

Reporte agrometeorológico

Marzo de 2009



Red de monitoreo agroclimático
del estado de Zacatecas

Guillermo MEDINA GARCÍA
Jaime MENA COVARRUBIAS
Nadiezhdá Y. Z. RAMÍREZ CABRAL

INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES FORESTALES, AGRÍCOLAS Y PECUARIAS
CENTRO DE INVESTIGACIÓN REGIONAL NORTE CENTRO
CAMPO EXPERIMENTAL 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. 2009
Impreso en México



Instituto Nacional de Investigaciones
Forestales, Agrícolas y Pecuarias

Reporte agrometeorológico

Marzo de 2009

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
Utilidad de la información generada por la Red de Estaciones Meteorológicas en el manejo del gusano cogollero del maiz, <i>Spodoptera frugiperda</i> J.E. Smith..	11
RESUMEN MENSUAL	15
LITERATURA CITADA.....	17
APÉNDICE	19
La biometereología en el manejo integrado de plagas.....	19
El trapeo como un elemento clave en el manejo integrado de plagas	20

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 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

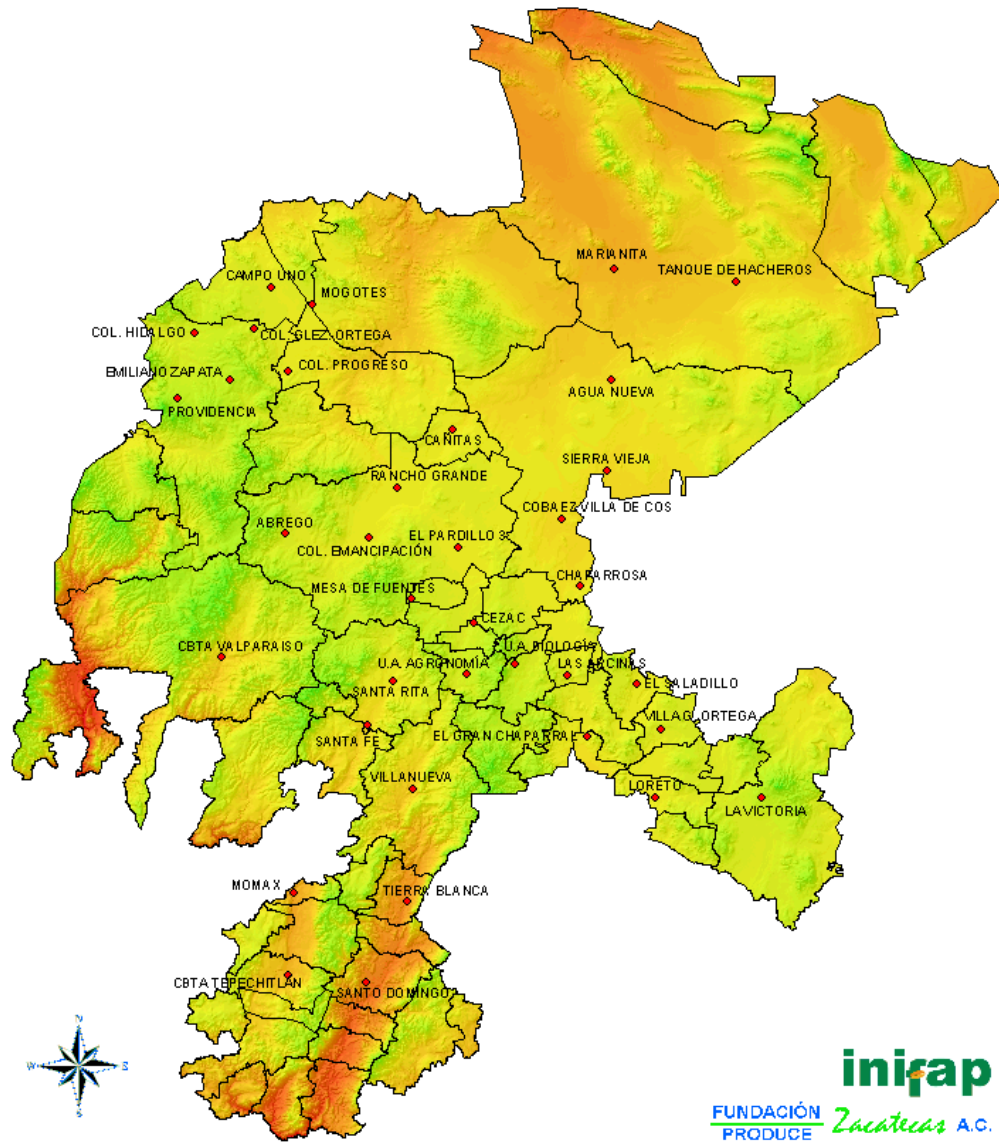


FIGURA 1. RED DE MONITOREO AGROCLIMÁTICO DEL ESTADO DE ZACATECAS.

Resumen mensual de variables meteorológicas

Mes de Marzo

TEMPERATURA

	°C	Estación
Promedio	16.6	
Máxima promedio	26.5	
Máxima extrema	33.8	Tierra Blanca
Mínima promedio	5.9	
Mínima extrema	-4.0	El Pardillo 3
Promedio histórico**	15.6	

PRECIPITACIÓN

	Mm	Estación
Promedio mensual	3.0	
Mínima	0.0	
Máxima	15.2	Providencia
Promedio decena uno	0.0	
Mínima	0.0	
Máxima	0.2	Loreto
Promedio decena dos	2.9	
Mínima	0.0	
Máxima	15.2	Providencia
Promedio decena tres	0.2	
Mínima	0.0	
Máxima	5.8	CBTA Tepechtlán
Promedio histórico mensual**	3.4	

HUMEDAD RELATIVA

	%	Estación
Promedio	33.8	
Máxima promedio	64.2	
Máxima extrema	100.0	Varias
Mínima promedio	13.0	
Mínima extrema	4.0	Varias

VIENTO

	km	Estación
Promedio	7.6	
Máxima promedio	20.6	
Máxima extrema	45.9	Mogotes
Dirección dominante	OSO	

*Los promedios son estatales 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:

$$\text{Unidades calor} = \text{Temperatura media} - \text{Temperatura base}$$

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 frugiperda*), considerando una temperatura base de 10.9°C (Ramírez-García et al., 1987).se presenta la siguiente información:

La acumulación de unidades calor fue similar en las dos primeras decenas y aumentó en la tercera decena del mes de marzo. En la primera decena la acumulación de unidades calor varió desde 33 UC en la estación El Pardillo 3, Fresnillo, hasta 109 UC en la estación Santo Domingo en Jalpa. El promedio de acumulación de todas las estaciones fue de 54 UC (Figura 2).

