

# Reporte agrometeorológico

Abril de 2016

## Red de monitoreo agroclimático del estado de Zacatecas

Guillermo MEDINA GARCÍA  
Jaime MENA COVARRUBIAS



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. 2016  
Impreso en México



Instituto Nacional de Investigaciones  
Forestales, Agrícolas y Pecuarias

# **Reporte agrometeorológico**

## **Abril de 2016**

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

**Guillermo MEDINA GARCÍA<sup>1</sup>**  
**Jaime MENA COVARRUBIAS<sup>2</sup>**

---

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

<sup>2</sup>Dr. Investigador de Entomología. Campo Experimental Zacatecas. INIFAP. 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  |
| Requerimientos de bajas temperaturas por las plantas .....                 | 6  |
| Acumulación de unidades calor.....                                         | 6  |
| Requerimientos de bajas temperaturas en el cultivo del ajo .....           | 14 |
| La temperatura como un factor clave en el desarrollo del cultivo del chile |    |
| <i>Capsicum annuum</i> L. ....                                             | 17 |
| RESUMEN MENSUAL .....                                                      | 20 |
| LITERATURA CITADA.....                                                     | 25 |

## 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](http://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         |

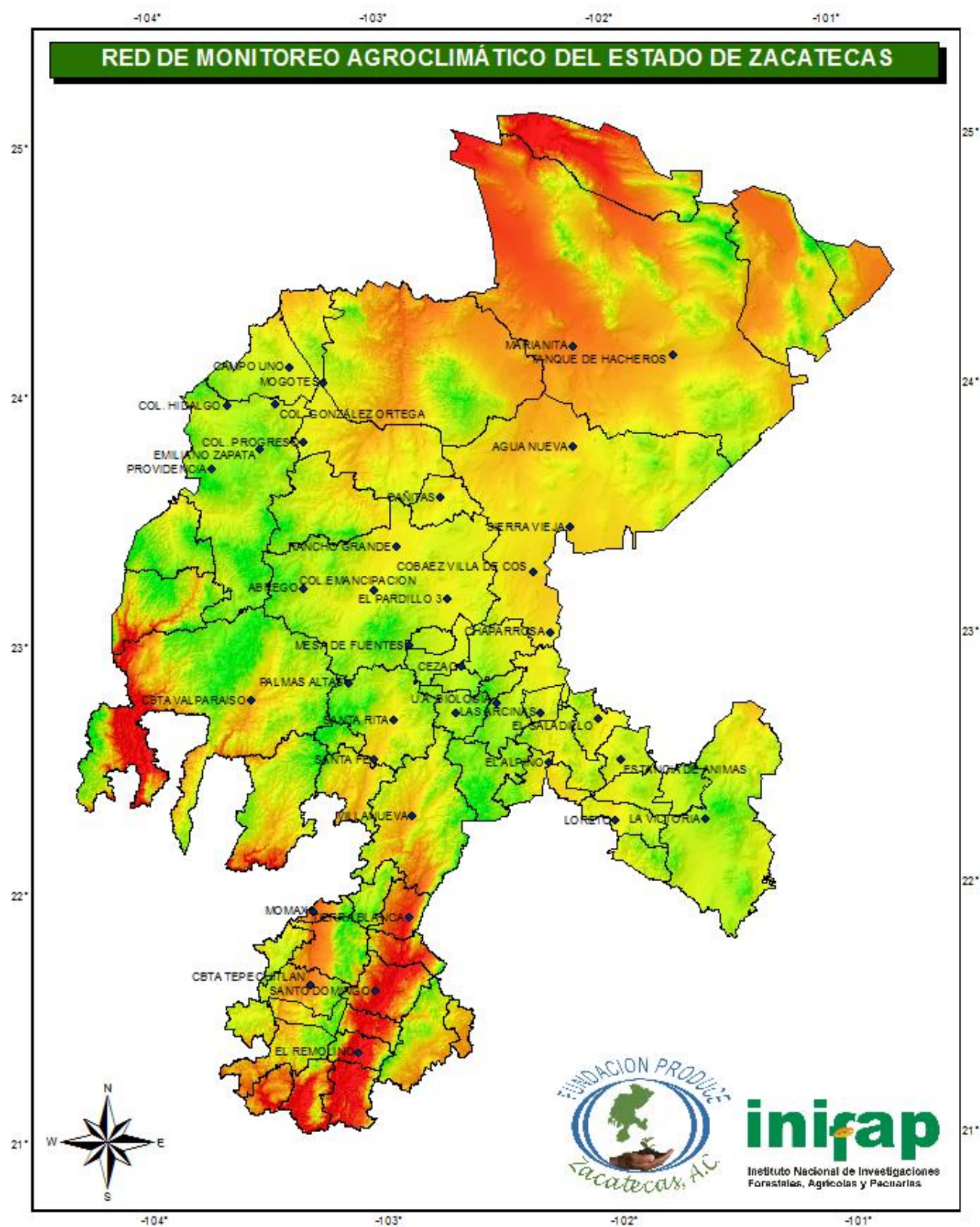


Figura 1. Red de monitoreo agroclimático del estado de Zacatecas.

# Resumen de variables meteorológicas

## Mes de Abril

### TEMPERATURA

|                     | °C   | Estación         |
|---------------------|------|------------------|
| Promedio            | 18.3 |                  |
| Máxima promedio     | 27.7 |                  |
| Máxima extrema      | 37.7 | UPSZ El Remolino |
| Mínima promedio     | 8.2  |                  |
| Mínima extrema      | -2.6 | Ábrego           |
| Promedio histórico* | 18.1 |                  |

### PRECIPITACIÓN

|                             | mm   | Estación           |
|-----------------------------|------|--------------------|
| Promedio mensual            | 1.5  |                    |
| Mínima                      | 0.0  | 20 estaciones      |
| Máxima                      | 10.6 | CEZAC              |
| Promedio decena uno         | 0.0  |                    |
| Mínima                      | 0.0  | Todas              |
| Máxima                      | 0.0  |                    |
| Promedio decena dos         | 1.0  |                    |
| Mínima                      | 0.0  | 20 estaciones      |
| Máxima                      | 10.5 | CEZAC              |
| Promedio decena tres        | 0.5  |                    |
| Mínima                      | 0.0  | 33 estaciones      |
| Máxima                      | 9.8  | Tanque de hacheros |
| Promedio mensual histórico* | 7.4  |                    |

### HUMEDAD RELATIVA

|                      | %     | Estación      |
|----------------------|-------|---------------|
| Promedio             | 29.9  |               |
| Máxima promedio      | 58.8  |               |
| Máxima extrema       | 100.0 | 3 estaciones  |
| Mínima promedio      | 11.2  |               |
| Mínima extrema       | 3.0   | Col. Progreso |
| Promedio histórico** | 30.4  |               |

### VIENTO

|                             | Km/hr | Estación          |
|-----------------------------|-------|-------------------|
| Promedio                    | 8.3   |                   |
| Máxima promedio             | 20.5  |                   |
| Máxima extrema              | 51.4  | Col. Emancipación |
| Dirección dominante         | SSO   |                   |
| Máxima promedio histórica** | 21.6  |                   |

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.

## 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.

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. Para su estimación se utiliza el método residual para cada registro de temperatura de 15 minutos de las estaciones.

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

### Requerimientos de bajas temperaturas por las plantas.

Ciertas especies como los frutales de clima templado requieren de la acumulación de temperaturas bajas durante el descanso invernal (letargo). El cultivo de ajo que se siembra en Zacatecas en el periodo del mes de agosto al mes de diciembre, requiere también de horas frío en sus primeras etapas de desarrollo para lograr la diferenciación en los bulbos (Aguilera *et al.*, 2002), es por eso muy importante la acumulación de frío en los meses de marzo y abril.

### 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*), 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 abril la acumulación de unidades calor varió desde 49 UC en la estación Providencia, Sombrerete, hasta 121 UC en la estación Santo Domingo, Jalpa. El promedio de acumulación de todas las estaciones fue de 69 UC (Figura 2).

En la segunda decena la acumulación de UC fue mayor a la primera. El promedio de unidades calor de todas las estaciones de la red fue de 83. La estación que registró la menor acumulación de unidades calor fue Emiliano Zapata en Sombrerete con 55 UC, y la que acumuló más fue la estación UPSZ El Remolino, Juchipila con 145 UC (Figura 3).

En la tercera decena del mes de abril el promedio de UC fue de 74. La estación Emiliano Zapata en Sombrerete, fue la que registró la menor cantidad de UC con solamente 50, y la que registró la mayor cantidad fue la de UPSZ El Remolino, Juchipila con 116 unidades (Figura 4).

