

Reporte agrometeorológico

Mayo de 2016

Red de monitoreo agroclimático del estado de
Zacatecas

Guillermo MEDINA GARCÍA
Jaime MENA COVARRUBIAS
Arturo CORRALES SUASTEGUI
Víctor Manuel RODRÍGUEZ MORENO



Pronóstico
de lluvia



SAGARPA
SECRETARÍA DE AGRICULTURA,
GANADERÍA, DESARROLLO RURAL,
PESCA Y ALIMENTACIÓN



inifap

Instituto Nacional de Investigaciones
Forestales, Agrícolas y Pecuarias

**CENTRO DE INVESTIGACIÓN REGIONAL NORTE CENTRO
CAMPO EXPERIMENTAL ZACATECAS
Calera de V. R., Zacatecas
Folleto informativo No. 152**

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. 01-800-088-2222

Primera edición. 2016
Impreso en México



Instituto Nacional de Investigaciones
Forestales, Agrícolas y Pecuarias

Reporte agrometeorológico

Mayo de 2016

Red de monitoreo agroclimático del estado de Zacatecas

Guillermo MEDINA GARCÍA¹
Jaime MENA COVARRUBIAS²
Arturo CORRALES SUASTEGUI³
Víctor Manuel RODRÍGUEZ MORENO⁴

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 Agrometeorología y Modelaje. Campo Experimental Pabellón. INIFAP.

⁴Dr. Investigador responsable del Laboratorio Nacional de Modelaje y Sensores Remotos. Campo Experimental Pabellón. INIFAP.

Contenido

ANTECEDENTES	1
RED DE MONITOREO AGROCLIMÁTICO.....	2
RESUMEN MENSUAL DE VARIABLES METEOROLÓGICAS	4
PRONÓSTICO DE LLUVIA.....	5
AGRICULTURA Y CLIMA	7
Temperatura.....	7
Requerimientos de calor por las plantas	7
Acumulación de unidades calor.....	8
La temperatura como factor clave en el impacto de la paratarioza, <i>Bactericera cockerelli</i> , tanto como insecto plaga, como en las enfermedades que transmite .	16
RESUMEN MENSUAL	21
LITERATURA CITADA.....	26

Antecedentes

Para mejorar el manejo y disminuir los riesgos de producción, se requiere para los diversos cultivos conocer los diferentes parámetros climatológicos: temperatura, humedad relativa, presión atmosférica, pluviometría, velocidad y dirección del viento y radiación solar. Conocer estos datos meteorológicos es de vital importancia en la planificación de actividades agrícolas.

La disponibilidad de un historial de datos abundante, fiable y permanente permitirá aplicar herramientas para la toma de decisiones que beneficiarán significativamente a la comunidad agrícola, creando sistemas ambientalmente sostenibles en el tiempo (INFODEPA, 2012).

En el estado de Zacatecas la mayor parte de la agricultura se realiza en condiciones de temporal (INEGI, 2014); la estación de crecimiento se caracteriza por alta frecuencia de sequías, ocurrencia de heladas tempranas y tardías, lluvias torrenciales y mal distribuidas, y vientos de gran intensidad.

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).

El INIFAP inició en el año 2002 el proyecto “Red de monitoreo agroclimático del estado de Zacatecas”, financiado por la Fundación Produce Zacatecas, A. C., con el propósito de conocer las condiciones del clima en relación con el desarrollo de los cultivos y su manejo.

Como parte de la estrategia para la divulgación de la información registrada por la red de estaciones, se presenta un reporte agrometeorológico mensual, mediante el cual se da 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 38 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 y radiación solar. 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, 2016). La información de las estaciones puede ser consultada en tiempo real en Internet en el sitio:

www.zacatecas.inifap.gob.mx

Aquí se pueden consultar los datos en forma numérica y en forma gráfica. Se presentan también índices agroclimáticos como horas frío, horas de heladas, evapotranspiración y aplicaciones para programación del riego (Servín *et al.*, 2012) y alerta fitosanitaria (Cabral *et al.*, 2012). 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 Estrada
Mogotes	F. R. Murguía
Ábrego	Fresnillo
Col. Emancipación	Fresnillo
El Pardillo 3	Fresnillo
Rancho Grande	Fresnillo
U.A. Biología	Guadalupe
Santo Domingo	Jalpa
Palmas Altas	Jerez
Santa Rita	Jerez
Santa Fe	Jerez
UPSZ El Remolino	Juchipila
Loreto	Loreto
Marianita	Mazapil
Tanque de Hacheros	Mazapil
Campo Uno	Miguel Auza
Momax	Momax
El Alpino	Ojocaliente
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

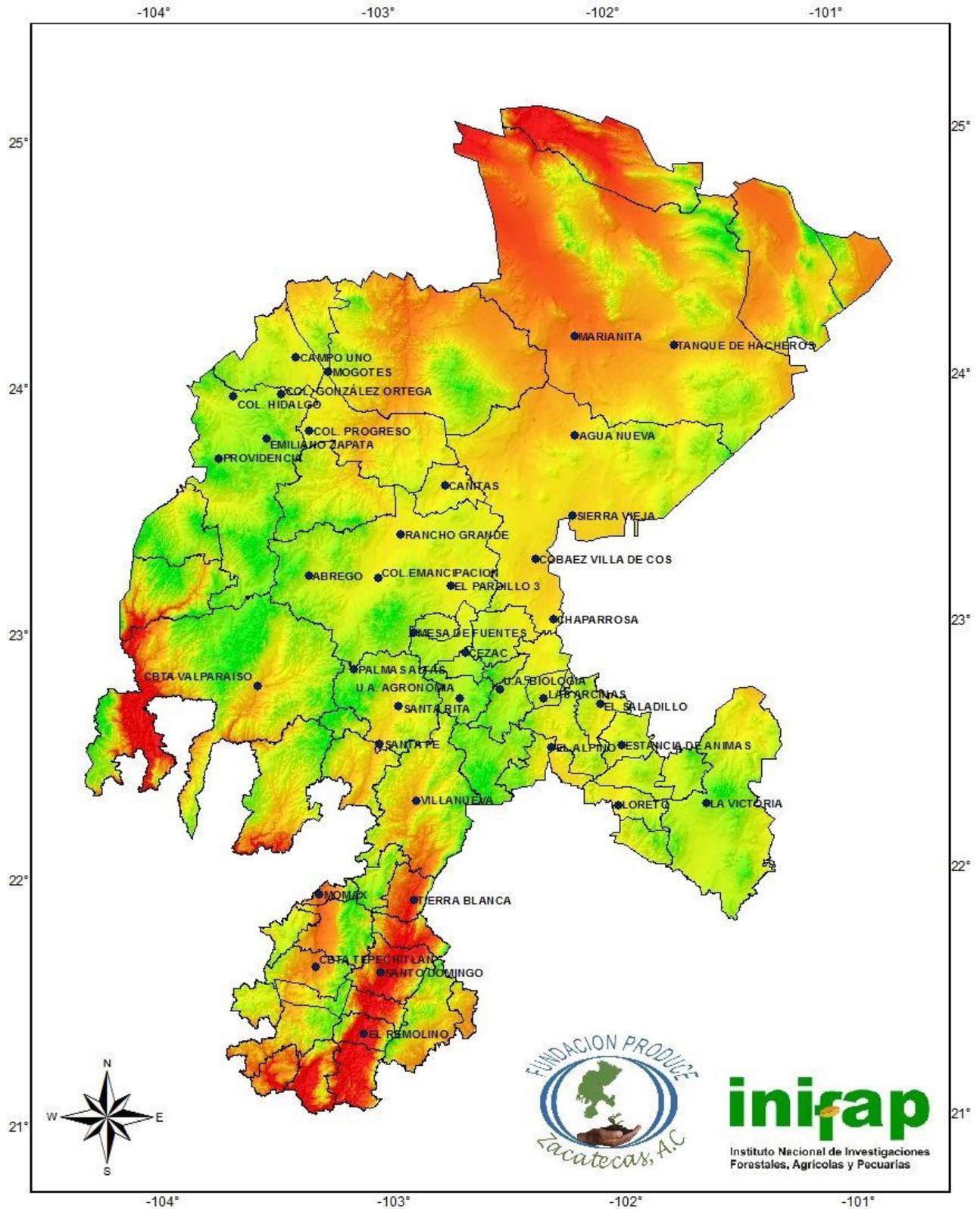


Figura 1. Red de monitoreo agroclimático del estado de Zacatecas.

