Reporte agrometeorológico
Octubre de 2017

Red de monitoreo agroclimático del estado de Zacatecas

Guillermo MEDINA GARCÍA
José Israel CASAS FLORES

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

inifap
Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias

CENTRO DE INVESTIGACIÓN REGIONAL NORTE CENTRO
CAMPO EXPERIMENTAL ZACATECAS
Calera de V. R., Zacatecas
Folleto informativo No. 169. Noviembre de 2017

SECRETARIA DE AGRICULTURA, GANADERÍA, DESARROLLO RURAL, PESCA Y ALIMENTACIÓN

MTRO. JOSÉ EDUARDO CALZADA ROVIROSA
Secretario

MTRO. JORGE ARMANDO NARVÁEZ NARVÁEZ
Subsecretario de Agricultura

MTRO. RICARDO AGUILAR CASTILLO
Subsecretario de Alimentación y Competitividad

M. C. MELY ROMERO CELIS
Subsecretario de Desarrollo Rural

INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES FORESTALES, AGRÍCOLAS Y PECUARIAS

DR. RAFAEL AMBRIZ CERVANTES
Encargado del despacho de los asuntos de la Dirección general

DR. RAÚL GERARDO OBANDO RODRÍGUEZ
Coordinador de Investigación, Innovación y Vinculación

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

MTRO. EDUARDO FRANCISCO BERTERAME BARQUÍN
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 2017

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 2017

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 2017

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

Las fluctuaciones del clima a corto y largo plazo –variabilidad del clima y cambio climático- pueden tener repercusiones extremas en la producción agrícola, y hacer que se reduzca drásticamente el rendimiento de las cosechas, lo que obligaría a los agricultores 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 debido a su ubicación geográfica en la zona intertropical del hemisferio norte, con dos terceras partes del país en zonas áridas o semiáridas y el resto está sujeto a inundaciones (Herron, 2013).

Para disminuir los riesgos de producción y mejorar el manejo, se requiere conocer la temperatura, humedad relativa, lluvia, velocidad y dirección del viento y radiación solar. Conocer estos elementos del clima es de primordial importancia en la planeación del manejo agrícola. 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 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 longitud 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 para la divulgación de la información registrada por la red de estaciones, se presenta un reporte agrometeorológico mensual, mediante el cual se ofrece información de las condiciones ambientales prevalecientes en cada mes, relacionada con el desarrollo de los cultivos.

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 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. 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
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

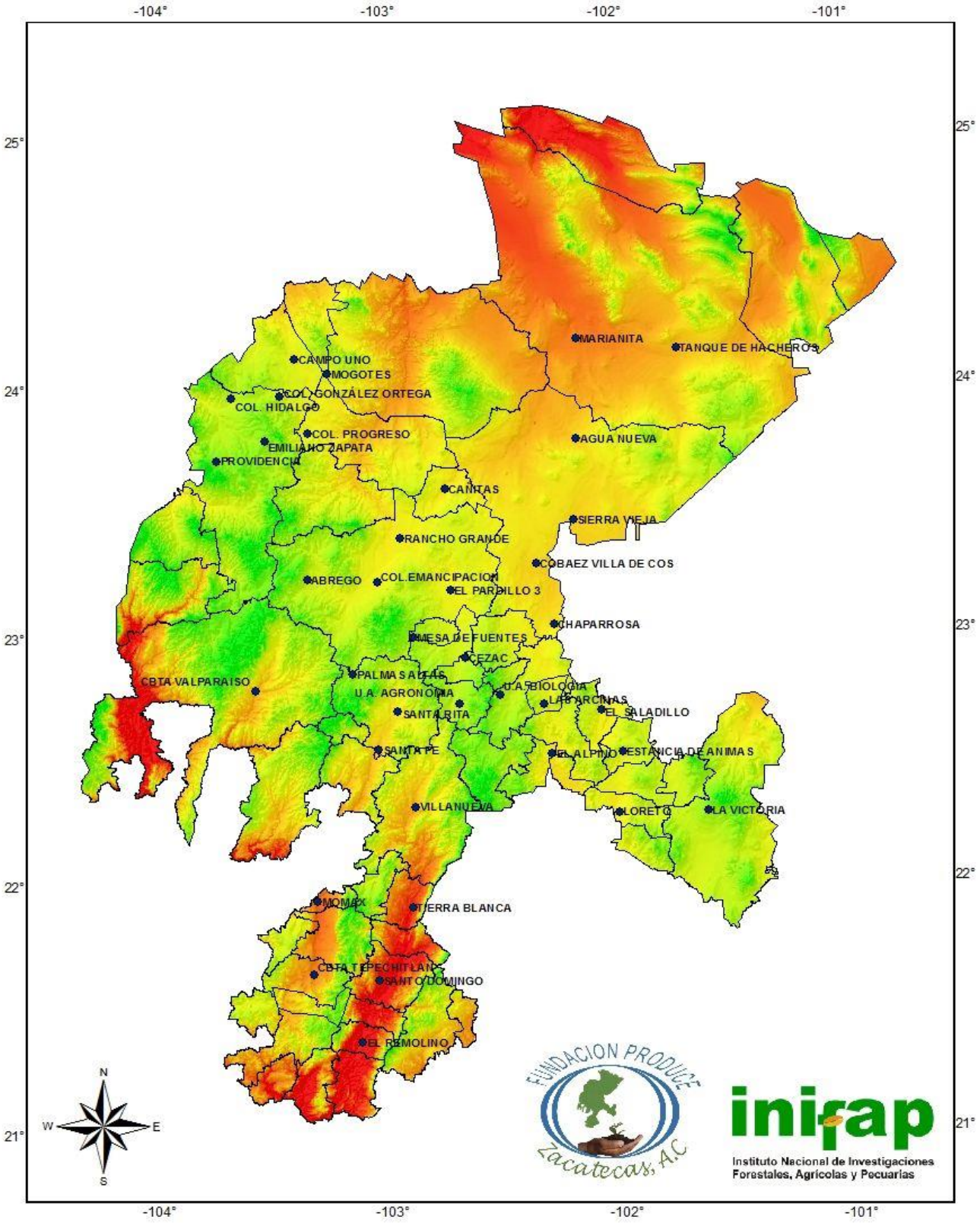


Figura 1. Red de monitoreo agroclimático del estado de Zacatecas.

