

Reporte agrometeorológico

Marzo de 2010



**Red de monitoreo agroclimático
del estado de Zacatecas**

**Guillermo MEDINA GARCÍA
Jaime MENA COVARRUBIAS
Nadiezhdha Y. Z. RAMÍREZ CABRAL**

INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES FORESTALES, AGRÍCOLAS Y PECUARIAS
CENTRO DE INVESTIGACIÓN REGIONAL NORTE CENTRO
CAMPO EXPERIMENTAL ZACATECAS
Calera de V. R., Zacatecas

No está permitida la reproducción total o parcial de esta publicación, ni la transmisión de ninguna forma o por cualquier medio, ya sea electrónico, mecánico, fotocopia, por registro u otros métodos, sin el permiso previo y por escrito de la Institución.

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias.
Progreso No. 5, Barrio de Santa Catarina
Delegación Coyoacán
04010 México, D.F.
Tel. (55) 3871-8700

Primera edición. 2010
Impreso en México



Instituto Nacional de Investigaciones
Forestales, Agrícolas y Pecuarias

Reporte agrometeorológico

Marzo de 2010

Guillermo MEDINA GARCÍA¹
Jaime MENA COVARRUBIAS²
Nadiezhdá Y. Z. RAMÍREZ CABRAL³

¹Dr. Investigador responsable de la Red de Monitoreo agroclimático del estado de Zacatecas. Campo Experimental Zacatecas. INIFAP.

²Dr. Investigador de Entomología. Campo Experimental Zacatecas. INIFAP.

³MC. Investigador en modelaje de sistemas. Campo Experimental Zacatecas. INIFAP.

Contenido

ANTECEDENTES	1
RED DE MONITOREO AGROCLIMÁTICO.....	2
RESUMEN MENSUAL DE VARIABLES METEOROLÓGICAS	4
AGRICULTURA Y CLIMA	5
Temperatura.....	5
Requerimientos de calor por las plantas	5
Acumulación de unidades calor.....	6
EL GUSANO COGOLLERO, Spodoptera frugiperda COMO UN INDICADOR DEL CALENTAMIENTO GLOBAL EN ZACATECAS: EVIDENCIAS	
PRELIMINARES.....	11
RESUMEN MENSUAL	18
LITERATURA CITADA.....	1
APÉNDICE	19

Antecedentes

La agricultura es una actividad estrechamente relacionada con el clima. La cantidad de lluvia, la humedad almacenada en el suelo, la ocurrencia de una helada o de granizo, constituyen algunos de los componentes del clima que año con año repercuten en la producción de cosechas. La presencia de plagas y enfermedades, la eficiencia en la absorción de nutrientes, la demanda de agua por las plantas y la duración de los ciclos vegetativos, dependen también en gran medida de las condiciones del clima (FAO, 1981; Critchfield, 1983; Silva y Hess, 2001).

En el estado de Zacatecas la mayor parte de la agricultura se realiza en condiciones de temporal (INEGI, 2006), la cual se caracteriza por alta frecuencia de sequías, ocurrencia de heladas tempranas, lluvias torrenciales y mal distribuidas, y en general pueden presentarse heladas tardías y vientos de gran intensidad.

Con el propósito de tener un conocimiento de las condiciones del

clima en relación con el desarrollo de los cultivos y su manejo, el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), implementó en el año 2002 el proyecto “Red de monitoreo agroclimático del estado de Zacatecas”, financiado por la Fundación Produce Zacatecas, A. C.

La “Red de monitoreo agroclimático” es una herramienta de apoyo a la toma de decisiones de las dependencias estatales y federales involucradas en el desarrollo agropecuario del Estado, así como para los agricultores y ganaderos.

Como parte de la estrategia para la divulgación de la información registrada por la red de estaciones, se presenta la publicación de un reporte agrometeorológico mensual, con el objetivo de dar a conocer información de las condiciones ambientales prevalecientes durante cada mes, relacionada con el desarrollo de los cultivos y comparada con las condiciones climáticas normales.

Red de monitoreo agroclimático del estado de Zacatecas

La red cuenta con 36 estaciones climáticas automáticas (Cuadro 1) distribuidas (Figura 1) en el Estado, cubriendo diferentes ambientes. Cada estación está equipada para medir la temperatura del aire, humedad relativa, precipitación, dirección y velocidad del viento, radiación solar y humedad de la hoja. La medición de las condiciones del estado del tiempo se realiza cada 15 minutos y los datos son transmitidos por las estaciones a la base central que se encuentra ubicada en el Campo Experimental Zacatecas (Medina *et al.*, 2007). La información de las estaciones puede ser consultada en tiempo real en Internet en el sitio:

www.zacatecas.inifap.gob.mx

en donde se pueden consultar los datos en forma diaria y en forma gráfica. Se presentan también índices agroclimáticos como horas frío, horas de heladas y evapotranspiración. La información está disponible para los productores, dependencias relacionadas con el Sector Agropecuario y para el público en general.

CUADRO 1. ESTACIONES DE LA RED DE MONITOREO AGROCLIMÁTICO DEL ESTADO DE ZACATECAS.

ESTACIÓN	MUNICIPIO
Campo Exp. Zacatecas	Calera
Cañitas	Cañitas Felipe P.
Mesa de Fuentes	Enrique E.
Mogotes	F. R. Murguía
Ábrego	Fresnillo
Col. Emancipación	Fresnillo
El Pardillo 3	Fresnillo
Rancho Grande	Fresnillo
U.A. Biología	Guadalupe
Santo Domingo	Jalpa
Santa Rita	Jerez
Santa Fe	Jerez
Loreto	Loreto
El Gran Chaparral	Luis Moya
Marianita	Mazapil
Tanque de Hacheros	Mazapil
Campo Uno	Miguel Auza
Momax	Momax
El Saladillo	Pánfilo Natera
La Victoria	Pinos
Col. Progreso	Río Grande
Col. González Ortega	Sombrerete
Col. Hidalgo	Sombrerete
Emiliano Zapata	Sombrerete
Providencia	Sombrerete
Tierra Blanca	Tabasco
Tepechitlán	Tepechitlán
Las Arcinas	Trancoso
CBTA Valparaíso	Valparaíso
Agua Nueva	Villa de Cos
Chaparrosa	Villa de Cos
COBAEZ Villa de Cos	Villa de Cos
Sierra Vieja	Villa de Cos
Estancia de Ánimas	Villa G.Ortega
Villanueva	Villanueva
U.A. Agronomía	Zacatecas