Considerando las unidades calor acumuladas durante todo el mes de abril, en promedio se registraron 225, variando desde 153 UC en la estación Emiliano Zapata, Sombrerete hasta 375 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 entre 150 y 250 UC, mientras que en el suroeste del Estado la acumulación fue hasta de 375 UC.

Durante los meses de marzo y abril se han acumulado en promedio 362 UC, registrándose el valor mínimo en la estación Emiliano Zapata, Sombrerete con 235 UC, mientras que el valor máximo fue de 669 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 abril, 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](http://www.zacatecas.inifap.gob.mx).

UNIDADES CALOR PARA EL GUSANO COGOLLERO (*Spodoptera frugiperda*)  
DE LA PRIMERA DECENA DEL MES DE ABRIL DEL 2016  
RED DE MONITOREO AGROCLIMÁTICO DEL ESTADO DE ZACATECAS

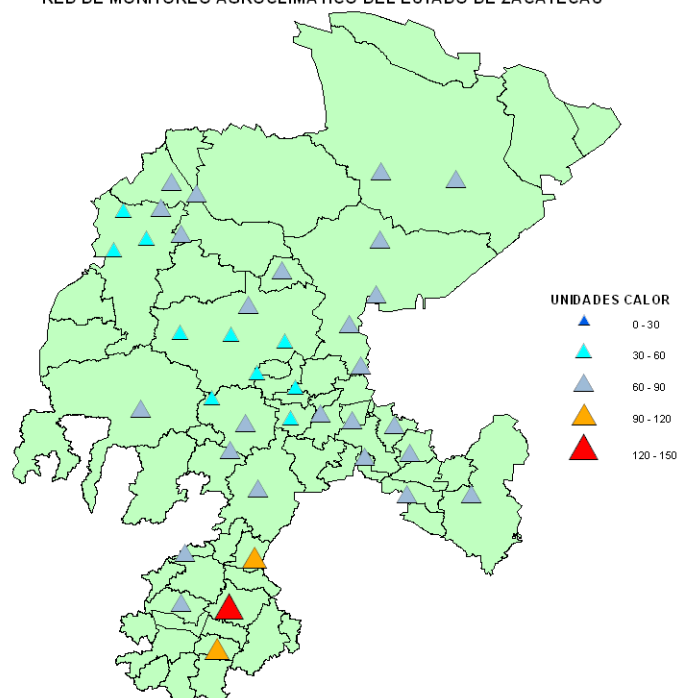


FIGURA 2. Unidades calor de la primera decena del mes de abril del 2016.

UNIDADES CALOR PARA EL GUSANO COGOLLERO (*Spodoptera frugiperda*)  
DE LA SEGUNDA DECENA DEL MES DE ABRIL DEL 2016  
RED DE MONITOREO AGROCLIMÁTICO DEL ESTADO DE ZACATECAS

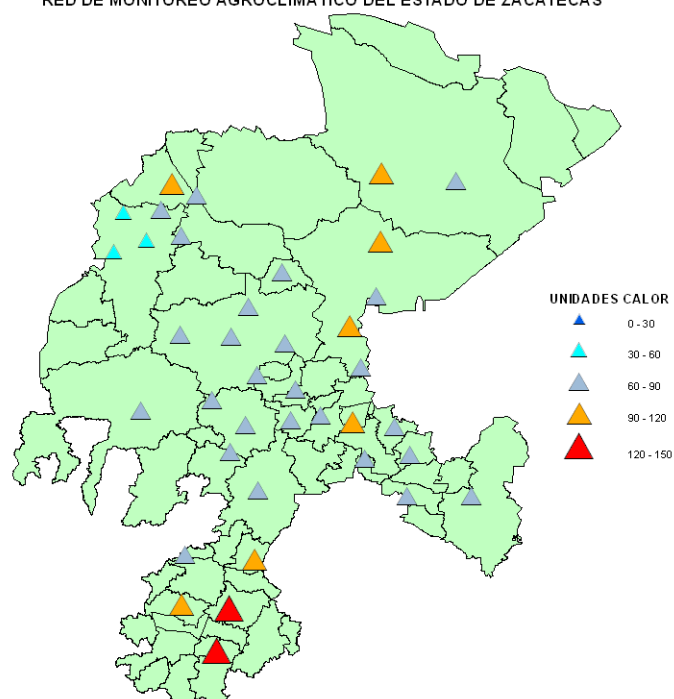


FIGURA 3. Unidades calor de la segunda decena del mes de abril del 2016.

UNIDADES CALOR PARA EL GUSANO COGOLLERO (*Spodoptera frugiperda*)  
DE LA TERCERA DECENA DEL MES DE ABRIL DEL 2016  
RED DE MONITOREO AGROCLIMÁTICO DEL ESTADO DE ZACATECAS

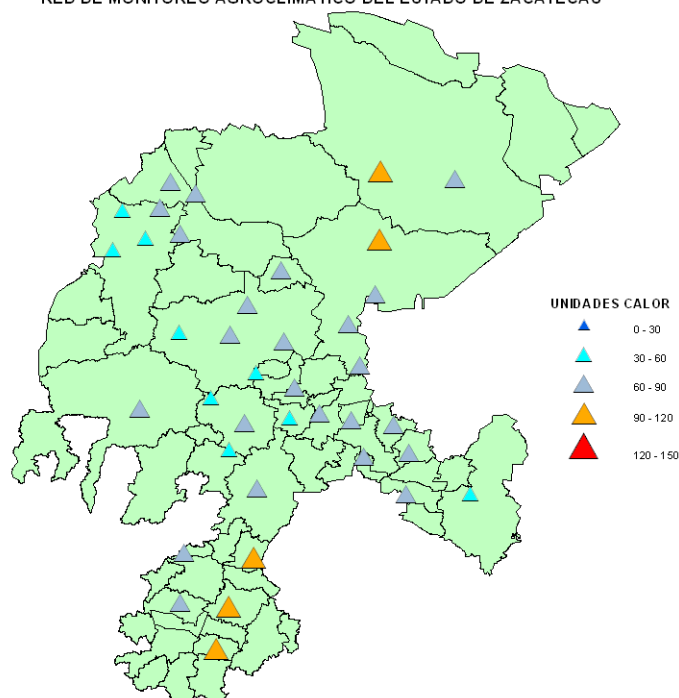


FIGURA 4. Unidades calor de la tercera decena del mes de abril del 2016.

UNIDADES CALOR PARA EL GUSANO COGOLLERO (*Spodoptera frugiperda*)  
DEL MES DE ABRIL DEL 2016  
RED DE MONITOREO AGROCLIMÁTICO DEL ESTADO DE ZACATECAS

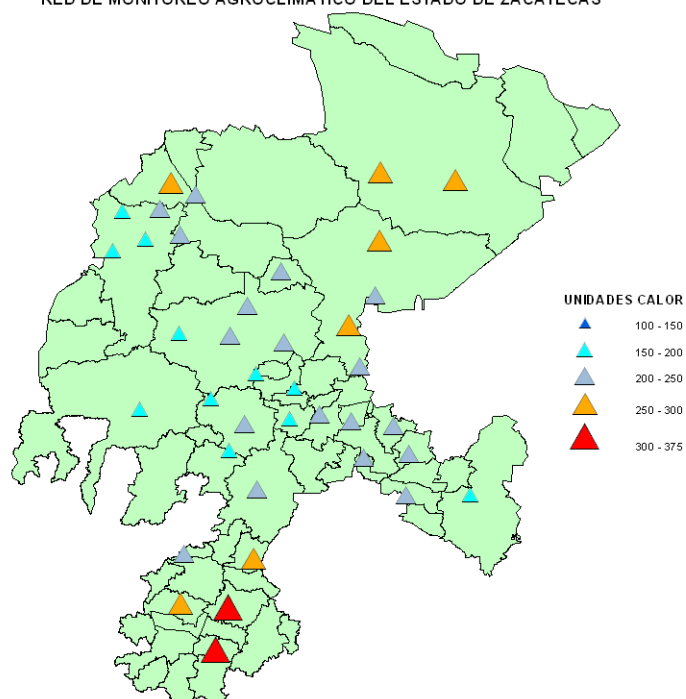
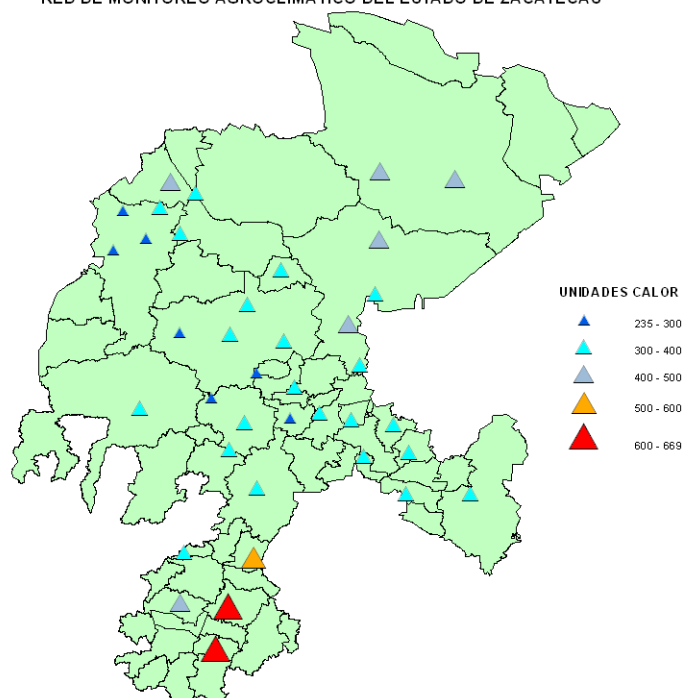


