

LA CONSTANTE TÉRMICA Y SU RELACIÓN CON LA FRUTICULTURA, EN EL ESTADO DE GUERRERO, MÉXICO

Marisela Taboada Salgado^{1*}, Eunice Madai Díaz González¹
Rogelio Oliver Guadarrama¹

Centro de Investigaciones Biológicas, Universidad Autónoma del Estado de Morelos.
Av. Universidad No. 1001. Col. Chamilpa 62209 Cuernavaca, Mor. Correo-e:
Correo-e: taboadam@buzon.uaem.mx

*Autor para correspondencia.

RESUMEN

Una manera de evaluar el efecto de la temperatura sobre el crecimiento y desarrollo de las plantas, es a través de las unidades calor que se reciben durante su desarrollo vegetativo. Dicha cantidad es aproximadamente constante de acuerdo a la especie considerada y se le denomina *constante térmica*, definida como la cantidad de temperatura acumulada durante los meses de febrero a octubre que necesita una especie para completar su desarrollo; contribuye en la formación de azúcares y almidones en granos o frutos; en la coloración y maduración de los mismos, etc. El presente trabajo tiene como objetivo, determinar la constante térmica que se registra en el estado de Guerrero, como indicador agroclimático. Para su determinación, integró un banco de datos

climatológicos que agrupan 184 estaciones presentes en el estado de Guerrero; para su determinación, se empleó el método indirecto o residual propuesto por Wilsie; se evaluaron datos anuales para obtener valores anuales y el promedio de años analizados, mismos que permitieron integrar la cartografía respectiva. Los resultados muestran tres zonas: a) con menos de 2000° calor caracterizando la zona montañosa de la entidad, b) de 2000 a 3000° calor, bordeando a la anterior y c) mas de 3000° calor, caracterizando el 62% de la superficie estatal en la zona costera. Con base en los resultados obtenidos para esta variable, se proponen algunas especies frutícolas con aptitud ecológica que permitiría diversificar la producción estatal.

Palabras clave: *grados calor, constante térmica, Guerrero, fruticultura.*

¹ Recibido: 9/10/2009; Aceptado: 5/12/2009.

ABSTRACT

A way to evaluate the elasticity effect on the growth and development of the plants, is through the units heat that are received during their vegetative development. This amount is approximately constant according to the considered species and thermal constant is denominated to him, defined like the amount of accumulated temperature during the months of February to October that needs a species to complete its development; it contributes in the formation of sugars and grain starches or fruits; in the coloration and maturation of the same, etc. The present work has like objective, to determine the thermal constant that it is registered in the state of Guerrero, like agroclimatic indicator. For his determination, it integrated a climatologic data bank that groups 184 present stations in the state of Guerrero; for its determination, the indirect or residual method was used proposed by Wilsie; annual data were evaluated to obtain annual values and the average of analyzed years, same that allowed to integrate the respective cartography. The results show three zones: a) with less than 2000° heat characterizing the mountainous zone of the organization, b) of 2000 to 3000° heat, bordering to previous and the c) of 3000° heat, characterizing more 62% of the state surface in the coastal zone. Based on the results obtained for this variable, suggests some fruit species with ecological fitness that would diversify the state production.

Palabras clave: *units heat, thermal constant, Guerrero*

INTRODUCCIÓN

En la naturaleza existen una serie de factores que deben considerarse para que una planta o cultivo manifieste en realidad el potencial productivo que no

solo sus caracteres genéticos le fijan; hay además que conjuntar la existencia de un medio ecológico apropiado, en el que la planta puede desarrollar y mostrar sus buenas condiciones productivas (Calderón, 1983). Algunos de estos factores son derivados del clima; la temperatura como elemento de este, es uno de los principales del medio ecológico, su presencia en intensidad a lo largo de los doce meses del año, determina el régimen térmico de un lugar y proporciona un resultado que se traduce en el desarrollo y producción de cultivos. Paralelamente los diferentes tipos de vegetales poseen requerimientos especiales en sus distintos estados fenológicos a lo largo del año, debiendo existir para la obtención de óptimos rendimientos y calidades una concordancia entre las necesidades de temperatura y la presencia de estas.