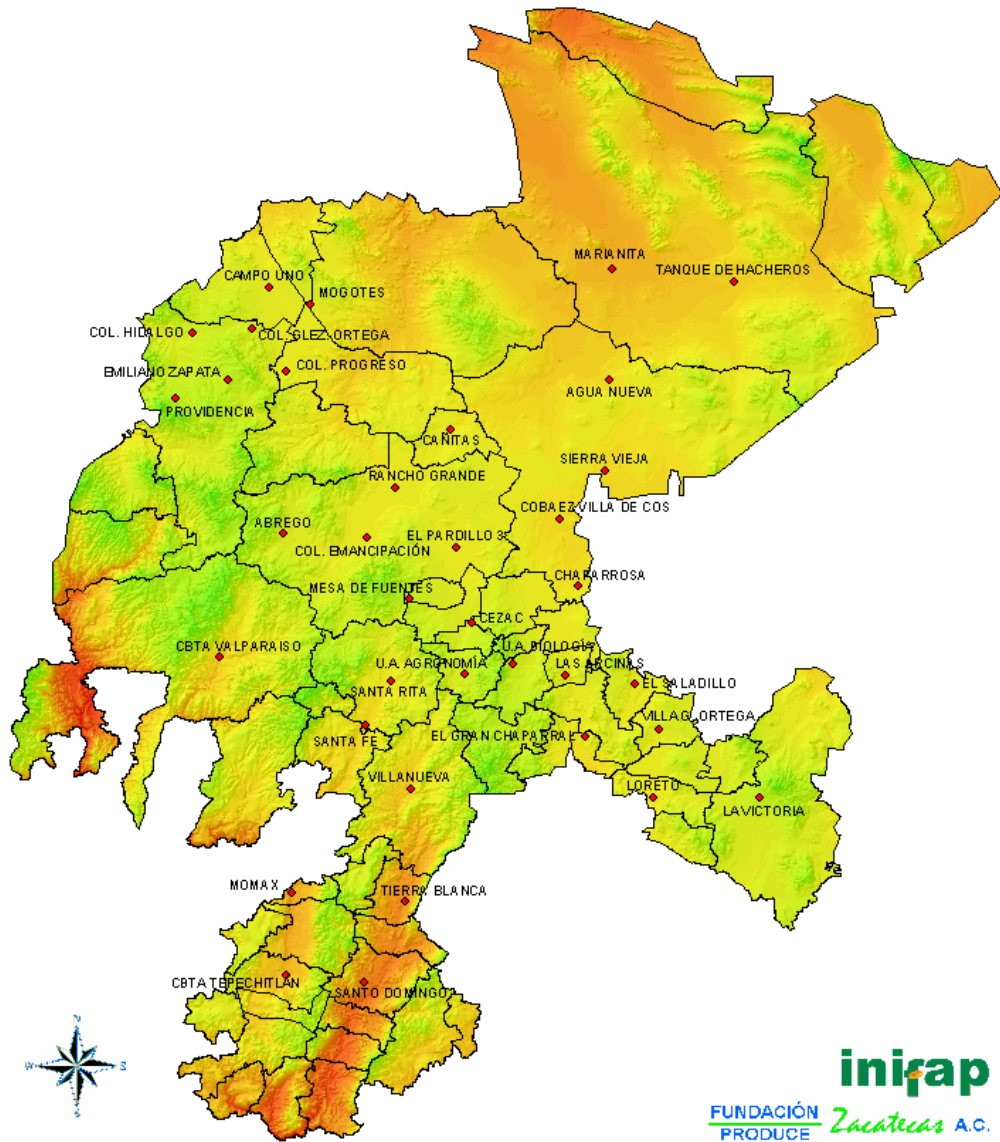


FIGURA 1. RED DE MONITOREO AGROCLIMÁTICO DEL ESTADO DE ZACATECAS.

Resumen mensual de variables meteorológicas

Mes de Marzo

TEMPERATURA

	°C	Estación
Promedio	14.0	
Máxima promedio	23.6	
Máxima extrema	31.2	Tierra Blanca
Mínima promedio	3.9	
Mínima extrema	-6.1	Tanque de hacheros
Promedio histórico**	15.6	

PRECIPITACIÓN

	mm	Estación
Promedio mensual	0.4	
Mínima	0.0	
Máxima	2.0	El Pardillo 3
Promedio decena uno	0.4	
Mínima	0.0	
Máxima	2.0	Santa Fe
Promedio decena dos	0.0	
Mínima	0.0	
Máxima	0.0	Loreto
Promedio decena tres	0.0	
Mínima	0.0	
Máxima	0.0	
Promedio histórico mensual**	3.4	

HUMEDAD RELATIVA

	%	Estación
Promedio	33.1	
Máxima promedio	64.2	
Máxima extrema	100.0	Varias
Mínima promedio	12.5	
Mínima extrema	4.0	Varias

VIENTO

	km	Estación
Promedio	7.8	
Máxima promedio	20.2	
Máxima extrema	53.1	El Saladillo
Dirección dominante	SO	

*Los promedios son obtenidos de las 36 estaciones de la red.

**Fuente: CNA. Datos históricos 1961-2003.

Agricultura y clima

Temperatura

La temperatura se considera como la esencia del clima. La mayoría de los procesos fisiológicos que se realizan durante el crecimiento y desarrollo de las plantas están fuertemente influenciados por la temperatura. En algunas especies, las bajas temperaturas estimulan la floración, mientras que en otras requieren temperaturas relativamente altas antes de la floración (Ortiz, 1987).

En general las especies vegetales sobreviven a temperaturas que varían de los 0 a los 50°C. No obstante, la producción de cultivos usualmente ocurre donde las temperaturas medias del período de crecimiento varía entre 10 y 41°C (Ortiz, 1987; Torres, 1983).

Requerimientos de calor por las plantas.

Cada especie vegetal tiene temperaturas críticas o cardinales que definen los requerimientos de calor necesarios para su crecimiento y desarrollo. Estas temperaturas

cardinales generalmente incluyen la mínima (la temperatura más baja a la cual la planta crece), la óptima (la temperatura a la cual el crecimiento y desarrollo son más grandes) y la máxima (la temperatura más alta a la cual la planta crece) (Ortiz, 1987; Nava y Cano, 1998).

A la temperatura más baja a la cual la planta crece y la temperatura más alta a la cual la planta crece también se les conoce como temperaturas umbrales. Además de las temperaturas cardinales existen las temperaturas letales, las cuales provocan la muerte de la planta.

Las plantas deben acumular determinada cantidad de calor medida en **grados/día o unidades calor (UC)**, desde la germinación hasta la madurez. Dicha cantidad es aproximadamente constante para cada especie y se le denomina constante térmica (Villalpando, 1985).

De igual manera los insectos deben acumular cierto número de unidades calor para pasar de una etapa de desarrollo a otra.

Por otra parte, debido a las variaciones anuales del clima, las fechas del calendario no son una buena base para decisiones de manejo. Medir la cantidad de calor acumulado en el tiempo, provee una escala de tiempo fisiológico que es biológicamente más precisa que los días calendario (Grageda et al., 2002).