FIGURA 5. Unidades calor acumuladas durante el mes de abril del 2016.

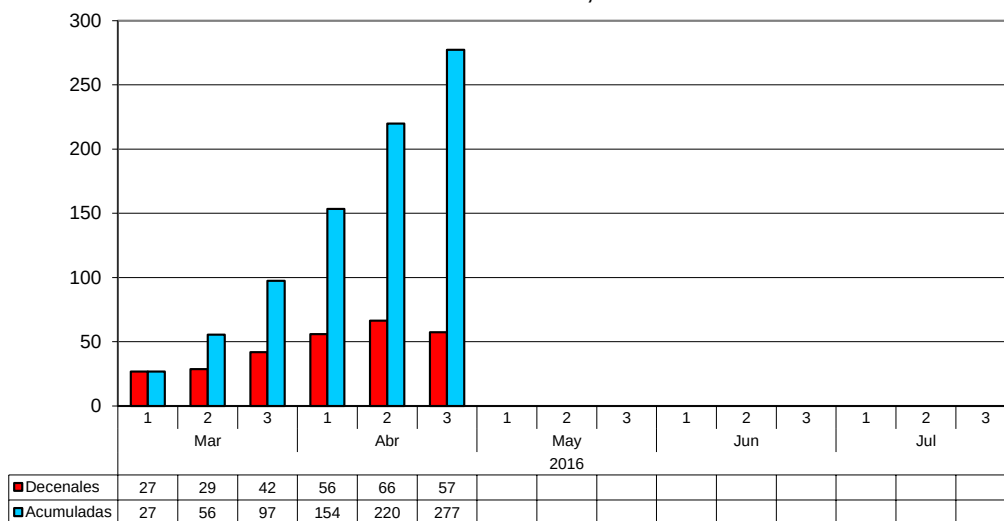
UNIDADES CALOR PARA EL GUSANO COGOLLERO (*Spodoptera frugiperda*)  
DE LOS MESES DE MARZO A ABRIL DEL 2016  
RED DE MONITOREO AGROCLIMÁTICO DEL ESTADO DE ZACATECAS



**FIGURA 6. Unidades calor acumuladas durante los meses de marzo a abril del 2016.**



UNIDADES CALOR DECENALES PARA  
EL GUSANO COGOLLERO (*Spodoptera frugiperda*)  
MESA DE FUENTES, E. ESTRADA



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

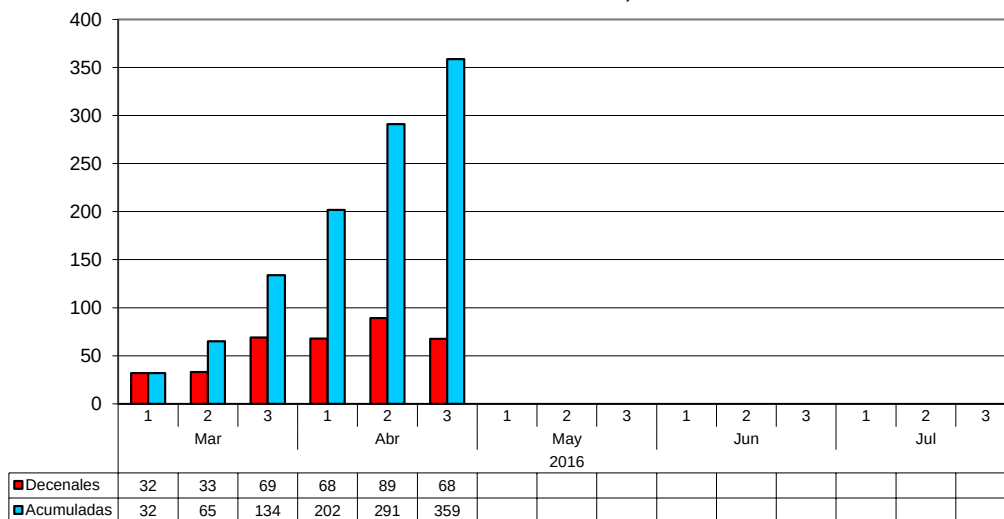


FIGURA 7. Unidades calor acumuladas a partir del mes de abril en dos estaciones de la red.

**Cuadro 2. Unidades calor acumuladas en el mes de abril 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               | 124.5        | 200.9               | 135.7        | 380.9        | 314.9        | 155.9        | 230.7        | 173.9        |
| Agua Nueva           | 208.8        | 286.8               | 220.8        | 466.8        | 400.8        | 241.8        | 314.5        | 259.8        |
| C. Exp. Zacatecas    | 139.2        | 216.9               | 150.9        | 396.9        | 330.9        | 171.9        | 246.9        | 189.9        |
| Campo Uno            | 153.5        | 229.6               | 164.7        | 409.6        | 343.6        | 184.8        | 259.5        | 259.6        |
| Cañitas              | 165.2        | 243.0               | 177.1        | 423.1        | 357.1        | 198.1        | 270.2        | 216.1        |
| CBTA Tepechitlán     | 213.1        | 289.5               | 225.1        | 471.1        | 405.1        | 246.1        | 309.6        | 264.1        |
| CBTA Valparaíso      | 146.3        | 224.3               | 158.3        | 404.3        | 338.3        | 179.3        | 252.6        | 197.3        |
| Chaparrosa           | 182.4        | 260.4               | 194.4        | 440.4        | 374.4        | 215.4        | 289.1        | 233.4        |
| COBAEZ Villa de Cos  | 200.2        | 278.2               | 212.2        | 458.2        | 392.2        | 233.2        | 306.5        | 251.2        |
| Col. Emancipación    | 151.1        | 229.1               | 163.1        | 409.1        | 343.1        | 184.1        | 258.3        | 202.1        |
| Col. González Ortega | 165.0        | 242.3               | 176.6        | 422.3        | 356.3        | 197.3        | 272.2        | 215.3        |
| Col. Hidalgo         | 117.6        | 193.6               | 128.8        | 373.6        | 307.6        | 149.1        | 223.6        | 166.6        |
| Col. Progreso        | 177.0        | 254.2               | 188.5        | 434.2        | 368.2        | 209.2        | 283.5        | 227.2        |
| El Alpino            | 173.7        | 251.7               | 185.7        | 431.7        | 365.7        | 206.7        | 280.1        | 224.7        |
| El Pardillo 3        | 161.1        | 238.8               | 172.8        | 418.8        | 352.8        | 193.8        | 267.3        | 211.8        |
| El Saladillo         | 179.9        | 257.9               | 191.9        | 437.9        | 371.9        | 212.9        | 286.6        | 230.9        |
| Emiliano Zapata      | 104.4        | 180.2               | 115.6        | 360.2        | 294.2        | 135.6        | 210.2        | 153.2        |
| Estancia de Ánimas   | 163.7        | 241.7               | 175.7        | 421.7        | 355.7        | 196.7        | 271.6        | 214.7        |
| La Victoria          | 145.0        | 223.0               | 157.0        | 403.0        | 337.0        | 178.0        | 253.0        | 196.0        |
| Las Arcinas          | 177.9        | 255.9               | 189.9        | 435.9        | 369.9        | 210.9        | 285.7        | 228.9        |
| Loreto               | 160.1        | 238.1               | 238.1        | 418.1        | 352.1        | 193.1        | 267.8        | 211.1        |
| Marianita            | 237.1        | 314.8               | 249.1        | 495.1        | 429.1        | 270.1        | 338.0        | 288.1        |
| Mesa de Fuentes      | 129.3        | 206.8               | 140.9        | 386.8        | 320.8        | 161.8        | 236.8        | 179.8        |
| Mogotes              | 156.6        | 233.5               | 167.8        | 413.5        | 347.5        | 188.5        | 263.3        | 206.5        |
| Momax                | 162.5        | 239.5               | 174.5        | 420.5        | 354.5        | 195.5        | 261.1        | 213.5        |
| Palmas Altas         | 118.5        | 195.8               | 130.1        | 375.8        | 309.8        | 150.8        | 225.8        | 168.8        |
| Providencia          | 109.2        | 184.9               | 120.4        | 364.9        | 298.9        | 140.2        | 214.9        | 157.9        |
| Rancho Grande        | 169.4        | 247.4               | 181.4        | 427.4        | 361.4        | 202.4        | 276.9        | 220.4        |
| Santa Fe             | 200.2        | 278.2               | 212.2        | 458.2        | 392.2        | 233.2        | 306.5        | 251.2        |
| Santa Rita           | 152.3        | 230.3               | 164.3        | 410.3        | 344.3        | 185.3        | 257.9        | 203.3        |
| Santo Domingo        | 308.0        | 382.5               | 320.2        | 566.2        | 500.2        | 341.2        | 398.9        | 359.2        |
| Sierra Vieja         | 196.1        | 274.1               | 208.1        | 454.1        | 388.1        | 229.1        | 301.2        | 247.1        |
| Tanque de Hacheros   | 200.2        | 278.1               | 212.2        | 458.2        | 392.2        | 233.2        | 303.8        | 251.2        |
| Tierra Blanca        | 241.6        | 316.9               | 253.8        | 499.8        | 433.8        | 274.8        | 334.1        | 292.8        |
| U.A. Agronomía       | 130.2        | 208.0               | 142.0        | 388.0        | 322.0        | 163.0        | 237.9        | 181.0        |
| U.A. Biología        | 192.8        | 270.8               | 204.8        | 450.8        | 384.8        | 225.8        | 300.7        | 243.8        |
| UPSZ El Remolino     | 318.4        | 384.0               | 336.1        | 582.1        | 516.1        | 357.1        | 388.5        | 375.1        |
| Villanueva           | 183.2        | 261.0               | 195.2        | 441.2        | 375.2        | 216.2        | 286.8        | 234.2        |
| <b>PROMEDIO</b>      | <b>174.1</b> | <b>251.1</b>        | <b>187.8</b> | <b>431.9</b> | <b>365.9</b> | <b>206.9</b> | <b>278.2</b> | <b>226.4</b> |