Resumen de variables meteorológicas

Mes de Octubre

TEMPERATURA

	°C	Estación
Promedio	16.5	
Máxima promedio	25.2	
Máxima extrema	35.1	UPSZ El Remolino
Mínima promedio	8.9	
Mínima extrema	-1.8	El Alpino
Promedio mensual histórico*	16.8	

PRECIPITACIÓN

	mm	Estación
Promedio mensual	14.6	
Mínima	0.7	Santa Rita
Máxima	93.4	Providencia
Promedio decena uno	12.9	
Mínima	0.7	Santa Rita
Máxima	87.2	Providencia
Promedio decena dos	1.2	
Mínima	0.0	11 estaciones
Máxima	5.8	Tanque de Hacheros
Promedio decena tres	0.5	
Mínima	0.0	31 estaciones
Máxima	4.9	Providencia
Promedio mensual histórico*	35.3	

HUMEDAD RELATIVA

	%	Estación
Promedio	68.0	
Máxima promedio	93.9	
Máxima extrema	100.0	18 estaciones
Mínima promedio	36.2	
Mínima extrema	13.0	Villanueva
Promedio mensual histórico**	63.6	

VIENTO

	km/h	Estación
Promedio	5.5	
Máxima promedio	14.3	
Máxima extrema	33.5	La Victoria
Dirección dominante	SSE	
Máxima promedio mensual histórica**	13.9	

Los valores de este resumen incluyen 38 estaciones.
*Fuente: CNA. Datos históricos de 1981 a 2010
**Fuente: Red de monitoreo agroclimático de 2002 a 2016.

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 y frecuencia, es por esto que en los meses de la temporada de lluvia (verano) se le dará mayor énfasis a esta variable.

En la primera decena del mes de octubre se registraron 12.9 mm en promedio, alcanzando valores desde 0.7 mm en la estación Santa Rita, Jerez, hasta 87.2 mm en la estación Providencia, Sombrerete (Figura 4). En esta decena se presentaron lluvias muy variables, desde 100% superiores a lo normal, hasta 100% inferiores a lo normal (Figura 5).

En la segunda decena del mes de octubre disminuyó considerablemente la precipitación en todo el Estado, registrándose en promedio 1.2 mm, alcanzando valores desde 0.0 mm en once estaciones hasta 5.8 mm en la estación Tanque de Hacheros (Figura 6). La lluvia ocurrida fue inferior a lo normal desde 25 hasta 100% en todo el Estado (Figura 7).

En la tercera decena del mes de octubre disminuyó la lluvia casi por completo de manera general, registrándose desde 0.0 mm en 31 estaciones, hasta 4.9 mm en la estación Providencia, Sombrerete (Figura 8). Respecto al porcentaje de lluvia en comparación con el promedio histórico, en la mayor parte del Estado la precipitación fue inferior a lo normal hasta en 100% (Figura 9).

Considerando la lluvia acumulada durante el mes, se registró precipitación entre 0.7 y 93.4 mm, siendo 14.6 mm el promedio de todas las estaciones (Figura 10). La lluvia ocurrida fue menor en relación al promedio histórico en la mayor parte del Estado, excepto en la región de la estación Providencia en el municipio de Sombrerete (Figura 11).

En resumen, tomando en cuenta la lluvia registrada en todas las estaciones de la Red, en promedio se registró 12.9 mm en la primera decena, 1.2 mm en la segunda y 0.5 mm en la tercera, contra el promedio histórico de las mismas decenas que son de 17.4, 11.1 y 6.8 mm, lo cual indica que en las tres decenas del mes de octubre llovió menos de lo normal de manera general.

La precipitación acumulada durante los meses de junio a octubre osciló entre 221.8 mm en la estación Sierra Vieja, Villa de Cos y 652.0 mm en la estación Momax, Momax, aunque en la mayor parte del Estado ha oscilado entre 300 y 500 mm (Figura 12).

Considerando la cantidad de lluvia ocurrida en estos cinco meses como porcentaje con respecto a la lluvia promedio, en la mayor parte del Estado fue igual o ligeramente superior al promedio, excepto en la región del sur de Los Cañones y en la región de Pinos-Loreto, donde fue inferior a lo normal (Figura 13).

En la Figura 14 se presentan a manera de ejemplo dos gráficas de una estación, con la lluvia decenal y la lluvia 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

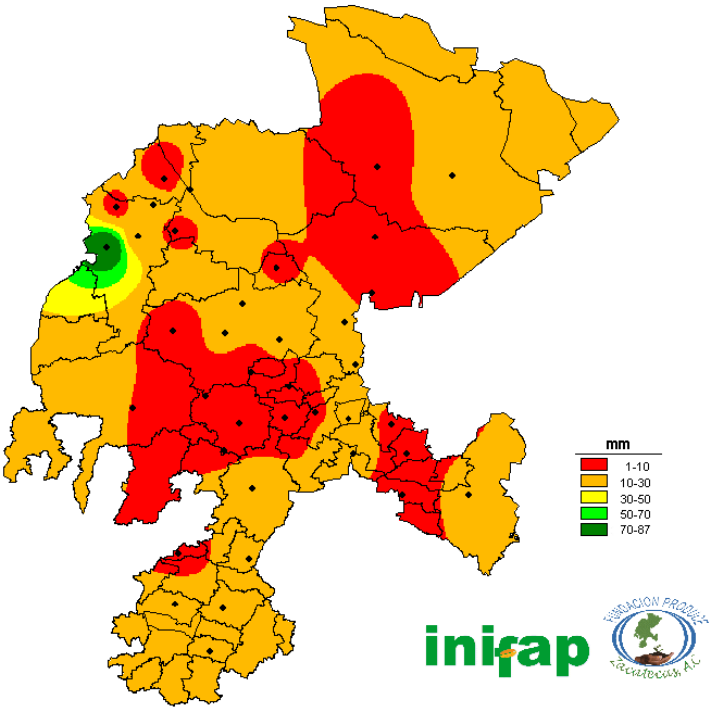


Figura 4. Precipitación de la primera decena del mes de octubre del 2017. Red de monitoreo agroclimático del estado de Zacatecas.

