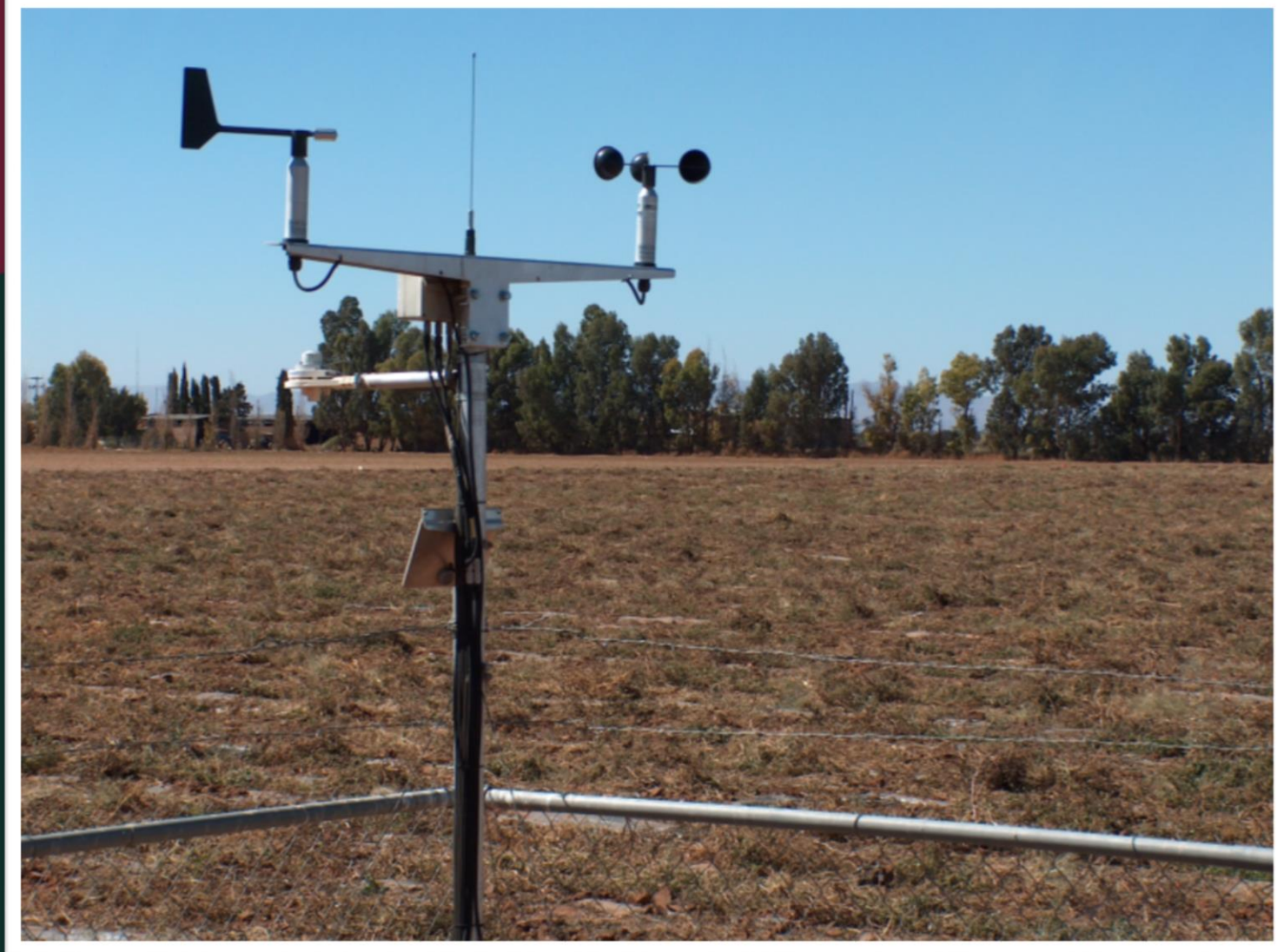
Reporte agrometeorológico
Octubre de 2019

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. 192. Noviembre de 2019

AGRICULTURA
SECRETARÍA DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL

inifap

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

Octubre de 2019

Red de monitoreo agroclimático del estado de Zacatecas

Guillermo MEDINA GARCÍA[1]
José Israel CASAS FLORES[2]

[1]Dr. 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
Octubre 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
Precipitación 5
Índice de humedad 13
Balance hídrico 15
Resumen mensual 18
Literatura citada 24

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

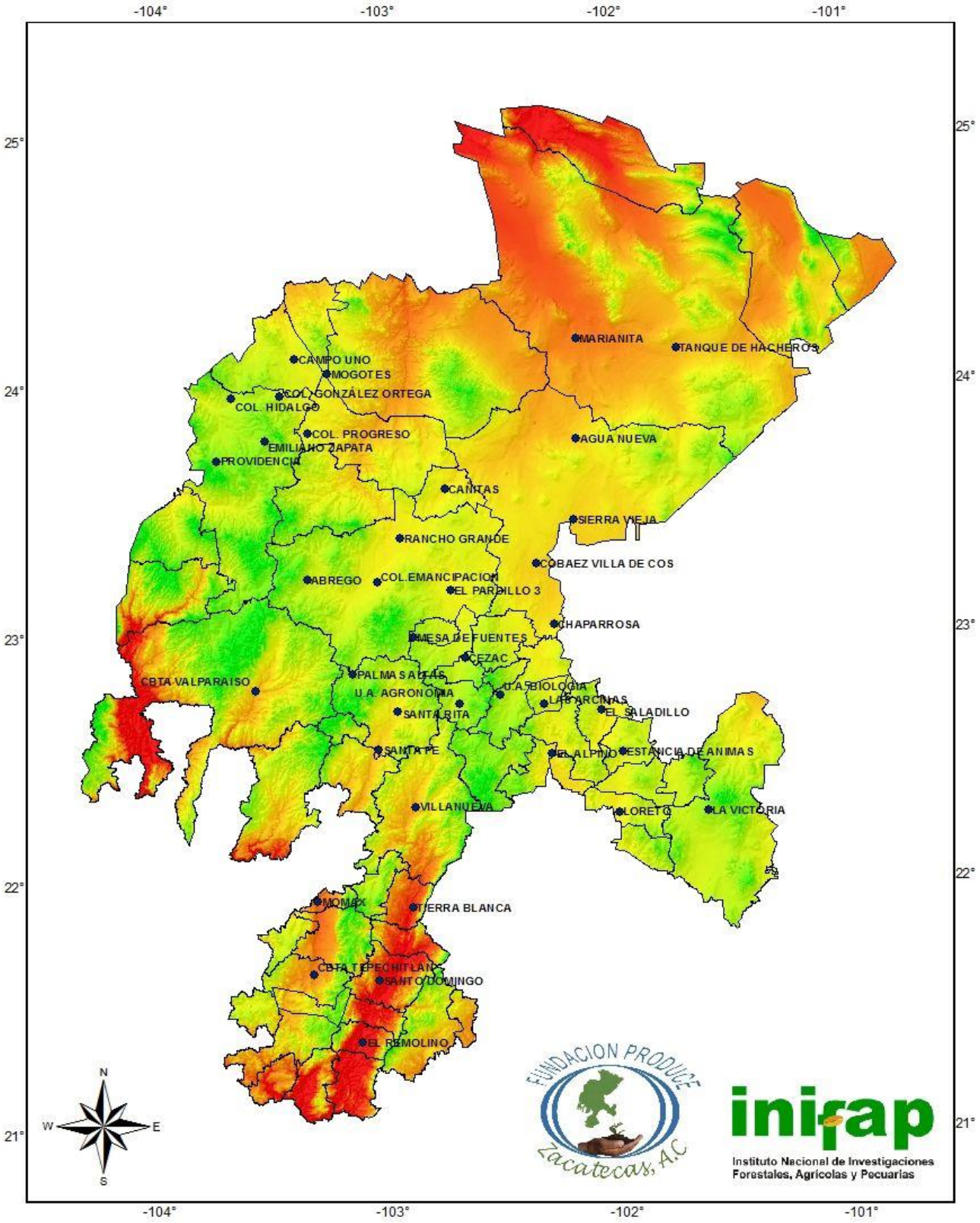


Figura 1. Red de estaciones meteorológicas automáticas del estado de Zacatecas.

