

## LA SEQUÍA INTRAESTIVAL, UNA MANIFESTACIÓN DE CAMBIO CLIMÁTICO EN EL ESTADO DE MORELOS, MÉXICO

Marisela Taboada Salgado<sup>1\*</sup> y Rogelio Oliver Guadarrama<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Laboratorio de Edafoclimatología, Departamento de Biología Vegetal, Centro de Investigaciones Biológicas, Universidad Autónoma del Estado de Morelos. Av. Universidad No. 1001, Col. Chamilpa, CP 62209, Cuernavaca, Morelos, México  
Correo-e: [taboadam@uaem.mx](mailto:taboadam@uaem.mx)

\*Autor para correspondencia.

---

### RESUMEN

La precipitación es uno de los elementos de gran importancia para cualquier ambiente y en cualquiera de sus formas: nieve, lluvia o granizo. La distribución temporal y geográfica de la lluvia ha sido estudiada por diversos autores desde hace aproximadamente 100 años. La desaparición de la cultura Teotihuacana se le atribuye a la sequía registrada entre 700 y 750 años d. C.; climática, biológica y económicamente resulta un factor desfavorable para el rendimiento de cultivos; ciertas asociaciones vegetales son sensibles en su distribución geográfica a la presencia de sequía. No representa una sequía absoluta, es el receso temporal de la precipitación durante la estación lluviosa del año. Su causa obedece a cambios en la circulación atmosférica que tiene lugar en el Golfo de México y mares adyacentes. Se forma una zona de baja presión que bloquea la entrada de vientos alisios y de ciclones tropicales, provocando la disminución en la precipitación. Esta distribución bimodal de lluvia no ocurre en toda la República Mexicana, pero sí en extensas regiones donde se le conoce como: sequía intraestival, sequía de medio verano,

sequía de agosto, sequía relativa veranito, canícula ó mínimo secundario. La evaluación se hizo a partir del banco de datos termopluviométrico, de las estaciones climatológicas del estado de Morelos, considerando las ecuaciones propuestas por García y Mosiño (1968), a partir de las cuales se cuantificó este fenómeno. Los resultados muestran que hasta antes del 2000, la intensidad de la sequía registraba valores máximos de 20%, con duración promedio de dos meses, agosto es el mes que mayor impacto tiene. En los últimos años, la intensidad canicular se ha incrementado en 50% de la superficie estatal con valores entre 33 y 62%, causadas por el incremento de temperatura y disminución de precipitación, elementos mayormente afectados por el cambio climático. Evidentemente, un de las principales afectaciones biológicas se manifiestan en la superficie dedicada a agricultura de temporal, ya que se interrumpe el desarrollo de diversas fases vegetativas.

**Palabras clave:** intensidad, sequía, Morelos

## ABSTRACT

The precipitation is one of the elements of great importance for any atmosphere and in anyone of its forms: snow, rain or hail. Geographic the temporal distribution and of rain has been studied by diverse authors for approximately 100 years. The disappearance of the Teotihuacana culture is attributed to him to the drought registered between 700 and 750 years d. C; climatic, biological and economically an unfavorable factor for the yield is from cultures; certain vegetal associations are sensible in their geographic distribution to the drought presence. It does not represent an absolute drought, is receso temporary of the precipitation during the rainy station of the year. Its cause obeys to changes in the atmospheric circulation that takes adjacent place in the Gulf of Mexico and seas. A zone of low pressure forms that block the tropical revolving storm and tradewinds entrance, bringing about the diminution in the precipitation. This bimodal rain distribution does not happen in all the Mexican Republic, but in extensive regions where it is known him like: intrasummer drought, drought of half summer, drought of August, veranito relative drought, secondary minimum dog days or. The evaluation became from the termopluviométrico Data bank, of the climatologic stations of the state of Morelos, considering the propose equations by García and Mosiño (1968), from who east phenomenon was quantified. The results show that until before the 2000, the intensity of the drought registered maximum values of 20%, with duration average of two months, August is the month that greater impact has. In the last years, the intensity to canicular has been increased in 50% of the state surface with values between 33 and 62%, caused by the increase of temperature and precipitation diminution, elements mainly affected by the climatic change. Evidently, of the main biological affectations they are pronounced in the surface dedicated to weather agriculture, since the development of diverse vegetative phases is interrupted.

**Key words:** *intensity, drought, Morelos*

## INTRODUCCIÓN

En México, la precipitación es uno de los elementos de gran importancia para cualquier ambiente y en cualquiera de sus formas. La falta de agua se ha convertido en uno de los principales problemas para el sector agrícola, reduciendo la producción de granos básicos para el país como el maíz, frijol y trigo, entre otros.