Resumen de variables meteorológicas

Mes de Mayo

TEMPERATURA

	°C	Estación
Promedio	21.5	
Máxima promedio	30.7	
Máxima extrema	40.2	UPSZ El Remolino
Mínima promedio	11.7	
Mínima extrema	2.6	Momax
Promedio histórico*	20.5	

PRECIPITACIÓN

	mm	Estación
Promedio mensual	13.5	
Mínima	1.0	Loreto
Máxima	68.4	Tanque de Hacheros
Promedio decena uno	1.1	
Mínima	0.0	16 estaciones
Máxima	7.8	Tanque de Hacheros
Promedio decena dos	9.8	
Mínima	0.2	Loreto
Máxima	32.2	Marianita
Promedio decena tres	2.6	
Mínima	0.0	13 estaciones
Máxima	35.8	Tanque de hacheros
Promedio mensual histórico*	18.9	

HUMEDAD RELATIVA

	%	Estación
Promedio	39.2	
Máxima promedio	71.8	
Máxima extrema	100.0	6 estaciones
Mínima promedio	14.9	
Mínima extrema	3.0	Emiliano Zapata
Promedio histórico**	37.2	

VIENTO

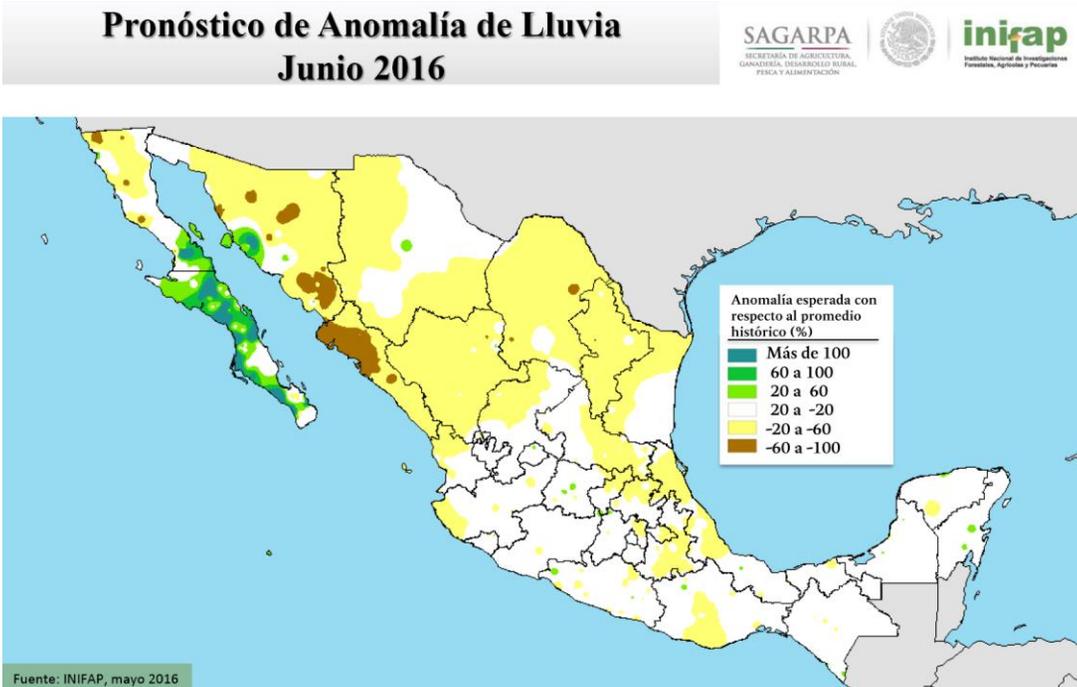
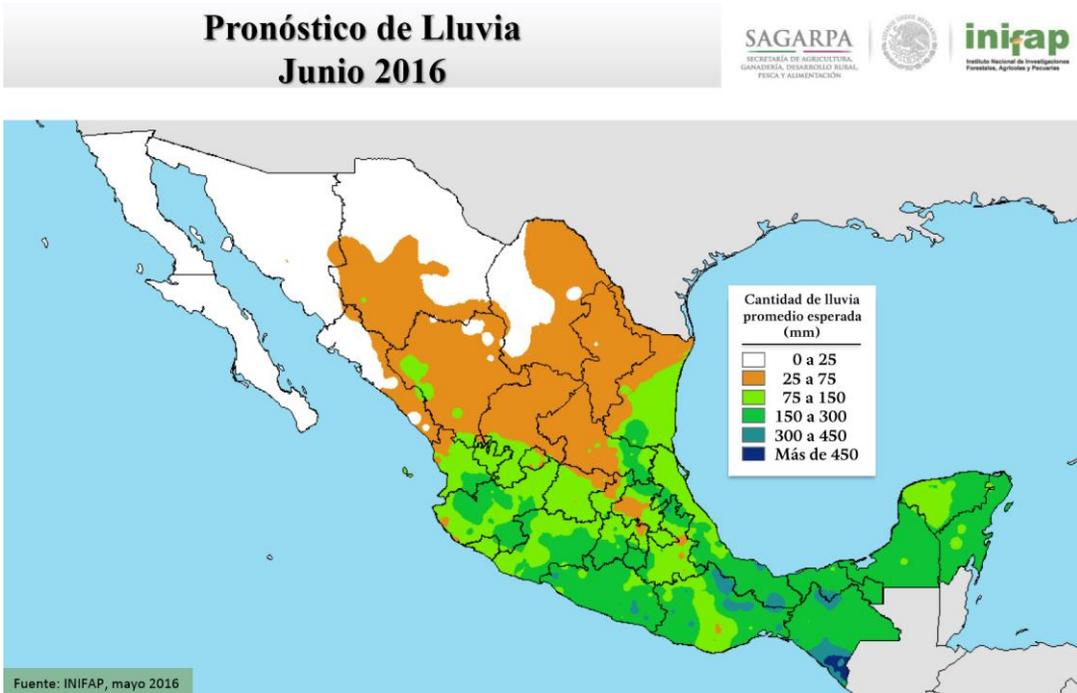
	Km/hr	Estación
Promedio	7.3	
Máxima promedio	19.7	
Máxima extrema	54.4	Emiliano Zapata
Dirección dominante	S	
Máxima promedio histórica**	20.9	

En la obtención de los valores de este resumen se consideran las 38 estaciones de la red.

*Fuente: CNA. Datos históricos 1981-2010

**Fuente: Red de monitoreo agroclimático 2002-2015.

Pronóstico de Lluvia



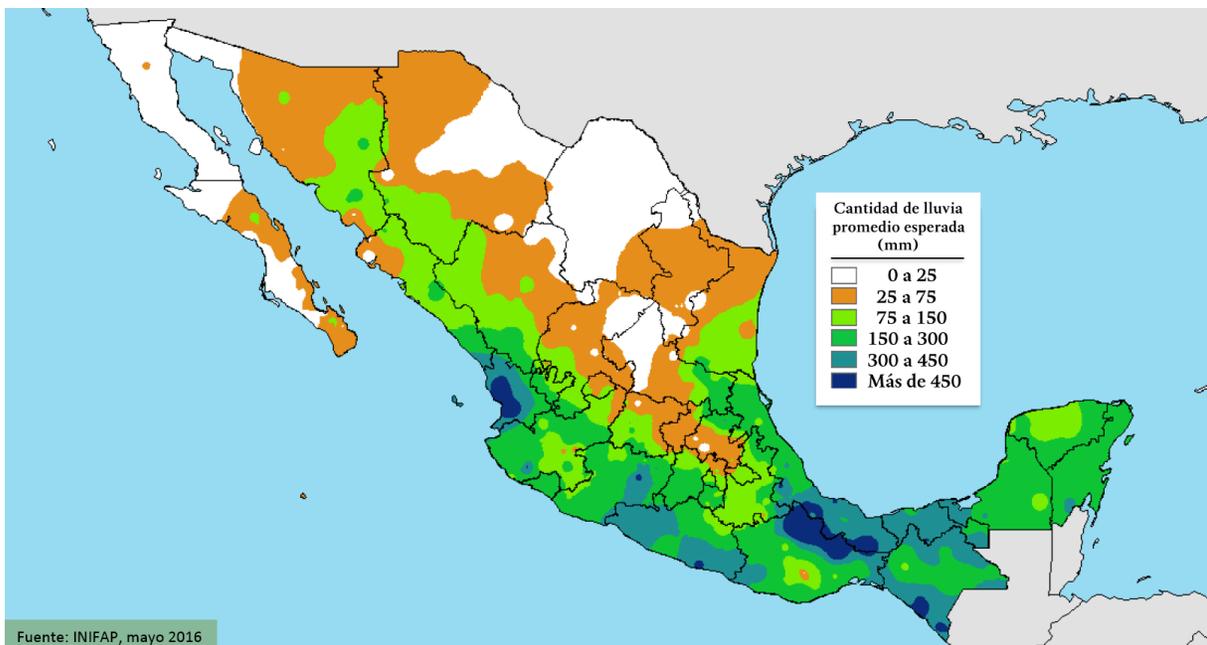
En el mes de junio se espera una precipitación de 25 a 75 mm en la mayor parte del estado de Zacatecas, esto representa de manera general una lluvia ligeramente inferior al promedio histórico en la parte norte del Estado e igual al promedio histórico en el resto del Estado.