Resumen de variables meteorológicas

Mes de Octubre

TEMPERATURA

	°C	Estación
Promedio	17.7	
Máxima promedio	26.2	
Máxima extrema	35.1	UPSZ El Remolino
Mínima promedio	10.3	
Mínima extrema	1.1	Ábrego
Promedio mensual histórico*	16.8	

PRECIPITACIÓN

	mm	Estación
Promedio mensual	42.9	
Mínima	2.8	Marianita
Máxima	132.0	Villanueva
Promedio decena uno	12.4	
Mínima	0.2	La Victoria
Máxima	42.4	CBTA Tepechitlán
Promedio decena dos	17.7	
Mínima	1.4	Marianita
Máxima	53.4	Villanueva
Promedio decena tres	12.8	
Mínima	0.0	3 estaciones
Máxima	53.4	Villanueva
Promedio mensual histórico*	35.4	

HUMEDAD RELATIVA

	%	Estación
Promedio	66.1	
Máxima promedio	93.4	
Máxima extrema	100.0	3 estaciones
Mínima promedio	33.8	
Mínima extrema	6.8	Col. Progreso
Promedio mensual histórico**	64.6	

VIENTO

	km/h	Estación
Promedio	5.1	
Máxima promedio	14.6	
Máxima extrema	34.5	Estancia de Ánimas
Dirección dominante	SSE	
Máxima promedio mensual histórica**	14.0	

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

Precipitación

La agricultura que se practica bajo condiciones de temporal tiene como principal limitante la precipitación pluvial, tanto en cantidad como en distribución, es por esto que en los meses de la temporada de lluvia se le dará mayor énfasis a esta variable.

En la primera decena del mes de octubre en promedio se registraron 12.4 mm, observando valores desde 0.2 mm en la estación La Victoria, Pinos, hasta 42.4 mm en la estación Campo Experimental Zacatecas, Calera (Figura 2). En esta decena se presentaron lluvias menores a lo normal en gran parte del Estado, excepto en algunas partes de la región centro y en la región de Los Cañones, donde la lluvia fue mayor a lo normal (Figura 3).

En la segunda decena del mes aumentó la precipitación y se registró en promedio 17.7 mm, alcanzando valores desde 1.4 mm en la estación Marianita, Mazapil, hasta 53.4 mm en la estación Villanueva (Figura 4). Las lluvias ocurridas representan lluvias mayores a lo normal casi en todo el Estado, excepto en algunos puntos del centro y norte (Figura 5).

En la tercera decena del mes de octubre disminuyó ligeramente la precipitación, registrándose desde 0.0 mm en tres estaciones, hasta 53.4 mm en la estación Villanueva (Figura 6). Respecto al porcentaje de lluvia en comparación con el promedio histórico, en la mitad sur del Estado se registró lluvia mayor a normal y en la mitad norte menor a lo normal (Figura 7).

Considerando la lluvia acumulada durante todo el mes, se registraron precipitaciones entre 2.8 y 132.0 mm, siendo 42.2 mm el promedio de todas las estaciones (Figura 8). Las lluvias ocurridas representan en general menor lluvia con respecto al promedio histórico en la mitad norte y mayor en la mitad sur del Estado (Figura 9).

En resumen, tomando en cuenta la lluvia registrada en todas las estaciones de la Red, en promedio se registró 12.4 mm en la primera decena, 17.7 mm en la segunda y 12.8 mm en la tercera, contra el promedio histórico de las mismas decenas que son de 17.4, 11.1 y 6.8 mm, respectivamente, lo cual indica que en la primera decena llovió abajo del promedio y en la segunda y tercera decenas llovió más que el promedio histórico.

De acuerdo con las lluvias registradas en el mes, puede decirse que la precipitación fue muy irregular en todo el Estado y aunque en algunas regiones llovió más de lo normal no se contó con humedad suficiente en el suelo para el desarrollo de los cultivos de temporal, sobre todo para las siembras tardías.

La precipitación acumulada durante los meses de junio a octubre osciló entre 155.8 mm en la estación Marianita, Mazapil y 595.0 mm en la estación Villanueva. En la mayor parte del Estado osciló entre 300 y 500 mm (Figura 10).

Considerando la cantidad de lluvia ocurrida en estos cinco meses como porcentaje con respecto a la lluvia promedio, la precipitación resultó inferior a lo normal en la zona frijolera y en la región de Los Cañones, superiores a lo normal en parte del centro e iguales a lo normal en otra parte del centro y norte del Estado (Figura 11).

En la Figura 12 se presentan, a manera de ejemplo, dos gráficas de una estación con la lluvia decenal y la lluvia decenal acumulada de lo que va del año. El resto de las gráficas de las estaciones pueden ser consultadas en el sitio de Internet del Campo Experimental Zacatecas

www.zacatecas.inifap.gob.mx

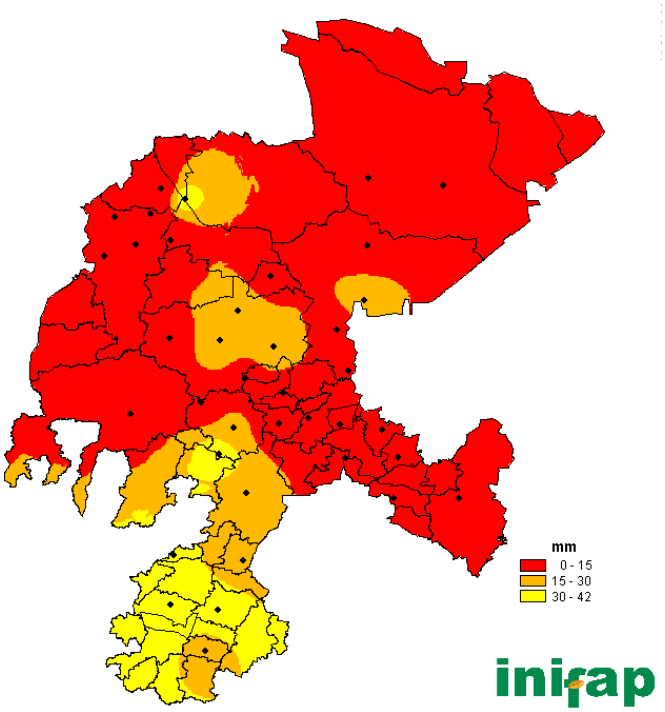


Figura 2. Precipitación de la primera decena del mes de octubre del 2019. Red de monitoreo agroclimático del estado de Zacatecas.

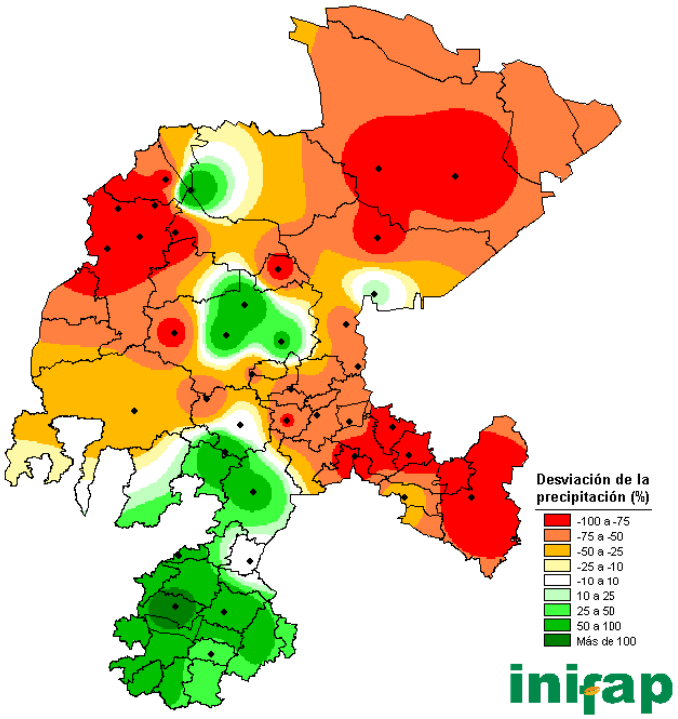


Figura 3. Porcentaje de la precipitación ocurrida en la primera decena del mes de octubre de 2019 con respecto al promedio histórico. Red de monitoreo agroclimático del estado de Zacatecas.