Debido a la importancia que tienen algunas plagas en el Estado, a partir de este mes se presentará la acumulación de unidades calor de cada una de las estaciones de clima de la Red de Monitoreo Agroclimático del estado de Zacatecas, relacionándolas con las etapas de desarrollo de los insectos. Para su estimación se utilizó el método residual, descrito a continuación:

Unidades calor = Temperatura media – Temperatura base

Acumulación de unidades calor

En base a los datos registrados por la Red de Monitoreo Agroclimático del estado de Zacatecas y considerando la acumulación de unidades calor para el gusano del fruto (*Spodoptera frujiperda*), considerando una temperatura base de 10.9°C (Ramírez-García et al., 1987).se presenta la siguiente información:

La acumulación de unidades calor fue en aumento conforme avanzó el mes. En la primera decena la acumulación de unidades calor varió desde 13 UC en la estación Col. Hidalgo, Sombrerete, hasta 81 UC en la estación Santo Domingo en Jalpa. El promedio de acumulación de todas las estaciones fue de 34 UC (Figura 2).

En la segunda decena del mes de marzo la acumulación de UC fue menor a la primera. El promedio de unidades calor de todas las estaciones del Estado fue de 24. La estación que registró la menor acumulación de unidades calor fue Col. Hidalgo en Sombrerete con 6 UC, y la que acumuló más fue la estación

Santo Domingo en Jalpa con 78 UC (Figura 3).

En la tercera decena del mes de marzo el promedio de UC fue de 44. La estación Col. Hidalgo en Sombrerete fue la que registró la menor cantidad de UC con solamente 22, y la que registró la mayor cantidad fue la de Santo Domingo, Jalpa con 103 unidades (Figura 4).

Considerando las unidades calor acumuladas durante todo el mes de marzo, en promedio se registraron 102, variando desde 41 UC en la estación Col. Hidalgo, Sombrerete hasta 262 en la estación Santo Domingo, Jalpa. (Figura 5). En dicha figura se aprecia que en la franja

agrícola más importante del Estado, que va desde el municipio de Sombrerete hasta el de Pinos, se acumularon de manera general entre 50 y 150 UC, mientras que en el suroeste del Estado la acumulación fue hasta de 262 UC.

En la Figura 6 se presentan a manera de ejemplo gráficas de las unidades calor decenales acumuladas a partir del mes de marzo, de dos estaciones diferentes. Sólo se presentan dos gráficas, pero se pueden consultar las gráficas de las 36 estaciones en el sitio de Internet del Campo Experimental Zacatecas www.zacatecas.inifap.gob.mx.

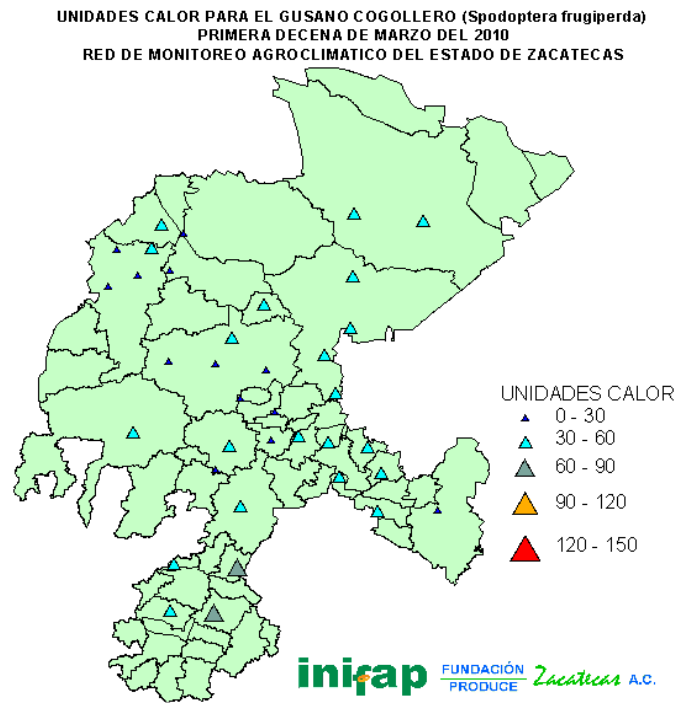


FIGURA 2. Unidades calor de la primera decena del mes de marzo del 2010.

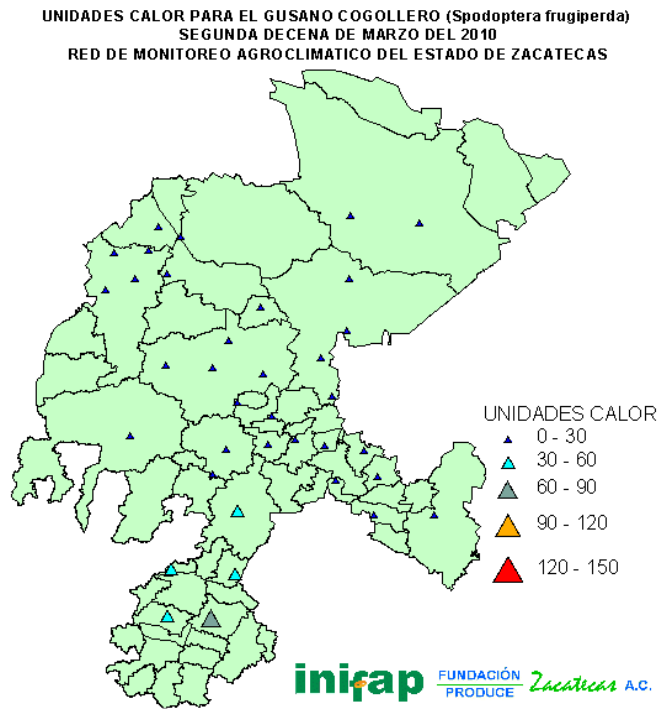


FIGURA 3. Unidades calor de la segunda decena del mes de marzo del 2010.

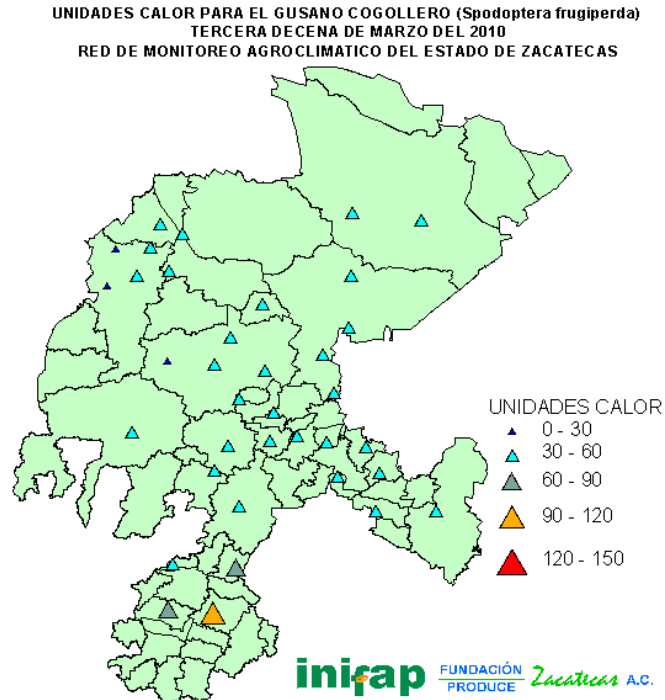


FIGURA 4. Unidades calor de la tercera decena del mes de marzo del 2010.

