

CONDICIONES ATMOSFÉRICAS, COMPORTAMIENTO DE LA DISTRIBUCIÓN PLUVIOMÉTRICA Y SUS EFECTOS EN LA AGRICULTURA DE TEMPORAL DURANTE 1996 Y 1997 EN LA MESA CENTRAL DE GUANAJUATO, MÉXICO

Atmospherical conditions, rainfall's distribution dynamics and its effects in temporary agriculture during 1996 and 1997 in Guanajuato's Central Mesa, Mexico

Rebeca GRANADOS RAMÍREZ¹
Teresa REYNA TRUJILLO¹

RESUMEN

La agricultura de temporal sigue siendo la actividad primaria esencial en la economía de México, ocupa aproximadamente 17 000 000 de hectáreas en superficie; sin embargo, y como consecuencia de las condiciones irregulares de la precipitación se ha reducido considerablemente tanto en superficie como en productividad. Con objeto de relacionar los efectos de las condiciones atmosféricas y el comportamiento de la precipitación, en la presente investigación se abordó esta problemática mediante la interpretación de imágenes diarias del satélite Goes 8, se resumieron las condiciones prevaletientes en superficie y niveles medios de la atmósfera de enero a diciembre de 1996 y 1997. Además se recopiló y procesó información pluviométrica diaria y se realizó trabajo de campo específicamente en las áreas agrícolas de la Mesa Central de Guanajuato. Concluyéndose que los cambios en los patrones de lluvia han afectado severamente la actividad agrícola. En los dos ciclos analizados existió relación entre las fluctuaciones atmosféricas, factores climáticos, periodos vegetativos y producción de productos básicos de temporal (maíz y frijol); por tanto, se investigan nuevas alternativas que permitan a los agricultores cambiar el uso del suelo, o introducir nuevos cultivos que ayuden a amortiguar las pérdidas por las irregularidades en la precipitación.

Palabras-clave: irregularidades pluviométricas, ciclos agrícolas.

¹ Instituto de Geografía. UNAM. Circuito de la Investigación Científica, Ciudad Universitaria. México, D.F. C.P. 04510. E-mail: treyna@igiris.igeograf.unam.mx

ABSTRACT

Dryland agriculture is still the major economical activity in Mexico, to which a surface area of approximately 17 000 000 ha is devoted. However, as a consequence of irregular rainfall conditions, productivity and the amount of land devoted to dryland agriculture have considerably decreased. In order to relate the effects of atmospheric and rainfall behavior, in this study we examined these problems by interpreting daily satellite GOES 8 images and summarizing the surface and mid-level atmospheric conditions prevailing from January to December 1996 and 1997. In addition, we compiled and analyzed daily rainfall data and carried out fieldwork on the agricultural areas of the Mesa Central de Guanajuato. We concluded that changes in rainfall patterns have several effects in agricultural activity. In the two annual cycles examined, a relationship was found between atmospheric fluctuations, climatic factors, plant-growth period and yield of dryland basic products such as maize and bean. Therefore, new alternatives that allow farmer to change the pattern of land use or to introduce new crops that help to cut losses due to fluctuations in rainfall are being examined.

Key-words: fluctuations in rainfall, agricultural cycles.

INTRODUCCIÓN

La agricultura desempeña un papel de suma importancia en la economía de México, representa aproximadamente 11% del total del territorio nacional. La agricultura de temporal ocupa alrededor del 76% (17 000 000 ha) de dicha superficie (SAGAR, 1997), misma que ha presentado reducciones considerables tanto en superficie como en productividad, como consecuencia de las condiciones irregulares de la precipitación.

El presente trabajo tuvo como objetivo abordar dicha temática y realizar el análisis de las condiciones de la atmósfera, comportamiento de la precipitación y sus efectos en la actividad agrícola de temporal en la Mesa Central de Guanajuato, México.

Las características de la circulación atmosférica que definen el tiempo y el clima corresponden casi por completo a la capa más baja de la atmósfera, conforme GRIBBIN (1986). GRANADOS (2000), por otro lado, menciona que las fluctuaciones que presentan las temperaturas y las precipitaciones a lo largo del año, tienen su origen en las condiciones prevaletientes de la atmósfera sobre todo en superficie (de 0 a 1 000 msnm) y niveles medios (de 1 000 a 6 000 msnm). En general, las

perturbaciones que originan precipitación en México son: los vientos alisios, los ciclones tropicales y las invasiones de aire polar (MADEREY, 1980).

