

Reporte agrometeorológico

Diciembre de 2019

Red de monitoreo agroclimático del estado de Zacatecas

Guillermo MEDINA GARCÍA
José Israel CASAS FLORES



CENTRO DE INVESTIGACIÓN REGIONAL NORTE CENTRO
CAMPO EXPERIMENTAL ZACATECAS
Calera de V. R., Zacatecas
Folleto informativo No. 194. Enero de 2020

SECRETARÍA DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL

VÍCTOR MANUEL VILLALOBOS ARÁMBULA
Secretario

MIGUEL GARCÍA WINDER
Subsecretario de Agricultura

VÍCTOR SUÁREZ CARRERA
Subsecretario de Autosuficiencia Alimentaria

DAVID MONREAL ÁVILA
Coordinador General de Ganadería

SALVADOR FERNÁNDEZ RIVERA
Coordinador General de Desarrollo Rural

IGNACIO OVALLE FERNÁNDEZ
Titular del Organismo Seguridad Alimentaria Mexicana

INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES FORESTALES, AGRÍCOLAS Y PECUARIAS

DR. JOSÉ FERNANDO DE LA TORRE SÁNCHEZ
Director General del INIFAP

DR. JOSÉ ANTONIO CUETO WONG
Coordinador de Investigación, Innovación y Vinculación

M. C. JORGE FAJARDO GUEL
Coordinador de Planeación y Desarrollo

LIC. JOSÉ HUMBERTO CORONA MERCADO
Coordinador de Administración y Sistemas del INIFAP

CENTRO DE INVESTIGACIÓN REGIONAL NORTE CENTRO

DR. ARTURO DANIEL TIJERINA CHÁVEZ
Director Regional

DR. FRANCISCO JAVIER PASTOR LÓPEZ
Director de Investigación

ING. RICARDO CARRILLO MONSIVÁIS
Director de Administración

MC. RICARDO A. SÁNCHEZ GUTIÉRREZ
Director de Coordinación y Vinculación en Zacatecas



Instituto Nacional de Investigaciones
Forestales, Agrícolas y Pecuarias

Reporte agrometeorológico

Diciembre de 2019

Red de monitoreo agroclimático del estado de Zacatecas

Guillermo MEDINA GARCÍA¹
José Israel CASAS FLORES²

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

² Ing. Investigador responsable del Sitio de Internet CEZAC. Campo Experimental Zacatecas. INIFAP.

Reporte agrometeorológico Diciembre de 2019

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias.
Progreso No. 5
Barrio de Santa Catarina
Delegación Coyoacán
Ciudad de México, 04010
Tel. 01-800-088-2222

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.

Primera edición 2019

Contenido

Antecedentes	1
Red de monitoreo agroclimático	2
Resumen mensual de variables meteorológicas	4
Agricultura y clima	5
Temperatura	5
Requerimientos de bajas temperaturas por las plantas	5
Horas frío	6
Acumulación de horas frío	7
Heladas.....	13
Ocurrencia de heladas	14
Resumen mensual	17
Literatura citada.....	23

Antecedentes

La observación sistemática de variables como la temperatura global del aire en la superficie de la tierra y de los océanos indican claramente que el planeta se está calentando (Martínez y Gay, 2015).

Las fluctuaciones del clima, a corto y largo plazo, -variabilidad del clima y cambio climático- pueden tener repercusiones extremas en la producción agropecuaria y hacer que el rendimiento de las cosechas se reduzca drásticamente, lo que obligaría a los productores a utilizar nuevas prácticas agrícolas en respuesta a las modificaciones de las condiciones prevalecientes (IICA, 2015).

México es un país susceptible a cambios en el clima por su ubicación geográfica en la zona intertropical del hemisferio norte, dos terceras partes del país se encuentran en zonas áridas o semiáridas, donde se presentan sequías extremas, y el resto del país está sujeto a inundaciones (Herron, 2013).

Para disminuir los riesgos de pérdida de producción y mejorar el manejo agrícola, se requiere cuantificar los elementos del clima, ya que son de primordial importancia en la planeación de las

prácticas de manejo. La disponibilidad de un historial de datos cuantioso, fiable y permanente, permite aplicar herramientas para la toma de decisiones en beneficio de la agricultura (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 una alta frecuencia de sequías, heladas tempranas y tardías, lluvias mal distribuidas o torrenciales 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 y reproductivos, dependen directamente de las condiciones del clima (Ruiz-Corral *et al.*, 2002; Silva y Hess, 2001, Soto *et al.*, 2009).

Como parte de la estrategia del INIFAP para la divulgación de la información registrada por la red de estaciones, se difunde este reporte agrometeorológico mensual, mediante el cual se ofrece información de las condiciones ambientales prevalecientes en cada mes, relacionada con el desarrollo de los cultivos y otras actividades relacionadas.

Red de monitoreo agroclimático del estado de Zacatecas

La red cuenta con 38 estaciones meteorológicas automáticas distribuidas en el Estado cubriendo diferentes ambientes (Cuadro 1 y Figura 1). Cada estación está equipada con sensores para medir la temperatura del aire, humedad relativa, precipitación, dirección y velocidad del viento y radiación solar global. 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:

www.zacatecas.inifap.gob.mx

En esta página electrónica se puede consultar datos en forma numérica y en forma gráfica. Además, se presentan 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
CBTA 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

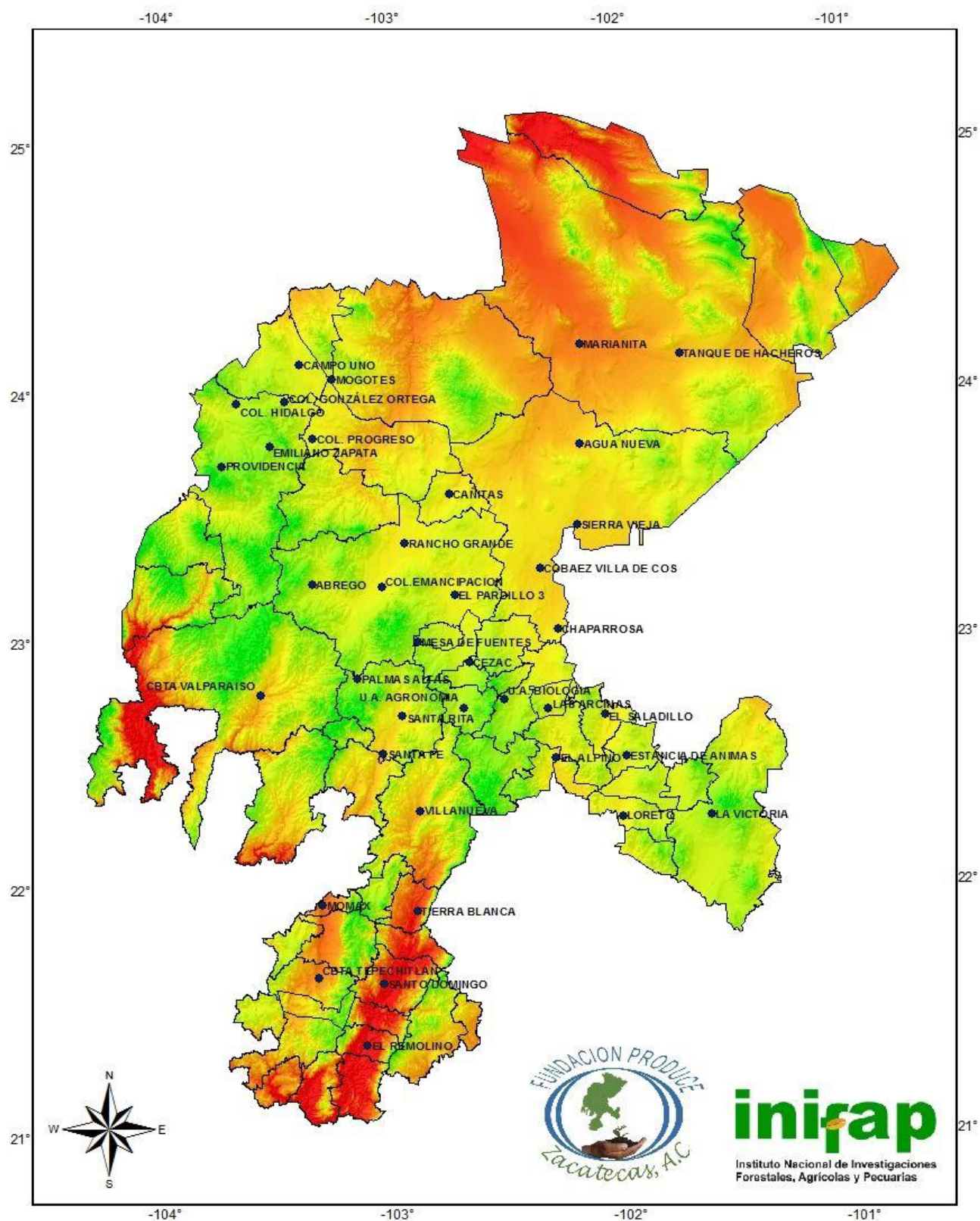


Figura 1. Red de estaciones meteorológicas automáticas del estado de Zacatecas.