Diversos autores como: Page (1930), Wallen (1955), García (1965), Mosiño y García (1968), Reyna (1970, 1993), Jáuregui (1975), Jáuregui y Soto (1975), Flores (1984), Beltrán (1990), citados por Taboada, *et al.*, (1993); Reyna y Taboada (1995), Magaña, *et al.* (1997), Pérez (2000), Taboada (2003) entre otros, al analizar la precipitación señalan que ésta tiene un comportamiento bimodal en algunas regiones del país, es decir, que en el verano registra dos máximos unidos por un mínimo secundario.

En la República Mexicana la sequía intraestival también es conocida como: *sequía de medio verano, sequía de agosto, sequía relativa, veranito, mínimo secundario y canícula*, definiéndose ésta como el receso ó merma temporal registrada en la cantidad de precipitación a mediados de la época lluviosa (mayo a octubre), temporada que es aprovechada principalmente para la actividad agrícola conocida en México como de temporal.

Esta sequía *no es absoluta*, sino una reducción en el número de días con precipitación, ocasionando una disminución en las cantidades mensuales recibidas que se evidencian en los registros climáticos y que pueden ocasionar también pérdidas más o menos considerables en los rendimientos de los cultivos temporaleros. No existe una explicación exacta sobre las causas que provocan la canícula, pero existe una serie de explicaciones que se basan en los cambios atmosféricos durante

el verano, y particularmente en el hemisferio norte.

Mosiño y García (1968), señalan que la sequía intraestival se registra sobre la mitad oriente y sur del país y que la causa de esta distribución bimodal obedece a cambios en la circulación atmosférica que anualmente tiene lugar en el Golfo de México y mares adyacentes. Esto debido a la presencia de una vaguada polar que bloquea la entrada de vientos alisios y de ciclones tropicales del Golfo, provocando la disminución en la precipitación. Paralelamente, Mosiño y Reyna (1988), señalan que una causa parcial de la sequía intraestival son los ciclones tropicales que se forman en el Golfo de México sin entrar al territorio mexicano y se asocian a una configuración de las isohipsas en forma de un área anticiclónica que los abraza por el norte, produciendo una lengua de aire seco, subsidente dentro del área del anticiclón, cuya presencia ocasiona la recesión en las lluvias, sobre la mitad oriente del país.

En México se ha escrito acerca de la sequía debido a que se tiene una extensa área cubierta por éste fenómeno. Las áreas de la República Mexicana que muestran la presencia de canícula va desde un punto en que intercepta la frontera de México con Estados Unidos en el este del estado de Chihuahua, a través de Coahuila y este de Zacatecas, para seguir con una dirección noroeste-sureste a lo largo del parteaguas continental hasta la parte oriental de los valles de Puebla y México, rodeando, la parte alta de la Mesa de Anáhuac para formar una penetración hacia el oeste a lo largo de los flancos meridionales de la Sierra Volcánica Transversal, hasta cerca de los límites del Estado de México con el de Michoacán, y retornar nuevamente con una dirección noroeste-sureste sobre la parte oriental de la Cuenca del Balsas. En la porción sur del país las áreas afectadas por la sequía cubren una faja relativamente larga sobre la Sierra Madre del Sur y costa del Pacífico de los estados de Oaxaca,

Guerrero, Michoacán, Colima y Sur de Jalisco (Mosiño y García, 1968).

Las áreas afectadas por el fenómeno tienen una distribución latitudinal muy amplia a uno y otro lado del Trópico de Cáncer (Figura 1). La porción septentrional del área en cuestión se extiende dentro de zonas en donde las lluvias no son característicamente de verano; sin embargo, es en estas regiones de transición fuera de los trópicos, en donde la sequía intraestival, que puede durar hasta cuatro meses, adquiere una importancia capital en la planeación agrícola.

Sobre la mayor parte de la Península de Yucatán, el oriente del estado de Tabasco y a lo largo de la costa sur de Chiapas, el mínimo relativo ocurre en julio; así como los estados del noreste del país, incluyendo pequeñas fajas del norte de los de Guanajuato y Querétaro; un área considerable comprende la mayor parte del estado de Puebla. En el resto, el mínimo relativo ocurre en agosto, con excepción del área sobre la porción nor-central de Chihuahua, donde puede caer en septiembre (Mosiño y García, 1968).

El primero en dar una definición para la sequía fue Russel (1896), 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 cierto 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), la consideran como un fenómeno meteorológico que se presenta cuando la lluvia 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; en este sentido, durante el siglo pasado, existieron diversas connotaciones del término *sequía meteorológica*, algunos ejemplos de esta los dan los siguientes autores: Henry (1906), la definió como la sequía que se registra en un intervalo de tiempo de 20 días o más, las precipitaciones no superan el 30% del valor de la precipitación media para un tiempo y lugar determinado. Cole (1933), la describió como el periodo de quince días en los cuales no se tienen lluvias. En tanto que para Fitzpatrick (1953), es el periodo de 48 horas en el cual la cantidad de lluvia alcanza un valor de 6.4 mm.