El territorio mexicano, en los primeros meses del año (enero-abril) se encuentra influenciado por frentes provenientes del norte del continente, que son acompañados por masas de aire frío, dependiendo de su intensidad: fuerte, moderada o débil, o asociación con sistemas de baja o alta presión, líneas de vaguada y la corriente de chorro, dan lugar a lluvias y tormentas a lo largo de su trayectoria, descensos de temperatura y frecuentes heladas y nevadas en partes elevadas de las sierras de los estados del norte y Mesa Central. Sólo una pequeña área en el noroeste de Baja California tiene un régimen en el que predominan las lluvias invernales. En esta época del año la Zona Intertropical de Convergencia se ubica al sur del país aproximadamente en el paralelo 16° N.

La época húmeda se inicia debido al desplazamiento de la Zona Intertropical de Convergencia hacia el norte del Ecuador Geográfico y el flujo de los vientos alisios que proceden del mar, que introducen humedad al país. Esto sucede comunmente a partir del mes de junio; sin embargo, existen lluvias escasas en mayo y en algunas ocasiones desde abril. Por tanto, es la corriente húmeda de los alisios la que invade casi todo el país de junio a octubre y determina la estación de lluvias en México. Esta se intensifica durante los meses de julio, agosto y septiembre y se prolonga hasta octubre por la influencia de las ondas del este y los ciclones tropicales (JÁUREGUI, 1979). En el Océano Pacífico nororiental el promedio anual de ciclones en el periodo de 1968-1996 fue de 16. La temporada de ciclones inicia en mayo y termina en noviembre; el mes de más actividad es agosto. Para el Océano Atlántico, el promedio anual de ciclones en el lapso de 1958-1996, fue de 9. La temporada da inicio en junio y termina en noviembre, produciéndose en mayor cantidad en septiembre (ESPINOSA, 1997).

Durante el resto del año se inicia la entrada de las masas de aire frío de origen polar continental; cruzan la entidad de norte a sur, produciendo en algunos casos precipitaciones reducidas, heladas y nevadas en los estados del norte.

En México, la precipitación pluvial generalmente se recibe en 85 por ciento de la superficie agrícola nacional de mayo a octubre, la cual se aprovecha precisamente para el desarrollo de los cultivos temporaleros (REYNA, 2000). Por muchos años la estacionalidad de las lluvias en la mayor parte del territorio nacional era casi constante, se presentaban en la época del medio verano o época caliente. Actualmente el agricultor está esperanzado en que el ciclo de lluvias sea normal, pero no todos

los años se presentan las lluvias en la época normalmente esperada y menos con la distribución adecuada. Las precipitaciones tempranas, tardías e interrupción de lluvia en esta época, pueden afectar gravemente las cosechas.

El área en estudio, localizada en la parte central de la República Mexicana, es afectada al igual que el resto del país, por las perturbaciones meteorológicas: vientos alisios, ciclones tropicales y las invasiones de aire polar, aunque con menos intensidad ya que se encuentra rodeada por importantes sistemas montañosos que forman una barrera geográfica que frena la entrada de humedad.

LÍMITES, EXTENSIÓN Y CARACTERÍSTICAS GEOGRÁFICAS DEL ÁREA EN ESTUDIO

La provincia Mesa Central cubre parte de los estados de Durango, Zacatecas, San Luis Potosí y Aguascalientes y la porción austral penetra en el estado de Guanajuato. Esta porción en la entidad guanajuatense tiene límites convencionales al norte con los estados de Zacatecas y San Luis Potosí; el Sistema Volcánico Transversal, Sierra Madre Oriental y Sierra Madre Occidental se localizan al sur, oriente y poniente, respectivamente. Se caracteriza por amplias llanuras interrumpidas por sierras dispersas, en su mayoría de naturaleza volcánica. Cuenta con una superficie de 13 794,09 km², que incluyen los municipios de Allende, Doctor Mora, Dolores Hidalgo, Guanajuato, Ocampo, San Diego de la Unión, San Felipe, San José Iturbide, San Luis de la Paz, Sta. Catarina, Tierra Blanca y Victoria (en total 12 municipios). En esta misma provincia existen zonas que por características particulares forman diversas subprovincias: Llanos de Ojuelos, Llanuras y Sierras del Norte de Guanajuato y discontinuidades fisiográficas: Sierra de la Cuatralba y los Valles Paralelos del Suroeste de la Sierra de Guanajuato (SPP, 1980) (figura 1).