Pronóstico de Lluvia Julio 2016

SAGARPA
SECRETARÍA DE AGRICULTURA,
GANADERÍA, DESARROLLO RURAL,
PECUARIA Y ALIMENTACIÓN



inifap
Instituto Nacional de Investigaciones
Forestales, Agrícolas y Pecuarias

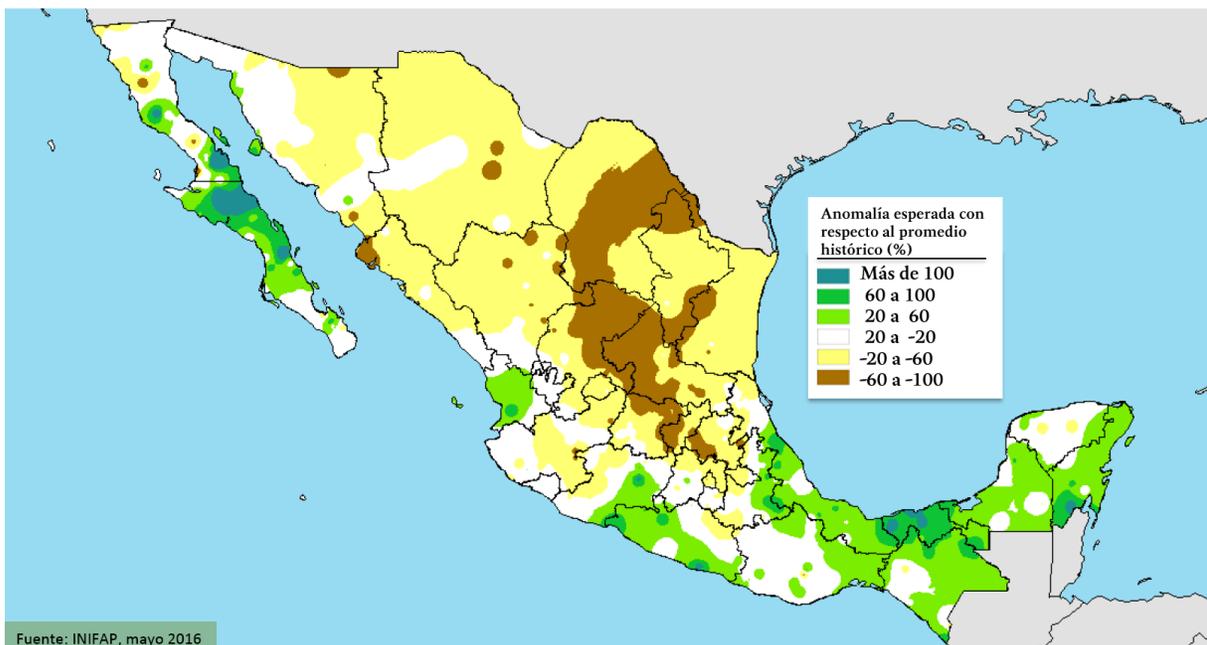


Pronóstico de Anomalia de Lluvia Julio 2016

SAGARPA
SECRETARÍA DE AGRICULTURA,
GANADERÍA, DESARROLLO RURAL,
PECUARIA Y ALIMENTACIÓN



inifap
Instituto Nacional de Investigaciones
Forestales, Agrícolas y Pecuarias



En el mes de julio se espera una precipitación de 25 a 75 mm en la mayor parte del Estado, 0 a 25 mm en el noreste y 75 a 150 mm en el sur. Esto representa 60 a 100% menos que el promedio histórico en el este, norte y noreste del Estado y 20 a 60% menos lluvia en el resto del Estado.

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 la temperatura media 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.

A partir del mes de marzo se presenta la acumulación de unidades calor para algunas plagas de importancia en el Estado, relacionándolas con las etapas de desarrollo de los insectos.

La estimación de las unidades calor comúnmente se hace a partir de los datos diarios de temperatura, sin embargo, varios autores sugieren (Purcel, 2003) que si se dispone de datos horarios o de cada 15 minutos, como las estaciones de la Red de Monitoreo, se deben utilizar estos datos para estimar las UC, para ello se utiliza el método residual para cada registro de temperatura de 15.

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

Acumulación de unidades calor

Con base en los datos registrados por la Red de Monitoreo Agroclimático del estado de Zacatecas y considerando la acumulación de unidades calor para el gusano cogollero (*Spodoptera*

frugiperda J.E. Smith), con temperatura umbral mínima de 10.9°C (Ramírez-García *et al.*, 1987). Se presenta la siguiente información:

En la primera decena del mes de mayo la acumulación de unidades calor varió desde 81 UC en la estación Providencia, Sombrerete, hasta 162 UC en la estación UPSZ El Remolino, Juchipila. El promedio de acumulación de todas las estaciones fue de 106 UC (Figura 2).

En la segunda decena la acumulación de UC fue ligeramente inferior a la primera. El promedio de unidades calor de todas las estaciones de la red fue de 93. La estación que registró la menor acumulación de unidades calor fue Emiliano Zapata en Sombrerete con 69 UC, y la que acumuló más fue la estación UPSZ El Remolino, Juchipila con 151 UC (Figura 3).

En la tercera decena del mes de mayo se incrementó notablemente el promedio de UC el cual fue de 132. La estación Emiliano Zapata en Sombrerete, fue la que registró la menor cantidad de UC con 108, y la

que registró la mayor cantidad fue la de UPSZ El Remolino, Juchipila con 192 unidades (Figura 4).

Considerando las unidades calor acumuladas durante todo el mes de mayo, en promedio se registraron 331, variando desde 259 UC en la estación Emiliano Zapata, Sombrerete hasta 505 en la estación UPSZ El Remolino, Juchipila. (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 más de 300 UC, mientras que en el suroeste del Estado la acumulación fue hasta de 505 UC.

Durante los meses de marzo a mayo se han acumulado en promedio 696 UC,

registrándose el valor mínimo en la estación Emiliano Zapata, Sombrerete con 494 UC, mientras que el valor máximo fue de 1174 UC y se registró en la estación UPSZ El Remolino, Juchipila (Figura 6).

En la Figura 7 se presentan a manera de ejemplo gráficas de las unidades calor decenales acumuladas a partir del mes de mayo, de dos estaciones diferentes. Sólo se presentan dos gráficas, pero se pueden consultar las gráficas de las 38 estaciones en el sitio de Internet del Campo Experimental Zacatecas

www.zacatecas.inifap.gob.mx.

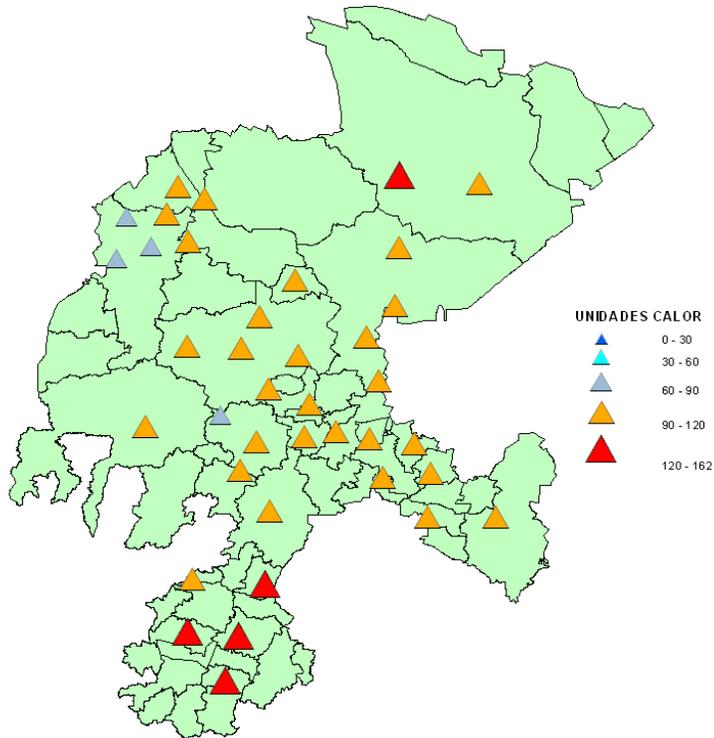


FIGURA 2. Unidades calor para el gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda* J.E. Smith) de la primera decena del mes de mayo del 2016. Red de monitoreo agroclimático del estado de Zacatecas.

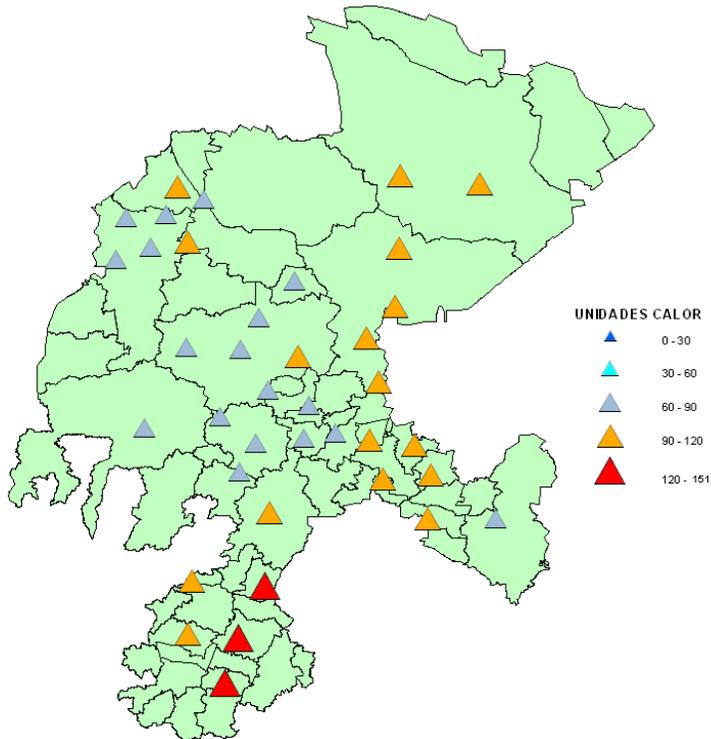


FIGURA 3. Unidades calor para el gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda* J.E. Smith) de la segunda decena del mes de mayo del 2016. Red de monitoreo agroclimático del estado de Zacatecas.