En la segunda decena del mes de marzo la acumulación de UC fue similar a la primera, el promedio de unidades calor de todas las estaciones del Estado fue de 54. La estación que registró la menor acumulación de unidades calor fue Providencia en Sombrerete con 24 UC, y la que acumuló más fue la estación Santo Domingo en Jalpa con 112 UC (Figura 3).

En la tercera decena del mes de marzo el promedio de UC fue de 69. La estación Providencia en Sombrerete fue la que registró la menor cantidad de UC con solamente 50, y la que registró la mayor cantidad fue la de Santo Domingo, Jalpa con 121 unidades (Figura 4).

Considerando las unidades calor acumuladas durante todo el mes de marzo, en promedio se registraron 177, variando desde 119 UC en la estación Providencia, Sombrerete hasta 342 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 100 y 150 UC, mientras que en el norte y sureste del Estado la acumulación fue mayor.

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.

UNIDADES CALOR PARA EL GUSANO COGOLLERO (*Spodoptera frugiperda*)
PRIMERA DECENA DE MARZO DEL 2009
RED DE MONITOREO AGROCLIMATICO DEL ESTADO DE ZACATECAS

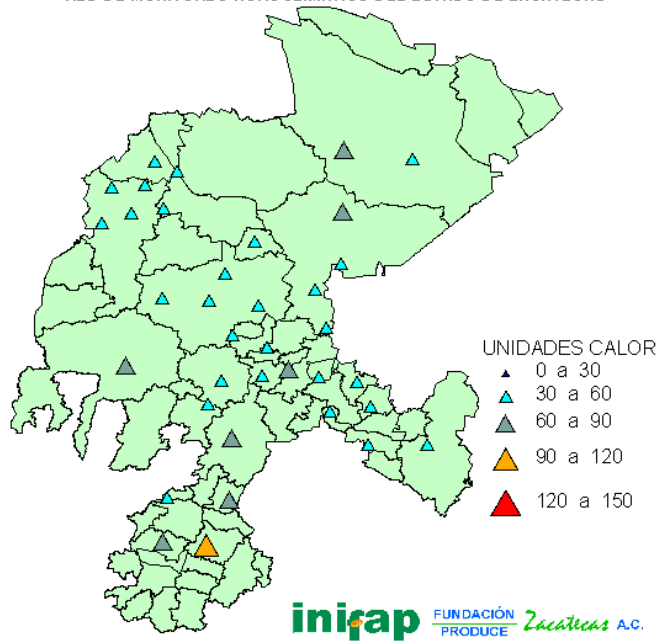


FIGURA 2. Unidades calor de la primera decena del mes de marzo del 2009.

UNIDADES CALOR PARA EL GUSANO COGOLLERO (*Spodoptera frugiperda*)
SEGUNDA DECENA DE MARZO DEL 2009
RED DE MONITOREO AGROCLIMATICO DEL ESTADO DE ZACATECAS

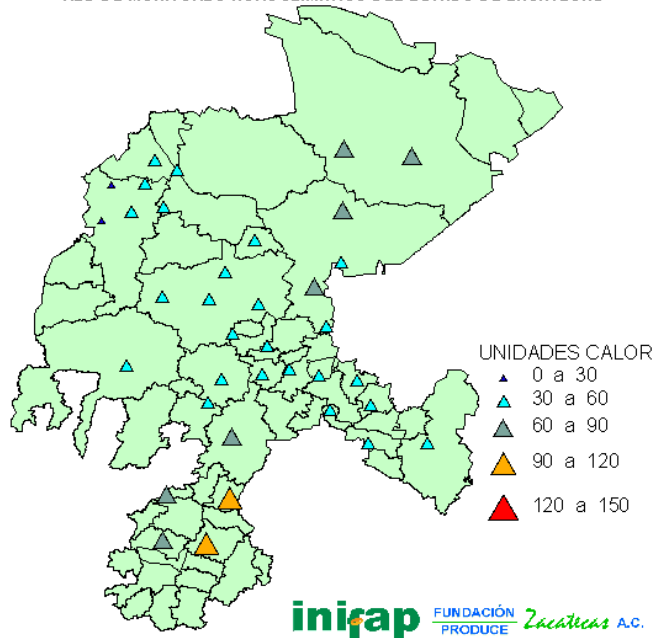


FIGURA 3. Unidades calor de la segunda decena del mes de marzo del 2009.