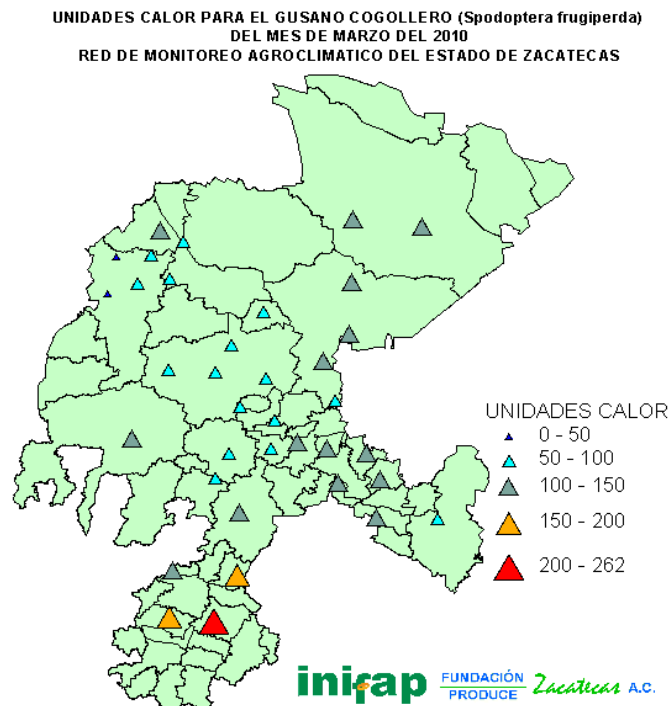
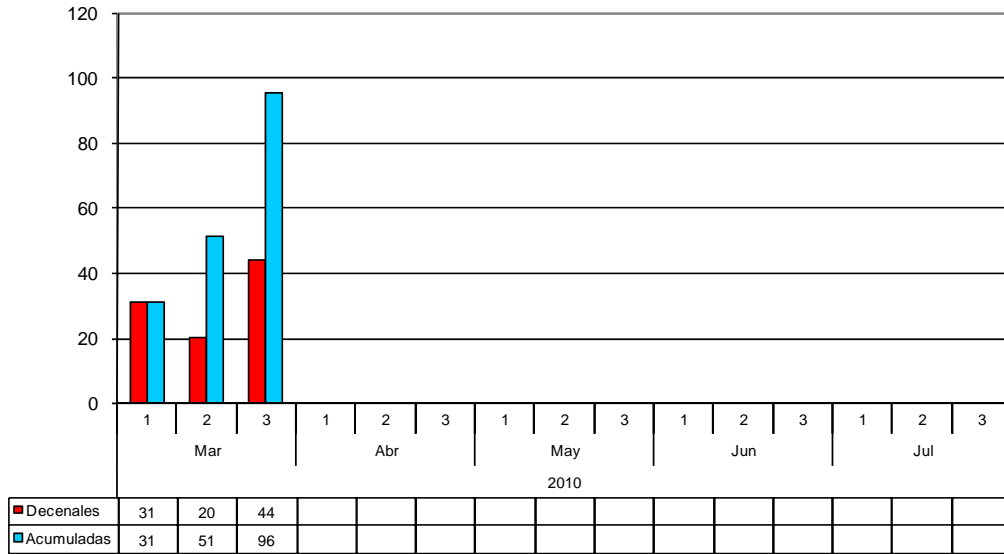


FIGURA 5. Unidades calor acumuladas durante el mes de marzo del 2010.

UNIDADES CALOR DECENALES PARA
EL COGOLLERO (*Spodoptera frugiperda*)
EN LA ESTACION COL.GLEZ. ORTEGA, SOMBRERETE



UNIDADES CALOR DECENALES PARA
EL GUSANO COGOLLERO (*Spodoptera frugiperda*)
EN LA ESTACION SANTO DOMINGO, JALPA

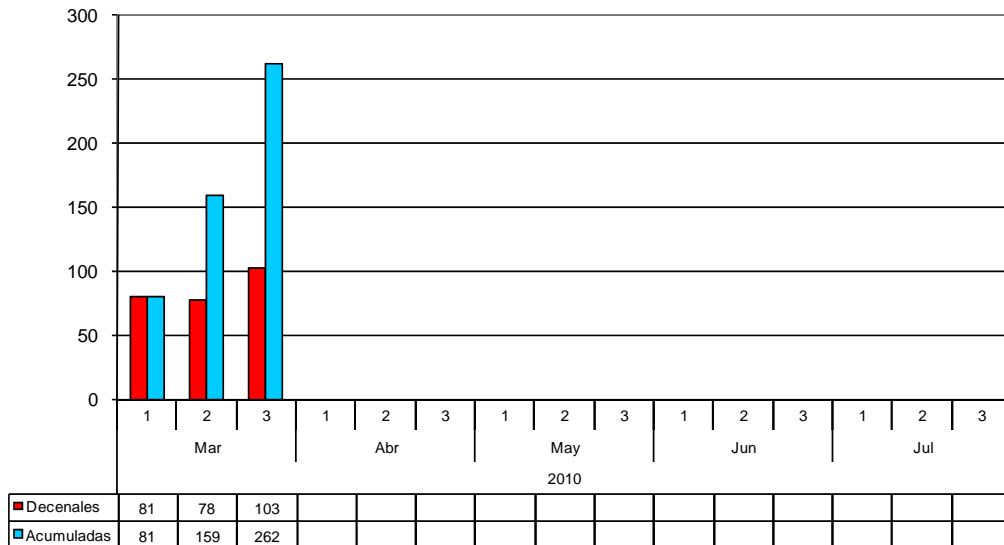


FIGURA 6. Unidades calor acumuladas a partir del mes de marzo en dos estaciones de la red.

EL GUSANO COGOLLERO, *Spodoptera frugiperda* COMO UN INDICADOR DEL CALENTAMIENTO GLOBAL EN ZACATECAS: EVIDENCIAS PRELIMINARES

El calentamiento global es el incremento en la temperatura promedio de la tierra, lo cual forma parte del cambio climático. Además del aumento en la temperatura, incluye otros aspectos como cambios en los patrones de lluvia, eventos climáticos extremos, mayores concentraciones de rayos ultravioleta, o de concentraciones de gases como CO₂. La mayoría de los científicos predicen que la temperatura del planeta tierra se incrementará entre 1.5 a 4.5° C para el año 2050 (Cannon, 2004; Keller, 2007; Pimentel, 1991). Se considera que durante los últimos 100 años, la temperatura promedio del planeta se ha incrementado 1°C en promedio, y que los 10 años mas calientes que se han observado desde 1880 han ocurrido a partir de 1980 (Rabb y Sokolow, 1997).