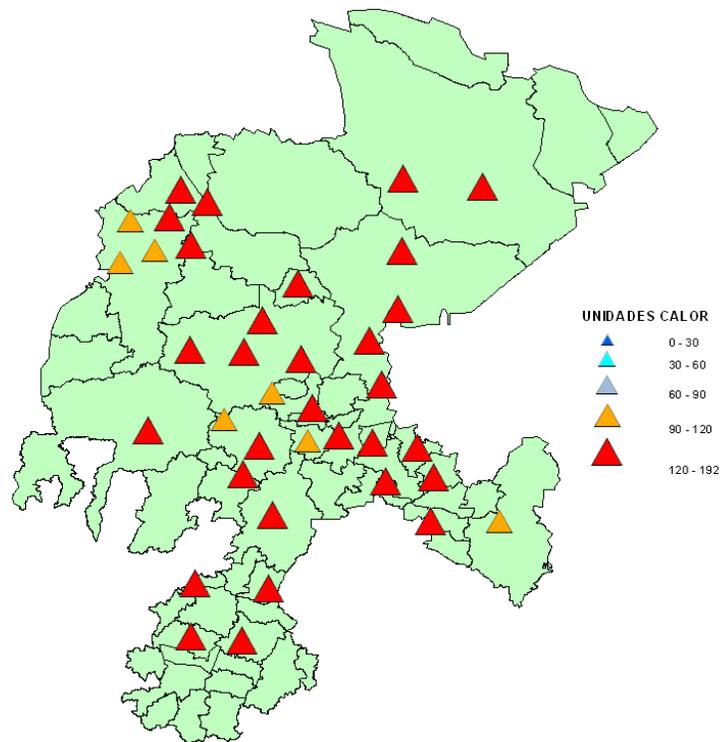


FIGURA 4. Unidades calor para el gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda* J.E. Smith) de la tercera decena del mes de mayo del 2016. Red de monitoreo agroclimático del estado de Zacatecas.

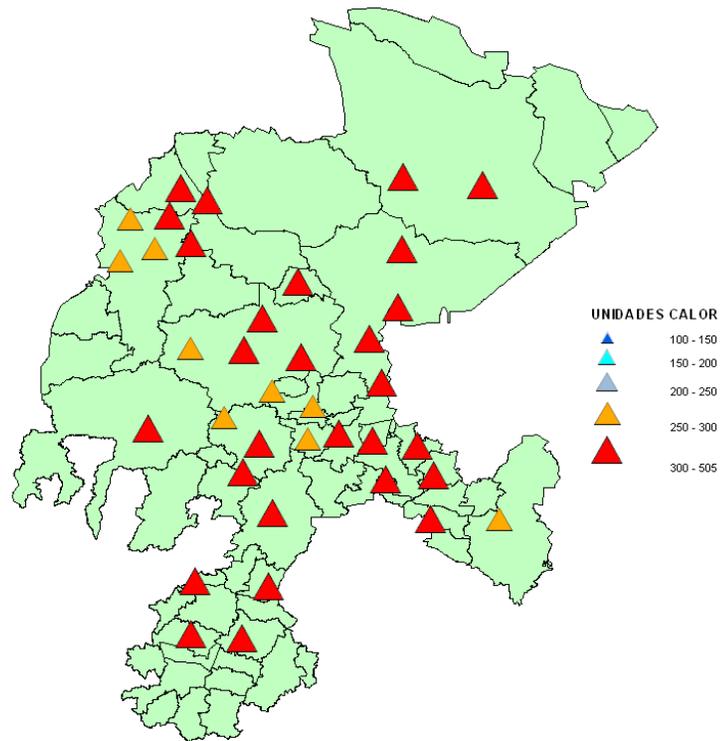


FIGURA 5. Unidades calor para el gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda* J.E. Smith) del mes de mayo del 2016. Red de monitoreo agroclimático del estado de Zacatecas.

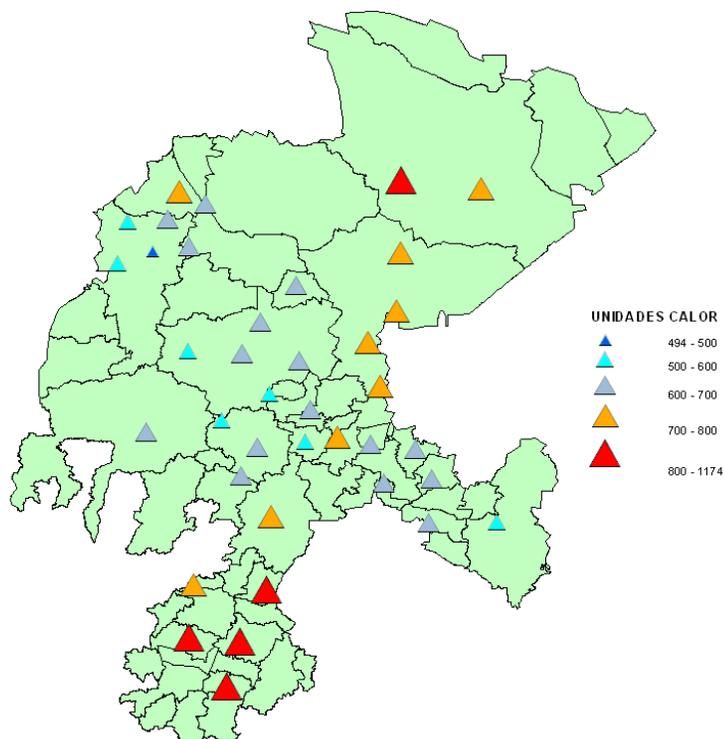
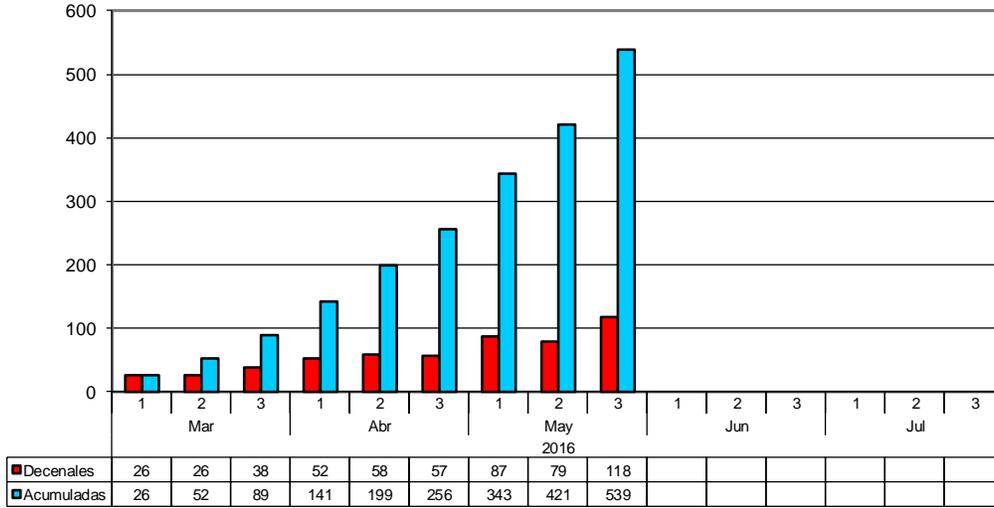


FIGURA 6. Unidades calor para el gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda* J.E. Smith) de los meses de marzo a mayo del 2016. Red de monitoreo agroclimático del estado de Zacatecas.



ESTACIÓN COL. HIDALGO, SOMBRERETE



ESTACIÓN SANTA FE, JEREZ

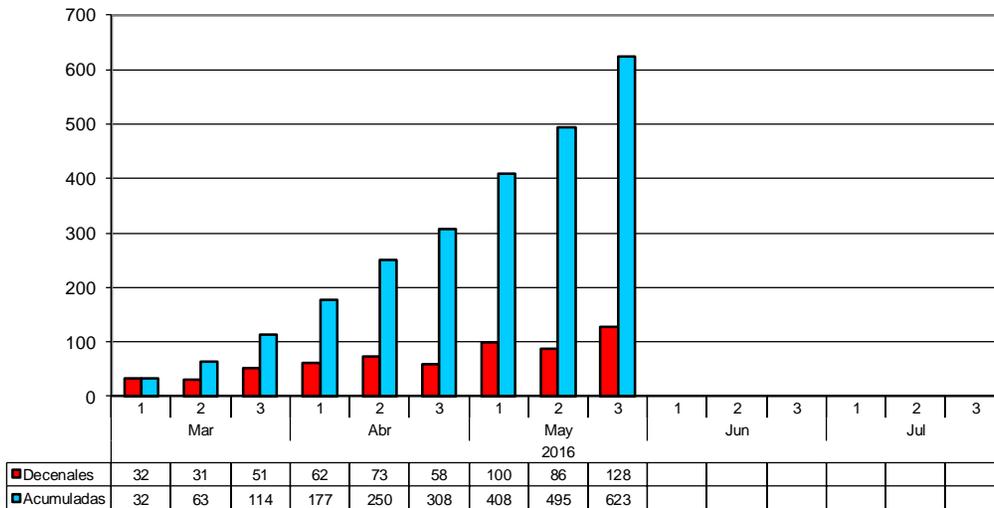


FIGURA 7. Unidades calor decenales acumuladas a partir del mes de marzo para el gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda* J.E. Smith) en dos estaciones de la red.