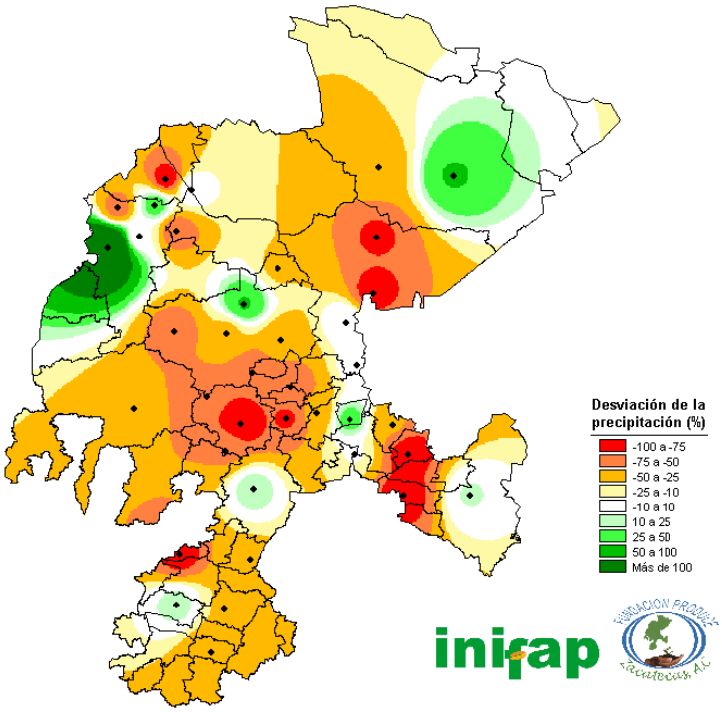


Figura 5. Porcentaje de la precipitación ocurrida en la primera decena del mes de octubre del 2017 con respecto al promedio histórico. Red de monitoreo agroclimático del estado de Zacatecas.

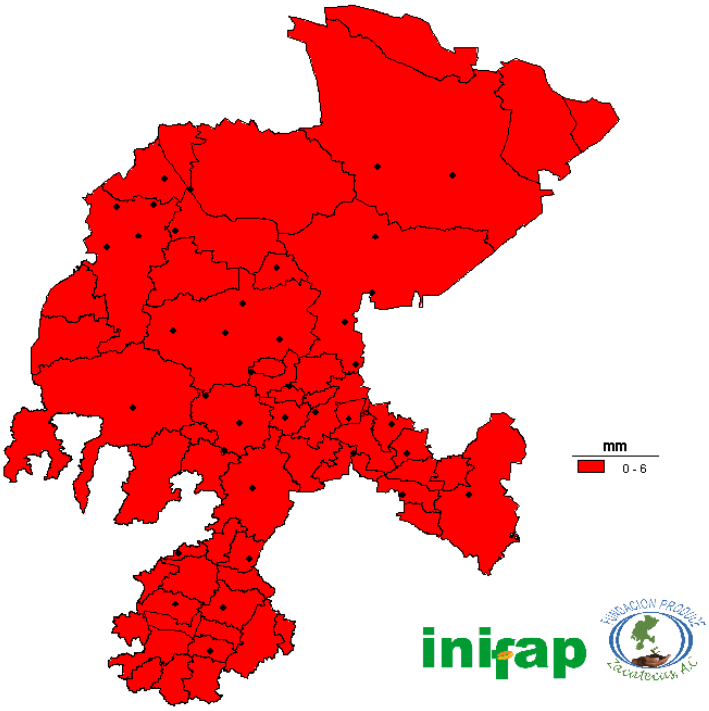


Figura 6. Precipitación de la segunda decena del mes de octubre del 2017. Red de monitoreo agroclimático del estado de Zacatecas.

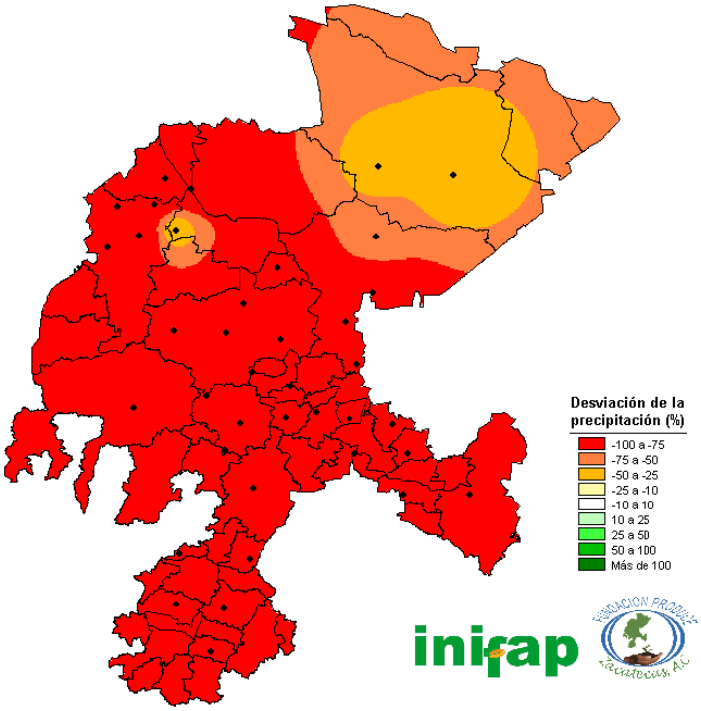


Figura 7. Porcentaje de la precipitación ocurrida en la segunda. decena del mes de octubre de 2017 con respecto al promedio histórico. Red de monitoreo agroclimático del estado de Zacatecas.

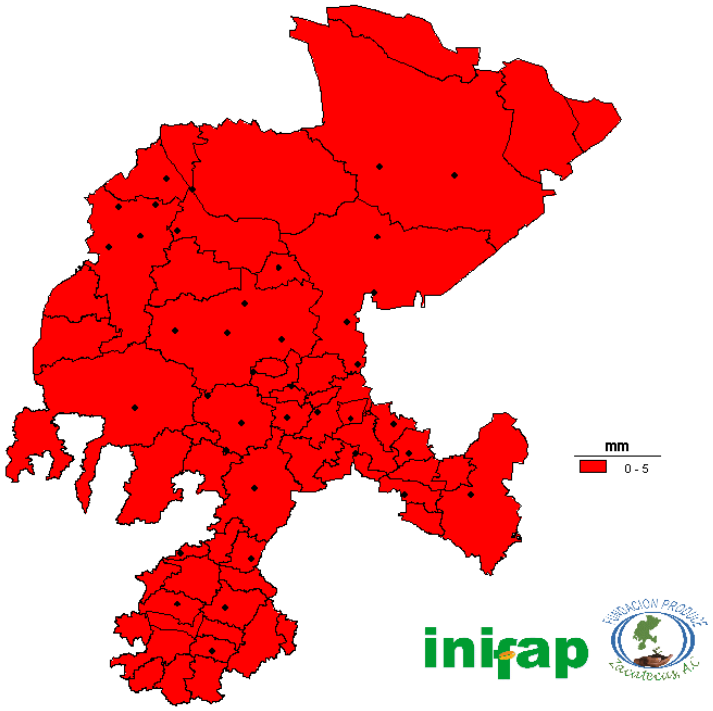


Figura 8. Precipitación de la tercera decena del mes de octubre del 2017. Red de monitoreo agroclimático del estado de Zacatecas.