La utilidad de la red de estaciones climáticas en Zacatecas

Los datos históricos de clima son un dato clave para documentar que está pasando con el clima a través del tiempo. Afortunadamente, en Zacatecas se tiene en existencia este tipo de información desde hace varios años.

Para propósitos de esta sección, se hizo un análisis de la temperatura que se ha presentado en la estación meteorológica del Campo Experimental Zacatecas, municipio de Calera. La serie de datos comprende el período 1973 a 2009. Los datos considerados fueron la temperatura promedio cada 10 días durante los meses de marzo a octubre, que es el período de mayor importancia para la actividad del gusano cogollero del maíz, *Spodoptera frugiperda*, y su principal hospedera en la región, el cultivo de maíz.

El uso de unidades calor para calcular el desarrollo de un insecto

La temperatura es el principal factor ambiental que determina la rapidez en el desarrollo de los insectos y plantas (organismos poiquiloterms). El desarrollo de estos organismos empieza solamente cuando la

temperatura está arriba de un cierto punto crítico o temperatura umbral inferior de desarrollo. A medida que la temperatura aumenta por arriba de este punto crítico, la velocidad de desarrollo se incrementa en forma casi lineal hasta alcanzar un punto máximo (temperatura máxima de desarrollo), para luego decaer, debido a la degradación enzimática causada por temperatura alta, hasta que el organismo muere al alcanzar una temperatura letal. Esta relación entre el desarrollo de un insecto y la temperatura se puede medir de manera precisa utilizando una variable conocida como unidades calor. Una unidad calor se acumula cuando la temperatura promedio de un día es un grado mayor que la temperatura umbral inferior de desarrollo de un insecto.

En el Cuadro 13 se presentan las unidades calor acumuladas durante el mes de marzo del presente año para 36 localidades, distribuidas en el estado de Zacatecas, de 12 insectos plaga de importancia económica, donde está incluido el gusano cogollero. Las Figuras 2, 3 y 4 representan las unidades calor acumuladas para la

primera, segunda y tercera decena del mes de marzo, respectivamente. Es hasta la decena tres donde ya se empiezan a marcar diferencias pronunciadas entre los distintos lugares, especialmente la zona de los cañones.

Para el caso del gusano cogollero, la temperatura umbral mínima es de 10.9°C, y la duración del ciclo biológico de una generación es de 498.6 unidades calor (Ramírez-García *et al.*, 1987). El utilizar las unidades calor como una variable para tratar de detectar el efecto del calentamiento global es importante ya que permite visualizar de manera mas precisa que puede estar pasando en un agroecosistema, especialmente cuando el indicador es un insecto, como se verá a continuación.

Unidades calor acumuladas entre 1970 y 2009

Hay una tendencia clara de incremento en la cantidad de unidades calor que se acumulan a través de los años, ya que mientras que en el año de 1973 se tuvieron 1160 unidades calor, para el

año 2009 esa acumulación alcanzó las 1689 unidades calor (Figura 7).

Debido a que el gusano cogollero requiere alrededor de 500 unidades calor para completar una generación,

los datos indican claramente que 40 años después, el clima en esta parte de Zacatecas permite que el gusano cogollero pueda completar una generación mas.

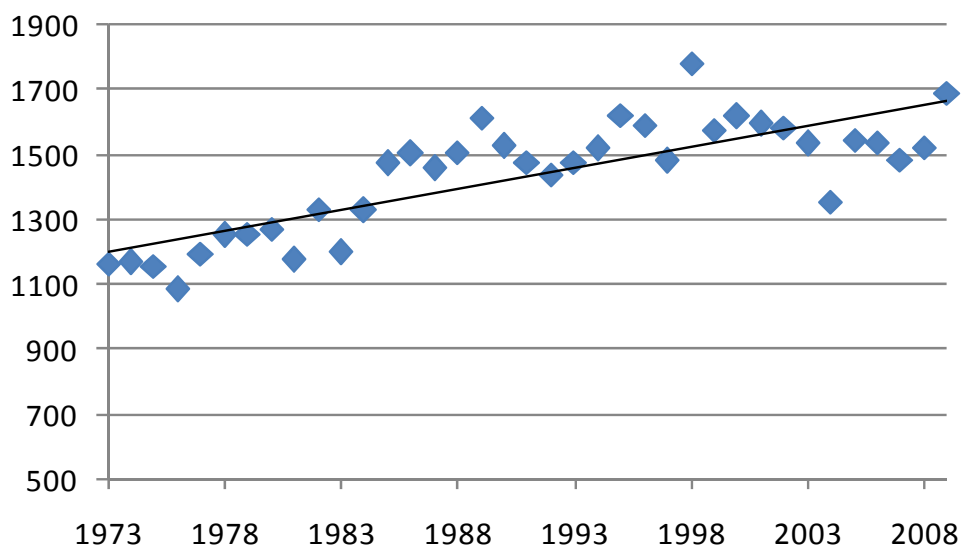


Figura 7. Unidades calor acumuladas anualmente, entre los meses de marzo a octubre, para el gusano cogollero del maiz, *Spodoptera frugiperda* en Calera, Zacatecas.

¿Qué significa que un insecto puede completar una generación mas durante el año?

Debido a que los insectos tienen ciclos de vida cortos, gran movilidad, alto potencial reproductivo y sensibilidad fisiológica a la temperatura, aún cambios modestos en el clima tienen impactos rápidos en su distribución y

abundancia (Ayres y Lombardero, 2000).

El incremento en la temperatura ambiente para estos organismos poiquiloterms tiene consecuencias directas, ya que incrementa sus patrones de actividad y por tanto, muchos insectos colonizan mas pronto los cultivos y se prolonga por mas

tiempo su actividad al final del año; también hay un impacto directo sobre las tasas de desarrollo, y como resultado se puede incrementar el número de generaciones por año (Altermatt, 2010, Porter *et al.*, 1991). De hecho, se considera que el incremento en el número de generaciones por año de un insecto (voltinismo) es un indicador de cambio climático, y que las mariposas (orden Lepidoptera) es uno de los grupos de insectos que se pueden utilizar como indicadores del cambio en los patrones de abundancia y distribución (Thomas, 2005).

El incremento en la cantidad de unidades calor que permite al gusano cogollero tener tres generaciones por año en lugar de las dos que tenía hace 40 años, también ha sido documentada para otros insectos de su mismo orden (Altermatt, 2010), así como para otros grupos de insectos, como los descortezadores de abetos del género *Ips* por ejemplo (Faccoli, 2009).

Un aspecto adicional es que esa acumulación extra de unidades calor le permitirá a los insectos plaga poder colonizar nuevas áreas donde

anteriormente no estaba presente ese insecto; esto ha sido publicado para otros insectos plaga del maíz, como el gusano del fruto, *Heliothis zea*, las diabroticas, *Diabrotica spp* y el barrenador europeo del maíz, *Ostrinia nubilalis* (Diffenbaugh *et al.*, 2008).