Cuadro 2. Unidades calor acumuladas en el mes de mayo del 2016 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	241.8	321.9	254.2	508.4	440.2	275.9	346.4	294.5
Agua Nueva	295.4	373.8	307.9	562.1	493.9	329.6	392.9	348.2
C. Exp. Zacatecas	245.7	326.2	258.1	512.3	444.1	279.8	352.4	298.4
Campo Uno	257.6	338.0	270.0	524.2	456.0	291.7	362.7	369.2
Cañitas	264.6	342.8	277.1	531.3	463.1	298.8	361.9	317.4
CBTA Tepechitlán	314.2	385.1	329.2	583.4	515.2	350.9	392.9	369.5
CBTA Valparaíso	264.3	342.5	276.7	530.9	462.7	298.4	360.9	317.0
Chaparrosa	283.5	362.5	295.9	550.1	481.9	317.6	383.4	336.2
COBAEZ Villa de Cos	301.5	379.7	314.0	568.2	500.0	335.7	398.2	354.3
Col. Emancipación	253.1	332.5	265.5	519.7	451.5	287.2	354.3	305.8
Col. González Ortega	262.2	342.7	274.6	528.8	460.6	296.3	368.7	314.9
Col. Hidalgo	230.6	311.1	243.0	497.2	429.0	264.7	337.2	283.3
Col. Progreso	282.2	361.8	294.6	548.8	480.6	316.3	384.4	334.9
El Alpino	282.6	360.9	295.1	549.3	481.1	316.8	379.4	335.4
El Pardillo 3	266.8	345.1	279.2	533.4	465.2	300.9	364.9	319.5
El Saladillo	275.7	354.6	288.1	542.3	474.1	309.8	375.0	328.4
Emiliano Zapata	206.7	287.3	219.1	473.3	405.1	240.8	316.7	259.4
Estancia de Ánimas	260.6	340.5	273.0	527.2	459.0	294.7	364.4	313.3
La Victoria	228.3	308.7	240.7	494.9	426.7	262.4	335.7	281.0
Las Arcinas	270.2	350.1	282.6	536.8	468.6	304.3	374.0	322.9
Loreto	264.6	344.6	345.2	531.2	463.0	298.7	368.6	317.3
Marianita	324.4	399.8	337.4	591.6	523.4	359.1	413.3	377.7
Mesa de Fuentes	228.7	309.3	241.1	495.3	427.1	262.8	338.8	281.4
Mogotes	256.1	336.4	268.5	522.7	454.5	290.2	360.9	308.8
Momax	290.6	360.6	305.6	559.8	491.6	327.3	367.0	345.9
Palmas Altas	221.3	301.9	233.7	487.9	419.7	255.4	331.0	274.0
Providencia	206.2	286.8	218.6	472.8	404.6	240.3	317.3	258.9
Rancho Grande	269.3	349.1	281.7	535.9	467.7	303.4	371.8	322.0
Santa Fe	261.9	338.6	274.4	528.6	460.4	296.1	354.5	314.7
Santa Rita	265.7	342.7	278.4	532.6	464.4	300.1	358.9	318.7
Santo Domingo	409.9	475.5	430.3	684.5	616.3	452.0	476.8	470.6
Sierra Vieja	293.2	370.7	305.9	560.1	491.9	327.6	388.0	346.2
Tanque de Hacheros	287.5	365.1	300.1	554.3	486.1	321.8	382.9	340.4
Tierra Blanca	373.5	438.9	393.7	647.9	579.7	415.4	441.0	434.0
U.A. Agronomía	236.0	316.5	248.4	502.6	434.4	270.1	343.1	288.7
U.A. Biología	276.9	357.2	289.3	543.5	475.3	311.0	383.4	329.6
UPSZ El Remolino	425.2	481.8	464.7	718.9	650.7	486.4	475.1	505.0
Villanueva	301.1	375.5	314.3	568.5	500.3	336.0	388.2	354.6
PROMEDIO	275.8	353.1	291.3	543.7	475.5	311.2	372.8	331.4

*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*

Considerando los datos presentados en el Cuadro 2, durante el mes de mayo fue notable la acumulación de unidades calor, Si aunado a lo anterior se considera el total de unidades calor que se requieren para que un insecto plaga complete su ciclo biológico, el pulgón del algodón es el que requiere tan solo 108.9 unidades (Cuadro 3), en tanto que el pulgón verde del durazno le sigue con 152.5, la araña roja 144 y el trips de la cebolla 179.6, entonces un insecto que tiene un ciclo biológico corto y que además su temperatura umbral es baja, es capaz de tener varias generaciones en un mes. En el mes de mayo estas plagas pudieron completar tres o cuatro y hasta cinco generaciones.

En el caso de los gusanos, el del fruto requiere 422 UC, el gusano cogollero 499, el gusano soldado 505 y el gusano soldado del betabel 543 UC (Cuadro 3) para completar una generación, es decir, son insectos de ciclo biológico más largo, sin embargo, dada la gran acumulación de unidades calor durante el mes de mayo, estos insectos pudieron completar una generación

durante el mes en la región del Cañón de Juchipila y en otras zonas casi completaron su ciclo.

Considerando las unidades calor acumuladas durante los meses de marzo a mayo, en la región del altiplano zacatecano se acumularon de manera general de 600 a 700 UC (Figura 6), con las cuales se completó fácilmente una generación de cualquiera de los cuatro gusanos del Cuadro 3, mientras que en la región de Los Cañones se han acumulado desde 700 hasta 1,174 UC, por lo que en esa región los mismos gusanos completaron de una a dos generaciones, esto implica un mayor daño por estas plagas.

Se debe considerar que las etapas de desarrollo para controlar más fácilmente estas plagas son los primeros instares de la larva, por lo que se sugiere monitorear los cultivos en para verificar si se presenta otra generación y controlarla en sus primeras etapas de desarrollo.

Cuadro 3. Temperaturas umbrales y unidades calor por generación de algunas plagas importantes en el estado de Zacatecas.

PLAGA	NOMBRE CIENTÍFICO	TEMPERATURA UMBRAL		UNIDADES CALOR HUEVO A ADULTO
		INFERIOR	SUPERIOR	
Araña roja	<i>Tetranychus urticae</i>	10.00		144.5
Barrenador de las ramas del duraznero	<i>Anarsia lineatella</i>	10.0	31.0	510.0
Descarnador occidental de la vid	<i>Harrisina brillians</i>	9.0	28.2	808.0
Gusano cogollero del maíz	<i>Spodoptera frugiperda</i>	10.9		498.6
Gusano del fruto	<i>Helicoverpa zea</i>	12.6	33.3	422.3
Gusano soldado	<i>Pseudaletia unipuncta</i>	10.0	29.0	505.0
Gusano soldado del betabel	<i>Spodoptera exigua</i>	12.2		543.3
Mosquita blanca	<i>Bemisia tabaci</i>	10.0	32.2	316.0
Paratriosa	<i>Bactericera cockerelli</i>	7.0	27.0	335.8
Pulgón del algodón	<i>Aphis gossypii</i>	6.2		108.9
Pulgón verde del durazno	<i>Myzus persicae</i>	4.0	30.0	152.5
Trips de la cebolla	<i>Thrips tabaci</i>	11.5		179.6

La temperatura como factor clave en el impacto de la paratriosa, *Bactericera cockerelli*, tanto como insecto plaga, como en las enfermedades que transmite

La paratriosa o psílido de la papa/tomate, *Bactericera cockerelli* (Sulc) (Hemiptera: Triozidae) ha sido un insecto plaga de importancia primaria para cultivos de la familia Solanaceae durante varias décadas. Este insecto ocasiona daños en los cultivos por los efectos de su alimentación directa, y recientemente se ha descubierto que transmite una bacteria fitopatógena identificada como *Candidatus Liberibacter solanacearum* (Ca. L. solanacearum).

Cuando Karel Sulc describió por primera vez a la paratriosa en 1909, de insectos colectados de plantas de Chile (*Capsicum* spp) en Boulder, Colorado (EUA), él infirió que debido al gran número de ninfas observadas sobre las plantas, este insecto se podía convertir en un insecto destructivo (Sulc, 1909); en 1915 se reconoció por primera vez a este insecto como una plaga debido a los daños que ocasionó en una planta ornamental (*Solanum capsicastrum*), hasta el punto de que fue necesario utilizar una acción de control (Compere, 1915). En 1927, el potencial destructivo de *B. cockerelli* se observó cuando hubo devastaciones a nivel

estatal por una sintomatología conocida como los “amarillamientos de psílicos”, que se presentaron en el cultivo de papa (*S. tuberosum*), en los estados de Colorado, Montana, Idaho, Utah y Wyoming donde era común encontrar campos de cultivo con el 100% plantas mostrando los síntomas de infección (Richards, 1928). Estos amarillamientos se consideraba que se debían al comportamiento alimenticio de las ninfas de la paratrioza, debido que el insecto inyectaba una toxina al alimentarse (Carter, 1973, Cranshaw, 1994), y esto ocasionó las mayores pérdidas en rendimiento del cultivo de papa reportados hasta ese entonces en los EUA, y que a menudo terminó en la destrucción total del cultivo en las infestadas con este psílido de la papa (Linford, 1928). En 1938 hubo una invasión aún más devastadora de *B. cockerelli* y los amarillamientos que ocasionaba, a la que se presentó en 1927 (Jensen, 1954).