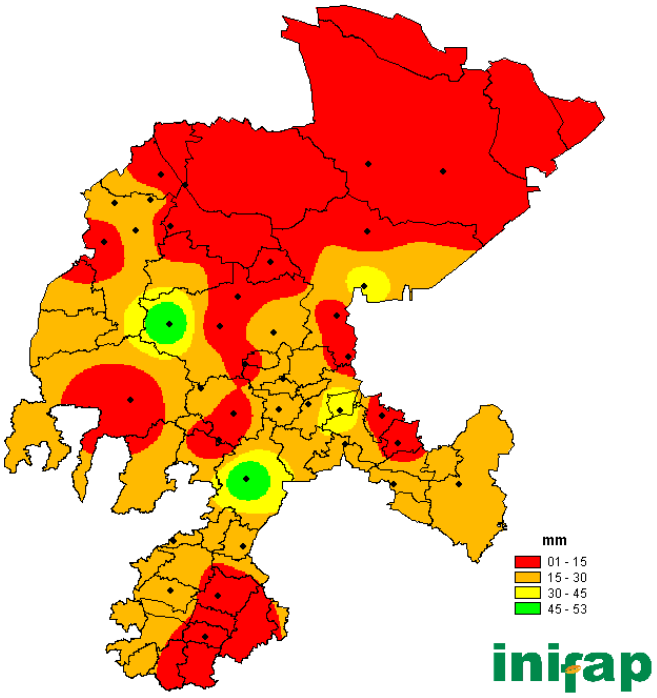


Figura 4. Precipitación de la segunda decena del mes de octubre del 2019. Red de monitoreo agroclimático del estado de Zacatecas.

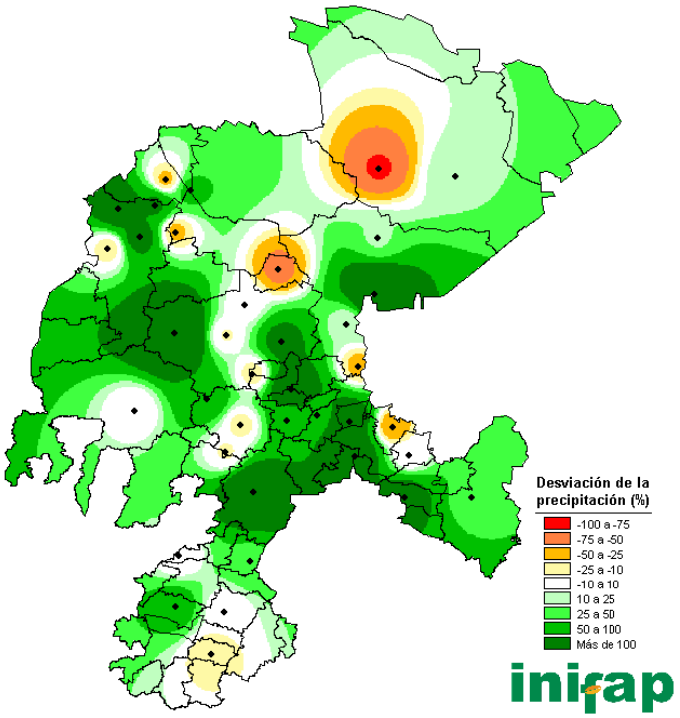


Figura 5. Porcentaje de la precipitación ocurrida en la segunda decena del mes de octubre del 2019 con respecto al promedio histórico. Red de monitoreo agroclimático del estado de Zacatecas.

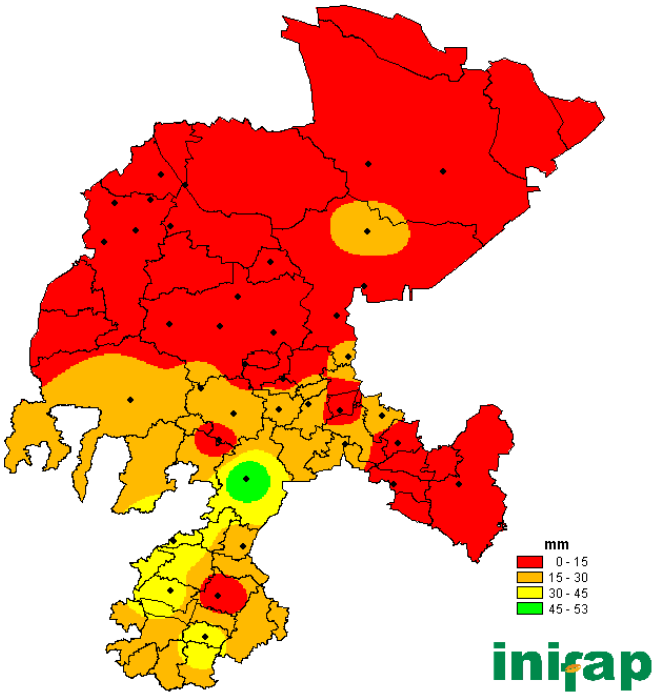


Figura 6. Precipitación de la tercera decena del mes de octubre del 2019. Red de monitoreo agroclimático del estado de Zacatecas.

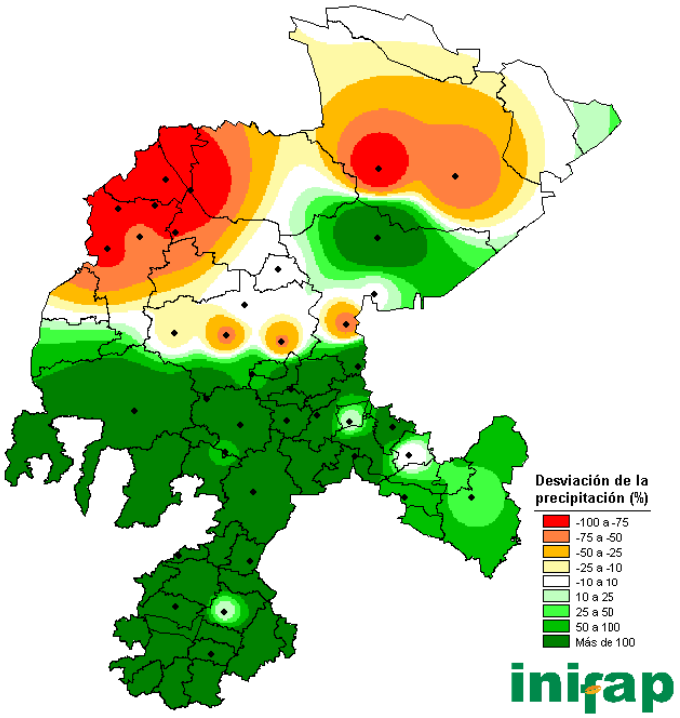


Figura 7. Porcentaje de la precipitación ocurrida en la tercera decena del mes de octubre del 2019 con respecto al promedio histórico. Red de monitoreo agroclimático del estado de Zacatecas.

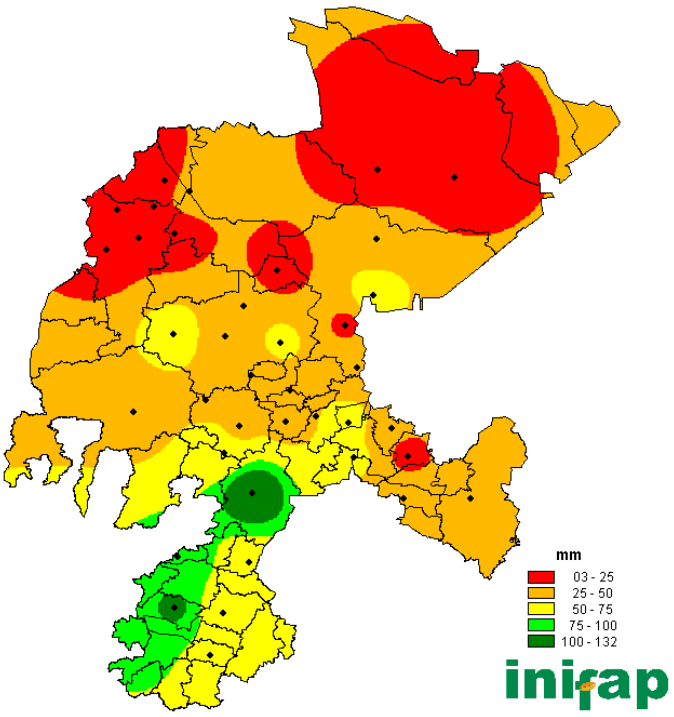


Figura 8. Precipitación del mes de octubre del 2019. Red de monitoreo agroclimático del estado de Zacatecas.