\*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, el pulgón verde del durazno es el insecto plaga que mayor cantidad de unidades calor acumula debido a que tiene la temperatura mínima umbral más baja (4.0) de los insectos plaga presentados en el Cuadro 3, siguiéndole el pulgón del algodón (6.2). Si aunado a lo anterior se considera ahora el total de unidades calor que se requieren para que un insecto plaga complete su ciclo biológico, entonces 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. Por lo tanto, 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.

El trips de la cebolla y la araña roja son otras dos plagas que tienen ciclos relativamente cortos (Cuadro 3), lo cual las coloca también como plagas que en poco tiempo pueden alcanzar poblaciones altas. El caso opuesto es el gusano del fruto, el cual requiere más de 422 unidades calor y su temperatura umbral mínima es de

12.6°C, lo que hace que sea el insecto que menos unidades calor acumula (Cuadro 3), lo que, aunado a su ciclo biológico largo, se traduce en uno de los insectos plaga con menos generaciones por año en el Estado, junto con el gusano soldado.

Considerando las unidades calor acumuladas durante los meses de marzo y abril, las estaciones de Santo Domingo, Jalpa, UPSZ El Remolino en Juchipila y Tierra Blanca, Tabasco acumularon las unidades necesarias para completar una generación de gusano cogollero (Figura 6), ya que las unidades calor que requiere este insecto para completar una generación son 498.6 (Cuadro 3). Se debe considerar que las etapas de desarrollo para controlar más fácilmente esta plaga son los primeros instares de la larva, por lo que se deben monitorear los cultivos en las regiones de las estaciones antes mencionadas para verificar si se presenta una segunda generación y controlarla en sus primeras etapas de desarrollo.

## **Requerimientos de bajas temperaturas en el cultivo del ajo.**

La inducción y desarrollo del bulbo de ajo requiere un periodo de bajas temperaturas, denominado vernalización, posterior al cual es necesario un fotoperiodo largo. A medida que los inviernos son más fríos, la inducción del bulbo se anticipa por efecto de bajas temperaturas. En caso de siembras donde no se haya recibido las horas frío necesarias en forma completa, puede generarse una estructura bulbosa sin diferenciación de dientes (Aguilera *et al.*, 2002).

En el estado de Zacatecas el cultivo del ajo se siembra en el periodo del mes de

agosto al mes de diciembre y es por eso muy importante la acumulación de frío para la diferenciación del bulbo en antes de los meses de marzo y abril.

En el Cuadro 4 se presentan las horas frío acumuladas en cada estación y en cada uno de los meses de la temporada de invierno 2015-2016, ahí se puede ver que la mayor acumulación de frío fue en el mes de enero con un promedio de 298.2 horas frío, y le siguen muy parecidos en cantidad los meses de diciembre y febrero, en seguida marzo con un promedio de 118.2 horas frío. Los meses de noviembre y abril tuvieron muy poca acumulación de frío.

**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                         |
| Paratrisa                             | <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                         |

**Cuadro 4. Horas frío por mes de la temporada de invierno 2015-2016 de la red de monitoreo agroclimático del estado de Zacatecas.**