Resumen de variables meteorológicas

Mes de Diciembre

TEMPERATURA

	°C	Estación
Promedio	11.9	
Máxima promedio	23.4	
Máxima extrema	33.2	UPSZ El Remolino
Mínima promedio	3.3	
Mínima extrema	-5.2	Providencia
Promedio mensual histórico*	12.5	

PRECIPITACIÓN

	mm	Estación
Promedio mensual	22.1	
Mínima	4.9	UPSZ El Remolino
Máxima	46.0	El Pardillo 3
Promedio decena uno	0.0	
Mínima	0.0	
Máxima	0.0	
Promedio decena dos	3.8	
Mínima	0.0	5 estaciones
Máxima	41.0	Villanueva
Promedio decena tres	18.3	
Mínima	0.0	Villanueva
Máxima	39.2	El Pardillo 3
Promedio mensual histórico*	15.0	

HUMEDAD RELATIVA

	%	Estación
Promedio	58.8	
Máxima promedio	87.2	
Máxima extrema	100.0	16 estaciones
Mínima promedio	28.7	
Mínima extrema	4.8	Providencia
Promedio mensual histórico**	50.6	

VIENTO

	km/h	Estación
Promedio	5.8	
Máxima promedio	15.4	
Máxima extrema	48.1	Col. Progreso
Dirección dominante	S	
Máxima promedio mensual histórica**	17.0	

Los valores de este resumen son estadísticos básicos de las 38 estaciones del Estado.

*Fuente: CNA. Datos históricos de 1981 a 2010.

**Fuente: Red de monitoreo agroclimático del INIFAP de 2002 a 2018.

Agricultura y clima

Temperatura

La temperatura se considera como la variable esencial 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 entre 0 y 50 °C. 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 bajas temperaturas por las plantas.

Los efectos de las bajas temperaturas no siempre son negativos. Ciertas especies como los cereales de invierno y los frutales de hoja caduca (árboles

caducifolios), requieren de la acumulación de cierta cantidad de temperaturas bajas durante el descanso invernal (letargo), para poder continuar su desarrollo en la próxima primavera sin ninguna anomalía fenológica o sin mermas en su rendimiento (Romo y Arteaga, 1989).

Valores de temperatura entre 0 y 10 °C, son los que se consideran necesarios para la acumulación de frío durante el letargo de algunas especies vegetales. Los requerimientos de frío dependen de la especie, la variedad y de cómo la temperatura se presenta en la temporada invernal. En general, se han aceptado umbrales de 4 a 5 °C para cereales de invierno y de 6 a 7 °C para frutales; temperaturas inferiores a dichos valores serían las efectivas para el letargo (Romo y Arteaga, 1989; Villalpando, 1985).

Horas frío

Los requerimientos de bajas temperaturas que presentan las plantas frecuentemente se mide en “horas frío” (HF), sobre todo en frutales caducifolios. Este parámetro es usado ampliamente para evaluar la posibilidad de establecimiento de un cultivo en distintas regiones climáticas.

Una HF es aquella en la cual la temperatura del aire es igual o inferior a 7 °C (Romo y Arteaga, 1989; Ortiz, 1987). La determinación de la cantidad de horas frío que se acumulan en una localidad durante el invierno, consiste en sumar las horas en que la temperatura es igual o menor a 7 °C.

Si los requerimientos de frío de alguna variedad frutal no son satisfechos, se presentarán desórdenes fisiológicos que se reflejarán en su productividad.

Algunos de los principales síntomas de deficiencia de HF son:

- Prolongación del período de reposo.
- Irregularidad en el rompimiento del reposo.
- Floración raquítica, irregular o nula.
- Foliación predominantemente de yemas terminales.
- Aborto de yemas florales, privilegiando la brotación de yemas vegetativas.
- Falta de ramificación y presencia de espacios vacíos.
- Cosecha reducida, extemporánea y de mala calidad.

En el Cuadro 2 se indican los requerimientos de HF de algunas especies y variedades de frutales que pudieran prosperar en la región del altiplano de Zacatecas. Las HF normalmente se cuantifican en los meses de diciembre a febrero (Medina *et al.*, 2003), ya que representan el mayor porcentaje del total acumulado.

Cuadro 2. Requerimientos de horas frío de algunas variedades de frutales.

Especie	Variedad	Horas frío	Clasificación de requerimiento
Durazno	Victoria	600-750	Medio
	Criollo	400-750	Medio
Manzano	Agua Nueva II	600-700	Medio
	Red Delicious	700-800	Medio
	Anna	300-350	Bajo
Chabacano	Canino	600-750	Bajo
	Criollo	400-500	Bajo
Ciruelo	Frontera	700	Medio
	Santa Rosa	700	Medio
	Laroda	700	Medio
Pera	Kieffer	500-600	Bajo
	Criollo	600	Bajo

Fuente: Programa de frutales caducifolios. CEZAC.

Acumulación de horas frío

Durante el mes de diciembre la acumulación de frío se fue incrementando conforme avanzó el mes. La primera decena de este mes fue la de menor acumulación de frío, el promedio de todas las estaciones fue 52.4 HF, variando de 0.3 HF en la estación Santo Domingo, Jalpa, hasta 89.0 HF en la estación Momax, Momax (Figura 2).

En la segunda decena del mes de diciembre aumentó la acumulación de frío, registrándose en promedio 73.8

HF, la cual varió desde 3.8 HF en la estación Santo Domingo, Jalpa, hasta 120.5 HF en la estación Col. González Ortega, Sombrerete (Figura 3).

En la tercera decena del mes de diciembre, la acumulación de frío continuó en aumento con respecto a la decena anterior, registrándose en promedio 85.4 HF y varió de 9.5 HF en la estación Santo Domingo, Jalpa, hasta 154.0 HF en la estación Col. González Ortega, Sombrerete (Figura 4).

Considerando las horas frío acumuladas durante todo el mes de

diciembre, en promedio se registraron 211.7 HF, variando de 13.5 HF en la estación Santo Domingo, Jalpa hasta 295.5 HF en la estación Col. González Ortega, Sombrerete (Figura 5).

Durante los meses de noviembre a diciembre se han acumulado en promedio 260.9 HF, registrándose un mínimo de 13.5 HF en la estación de Santo Domingo, Jalpa y hasta 355.8 en la estación Ábrego, Fresnillo (Figura 6). Sin embargo, considerando solo las estaciones que se encuentran ubicadas en zonas con buena acumulación de frío, en promedio se han acumulado 287.5 HF.

En el Cuadro 3 se presenta el número de HF acumuladas durante el mes de diciembre estimadas con tres métodos diferentes: 1) Número de horas con temperatura $< 7.2^{\circ}\text{C}$, b) Número de horas con temperatura entre 0 y 7.2°C y 3) Unidades frío (UF) de Richardson

(Richardson et al., 1974). En este mes los dos primeros métodos resultaron muy similares en las cantidades acumuladas de HF, ya que se presentaron pocos valores de temperatura menores a 0°C .

El tercer método (Richardson) tiene un mejor ajuste o aplicación en zonas frías, por eso en el mes de diciembre con las temperaturas bajas que se registraron, se acumuló frío con este método en la mayoría de las estaciones, principalmente las ubicadas en las zonas durazneras.

En la Figura 7 se presenta información gráfica de las HF decenales acumuladas durante el período invernal de dos estaciones diferentes. Las gráficas de las 38 estaciones se pueden consultar en el sitio de Internet del Campo Experimental Zacatecas.