Por otro lado, Castillo (1988), clasificó a las sequías con base a diferentes zonas climáticas en:

- *Sequías permanentes*, cuando se presenta en climas de extrema aridez, propios de las zonas desérticas donde la falta de lluvia es la característica predominante.
- *Sequías estacionales*, en lugares con climas donde las estaciones de lluvia y secas se encuentran bien definidas.
- *Sequías contingentes*, pueden presentarse 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.

Igualmente, Medina (1987), clasificó las sequías con base a las áreas que afecta, a saber:

- *Sequías locales*, cuando afecta menos de un 10% de la superficie total de un estado o país.
- *Sequías de carácter vasto* cuando la afectación es entre 10 y 20% del área total y muy vasto cuando la afectación es entre 21 y 30%.
- *Sequías de carácter extraordinario*, cuando el área de afectación es entre 31 a 50%.
- *Sequías de carácter catastrófico*, son los casos en los que se abarca un área con mas del 50% de la superficie total del territorio.

Finalmente, Castorena *et al.* (1980), clasificaron a las sequías con base a la intensidad en:

- *Moderadas*, 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*, las que se originan por una disminución palpable en la cantidad de agua precipitada que afecta a la producción agrícola, pero la consecuencias de esta no es grave para la sociedad y la economía del lugar.
- *Severas*, 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*, las que se originan por una falta total de precipitación, lo cual repercute en la producción agrícola provocando la presencia de crisis en la sociedad y en la economía.

Sin embargo, pese a la vasta literatura existente en torno a las sequías, no se ha logrado obtener un significado uniforme de este fenómeno y una clasificación única, ya

que cada grupo de la sociedad le otorga el suyo de acuerdo a sus necesidades, así se pueden mencionar entre otras la sequía meteorológica, la agrícola, la hidrológica y la fisiológica.

Una de las aportaciones documentales importantes sobre sequía en México es la realizada por Florescano y Swan (1995), quienes presentan un bosquejo histórico que incluye desde el concepto de sequía, sus efectos en la agricultura y ganadería, los principales períodos del fenómeno en México, los modelos históricos para combatirla, las consecuencias económicas, los efectos en la sociedad, hasta la disrupción política, agregan finalmente algunas reflexiones finales.

En el estado de Morelos, Beltrán (1990), al evaluar la sequía de agosto encontró que ésta extiende en toda la superficie estatal, distribuyéndose en cuatro rangos: con menos de 5% reportó el norte y noreste de la entidad en localidades como Huitzilac y Tres Cumbres. La intensidad entre 5 y 10% se distribuyó ampliamente en la región norte, centro, sur, sureste del estado (Tilzapotla y Puente de Ixtla, entre otras), reportándose como el más frecuente ya que caracterizó al 64% de la superficie estatal. De 10 a 15%, se encontró otra parte del noroeste, centro-oeste, sureste y suroeste del estado, entre las más conocidas se encuentran Cuernavaca y Oaxtepec. Con más de 15%, se encontró solo Hueyapan. Agrega que el mes más seco fue agosto y generalmente la duración de la sequía era de dos meses. Igualmente, al comparar el efecto de este fenómeno con la producción estatal de maíz, concluye que a mayor intensidad de sequía era menor la producción de dicho cereal.

Taboada, *et al.* (1993), al actualizar la evaluación del veranito en el estado de Morelos, mencionan su coincidencia con la presencia en toda la entidad de la sequía; reportan la duración de ésta fue desde dos meses y en algunas ocasiones hasta de

cuatro, siendo agosto el mes más seco seguido de julio. Más adelante, Reyna y Taboada (1995) detectaron que la vulnerabilidad es baja en áreas como Tres Cumbres y Apapasco; incipiente en Tlayacapan, Cuernavaca, Yautepec, Coatlán del Río, Amacuzac, Huajintlán y Huautla; y moderada en Alpuyecá, Cuautla, Jojutla y Axochiapan.

Taboada (2003) al realizar el seguimiento del este fenómeno climático en el estado de Morelos, reitera que el periodo más frecuente de duración de este meteoro es de dos a tres meses; es agosto el mes en el que se presenta con mayor frecuencia y la mayor intensidad (más de 20%) se encuentra impactando principalmente la zona oriente de la entidad, en áreas donde se mantienen principalmente grades superficies de temporal.

Espinosa-Paz (2004), evaluó la sequía intraestival y su efecto en la producción de los cultivos de maíz, frijol y trigo en los estados de Oaxaca, Guerrero y Chiapas, menciona que en dichas entidades el factor ambiental que más limita la producción agropecuaria y forestal es la sequía intraestival. Bajo condiciones de temporal, el rendimiento de grano y forraje es fuertemente disminuido, debido a que la sequía origina un déficit hídrico interno en la planta, afectando varios procesos fisiológicos que determinan el rendimiento de grano y de biomasa. Plantea la necesidad de determinar las áreas con riesgo por sequía, definir estaciones de crecimiento en base a la temperatura y precipitación, intensidad del fenómeno y su impacto en algunos procesos fisiológicos relacionados con el rendimiento de grano y de biomasa.

