa de cada familia mexicana), y en los diversos productos alimenticios que de él se derivan, o bien en forma directa.

Como ya se dijo, está la repercusión en la ganadería y sus derivados, pues al aumentar el precio del alimento para los animales (aunque en Morelos esta actividad no tiene gran desarrollo en sentido industrial y/o comercial, sí repercute a nivel familiar en la entidad), se crea una interminable cadena de incrementos en el costo de los productos finales de esta actividad, y no se puede dejar de pensar en todos los aumentos a los productos de muchas industrias que dependen directa o indirectamente de este cereal tan versátil.

Se habla en el campo de que la disminución del producto, genera a su vez el desempleo que tiene un impacto importantísimo e impide el óptimo desarrollo de la comunidad morelense porque consecuentemente decrece el poder adquisitivo, obligando a muchos campesinos (jóvenes principalmente) a abandonar a su familia, su casa y sus tierras para ir en busca de alguna fuente de ingresos que le permita subsistir; muchas veces esta fuente está en otros municipios dentro del mismo estado realizando labores del campo en donde ellos solo venden la mano de obra, o bien, se van a ciudades como la capital del país, Guadalajara o incluso al extranjero para tratar de mejorar su situación económica. A todo lo anterior se le puede sumar que muchos jóvenes salen de su lugar de origen para estudiar una carrera o aprender algún oficio que les permita tener mayores oportunidades y esto implica que no regresarán a trabajar la tierra, perdiéndose a veces la tradición familiar. Consecuencia del decremento en el poder adquisitivo, también es el aumento de las epidemias y la mortalidad pues al no contar con el dinero mínimo necesario para tener acceso a la atención médica pertinente, la población es más susceptible a las enfermedades y a vicios tales como alcoholismo y drogadicción; la falta de dinero también abre paso a la criminalidad y a la violencia que no son más que un reflejo de la fuerte presión que sufren los individuos al estar en esta situación de extrema pobreza (aunque no necesariamente se llega a este extremo). Finalmente, la disminución del poder adquisitivo además de lo antes mencionado, genera un círculo vicioso en que el campesino cuenta con recursos suficientes para volver a sembrar, por lo tanto, llega un momento en el que en el mejor de los casos cambia el cultivo de maíz por alguno más rentable, y en el peor, abandona las tierras propiciando una mayor posibilidad de que éstas se erosionen, se deteriore el suelo y por tanto se pierda el recurso en su totalidad.

Se deriva además, la gran problemática en el abastecimiento de agua para las áreas urbanas y rurales y muchas veces esa necesidad del recurso hace al hombre extraerlo de donde pueda, con riesgo de afectar el nivel freático y de contaminar el agua de ríos y manantiales que más tarde contaminarán los terrenos dedicados al cultivo de riego y por ende, la salud y el bienestar social.

Sociograma 1. Efectos Socioeconómicos de la Sequía Intraestival en el Cultivo de Maíz