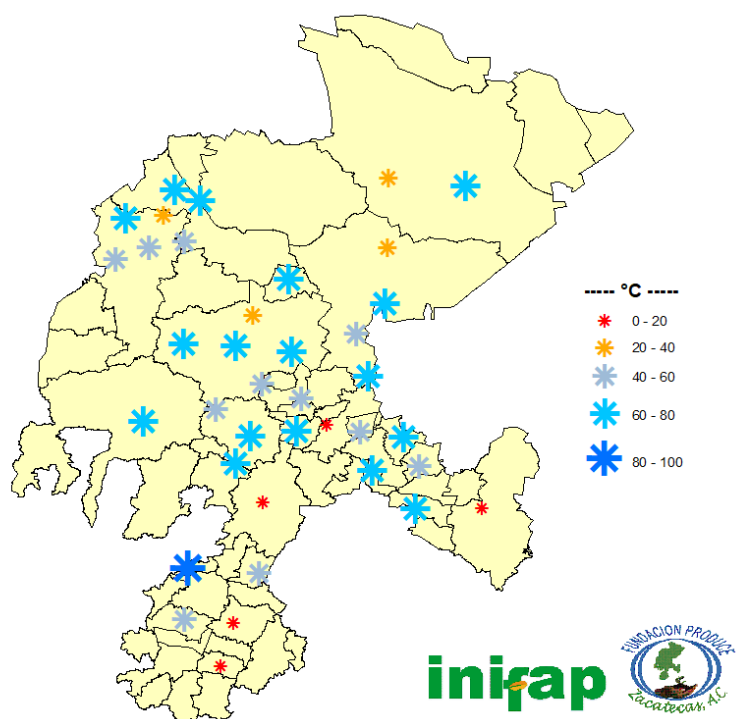


Figura 2. Horas frío acumuladas en la primera decena del mes de diciembre del 2019.

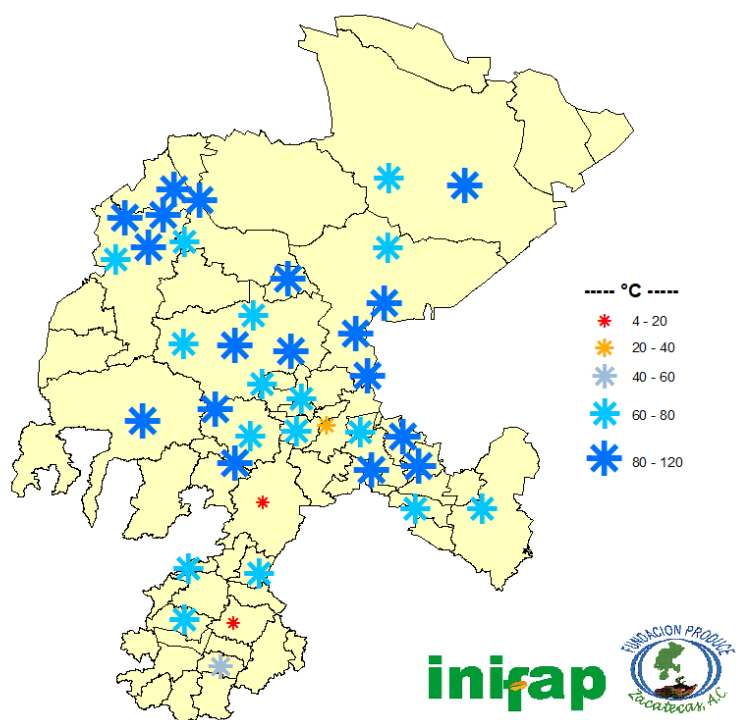


Figura 3. Horas frío acumuladas en la segunda decena del mes de diciembre del 2019.

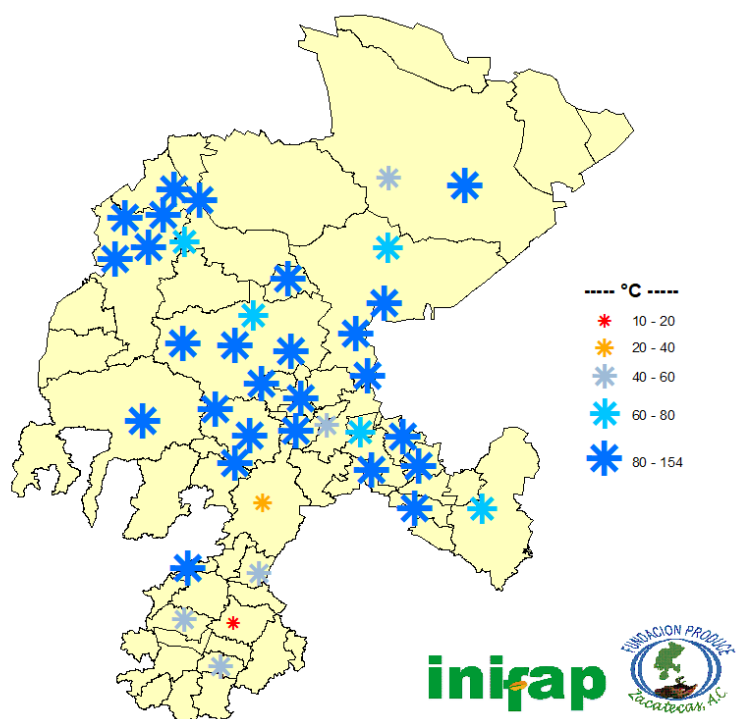


Figura 4. Horas frío acumuladas en la tercera decena del mes de diciembre del 2019.

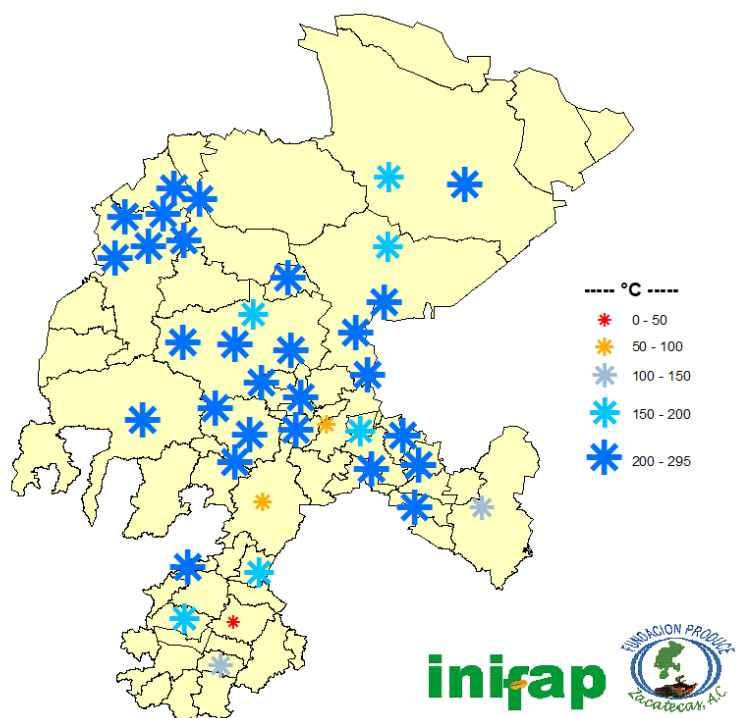


Figura 5. Horas frío acumuladas en el mes de diciembre del 2019.