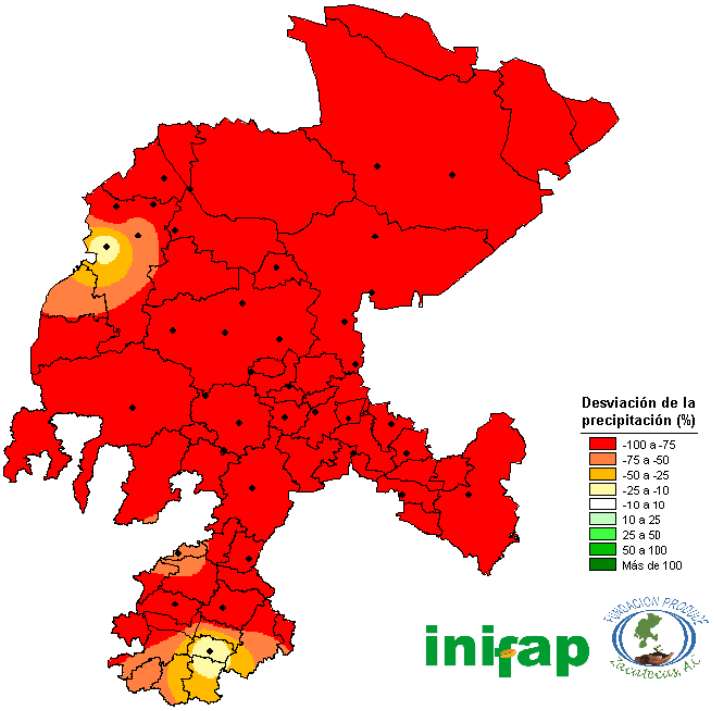


Figura 9. Porcentaje de la precipitación ocurrida en la tercera decena del mes de octubre de 2017 con respecto al promedio histórico. Red de monitoreo agroclimático del estado de Zacatecas.

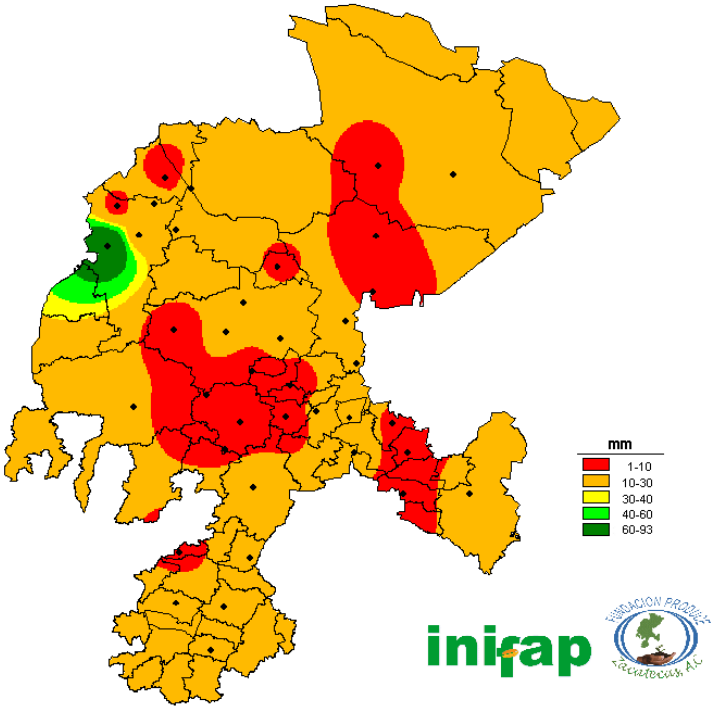


Figura 10. Precipitación del mes de octubre del 2017. Red de monitoreo agroclimático del estado de Zacatecas.

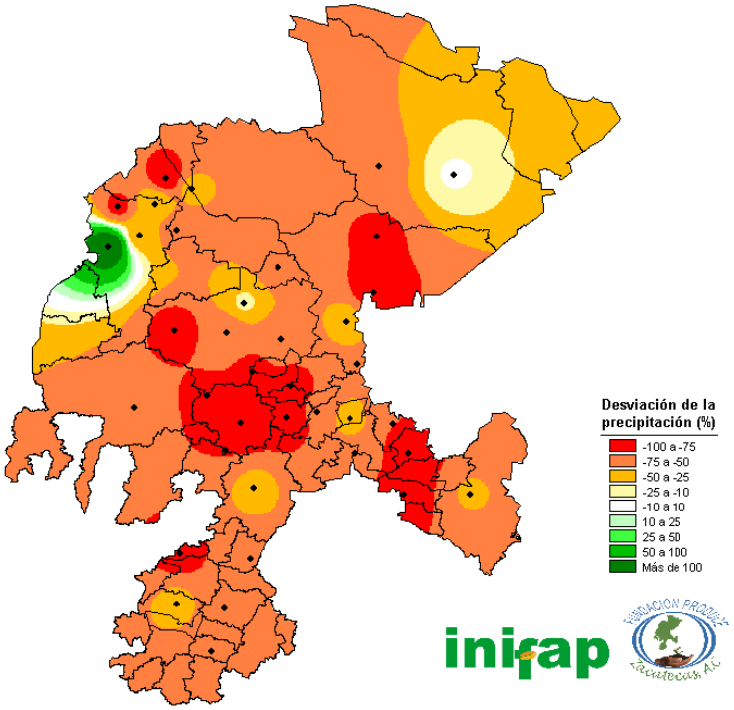


Figura 11. Porcentaje de la precipitación ocurrida en el mes de octubre del 2017 con respecto al promedio histórico. Red de monitoreo agroclimático del estado de Zacatecas.