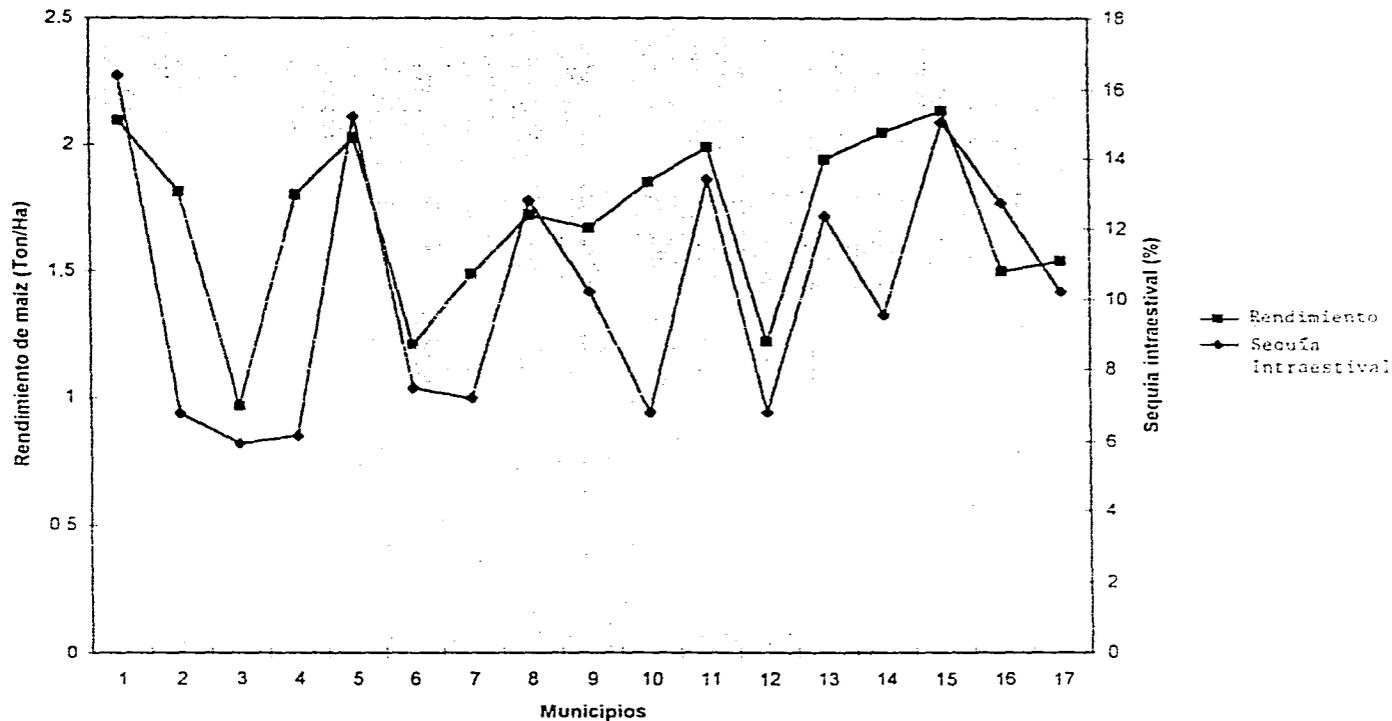


Es muy importante tomar en cuenta que la vulnerabilidad a la sequía relativa, no depende únicamente de la sequía en sí misma, sino de una serie de variables ambientales que se combinan y dan como resultado una afectación heterogénea en la actividad agrícola, así que es necesario tomar en consideración otros parámetros del clima, como el viento y las heladas por ejemplo, el relieve, vegetación de la zona, la litología, el suelo y el uso de suelo dado que estos elementos y factores pueden en un momento determinado, mitigar o aumentar los efectos de la sequía de medio verano. Sin embargo, tratando de establecer una relación bilateral entre los parámetros de sequía intraestival y los rendimientos de maíz en el periodo analizado (1988-1992), se hizo la gráfica 10, donde se puede observar que sólo Tetela del Volcán presentó alto porcentaje de sequía y bajo rendimiento de maíz y Tlaltizapan tuvo alto porcentaje de sequía y rendimiento medio de maíz; mientras que los municipios con bajo porcentaje de sequía y alto o medio rendimiento de maíz fueron Tlaquiltenango, Jantetelco, Tepoztlán y Cuernavaca; en los municipios restantes, se puede observar que si la sequía aumenta o disminuye, los rendimientos promedio de maíz tienen un comportamiento similar (cuadro 3), pero esto se puede adjudicar a las variables ambientales antes mencionadas.

Municipios	Rendimiento promedio (1988-1992) en el cultivo de maíz (Ton/Ha)	% de sequía intraestival promedio (1988-1992)
Atlatlahucan	2.10	16.41
Cuernavaca	1.81	6.77
Huitzilac	0.97	5.95
Jantetelco	1.80	6.18
Miacatlán	2.03	15.24
Ocuituco	1.21	7.49
Puente de Ixtla	1.49	7.21
Temixco	1.72	12.8
Temoac	1.67	10.23
Tepoztlán	1.85	6.82
Tetela del Volcán	1.99	13.41
Tlalnepantla	1.22	6.82
Tlaltizapan	1.94	12.35
Tlaquiltenango	2.05	9.59
Totolapan	2.14	15.07
Yecapixtla	1.50	12.72
Zacualpan	1.54	10.23

cuadro 3

Relación sequía intraestival (%) - rendimiento de maíz (Ton/Ha) en Morelos



Gráfica 10

CONCLUSIONES

◊ Se confirma que toda la entidad presenta en mayor o menor medida, una sequía intraestival que afecta no sólo a los cultivos de maíz al malograr la planta misma, sino que desencadena una serie de efectos a nivel físico (como el aumento de la temperatura y la erosión del suelo) y sociales (la pérdida del líquido para consumo humano y animal así como la migración de la población y las crisis económicas). Sin embargo, los índices de sequía relativa que se presentan en Morelos, son bajos si se les compara con los altos porcentajes de sequía alcanzados en otras partes de la República Mexicana, por ejemplo Chihuahua, Coahuila y Tamaulipas.