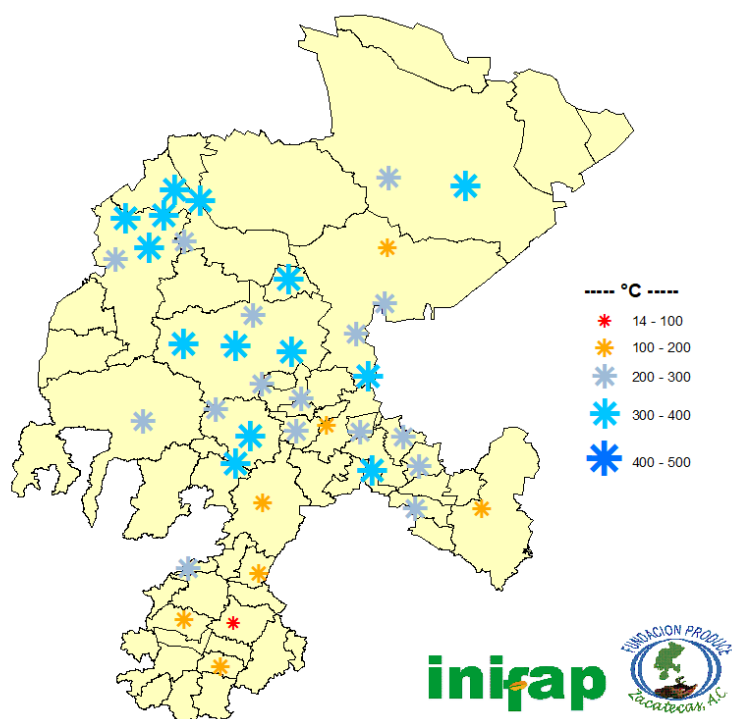
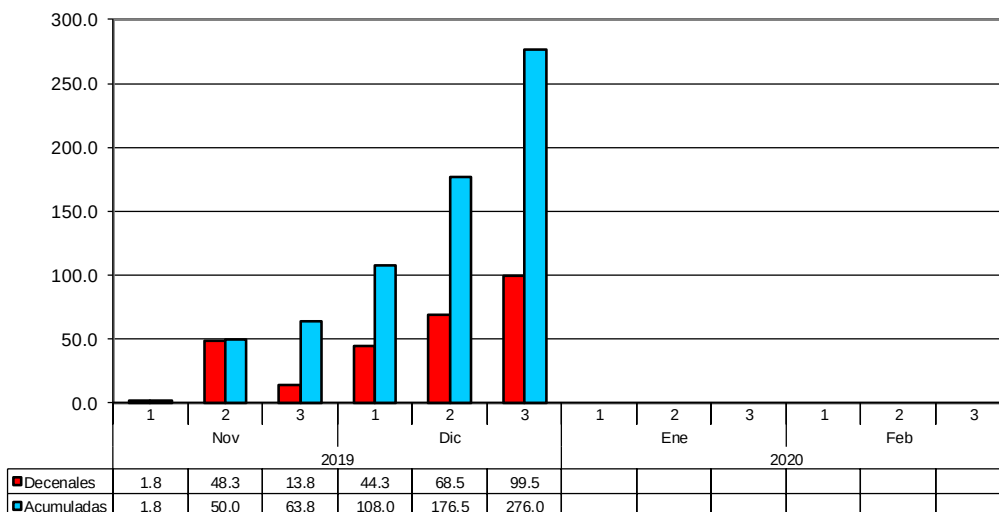


Figura 6. Horas frío acumuladas en los meses de noviembre a diciembre de 2019.

inifap



inifap

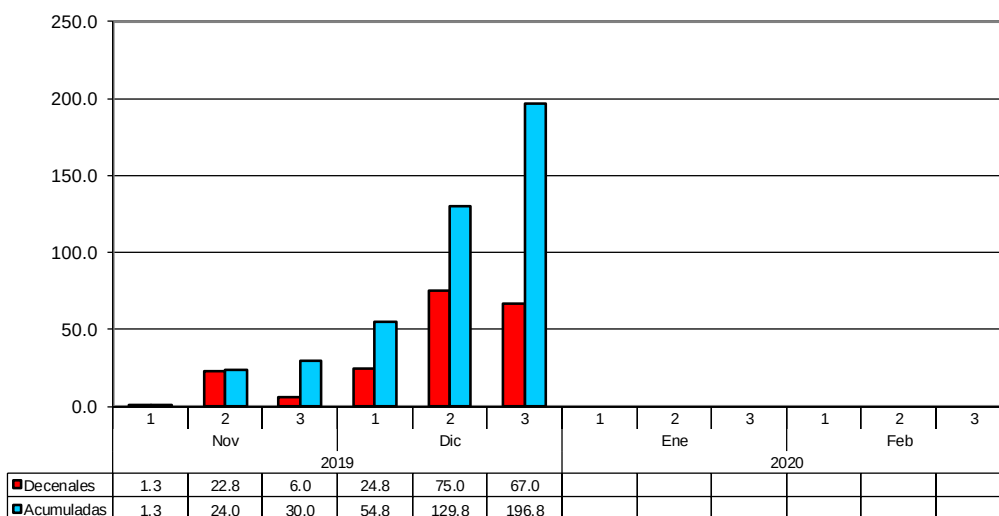


Figura 7. Horas frío acumuladas durante la presente temporada de invierno en la estación Providencia, Sombrerete (arriba) y Agua Nueva, Villa de Cos (abajo).

Heladas

No existe una definición universalmente aceptada de este fenómeno. Desde el punto de vista meteorológico, se dice que se produce una helada cuando la temperatura desciende a 0 °C o por debajo de este valor. La observación se hace, generalmente, en el termómetro que está a una altura de 1.5 m (Romo y Arteaga, 1989). Por otro lado, de acuerdo al criterio agrometeorológico, la helada ocurre cuando la temperatura del aire desciende a temperaturas tan bajas que provocan la muerte de los tejidos vegetales.

Las heladas se pueden clasificar de acuerdo a su época de ocurrencia en:

- Otoñales (tempranas)
- Invernales
- Primaverales (tardías)

Las heladas invernales son las que menor daño provocan, porque en esa época la mayoría de las plantas se encuentran en reposo y, por ende, en condiciones de soportar bajas temperaturas.

Las heladas tempranas y tardías son las que más estragos causan en la agricultura, ya que se presentan en épocas de intensa actividad reproductiva. Las tempranas pueden interrumpir el proceso de maduración de los frutos y la formación de yemas, de las cuales dependerá la producción del año siguiente. Las tardías causan daños sobre la floración, foliación y fructificación de las plantas perennes y sobre la germinación, emergencia y estadios juveniles de las plantas anuales (Romo y Arteaga, 1989).

En el estado de Zacatecas es significativo el número de heladas que ocurren durante el período de otoño-invierno, aunque muchas veces no existe la sensación de helada debido a su corta duración.

Sin embargo, en otras ocasiones cuando se presentan heladas severas, pueden causar daño total en algunas especies, como puede ser el guayabo, a pesar de ubicarse en el sur del Estado.

Ocurrencia de heladas

Con la “Red de monitoreo agroclimático” es posible registrar el número de heladas, su temperatura y algo muy importante, su duración. En el Cuadro 3 se presentan las estadísticas del mes de diciembre en relación con el frío, observándose que la temperatura mínima promedio más baja en el mes, ocurrió en la estación Ábrego, Fresnillo, con 0.6 °C, mientras que el valor mínimo de la temperatura registrado durante el mes de diciembre ocurrió en la estación Providencia, Sombrerete con un valor de -5.2°C. En la Figura 8 se presentan los valores mínimos de temperatura registrados durante el mes en cada una de las estaciones.

Considerando una temperatura de 0°C, en el mismo Cuadro 3 se puede observar que la estación con mayor número de horas con helada, fue El Pardillo 3, Fresnillo, con 55.8 horas; el mayor número de días con helada se registró en la misma estación, siendo de 14 eventos.

En el mes de diciembre, 31 de las 38 estaciones de la red registraron heladas.

Una recomendación para los agricultores y ganaderos para prevenir daños por eventos extremos de bajas temperaturas es consultar el pronóstico del tiempo a corto plazo, para lo cual existen diversas páginas de internet que ofrecen este servicio.

Cuadro 3. Estadísticas climatológicas del mes de diciembre del 2019 relacionadas con el frío de las estaciones de la Red de Monitoreo Agroclimático del estado de Zacatecas.