| ESTACIÓN             | NOV         | DIC          | ENE          | FEB          | MAR          | ABR          |
|----------------------|-------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Ábrego               | 84.0        | 236.0        | 355.3        | 213.3        | 185.0        | 61.8         |
| Agua Nueva           | 18.0        | 128.5        | 277.5        | 134.3        | 89.8         | 10.8         |
| C. Exp. Zacatecas    | 34.3        | 176.8        | 324.0        | 186.8        | 107.5        | 34.0         |
| Campo Uno            | 55.5        | 186.3        | 340.8        | 199.8        | 140.0        | 37.0         |
| Cañitas              | 72.3        | 215.8        | 356.3        | 209.5        | 158.3        | 52.0         |
| CBTA Tepechitlán     | 5.3         | 122.8        | 258.8        | 128.8        | 60.5         | 18.0         |
| CBTA Valparaíso      | 37.3        | 193.3        | 318.5        | 155.3        | 134.3        | 65.3         |
| Chaparrosa           | 45.3        | 216.5        | 310.0        | 203.0        | 115.3        | 33.5         |
| COBAEZ Villa de Cos  | 27.0        | 193.0        | 283.3        | 168.5        | 93.3         | 14.8         |
| Col. Emancipación    | 67.0        | 202.0        | 320.5        | 200.0        | 137.5        | 43.0         |
| Col. González Ortega | 26.8        | 123.5        | 291.5        | 120.8        | 96.5         | 16.0         |
| Col. Hidalgo         | 72.0        | 209.0        | 362.3        | 209.5        | 174.5        | 66.5         |
| Col. Progreso        | 73.3        | 156.5        | 298.5        | 196.3        | 133.3        | 31.8         |
| El Alpino            | 51.8        | 210.5        | 306.5        | 217.5        | 141.3        | 44.3         |
| El Pardillo 3        | 85.0        | 250.0        | 333.5        | 237.3        | 151.8        | 51.5         |
| El Saladillo         | 30.5        | 209.0        | 291.0        | 202.5        | 118.8        | 28.8         |
| Emiliano Zapata      | 47.3        | 181.0        | 369.8        | 169.0        | 148.5        | 44.0         |
| Estancia de Ánimas   | 28.0        | 182.3        | 275.5        | 198.0        | 103.3        | 20.3         |
| La Victoria          | 13.8        | 133.8        | 248.0        | 128.5        | 92.8         | 21.8         |
| Las Arcinas          | 46.3        | 185.0        | 259.0        | 190.5        | 112.5        | 21.0         |
| Loreto               | 45.5        | 185.5        | 259.0        | 197.0        | 106.0        | 23.0         |
| Marianita            | 21.5        | 115.8        | 284.0        | 140.0        | 91.5         | 12.8         |
| Mesa de Fuentes      | 27.8        | 165.5        | 325.0        | 174.0        | 113.5        | 27.5         |
| Mogotes              | 42.3        | 197.0        | 363.8        | 184.0        | 150.8        | 38.3         |
| Momax                | 46.3        | 230.8        | 343.3        | 225.0        | 159.8        | 109.0        |
| Palmas Altas         | 31.5        | 183.0        | 336.8        | 178.0        | 145.3        | 35.3         |
| Providencia          | 31.5        | 115.5        | 307.8        | 142.0        | 125.8        | 28.8         |
| Rancho Grande        | 31.0        | 150.5        | 299.4        | 171.0        | 108.8        | 20.5         |
| Santa Fe             | 30.5        | 219.5        | 329.0        | 184.0        | 165.0        | 88.0         |
| Santa Rita           | 37.0        | 220.8        | 337.0        | 178.5        | 146.8        | 71.3         |
| Santo Domingo        | 0.0         | 20.0         | 95.0         | 21.5         | 21.3         | 0.0          |
| Sierra Vieja         | 29.3        | 214.0        | 309.8        | 193.5        | 128.8        | 28.8         |
| Tanque de Hacheros   | 32.3        | 180.5        | 326.5        | 180.0        | 124.3        | 28.5         |
| Tierra Blanca        | 1.3         | 118.5        | 247.3        | 120.0        | 65.0         | 18.0         |
| U.A. Agronomía       | 36.5        | 171.5        | 310.5        | 156.0        | 116.3        | 45.0         |
| U.A. Biología        | 3.8         | 54.8         | 174.3        | 73.5         | 66.5         | 8.0          |
| UPSZ El Remolino     | 0.5         | 64.3         | 201.0        | 108.8        | 41.0         | 13.5         |
| Villanueva           | 26.5        | 186.5        | 300.5        | 181.0        | 122.8        | 40.5         |
| <b>PROMEDIO</b>      | <b>36.7</b> | <b>171.2</b> | <b>298.2</b> | <b>170.4</b> | <b>118.2</b> | <b>35.6</b>  |
| <b>VALOR MÁXIMO</b>  | <b>85.0</b> | <b>250.0</b> | <b>369.8</b> | <b>237.3</b> | <b>185.0</b> | <b>109.0</b> |
| <b>VALOR MÍNIMO</b>  | <b>0.0</b>  | <b>20.0</b>  | <b>95.0</b>  | <b>21.5</b>  | <b>21.3</b>  | <b>0.0</b>   |

## La temperatura como un factor clave en el desarrollo del cultivo del chile *Capsicum annuum* L.

El género *Capsicum* comprende más de 200 variedades, agrupadas en más de 30 especies, de las cuales, cinco están domesticadas, y es *C. annuum* L. la más conocida y de mayor importancia económica, ya que es la más ampliamente distribuida y utilizada a nivel mundial (Madhavi *et al.*, 2016); esta especie agrupa a la mayoría de los tipos cultivados en México, entre los que destacan: ancho, serrano, jalapeño, piquín, Anaheim, morrón, mirasol, pasilla y mulato (Muñoz y Pinto, 1970; Pozo, 1981; Laborde y Pozo, 1984).

En México el cultivo del chile, *Capsicum spp* tiene una larga tradición cultural, es uno de los principales centros de origen y domesticación (Laborde y Pozo 1984; Long, 1982), tal como lo indican vestigios arqueológicos en donde se han encontrado semillas de forma ancestral en el valle de Tehuacán, Puebla, con una antigüedad de 8,500 años (Evans, 1993).

Sin embargo, la productividad del cultivo de chile es muy errática debido tanto a factores bióticos y abióticos limitantes que se presentan durante el desarrollo del cultivo. Temperaturas extremas e inadecuadas y la disponibilidad de agua son dos de los factores de estrés abiótico dominantes que reducen drásticamente el crecimiento y producción del chile.

Con el cambio climático inminente, se espera que para el año 2050 la temperatura promedio de la tierra se incremente de 2 a 5°C, o más, de acuerdo al Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC, 2007). Las temperaturas elevadas afectan varios aspectos de la fisiología y crecimiento de la planta de chile, los cuales a su vez pueden tener un efecto directo o indirecto en el amarre de fruto, y como consecuencia de ello, disminuir el rendimiento. Aunque las plantas de chile son originarias de regiones tropicales y subtropicales de América Central y América del Sur, y requieren condiciones de temperaturas cálidas para su desarrollo, ya que su crecimiento óptimo está entre los 25 y 30°C (Madhavi *et al.*, 2016); sin

embargo, temperaturas superiores a los 32°C, o inferiores a los 15°C afectan una variedad de funciones fisiológicas, el crecimiento normalmente se retrasa y el rendimiento se reduce (Gunawardena y De Silva, 2015, Mercado *et al.*, 1997); esta sensibilidad a temperaturas extremas es más marcada para los tipos de chile que se han ido seleccionando para regiones de cultivo templadas, como el Altiplano Mexicano, y para chiles como los anchos, pasillas, mirasoles y puyas.

Los cambios morfológicos visibles en plantas de chile expuestas a un estrés ambiental durante el período de floración y fructificación es la caída de botones florales, flores y frutos pequeños (Saha *et al.*, 2010). El amarre pobre de frutos se considera como una de las mayores barreras para la adaptación tropical del chile pimiento. Los estados de desarrollo de la flor y las primeras fases de llenado de la semilla del chile después de la polinización son más sensibles al estrés por calor (Erickson y Markhart, 2001).

Para desarrollar las tecnologías que se requieren para superar los efectos limitantes del estrés abiótico sobre la productividad del cultivo de chile, se necesita entender los mecanismos de tolerancia de la planta, las fuentes de tolerancia y los métodos para incorporar esas cualidades a la planta de chile. Por lo tanto, un primer paso es conocer los rangos de temperatura que afectan los procesos fisiológicos de las plantas de chile. A continuación, se mencionan algunos de los más importantes:

Germinación de la semilla: las semillas de la gran mayoría de las especies del género *Capsicum* germinan bien en un rango de 15 a 30°C (Randle y Homna, 1980; cf. Dell'Aquila, 2004) a temperatura constante, y no germinan cuando son expuestas a temperaturas menores de 8°C, o arriba de 40°C (Choi, 1985). Se considera que un régimen de 30/15°C (día/noche), con 16 horas de luz y 8 de oscuridad, es biológicamente el mejor rango de temperatura y luz para la germinación de la semilla de chile (Bosland y Votava, 2000). La emergencia de la radícula a 25°C necesita solo de 3.5

días, mientras que a 15°C se requieren 9 días (Watkins y Cantliffe, 1983). La emergencia de la plántula a una profundidad de 1.2 cm necesitó de 8 a 9 días a una temperatura de 25-35°C (Lorenz y Maynard, 1980), pero no ocurre cuando la temperatura es menor de 15°C (Wien, 1997).

La temperatura mínima para el crecimiento y desarrollo de la planta de chile es 18°C, debajo de la cual, el crecimiento es trivial, con plantas en el rango de 5-15°C se tiene crecimiento pobre (Sanders *et al.*, 1980). El mayor crecimiento vegetativo ocurre con temperaturas en el rango de 25 a 27°C durante el día y a 18-20°C durante la noche (Bakker y van Uffelen, 1988).

El factor más importante que determina la diferenciación de la flor es la temperatura ambiental, especialmente durante la noche (Bosland and Votava, 2000). La temperatura del aire también tiene un gran efecto sobre la formación del polen y su viabilidad; temperaturas arriba de 30°C que se presentan 15 días antes de la polinización ocasionan esterilidad del polen (Cochran, 1938), y

temperaturas nocturnas de  $10 \pm 2^\circ\text{C}$  reduce el número y el porcentaje de germinación de los granos de polen (Shaked *et al.*, 2004). La temperatura óptima para la germinación del polen es de 20 a 25°C. El proceso de fertilización de la flor requiere de 42 horas cuando las plantas crecieron en un rango de temperatura de 27/21°C (Cochran, 1938), aunque Kato (1989) indica que solo se requieren 36 horas, aunque no indica las temperaturas.