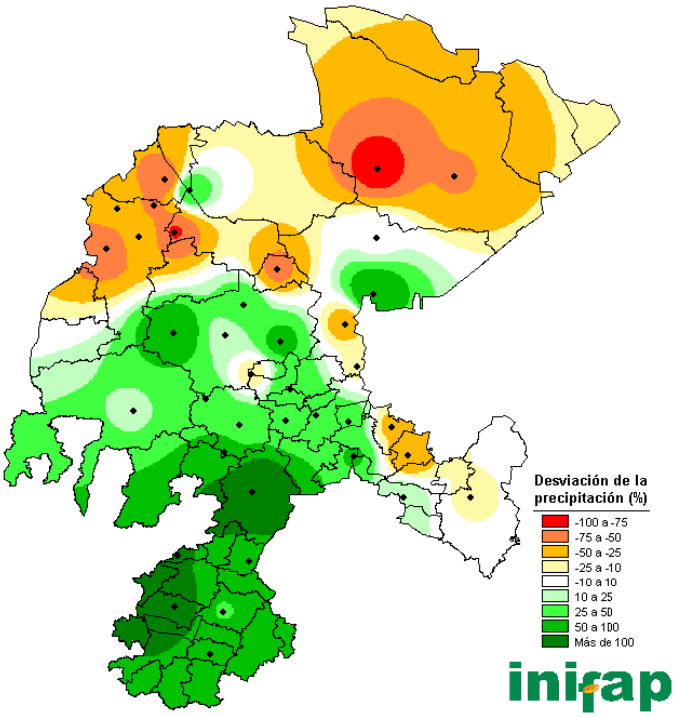


Figura 9. Porcentaje de la precipitación ocurrida en el mes de octubre del 2019 con respecto al promedio histórico. Red de monitoreo agroclimático del estado de Zacatecas.

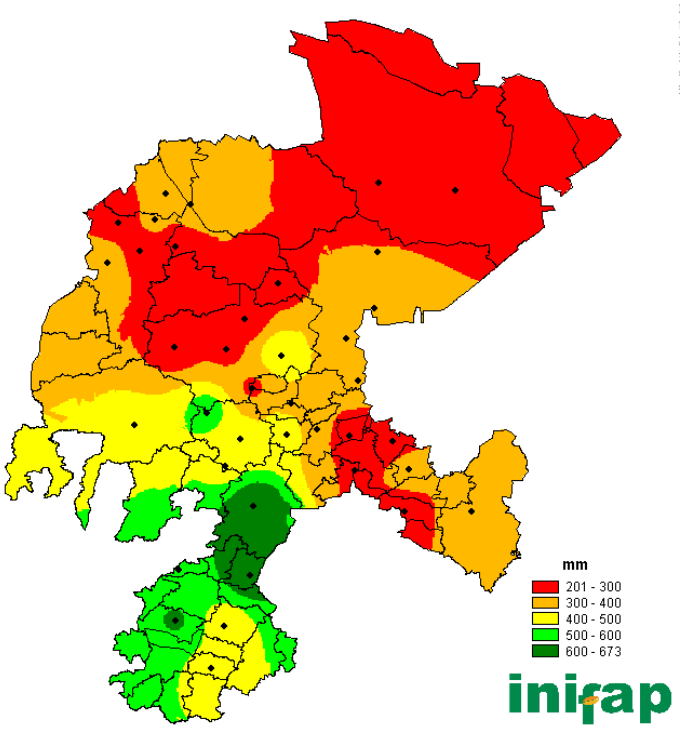


Figura 10. Precipitación acumulada en los meses de junio a octubre del 2019.

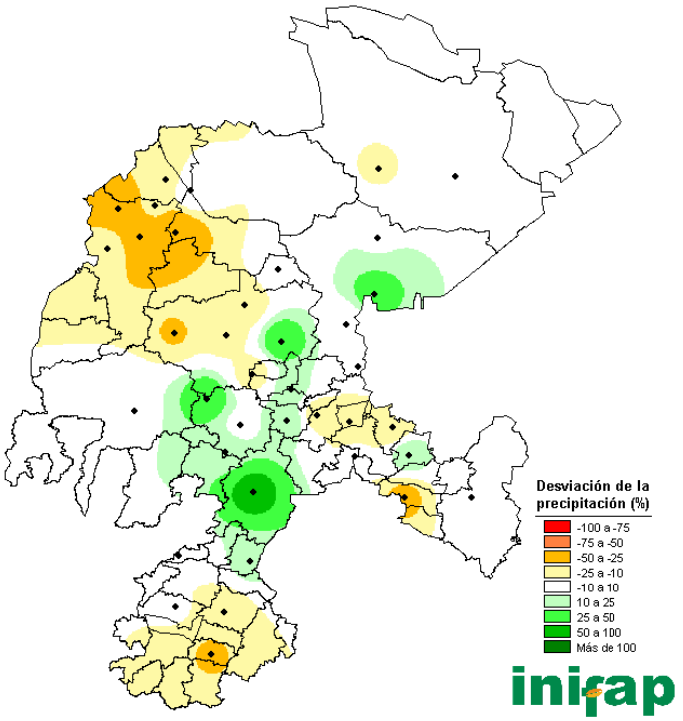
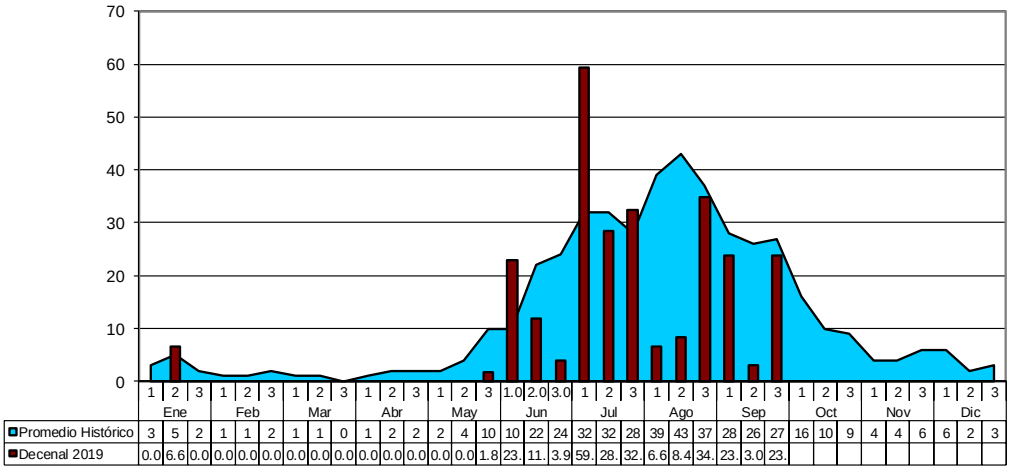


Figura 11. Desviación de la precipitación (%) ocurrida en los meses de junio a octubre del 2019 con respecto al promedio histórico.

A



B

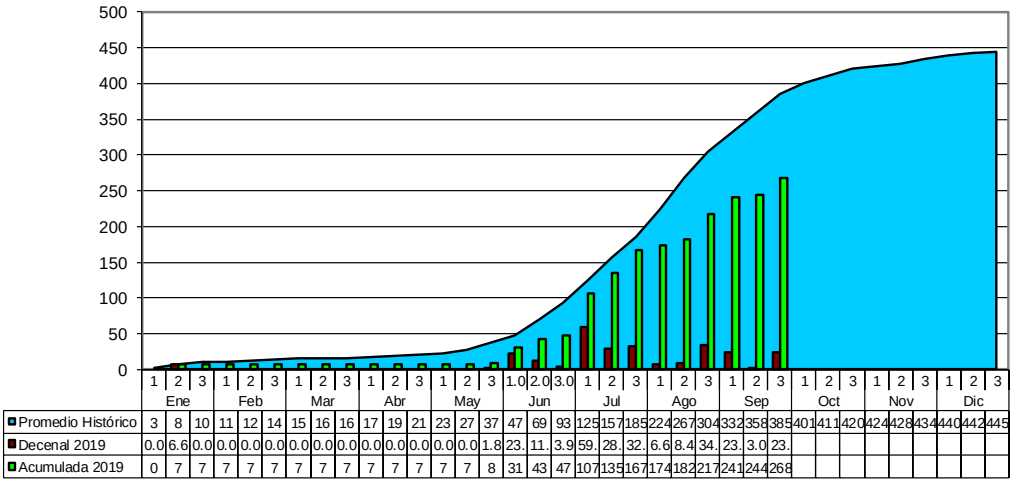


Figura 12. Precipitación decenal (A) y acumulada (B) hasta el mes de octubre en la estación Campo Uno, Sombrerete. Red de monitoreo agroclimático del estado de Zacatecas.