ESTACIÓN	TEMPERATURA °C		HORAS FRÍO		UNIDADES FRÍO Richardson	HELADAS	
	Valor mínimo	Mínima media	Temperatura < 7.2 °C	Temperatura entre 0 y 7.2 °C		Horas	Días
Ábrego	-4.9	0.6	298.8	254.3	166.1	47.0	13
Agua Nueva	-2.4	4.8	172.8	166.8	139.9	6.5	2
C. Exp. Zacatecas	-1.9	2.8	223.5	215.3	189.0	10.0	4
Campo Uno	-4.7	2.5	263.8	245.3	188.4	20.0	5
Cañitas	-2.8	1.7	279.5	249.8	167.3	30.5	9
CBTA Tepechitlán	1.0	4.5	169.3	169.3	102.3	0.0	0
CBTA Valparaíso	-2.0	2.2	255.5	240.8	140.5	17.3	9
Chaparrosa	-3.6	1.8	267.8	247.8	157.6	22.5	9
COBAEZ Villa de Cos	-1.8	3.5	232.3	225.3	157.1	8.3	3
Col. Emancipación	-1.9	2.3	269.0	258.3	185.9	12.0	4
Col. González Ortega	-3.1	4.9	317.5	295.5	268.8	22.5	2
Col. Hidalgo	-3.8	1.7	289.3	265.3	205.1	27.8	9
Col. Progreso	-3.5	3.3	216.5	201.8	150.8	15.8	5
El Alpino	-2.8	1.5	269.8	247.5	128.4	26.0	9
El Pardillo 3	-4.7	0.7	302.3	249.0	131.1	55.8	14
El Saladillo	-3.1	2.1	260.5	246.8	147.8	15.3	5
Emiliano Zapata	-3.4	3.3	263.0	250.8	263.3	12.8	3
Estancia de Ánimas	-3.6	3.0	242.5	232.5	175.3	10.3	3
La Victoria	0.5	5.5	144.0	144.0	169.4	0.0	0
Las Arcinas	-2.3	2.9	207.5	195.5	148.3	13.0	4
Loreto	-3.5	1.7	258.0	234.5	141.5	25.0	7
Marianita	-0.7	4.3	164.0	161.8	85.6	3.8	3
Mesa de Fuentes	-1.8	4.2	226.3	223.5	234.3	3.0	1
Mogotes	-4.4	2.8	269.5	253.5	189.3	17.0	3
Momax	-3.2	1.5	276.5	251.8	93.5	27.8	9
Palmas Altas	-1.8	3.6	249.8	243.8	254.6	6.3	2
Providencia	-5.2	3.4	228.5	212.3	246.6	17.5	4
Rancho Grande	-1.6	4.0	193.5	186.3	182.0	8.3	2
Santa Fe	-2.7	1.7	286.5	264.0	126.9	24.5	9
Santa Rita	-2.7	1.6	281.5	257.5	140.0	26.8	7
Santo Domingo	4.6	8.6	13.5	13.5	-194.1	0.0	0
Sierra Vieja	-3.2	1.9	260.5	239.0	153.6	23.3	8
Tanque de Hacheros	-3.2	2.5	253.8	246.0	140.3	8.8	5
Tierra Blanca	0.5	4.2	158.8	158.8	13.5	0.0	0
U.A. Agronomía	-2.1	2.9	244.8	234.3	203.9	11.8	5
U.A. Biología	0.7	7.8	85.3	85.3	53.4	0.0	0
UPSZ El Remolino	0.7	5.9	111.8	111.8	-179.8	0.0	0
Villanueva	2.4	7.0	64.8	64.8	-69.0	0.0	0
PROMEDIO	-2.2	3.3	225.6	211.7	136.8	15.2	4.7
VALOR MÁXIMO	4.6	8.6	317.5	295.5	268.8	55.8	14.0
VALOR MÍNIMO	-5.2	0.6	13.5	13.5	-194.1	0.0	0.0

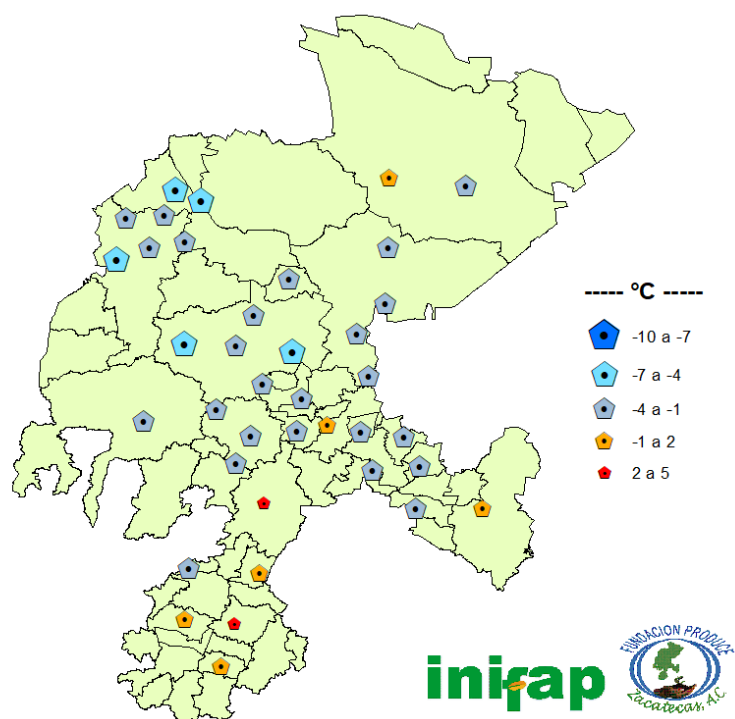


Figura 8. Valores mínimos de temperatura registrados en el mes de diciembre del 2019.

Resumen mensual

En el Cuadro 4 se presentan mensualmente las estadísticas de temperatura, y en el Cuadro 5, la humedad relativa y viento, considerando las 38 estaciones de la red en ambos casos. De esta manera, se pueden comparar los valores de los meses que han transcurrido en el año y verificar los cambios ocurridos. En el Cuadro 4 se observa que, en el mes de diciembre, la estación UPSZ El Remolino registró el valor más alto de temperatura con 33.2 °C, mientras que el valor mínimo se registró en este mes de diciembre en la estación Providencia, Sombrerete con -5.2 °C.

La humedad relativa, normalmente, a partir del mes de junio se incrementa notablemente, con valores promedio mensuales arriba del 50%. En este mes de diciembre, debido a que se registró precipitación arriba de lo normal, la humedad relativa promedio fue de 58.8%. El valor máximo de velocidad del viento en el mes de diciembre fue de 48.1 km/h en la estación Col. Progreso, Río Grande y la dirección dominante del viento fue del sur (Cuadro 5).

En el Cuadro 6 se presenta la precipitación mensual ocurrida en cada uno de los meses del año en las 38 estaciones de la Red. En este mes de diciembre se observa que la precipitación promedio fue de 22.1 mm, la cual resultó superior al promedio histórico para este mes (15.0 mm).

En las Figuras 9 a 12 se presentan los valores históricos de diferentes variables desde la instalación de las estaciones en el año 2002 hasta el año 2019 del mes de diciembre, considerando todas las estaciones de la Red.

En la Figura 9 se presentan los promedios de temperatura, donde se observa que en el mes de diciembre las tres temperaturas medias resultaron con valores similares al promedio desde la instalación de la red.

La Figura 10 presenta los valores máximo y mínimo de temperatura; en cuanto al valor máximo, se observa que este año resultó el mayor valor

registrado para este mes, desde la instalación de las estaciones; lo cual se debe a la instalación de la estación UPSZ El Remolino en el municipio de Juchipila; (que es una región con temperatura alta) el valor mínimo de temperatura en éste mes resultó el segundo mayor valor desde el año 2002, siendo de -5.2°C.

La Figura 11 presenta valores máximos de velocidad del viento registrados en el mes de diciembre desde el año 2002 al 2019. En este año el valor máximo de velocidad resultó entre los siete valores

menores de 50 km/h para este mes, 48.1 km/h en la estación Col. Progreso, Río Grande. Precisando que este valor es de la velocidad máxima del viento, no son ráfagas, las cuales pueden alcanzar valores mayores.

Los valores de lluvia registrada por las 38 estaciones de la red en el mes de diciembre desde el año 2002 se presentan en la Figura 12. En el presente año este mes registró el cuarto mayor promedio desde la instalación de la Red, con un valor de 22.1 mm.