Implicaciones desde el punto de vista de manejo del gusano cogollero del maíz, ante un escenario de calentamiento global

Para el caso del gusano cogollero en Zacatecas, durante los últimos años ha sido claro que la frecuencia y la magnitud de los daños es cada vez mayor, y es común encontrar varios casos de pérdida total del cultivo durante el establecimiento.

La Figura 8 muestra la población de adultos durante el año de 1996, y ahí es claro que al final del ciclo, existe un periodo de 1.5 a 2 meses en los cuales la población de adultos es igual o mayor que los picos de las primeras generaciones; dichos adultos ovipositan por ese tiempo cantidades enormes de huevos, los cuales rápidamente pasan a la fase de larva, lo que incrementa el daño por éstas y el riesgo de pérdidas,

ya que en maíces en fase de reproducción, la larva de gusano cogollero prefiere alimentarse el elote en formación.

Además del incremento en las pérdidas directas por alimentación, ante un escenario de calentamiento global

habrá necesidad de hacer aplicaciones de insecticidas mas seguidos, lo que incrementa el costo de producción, además del riesgo de desarrollo de resistencia a estos productos, como lo mencionan Diffenbaugh *et al.*, (2008) para los insectos plaga del maíz en los Estados Unidos.

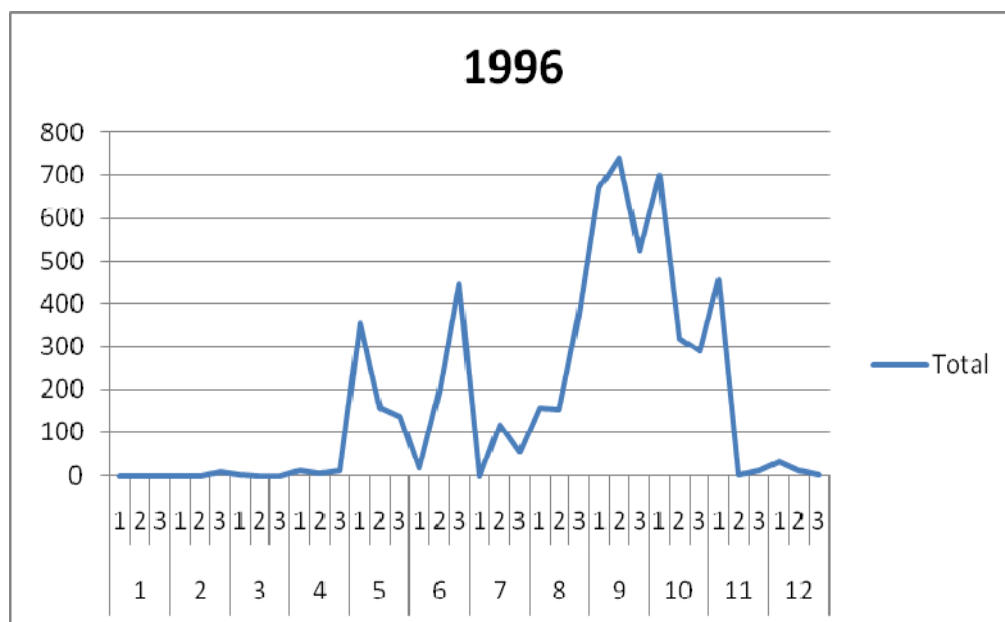


Figura 8. Fluctuacion poblacional de adultos de gusano cogollero colectados en trampas con feromonas en Calera, Zacatecas durante el año de 1996. Los datos se presentan decenalmente a traves del año.

Un aspecto preocupante, es que hay indicios de que el cambio climático puede afectar la relación que existe entre los enemigos naturales, en particular las avispa parasitoides que mantienen bajo control a los insectos plaga, a través de una relacion

dependiente de la densidad, ya que ante escenarios de alta variabilidad en el clima, estos insectos benéficos son menos efectivos en seguir de cerca las poblaciones de sus huéspedes, los insectos plaga (Stireman *et al.*,2005). Bajo este escenario, se tiene un riesgo mayor de pérdidas en la cosecha y se

plantea una mayor necesidad de utilizar mas insecticidas para su control.

Impactos del calentamiento global sobre los insectos en otros ecosistemas

El impacto biológico del incremento en la temperatura ambiente también depende de la sensibilidad biológica del organismo al cambio en la temperatura.

El calentamiento en los trópicos, aunque mas pequeño en magnitud, es probable que tenga los efectos mas detrimentales debido a que los insectos tropicales son mas sensibles a los cambios en temperatura, ya que han

estado habitado ecosistemas en ambientes cercanos al óptimo para su desarrollo; en contraste, especies de insectos que viven en latitudes mas altas, tienen una tolerancia termal mas amplia, y viven en ambientes mas frios que su óptima fisiológica, por lo que el calentamiento global es de esperar que mejore su adaptación al medio (Dutsch *et al.*, 2008).

Una herramienta fundamental para documentar este cambio climático son los datos generados en las estaciones climatológicas del estado.

CUADRO 13. UNIDADES CALOR ACUMULADAS EN EL MES DE MARZO DEL 2010 PARA DIFERENTES PLAGAS. RED DE MONITOREO AGROCLIMÁTICO DEL ESTADO DE ZACATECAS.