UNIDADES CALOR PARA EL GUSANO COGOLLERO (*Spodoptera frugiperda*)
 TERCERA DECENA DE MARZO DEL 2009
 RED DE MONITOREO AGROCLIMATICO DEL ESTADO DE ZACATECAS

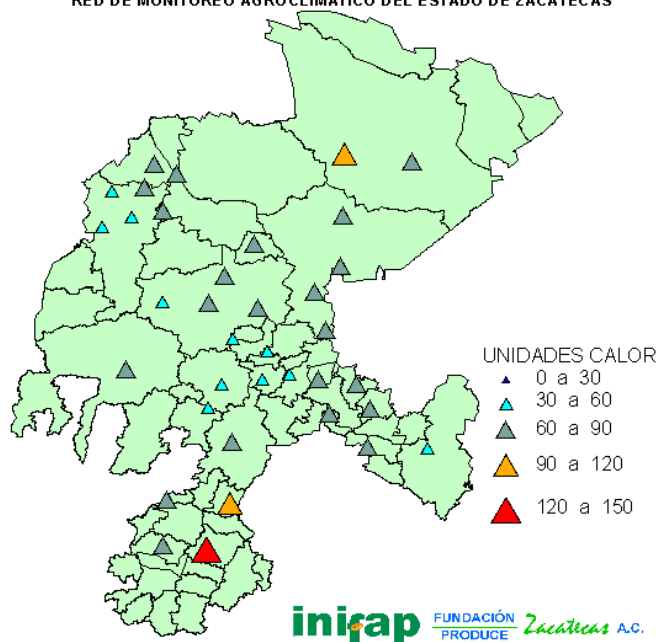


FIGURA 4. Unidades calor de la tercera decena del mes de marzo del 2009.

UNIDADES CALOR PARA EL GUSANO COGOLLERO (*Spodoptera frugiperda*)
 DEL MES DE MARZO DEL 2009
 RED DE MONITOREO AGROCLIMATICO DEL ESTADO DE ZACATECAS

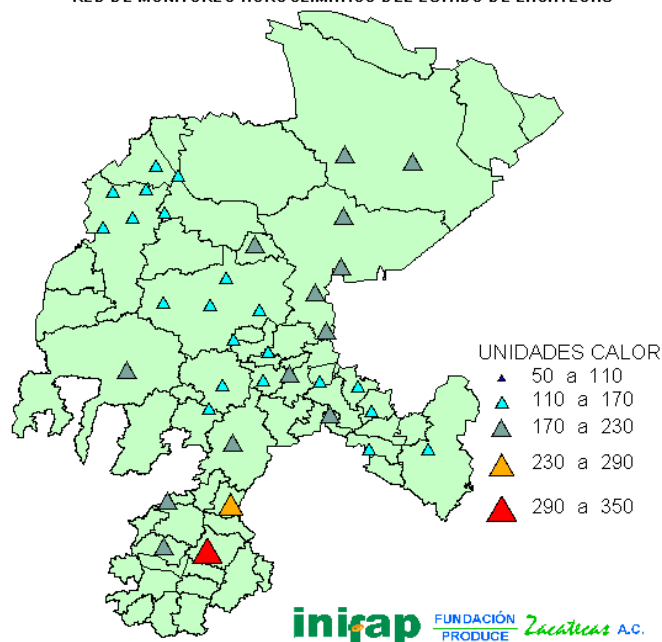
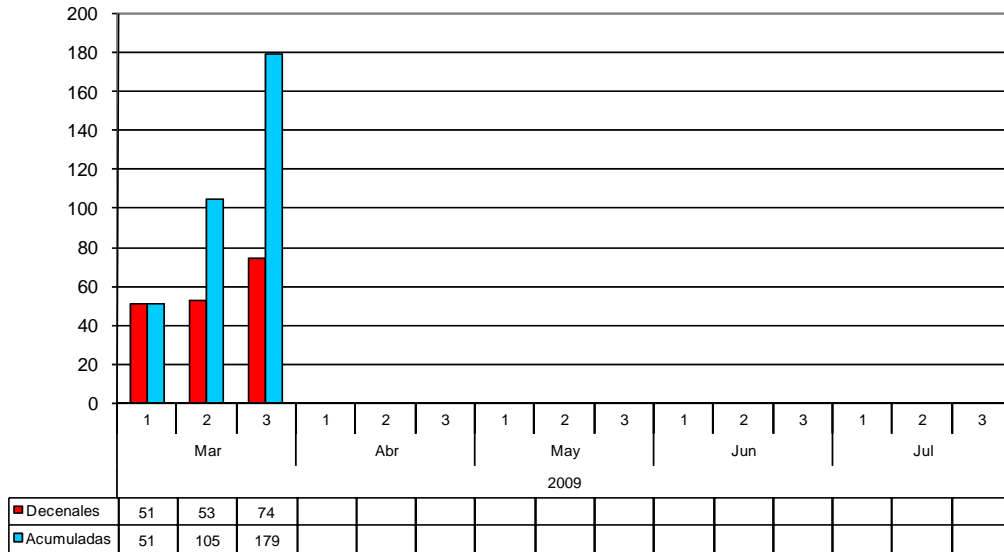


FIGURA 5. Unidades calor acumuladas durante el mes de marzo del 2009.

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



UNIDADES CALOR DECENALES PARA
 EL GUSANO COGOLLERO (*Spodoptera frugiperda*)
 EN LA ESTACION MOGOTES, FCO. R. MURGUÍA

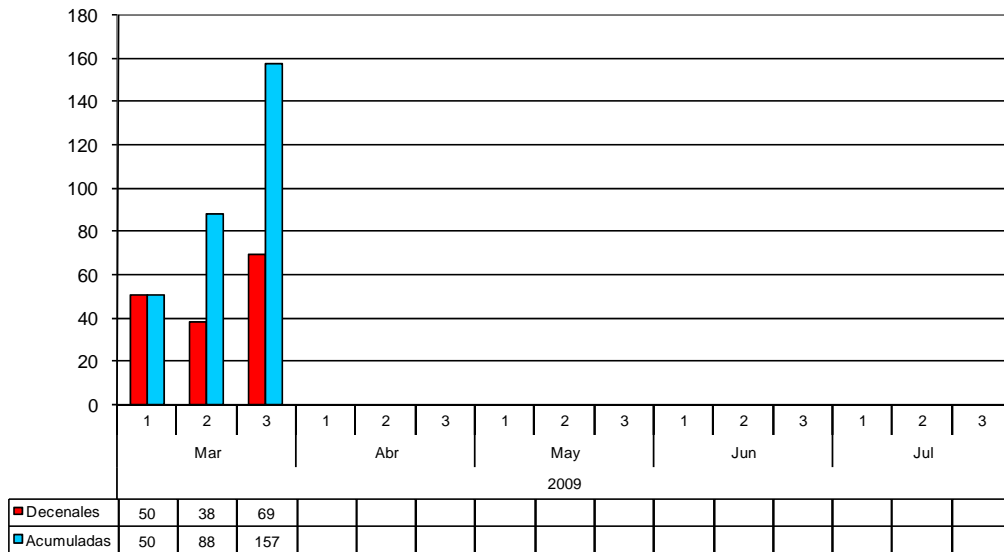


FIGURA 6. Unidades calor acumuladas a partir del mes de marzo en dos estaciones de la red.