MATERIALES Y PROCEDIMIENTOS METODOLÓGICOS:

IMÁGENES DEL SATÉLITE METEOROLÓGICO

Se resumieron las condiciones prevalecientes en la atmósfera (de 0 a 1000 y de 1000a 6000 msnm), mediante la interpretación de imágenes

diarias del satélite Goes 8, contenidas en los Boletines Meteorológicos para la Agricultura del Servicio Meteorológico Nacional, durante los años 1996 y 1997. Lo anterior para conocer las condiciones prevalecientes en la atmósfera causantes de precipitación. Se resaltan los grandes sistemas que dieron lugar a precipitaciones tempranas, lluvias torrenciales y heladas en el área en estudio.

FIGURA 1 - LOCALIZACIÓN DEL ESTADO DE GUANAJUATO Y DE LA ZONA EN ESTUDIO.



FORMO: GRANADOS RAMÍREZ.

ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS DATOS PLUVIOMÉTRICOS EN 1996 Y 1997

Con la finalidad de tener un mejor conocimiento de las fluctuaciones que presentó la precipitación en 1996 y 1997, se recopiló información diaria de éste para su respectivo análisis y cálculo de indicadores.

TRABAJO DE CAMPO

Se realizó trabajo de campo en las parcelas cultivadas con maíz y frijol de temporal (áreas administradas por los Distritos de Desarrollo

Rural 001 y 002). Mediante entrevistas se recopiló información relacionada con el manejo de los cultivos, variedad de semillas, control de plagas y fechas de las principales fases fenológicas de cada cultivo u otro evento que se relacionara con la actividad agrícola. La frecuencia de las visitas varió de quince días hasta dos meses, según el periodo vegetativo en que se encontraba el cultivo.

RESULTADOS

SITUACIÓN ATMOSFÉRICA EN 1996

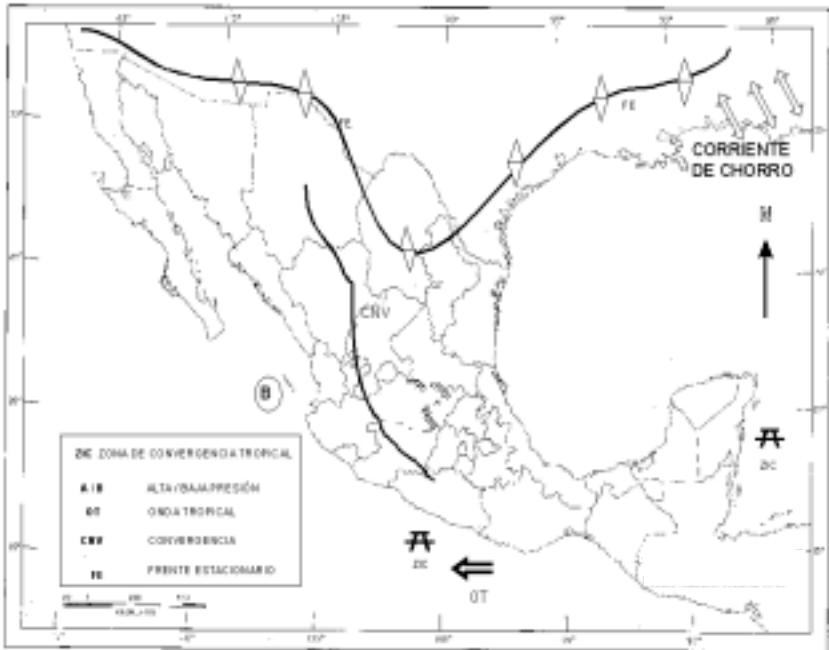
En el primer cuatrimestre de 1996, el país estuvo influenciado por frentes fríos fuertes, moderados y débiles, localizados al sur de los Estados Unidos y estados del norte de la República. Existieron además vaguadas, zonas de alta y baja presión e influencia de la corriente de chorro en las capas altas. La zona de Convergencia Tropical se ubicó al sur del país (figura 2).