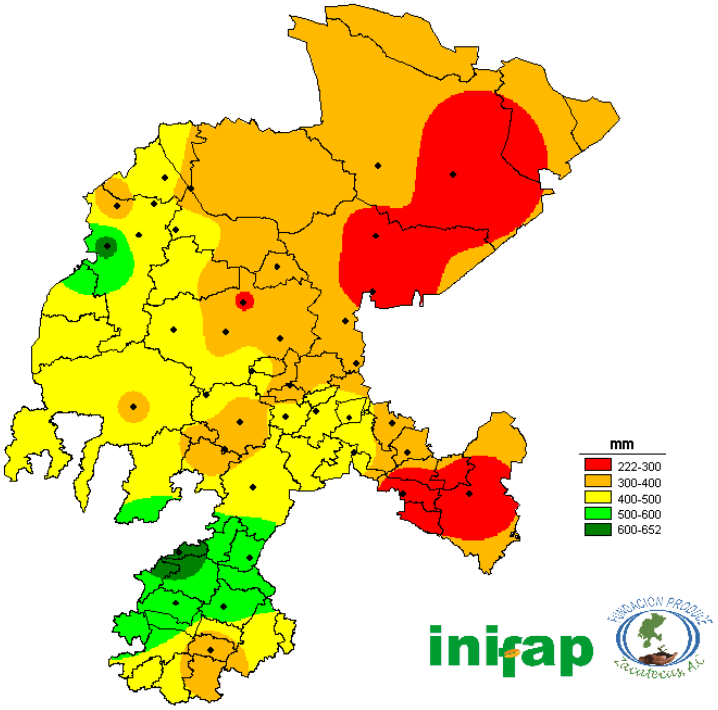


Figura 12. Precipitación acumulada en los meses de junio a octubre del 2017. Red de monitoreo agroclimático del estado de Zacatecas.

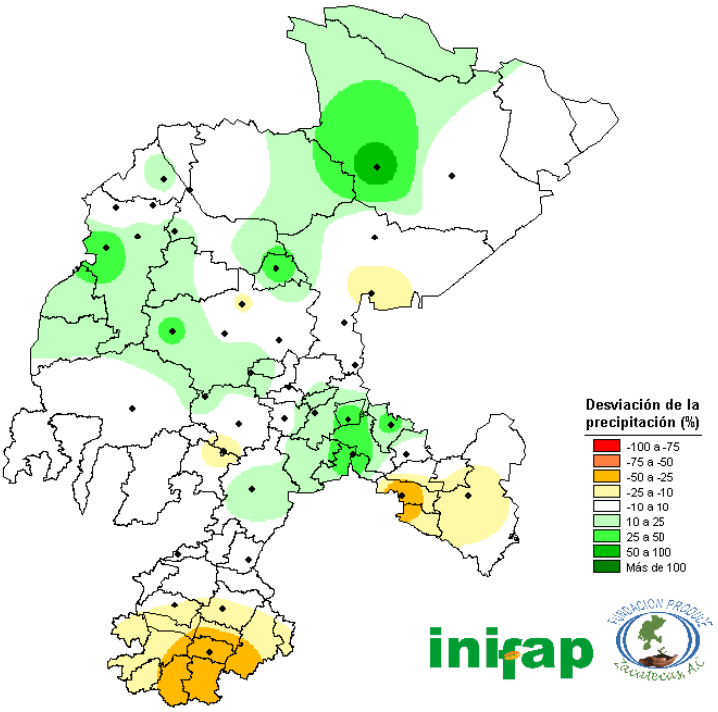
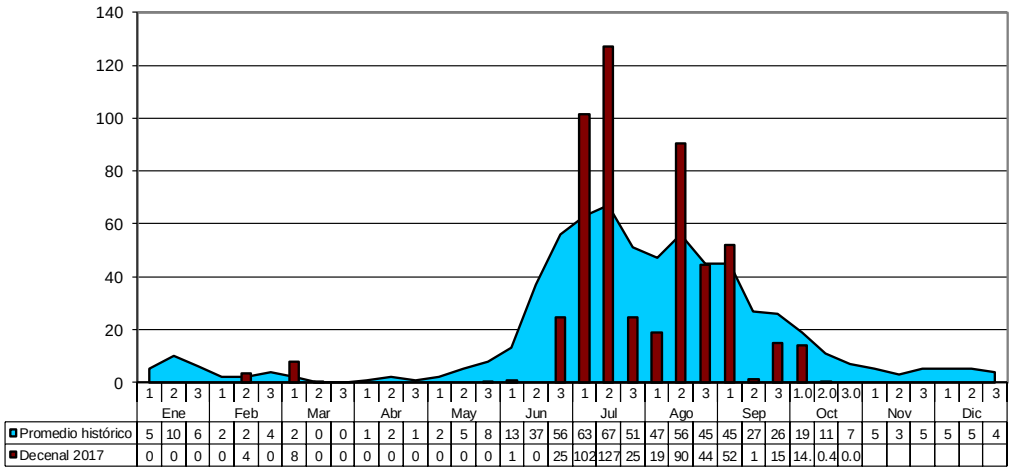


Figura 13. Porcentaje de la precipitación ocurrida en los meses de junio a octubre del 2017 con respecto al promedio histórico. Red de monitoreo agroclimático del estado de Zacatecas.



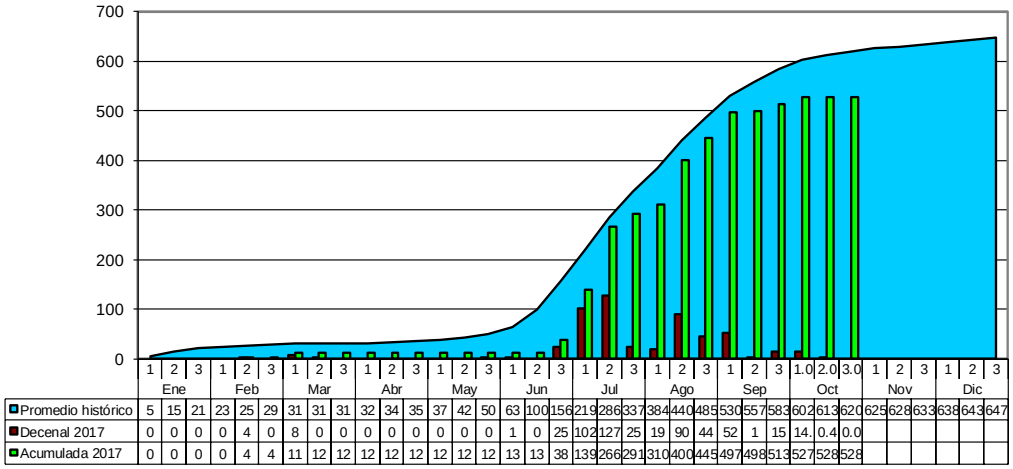


Figura 14. Precipitación decenal (arriba) y acumulada (abajo) de enero a octubre en la estación Santo Domingo, Jalpa. Red de monitoreo agroclimático del estado de Zacatecas.