El mayor amarre de fruta ocurre cuando las temperaturas del día y de la noche son entre 21°C y 16°C, respectivamente. Los rendimientos son altos cuando la temperatura del aire, en el día, durante el amarre de fruto, fluctúa entre los 18-32°C; los frutos no amarran cuando la temperatura durante el día es mayor de 32°C (Olareweju, 1988; Aloni *et al.*, 1999). Las semillas de chile cultivado, *C. annuum* pueden ser crio-conservadas a una temperatura de -196°C, con un contenido de humedad de 4.7 a 11.5%, y sujetas a un proceso rápido o lento de congelación y descongelación (Quagliotti y Comino, 2003).

## Resumen mensual

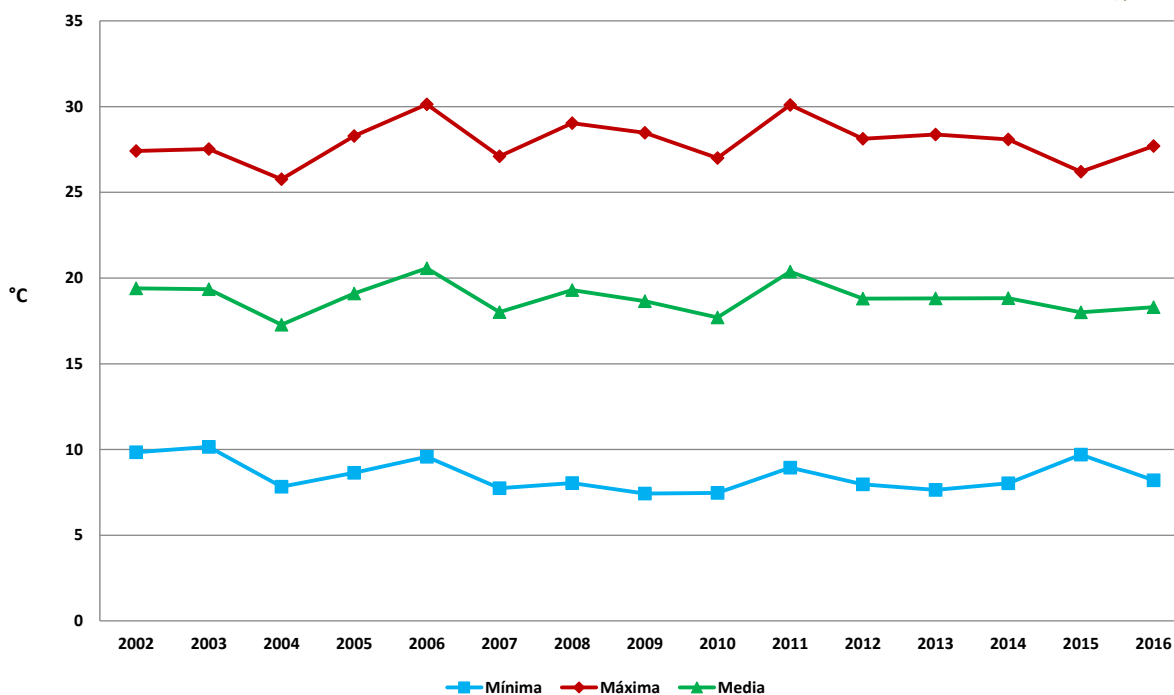
**Cuadro 5. Estadísticas básicas mensuales de temperatura del año 2016 de la red de monitoreo agroclimático del estado de Zacatecas.**

| 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       |                  |               |              |               |               |               |        |
| Junio      |                  |               |              |               |               |               |        |
| Julio      |                  |               |              |               |               |               |        |
| Agosto     |                  |               |              |               |               |               |        |
| Septiembre |                  |               |              |               |               |               |        |
| Octubre    |                  |               |              |               |               |               |        |
| Noviembre  |                  |               |              |               |               |               |        |
| Diciembre  |                  |               |              |               |               |               |        |

\*Promedios considerando todas las estaciones de la red.



### TEMPERATURAS PROMEDIO EN EL MES DE ABRIL RED DE MONITOREO AGROCLIMÁTICO DEL ESTADO DE ZACATECAS



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



VALORES DE TEMPERATURA EN EL MES DE ABRIL  
RED DE MONITOREO AGROCLIMÁTICO DEL ESTADO DE ZACATECAS

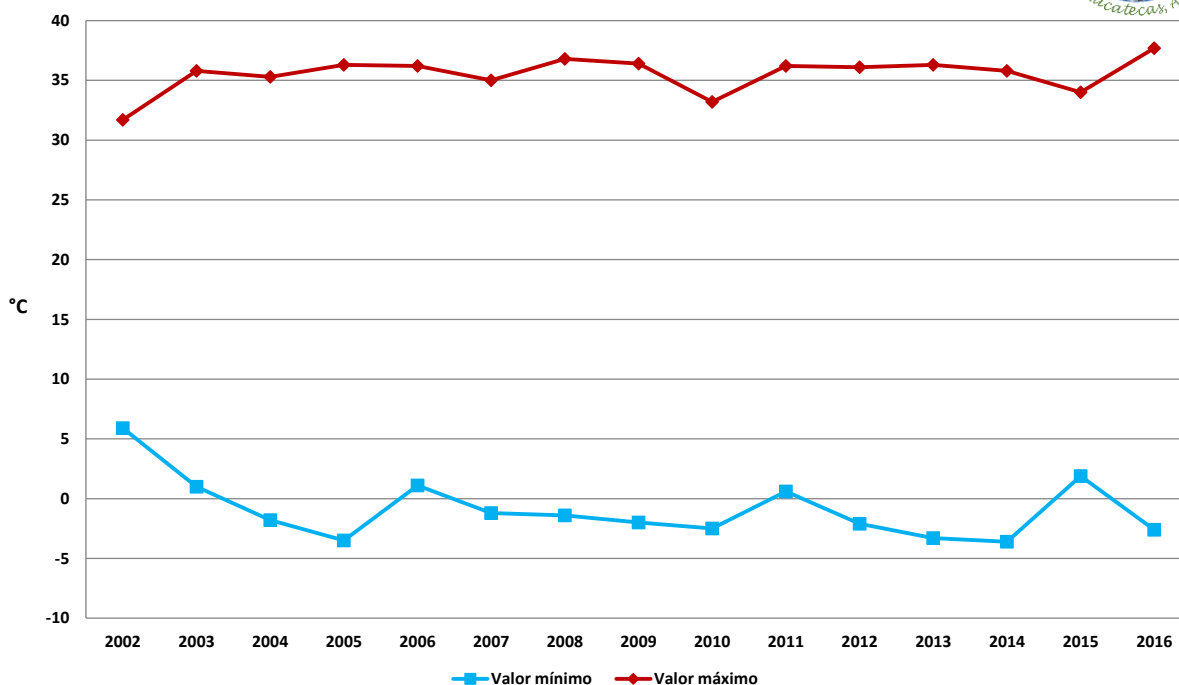


Figura 10. Valores máximos y mínimos históricos de temperatura en el mes de abril, considerando las 38 estaciones de la red de monitoreo agroclimático del estado de Zacatecas.

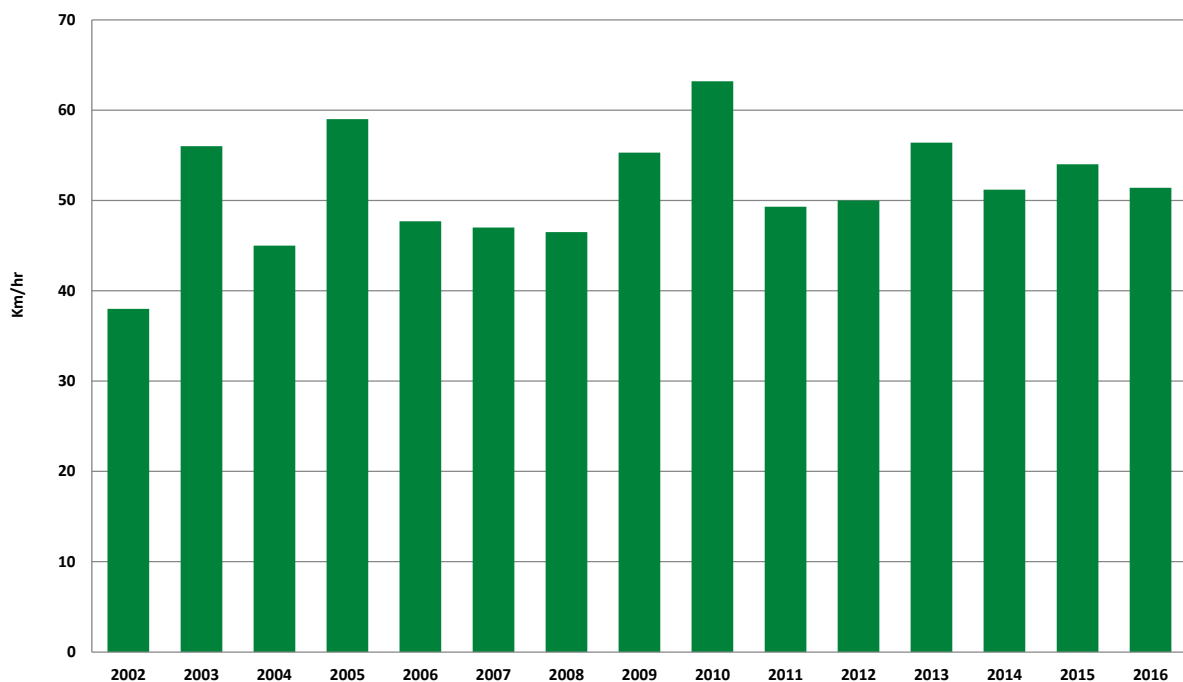
**Cuadro 6. Estadísticas básicas mensuales de humedad relativa y viento del año 2016 de la red de monitoreo agroclimático del estado de Zacatecas.**