ÍNDICE DE HUMEDAD

En la agricultura de temporal, los procesos de crecimiento y desarrollo de las plantas tienen como uno de los principales factores limitantes la disponibilidad de humedad en el suelo, donde la fuente de abastecimiento de agua es la lluvia. Debido a la variabilidad que tiene la lluvia en tiempo y espacio, no es el indicador más adecuado de la humedad disponible en el suelo (Flores y Ruiz, 1998).

Sin embargo, existen diversos parámetros o índices que indican cómo ha sido la humedad disponible en cierto período de tiempo en relación con las especies vegetales. Uno de estos parámetros es el índice de humedad (Villalpando y Ruiz, 1993), el cual está dado por la expresión:

$$IH = \frac{P}{ETo}$$

Donde:

IH = Índice de humedad

P = Precipitación

ETo = Evapotranspiración potencial

La P y la ETo corresponden al mismo período del cual se quiere obtener el IH; de estas dos variables la primera es registrada directamente en el pluviómetro de las estaciones y la segunda es estimada por el programa Addvantage Ver. 6.1, que maneja las estaciones, y es estimada por el método de Penman-Monteith (ADCON, 2000).

La evapotranspiración potencial es el agua evaporada desde el suelo y el agua transpirada por las plantas (Ortiz, 1987). La ETo es la máxima cantidad de agua capaz de ser perdida por una capa continua de vegetación que cubra todo el terreno, cuando la cantidad de agua suministrada es ilimitada.

El índice de humedad es un indicador de la cantidad de agua que se pierde por la ETo y la cantidad de agua que es recuperada por la lluvia. Los datos de estas dos variables utilizadas provienen de las mediciones de la “Red de Estaciones Agroclimáticas del estado de Zacatecas”.

Durante el mes de octubre se presentaron precipitaciones mayores a lo normal en la mitad sur del Estado, sin

embargo, no fue suficiente para cubrir las necesidades de los cultivos. En la Figura 13 se presenta el mapa del índice de humedad del mes. De acuerdo con esta figura, el índice de humedad resultó deficiente y ligeramente deficiente prácticamente en todo el Estado, salvo algunas pequeñas zonas donde resultó adecuado. Sin embargo, cabe aclarar que estos resultados son de la lluvia acumulada en todo el mes, en algunas decenas y regiones la humedad resultó adecuado y ayudó sobre todo a las siembras tardías.

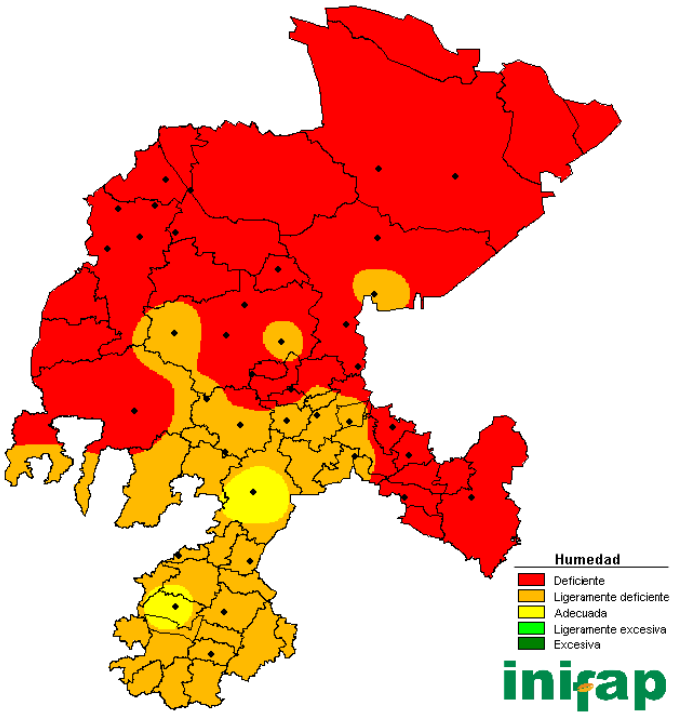


Figura 13. Índice de humedad del mes de octubre del 2019. Red de monitoreo agroclimático del estado de Zacatecas.

BALANCE HÍDRICO

No toda el agua de lluvia que cae sobre la superficie del suelo es utilizada por las plantas. Parte del agua de lluvia se infiltra en el suelo y parte fluye sobre la superficie en forma de escorrentía. Cuando la lluvia cesa, parte del agua que se encuentra en la superficie del suelo se evapora directamente a la atmósfera, mientras que el resto se infiltra lentamente a horizontes inferiores del suelo. Del total del agua que se infiltra, parte percola por debajo de la zona de raíces, mientras que el resto permanece almacenado en dicha zona y puede ser utilizada por las plantas (Veenhuizen, 2000).

La capacidad de campo (CC) es la máxima capacidad de retención de humedad por el suelo contra la fuerza de gravedad. El punto de marchitez (PM) es el grado de humedad en el suelo, cuando las plantas no pueden absorber más agua. El agua utilizable por las plantas es la diferencia entre CC y PM (Sánchez, 2005).

La porción de agua almacenada en la zona de raíces se le denomina precipitación efectiva o capacidad de almacenamiento de agua en el suelo. En otras palabras, es la fracción de lluvia que estará realmente disponible para satisfacer, al menos parte de las necesidades de agua de las plantas. Para determinar cuál es la capacidad de almacenamiento de agua en el suelo se utiliza una ecuación que considera la capacidad de campo, el punto de marchitez permanente, la densidad aparente y la profundidad del suelo (Israelsen y Hansen, 1965; Withers y Vipond, 1982).

Por otra parte, se determinan los requerimientos de agua (Palacios y García, 1989) de los cultivos (ETc) y posteriormente se realiza un balance hídrico (BH) que es la diferencia entre el agua que ha recibido el cultivo y el agua perdida por éste y el suelo. El método consiste en hacer un BH acumulativo registrado decenalmente a lo largo de la estación de crecimiento de un cultivo dado (Frere y Popov, 1980; Rice *et al.*, 1986).

Para cuantificar el déficit y el exceso de humedad que puede ocurrir durante el ciclo del cultivo, se calcula un índice de

satisfacción de la demanda hídrica (ISDH), el cual señala en porcentaje el grado con que se satisfacen las necesidades hídricas del cultivo. El valor final de este índice indicará si la demanda hídrica del cultivo fue satisfecha por la precipitación y en qué porcentaje (Medina *et al*., 2004).

En el Cuadro 2 se presenta el avance de siembras de frijol de temporal, al mes de agosto, en el ciclo PV 2019. Se observa que, de las tres fechas reportadas, la primera presenta un menor porcentaje de siembras con 7.5%, la segunda 37.6% y la tercera 24.9%. Considerando los datos presentados en este Cuadro, se propone como fecha de siembra para realizar el balance hídrico del frijol de temporal el 21 de julio (tercera decena), ya que el balance se presenta por decenas. Las siembras realizadas en agosto en realidad se realizaron fuera de la fecha de siembra.

En el Cuadro 3 se presenta el balance hídrico de frijol de temporal, referenciado como porcentaje de satisfacción de la demanda hídrica, considerando una fecha de siembra del 21 de julio. Ahí se observa que en la primera decena del mes de octubre se incrementó el índice de satisfacción de la demanda hídrica, sobre todo en el DDR Río Grande con un promedio de 81%; en la segunda y tercera del mes disminuyó el índice, hasta valores promedio de 40% aproximadamente en todos los DDR. A nivel de estación climática, en algunas de ellas bajó mucho el ISDH en el presente ciclo, llegando a valores de 0% en las estaciones Col. González Ortega y Mogotes, ambas en el DDR Río Grande. Esto sin duda afectó el desarrollo del cultivo de frijol.

El promedio del ISDH en todo el ciclo de cultivo fue de poco más del 50% en tres DDR del Estado y de 72% en el DDR Río Grande, lo que indica humedad insuficiente durante el ciclo del cultivo lo cual repercutirá negativamente en el rendimiento de frijol.

Cuadro 2. Porcentaje de avance de siembras de frijol de temporal ciclo PV 2019 en los DDR del estado de Zacatecas.