En consecuencia la situación climatológica en los primeros meses del año, en todo el territorio nacional y particularmente en la Mesa Central, se presentaron descensos de temperatura y falta de agua que empezaba a afectar la viabilidad de iniciar las siembras estacionales en los tiempos normales.

Al inicio del cuatrimestre mayo-agosto, se presentó actividad convectiva de manera moderada provocando tiempos nublados y lluvias ligeras en estados interiores del país. Posteriormente, la presencia de depresiones asociadas a la afluencia de aire húmedo de los océanos favorecieron nublados y lluvias principalmente en la zona del Golfo. Fueron las ondas tropicales, vaguadas, tormentas tropicales y huracanes los que dieron lugar a la afluencia de aire húmedo e importantes lluvias, particularmente en la Mesa Central de Guanajuato, sobre todo al término de julio y principios de agosto en que particularmente influyó el huracán Douglas (figura 3).

En el último cuatrimestre de 1996 las ondas tropicales, tormentas, vaguadas y afluencia de aire marítimo tropical, provocaron importantes lluvias y fuertes granizadas en el territorio. Más tarde, se inició la presencia de los frentes fríos de manera débil, mismos que dieron lugar a las primeras heladas en el norte del país. En la primera semana de noviembre se presentaron frentes fríos muy severos que acompañados de masas de aire polar provocaron disminución de temperatura y fuertes heladas que influyeron negativamente en la agricultura de temporal de la Mesa Central.

FIGURA 2 - CIRCULACIÓN ATMOSFÉRICA (0-6 000 MSNM) DEL 28 DE ABRIL DE 1996.



FUENTE: BOLETÍN METEROLÓGICO PARA LA AGRICULTURA.
FORMO: GRANADOS RAMÍREZ.

En resumen, la provincia Mesa Central de Guanajuato presentó, en 1996, periodos prolongados de sequía generalizada seguida por fuertes lluvias entre agosto y octubre, compensando la ausencia de precipitación inicial sufrida.

DISTRIBUCIÓN DE LA PRECIPITACIÓN

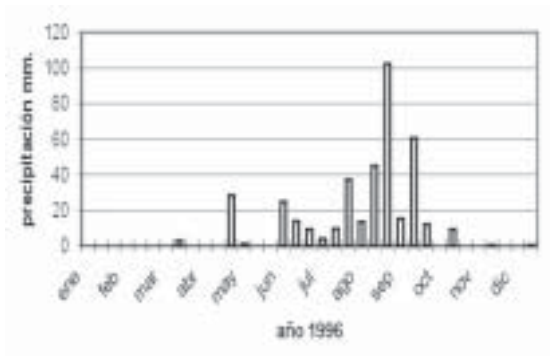
La dinámica atmosférica en 1996 dio lugar a la siguiente distribución de la precipitación: lluvias reducidas se presentaron en la 1ª decena de mayo con sólo 29,6 mm, en junio y julio continuaron siendo escasas en total 38,5 y 22,5 mm respectivamente. Fue hasta la primera decena de agosto que fueron más abundantes y homogéneas. En la 1ª decena de septiembre se presentó la máxima precipitación 102,2 mm. La precipitación total en el año fue de 390,1 mm (figura 4).

FIGURA 3 - CIRCULACIÓN ATMOSFÉRICA (0-6 000 MSNM) DEL 30 DE JULIO DE 1996.



FUENTE: BOLETÍN METEOROLÓGICO PARA LA AGRICULTURA.
FORMO: GRANADOS RAMÍREZ.

FIGURA 4 - PRECIPITACIÓN DECENAL EN 1996.