| 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       |                      |               |        |                              |                   |               |        |                             |
| Junio      |                      |               |        |                              |                   |               |        |                             |
| Julio      |                      |               |        |                              |                   |               |        |                             |
| Agosto     |                      |               |        |                              |                   |               |        |                             |
| Septiembre |                      |               |        |                              |                   |               |        |                             |
| Octubre    |                      |               |        |                              |                   |               |        |                             |
| Noviembre  |                      |               |        |                              |                   |               |        |                             |
| Diciembre  |                      |               |        |                              |                   |               |        |                             |

\*Promedios considerando todas las estaciones de la red.



**VALORES MÁXIMOS DE VELOCIDAD DEL VIENTO EN EL MES DE ABRIL  
RED DE MONITOREO AGROCLIMÁTICO DEL ESTADO DE ZACATECAS**



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

**Cuadro 6. 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         |     |     |     |     |     |     |     |     | 23.4        |
| Agua Nueva          | 3.4                | 1.6         | 24.0        | 1.4         |     |     |     |     |     |     |     |     | 30.4        |
| C. Exp. Zacatecas   | 2.1                | 26.0        | 15.8        | 10.6        |     |     |     |     |     |     |     |     | 54.5        |
| Campo Uno           | 7.6                | 2.3         | 17.2        | 0.0         |     |     |     |     |     |     |     |     | 27.1        |
| Cañitas             | 0.6                | 8.2         | 11.0        | 0.2         |     |     |     |     |     |     |     |     | 20.0        |
| CBTATEpechitlán     | 6.8                | 4.0         | 5.2         | 7.2         |     |     |     |     |     |     |     |     | 23.2        |
| CBTA Valparaíso     | 0.4                | 4.4         | 31.4        | 0.0         |     |     |     |     |     |     |     |     | 36.2        |
| Chaparrosa          | 0.2                | 8.9         | 6.9         | 0.0         |     |     |     |     |     |     |     |     | 16.0        |
| COBAEZ              | 0.8                | 4.6         | 10.4        | 0.8         |     |     |     |     |     |     |     |     | 16.6        |
| Col. Emancipación   | 0.2                | 4.0         | 20.6        | 0.0         |     |     |     |     |     |     |     |     | 24.8        |
| Col. Glz. Ortega    | 5.0                | 0.0         | 11.8        | 0.0         |     |     |     |     |     |     |     |     | 16.8        |
| Col. Hidalgo        | 5.0                | 0.8         | 8.5         | 0.0         |     |     |     |     |     |     |     |     | 14.3        |
| Col. Progreso       | 5.3                | 0.2         | 5.8         | 0.0         |     |     |     |     |     |     |     |     | 11.3        |
| El Gran Chaparral   | 4.9                | 1.3         | 5.9         | 1.3         |     |     |     |     |     |     |     |     | 13.4        |
| El Pardillo 3       | 0.1                | 3.7         | 11.9        | 0.0         |     |     |     |     |     |     |     |     | 15.7        |
| El Saladillo        | 1.8                | 7.5         | 7.5         | 0.3         |     |     |     |     |     |     |     |     | 17.1        |
| Emiliano Zapata     | 3.1                | 0.0         | 13.0        | 0.0         |     |     |     |     |     |     |     |     | 16.1        |
| Estancia de Ánimas  | 8.4                | 2.2         | 8.2         | 0.6         |     |     |     |     |     |     |     |     | 19.4        |
| La Victoria         | 4.4                | 12.4        | 20.2        | 5.0         |     |     |     |     |     |     |     |     | 42.0        |
| Las Arcinas         | 2.6                | 5.4         | 6.0         | 0.0         |     |     |     |     |     |     |     |     | 14.0        |
| Loreto              | 19.2               | 8.4         | 11.6        | 4.4         |     |     |     |     |     |     |     |     | 43.6        |
| Marianita           | 4.6                | 6.0         | 10.8        | 4.4         |     |     |     |     |     |     |     |     | 25.8        |
| Mesa de Fuentes     | 1.2                | 4.6         | 13.6        | 0.0         |     |     |     |     |     |     |     |     | 19.4        |
| Mogotes             | 3.6                | 0.0         | 11.4        | 0.0         |     |     |     |     |     |     |     |     | 15.0        |
| Momax               | 0.0                | 2.2         | 6.4         | 0.0         |     |     |     |     |     |     |     |     | 8.6         |
| Palmas Altas        | 1.0                | 14.9        | 31.2        | 0.0         |     |     |     |     |     |     |     |     | 47.1        |
| Providencia         | 4.4                | 2.3         | 17.7        | 0.0         |     |     |     |     |     |     |     |     | 24.4        |
| Rancho Grande       | 0.6                | 2.0         | 15.6        | 0.6         |     |     |     |     |     |     |     |     | 18.8        |
| Santa Fe            | 2.2                | 9.2         | 11.4        | 0.0         |     |     |     |     |     |     |     |     | 22.8        |
| Santa Rita          | 5.1                | 15.5        | 17.5        | 1.2         |     |     |     |     |     |     |     |     | 39.3        |
| Santo Domingo       | 0.0                | 5.4         | 4.8         | 0.2         |     |     |     |     |     |     |     |     | 10.4        |
| Sierra Vieja        | 0.6                | 3.4         | 10.4        | 0.3         |     |     |     |     |     |     |     |     | 14.7        |
| Tanque Hacheros     | 11.6               | 9.4         | 16.0        | 10.0        |     |     |     |     |     |     |     |     | 47.0        |
| Tierra Blanca       | 7.8                | 5.6         | 7.4         | 3.0         |     |     |     |     |     |     |     |     | 23.8        |
| U.A. Agronomía      | 7.0                | 15.6        | 15.2        | 0.0         |     |     |     |     |     |     |     |     | 37.8        |
| U.A. Biología       | 5.4                | 4.0         | 11.0        | 0.0         |     |     |     |     |     |     |     |     | 20.4        |
| UPSZ El Remolino    | 1.3                | 8.1         | 6.7         | 0.0         |     |     |     |     |     |     |     |     | 16.1        |
| Villanueva          | 0.0                | 1.4         | 2.8         | 0.0         |     |     |     |     |     |     |     |     | 4.2         |
| <b>PROMEDIO</b>     | <b>3.7</b>         | <b>5.8</b>  | <b>12.6</b> | <b>1.4</b>  |     |     |     |     |     |     |     |     | <b>23.5</b> |
| <b>VALOR MÁXIMO</b> | <b>19.2</b>        | <b>26.0</b> | <b>31.4</b> | <b>10.6</b> |     |     |     |     |     |     |     |     | <b>54.5</b> |
| <b>VALOR MÍNIMO</b> | <b>0.0</b>         | <b>0.0</b>  | <b>2.8</b>  | <b>0.0</b>  |     |     |     |     |     |     |     |     | <b>4.2</b>  |