Una manera de evaluar el efecto de la temperatura sobre el crecimiento y desarrollo de las plantas, es a través de las unidades calor que se reciben durante su desarrollo vegetativo. Dicha cantidad es aproximadamente constante de acuerdo a la especie considerada y se le denomina constante térmica definida como la cantidad de temperatura acumulada durante los meses de febrero a octubre que necesita una especie vegetal para completar su óptimo desarrollo, así como en la formación de azúcares y almidones en granos o frutos; en la coloración y maduración de los mismos, etc. (Romo y Arteaga, 1989). Conociendo el índice agrotérmico de constante térmica, es posible determinar la adaptación de alguna especie anual o perenne, para una región en particular, así como una mejor calendarización sobre las diferentes labores agrícolas que requiera el cultivo.

Entre los trabajos realizados en este sentido se pueden mencionar: la cuantificación de la cantidad de grados

calor se ha asociado principalmente a especies frutales; investigadores a partir de Abbe (1905), citado por Ortiz-Osorio (1984), han tratado de establecer métodos para determinar este parámetro mediante diversas ecuaciones matemáticas sin que éstas sean utilizadas con frecuencia. Cooper (1953), citado por Calderón (1983), dio a conocer que el durazno, en la mayoría de sus variedades, requiere 450 horas calor para llegar a la floración, el manzano y el peral de 600 a 800 horas calor; respecto al chabacano y el ciruelo japonés, sus necesidades son bajas en el orden de 300 horas calor.

Countanceu (1970), citado por Coletto (1989), menciona que así como es importante que los caducifolios cuenten con una cantidad adecuada de frío durante alguna etapa de su desarrollo, lo es el calor recibido durante la floración y la fructificación principalmente. Reyna, Villegas y Gómez (1980), cuantificaron la constante térmica según el "índice restante" propuesto por Wilsie (1966), para Villa de Reyes, San Luis Potosí, elaboraron cartografía que muestra tres regiones plenamente identificables: la zona montañosa donde la constante térmica registró los valores más bajos (1300 a 1500 grados-calor) con altitudes casi siempre superiores a 2000 msnm. En localidades como el Mezquite, Soledad Diez Gutiérrez y San Luis Potosí, se registraron de 1500 a 1700 grados-calor. En Villa de Reyes y Santa María del Río, hubo incrementos notables de temperatura obteniéndose más de 1700 grados-calor.

Taboada (1981), determinó la cantidad de grados calor para el estado de Morelos y los relacionó con la distribución frutícola de la entidad diferenciando especies nativas e introducidas. Tabuena y Herrero (1966) citado por Calderón (1983), han intentado predecir las fechas de floración de distintas especies frutales, en función

de temperaturas primaverales de una zona, el método utilizado es el de unidades calor acumuladas hasta la floración de la especie, en donde definieron las unidades de calor acumulado (Uc) como el número de grados Celsius acumulados durante un determinado periodo, obtenidos a partir del sumatorio de las diferencias entre la temperatura media diaria y una umbral, fijada en 6°C (Agustí, 2004).

Reyna (1984), al efectuar un estudio sobre el cultivo de aguacate *Persa americana* Mill en Atlixco Puebla, reportó que la cantidad de grados-calor promedio recibido fue de 1600 a 1800, mismos que pueden catalogarse como valores medios, sin ser los más adecuados para frutales perennes como mango, papaya, tamarindo y otros que demandan altos requerimientos de calor durante todo el año; tampoco para aguacates antillanos pero sí, para mexicanos, guatemaltecos e híbridos.

Granados (2000), realizó una investigación en el Campo Agrícola Experimental del Norte de Guanajuato (CAENGUA), en la cual las unidades calor, fueron calculadas según el método residual, para cada mes del periodo de verano de mayo a octubre, en donde se pretendía conocer la fecha de siembra óptima de diferentes cultivos básicos. Elaboró cartografía correspondiente a cada mes, en donde mostró las variaciones espaciales de este indicador. Durante este periodo, los meses en los que se registró mayor acumulación de grados calor (más de 400) fueron: mayo, junio y agosto; durante el resto los valores oscilaron entre 200 y 300 grados calor, distinguiéndose en todo tiempo cuatro zonas que mostraron la diferenciación en cuanto a este variable.