Cuadro 4. Estadísticas básicas mensuales de temperatura del año 2019, considerando las 38 estaciones 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	32.9	UPSZ Remolino	-7.9	El Pardillo 3	22.0	2.8	12.0
Febrero	36.2	UPSZ Remolino	-4.9	El Pardillo 3	25.7	5.5	15.6
Marzo	37.6	UPSZ Remolino	-2.0	El Pardillo 3	27.8	6.3	17.3
Abril	38.2	UPSZ Remolino	-2.0	Momax	28.3	7.1	18.4
Mayo	39.3	UPSZ Remolino	0.8	Santa Fe	31.0	10.6	21.4
Junio	39.8	UPSZ Remolino	7.3	El Alpino	29.9	14.2	21.7
Julio	37.8	UPSZ Remolino	6.6	El Alpino	27.9	13.1	19.9
Agosto	35.7	UPSZ Remolino	7.6	El Alpino	28.8	13.6	20.7
Septiembre	35.2	UPSZ Remolino	5.4	El Alpino	26.6	12.5	18.9
Octubre	35.1	UPSZ Remolino	1.1	Ábrego	26.2	10.3	17.7
Noviembre	32.8	UPSZ Remolino	0.6	Ábrego	23.4	8.0	15.1
Diciembre	33.2	UPSZ Remolino	-5.2	Providencia	21.5	3.3	11.9

*Promedios considerando todas las estaciones de la red.

inirap

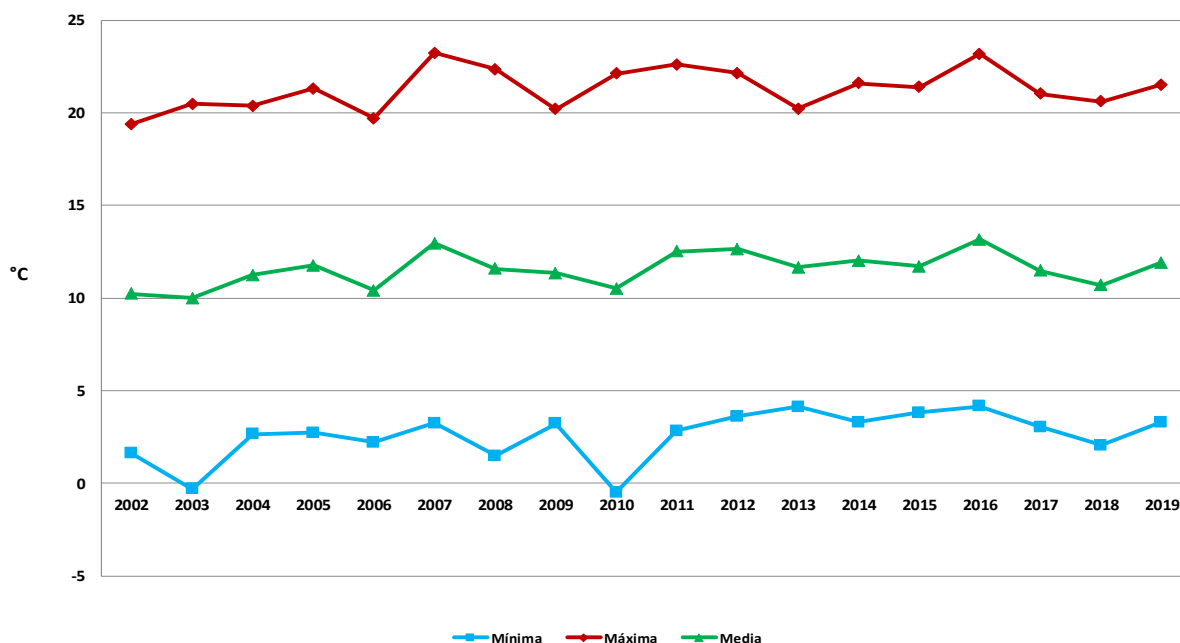


Figura 9. Temperatura media histórica en el mes de diciembre, considerando las 38 estaciones de la Red de monitoreo agroclimático del estado de Zacatecas.

inirap

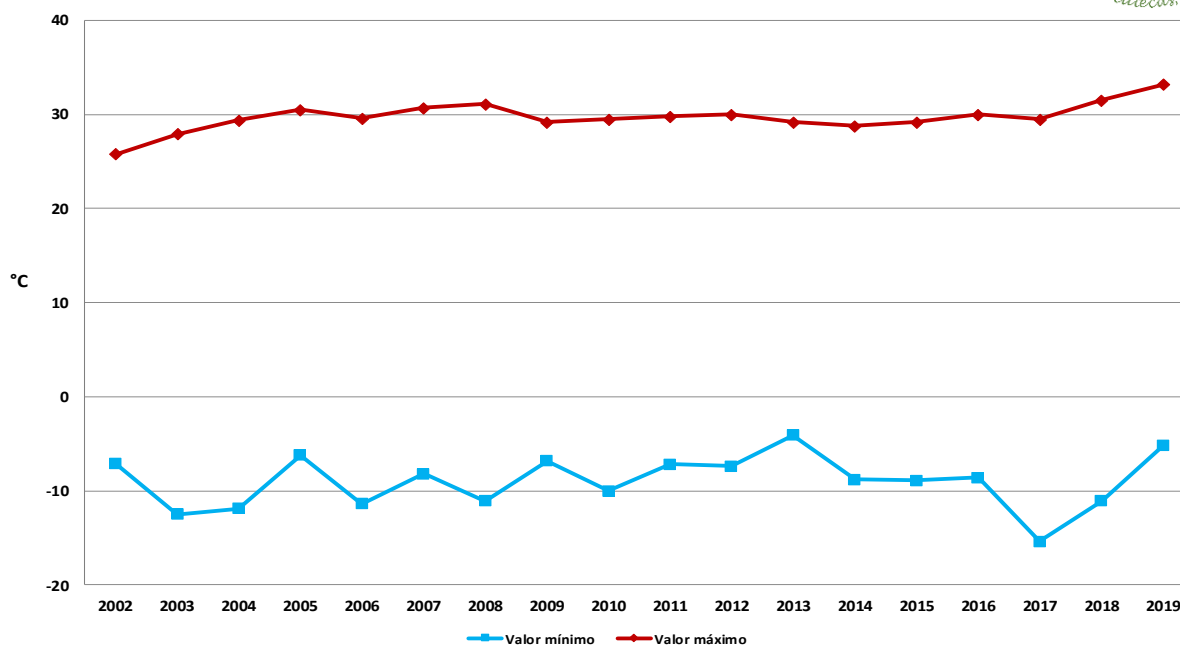


Figura 10. Valores máximos y mínimos históricos de temperatura en el mes de diciembre, considerando las 38 estaciones de la Red de monitoreo agroclimático del estado de Zacatecas.

Cuadro 5. Estadísticas básicas mensuales de humedad relativa y viento del año 2019, considerando las 38 estaciones 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	83.1	22.1	52.5	42.4	Col. Hidalgo	17.8	6.6	SSO
Febrero	75.4	17.7	43.4	60.4	Col. Emancipación	21.5	9.0	SSO
Marzo	69.3	12.9	36.4	55.7	Mogotes	19.6	7.9	SSO
Abril	51.1	9.6	25.0	50.3	Providencia	21.5	9.1	SSO
Mayo	53.8	11.1	27.1	53.5	Emiliano Zapata	21.4	9.1	SSO
Junio	85.4	23.8	53.5	41.5	La Victoria	20.1	7.4	SSE
Julio	91.5	30.0	62.3	41.5	Tierra Blanca	18.8	6.3	SSE
Agosto	91.3	30.4	62.2	40.8	Emiliano Zapata	17.6	6.0	SE
Septiembre	94.6	37.9	69.8	36.9	Estancia de Ánimas	16.0	5.6	SE
Octubre	93.4	33.8	66.1	34.5	Estancia de Ánimas	14.6	5.1	SSE
Noviembre	93.8	37.6	69.4	37.5	Mesa de Fuentes	14.2	5.1	S
Diciembre	87.2	28.7	58.8	48.1	Col. Progreso	15.4	5.8	S

*Promedios considerando todas las estaciones de la red.