Jiménez *et al.* (2004) realizaron un trabajo en el estado de Tlaxcala con el propósito de analizar los patrones de precipitación con énfasis en la canícula e identificar las formas de variabilidad de la sequía intraestival en esta zona. Agregan

que es de vital importancia conocer y contar con tiempo adecuado para la planificación necesaria que permita toma de decisiones para la introducción de cultivos que presenten menos riesgo de inversión; consideran que la sequía intraestival evaluada adecuadamente permitira reducir los riesgo en la agricultura

En reportes extranjeros, destaca el realizado por Reyna *et al.* (2004), en el occidente de Cuba y la Isla Juventud, con duración de dos meses (julio y agosto), reportan años en los que la duración fue de tres meses (junio-agosto) y en casos excepcionales hasta de cuatro (junio-septiembre). La intensidad varió desde menos de 20% y hasta 34%. Las plantaciones mayormente afectadas fueron las de tabaco y en menor cuantía las de arroz, caña de azúcar y algunos frutales, entre ellos cítricos.

Investigaciones acerca de la sequía en México, se concentran en la región de la meseta central, porque esta zona, incluye los valles de México, Puebla, Toluca y el Bajío, siendo la zona fundamental de los cereales; los efectos de las grandes sequías han tenido consecuencias perjudiciales, aunado a que ésta área ha sido la mas poblada y un centro de intensa actividad económica. Razón por la que ha reunido mayor información documental de los precios de granos, los balances de su

producción, la situación de la agricultura y las acciones dirigidas a contrarrestar los efectos de las sequías (Granados y Reyna, 2000).

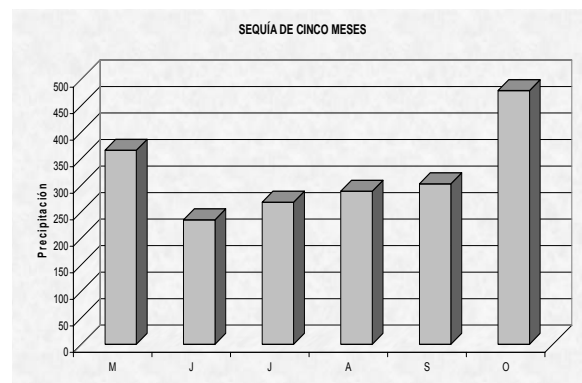
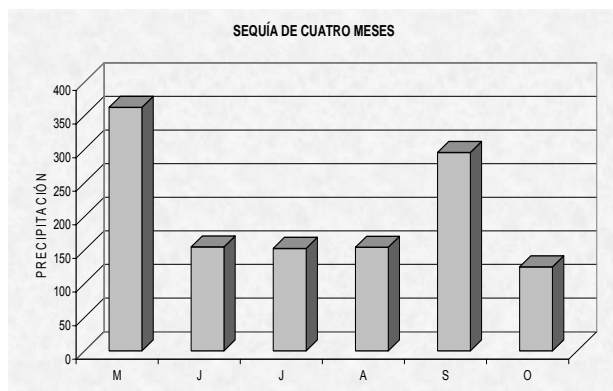
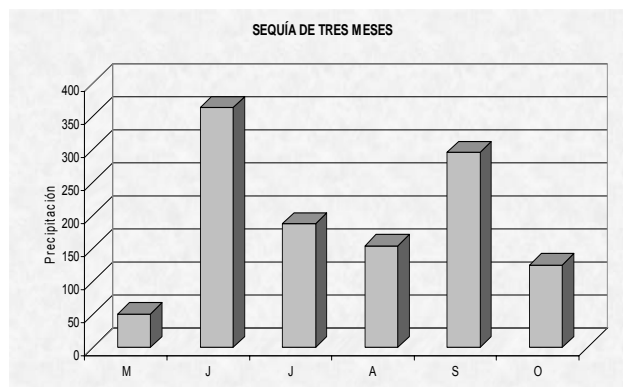
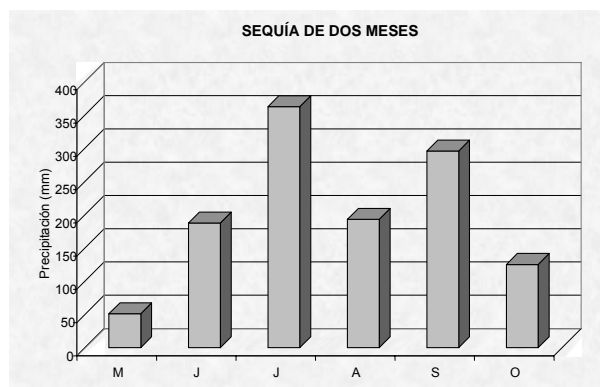
La sequía intraestival al igual que cualquier otro fenómeno climático es una fuente denunciante de los posibles cambios en las condiciones del clima o bien considerados como las manifestaciones de una variabilidad climática regional. Mediante la evaluación sistemática del fenómeno se pretende determinar si los niveles de intensidad de la sequía se mantienen dentro de los rangos antes establecidos o si estos se han incrementado en los últimos años.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Para calcular la sequía de medio veranos, se ordenaron los datos pluviométricos proporcionados por el Servicio Meteorológico Nacional y la Comisión Nacional del Agua, Delegación Morelos de 63 estaciones climatológicas ubicadas en el territorio morelense; se analizaron detectando las estaciones y los años en los que se presentó el fenómeno dentro del período de 1928 a 2004, para posteriormente cuantificarlo año por año y por estación aplicándose las fórmulas matemáticas propuestas por Mosiño y García (1968) (Cuadro 1):