FECHA	FRESNILLO	RIO GRANDE	OJO-CALIENTE	TLAL-TENANGO	JEREZ	CONCEPCIÓN DEL ORO	ZACATECAS	JALPA	TOTAL
12/07/2019	0.8	0.1	26.5	0.0	6.2	0.0	21.8	0.0	7.5
26/07/2019	18.1	44.7	50.5	26.9	30.5	94.2	22.6	50.7	37.6
30/08/2019	28.2	30.1	17.5	32.8	39.4	0.0	11.7	7.2	24.9
SUMA	**47.0**	**74.9**	**94.6**	**59.7**	**76.1**	**94.2**	**56.0**	**57.9**	**70.0**

Fuente: SADER Zacatecas

Cuadro 3. Porcentaje de satisfacción de la demanda hídrica de frijol de temporal considerando una fecha de siembra del 21 de julio de 2019.

DDR	ESTACIÓN	Julio (Decenas)			Agosto (Decenas)			Septiembre (Decenas)			Octubre (Decenas)			PROM.
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
FRESNILLO	ÁBREGO			35	33	11	100	100	71	52	100	62	46	61
	CAÑITAS			78	33	3	100	100	25	12	9	16	23	40
	COL. EMANCIPACIÓN			100	81	41	100	100	49	19	100	64	45	70
	EL PARDILLO 3			82	100	100	100	100	37	32	100	53	53	76
	RANCHO GRANDE			100	73	17	100	40	3	4	75	40	38	49
	PROMEDIO			**79**	**64**	**34**	**100**	**88**	**37**	**24**	**77**	**47**	**41**	**59**
OJOCALIENTE	EL ALPINO			100	68	64	100	88	33	20	48	40	40	60
	EL SALADILLO			79	21	21	56	61	1	30	31	31	30	36
	ESTANCIA DE ÁNIMAS			100	100	100	100	48	2	42	9	44	36	58
	LA VICTORIA			100	100	100	100	100	100	42	74	36	48	80
	LORETO			85	64	0	86	87	55	38	83	32	52	58
	PROMEDIO			**93**	**71**	**57**	**88**	**77**	**38**	**35**	**49**	**37**	**41**	**58**
RIO GRANDE	CAMPO UNO			100	100	100	100	100	19	63	100	53	44	78
	COL. GLEZ. ORTEGA			100	100	88	77	100	56	52	2	73	0	65
	COL. HIDALGO			66	45	100	61	100	100	28	89	40	46	68
	COL. PROGRESO			100	100	50	21	100	23	22	76	34	44	57
	EMILIANO ZAPATA			79	11	94	59	100	17	97	100	62	47	66
	MOGOTES			100	100	51	46	100	78	55	100	60	0	69
	PROVIDENCIA			100	100	100	100	100	97	100	100	100	100	100
	PROMEDIO			**92**	**79**	**83**	**66**	**100**	**56**	**59**	**81**	**60**	**40**	**72**
ZACATECAS	AGUA NUEVA			100	88	9	100	100	40	17	12	37	100	60
	CEZAC			100	100	100	100	100	51	23	30	54	40	70
	CHAPARROSA			7	48	14	100	100	100	100	30	35	28	56
	COBAEZ			100	67	27	100	63	33	31	23	45	12	50
	LAS ARCINAS			37	0	40	77	36	7	55	17	100	100	47
	MESA DE FUENTES			20	61	39	100	100	35	78	29	39	42	54
	SIERRA VIEJA			21	70	17	72	20	1	93	30	40	19	38
	U.A. AGRONOMÍA			95	57	100	100	100	100	100	26	50	56	79
	U.A. BIOLOGÍA			87	80	36	100	100	43	72	89	39	40	69
	PROMEDIO			**63**	**63**	**42**	**94**	**80**	**45**	**63**	**32**	**49**	**48**	**58**
	PROMEDIO GENERAL			**80**	**69**	**55**	**87**	**86**	**45**	**49**	**57**	**49**	**43**	62

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 octubre, la estación UPSZ El Remolino registró el valor más alto de temperatura con 35.1 °C, mientras que el valor mínimo se registró en este mes de octubre en la estación Ábrego, Fresnillo con 1.1 °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 octubre la humedad relativa promedio fue de 66.1%. El valor máximo de velocidad del viento en el mes de octubre fue de 34.5 km/h en la estación Estancia de Ánimas, Villa González Ortega y la dirección dominante del viento fue sur sureste (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 éste mes de octubre se observa que la precipitación promedio fue de 42.9 mm, la cual resultó superior al promedio histórico para este mes (35.4 mm).

En las Figuras 14 a 17 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 octubre, considerando todas las estaciones de la Red.

En la Figura 14 se presentan los promedios de temperatura, donde se observa que en el mes de octubre la temperatura máxima media resultó el segundo mayor valor desde la instalación de la red, la media y la media mínima resultaron con los mayores valores desde el año 2002 para el mes de octubre.

La Figura 15 presenta los valores máximo y mínimo de temperatura, en el

valor máximo se observa que este año resultó con 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 fue uno de los seis años con valor superior a cero grados centígrados.

La Figura 16 presenta valores máximos de velocidad del viento registrados en el mes de octubre desde el año 2002 al 2019. En este año el valor máximo de velocidad resultó entre los siete valores menores de 35 km/h para este mes, 34.5 km/h en la estación Estancia de Ánimas, Villa Gonzáles Ortega. Precisando que es velocidad del viento máxima, no son ráfagas, las cuales pueden alcanzar valores mayores.

Los valores promedio de lluvia registrada por las 38 estaciones de la red en el mes de octubre desde el año 2002 se presentan en la Figura 17. En el presente año el mes de octubre registró una lluvia promedio de 42.9 mm, resultando entre los siete años con precipitación mayor de 40 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							
Diciembre							

*Promedios considerando todas las estaciones de la red.

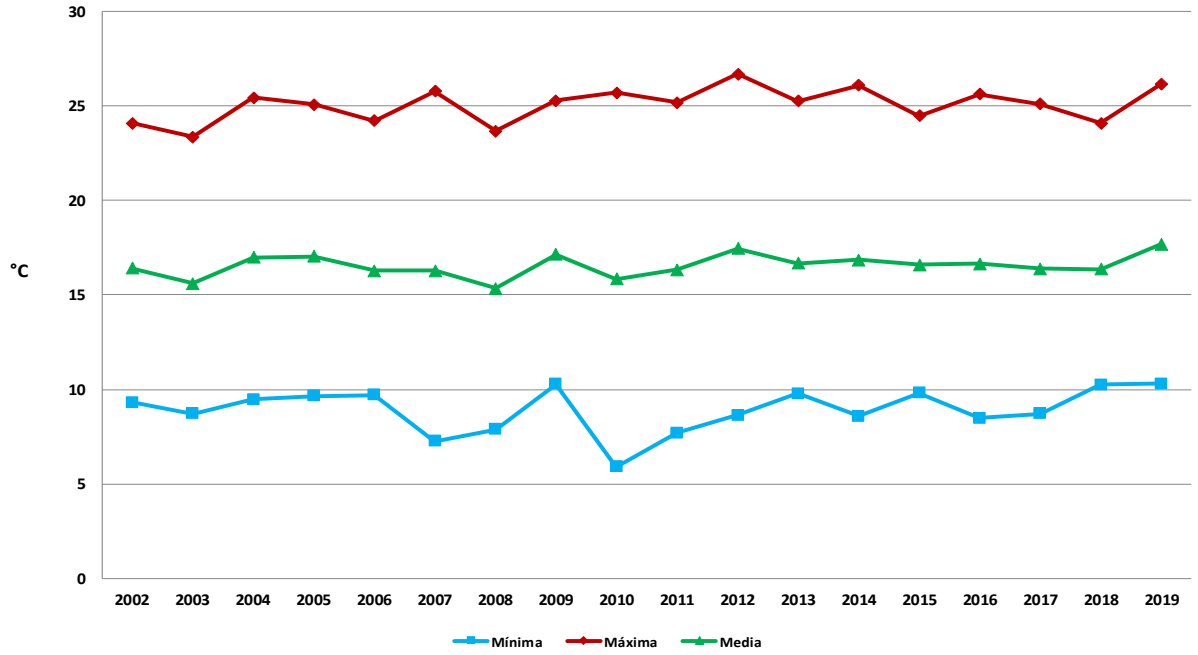


Figura 14. Temperatura media histórica en el mes de octubre, considerando las 38 estaciones de la Red de monitoreo agroclimático del estado de Zacatecas.