Es interesante que en menos de 20 años de haber sido descrito como insecto plaga, la paratrioza ya ocasionara daños de magnitud escandalosa a nivel de zonas

completas de producción de un cultivo, y que 10 años después esos daños se observaron aún con mayor intensidad. Reportes recientes indican que el problema de estos “amarillamientos” siguen siendo importantes para otros cultivos, así, en California más del 85% de las plantas de tomate se han reportado afectadas por este problema (Liu y Trumble, 2004).

En 1994 se descubrió en México un problema nuevo en papa que se denominó “zebra chip”, el cual también era transmitido por la paratrioza (Munyanzeza *et al.*, 2007) y cuyo agente causal era *Ca. L. solanacearum* (Liefting *et al.*, 2009). El problema de “zebra chip” se convirtió en un problema aún más importante, y más insidioso, que los “amarillamientos de los psílicos” para la industria de la papa, ya que infecciones en el último mes antes de la cosecha ocasionan que los tubérculos de papa pierdan su valor comercial, lo que significa pérdidas que pueden superar los costos de cultivo de la papa (Munyanzeza *et al.*, 2007).

En la actualidad, la paratrioza se considera como un insecto plaga de importancia central no solo para el cultivo de papa, sino también para el tomate, el chile y la berenjena, tanto en Norte y Centro América como en Nueva Zelanda (Gill, 2006, Munyaneza *et al.*, 2007).

Interacción entre la temperatura y la biología de la paratrioza, *Bactericera cockerelli*

Existe una gran variabilidad en las poblaciones de la paratrioza que se encuentran tanto en las plantas cultivadas, como en sus hospederas silvestres. Una de las posibles razones asociada a esas fluctuaciones poblacionales es que *B. cockerelli* es considerada como un insecto de “zonas templadas” que prefiere el clima cálido, pero no caliente (Knowlton, 1933; List, 1939) lo que significa que las características del ciclo de vida de este insecto se ven severamente afectadas por condiciones extremas de temperatura, tanto calor como frío. La temperatura es un factor crítico para las incrementos en grandes números de paratrioza debido a que estos insectos no toleran temperaturas

elevadas; el rango óptimo de desarrollo para la paratrioza es reducido (Wallis, 1946), y a 26°C tienen la mejor sobrevivencia, desarrollo y oviposición; cuando la temperatura es mayor de 30°C se reduce o cesa la puesta de huevos, la eclosión de los mismos y la sobrevivencia de las ninfas, en tanto que temperaturas de 38.8°C por una o dos horas son letales para los huevos y ninfas (Abdullah, 2008). Trabajos adicionales de investigación sugieren que la temperatura, el tamaño de la población que emigra durante la primavera y el tamaño de las plantas cultivadas que son hospederas de este insecto son factores clave que determinan la densidad poblacional observada en campo de paratrioza. Por ejemplo, cuando las plantas tienen abundante cantidad de follaje, el cultivo le proporcionan un refugio a la paratrioza que la protege de las temperaturas de los veranos mayores de 32°C ya que la temperatura dentro del follaje es varios grados más fresca, lo cual permite un desarrollo óptimo de las poblaciones de este insecto plaga (Wallis, 1946).

El tiempo de desarrollo en días para las fases inmaduras y el tiempo total de desarrollo desde el huevo hasta el adulto de paratrioza, tanto cuando el insecto se alimenta sobre papa como en tomate, son inversamente proporcionales a la temperatura entre los 8 y los 27°C, pero se incrementa a 31°C; las temperaturas mínimas umbrales para el desarrollo de este insecto plaga son de 7.9, 4.2 y 7.1°C (cuando se alimentan de papa) y 7.2, 5.3 y 7.5°C (cuando se alimenta de tomate) para la fase de huevo, ninfa y tiempo total de desarrollo, respectivamente; con los datos anteriores se determina que se requieren un total de 98, 310 y 358 (cuando se alimentan de papa) y 107, 309 y 368 (cuando se alimenta de tomate) unidades calor para la fase de huevo, ninfa y tiempo total de desarrollo, respectivamente (Tran *et al.*, 2012).

Interacción entre la temperatura y la bacteria, *Candidatus Liberibacter solanacearum*

Se ha demostrado que la temperatura tiene un efecto significativo en el desarrollo de las especies de

Liberibacter asociadas con la enfermedad del amarillamiento de los cítricos, denominada Huanglongbing, de tal forma que *Ca. L. africanus* y *Ca. L. americanus* ambas son sensibles al calor, en tanto que *Ca. L. asiaticus* es tolerante a este factor (Munyaneza *et al.*, 2012). De más reciente identificación que las tres especies anteriores de *Candidatus Liberibacter* está *Ca. L. solanacearum* considerada como el agente causal de la enfermedad “zebra chip”, una enfermedad emergente y económicamente importante a nivel mundial para el cultivo de la papa, la cual afecta también a otros cultivos de la familia Solanaceae.

Se tiene reportado hasta el momento que con temperaturas menores de 17°C se reduce el desarrollo de *Ca. L. solanacearum* y los síntomas de la enfermedad de “zebra chip” en papa, mientras que cuando la temperatura es mayor de 32°C se tienen efectos detrimentales sobre esta bacteria, y las plantas infectadas con la misma ya no presentan síntomas ni se detecta la presencia de esta bacteria; por otra parte la multiplicación óptima de *Ca. L.*

solanacearum y la aparición de síntomas se presenta con mayor facilidad en el rango de temperatura de 27 a 32°C; por todo lo anterior, se puede concluir que también *Ca. L. solanacearum* es sensible al calor (Munyaneza *et al.*, 2012).

Los rangos de sensibilidad de esta bacteria y de su insecto vector (*B. cockerelli*) a la temperatura son muy similares, y pueden explicar parcialmente la incidencia, severidad y

distribución de la presencia de “zebra chip” en las regiones afectadas (Munyaneza *et al.*, 2012). También es interesante que la sensibilidad del cultivo de chile a los rangos de temperaturas, tanto óptimas como limitantes (Medina-García y Mena-Covarrubias, 2016), sea muy similar a los de la paratízoa y la bacteria *Ca. L. solanacearum*, lo cual merece una revisión más profunda en el próximo futuro.

Resumen mensual

Cuadro 5. Estadísticas básicas mensuales de temperatura del año 2016 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	31.8	UPSZ Remolino	-10.3	El Pardillo 3	20.0	-0.2	9.6
Febrero	35.9	UPSZ Remolino	-8.9	Momax	24.2	2.4	13.3
Marzo	35.3	UPSZ Remolino	-6.0	El Saladillo	23.9	5.4	14.8
Abril	37.7	UPSZ Remolino	-2.6	Abrego	27.7	8.2	18.3
Mayo	40.2	UPSZ Remolino	2.6	Momax	30.7	11.7	21.5
Junio							
Julio							
Agosto							
Septiembre							
Octubre							
Noviembre							
Diciembre							

*Promedios considerando todas las estaciones de la red.

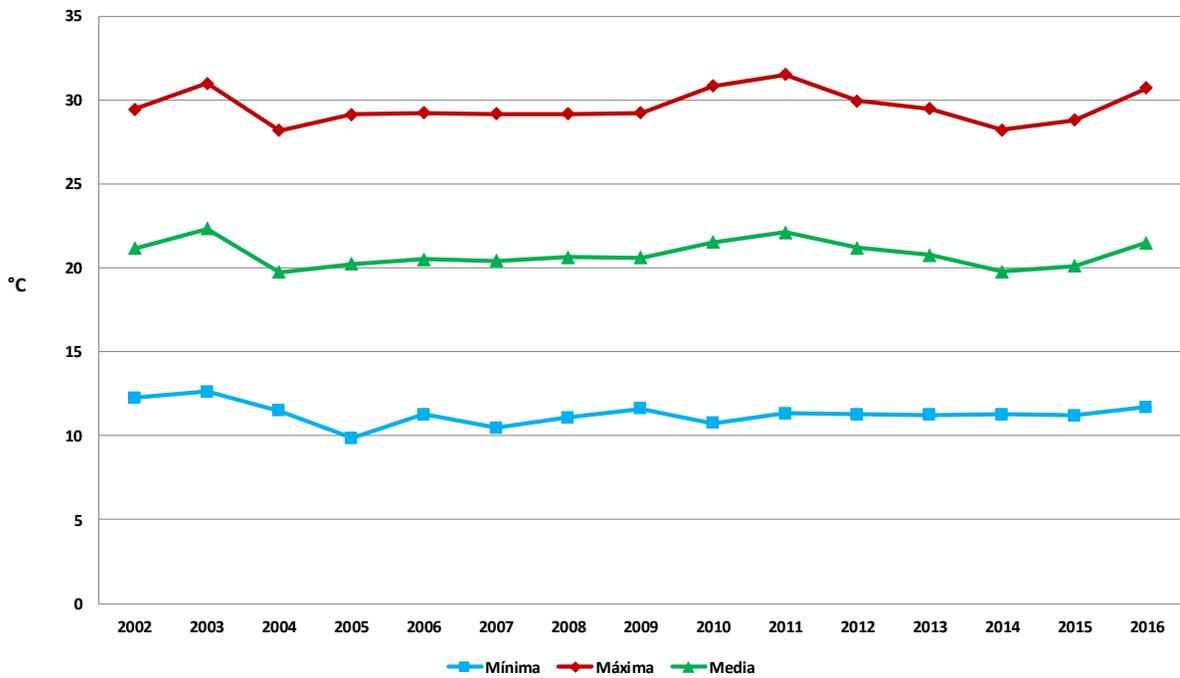


Figura 9. Temperaturas promedio histórica en el mes de mayo, considerando las 38 estaciones de la red de monitoreo agroclimático del estado de Zacatecas.