Utilidad de la información generada por la Red de Estaciones Meteorológicas en el manejo del gusano cogollero del maíz, *Spodoptera frugiperda* J.E. Smith

El gusano cogollero del maíz es una de las plagas que año con año dañan las siembras de maíz en el estado de Zacatecas; en el 2008 se presentaron poblaciones elevadas en prácticamente todo el Estado y su impacto negativo se reflejó de dos maneras:

1) Cuando el daño se presentó durante las primeras dos a tres semanas después de emergido el cultivo, muchas parcelas tuvieron que ser sembradas de nuevo, ya que la mayoría de las plantas fueron destruidas, y 2) en cultivos de maíz de mayor edad, los productores tuvieron que hacer varias aplicaciones, incluso con avioneta, y en la mayoría de los casos no pudieron controlar la larva de este insecto plaga.

La situación desastrosa en el manejo del gusano cogollero el año 2008 se debió a que la decisión de manejo se basó en la observación de daños en campo, lo cual tiene que ver con tres factores clave:

- Si las plantas tienen pocos días de nacidas, la larva llega fácilmente al punto de crecimiento de la planta, y con ello ocasiona la muerte de la misma (Marenco *et al.*, 1992)
- Cuando la larva se encuentra en el cogollo, coloca sus excrementos y los desechos del tejido que va consumiendo en la parte superior, con lo cual se forma una especie de “tapón” que le sirve como protección y limita la acción del insecticida aplicado, que son de contacto y estomacales.
- A medida que crece la larva es más resistente a morir por el efecto de un insecticida, por ejemplo el sexto instar larvario del gusano cogollero es 135, 154 y 236 veces más tolerante al efecto de los insecticidas metomilo, diazinon y permetrina, respectivamente, en comparación con el tercer instar larvario

(Yu, 1983), lo cual implica, en términos de manejo en campo, que si se requiere eliminar al gusano cogollero cuando ya se encuentra en el instar seis (casi al final de su fase de desarrollo como larva) se requiere utilizar una dosis al menos 100 veces más alta, (la larva del gusano cogollero normalmente pasa por seis o siete instares durante su desarrollo, Castro y Pitre, 1988).

Con el fin de tener mayor éxito en el manejo del gusano cogollero, primeramente se tiene que desarrollar un esquema de muestreo de los adultos de este insecto plaga con el uso de trampas con feromona (Meagher Jr., 2001), con lo cual se podrá predecir la época de mayor abundancia de adultos, y con base en ello establecer el pico poblacional de huevos y de emergencia de larvas de primer instar (la fase de desarrollo de la larva que es más susceptible a los insecticidas).

Se ha estimado que se requieren 559 unidades calor, con una temperatura base de 10.9°C, para que se complete el ciclo del gusano cogollero desde la fase de huevo hasta el adulto (Ramírez-García *et al.*, 1987); **a partir del pico poblacional de adultos se necesitan 71.1 unidades calor** (24.4 unidades calor para el período de pre-oviposición y 46.7 unidades calor para que se complete la fase de huevo) (Ramírez-García *et al.*, 1987) **para tener la máxima eclosión de larvas del gusano cogollero, y este es el punto oportuno para realizar una aplicación de insecticidas contra este insecto plaga.**

El uso de la información generada por la red de estaciones climatológicas del INIFAP Zacatecas permitirá, junto con el trampeo de adultos del gusano cogollero, elaborar una estrategia de manejo contra este insecto plaga, ya sea que se trate de definir el momento oportuno en la aplicación de un insecticida (párrafo anterior), o bien, liberar avispitas parasitoides contra los huevos puestos por las hembras del gusano cogollero. Cuando se trata del control biológico de huevos, la mayor cantidad de las liberaciones de estas avispitas benéficas se deben de realizar a las 46.7 unidades calor (Ramírez-García *et al.*, 1987) después del pico poblacional de adultos, que es cuando se estima que se tiene el pico poblacional de huevos puestos en campo; se

sugiere liberar avispidas del género *Telenomus*, ya que estas son mucho más efectivas (Hernández *et al.*, 1989) que las avispidas *Trichogramma* para parasitar los huevos del gusano cogollero (Toonders y Carrillo, 1987).

El mes de marzo, o a mas tardar la primera quincena de abril, es el momento oportuno para instalar en campo las trampas con feromona para atrapar las palomillas adultas del gusano cogollero, con el fin de estimar con oportunidad los picos poblacionales de este insecto plaga en los meses siguientes. En las Figuras 2 a 5 se muestran las unidades calor acumuladas para el seguimiento de este insecto plaga en las diversas regiones del estado de Zacatecas, y se puede observar que en la zona del Cañón de Juchipila se tiene una acumulación casi 100% mayor al resto de las estaciones del estado. **En este mes no se tiene riesgo de daño por gusano cogollero.**

En el Cuadro 13 se presentan las unidades calor acumuladas durante el mes de marzo para diversas plagas. Los datos que se presentan son las unidades calor estimadas con las temperaturas registradas por cada estación y considerando las temperaturas umbrales correspondientes a cada plaga. Se observa que de acuerdo a las temperaturas umbrales de cada plaga se han acumulado mayor o menor cantidad, así se tiene que el pulgón verde del durazno y el pulgón del algodón han acumulado de manera general mayor cantidad de unidades calor.

CUADRO 13. UNIDADES CALOR ACUMULADAS EN EL MES DE MARZO DEL 2009 PARA DIFERENTES PLAGAS. RED DE MONITOREO AGROCLIMÁTICO DEL ESTADO DE ZACATECAS.