◊ La sequía intraestival durante el periodo de polinización, puede causar desecación en los tejidos y la formación deficiente de semillas. También la etapa de espigamiento y jiloteo, se considera como un periodo crítico en la planta del maíz, y el estrés por humedad y nutrientes puede reducir los rendimientos drásticamente.

◊ La sequía *per se*, no afecta todas las áreas con cultivos de maíz, pero en combinación con ciertos elementos edáficos o climáticos (viento), sí llega a repercutir seriamente en la producción. Es necesario además, hacer una evaluación tomando en consideración las respuestas de diferentes variedades de maíz ante otros aspectos del medio natural como altitud y geoformas, para poder hacer las múltiples combinaciones posibles y ver cual de ellas aunada a la sequía es la más dañina para su cultivo. Sin embargo, tratando de establecer una relación bilateral entre los parámetros de sequía intraestival y los rendimientos de maíz en el periodo analizado (1988-1992), se puede observar que sólo Tetela del Volcán presentó alto porcentaje de sequía y bajo rendimiento de maíz y Tlaltizapan tuvo alto porcentaje de sequía y medio rendimiento de maíz, mientras que los municipios con bajo porcentaje de sequía y alto o medio rendimiento de maíz fueron Tlaquiltenango, Jantetelco, Tepoztlán y Cuernavaca; en los municipios restantes, se puede observar que si la sequía aumenta o disminuye, los rendimientos promedio de maíz tienen un comportamiento similar, pero esto se puede adjudicar a las variables ambientales antes mencionadas.

◊ El año con mayor incidencia de sequía intraestival en el periodo analizado, fue 1991, mientras que el mes más afectado por la "canícula" fue agosto, seguido por julio.

◊ Los municipios o estaciones que presentaron las mayores incidencias de sequía intraestival fueron Yautepec, Totolapan, Atlatláhuac, Achichipico y El Rodeo.

◊ El año con menor rendimiento de maíz fue 1988 (1.30 Ton/Ha), mientras que los municipios que de acuerdo con la primera categorización, tuvieron bajo rendimiento fueron Jantetelco, Miacatlán, Temixco y Tepoztlán; con medio rendimiento Atlatláhuac, Cuernavaca, Huitzilac, Ocuilco, Puente de Ixtla, Tetela del Volcán, Tlalnepantla,

Tlaltizapan, Tlaquiltenango y Totolapan; y con alto rendimiento Temosc, Yecapixtla y Zacualpan.

◊ Estadísticamente, de acuerdo a la segunda categorización, los municipios con rendimiento bajo fueron Huitzilac (0.97 Ton/Ha), Ocuituco (1.21 Ton/Ha), Puente de Ixtla (1.49 Ton/Ha), y Tlalnepantla (1.22 Ton/Ha), con rendimiento medio Cuernavaca (1.81 Ton/Ha), Jantetelco (1.80 Ton/Ha), Temixco (1.72 Ton/Ha), Temoac (1.67 Ton/Ha), Tepoztlán (1.85 Ton/Ha), Tetela del Volcán (1.99 Ton/Ha), Tlaltizapan (1.94 Ton/Ha), Yecapixtla (1.50 Ton/Ha) y Zacualpan (1.54 Ton/Ha) y con rendimiento alto Atlaltlahucan (2.10 Ton/Ha), Miacatlán (2.03 Ton/Ha), Tlaquiltenango (2.05 Ton/Ha) y Totolapan (2.14 Ton/Ha).

◊ La proyección estadística que se utilizó, permitió trazar un mapa que da una visión de continuidad a la distribución de las áreas de sequía intraestival para el periodo 1988-1992, y se observó que aunque en algunas partes del estado, como Axochiapan, Tetela del Volcán, Jantetelco y Jonacatepec, los porcentajes de sequía relativa tienden hacia el decremento, en zonas como El Rodeo, Tlalnepantla y Tlayacapan, éstos tienden a incrementarse.