inifap

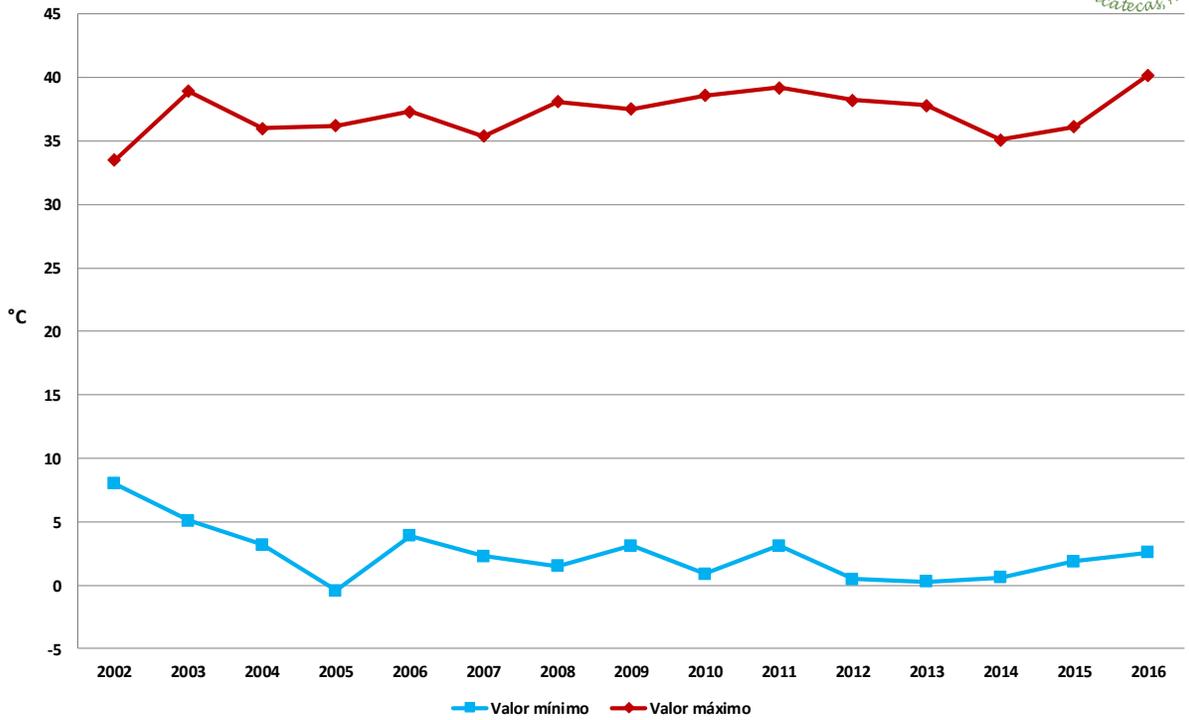


Figura 10. Valores máximos y mínimos históricos de temperatura en el mes de mayo, considerando las 38 estaciones de la red de monitoreo agroclimático del estado de Zacatecas.

Cuadro 6. Estadísticas básicas mensuales de humedad relativa y viento del año 2016 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	77.8	17.7	45.8	48.1	Mogotes	17.3	6.6	SSO
Febrero	66.3	13.0	35.1	48.7	Mogotes, Campo 1	16.3	6.3	S
Marzo	72.0	16.6	40.7	56.9	Emiliano Zapata	21.9	9.0	S
Abril	58.8	11.2	29.9	51.4	Col. Emancipación	20.5	8.3	SSO
Mayo	71.8	14.9	39.2	54.4	Emiliano Zapata	19.7	7.3	S
Junio								
Julio								
Agosto								
Septiembre								
Octubre								
Noviembre								
Diciembre								

*Promedios considerando todas las estaciones de la red.

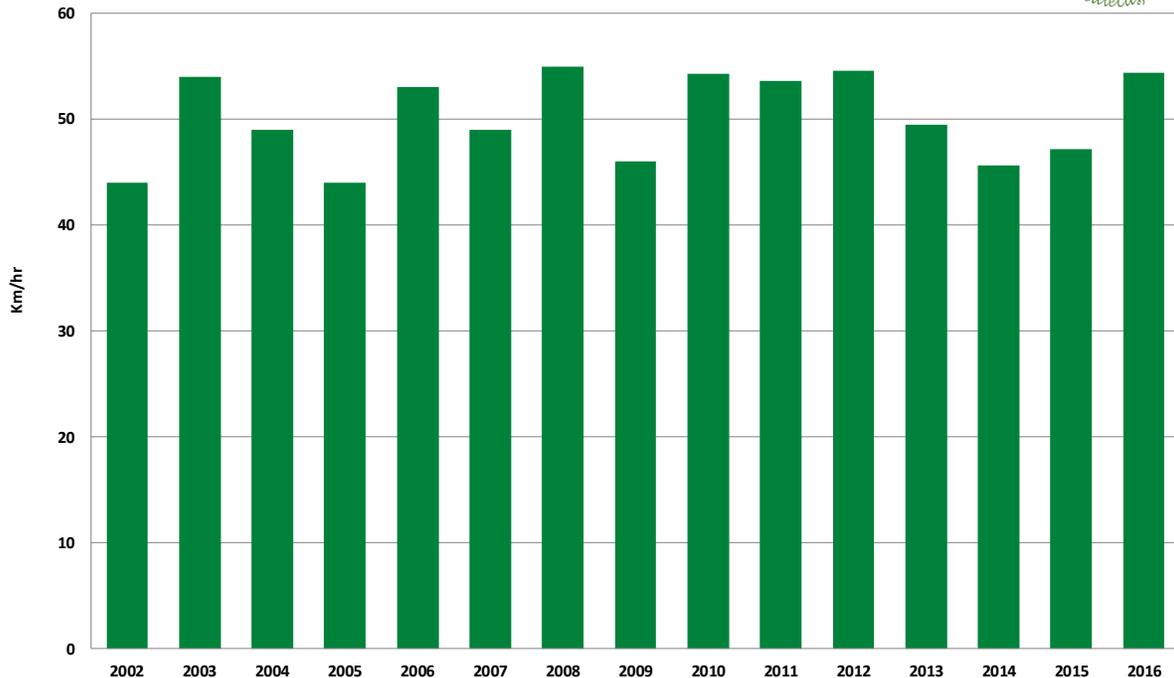


Figura 11. Valor máximo histórico de velocidad del viento en el mes de mayo, considerando las 38 estaciones de la red de monitoreo agroclimático del estado de Zacatecas.

Cuadro 7. Precipitación mensual y acumulada del año 2016 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	0.4	4.6	17.6	0.8	3.4								26.8
Agua Nueva	3.4	1.6	24.0	1.4	30.4								60.8
C. Exp. Zacatecas	2.1	26.0	15.8	10.6	13.0								67.5
Campo Uno	7.6	2.3	17.2	0.0	5.2								32.3
Cañitas	0.6	8.2	11.0	0.2	21.0								41.0
CBTATepechtlán	6.8	4.0	5.2	7.2	15.0								38.2
CBTA Valparaíso	0.4	4.4	31.4	0.0	11.2								47.4
Chaparrosa	0.2	8.9	6.9	0.0	13.6								29.6
COBAEZ	0.8	4.6	10.4	0.8	6.8								23.4
Col. Emancipación	0.2	4.0	20.6	0.0	3.2								28.0
Col. Glz. Ortega	5.0	0.0	11.8	0.0	5.8								22.6
Col. Hidalgo	5.0	0.8	8.5	0.0	5.0								19.3
Col. Progreso	5.3	0.2	5.8	0.0	12.1								23.4
El Gran Chaparral	4.9	1.3	5.9	1.3	17.7								31.1
El Pardillo 3	0.1	3.7	11.9	0.0	14.3								30.0
El Saladillo	1.8	7.5	7.5	0.3	4.7								21.8
Emiliano Zapata	3.1	0.0	13.0	0.0	3.6								19.7
Estancia de Ánimas	8.4	2.2	8.2	0.6	10.0								29.4
La Victoria	4.4	12.4	20.2	5.0	23.0								65.0
Las Arcinas	2.6	5.4	6.0	0.0	9.0								23.0
Loreto	19.2	8.4	11.6	4.4	1.0								44.6
Marianita	4.6	6.0	10.8	4.4	35.8								61.6
Mesa de Fuentes	1.2	4.6	13.6	0.0	6.6								26.0
Mogotes	3.6	0.0	11.4	0.0	36.4								51.4
Momax	0.0	2.2	6.4	0.0	13.8								22.4
Palmas Altas	1.0	14.9	31.2	0.0	6.7								53.8
Providencia	4.4	2.3	17.7	0.0	11.3								35.7
Rancho Grande	0.6	2.0	15.6	0.6	8.8								27.6
Santa Fe	2.2	9.2	11.4	0.0	8.2								31.0
Santa Rita	5.1	15.5	17.5	1.2	12.1								51.4
Santo Domingo	0.0	5.4	4.8	0.2	18.8								29.2
Sierra Vieja	0.6	3.4	10.4	0.3	10.7								25.4
Tanque Hacheros	11.6	9.4	16.0	10.0	68.4								115.4
Tierra Blanca	7.8	5.6	7.4	3.0	10.2								34.0
U.A. Agronomía	7.0	15.6	15.2	0.0	8.0								45.8
U.A. Biología	5.4	4.0	11.0	0.0	17.6								38.0
UPSZ El Remolino	1.3	8.1	6.7	0.0	8.1								24.2
Villanueva	0.0	1.4	2.8	0.0	1.6								5.8
PROMEDIO	3.7	5.8	12.6	1.4	13.5								36.9
VALOR MÁXIMO	19.2	26.0	31.4	10.6	68.4								115.4
VALOR MÍNIMO	0.0	0.0	2.8	0.0	1.0								5.8