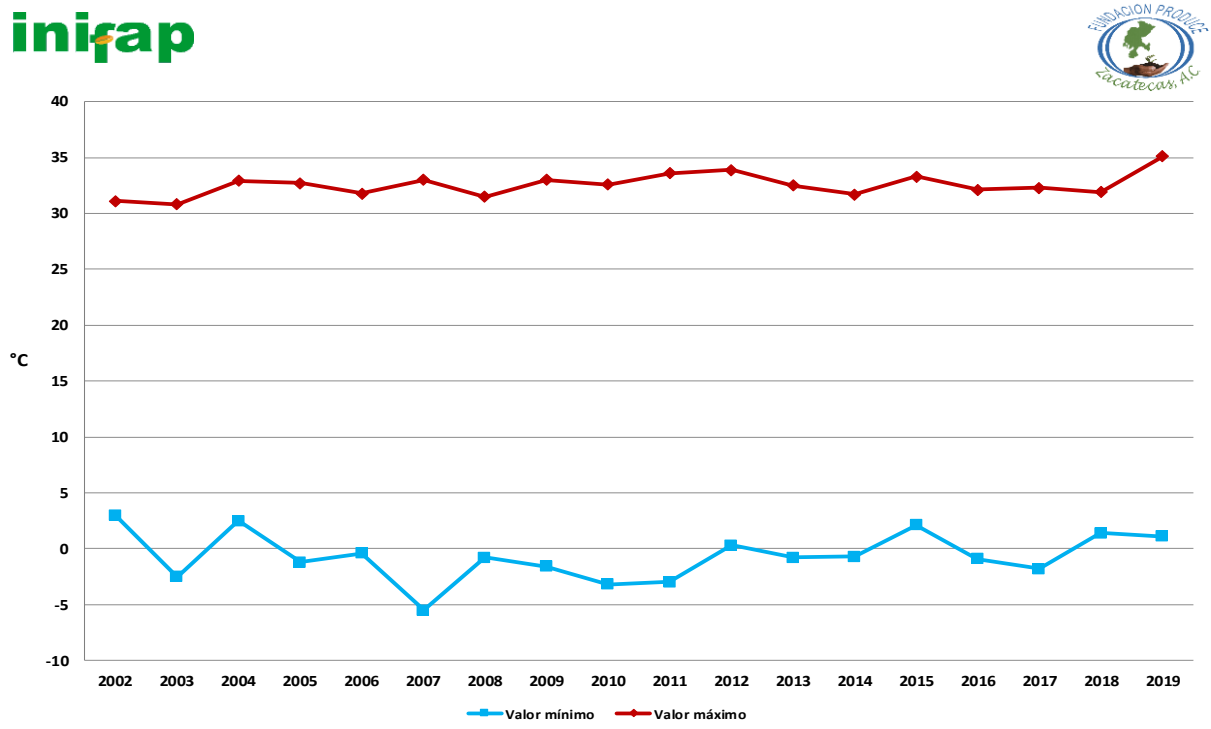


Figura 15. Valores máximos y mínimos históricos de temperatura en el mes de octubre, considerando las 38 estaciones de la Red de monitoreo agroclimático del estado de Zacatecas.

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 d Ánimas	16.0	5.6	SE
Octubre	93.4	33.8	66.1	34.5	Estancia d Ánimas	14.6	5.1	SSE
Noviembre								
Diciembre								

*Promedios considerando todas las estaciones de la red.

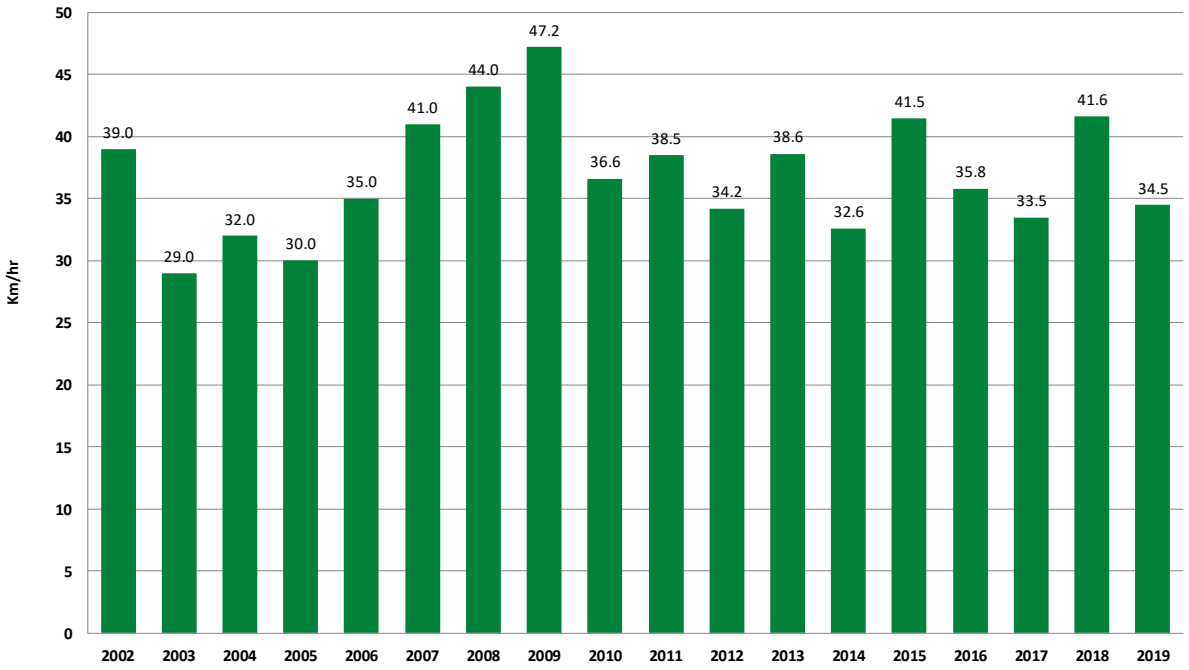


Figura 16. Valor máximo histórico de velocidad del viento en el mes de octubre, considerando las 38 estaciones de la Red de monitoreo agroclimático del estado de Zacatecas.