Velázquez, *et al.*, (2001), señalan que en México, el uso de los residuos de cultivo varía en forma considerable entre y dentro de regiones, y su uso no se

limita simplemente como mantillo. Los problemas para la adopción de la labranza de conservación son diversos, pero uno de ellos radica en la falta de información sobre el manejo y la conservación de los residuos de cultivo frecuentemente utilizados para la alimentación del ganado y compiten con la labranza de conservación. En experimentos con maíz de temporal de varias localidades del centro-occidente de México, estudiaron el comportamiento de las relaciones sobre el manejo de residuos en cuanto a cantidad, cobertura y descomposición. Los resultados proporcionaron elementos de decisión y marcaron diferencias importantes para el manejo de los residuos y el grado de cobertura de acuerdo con la condición climática. Los modelos de regresión obtenidos permitieron estimar el porcentaje de cobertura del suelo a partir de la cantidad de los residuos presentes sobre la superficie del terreno. Finalmente, utilizaron la constante térmica para interpretar el efecto de la temperatura sobre la descomposición de residuos, lo cual resultó mejor que utilizar el número de días acumulados.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de Estudio

El estado de Guerrero está situado en la región meridional de la República Mexicana, sobre el Océano Pacífico y se localiza a los 16° 19' y 18° 53' de latitud norte; y a los 98° 00' y 102° 11' de longitud oeste. Colinda al norte con los estados de Michoacán de Ocampo, México, Morelos y Puebla; al este con Puebla y Oaxaca; al sur con Oaxaca y el Océano Pacífico; al oeste con el Océano Pacífico y Michoacán de Ocampo (INEGI 2000) (Figura 1).

La geografía estatal se caracteriza por la irregularidad del paisaje, predominando laderas

escarpadas y algunos valles. Destacan de éstos los siguientes: Sierra Madre del Sur, las Costas, la Depresión del Balsas y el Eje Neovolcánico, cubriéndose entre todos más del 85% de la superficie estatal.

Al norte: edificios volcánicos y montes de origen calcáreo, con grutas y cavernas como Cacahuamilpa y Juxtlahuaca; al centro la sierra madre del sur recibe nombres locales como Sierra de la Cuchilla y Cumbres de la Tentación, cuyas alturas máximas sobrepasan los 3 500 m; destacan los cerros Teotepec y Tlacotepec. Entre la sierra del norte y la sierra madre del sur se encuentra la depresión del Balsas, con amplios valles como Iguala, Chilpancingo y Tixtla; la ladera sur de la sierra desciende bruscamente hacia el mar y origina una angosta planicie costera. Para efectuar el presente trabajo se integró un banco de datos térmicos de las estaciones climatológicas del estado de Guerrero, proporcionados por el Servicio Meteorológico Nacional (SMN), con un total de 184 estaciones distribuidas en la entidad, conteniendo información de 1980 a 2004.

Para valorar la constante térmica o los grados calor (término también utilizado con gran frecuencia en horticultura y fruticultura) que tiene el área en estudio, se empleó un método indirecto o residual; es decir, no el de sumar las temperaturas medias diarias (método directo), sino el de calcular la acumulación de calor de febrero a octubre inclusive, cuando la temperatura media mensual permanece por arriba de 12 °C; Wilsie (1966) considera a esta temperatura como base para desencadenar una actividad fisiológica normal en las plantas; el análisis se realizó año por año para finalmente obtener el promedio. Con base en el "sistema de índice residual" propuesto por Wilsie (1966), se trabajaron los datos año por año para obtener el valor total

anual, de la mencionada constante en cada una de las estaciones analizadas.

La fórmula utilizada fue:

$$GC = \frac{\sum (t_i - 12) \times 30}{n}$$

Donde:

GC = grados calor
 t_i = temperatura media mensual
n = número de años utilizados

Una vez obtenidos los valores de las estaciones climáticas se integró la cartografía que muestra, en una primera fase, la regionalización de grados calor en la entidad usando como mapa base el Condensado Estatal de Guerrero escala 1:700 000.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De acuerdo a la determinación realizada para el estado de Guerrero, se registraron tres áreas, con los siguientes rangos de constante térmica: con valores de menos de 2000, de 2000 a 3000 y más de 3000 grados-calor; existiendo una estrecha relación entre este indicador y la altitud.