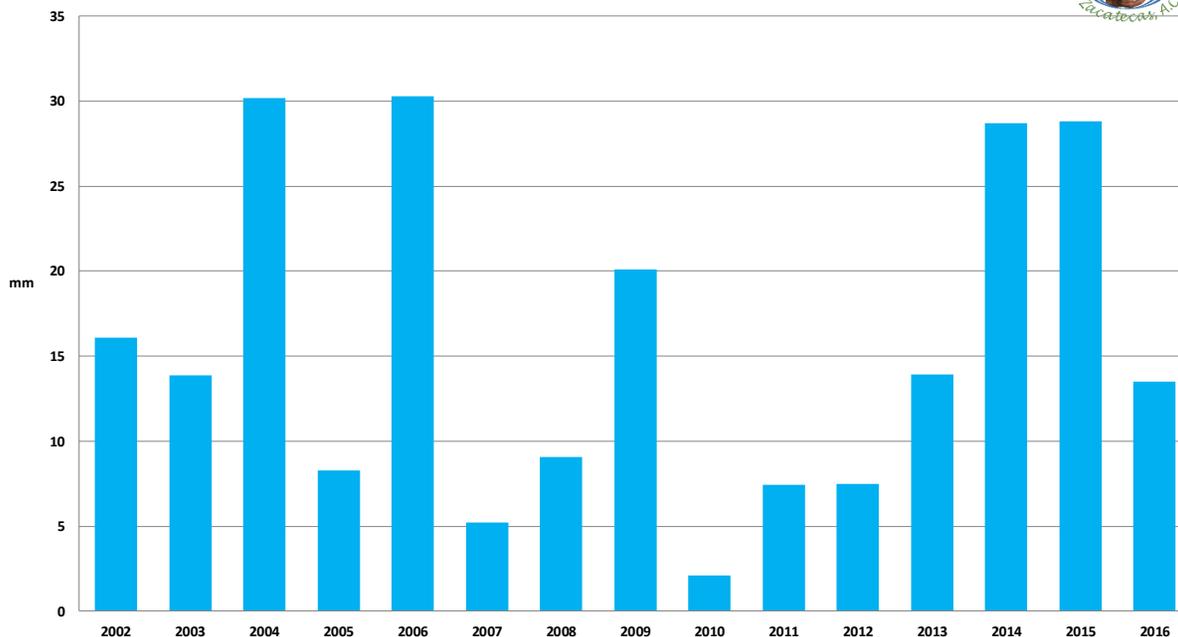


Figura 12. Precipitación promedio histórica del mes de mayo, considerando las 38 estaciones de la red de monitoreo agroclimático del estado de Zacatecas.

Literatura citada

- Abdullah N. M. M. 2008. Life history of the Potato Psyllid *Bactericera cockerelli* (Homoptera: Psyllidae) in Controlled Environment agriculture in Arizona. African J. Agric. Res. 3(1): 60-67
- Cabral, N. Y. Z. R.; Mena C., J.; Medina G., G.; Casas F., I. y Sánchez G., R. A. 2012. Sistema de alerta para conchuela del frijol y gusano cogollero en el estado de Zacatecas. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Centro de Investigación Regional Norte Centro. Campo Experimental Zacatecas. Calera, Zacatecas, México. 48 p. (Folleto Técnico No. 44).
- Carter, W. 1973. Insects in relation to plant disease, 2nd edition. John Wiley & Sons, New York, New York, USA. 759 pp.
- Compere, H. 1915. *Paratrioza cockerelli* (Sulc). Monthly Bulletin of the California State Commission of Horticulture 4:12.
- Cranshaw, W. S. 1994. The potato (tomato) psyllid, *Paratrioza cockerelli* (Sulc), as a pest of potatoes, pp. 83-95. In, G. W. Zehnder, R. K. Powelson, R. K. Jansson and K. V. Raman (eds.), Advances in potato biology and management. APS Press, St. Paul, Minnesota, USA. 655 pp.
- Critchfield. 1983. General Climatology. 4^a Ed. Prentice Hall Inc. New Jersey, USA. 453 p.
- 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.
- Gill, G. 2006. Tomato psyllid detected in New Zealand. Biosecurity 69:10-11.
- INFODEPA. 2012. Informativo producido y editado por ODEPA. Teatinos 40, Piso 8, Santiago de Chile. 2 p.
- Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI). 2014. Anuario estadístico y geográfico de Zacatecas 2014.
- Jensen, D. D. 1954. Notes on the potato psyllid, *Paratrioza cockerelli* (Sulc). Pan-Pacific Entomologist 30:161-165.
- Knowlton, G. F. 1933. Length of adult life of *Paratrioza cockerelli* (Sulc). J. Econ. Entomol. 26:730.

- Liefting, L. W., P. W. Sutherland, L. I. Ward, K. L. Paice, B. S. Weir y G. R. G. Clover. 2009. A new 'Candidatus Liberibacter' species associated with diseases of solanaceous crops. *Plant Disease* 93:208-214.
- Linford, M. B. 1928. Psyllid-yellows (cause undetermined). *Plant Disease Report Supplement* 59: 95-99.
- List, G. M. 1939. The effect of temperature upon egg deposition, egg hatch and nymphal development of *Paratrioza cockerelli* (Sulc). *J. Econ. Entomol.* 32:30-36.
- Liu D. y J.T. Trumble. 2004. Tomato psyllid behavioral responses to tomato plant lines and interactions of plant lines with insecticides. *J. Econ. Entomol.* 97: 1078-1085.
- Medina G., G. 2016. Red de Monitoreo Agroclimático del estado de Zacatecas. Desplegable informativa Núm. 15. Cuarta reimpresión. Centro de Investigación Regional Norte-Centro. Campo Experimental Zacatecas. Calera, Zacatecas, México.
- Medina-García, G. y J. Mena-Covarrubias. 2016. Reporte agrometeorológico. Abril de 2016- Red de monitoreo agroclimático del estado de Zacatecas. Folleto Informativo No. 151, CIRNOC, Campo Experimental Zacatecas. pp. 17-19
- Munyaneza, J. E., J. M. Crosslin y J. E. Upton. 2007. Association of *Bactericera cockerelli* (Homoptera: Psyllidae) with "zebra chip," a new potato disease in southwestern United States and Mexico. *J. Econ. Entomol.* 100:656-663.
- Munyaneza, J. E., Sengoda, V. G., Buchman, J. L., y Fisher, T. W. 2012. Effects of temperature on 'Candidatus Liberibacter solanacearum' and zebra chip potato disease symptom development. *Plant Dis.* 96:18-23.
- 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.
- Purcel, L. C. 2003. Comparison of thermal units derived from daily and hourly temperatures. *Crop Sci.* 43:1874-1879.
- 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.

- Richards, B. L. 1928. A new and destructive disease of the potato in Utah and its relation to the potato psylla. *Phytopathology* 18:140-141.
- Servín P., M.; Medina G., G.; Casas F., I. y Catalán V., E. A. 2012. Sistema en línea para programación de riego de chile y frijol en Zacatecas. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Centro de Investigación Regional Norte Centro. Campo Experimental Zacatecas. Calera, Zacatecas, México. 42 p. (Folleto Técnico No. 42).
- 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).
- Sulc, K. 1909. *Triozia cockerelli* n.sp., a novelty from North America, being also of economic importance. *Acta Societatis Entomologicae Bohemicae* 6:102-108.
- Torres R., E. 1983. *Agrometeorología*. Editorial Diana, México D. F. 150 p.
- Tran, L.T, S. P. Worner, R. J. Hale, y D.A.J. Teulon. 2012. Estimating development rate and thermal requirements of *Bactericera cockerelli* (Hemiptera: Triozidae) reared on potato and tomato by using linear and nonlinear models. *Environ. Entomol.* 41(5): 1190-1198.
- Villalpando I., J. F. 1985. Metodología de investigación en agroclimatología. Documento de circulación interna mimeografiado. INIA-SARH. Zapopan, Jalisco. 183 p.
- Wallis, R. L. 1946. Seasonal occurrence of the potato psyllid in the North Platte Valley. *J. Econ. Entomol.* 39:689-694.

Comité Editorial del Campo Experimental Zacatecas

Presidente: Dr. Francisco G. Echavarría Cháirez
Vocal: Dr. Manuel de Jesús Flores Nájera

Revisión y edición

Ing. Manuel Reveles Hernández
Dr. Luis R. Reveles Torres

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

Tel: 01-800-088-222
Ext. 82301, 82333

Correo electrónico: inifap.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 junio de 2016.
Tiraje impreso: 50 ejemplares
Difusión en formato PDF



inifap