Cuadro 1. Metodología para la evaluación de la sequía intraestival.

A)	Precipitación de mayo a octubre	= $\Sigma$ <u>precipitaciones mayo - octubre</u>
B)	Cálculo de polígono funicular $A_{1,2,3} = (1/2)Y_1 - Y_2 + (1/2)Y_3$ $A_{1,2,3,4} = Y_1 - Y_2 - Y_3 + Y_4$ $A_{1,2,3,4,5} = (3/2)Y_1 - Y_2 - Y_3 - Y_4 + (3/2)Y_5$ $A_{1,2,3,4,5,6} = 2Y_1 - Y_2 - Y_3 - Y_4 - Y_5 + 2Y_6$ En donde las Y's son las precipitaciones medias mensuales de la temporada afectada por la sequía.	(según el caso y la duración de la sequía) (sequía de dos meses) (sequía de tres meses) (sequía de cuatro meses) (sequía de cinco meses)
C)	Sequía intraestival (%)	= $\frac{\text{Área del polígono}}{\text{Precip mayo - oct}} \times 100$
D)	Promedio de sequía intraestival	= $\frac{\text{Sequía intraestival de cada año}}{\text{Número de años}}$



## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### *Distribución de la Precipitación en Morelos*

Al igual que en una amplia superficie del país en Morelos la distribución de la lluvia es modal o bimodal y su ocurrencia es en verano, debido a que ésta se inicia generalmente a mediados de mayo y termina en la primera quincena de octubre (concentrándose en esta temporada el 94 ó 95 % de la precipitación total anual); durante esta época los vientos alisios del hemisferio norte pasan por el Golfo de México, en donde recogen humedad, que depositan posteriormente en forma de lluvias abundantes. En el 70 % de la entidad (36 estaciones climatológicas) el mes más lluvioso es junio, seguido de los meses de julio, septiembre y finalmente agosto. La gran insolación que recibe el trópico mexicano, y por tanto el territorio morelense, determina la formación de áreas

de baja presión que atraen los vientos alisios húmedos, lo que se traduce en lluvias orográficas muy importantes para la presencia de los notables recursos hidrológicos de la entidad.

En invierno los alisios se debilitan, se hacen descendentes y secos, por lo que en la época fría del año deja de llover, aún cuando es ocasional la invasión de "nortes", que por haber adquirido suficiente profundidad son capaces de tramontar barreras montañosas y producir alguna precipitación de tipo frontal en la zona. Para que ocurra la precipitación, es indispensable la presencia de aire húmedo; si el aire es demasiado seco, la precipitación puede desprenderse de una nube pero nunca llegará a la tierra. De tal manera que diciembre es el mes más seco en toda la entidad, seguido por febrero y ocasionalmente marzo, recibiendo en promedio, cinco mm de precipitación, por lo

que la lluvia que se concentra en los meses invernales (diciembre a marzo) es menor del 5 % de la total anual.

En la entidad, como se dijo anteriormente, la influencia orográfica juega un papel primordial en la distribución de la precipitación total anual, estableciéndose obviamente una relación directamente proporcional entre la altitud y la cantidad de precipitación recibida. En este sentido, los valores más altos se registran en las estribaciones elevadas de la Sierra del Chichinautzin y en los límites superiores de Huitzilac y Lagunas de Zempoala, así como en las faldas del Popocatepetl, donde se reciben precipitaciones anuales superiores a 1200 mm anuales. Localidades situadas sobre la región montañosa del norte, en una extensión aproximada de 2100 km<sup>2</sup> y a altitudes de más de 3000 msnm, coincidentemente es la zona de recarga de acuíferos subterráneos más importante del estado (Mapa 1).