PRECIPITACIÓN EN EL MES DE ABRIL  
RED DE MONITOREO AGROCLIMÁTICO DEL ESTADO DE ZACATECAS

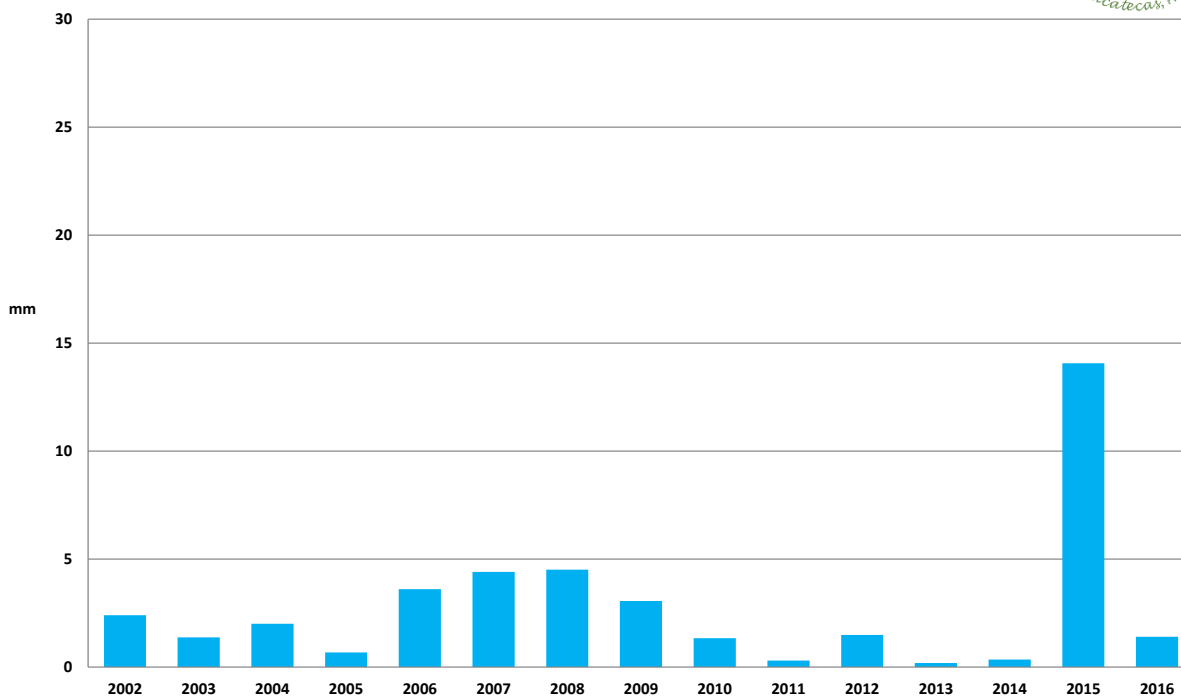


Figura 12. Precipitación promedio histórica del mes de abril, considerando las 38 estaciones de la red de monitoreo agroclimático del estado de Zacatecas.

## Literatura citada

- Aguilera P., A.; Campillo R., R.; Celis M., A.; Díaz S., J.; Ferrada N., S.; Galdames G., R.; Kher M., E.; Peralta A., J. M. y Seguel B., I. 2002. Cultivo del ajo (*Allium sativa* L.) para la zona sur de Chile. Boletín No. 84. Centro Regional de Investigación Carillanca. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Temuco, Chile. 153 p.
- Aloni, B., E. Pressman and L. Karni. 1999. The effect of fruit load, defoliation and night temperature on the morphology of pepper flowers and on fruit shape. *Annals of Botany* 83: 529-534.
- Bakker, J.C., y J.A.M. van Uffelen. 1988. The effects of diurnal temperature regimes on growth and yield of sweet pepper. *Netherlands Journal of Agricultural Science* 36: 201-208.
- Bosland, P.W., y E.J. Votava. 2000. Peppers: Vegetable and Spice Capsicums. *Crop Production Science in Horticulture* 12. CAB International Publishing, Wallingford, England, UK. 204 pp.
- 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).
- Choi, K.S. 1985. Physiological and ecological studies on the germinability of pepper (*Capsicum annuum* L.) seeds at low temperature. *Research Report of RDA (Hort)* 27: 46-87.
- Cochran, H.L. 1938. A morphological study of flower and seed development in pepper. *Journal of Agricultural Research* 56: 395-417.
- Critchfield. 1983. *General Climatology*. 4ª Ed. Prentice Hall Inc. New Jersey, USA. 453 p.
- Dell'Aquila, A. 2004. Cabbage, lentil, pepper and tomato seed germination monitored by an image analysis system. *Seed Science and Technology* 32: 225-229.
- Erickson, A.N., y A.H. Markhart. 2001. Flower production, fruit set, and physiology of bell pepper during elevated temperature and vapor pressure deficit. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 126(6): 697-702.

- Evans, L. T. 1993. Crop Evolution, Adaptation and Yield. Cambridge, University Press. p 71.
- 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.
- Gunawardena, M. D. M., y De Silva, C. S. 2015. Identifying the Impact of Temperature and Water Stress on Growth and Yield Parameters of Chilli (*Capsicum annuum* L.). OUSL Journal, 7: 25-42
- 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.
- IPCC. 2007. Climate change 2007. Synthesis report. Intergubernamental Panel for Climate Change. Geneva Switzerland. 103 p.
- Kato, K. 1989. Flowering and fertility of forced green peppers at lower temperatures. Journal of the Japanese Society of Horticultural Science 58: 113-121.
- Laborde, C. J. A., y C. O. Pozo. 1984. Presente y Pasado del Chile en México. Publicación especial No. 85. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA). México. 80 p.
- Long S. J. 1982. Presente y pasado del chile en México. S.A.R.H. – I.N.I.A. México, D. F. pp. 8, 18, 48, 49.
- Lorenz, O.A., y D.N. Maynard. 1980. Knott's Handbook for Vegetable Growers, 2nd ed. John Wiley & Sons, New York. 390 pp.
- Madhavi R. K., K.S. Shivashankara, G.A. Geetha y K.C. Pavithra. 2016. Capsicum (Hot pepper and Bell pepper). In N.k. Srinivasa, K.S. Shivashankara y R.H. Laxman (eds.) Abiotic stress physiology of horticultural crops. Springer India. Pp. 151-166
- 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.
- Mercado, J.A., M.S. Reid, V. Valpuesta, y M.A. Quesada. 1997. Metabolic changes and susceptibility to chilling stress in *Capsicum annuum* plants grown at suboptimal temperature. Functional Plant Biology, 24(6), 759-767.

- Muñoz, F. I. y C. B. Pinto. 1970. Taxonomía y distribución geográfica de los chiles cultivados en México. Revista el Campo. No. 15. INIASAG. México. pp 3- 12.
- 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.
- Olareweju, J.D. 1988. Effect of night temperature on fruit set and development in sweet pepper (*Capsicum annuum* L.). Haryana Journal of Horticultural Sciences 18: 285-288.
- Ortiz S., C. A. 1987. Elementos de agrometeorología cuantitativa. Tercera edición. Departamento de Suelos. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 326 p.
- Pozo, C. O. 1981. Descripción de tipos y cultivares de chile (*Capsicum* spp.) en México. Folleto técnico num. 77. INIA-SARH. Pp 40.
- Quagliotti, L., and C. Comino. 2003. Effects of cryopreservation of pepper and eggplant seeds. *Capsicum and Eggplant Newsletter* 22: 107-110.
- 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.
- Randle, W.M., y S. Homna. 1980. Inheritance of low temperature emergence in *Capsicum baccatum* var. *pendulum*. *Euphytica* 29: 331-335.
- Saha, S.R., M.M. Hossain, M.M. Rahman, C.G. Kuo, y S. Abdullah. 2010. Effect of high temperature stress on the performance of twelve sweet pepper genotypes. *Bangladesh Journal of Agricultural Research*, 35(3): 525-534.
- Sanders, D.C., H.J. Kirk and C. Van der Brink. 1980. Growing Degree Days in North Carolina. AG-236. North Carolina Agricultural Extension Service, Raleigh.
- 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).
- Shaked, R., K. Rosenfeld and E. Pressman. 2004. The effect of low night temperatures on carbohydrates metabolism in developing pollen grains of pepper in relation to their number and functioning. *Scientia Horticulturae* 102: 29-36.

- 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.
- Watkins, J.T., and D.J. Cantliffe. 1983. Mechanical resistance of the seed coat and endosperm during germination of *Capsicum annuum* at low temperature. *Plant Physiology* 72: 146-150.
- Wien, H.C. 1997. *The Physiology of Vegetable Crops*. CAB International, Oxford and New York. 662 pp.

### **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: (478) 9-85-01-98 y 9-85-01-99

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

Correo electrónico: [direccion@zacatecas.inifap.gob.mx](mailto: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 mayo de 2016.  
Tiraje impreso: 50 ejemplares  
Difusión en formato PDF





**inifap**