A. la zona de menos de 2000 grados calor caracteriza a 17 estaciones climatológicas, que representan el 9.2% del total, ubicadas en la región montañosa del estado, en la parte central y distribuida de oeste a este atravesando la entidad, registrando la mayoría de ellas más de 1500 msnm. dentro de este rango se ubican localidades como Atlamajalcingo del Monte con 1950 grados calor (Figura 2); con características similares se encuentran Coaxtlahuacan, San José lagunas y Chilapa, entre otras, ubicadas en parte de los distritos de

Altamirano, Chilpancingo y Tlapa. La localidad con menor acumulación de grados calor dentro de este rango fue Omiltemi con 595 grados calor, respondiendo a sus 2200 msnm.

Pequeñas isletas situadas en la región norte de la entidad, también cuentan con cantidades similares de constante térmica, entre ellas Teloloapan, con 1907 grados calor y una altitud de 1650 msnm.

B. La zona que registró entre 2000 a 3000 grados calor, se encuentra bordeando a la anteriormente descrita, tanto en la parte superior como inferior; debido a que la cantidad de grados calor se encuentra asociado a la temperatura y ésta a la altitud, los valores de esta última fueron del orden de 700 a 1500 msnm. el 28% de las estaciones (53) registraron valores de constante térmica dentro de este rango, se pueden mencionar localidades como Zumpango del Río, Buena Vista de Cuellar, Olinalá, Chilpancingo, Taxco, Huiziltepec, Tixtla, Chilapa e Ixcateopan, entre otras. esta zona caracteriza parte de los distritos de Altamirano, Chilpancingo, Tlapa y parte de Atoyac. al igual que en el rango anterior, existen pequeños islotes en la porción sureste en el distrito de las vigas y una lengüeta ubicada en la región norte en el distrito de iguala.

C. por las condiciones fisiográficas del estado de Guerrero, la mayor parte de la entidad se caracterizó por registrar más de 3000 grados calor en una amplia superficie del estado. Un total de 114 estaciones climatológicas (62%) se caracterizaron por presentar este rango de calor; los rangos altitudinales oscilaron entre 5 y 900 msnm. la distribución es básicamente hacia la zona costera y la región

norte del estado; excepcionalmente la estación “el terreno” registró 7429.3° calor, considerándose la máxima extrema; contrariamente la mínima extrema dentro de este rango es Coyuca de Benitez con 3004.53 grados calor. Estaciones como Atenango del Río, Arcelia, Iguala, Cuajinicuilpa, Ometepec, Copala, Tlapa, Acapulco de Juárez, San Juan de las Flores y Guayameo Zirándaro, entre otros se ubican dentro de este rango. a nivel de distritos de desarrollo, todos se manifiestan con diversas localidades incluidas en ellos.

El vínculo primario de esta variable es con la fruticultura, actividad complementaria del sector agrícola que aporta al país un ingreso per cápita

importante resultado de procesos diversos (producción, comercialización e industrialización), liderada a nivel mundial y nacional por los cítricos. Ya desde hace algunos años se mencionaba que en términos de rentabilidad, el cultivo y explotación de los frutales originan una utilidad económica siete veces mayor que la obtenida por cultivos anuales (Sánchez, 1975).

Desde este punto de vista y de acuerdo con los resultados antes señalados sobre la acumulación de grados calor en el estado de Guerrero, se incluye una propuesta de frutales potencialmente aptos, considerando como criterio complementario el parámetro constante térmica (Cuadro 1).



Figura 1. Ubicación geográfica del estado de Guerrero México.