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 a 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 (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 calculada 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 es ilimitada la cantidad de agua suministrada.

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 de manera general terminó la temporada de lluvia a partir de la segunda decena prácticamente en todo el Estado. En la Figura 15 se presenta el mapa del

índice de humedad del mes. De acuerdo con la figura, el índice de humedad resultó deficiente casi en todo el Estado, lo cual indica que en este mes ya no hubo aportación de humedad para el desarrollo de los cultivos.

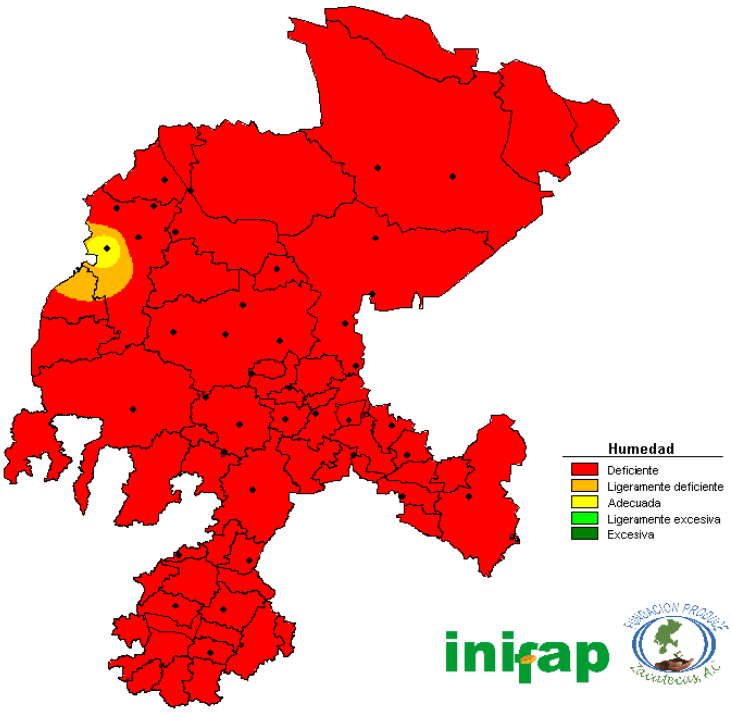


Figura 15. Índice de humedad del mes de octubre del 2017.

BALANCE HÍDRICO

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

La capacidad de campo (CC) es el volumen máximo de agua que un suelo puede retener después de haber sido saturado. El punto de marchitez permanente (PMP) es la humedad en el suelo que las raíces de las plantas, no pueden absorber. El agua utilizada por las plantas se encuentra entre CC y PMP (Servín *et al*., 2012).

La porción de agua de lluvia que logra almacenarse en la zona de raíces se le denomina precipitación efectiva (Allen *et al*., 2006). 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 CC y PMP, 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 de los cultivos (ETc) (Palacios y García, 1989) 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 en el ciclo primavera-verano 2017, se observa que, de las cinco fechas reportadas, dos presentaron un mayor porcentaje de siembras, la del 21 de julio de 2017 con un 28.4% y la del 28 de julio con un avance en esa semana de 50.8%. Considerando los datos presentados en este cuadro, se propone el 21 de julio (tercera decena) como fecha de siembra para realizar el balance hídrico del frijol de temporal, ya que el balance se presenta por decenas.

En el Cuadro 3 se presenta el balance hídrico de frijol de temporal considerando una fecha de siembra del 21 de julio. Ahí se observa que en hasta la tercera decena del mes de septiembre, todas las decenas han resultado con un índice de satisfacción de la demanda hídrica promedio mayor a 90% en todos los distritos, excepto en la segunda decena de octubre, donde bajó a 81% en promedio, pero que continúa siendo un valor adecuado.

En la primera decena de octubre el índice bajó en todos los DDR entre 87 y 59%, en la segunda decena bajó en promedio hasta 19% y en la tercera decena ya no hubo humedad para el cultivo.

Considerando de la tercera decena de julio a la segunda de octubre, es un periodo de tres meses, en los cuales, se considera que el frijol puede cumplir su ciclo. En general en este periodo la humedad fue suficiente para el cultivo, variando el índice de satisfacción de la demanda hídrica de 82% en promedio en los DDR Ojocaliente y Zacatecas, hasta 91% en el DDR Río Grande. Lo anterior sugiere que en general la temporada de lluvia fue buena para el cultivo de frijol.

Cuadro 2. Porcentaje de avance de siembras para frijol de temporal ciclo primavera-verano 2017 en los DDR del estado de Zacatecas.

FECHA	FRESNILLO	RIO GRANDE	OJO-CALIENTE	TLAL-TENANGO	JEREZ	CONCEPCIÓN DEL ORO	ZACATECAS	JALPA	TOTAL
07/07/2016	2.2	1.4	3.3	14.7	0.0	54.2	4.8	15.6	2.7
14/07/2016	8.4	2.8	15.0	19.8	0.0	4.9	1.6	37.1	5.0
21/07/2016	35.8	30.4	27.7	0.0	39.2	0.0	18.5	23.6	28.4
28/07/2016	41.3	49.8	39.0	0.0	24.1	27.7	71.7	13.6	50.8
04/08/2016	13.0	11.7	17.1	0.0	46.1	2.3	7.4	0.8	12.1
SUMA	**100.7**	**96.1**	**102.1**	**34.6**	**109.5**	**89.1**	**104.0**	**90.7**	**99.1**

Fuente: SAGARPA Zacatecas

Cuadro 3. Porcentaje de satisfacción de la demanda hídrica de frijol de temporal considerando una fecha de siembra del 21 de julio del 2016.