inifap

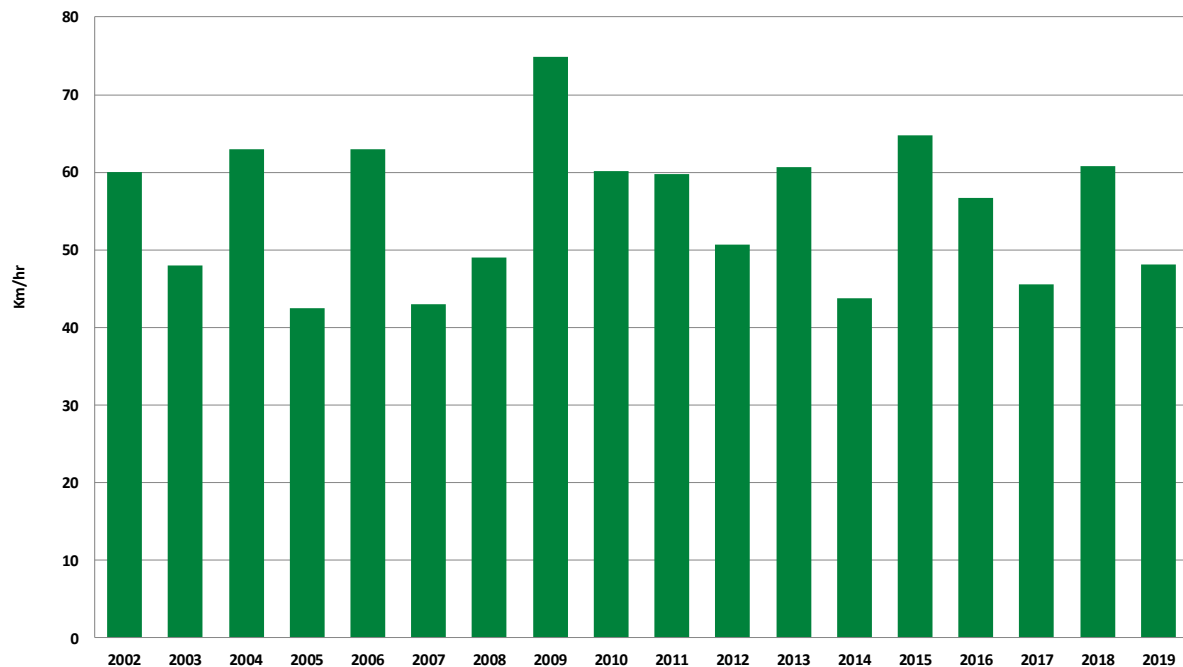


Figura 11. Valor máximo histórico de velocidad del viento en el mes de diciembre, considerando las 38 estaciones de la Red de monitoreo agroclimático del estado de Zacatecas.

Cuadro 6. Precipitación mensual y acumulada por estación en el año 2019 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	ACUMULADO ANUAL
Ábrego	6.2	0.0	0.0	0.0	7.6	17.4	32.0	75.8	52.2	61.4	62.6	24.8	340.0
Agua Nueva	6.8	0.0	1.2	1.2	7.4	63.8	49.2	66.2	27.6	36.6	48.6	26.8	335.4
C. Exp. Zacatecas	17.9	0.0	1.2	0.0	0.3	45.2	101.7	109.0	28.6	47.5	90.9	26.9	469.2
Campo Uno	6.6	0.0	0.0	0.0	1.8	38.8	120.1	49.9	50.8	10.9	41.0	13.3	333.2
Cañitas	2.2	3.2	0.6	0.0	0.0	68.2	40.4	45.4	41.2	12.4	55.8	25.6	295.0
CBTATEpechitlán	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.6	261.6	146.2	82.4	101.6	57.8	13.8	673.0
CBTA Valparaíso	7.2	0.0	0.0	0.0	0.0	38.6	123.4	123.8	65.4	38.0	69.2	26.2	491.8
Chaparrosa	20.3	0.0	4.4	0.0	0.0	40.6	17.7	67.6	123.5	30.1	44.3	24.2	372.7
COBAEZ	7.2	0.0	4.8	0.0	0.6	88.8	46.2	49.8	44.6	22.8	50.0	29.2	344.0
Col. Emancipación	6.8	5.8	0.0	0.0	0.6	23.4	54.2	116.0	26.4	40.0	71.6	27.2	372.0
Col. Glz. Ortega	1.4	0.0	0.0	0.8	2.4	57.6	87.4	38.4	70.0	19.2	43.0	25.6	345.8
Col. Hidalgo	2.3	0.0	0.0	0.0	2.4	21.3	52.3	49.4	78.7	21.8	58.2	10.7	297.1
Col. Progreso	2.0	0.6	1.3	0.0	3.8	28.4	101.2	13.0	48.9	8.7	53.2	33.5	294.6
El Alpino	10.8	0.0	5.6	0.0	0.2	40.4	52.7	60.1	44.1	53.1	54.0	22.6	343.6
El Pardillo 3	15.5	0.0	11.1	0.0	0.0	49.4	60.8	207.0	30.4	53.9	110.5	46.0	584.6
El Saladillo	7.1	0.0	5.9	0.0	6.9	42.1	40.5	30.4	32.4	26.6	41.2	16.6	249.7
Emiliano Zapata	1.9	1.0	0.0	0.0	2.6	14.3	54.7	43.4	70.9	25.4	57.4	15.4	287.0
Estancia de Ánimas	18.6	0.0	0.8	0.0	2.0	67.6	71.8	78.4	30.4	21.4	33.8	15.6	340.4
La Victoria	1.0	0.0	0.4	0.2	1.8	47.2	88.4	60.0	87.2	29.8	16.4	16.2	348.6
Las Arcinas	6.6	0.0	4.4	0.0	6.2	58.8	10.8	39.8	38.2	58.2	45.8	23.2	292.0
Loreto	9.2	0.0	0.0	0.0	5.4	54.4	37.4	41.1	65.6	41.4	46.8	22.0	323.3
Marianita	8.0	0.4	6.8	0.4	0.8	50.0	21.8	51.0	30.2	2.8	37.4	13.6	223.2
Mesa de Fuentes	6.8	2.2	1.6	0.0	1.0	53.0	28.6	77.8	55.4	28.8	62.6	24.2	342.0
Mogotes	1.6	0.0	0.0	0.0	2.6	54.4	128.2	23.0	87.2	46.8	45.2	15.8	404.8
Momax	17.0	0.0	0.0	0.0	0.0	45.0	66.0	76.8	51.8	86.6	70.4	14.4	619.0
Palmas Altas	18.1	9.8	0.1	0.0	4.1	51.7	79.9	126.2	168.4	48.8	51.9	29.4	588.4
Providencia	0.6	0.2	0.0	0.0	9.8	30.1	95.0	92.8	114.9	12.0	95.4	25.4	476.2
Rancho Grande	2.0	5.0	0.0	0.0	0.0	42.6	52.6	52.4	11.8	45.8	58.8	23.2	294.2
Santa Fe	3.6	0.0	0.0	0.0	5.8	68.4	129.4	92.6	82.0	57.4	48.4	15.2	502.8
Santa Rita	8.1	0.8	0.4	0.0	0.0	31.8	57.6	143.1	99.2	46.5	52.5	17.8	457.8
Santo Domingo	11.0	0.0	0.0	0.0	0.0	68.6	162.0	114.6	57.0	55.0	30.6	9.2	508.0
Sierra Vieja	5.2	0.1	1.2	0.0	0.0	113.3	19.0	45.8	44.2	61.3	47.3	31.7	369.1
Tanque Hacheros	12.0	0.0	2.4	3.4	0.4	34.4	34.0	87.8	34.0	13.8	29.4	19.4	271.0
Tierra Blanca	17.0	2.6	8.4	1.2	0.2	94.0	134.4	126.2	109.6	65.0	27.0	17.4	603.0
U.A. Agronomía	11.2	0.0	2.2	0.0	11.4	59.4	39.8	134.2	105.8	46.4	68.4	28.8	507.6
U.A. Biología	6.4	0.0	5.2	0.0	1.6	55.8	39.6	58.2	69.6	50.4	59.2	24.2	370.2
UPSZ El Remolino	6.1	0.1	0.0	0.0	5.5	11.7	210.2	80.9	84.2	70.7	32.0	4.9	506.3
Villanueva	21.0	9.0	0.0	0.0	0.0	57.0	112.0	191.6	102.4	132.0	41.0	41.0	707.0
PROMEDIO	8.2	1.1	1.8	0.2	2.5	48.3	76.7	81.2	64.4	42.9	52.9	22.1	407.5
VALOR MÁXIMO	21.0	9.8	11.1	3.4	11.4	113.3	261.6	207.0	168.4	132.0	110.5	46.0	707.0
VALOR MÍNIMO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.6	10.8	13.0	11.8	2.8	16.4	4.9	223.2