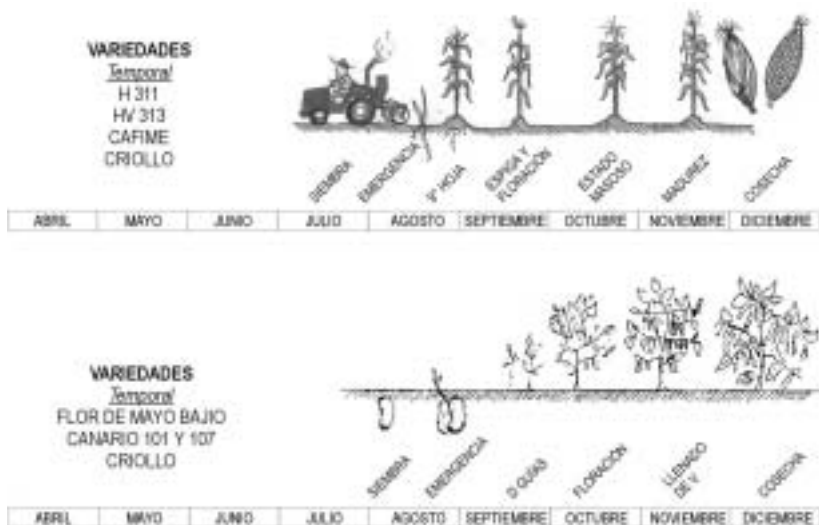


EFFECTOS EN LA AGRICULTURA

Dada la distribución de la precipitación, el agricultor inició la actividad en forma tardía a finales de julio y principios de agosto. El

desarrollo de las fases fenológicas en maíz: emergencia, 9ª hoja, espiga y floración; emergencia, desarrollo de guías y floración en frijol se dieron en forma normal (figura 5). En las fechas 7 y 8 de noviembre, el maíz se encontraba culminando su fase estado masoso y llenado de vaina en caso del frijol; cuando se presentaron las primeras heladas del año, afectando de manera moderada la producción.

FIGURA 5 - FASES FENOLÓGICAS DEL MAÍZ Y FRIJOL EN EL CICLO AGRÍCOLA 1996.



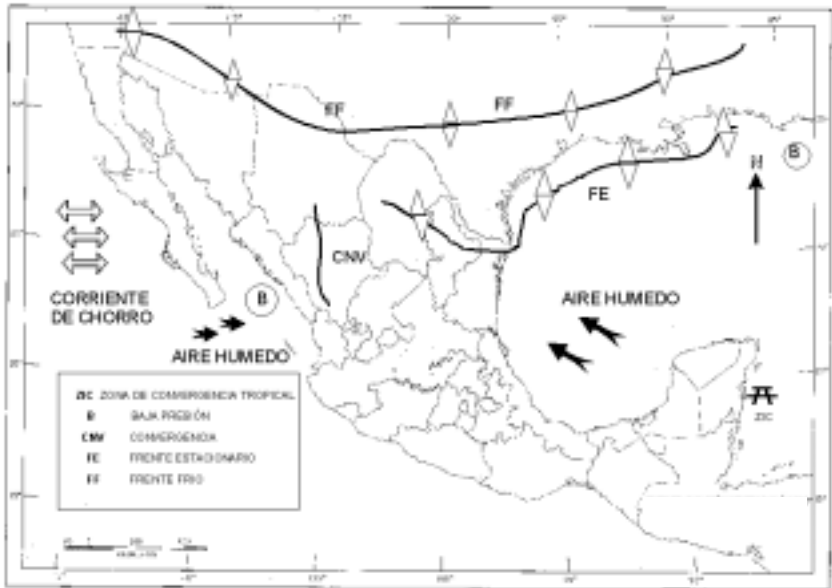
En este ciclo agrícola, se sembraron 135 054 ha de productos básicos (maíz y frijol), de los cuales sólo se cosecharon 72 677, existiendo una pérdida de 46%. Lo anterior se debió en gran parte a las condiciones meteorológicas prevalecientes en dicho año, ya que dieron lugar a siembras tardías y heladas tempranas.

SITUACIÓN ATMOSFÉRICA EN 1997

En los primeros meses del año, continuó la influencia de los frentes fríos provenientes del norte del continente, por otro lado, y a diferencia de otros años, en abril se inició la afluencia de aire húmedo tropical del Pacífico y Golfo de México, propiciando temperaturas altas con nublados

dispersos y lluvias importantes. Por lo que respecta a la corriente de chorro, ésta influyó en el Pacífico con dirección E, lo que favoreció la propagación de múltiples nubes del océano hacia los estados del centro norte y noreste del país, la zona de convergencia tropical se localizó al sur del país, aproximadamente a 18° latitud N (figura 6).