ESTACIÓN	*GDF	BRD, GS, MBC, AR, P	GSB	PVD	PA	TC	DOV	GC
Ábrego	68.5	148.6	80.5	334.6	266.4	102.1	179.6	120.7
Agua Nueva	155.5	236.1	167.9	422.1	353.9	57.3	81.7	208.2
C. Exp. Zacatecas	98.4	177.8	110.4	363.8	295.6	56.2	81.2	149.9
Campo Uno	105.6	182.4	117.0	368.4	300.2	76.0	103.1	154.8
Cañitas	126.3	206.9	138.7	392.9	324.7	189.6	266.1	179.0
CBTA Tepechitlán	171.2	251.6	183.6	437.8	369.6	38.3	63.3	223.9
CBTA Valparaíso	137.5	218.0	149.9	404.1	335.9	39.5	64.5	190.2
Chaparrosa	122.6	203.1	134.9	389.1	320.9	53.5	81.0	175.2
COBAEZ Villa de Cos	140.9	221.5	153.3	407.5	339.3	131.4	208.8	193.6
Col. Emancipación	110.1	190.7	122.5	376.7	308.5	44.0	69.0	162.8
Col. González Ortega	113.1	191.6	124.7	377.6	309.4	30.3	53.8	163.7
Col. Hidalgo	69.8	144.6	81.0	330.4	262.2	63.1	90.5	118.5
Col. Progreso	113.7	194.1	125.9	380.1	311.9	137.3	213.4	166.2
El Gran Chaparral	131.8	212.4	144.2	398.4	330.2	45.5	70.3	184.5
El Pardillo 3	99.5	179.1	111.1	365.1	296.9	47.2	72.2	151.2
El Saladillo	116.6	196.9	128.7	382.9	314.7	67.7	94.8	169.0
Emiliano Zapata	94.1	170.7	105.7	356.7	288.5	160.4	237.4	143.4
Estancia de Ánimas	107.5	188.1	119.9	374.1	305.9	70.0	92.5	160.2
La Victoria	91.8	170.6	103.4	356.6	288.4	65.7	90.0	142.7
Las Arcinas	117.5	197.7	129.5	383.7	315.5	69.6	95.3	169.8
Loreto	112.4	193.0	193.0	379.0	310.8	205.3	277.8	165.1
Marianita	162.9	243.5	175.3	429.5	361.3	56.5	79.6	215.6
Mesa de Fuentes	86.9	167.5	99.3	353.5	285.3	54.3	79.0	139.6
Mogotes	106.9	185.0	118.5	371.0	302.8	60.8	87.4	157.4
Momax	134.2	214.0	146.6	400.8	332.6	171.6	246.0	186.9
Providencia	72.4	145.6	83.2	331.4	263.2	41.2	66.2	119.0
Rancho Grande	116.2	196.8	128.6	382.8	314.6	51.6	76.6	168.9
Santa Fe	103.1	183.7	115.5	369.7	301.5	63.8	90.9	155.8
Santa Rita	111.3	191.9	123.7	377.9	309.7	156.6	233.7	164.0
Santo Domingo	288.9	367.7	301.3	555.5	487.3	47.7	72.7	341.6
Sierra Vieja	135.1	215.7	147.5	401.7	333.5	54.5	79.5	187.8
Tanque de Hacheros	138.9	219.4	151.3	405.5	337.3	72.7	99.7	191.6
Tierra Blanca	226.4	304.7	238.9	493.1	424.9	175.0	251.9	279.2
U.A. Agronomía	97.0	177.6	109.4	363.6	295.4	37.9	62.9	149.7
U.A. Biología	148.8	229.4	161.2	415.4	347.2	44.3	69.3	201.5
Villanueva	143.0	223.6	155.4	409.6	341.4	62.0	89.4	195.7

*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*
 GC=Gusano cogollero. *Spodoptera frugiperda*

Resumen mensual

CUADRO 4. ESTADÍSTICAS BÁSICAS MENSUALES DE TEMPERATURA DEL AÑO 2009 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	30.3	Tierra Blanca	-8.1	El Pardillo 3	22.5	2.9	12.5
Febrero	35.0	Tierra Blanca	-6.2	El Pardillo 3	25.0	2.9	14.2
Marzo	33.8	Tierra Blanca	-4.0	El Pardillo 5	26.5	5.9	16.6
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 2009 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	76.9	20.0	45.9	49.0	CEZAC	15.7	5.1	SO
Febrero	69.1	12.6	35.7	43.0	PROVIDENCIA	18.3	6.7	OSO
Marzo	64.2	13.0	33.8	45.9	MOGOTES	20.6	7.6	OSO
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 2009 DE LA RED DE MONITOREO AGROCLIMÁTICO DEL ESTADO DE ZACATECAS.