ESTACIÓN	*GDF	BRD, GS, MBC, AR, P	GSB	PVD	PA	TC	DOV	SF
Ábrego	25.5	83.4	31.9	266.6	198.4	45.7	111.9	59.8
Agua Nueva	78.3	146.1	88.5	330.5	262.3	35.7	58.8	122.3
C. Exp. Zacatecas	31.9	92.8	39.5	274.8	206.6	23.2	43.4	69.4
Campo Uno	38.5	101.7	46.4	280.0	211.8	47.7	73.2	127.7
Cañitas	53.0	120.4	62.6	305.8	237.6	106.7	175.4	96.0
CBTA Tepechitlán	97.9	178.5	110.3	364.5	296.3	19.5	42.4	150.6
CBTA Valparaíso	55.8	134.5	67.0	320.5	252.3	9.9	27.8	106.6
Chaparrosa	43.1	108.1	52.2	289.3	221.1	25.2	50.2	84.2
COBAEZ Villa de Cos	69.2	140.8	79.4	326.8	258.6	54.6	120.4	113.9
Col. Emancipación	39.5	104.4	47.7	288.5	220.3	20.6	42.9	80.0
Col. González Ortega	53.4	119.0	62.7	300.6	232.4	11.8	29.3	95.6
Col. Hidalgo	12.8	64.0	17.6	242.3	174.1	30.5	55.5	41.2
Col. Progreso	49.4	114.2	58.1	294.5	226.3	62.9	127.7	90.7
El Gran Chaparral	56.1	128.5	66.2	314.5	246.3	29.8	53.7	101.5
El Pardillo 3	40.7	104.1	49.3	286.8	218.6	15.6	36.1	80.3
El Saladillo	57.8	127.5	67.8	313.4	245.2	35.1	61.0	102.3
Emiliano Zapata	28.5	89.8	37.0	271.6	203.4	80.4	150.7	66.4
Estancia de Ánimas	55.7	129.0	66.1	315.0	246.8	40.4	65.4	101.4
La Victoria	39.3	107.9	48.1	293.9	225.7	35.0	60.0	81.0
Las Arcinas	63.5	133.6	73.9	319.0	250.8	56.6	83.9	108.7
Loreto	58.7	131.0	128.2	317.0	248.8	132.0	209.4	104.3
Marianita	79.0	146.2	88.3	331.5	263.3	29.2	54.2	121.8
Mesa de Fuentes	28.6	88.7	36.2	272.6	204.4	18.3	43.3	65.5
Mogotes	36.1	99.3	44.1	278.8	210.6	40.5	68.0	75.9
Momax	81.2	160.7	93.0	346.7	278.5	88.0	165.5	132.8
Providencia	16.9	69.7	23.1	243.3	175.1	25.6	48.1	47.7
Rancho Grande	47.3	115.0	56.7	299.5	231.3	14.6	34.1	90.5
Santa Fe	29.9	103.8	38.8	289.8	221.6	28.7	53.4	75.9
Santa Rita	39.3	114.1	48.4	300.1	231.9	68.8	135.7	86.2
Santo Domingo	209.1	289.7	221.5	475.7	407.5	32.3	56.8	261.8
Sierra Vieja	60.8	129.6	70.4	315.2	247.0	21.0	44.2	103.9
Tanque de Hacheros	60.7	125.2	70.1	307.3	239.1	44.4	70.8	101.7
Tierra Blanca	147.3	227.9	159.7	413.9	345.7	97.6	171.8	200.0
U.A. Agronomía	30.0	92.1	37.6	278.0	209.8	24.1	48.0	67.7
U.A. Biología	78.5	152.7	88.7	338.7	270.5	11.7	31.5	125.2
Villanueva	69.9	149.8	81.8	335.8	267.6	28.6	54.0	121.9

*GDF=Gusano del fruto, *Heliothis zea*BRD=Barrenador de las ramas del duraznero, *Anarsia lineatella*GS=Gusano soldado, *Pseudaletia unipuncta*MBC=Mosquita blanca del camote, *Bemisia tabaci*AR=Araña roja de dos manchas, *Tetranychus urticae*P=Paratrioza, *Bactericera cockerelli*GSB=Gusano soldado del betabel, *Spodoptera exigua*PVD=Pulgón verde del durazno, *Myzus persicae*PA=Pulgón del algodón, *Aphis gossypii*TC=Trips de la cebolla, *Thrips tabaci*

SF=Spodoptera frugiperda

Resumen mensual

CUADRO 4. ESTADÍSTICAS BÁSICAS MENSUALES DE TEMPERATURA DEL AÑO 2010 DE LA RED DE MONITOREO AGROCLIMÁTICO DEL ESTADO DE ZACATECAS.

MES	TEMPERATURA (°C)						
	VALOR MÁXIMO	ESTACIÓN	VALOR MÍNIMO	ESTACIÓN	MEDIA* MÁXIMA	MEDIA* MÍNIMA	MEDIA*
Enero	28.1	Santo Domingo	-7.5	El Pardillo 3	19.0	1.7	9.9
Febrero	27.7	Momax	-6.3	Providencia, Abrego	18.6	3.1	10.6
Marzo	31.2	Tierra Blanca	-6.1	Tanque de Hacheros	23.6	3.9	14.0
Abril							
Mayo							
Junio							
Julio							
Agosto							
Septiembre							
Octubre							
Noviembre							
Diciembre							

*Promedios considerando todas las estaciones de la red.

CUADRO 5. ESTADÍSTICAS BÁSICAS MENSUALES DE HUMEDAD RELATIVA Y VIENTO DEL AÑO 2010 DE LA RED DE MONITOREO AGROCLIMÁTICO DEL ESTADO DE ZACATECAS.

MES	HUMEDAD RELATIVA (%)			VELOCIDAD DEL VIENTO (km/hr)				VIENTO DIRECCIÓN DOMINANTE*
	MEDIA* MÁXIMA	MEDIA* MÍNIMA	MEDIA*	VALOR MÁXIMO	ESTACIÓN	MEDIA* MÁXIMA	MEDIA*	
Enero	87.0	25.2	57.2	69.5	Col. Progreso	18.8	6.8	SO
Febrero	85.4	27.9	57.1	67.0	Col. Progreso	20.5	7.8	OSO
Marzo	64.2	12.5	33.1	53.1	El Saladillo	20.2	7.8	SO
Abril								
Mayo								
Junio								
Julio								
Agosto								
Septiembre								
Octubre								
Noviembre								
Diciembre								

*Promedios considerando todas las estaciones de la red.

CUADRO 6. ESTADÍSTICAS BÁSICAS MENSUALES DE PRECIPITACIÓN DEL AÑO 2010 DE LA RED DE MONITOREO AGROCLIMÁTICO DEL ESTADO DE ZACATECAS.

ESTACIÓN	PRECIPITACIÓN (mm)												
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
Ábrego	9.4	59.4	0.0										68.8
Agua Nueva	8.0	63.8	0.2										72.0
C. Exp. Zacatecas	34.4	97.6	0.0										132.0
Campo Uno	8.0	39.0	0.2										47.2
Cañitas	17.0	51.6	0.0										68.6
CBTA Tepechitlán	28.0	94.8	0.0										122.8
CBTA Valparaíso	19.6	122.8	0.0										142.4
Chaparrosa	18.0	88.4	1.0										107.4
COBAEZ	22.2	83.0	0.8										106.0
Col. Emancipación	9.2	74.8	0.6										84.6
Col. Glz. Ortega	5.4	48.6	1.4										55.4
Col. Hidalgo	8.4	49.8	1.0										59.2
Col. Progreso	5.2	43.6	0.4										49.2
El Gran Chaparral	26.4	81.0	0.4										107.8
El Pardillo 3	7.6	83.6	2.0										93.2
El Saladillo	18.0	91.6	1.0										110.6
Emiliano Zapata	6.6	61.6	0.0										68.2
Estancia de Ánimas	25.0	93.2	0.0										118.2
La Victoria	30.6	101.4	0.0										132.0
Las Arcinas	0.2	86.2	0.8										87.2
Loreto	33.0	127.8	0.0										160.8
Marianita	8.6	40.4	0.2										49.2
Mesa de Fuentes	14.4	114.8	0.0										129.2
Mogotes	6.0	50.0	0.8										56.8
Momax	36.0	78.4	0.0										114.4
Providencia	9.4	62.6	0.8										72.8
Rancho Grande	9.0	60.6	0.6										70.2
Santa Fe	41.6	140.8	0.0										182.4
Santa Rita	36.4	125.6	0.0										162.0
Santo Domingo	24.0	99.0	0.0										123.0
Sierra Vieja	10.0	72.0	0.6										82.6
Tanque Hacheros	8.0	56.4	0.4										64.8
Tierra Blanca	29.6	107.6	0.0										137.2
U.A. Agronomía	27.0	126.6	0.2										153.8
U.A. Biología	21.2	118.6	0.8										140.6
Villanueva	38.6	100.0	0.0										138.6
PROMEDIO	18.3	83.3	0.4										102.0
VALOR MÁXIMO	41.6	140.8	2.0										182.4
VALOR MÍNIMO	0.2	39.0	0.0										47.2