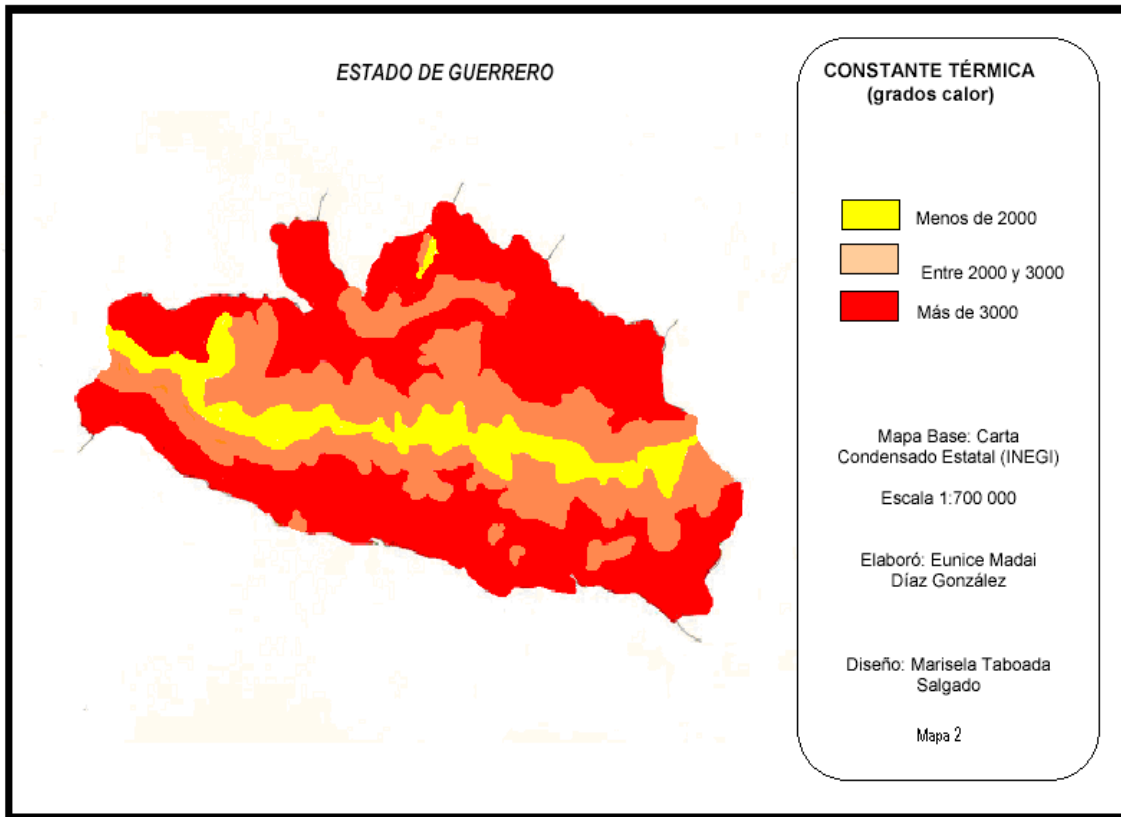


Figura 2. Constante Térmica para el estado de Guerrero, Mexico.

Cuadro 1. Especies frutícolas propuestas para el Estado de Guerrero

Frutal	TO °C	TM °C	TM °C	PP mm	Altitud msnm	Tipo de suelo	pH del suelo
Aguacate	15 - 25	35	10	665 a 1600	800-2500	arenosos, franco-arcillosos	5.0 a 6.5
Guayaba	15 - 22	nd	nd	568	0-1800	arenosos, arcillosos	7.6 a 8.2
Maracuyá	23-27	> 35	nd	800-1750	300-900	arenosos, arcillosos	6.0 a 6.5
Naranja	25-30	35 - 39	< 13	1200	400-1300	arenosos, o francos	6.0 y 7.0
Granada	20-30	40	< 12	nd	800-1000	arenosos, arcillosos	nd
Macadamia	20- 35	44	<13	1200 a 3000	700-1200	nd	nd

TO=Temperatura Óptima; TM= Temperatura Máxima; TM= Temperatura Mínima; PP= Precipitación; nd = no disponible.

La zona del estado de Guerrero que se propone como área potencial para introducir aguacate corresponde a la zona central de la montaña, la de menos de 2000 grados calor, en donde se encuentran localidades como: Atlamajalcingo del Monte, Tlacotepec, Chiepetepec Tlapa, Coaxtlahuacan, Mochitlán, así como la zona limítrofe a ésta en lugares como Acapetlahuaya, Buenavista de Cuellar, Casas Viejas, Petatlán, el Porvenir y Tecpan, entre otras.

El guayabo y la granada, se proponen para localidades como Chilapa, Huamuxtlán y Chiepetepec, ubicadas en la zona de 2000 a 3000 grados calor y temperaturas entre 20 y 30° C. Ésta zona y la de más de 3000 grados calor, son las más aptas para cultivar cítricos, particularmente el naranjo, se sugiere para localidades como Alcozauca, Chauzingo, Huitzucó, El Porvenir, Tecpan, Malinaltepec Atoyac de Alvarez, Ayutla, Ciudad, Altamirano y Coyuquilla, por mencionar algunas.

Coyuca de Benitez, Atoyac de Alvarez, Ciudad Altamirano, Milpillás, Ometepec, entre otras, son localidades en las que se sugieren como potenciales para frutales como granada y maracuyá, con más de 3000 grados calor y temperaturas entre 20 y 35 ° C.