ESTACIÓN	PRECIPITACIÓN (mm)												ANUAL
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	
Ábrego	0.0	0.0	0.4										0.4
Agua Nueva	0.0	0.0	5.6										5.6
C. Exp. Zacatecas	0.0	0.0	3.2										3.2
Campo Uno	0.0	0.0	3.0										3.0
Cañitas	0.0	0.0	3.0										3.0
CBTA Tepechitlán	11.2	0.0	5.8										17.0
CBTA Valparaíso	0.0	0.0	0.0										0.0
Chaparrosa	0.0	0.0	4.0										4.0
COBAEZ	0.0	0.0	7.0										7.0
Col. Emancipación	0.0	0.0	2.0										2.0
Col. Glz. Ortega	0.0	0.0	6.0										6.0
Col. Hidalgo	0.0	0.0	9.2										9.2
Col. Progreso	0.0	0.0	0.4										0.4
El Gran Chaparral	0.0	0.0	1.4										1.4
El Pardillo 3	0.0	0.4	4.2										4.6
El Saladillo	0.0	0.0	5.4										5.4
Emiliano Zapata	0.0	0.0	3.2										3.2
Estancia de Ánimas	0.0	0.0	5.0										5.0
La Victoria	0.0	0.0	2.6										2.6
Las Arcinas	0.0	0.0	2.0										2.0
Loreto	0.0	0.0	11.2										11.2
Marianita	0.0	0.0	1.0										1.0
Mesa de Fuentes	0.0	0.0	2.8										2.8
Mogotes	0.0	0.0	2.4										2.4
Momax	4.0	0.0	0.0										4.0
Providencia	0.0	0.0	15.2										15.2
Rancho Grande	0.0	0.0	0.0										0.0
Santa Fe	0.0	0.0	0.0										0.0
Santa Rita	0.0	0.0	0.0										0.0
Santo Domingo	7.0	0.0	0.0										7.0
Sierra Vieja	0.0	0.0	0.8										0.8
Tanque Hacheros	0.0	0.0	0.0										0.0
Tierra Blanca	0.0	0.0	0.0										0.0
U.A. Agronomía	0.0	0.0	0.0										0.0
U.A. Biología	0.0	0.0	5.0										5.0
Villanueva	0.2	0.8	0.0										1.0
PROMEDIO	0.6	0.0	3.1										3.8
VALOR MÁXIMO	11.2	0.8	15.2										17.0
VALOR MÍNIMO	0.0	0.0	0.0										0.0

Literatura citada

- Becerra, F.A. 1989. Biología de *Paratrioza cockerelli* (Sulc) y su relación con la enfermedad "permanente del tomate" en el Bajío. Tesis profesional, Universidad Autónoma de Querétaro, Facultad de Química. Querétaro, Méx. 55p.
- Brunner, J. F. and Rice R., E. 1984. Peach twig borer, *Anarsia lineatella* Zeller (Lepidoptera: Gelechiidae), development in Washington and California. *Environ. Entomol.* 13: 607-610.
- Critchfield. 1983. *General Climatology*. 4ª. Ed. Prentice Hall Inc. New Jersey, USA. 453 p.
- Edelson, J.V. y J.J. Magaro. 1988. Development of onion trips, *Thrips tabaci* Lindeman, as a function of temperature. *South Western Entomol.* 13: 171-176
- 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).
- Guppy, J. C. 1969. Some effects of temperature on the immature stages of the armyworm, *Pseudaletia unipuncta* (Lepidoptera: Noctuidae), under controlled conditions. *Can. Entomol.* 101:1320-1327.
- Hartstack, A. W. Jr.; Hollingsworth J., P.; Ridgeway R., L. and Lopez D., J. 1976. MOTHZV-2: A computer simulation of *Heliothis zea* and *virescens* population dynamics. User manual. 1976. U.S.D.A. ARS-S-127.
- Herbert, H.J. 1982. Biology, life tables, and innate capacity for increase of the twospotted spider mite, *Tetranychus urticae* (Acarina: Tetranychidae). *Can. Entomol.* 113:371-378
- Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI). 2006. Anuario estadístico del estado de Zacatecas. Edición 2006. Aguascalientes, Ags., México. 614 p.
- Kranz, J., H. Schmutterer y W. Koch. 1981. Enfermedades, plagas y malezas de los cultivos tropicales. Verlag Paul Parey, Berlin. pp. 351, 357, 525, 534-535.
- Leggs, D. E.; Vlett, S. M. and Floyd, J. E. 2000. Simulated predictions of insect phenological events made by using mean and median functional lower developmental thresholds. *J. Econ. Entomol.* 93 (3): 658-661.
- 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).
- Mena-Covarrubias, J. 2001. Manual para el control de plagas mediante la avispa parasitoide *Trichogramma*. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Centro de Investigación Regional Norte Centro. Campo Experimental Zacatecas, Calera, Zacatecas, México. 38 p. (Publicación especial Num. 13)
- 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.
- 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).
- 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.
- Weed, A. 1927. Metamorphosis and reproduction in apterous forms of *Myzus persicae* Sulzer as influenced by temperature and humidity. J. Econ. Entomol. 20: 150-157
- Whalon, M.E. and Z. Smilowitz. 1979. Temperature-dependent model for predicting field populations of green peach aphid, *Myzus persicae* (Homoptera: Aphididae). Can. Entomol. 111: 1025-1032
- Zalom, F.G., E.T. Natwick y N.C. Toscano. 1985. Temperature regulation of *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae) populations in imperial Valley Cotton. J. Econ. Entomol. 78: 61-64

Apéndice

La biometereología en el manejo integrado de plagas

La integración de la información climática con aspectos clave de la biología y ecología de los insectos plaga y sus enemigos naturales, es importante en la toma de decisiones, las cuales propiciarán el manejo efectivo y eficiente de las plagas que afectan negativamente los rendimientos de los cultivos (Leggs et al., 2000).

La temperatura, expresada en unidades calor, es la variable más importante para predecir los eventos del ciclo biológico de un insecto. En relación a la biología y ecología del insecto plaga, conocer el momento en que ocurre el pico poblacional de huevos o la eclosión de larvas de primer instar, permite optimizar la liberación de parasitoides (Mena-Covarrubias, 2001), o la aplicación de un insecticida para controlar las larvas de un insecto plaga justo en el momento cuando son más susceptibles, y a la vez, ocasionar el menor daño al cultivo.

Para llegar a este nivel de toma de decisiones, se requiere de la información climática que se colecta a través de la red de estaciones meteorológicas en el estado de Zacatecas y el monitoreo de las plagas mediante trampas. Los adultos del gusano del fruto (*Heliothis zea*), el gusano barrenador de las ramas del duraznero (*Anarsia lineatella*), el gusano soldado del betabel (*Spodoptera exigua*), el gusano soldado (*Pseudaletia unipunctata*), el psílido de la papa (*Bactericera cockerelli*), el pulgón verde del durazno (*Myzus persicae*), el pulgón del algodón (*Aphis gossypii*), la mosquita blanca del camote (*Bemisia tabaci*), el trips de la cebolla (*Thrips tabaci*), el ácaro de dos manchas (*Tetranychus urticae*), el descarnador occidental de la vid (*Harrisinia brillians*) y el gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) son los insectos plaga que se utilizarán para ejemplificar este enfoque.