Literatura citada

- Altermatt, F. 2010. Climatic warming increases voltinism in European butterflies and moths. *Proc. R. Soc. B*, 277:1281-1287.
- Ayres, M.P. y M.J. Lombardero. 2000. Assessing the consequences of global change for forest disturbance from herbivores and pathogens. *Sci Total Environ*. 262(3):263-86.
- Cannon, R.J.C. 2004. The implications of predicted climate change for insect pests in the UK, with emphasis on non-indigenous species. *Global Change Biology* 4(7): 785-96
- Critchfield. 1983. *General Climatology*. 4ª. Ed. Prentice Hall Inc. New Jersey, USA. 453 p.
- Deutsch, C.A., J.J. Tewksbury, Huey RB, Sheldon KS, Ghalambor CK, Haak DC, Martin PR. 2008. Impacts of climate warming on terrestrial ectotherms across latitude. *Proc Natl Acad Sci U S A*. 105(18):6668-72.
- Diffenbaugh, N.S., C.H. Krupke, M.A. White y C.E. Alexander. 2008. Global warming presents new challenges for maize pest management. *Environ. Res. Lett.* 3(4): 1-9.
- Faccoli, M. 2009. Effect of weather on *Ips typographus* (Coleoptera Scolytidae) phenology, voltinism, and associated spruce mortality in the southeastern Alps. *Environ. Entomol.* 38(2): 307-16.
- FAO. 1981. Informe del proyecto de zonas agroecológicas. Vol. 3: Metodología y resultados para América del Sur y Central. FAO 48/3. Roma. 143 p.
- Grageda G., J.; Osorio A., G.; Sábori P., R. y Ramírez A., J. L. 2002. Uso de estaciones meteorológicas automatizadas en la agricultura. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Campo Experimental Costa de Hermosillo, Hermosillo, Sonora, México. 28 p. (Folleto Técnico No. 24).
- Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI). 2006. Anuario estadístico del estado de Zacatecas. Edición 2006. Aguascalientes, Ags., México. 614 p.
- Keller, C.F. 2007. Global warming 2007. An update to global warming: the balance of evidence and its policy implications. *Scientific World Journal*. 9(7):381-9.

- Medina G., G.; Báez G., A. D. y Ramos G., J. L. 2007. Red de Monitoreo Agroclimático del estado de Zacatecas.. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Centro de Investigación Regional Norte Centro. Campo Experimental Zacatecas. Calera, Zacatecas, México. (Desplegable informativa Núm. 15, Primera reimpresión).
- Nava C., U. y Cano R., P. 1998. Predicción de la fenología de cultivos y plagas mediante acumulación de unidades calor. In: Memoria del Curso Métodos Alternativos para el Control de Plagas Insectiles. 9 al 13 de marzo de 1998. Vázquez N., J. M. (ed.). FAZ, UJED-ITESMCL. Comarca Lagunera. p. 58-73.
- Ortiz S., C. A. 1987. Elementos de agrometeorología cuantitativa. Tercera edición. Departamento de Suelos. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 326 p.
- Pimentel, D. 1991. Global warming, population growth, and natural resources for food production. Soc. Nat. Resour. 4(4):347-63.
- Porter, J.H., M. L. Parry Y T. R. Carter. 1991. The potential effects of climatic change on agricultural insect pests. Agricultural and Forest Meteorology 57 (1-3): 221-240.
- Rabb, C.M. y J.E.S. Sokolw. 1997. Global warming: understanding the forecast. American Museum of Natural History Education Department, Washington, D.C., 94p.
- Ramírez-García, L., H. Bravo-Mojica y C. Llanderal-Cazares. 1987. Desarrollo de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) bajo diferentes condiciones de temperatura y humedad. AGROCIENCIA, 67: 161-171
- Silva S., M. M. y Hess, M. L. 2001. Caracterización del clima en el norte de Tamaulipas y su relación con la agricultura. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Centro de Investigación Regional del Noreste. Campo Experimental Río Bravo, Río Bravo Tamaulipas, México. 50 p. (Publicación técnica No. 1).
- Stireman, J.O. 3rd, L.A. Dyer , D.H.Janzen, Singer MS, Lill JT, Marquis RJ, Ricklefs RE, Gentry GL, Hallwachs W, Coley PD, Barone JA, Greeney HF, Connahs H, Barbosa P, Morais HC, Diniz IR. 2005. Climatic unpredictability and parasitism of caterpillars: implications of global warming. Proc Natl Acad Sci USA. 102(48):17384-7
- Thomas, J.A. 2005. Monitoring change in the abundance and distribution of insects using butterflies and other indicator groups. Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci. 360 (1454): 339-357
- Torres R., E. 1983. Agrometeorología. Editorial Diana, México D. F. 150 p.

Villalpando I., J. F. 1985. Metodología de investigación en agroclimatología. Documento de circulación interna mimeografiado. INIA-SARH. Zapopan, Jalisco. 183 p.

Comité Editorial del Campo Experimental Zacatecas

Presidente: MC. Agustín F. Rumayor Rodríguez

Secretario: Dr. Mario D. Amador Ramírez

Vocal: Dr. Alfonso Serna Pérez

Revisión y edición

Dr. Mario D. Amador Ramírez

Dr. Ramón Gutiérrez Luna

CAMPO EXPERIMENTAL ZACATECAS
Kilómetro 24.5 Carretera Zacatecas-Fresnillo
Apartado postal No. 18
Calera de V.R., Zac., 98500

Tel: (478) 9-85-01-98 y 9-85-01-99

Fax: (478) 9-85-03-63

Correo electrónico: direccion@zacatecas.inifap.gob.mx

Página WEB: <http://www.zacatecas.inifap.gob.mx>

Toda la información presentada en esta publicación proviene del proyecto:
RED DE MONITOREO AGROCLIMÁTICO DEL ESTADO DE ZACATECAS
Financiado por la FUNDACIÓN PRODUCE ZACATECAS, A.C.

Esta publicación se terminó en marzo del 2010.
Tiraje: Publicación electrónica distribuida en formato PDF



FUNDACIÓN *Zacatecas* A.C.
PRODUCE



ZACATECAS
GOBIERNO DEL ESTADO
1911

inifap

25 Aniversario
Ciencia y Tecnología
para el Campo Mexicano