◊ Se reitera lo ya mencionado por Reyna (1970) y Beltrán (1990), de que las fórmulas propuestas por García y Mosiño (1966), no siempre son aplicables para todos los estudios de caso; sin embargo, son útiles para determinar áreas geográficas con rangos establecidos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Aguilar, B.S. 1992. Geografía física y ecológica del estado de Morelos. Ciencia y Desarrollo. Vol. XVIII Núm. 104. Mayo-junio. CONACYT. México. p. 76-85
2. Beltrán, B.M. 1990. Evaluación de la sequía intraestival en el estado de Morelos. Tesis de Lic. Facultad de Ciencias Biológicas, UAEM. México, 58 p.
3. Castillo, R.D. 1988. Definición, clasificación y análisis de las sequías UACH, México. 259 p.
4. Castorena, G., Sánchez, E., E. Florescano, G. Padillo y L. Rodríguez. 1980. Análisis histórico de las sequías en México. Comisión del Plan Nacional Hidráulico, SARH. Vol. 22. México. 136 p.
5. Díaz, M.A. 1982. Los libros del maíz: origen, tradiciones y leyendas. Ed. Árbol. México, 152 p.
6. Hernández, X. E. 1982. Las zonas agrícolas de México. En Revista Geográfica Agrícola: Análisis Regional de la Agricultura, UACH. No. 3, julio de 1982. p. 152-163.
7. Florescano, E. y Swan, S. 1995. Breve historia de la sequía en México. Biblioteca Universidad Veracruzana, Xalapa, Ver. 246 p.
8. Fortson, R. 1986. Papeles: El maíz alimento del hombre. Ed. COCOYOC, S.A. México. 15 Documentos s/n.
9. Hernández, X. E. 1987. Xolocotzia: Razas de maíz en México. Revista de Geografía Agrícola, UACH. Tomo II. México. p. 609-732.
10. INEGI. 1990. Guías para la interpretación de cartografía. Edafología. Aguascalientes, México. 48 p.
11. Llanos, C.M. 1984. El maíz. Su cultivo y aprovechamiento. Ed. Mundi-Prensa. Madrid, España. s/p.
12. López, S. 1996. Sin modelos para pronosticar sequías, lo que cabe es administrar la poca agua del país. En: Gaceta, UNAM. Universidad Nacional Autónoma de México. Septiembre. México. p. 10-13.
13. Mangelsdorf, P.C. 1939. The origin of indian corn and its relatives. College Station, Agricultural and Mechanical College of Texas. 315 p. Ilust.

15. Mosiño, P. A. y García, A. E. 1968. Evaluación de la sequía intraestival en la República Mexicana. Colegio de Postgraduados, Escuela Nacional de Agricultura. Chapingo, México.
16. National Academy of Sciences. 1981. Desarrollo y control de las enfermedades de las plantas. Vol. 1. LIMUSA, México. 223 p.
17. Noble, G. y Lebrija, M. 1957. La sequía en México y su previsión. Sociedad Mexicana de Geografía y Estadística. México. 2 V. 937 p.
18. Reyes, C.P. 1990. El maíz y su cultivo. Ed. AGT. S.A. México. 460 p.
19. Reyna, T. T. 1970. Relaciones entre la sequía intraestival y algunos cultivos en México. Serie Cuadernos. Instituto de Geografía, UNAM. México. 64 p.
20. Reyna, T.T. y Taboada, S.M. 1994. Distribución y duración de la sequía intraestival en el estado de Morelos. Dirección General de Investigaciones y Posgrado, UAEM, Cuernavaca, Mor. México p 175-181
21. Rzedowsky, J. 1978. Vegetación de México. Ed. LIMUSA, México. 432 p.
22. Sancho y Cervera, J. y Pérez-Gabilan, D. 1978 Análisis de las sequías en México. Comisión del Plan Nacional Hidráulico, SARH: Vol. 20, México. 121 p.
23. Schneider, S. 1991. El calentamiento global: El clima en peligro. Salvemos la tierra. M. Ed. Aguilar S.A. de C.V. México. p. 95-101.
24. SIEPA. 1987. Proyecto estratégico de fomento a la producción de maíz. PRONADI, SARH. Primera edición, México. 212 p. más anexo.
25. SPP. 1981. Coordinación General de los Servicios Nacionales de Estadística e Informática. Síntesis Geográfica de Morelos. México. 110 p. más anexo cartográfico.
26. SPP. 1988. Agenda estadística. Subsecretaría de Desarrollo, Gobierno del estado de Morelos. p. 167-202.
26. SPP. 1989. Agenda estadística. Subsecretaría de Desarrollo, Gobierno del estado de Morelos. p. 204-237.
26. SPP. 1990. Agenda estadística. Subsecretaría de Desarrollo, Gobierno del estado de Morelos. p. 171-203.
26. SPP. 1991. Agenda estadística. Subsecretaría de Desarrollo, Gobierno del estado de Morelos. p. 104-134.