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			252.6
Agua Nueva	6.8	0.0	1.2	1.2	7.4	63.8	49.2	66.2	27.6	36.6			260.0
C. Exp. Zacatecas	17.9	0.0	1.2	0.0	0.3	45.2	101.7	109.0	28.6	47.5			351.4
Campo Uno	6.6	0.0	0.0	0.0	1.8	38.8	120.1	49.9	50.8	10.9			278.9
Cañitas	2.2	3.2	0.6	0.0	0.0	68.2	40.4	45.4	41.2	12.4			213.6
CBTATepechitlán	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.6	261.6	146.2	82.4	101.6			601.4
CBTA Valparaíso	7.2	0.0	0.0	0.0	0.0	38.6	123.4	123.8	65.4	38.0			396.4
Chaparrosa	20.3	0.0	4.4	0.0	0.0	40.6	17.7	67.6	123.5	30.1			304.2
COBAEZ	7.2	0.0	4.8	0.0	0.6	88.8	46.2	49.8	44.6	22.8			264.8
Col. Emancipación	6.8	5.8	0.0	0.0	0.6	23.4	54.2	116.0	26.4	40.0			273.2
Col. Glz. Ortega	1.4	0.0	0.0	0.8	2.4	57.6	87.4	38.4	70.0	19.2			277.2
Col. Hidalgo	2.3	0.0	0.0	0.0	2.4	21.3	52.3	49.4	78.7	21.8			228.2
Col. Progreso	2.0	0.6	1.3	0.0	3.8	28.4	101.2	13.0	48.9	8.7			207.9
El Alpino	10.8	0.0	5.6	0.0	0.2	40.4	52.7	60.1	44.1	53.1			267.0
El Pardillo 3	15.5	0.0	11.1	0.0	0.0	49.4	60.8	207.0	30.4	53.9			428.1
El Saladillo	7.1	0.0	5.9	0.0	6.9	42.1	40.5	30.4	32.4	26.6			191.9
Emiliano Zapata	1.9	1.0	0.0	0.0	2.6	14.3	54.7	43.4	70.9	25.4			214.2
Estancia de Ánimas	18.6	0.0	0.8	0.0	2.0	67.6	71.8	78.4	30.4	21.4			291.0
La Victoria	1.0	0.0	0.4	0.2	1.8	47.2	88.4	60.0	87.2	29.8			316.0
Las Arcinas	6.6	0.0	4.4	0.0	6.2	58.8	10.8	39.8	38.2	58.2			223.0
Loreto	9.2	0.0	0.0	0.0	5.4	54.4	37.4	41.1	65.6	41.4			254.5
Marianita	8.0	0.4	6.8	0.4	0.8	50.0	21.8	51.0	30.2	2.8			172.2
Mesa de Fuentes	6.8	2.2	1.6	0.0	1.0	53.0	28.6	77.8	55.4	28.8			255.2
Mogotes	1.6	0.0	0.0	0.0	2.6	54.4	128.2	23.0	87.2	46.8			343.8
Momax	17.0	0.0	0.0	0.0	0.0	45.0	66.0	76.8	51.8	86.6			534.2
Palmas Altas	18.1	9.8	0.1	0.0	4.1	51.7	79.9	126.2	168.4	48.8			507.1
Providencia	0.6	0.2	0.0	0.0	9.8	30.1	95.0	92.8	114.9	12.0			355.4
Rancho Grande	2.0	5.0	0.0	0.0	0.0	42.6	52.6	52.4	11.8	45.8			212.2
Santa Fe	3.6	0.0	0.0	0.0	5.8	68.4	129.4	92.6	82.0	57.4			439.2
Santa Rita	8.1	0.8	0.4	0.0	0.0	31.8	57.6	143.1	99.2	46.5			387.5
Santo Domingo	11.0	0.0	0.0	0.0	0.0	68.6	162.0	114.6	57.0	55.0			468.2
Sierra Vieja	5.2	0.1	1.2	0.0	0.0	113.3	19.0	45.8	44.2	61.3			290.1
Tanque Hacheros	12.0	0.0	2.4	3.4	0.4	34.4	34.0	87.8	34.0	13.8			222.2
Tierra Blanca	17.0	2.6	8.4	1.2	0.2	94.0	134.4	126.2	109.6	65.0			558.6
U.A. Agronomía	11.2	0.0	2.2	0.0	11.4	59.4	39.8	134.2	105.8	46.4			410.4
U.A. Biología	6.4	0.0	5.2	0.0	1.6	55.8	39.6	58.2	69.6	50.4			286.8
UPSZ El Remolino	6.1	0.1	0.0	0.0	5.5	11.7	210.2	80.9	84.2	70.7			469.4
Villanueva	21.0	9.0	0.0	0.0	0.0	57.0	112.0	191.6	102.4	132.0			625.0
PROMEDIO	**8.2**	**1.1**	**1.8**	**0.2**	**2.5**	**48.3**	**76.7**	**81.2**	**64.4**	**42.9**			**332.4**
VALOR MÁXIMO	**21.0**	**9.8**	**11.1**	**3.4**	**11.4**	**113.3**	**261.6**	**207.0**	**168.4**	**132.0**			**625.0**
VALOR MÍNIMO	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**0.0**	**9.6**	**10.8**	**13.0**	**11.8**	**2.8**			**172.2**

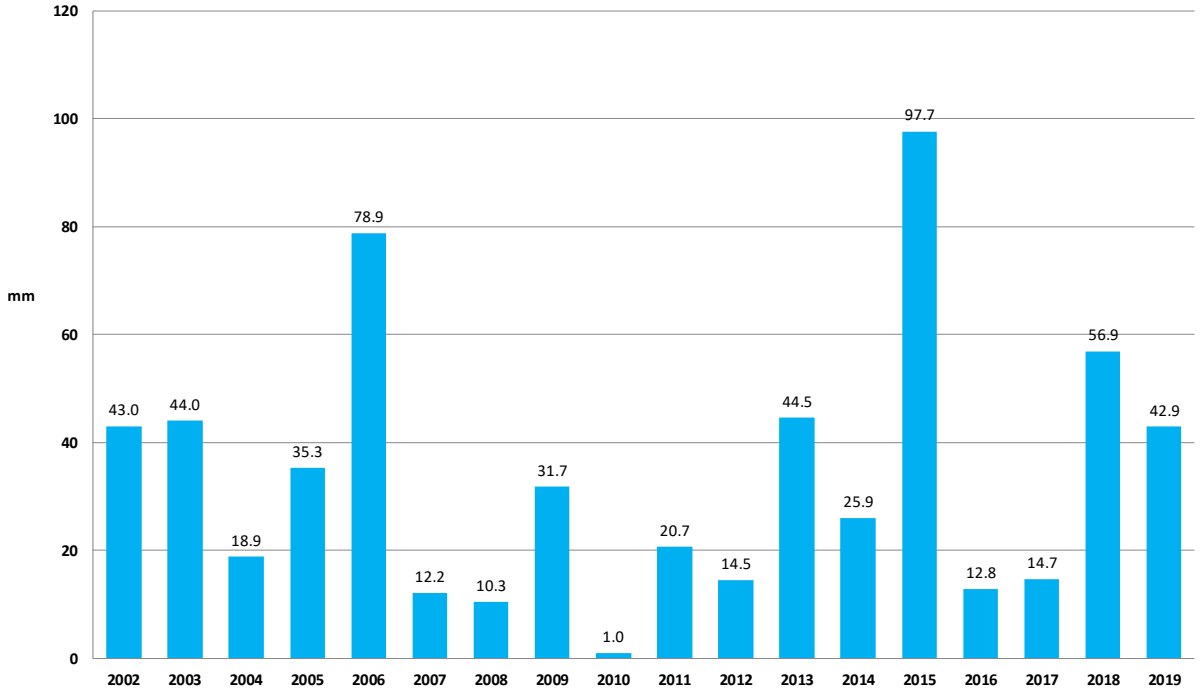


Figura 17. Precipitación promedio histórica del mes de octubre considerando las 38 estaciones de la Red de monitoreo agroclimático del estado de Zacatecas.

Literatura citada

ADCON. 2000. Addvantage A730. Manual del usuario. Versión 3.4. 388 p.

Cabral, N. Y. Z.; 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).

Flores, L. H. E. y Ruiz C., J. A. 1998. Estimación de humedad del suelo para maíz mediante un balance hídrico. Terra. Vol. 16 No. 3. 219-229.

Frere, M. y Popov, G. F. 1980 Pronóstico de cosechas basado en datos agrometeorológicos. Estudio FAO: Producción y protección vegetal No. 17. Roma. 66p.

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.

Israelsen, O. W., y Hansen, V. E. 1965. Principios y aplicaciones del riego. Seg. Ed. Editorial Reverte, Barcelona, España. 385pp.

Martinez, 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.; Ruiz C., J. A. y María R., A. 2004. SICA: Sistema de Información para caracterizaciones agroclimáticas. Versión 2.5. Documentación y manual del usuario. Tema didáctico Núm. 2. Segunda edición. Centro de Investigación Regional Norte-Centro. Campo Experimental Zacatecas. Calera, Zacatecas, México. 74 p.

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.

Palacios, V. E. y García A., E.1989. Introducción a la teoría de la operación de distritos y sistemas de riego. Colegio de postgraduados. Centro de Hidrociencias. Montecillo, Edo. De México. México. 482pp.

Rice, R. C.; Bowman, R. S. y Jaynes, D. B. 1986. Percolation of water below an irrigated field. Soil Sci. Soc. Am. J. 50:855-859.

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.

Sánchez, S. R. F. J. 2005. Evapotranspiración. [En línea: 27 de julio de 2005] http://web.usal.es/~javisan/hidro/hidro.htm. [Consultado: 27 de julio de 2005]

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.

Veenhuizen, R. Van. 2000. Revisión de bases técnicas. En: Manual de captación y aprovechamiento del agua de lluvia. Experiencias en América Latina. Serie: Zonas áridas y semiáridas No. 13. Oficina regional de la FAO para América Latina y el Caribe. Santiago, Chile.

Villalpando, I. J. F. y Ruiz, C. J. A. 1993. Observaciones agrometeorológicas y su uso en la agricultura. Editorial Limusa, S. A. de C. V. México, D. F. 133 p.

Withers, B. y Vipond, S. 1982. El riego, diseño y práctica. Tercera reimpresión. Ed. Diana. México, D.F. 350 pp.

Reporte agrometeorológico
Octubre de 2019

Revisión y edición
Dr. Luis R. Reveles Torres
Dra. Nadiezhda Ramírez Cabral

CÓDIGO INIFAP
MX-0-250901-20-02-11-11-192

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
Octubre 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 noviembre de 2019.
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.	Nadiezhda 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