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	100	100	100	100	100	100	100	100	76	16	0		77
	CAÑITAS	100	100	100	100	100	100	100	82	100	100	44		92
	COL. EMANCIPACIÓN	100	100	100	100	100	100	100	74	100	100	31		89
	EL PARDILLO 3	100	100	65	100	100	100	100	63	100	100	45		86
	RANCHO GRANDE	100	100	90	100	100	100	100	73	100	15	0		75
	PROMEDIO	**100**	**100**	**91**	**100**	**100**	**100**	**78**	**95**	**66**	**24**			**84**
OJOCALIENTE	EL ALPINO	100	100	100	100	100	100	68	100	100	5			86
	EL SALADILLO	100	100	100	100	100	100	62	100	100	17			87
	ESTANCIA DE ÁNIMAS	100	74	57	100	100	100	51	100	92	3			75
	LA VICTORIA	100	100	100	100	100	100	51	100	100	37			88
	LORETO	100	73	52	100	100	100	83	100	44	4			73
	PROMEDIO	**100**	**89**	**82**	**100**	**100**	**100**	**63**	**100**	**87**	**13**			**82**
RIO GRANDE	CAMPO UNO	100	97	100	100	100	100	100	95	6	0			78
	COL. GLEZ. ORTEGA	100	100	100	100	100	100	100	100	100	19			91
	COL. HIDALGO	100	100	100	100	100	100	100	100	100	20			91
	COL. PROGRESO	100	100	100	100	100	100	100	100	100	31			92
	EMILIANO ZAPATA	100	100	100	100	100	100	100	100	100	68			96
	MOGOTES	100	100	100	100	100	100	85	100	80	0			86
	PROVIDENCIA	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100			100
	PROMEDIO	**100**	**100**	**100**	**100**	**100**	**98**	**99**	**84**	**34**				**91**
ZACATECAS	AGUA NUEVA	100	100	100	100	100	100	100	100	53	13			85
	CEZAC	100	100	100	100	100	100	90	100	36	2			81
	CHAPARROSA	100	100	75	100	100	75	78	46	1				75
	COBAEZ	100	100	100	100	100	82	100	86	10				86
	LAS ARCINAS	100	100	100	100	100	63	79	65	10				80
	MESA DE FUENTES	100	100	100	100	100	75	100	100	31				90
	SIERRA VIEJA	100	100	100	100	100	61	100	15	0				75
	U.A. AGRONOMÍA	100	100	100	100	100	100	100	29	0				81
	U.A. BIOLOGÍA	100	100	100	100	100	76	100	100	10				87
	PROMEDIO	**100**	**100**	**97**	**100**	**100**	**80**	**95**	**59**	**8**				**82**
	PROMEDIO GENERAL	**100**	**98**	**94**	**100**	**100**	**81**	**97**	**72**	**19**				**85**

Resumen mensual

En los Cuadros 4 y 5 se presentan mes con mes las estadísticas de temperatura y humedad relativa, y viento, respectivamente, considerando las 38 estaciones de la red. De esta manera se pueden comparar los valores de los meses que van transcurriendo en el año y verificar los cambios ocurridos. En el Cuadro 4 se observa que en los meses de Enero a Octubre, la estación UPSZ El Remolino, siempre ha registrado el valor más alto de temperatura.

En el Cuadro 5 se observa que la humedad relativa en el mes de octubre continuó con valores altos, siendo la máxima promedio de 93.9%. El valor máximo de velocidad del viento en el mes de octubre ha sido el menor en lo que va del año y la dirección dominante del viento SSE se mantiene dentro de la dirección dominante durante la temporada de lluvia.

En el Cuadro 6 se presenta la lluvia mensual ocurrida en cada una de las 38 estaciones de la red, ahí se puede observar que, de los diez meses registrados, en los meses de junio, julio y agosto la precipitación registrada ha sido superior a 100 mm, en promedio.

En las Figuras 16 y 17 se muestran los valores promedio y los valores máximos y mínimos de temperatura del mes de octubre en los años 2002 al 2017 considerando todas las estaciones de la red. En la Figura 16 se observa que en el mes de octubre las temperaturas promedio en el último año fue similar a otros valores para dicho mes, sin embargo, el valor máximo de temperatura del presente año (Figura 17) se observa ligeramente alto debido a la reciente instalación de la estación UPSZ en el Remolino, Juchipila (Figura 17).

La Figura 18 presenta valores máximos de velocidad del viento registrados en el mes de octubre desde el año 2002 al 2017. En este año la velocidad de viento estuvo dentro del promedio comparada con el resto de los años. Aclarando que es velocidad del viento máxima, no son ráfagas que pueden alcanzar valores mayores.

Los valores promedio de lluvia registrada por las 38 estaciones de la red en el mes de octubre de los años 2002 al 2017 se presentan en la Figura 19. Este año se registró el quinto promedio de lluvia más bajo ocurrido en los 16 años de registro con 14.6 mm.

Cuadro 4. Estadísticas básicas mensuales de temperatura del año 2017, 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	33.5	UPSZ Remolino	-6.4	Momax	22.5	3.0	12.4
Febrero	34.9	UPSZ Remolino	-6.3	El Pardillo 3	24.4	2.9	13.9
Marzo	36.4	UPSZ Remolino	-3.1	Momax	25.9	6.2	16.3
Abril	37.8	UPSZ Remolino	-3.9	El Pardillo 3	28.6	7.6	18.7
Mayo	40.3	UPSZ Remolino	1.6	Momax	31.2	11.0	21.8
Junio	40.2	UPSZ Remolino	6.0	Momax	30.8	13.7	22.3
Julio	35.2	UPSZ Remolino	8.9	Estancia de Ánimas	26.8	13.5	19.4
Agosto	34.6	UPSZ Remolino	7.8	El Alpino	26.9	13.7	19.7
Septiembre	34.4	UPSZ Remolino	4.8	Col. Emancipación	24.7	12.6	17.8
Octubre	35.1	UPSZ Remolino	-1.8	El Alpino	25.2	8.9	16.5
Noviembre							
Diciembre							

*Promedios considerando todas las estaciones de la red.