26. SPP. 1992. Agenda estadística. Subsecretaría de Desarrollo, Gobierno del estado de Morelos. p 147-178.
26. SPP. 1988-1992. Agenda estadística. Subsecretaría de Desarrollo, Gobierno del estado de Morelos
27. Taboada, S.M., Reyna, T.T., R. Oliver y M. Beltrán. 1993. Evaluación de la sequía intraestival en el estado de Morelos. Dirección General de Investigaciones y Posgrado, UAEM. 78 p
28. Vidal, Z.R. 1977. Algunas relaciones clima-cultivos en el estado de Morelos. Instituto de Geografía, UNAM, México, 95 p.
29. Wallén, C.C. 1955. Some characteristics of precipitation en Mexico. Geografiska Annaleer. 1-85 p.
30. Wallhausen, E.J., Roberts, L.M. y E. Hernández. 1987. Razas de maíz en México. Su origen, características y distribución. Xolocotzia, Revista de Geografía Agrícola. Universidad Autónoma de Chapingo. México. Tomo II. 609-732 p.
31. Warman, A. 1980. Los campesinos: hijos predilectos del régimen. Colección las grandes problemáticas nacionales. Ed. Nuestro tiempo. Octava ed. México. 150 p.

REFERENCIAS CARTOGRÁFICAS Y HEMEROGRÁFICAS

1. Reyna, T., P. Rebollo y M. Flores. 1992. Canicula, sequía intraestival o de medio verano. Escala 1: 4 000 000. Vol. II. IV. Naturaleza. 5 Agroclimatología IV.5.1. En: Atlas Nacional de México. Instituto de Geografía, UNAM. México
2. SPP. Dirección General de Geografía del Territorio Nacional. 1980. Carta Topográfica. Escala 1:250 000. En: Anexo Cartográfico de la Síntesis Geográfica del Estado de Morelos. México.
3. SPP. Dirección General de Geografía del Territorio Nacional. 1980. Carta de Climas. Escala 1:250 000. En: Anexo Cartográfico de la Síntesis Geográfica del Estado de Morelos. México.
4. SPP. Dirección General de Geografía del Territorio Nacional. 1980. Carta Edafológica. Escala 1:250 000. En: Anexo Cartográfico de la Síntesis Geográfica del Estado de Morelos. México.
5. SPP. Dirección General de Geografía del Territorio Nacional. 1980. Carta de Vegetación y Uso Actual del Suelo. Escala 1:250 000. En: Anexo Cartográfico de la Síntesis Geográfica del Estado de Morelos. México.
6. SPP. Dirección General de Geografía del Territorio Nacional. 1980. Carta Geológica. Escala 1:250 000. En: Anexo Cartográfico de la Síntesis Geográfica del Estado de Morelos. México.
7. SPP. Dirección General de Geografía del Territorio Nacional. 1980. Carta de Regionalización Fisiográfica. Escala 1:250 000. En: Anexo Cartográfico de la Síntesis Geográfica del Estado de Morelos. México.
8. SPP. Dirección General de Geografía del Territorio Nacional. 1980. Carta de Fenómenos Climatológicos. Escala 1:250 000. En: Anexo Cartográfico de la Síntesis Geográfica del Estado de Morelos. México.
9. Desalientan la siembra del maíz. Diario Oficial de Morelos. 18 de julio de 1992. Cuernavaca, Mor.