FIGURA 6 - CIRCULACIÓN ATMOSFÉRICA (0-6 000 MSNM) DEL 8 DE ABRIL DE 1997.



FUENTE: BOLETÍN METEOROLÓGICO PARA LA AGRICULTURA.
FORMO: GRANADOS RAMÍREZ.

En el segundo cuatrimestre del año, la dinámica atmosférica (sistemas de alta presión) ocasionó ascenso de temperatura y escasa afluencia de aire húmedo. Las líneas de convergencia, remanentes de dos frentes y escasa afluencia de aire húmedo, ocasionaron una prolongada sequía.

En los últimos meses de 1997, particularmente en octubre, la circulación atmosférica fue intensa, se presentaron cuatro ondas tropicales, cuatro frentes, dos depresiones tropicales, zonas de alta y baja presión, mismos que provocaron lluvias en las zonas costeras de ambos litorales, igualmente el huracán Paulina se presentó el día 7 de octubre como de categoría 4 en la escala Saffin-Simson (extremadamente peligroso), su centro se localizó al S-SE de Salina Cruz y provocó intensas

precipitaciones en las costas de Guerrero y Oaxaca e interior del territorio (MATIAS, 1998) (figura 7).

FIGURA 7 - CIRCULACIÓN ATMOSFÉRICA (0-6 000 MSNM) DEL 8 DE OCTUBRE DE 1997.



FUENTE: BOLETÍN METEOROLÓGICO PARA LA AGRICULTURA.
FORMO: GRANADOS RAMÍREZ.

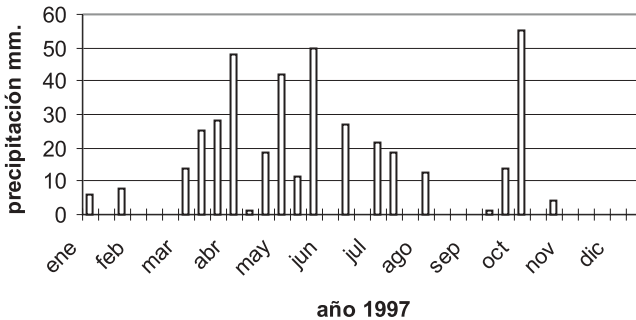
En términos generales, la dinámica atmosférica, en 1997, dio lugar a precipitaciones tempranas en la Mesa de Guanajuato, seguidas de una sequía drástica que se prolongó por tres meses, para después recibir lluvias excesivas en varias regiones del país incluyendo la zona en estudio.

DISTRIBUCIÓN DE LA PRECIPITACIÓN

Para 1997, la precipitación total ascendió a 407,3 mm, la recibida en verano representó el 66% y el resto, se recibió en sólo dos meses (marzo y abril). Las primeras heladas se registraron a partir del día 17 de octubre.

Lluvias importantes se registraron desde marzo hasta junio, posteriormente existió una drástica sequía de 3 meses para cerrar el verano con abundantes precipitaciones en la segunda decena de octubre, ocasionadas por la influencia del huracán Paulina. Para este año, la precipitación recibida en verano ocupó el 66% y el resto se presentó en tres meses (noviembre, enero y febrero) (figura 8).

FIGURA 8 - PRECIPITACIÓN DECENAL EN 1997.



EFFECTOS EN LA AGRICULTURA

En abril, las lluvias tempranas ocasionaron humedad importante en el suelo, lo que marcó el inicio del ciclo agrícola. La precipitación recibida hasta esas fechas fue de 68 mm; aproximadamente el 80% de las superficies destinadas al temporal iniciaron labores de siembra (GRANADOS; REYNA, 1999).