CONCLUSIONES

Por las características fisiográficas del Estado de Guerrero, se determinaron tres regiones con los siguientes rangos de constante térmica: menos de 2000 grados calor, de 2000 a 3000 y más de 3000. La primera zona, caracteriza al 9.2 % de la superficie estatal particularmente la zona montañosa en localidades de más de 1500 msnm como Atlamajalcingo del Monte, Chilapa y Coaxtlahuacan. La segunda se encuentra bordeando a la

anteriormente descrita, ocupa el 28% de la superficie. Algunas localidades son: Buena Vista de Cuellar, Chilpancingo e Ixcateopan, con rangos altitudinales entre 700 a 1500 msnm. Finalmente, la zona con mayor acumulación de ésta variables caracteriza al 62 % de la superficie del Estado, los rangos altitudinales oscilan entre 5 y 900 msnm. Copala, Acapulco de Juárez, Tlapa, por mencionar algunas localidades caracterizan esta zona.

Considerando que la fruticultura permite mejorar las condiciones económicas del sector rural, que es necesario diversificar las actividades productivas de los campesinos y tomando en cuenta las características ecológicas particulares de cada una de las regiones, se presenta una primera aproximación que permite proponer especies potenciales de ser cultivadas con éxito. En este sentido, el área con mayor aptitud potencial es la zona con valores de 2000 a 3000 grados calor, ya que de los seis frutales propuestos para ser cultivados cuatro de ellos se ubican en esta zona, destacando: el naranjo, granada, aguacate y guayaba. El área con más de 3000 grados calor se proponen tres frutales: maracuyá, macadamia y naranjo; en tanto que la zona con menos de 2000 grados calor se propone aguacate y guayaba.

Sugerir la introducción de nuevas especies frutales, ayudara de alguna manera a crear una mejor economía, así como a generar fuentes permanentes de trabajo para gran parte de la población, la que a su vez alcanzara mayores índices de bienestar. Los efectos del establecimiento y manejo inadecuado de un huerto, se dejan sentir a corto, mediano y largo plazo, pues por ser los frutales, árboles de una gran longevidad, cuyas primeras producciones se tienen a partir de varios años, si el establecimiento no fue el apropiado, los requerimientos no logran normalizarse

a lo largo de toda su existencia, la cual según Calderón (1983), puede ser en ocasiones excepcionales hasta de varios siglos, en tanto que el mango, el aguacate, el nogal y el olivo pueden sobrepasar el siglo o extender su vida durante varios siglos.

LITERATURA CITADA

Castro, Z. R., R. Arteaga R., M. Vázquez T. y J. L. Jiménez R. 2002. Introducción a la meteorología. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 247 p.

Instituto Nacional de Geografía e Informática. 1999. Superficie de la República Mexicana por Estados. Gobierno del Estado de Guerrero.

Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática. 1997-2005. Anuario Estadístico del estado de Guerrero. Gobierno del Estado de Guerrero.

Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática. 2000. Marco Geoestadístico. Gobierno del Estado de Guerrero.

Lomas, J. 1988. An agrometeorological model for assessing the effect of heat stress during the flowering and early fruit set on avocado yields. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 113(1):172-176.

Manssur, B. M. 1975. Effects of temperature and day length on growth and flowering of roselle, *H. sabdariffa* L. *Sci Hort.* 3:129-135.

Ortiz-Solorio, C. A. 1984. Elementos de agrometeorología cuantitativa. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 235 p.

Romo, G. J y R. Arteaga R. 1989. Meteorología agrícola. Universidad Autónoma de Chapingo. Chapingo, México.

Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, 2000. Gobierno del Estado de Guerrero. Programas de Desarrollo Regionales (PDR's).

Siade, B. 1984. La fruticultura y su participación en la alimentación. En: Reyna, T. T. (Edit.). Seminario sobre la alimentación en México. Instituto de Geografía. UNAM. México. P. 72-83.

Tamayo, L. J. 2004. Geografía Moderna de México. Edit. Trillas. México, D. F. 512 p.

Urra, F. y J. Apablaza. 2005. Temperatura base y constante térmica para el desarrollo de *Copitarsia decolora* (Lepidoptera: Noctuidae). *Ciencia e Investigación Agraria.* 32(19):19-26.