En los cuadros A1 al A12 se presentan las unidades calor necesarias para cada etapa de desarrollo de las plagas antes mencionadas. Para el inicio del conteo de las unidades, se considera el pico poblacional de adultos con base en muestreos.

El trampeo como un elemento clave en el manejo integrado de plagas

Un principio básico del manejo integrado de plagas es que no se debe de realizar alguna acción de control de un insecto plaga hasta que se tenga la certeza de que: 1) la plaga está presente y 2) representa un riesgo de pérdidas económicas para el cultivo. Por lo tanto, es necesario saber cómo monitorear los insectos plaga, ya que las decisiones de control están basadas en el conocimiento de: 1) cuales insectos están presentes, 2) cual es el tamaño de sus poblaciones, 3) cuando están presentes, y 4) cuantos insectos plaga se pueden tolerar antes de que se tenga una pérdida económica en el cultivo.

Dos métodos comunes para monitorear insectos plaga son muestreo y trampeo, cada uno de los cuales tiene sus meritos propios. Muestreo requiere más tiempo, pero puede proveer de información más precisa sobre la presencia de las plagas y sus estados de desarrollo que ocasionan el daño al cultivo. El trampeo es más fácil de hacer, pero como normalmente es dirigido hacia el monitoreo del estado adulto, y casi siempre la fase de larva es la que causa el daño, los resultados no pueden ser aplicados directamente hacia una decisión de manejo para la forma larvaria. Ambos métodos deben ser utilizados, según sea el caso, para obtener la información sobre la cual se tomen las decisiones de control.

Las trampas son útiles en algunos casos como un método de control mecánico y en otros casos como herramientas de monitoreo. Las trampas para insectos son un buen método para determinar si un insecto plaga está presente, y también pueden dar una idea de la concentración y distribución. Trampas pegajosas y las de feromona son los dos tipos de trampa más comúnmente utilizadas en México.

Las trampas pegajosas son hechas de cartulina, normalmente de color amarillo, ya que ese color es atractivo para una gran cantidad de insectos plaga; otro color es el azul que es más específico para trips, el naranja cuando se tiene especial interés en paratrioza, o el blanco cuando se quiere seguir de cerca las poblaciones de chinche lygus. De manera general, se sugieren las trampas pegajosas de cartulina color amarillo, ya que ellas colectan la mayoría de los insectos atraídos por los otros colores de trampas, aunque a veces en menores cantidades.

Las trampas de feromona son el método más común que se utiliza para monitorear ciertas especies de insectos. Las feromonas son el olor que liberan los adultos de muchos insectos para atraer al sexo contrario durante la fase de apareamiento; en la mayoría de los casos, es la hembra la que libera la feromona, y por tanto, los insectos que se atrapan en una trampa con feromona son machos. Un principio en el que se basa este tipo de trampeo, es asumir que la proporción de insectos machos y hembras en una población es aproximadamente 50:50, aunque hay excepciones.

Se deben de colocar al menos dos trampas para cada especie de insecto plaga a monitorear por localidad o huerta representativa, las trampas se deben de revisar al menos dos veces por semana y contar el número de insectos atrapados, los cuales se deben de remover en cada visita. Las feromonas se deben de cambiar cada cuatro semanas, y las que se retiran no se deben de tirar en el suelo porque competirán con las feromonas nuevas. La base de la trampa (donde va el pegamento) se debe de cambiar cuando se hayan atrapado un promedio de 60 a 80 adultos de especies grandes como el gusano del fruto, o de 150 a 200 adultos de especies más pequeñas como el barrenador de las ramas del duraznero.

De las once plagas que se mencionan en este folleto, los adultos del gusano del fruto, barrenador de las ramas del durazno, gusano soldado del betabel, gusano soldado y descarnador de la vid se pueden detectar utilizando trampas con feromona, mientras que las fases de huevo y larva de los gusanos antes mencionados se detectan con el muestreo directo. Los adultos de pulgones, trips,

mosquita blanca y la paratrioza, se pueden monitorear con trampas pegajosas, en tanto que sus fases juveniles se tienen que estimar con el muestreo directo en campo. La araña roja es la única donde solo se puede detectar y estimar sus poblaciones a través del muestreo directo en campo.

Cuadro A1. Períodos de desarrollo de las etapas biológicas del gusano del fruto (*Heliothis zea*) en unidades calor. (Hartstack *et al.*, 1976).

ETAPA	UNIDADES CALOR
Huevo	40.5
Larvas pequeñas (Instar 1–3)	81.7
Larvas grandes	120.6
Pupa	179.5
Período de pre-oviposición	62.6
Tiempo generacional (huevo a adulto)	422.3
Cultivos que ataca: maíz, frijol, jitomate, chile.	
Temperaturas umbrales: 12.6 y 33.3°C	

Cuadro A2. Períodos de desarrollo de las etapas biológicas del barrenador de las ramas del duraznero (*Anarsia lineatella*) en unidades calor. (Brunner y Rice, 1984).

ETAPA	UNIDADES CALOR
Huevo	92.0
Larva	258.0
Pupa	160.0
Período de pre-oviposición	28.6
Adulto ovipositando	69.0
Tiempo generacional (huevo a adulto)	510.0
Cultivos que ataca: durazno, almendro, ciruelo, chabacano.	
Temperaturas umbrales: 10.0 y 31.0°C	

Cuadro A3. Unidades calor requeridas por las diferentes fases de desarrollo del gusano soldado del betabel (*Spodoptera exigua*) (Hogg y Gutierrez, 1980).