La germinación y emergencia del maíz y frijol se presentaron sin ningún percance, las siguientes fases tuvieron dificultades, no se recibió lluvia suficiente para sustentarlas, por ejemplo, para el crecimiento vegetativo se registraron 53,3 mm, se requieren 170 mm para el buen desarrollo de esta fase (SEP, 1983). La máxima cantidad de lluvia que requiere el maíz es de 220 mm, en la fase de floración, para el estado lechoso y masoso se requiere 215 mm, en el área en estudio, hubo disminución de lluvia y sólo fue de 40,6 mm. La situación anterior marcó el inicio de estrés hídrico en los cultivos, señalando el fin del ciclo. Existieron tres meses de sequía, misma que se cuantificó y ascendió a 46,5% de sequía relativa (REYNA, 1970), situación que afectó en forma importante la producción. En los meses siguientes, las precipitaciones provocadas particularmente por el huracán Paulina no ayudaron a la recuperación del ciclo.

El área cultivada ascendió a 131 876, de las cuales sólo se cosecharon 56 268 ha. Hubo un total de 57,3% de superficies siniestradas (DDR 001 y 002). La mayor superficie fue ocupada por el frijol con 58 318, siguiendo en importancia el maíz con 47 477 y por último el maíz y frijol intercalados con 26 081 ha. Los rendimientos fueron de los más bajos registrados en la historia de la agricultura de temporal de la zona, el maíz 170 kg y frijol 180 kg por hectárea.

CONCLUSIONES

Los cambios anuales que presenta la precipitación son una consecuencia directa de la circulación atmosférica general, y más particularmente, del número de ciclones que se presentan al año.

La agricultura de temporal es una actividad económica que depende totalmente de las condiciones del medio. En los años analizados los rendimientos fueron de los más bajos registrados en la historia de la agricultura de temporal de la zona, éstos se atribuyeron a las irregularidades en la precipitación.

En los dos ciclos analizados existió relación entre las fluctuaciones atmosféricas, factores climáticos, periodos vegetativos y producción de productos básicos.

REFERENCIAS

ESPINOSA, E. *Boletín Interno del Servicio Meteorológico Nacional*. México, 1997.

GRANADOS RAMÍREZ, R.; REYNA, T. T. Anomalías atmosféricas e impacto en la agricultura temporalera en México. *Convención Trópico '99*. Geografía, Meteorología y Agricultura Tropical. Instituto de Geografía Tropical, Instituto de Investigaciones Fundamentales en Agricultura Tropical, Instituto de Meteorología. La Habana, Cuba, 1999. p. 239.

GRANADOS RAMÍREZ, R. *Regionalización agroclimática en la Mesa Central de Guanajuato*. México, 2000. 267 p. Tesis (Doctor en Geografía) - Facultad de Filosofía y Letras, UNAM.

GRIBBIN, J. *El clima futuro*. [S. l.]: Biblioteca Científica Salvat, 1986. 240 p.

JÁUREGUI, O. E. Algunos aspectos de las fluctuaciones pluviométricas en México en los últimos cien años. *Boletín*, Instituto de Geografía, México, n. 9, p. 39-63, 1979.

MADEREY, R. L. E. Intensidad de la precipitación en el Valle de México. *Boletín*, Instituto de Geografía, México, n. 10, p. 7-54, 1980.

MATÍAS, R. M. G. Algunos efectos de la precipitación del huracán Paulina en Acapulco, Guerrero. Investigaciones Geográficas. *Boletín*, Instituto de Geografía, México, n. 37, p. 7-18, 1998.

REYNA, T. T. Relaciones entre la sequía intraestival y algunos cultivos de México. *Serie Cuadernos*, Instituto de Geografía, México, 1970. 79 p.

_____. Cambio climático y nuevos cultivos. *La Jornada*, México, 17 jul. 2000. Lunes de la ciencia. p. 3.

SAGAR. Distrito de Desarrollo Rural San Luis de la Paz y Dolores Hidalgo, Gto. *Estadísticas Agrícolas*. México, 1996-1997.

SAGAR. *Anuario Estadístico de la Producción Agrícola de los Estados Unidos Mexicanos*. México, 1997. Tomo II. p.11.

SPP. *Síntesis Geográfica de Guanajuato*. México, 1980. 198 p.

SEP. Maíz. *Manual para la Educación Agropecuaria*, n. 8. Área: Producción Vegetal. Trillas, México, 1983. 56 p.

SMN. *Boletines Meteorológicos para la Agricultura del Servicio Meteorológico Nacional*. México, 1996-1997.