La precipitación desciende hacia el sur conforme disminuye la altitud, así la región intermedia se encuentra situada a pie de monte, donde se reciben entre 1000 y 1200 mm; localidades como Cuernavaca, Tepoztlán, Tlayacapan, Tlalnepantla, Totolapan, Achichipico, Ocuituco, Tetela del Volcán, Hueyapan y Tlacotepec, entre otras, se ubican en esta zona. Finalmente los valores mínimos se registran en la región del valle, en el centro-sur y en la zona montañosa del sur, donde se registran precipitaciones menores a 1000 mm.

#### *Duración de la sequía*

La duración de este fenómeno es variable, puede ser de 2 ó 3 meses inclusive en algunos lugares al norte de la República Mexicana, puede durar hasta cinco meses (Reyna, 1970). En regiones con lluvias

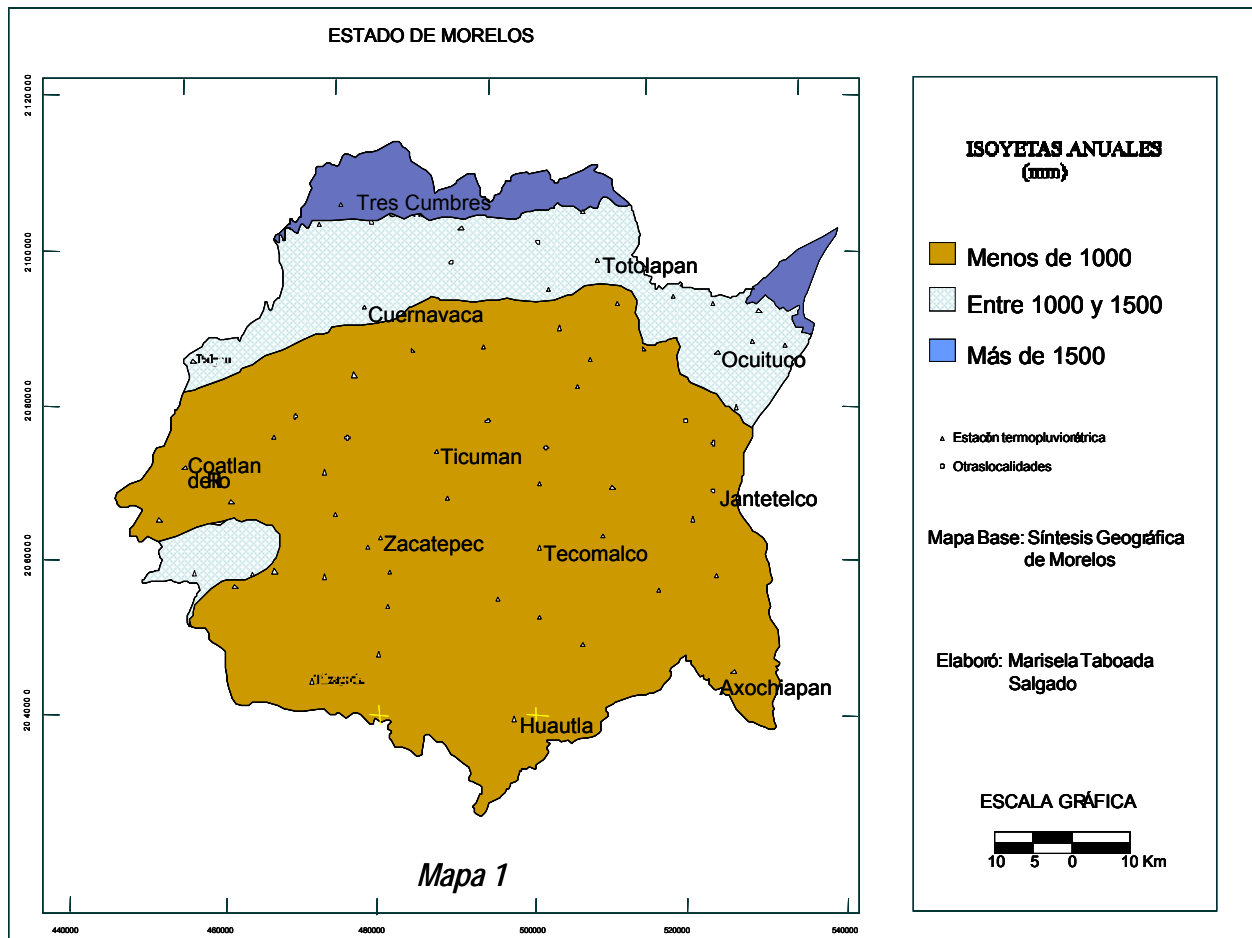
abundantes, la sequía intraestival puede no ser crítica, sin embargo, es posible que se encuentre todavía no conocidas con las asociaciones vegetales.