ETAPA	UNIDADES CALOR
Hembras	
Huevo	52.2
Larva	261.1
Pupa	176.7
Tiempo generacional (huevo a adulto)	490.0
Machos	
Huevo	52.2
Larva	300.0
Pupa	191.1
Tiempo generacional (huevo a adulto)	543.3
Cultivos que ataca: brócoli, betabel, frijol, repollo, zanahoria, maíz, algodón, lechuga, cebolla, sorgo, chícharo, chile, papa, soya, espinaca, camote, tomate, rosas, crisantemo.	
Temperatura mínima umbral: 12.2° C	

Cuadro A4. Unidades calor requeridas por las diferentes fases de desarrollo del gusano soldado (*Pseudaletia unipuncta*) (Guppy, 1969).

ETAPA	ETAPA
Hembras	
Huevo	63.0
Larva	277.0
Pupa	165.0
Tiempo generacional (huevo a adulto)	505.0
Tiempo generacional (huevo a huevo)	575.0
Pre-oviposición	70.0
Cultivos que ataca: avena, cebada, trigo, pastos, maíz, frijol, repollo, zanahoria, cebolla, chícharo, rábano y chile.	
Temperaturas umbrales: 10.0 y 29.0° C	

Cuadro A5. Unidades calor que requiere el psílido de la papa (*Bactericera cockerelli*) para completar las diferentes fases de su desarrollo (Becerra, 1989).

ETAPA	UNIDADES CALOR
Huevo	71.7
Ninfa (instar 1)	53.7
Ninfa (instar 2)	47.6
Ninfa (instar 3)	54.4
Ninfa (instar 4)	47.9
Ninfa (instar 5)	80.5
Tiempo generacional (huevo a adulto)	335.8
Cultivos que ataca: chile, tomate, papa, tomate de cáscara y varias hospederas silvestres principalmente de la familia Solanaceae.	
Temperatura umbral: 7°C, y su temperatura óptima de desarrollo es a los 27°C, y es capaz de sobrevivir desde -10 hasta 39°C.	

Cuadro A6. Unidades calor que requiere el pulgón verde del durazno (*Myzus persicae*) para completar las diferentes fases de su desarrollo (Weed, 1927; Whalon y Smilowitz, 1979).

ETAPA	UNIDADES CALOR
Ninfas	133.4
Tiempo de pre-larviposición	19.1
Tiempo generacional (ninfa a ninfa)	152.5
Cultivos que ataca: el pulgón verde tiene mas de 400 hospederas (Kranz <i>et al.</i> , 1981) entre los que destacan el chile, tomate, papa, espinaca, lechuga y todos los frutales de hueso como duraznero, chabacano, ciruelo, entre otros.	
Temperaturas umbrales: 4 y 30°C	

Cuadro A7. Unidades calor que requiere el pulgón del algodón (*Aphis gossypii*) para completar las diferentes fases de su desarrollo (Kersting *et al.*, 1999).

ETAPA	UNIDADES CALOR
Primer instar al estado adulto	108.9
Cultivos que ataca: chile, pepino, calabaza, calabacita, melón, algodón y cítricos son algunas de sus hospederas más comunes.	
Temperatura umbral: 6.2°C	

Cuadro A8. Unidades calor que requiere la mosquita blanca del camote (*Bemisia tabaci*) para completar las diferentes fases de su desarrollo (Zalom *et al.*, 1985).

ETAPA	UNIDADES CALOR
Tiempo generacional (huevo a adulto)	316
Cultivos que ataca: tomate, chile, melón, sandía, girasol, algodón, higuera, soya, calabacita, pepino, nochebuena, entre otros.	
Temperaturas umbrales: 10 y 32.2°C	

Cuadro A9. Unidades calor que requiere el trips de la cebolla (*Thrips tabaci*) para completar las diferentes fases de su desarrollo (Edelson y Magaro, 1988).

ETAPA	UNIDADES CALOR
Huevo	78.0
Larva a adulto	100.2
Tiempo generacional	179.6
Cultivos que ataca: además de cebolla y ajo, ataca una gran cantidad de hortalizas, plantas de ornato y plantas silvestres.	
Temperaturas umbrales: 11.5°C	

Cuadro A10. Unidades calor que requiere el ácaro de dos manchas (*Tetranychus urticae*), también conocido como araña roja, para completar las diferentes fases de su desarrollo (Herbert, 1982).

ETAPA	UNIDADES CALOR
Hembras:	
Período de pre-oviposición	25.3
Tiempo generacional (huevo a adulto)	144.5
Tiempo generacional (huevo a huevo)	169.8
Cultivos que ataca: frijol, pepino, tomate, tomate de cáscara, fresa, girasol, vid, maíz entre algunos de los más importantes.	
Temperaturas umbrales: 10°C	

Cuadro A11. Unidades calor requeridas por las diferentes fases de desarrollo del descarnador occidental de la vid (*Harrisinia brillians*) (Roltsch y Mayse, 1993).

ETAPA	UNIDADES CALOR
Huevo	145.0
Larva	385.0
Pupa	278.0
Tiempo generacional (huevo a adulto)	808.0
Cultivos que ataca: vid.	
Temperaturas umbrales: 9.0 y 28.2° C	

Cuadro A12. Unidades calor requeridas por las diferentes fases de desarrollo del gusano cogollero del maíz (*Spodoptera frugiperda*) (Ramírez-García *et al.*, 1987).

ETAPA	ETAPA
Huevo	46.7
Larva	278.7
Instar 1	53.9
Instar 2	42.6
Instar 3	38.2
Instar 4	38.6
Instar 5	44.8
Instar 6	58.9
Prepupa	32.8
Pupa	116.0
Pre-oviposición	24.4
Cultivos que ataca: maíz, sorgo, avena, cebada, trigo, pastos, cacahuate, arroz, betabel, soya, tabaco, y la maleza: coquillo, quelite y correhuela anual.	
Temperatura umbral mínima: 10.9° C	

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 2009.
Tiraje: Publicación electrónica distribuida en formato PDF



FUNDACIÓN *Zacatecas* A.C.
PRODUCE
inifap



ZACATECAS
GOBIERNO DEL ESTADO
2 0 0 4 • 2 0 1 0