inifap

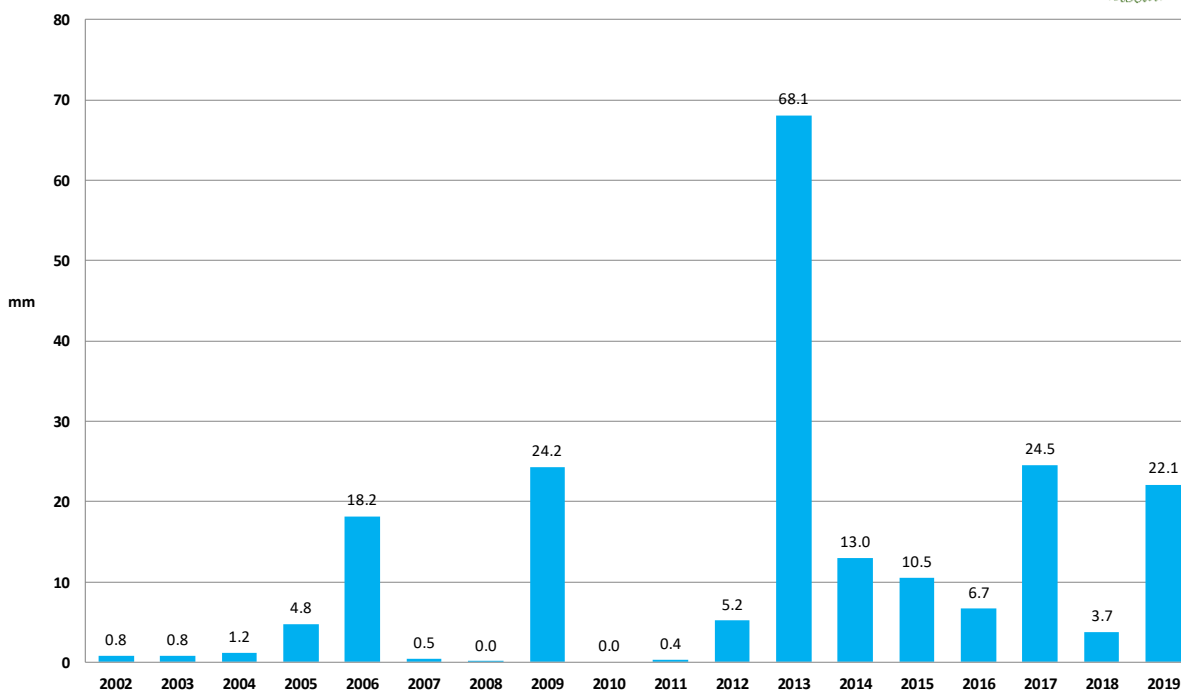


Figura 12. Precipitación promedio histórica del mes de diciembre considerando las 38 estaciones de la Red de monitoreo agroclimático del estado de Zacatecas.

Literatura citada

- 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).
- Herron, C. A. 2013. Agua y Cambio Climático en México 2007-2012: Análisis y Recomendaciones a Futuro. Comisión Nacional del Agua. 71 p.
- Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). 2015. Agricultura y variabilidad climática. Lo que debemos saber del clima. Ficha Técnica No.1. 4 pp.
- INFODEPA. 2012. Informativo producido y editado por ODEPA. Santiago de Chile. 2 p.
- Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI). 2014. Anuario estadístico y geográfico de Zacatecas 2014.
- Martínez, L. B. y Gay y G., C. 2015. Introducción. En: Reporte Mexicano de Cambio Climático. Grupo 1. Bases científicas, modelos y modelación. Ed: Gay y G., C., Cos G., A. y Pena L., C. T. Universidad Nacional Autónoma de México/Programa de Investigación en Cambio Climático. 293 pp.
- Medina G., G.; A. Rumayor R.; B. Cabañas C.; M. Luna F.; J. A. Ruiz C.; C. Gallegos V.; J. Madero T.; R. Gutiérrez S.; S. Rubio D. y A. G. Bravo L. 2003. Potencial productivo de especies agrícolas en el estado de Zacatecas. INIFAP, CIRNOC, Campo Experimental Zacatecas, Calera de V.R., Zacatecas., México. 157 p. (Libro Técnico No. 2).
- 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.
- Ortiz S., C. A. 1987. Elementos de agrometeorología cuantitativa. Tercera edición. Departamento de Suelos. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 326 p.
- Richardson E. A., Seeley S. D., Walker D. R. 1974. A model for estimating the completion of rest for 'Redhaven' and 'Elberta' peach trees. HortScience 9:331-332.

- Romo G., J. R. y Arteaga R., R. 1989. Meteorología agrícola. Segunda edición. Universidad Autónoma Chapingo. Departamento de Irrigación. Chapingo, México. 442 p.
- Ruiz-Corral, J. A., Flores-López, H. E., Ramírez-Díaz, J. L. y González-Eguiarte, D. R. 2002. Temperaturas cardinales y duración del ciclo de madurez del híbrido de maíz H-311 en condiciones de temporal. Agrociencia volumen 36, número 5, septiembre-octubre.
- 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).
- Soto, F., Plana, R. y Hernández, N. 2009. Influencia de la temperatura en la duración de las fases fenológicas del trigo harinero (*Triticum aestivum* ssp. *aestivum*) y triticale (X *Triticum secale* Wittmack) Y SU relación con el rendimiento. Cultivos Tropicales, vol. 30, no. 3, p. 32-36.
- 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.

Reporte agrometeorológico Diciembre de 2019

Revisión y edición

Dr. Luis Roberto Reveles Torres
Campo Experimental Zacatecas

MC. José Grageda Grageda
Campo Experimental Costa de Hermosillo

CÓDIGO INIFAP

MX-0-250901-20-02-11-11-194

Encargada comisión editorial del CEZAC

Dra. Raquel Karina Cruz Bravo

Grupo Colegiado del CEZAC

Presidente: Dr. Luis Roberto Reveles Torres
Secretario: MC. Ricardo Alonso Sánchez Gutiérrez
Vocal: Dr. Jaime Mena Covarrubias
Vocal: Dr. Guillermo Medina García
Vocal: Dr. Francisco Echavarría Cháirez
Vocal: Dra. Blanca Isabel Sánchez Toledano

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

Tel: 01-800-088-2222
Ext. 82301, 82333

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

Reporte agrometeorológico Diciembre de 2019

Toda la información presentada en esta publicación proviene del proyecto:
RED DE MONITOREO AGROCLIMÁTICO DEL ESTADO DE ZACATECAS

Esta publicación se terminó en enero de 2020.
Publicación electrónica en formato PDF
Medio electrónico o digital: Internet
Página WEB: <http://www.zacatecas.inifap.gob.mx>

CAMPO EXPERIMENTAL ZACATECAS

DIRECTORIO

MC. Ricardo A. Sánchez Gutiérrez

Director de Coordinación y Vinculación

PERSONAL INVESTIGADOR

Dr.	Guillermo Medina García	Agrometeorología y Modelaje
Ing.	José Israel Casas Flores*	Agrometeorología y Modelaje
Dra.	Nadiezhdá Y. Z. Ramírez Cabral	Agrometeorología y Modelaje
Dr.	Alfonso Serna Pérez	Fertilidad de suelos y nutrición vegetal
Dr.	Francisco G. Echavarría Cháirez	Fertilidad de suelos y nutrición vegetal
MC.	José Ángel Cid Ríos	Frijol y Garbanzo
MC.	Juan José Figueroa González*	Frijol y Garbanzo
MC.	Mayra Denise Herrera	Frijol y Garbanzo
Dr.	Jorge A. Zegbe Domínguez	Frutales
MC.	Valentín Melero Meraz	Frutales
Ing.	Manuel Reveles Hernández	Hortalizas
MC.	Miguel Servín Palestina*	Ingeniería de Riego
Dra.	Raquel Cruz Bravo	Inocuidad de Alimentos
MC.	Enrique Medina Martínez	Maíz
MC.	Francisco A. Rubio Aguirre	Pastizales y Cultivos Forrajeros
Dr.	Ramón Gutiérrez Luna	Pastizales y Cultivos Forrajeros
MC.	Ricardo A. Sánchez Gutiérrez	Pastizales y Cultivos Forrajeros
Dr.	Luis R. Reveles Torres	Recursos Genéticos, Forestales, Agrícolas, Pecuarios y Microbianos
Dr.	Jaime Mena Covarrubias	Sanidad Forestal y Agrícola
Dr.	Rodolfo Velásquez Valle	Sanidad Forestal y Agrícola
Dra.	Blanca I. Sánchez Toledano	Socioeconomía

* Becarios



AGRICULTURA
SECRETARÍA DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL

inifap
Instituto Nacional de Investigaciones
Forestales, Agrícolas y Pecuarias

www.gob.mx/inifap



@inifapmx



@inifap



/INIFAP1



@inifap