En el estado, el promedio de duración de la sequía es de dos o tres meses, eventualmente en algunas localidades y algunos años es de cuatro meses. El mes en que más frecuentemente se presenta sequía es julio (37 estaciones), seguida de agosto y eventualmente septiembre.

#### *Intensidad de la sequía*

La intensidad de la sequía, representa la evidencia más fehaciente de los valores que en los últimos años se han manifestado en la superficie morelense. Beltrán (1990) estableció cuatro rangos de intensidad para la entidad: menos de 5 %, de 5 a 10 %, de 10 a 15 % y más de 15 %. Posteriormente, Taboada *et al.* (1993) reportan rangos coincidentes (de 0 a 10 %, de 10 a 15 % y más de 15 %), sin notarse un incremento importante. Para el año 2000 Taboada, evidencia que los valores de intensidad empiezan a incrementarse hasta valores superiores de 20 % (Cuadro 2), siendo este último más evidente hacia la región oriente. Sin embargo, al continuar la evaluación sistemática del fenómeno éstos valores se elevan en algunas localidades a partir del año 2000; Si bien puede mencionarse que la intensidad de sequía intraestival promedio en el estado es de 16.25 %, también debe considerarse que se han registrado intensidades promedio de 39% en 32 estaciones (50 % del total analizadas) entre 2000 a 2004, principalmente hacia la zona oriente e invadiendo superficies de la zona central del valle.





Cuadro 2. Valores de intensidad de sequía en diversos años.

Beltrán (1990)	Taboada <i>et al.</i> (1993, 2000)	Taboada (2009)
0-10%	0-10%	0-18%
10-15%	10-15%	18-30%
Más de 15%	15-20%	Más de 30%

El valor más alto de intensidad de sequía relativa se reporta del 63 % para la localidad de Miaatlán, particularmente para el año de 1968, valor considerado como máximo absoluto. En el Cuadro 3, se

muestran los resultados obtenidos para algunas localidades de la entidad, valores que deberían considerarse evidencias que muestran los cambios climáticos que se están registrando en el entorno regional y que finalmente muestra evidencias del cambio climático mundial. Vale la pena aclarar que son escasas y muy puntuales las evaluaciones que se han realizado para identificar este fenómeno climático en la República Mexicana, por lo que se considera como un aporte importante en el ámbito estatal y sugiere la posibilidad de que condiciones similares puedan suceder en México.

## CONCLUSIONES

La sequía intraestival es un fenómeno que se presenta con mayor o menor frecuencia e intensidad en todo el estado de Morelos, de aquí su importancia. La designación de “sequía de agosto” frecuentemente utilizada, resulta impropia, si se considera que el mínimo de precipitación se presenta lo mismo en junio, julio y septiembre. La causa que provoca este fenómeno y que aquí es presentada, obedece a los cambios atmosféricos que se registran durante el verano y particularmente en el Hemisferio Norte, parece ser aceptable y no la explicación que durante tanto tiempo se empleó en el sentido de que éste es un fenómeno producido por el doble paso del sol por el cenit de un determinado lugar. Los valores de intensidad de la canícula obtenidos para diversas localidades y años a partir del año 2000 son cada vez mayores, lo que permite proponer el fenómeno como una manifestación del cambio climático regional.

## LITERATURA CITADA

Beltrán, B. M. 1990. Evaluación de la sequía intraestival en el estado de Morelos. Tesis Profesional, Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma del Estado de Morelos. Cuernavaca, Mor. 58 p.

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.

Espinoza-Paz, M. E. 2004. Evaluación de la sequía intraestival y su efecto en la producción de los cultivos de maíz, frijol y trigo en los estados de Oaxaca, Guerrero y Chiapas. Developing drought and low-nitrogen tolerant maize symposium abstracts.

Cuadro 3. Intensidad de sequía intraestival en localidades del Estado de Morelos a partir del año 2000.

ESTACIÓN	INTENSIDAD	AÑO
Achichipico	33.26	2003
Amacuzac	39.84	2003
Apapasco	34.97	2003
Casasano	51.3	2002
Casasano	51.3	2002
Cayehuacan	46.19	2004
CIVAC	51.29	1991
Cuautlita	48.81	2002
Cuautlita	48.81	2002
Cuentepec	49.49	2002
Cuentepec	49.49	2002
Cuernavaca	46.8	2002
Cuernavaca	46.8	2002
Huecahuasco	53.62	1970
Hueyapan	35.36	2003
Huitzilac	52.67	1968
Jojutla	62.9	2002
Jojutla	62.9	2002
Jonacatepe	38.89	2003
Oacalco	59.36	2002
Oacalco	59.36	2002
Observatorio	48.98	1998
Ocuituco	51.57	1991
Palpan	61.66	2002
Palpan	61.66	2002
Puente de Ixtla	52.87	1980
San Juan Tlacotenco	54.55	2002
Temilpa	26.3	2003
Temixco	46.37	2002
Ticumán	46.77	2002
Tlacotepec	47.39	2002
Tlacotepec	47.39	2002
Tlayacapan	52.09	2002
Tlayacapan	52.09	2002
Totolapan	34.00	2003
Tres Cumbres	48.42	2002
Tres Cumbres	48.42	2002
Yecapixtla	43.16	2003
Zacatepec	47.43	1957

Flores, E. M. A. 1984. Efectos de la sequía intraestival en la producción de los cultivos de temporal en el estado de Michoacán. Tesis Profesional, Facultad de Filosofía y Letras, Colegio de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F. 100 p.

Flores, E. M., R. Araujo, E. Betancourt y D. Liverman. 1996. Comportamiento de la superficie potencialmente apta para el cultivo del maíz de temporal ante un cambio climático. Memorias del Segundo Taller de Estudio de País: México. México Ante el Cambio Climático. Cuernavaca, Morelos, México. p.179-184.

Florescano, E. y Swan, S. 1995. Breve historia de la sequía en México. Universidad Veracruzana, Xalapa, Ver. 246 p.

García, M. E. y Z. Falcón G. 1980, Atlas de México, Edit. Porrúa, S. A. México, D. F.

Granados, R. R. y T. Reyna T. 2000. Condiciones atmosféricas, comportamiento de la distribución pluviométrica y sus efectos en la agricultura de temporal durante 1996-1997 en la Mesa Central de Guanajuato, México. R. Ra'ega, Curitiba. No. 4, p. 23-36. Editora da UFPR.

Hernández, G. A. L. 1996. Efectos de la sequía intraestival en el cultivo del maíz en el estado de Morelos. Tesis Profesional, Facultad de Filosofía y Letras, Colegio de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F. 102 p.

Jiménez, L. J., T. Morales A., T. Reyna T., M. Hernández V., S. Orozco F. y J. Lezama G. 2004. Dinámica de la sequía intraestival en el estado de Tlaxcala, México. Resúmenes III Seminario Latinoamericano de Geografía Física. Puerto Vallarta, Jal. p. 49.

Magaña, V., J. Pérez L., C. Conde y S. Medina. 1997. El fenómeno del Niño y la Oscilación del Sur (ENOS) y sus impactos

en México. Mosiño, A. P. y E. García A. 1968. Evaluación de la sequía intraestival en la República Mexicana. Colegio de postgraduados, Escuela Nacional de Agricultura. Chapingo, México. 52 p.

Mosiño, A. P. y T. Reyna T. 1988. La interrupción del alisio por curvas de los ciclones tropicales en el Golfo de México, causa parcial de la sequía intraestival. Memorias de la Segunda Reunión Nacional de Agroclimatología. Universidad Autónoma de Chapingo. Chapingo, México.

Oswald, S. U. 2003. El recurso agua en el alto balsas. Edit. Centro Regional de Investigaciones Multidisciplinarias, Cuernavaca, Mor. 563 p.

Pérez, L. O. 2000. Efecto de riesgo climático y su predicción sobre la productividad agrícola en el estado de Tlaxcala. Departamento de Agrobiología, Universidad Autónoma de Tlaxcala. Tlaxcala, Tlax.

Reyna, T. T. 1970. Relaciones entre la sequía intraestival y algunos cultivos en México. Serie Cuadernos, Instituto de Geografía, UNAM. México, D. F. 64 p.

Reyna, T. T. y M. Taboada S. 1995. Distribución y duración de la sequía intraestival en el estado de Morelos. Memorias del Primer Taller de Estudio de país: México. México ante el cambio climático. Instituto Nacional de Ecología, U. S. Country Studies Program. Coordinación de la Investigación Científica y Centro de Ciencias de la Atmósfera. México, D. F. p. 175-181.

Reyna, T. T., J. M: Fernández L. y M. Rodríguez S. 2004. Sequía intraestival en el occidente de las Islas de Cuba y de la Juventud e impacto en la actividad agrícola. III Seminario Latinoamericano de Geografía Física. Puerto Vallarta, México. CD.

Sánchez, S. N. y R. Garduño L. 2004. Tendencia de la sequía intraestival en Tacubaya. ContactoS 56, 62-70. México, D. F.

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.

Taboada, S. M., T. Reyna T., R. Oliver G. y M. Beltrán B. 1993. Evaluación de la sequía

intraestival en el estado de Morelos. Dirección General de Investigación y Posgrado, Universidad Autónoma del Estado de Morelos. Cuernavaca, Mor. 78 p.

Taboada, S. M. 2003. Precipitación y sequía intraestival en el estado de Morelos. En: Oswald, S. U. (Edit.). El recurso agua en el alto balsas, Centro Regional de Investigaciones Multidisciplinarias, Universidad Nacional Autónoma de México. Cuernavaca, Mor. p. 155-164.