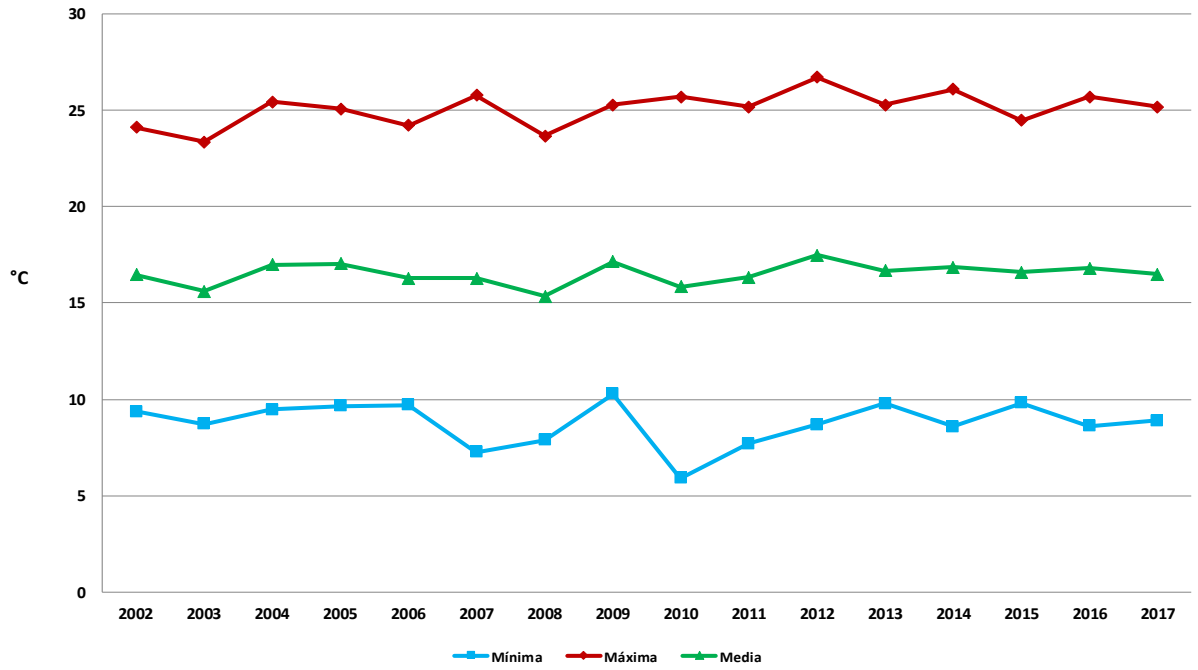


Figura 16. Temperatura promedio histórica en el mes de octubre, considerando las 38 estaciones de la red de monitoreo agroclimático del estado de Zacatecas.

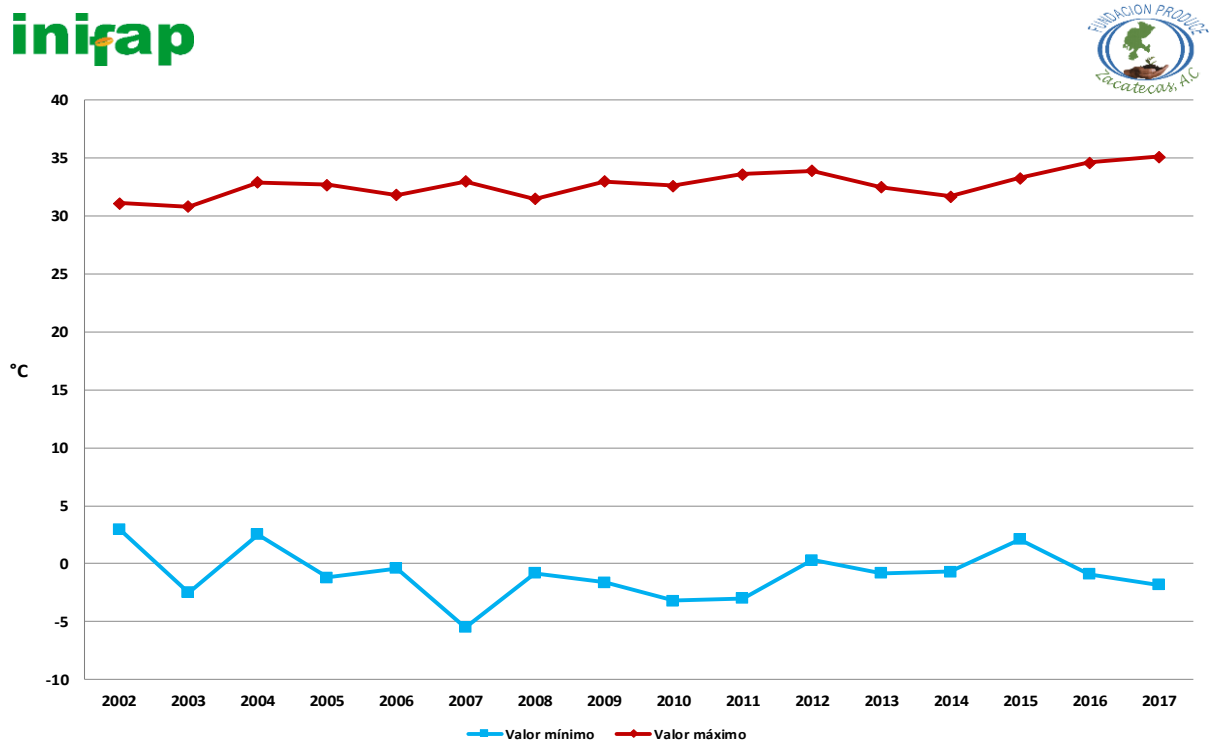


Figura 17. Valores máximos y mínimos históricos de temperatura en el mes de octubre, considerando las 38 estaciones de la red de monitoreo agroclimático del estado de Zacatecas.

Cuadro 5. Estadísticas básicas mensuales de humedad relativa y viento del año 2017, 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	73.8	18.2	43.4	64.3	Mogotes	20.1	8.3	SSO
Febrero	67.2	13.6	35.9	55.1	Loreto	19.4	8.1	SSO
Marzo	71.6	15.6	40.0	52.6	Emiliano Zapata	19.8	7.4	S
Abril	58.8	9.5	28.5	69.5	Chaparrosa	22.4	9.0	S
Mayo	59.6	11.7	30.8	49.2	La Victoria	22.5	8.9	SSO
Junio	80.3	19.4	46.9	50.2	Abrego	21.1	8.0	SSE
Julio	94.1	36.1	68.7	49.2	Tierra Blanca	19.1	6.6	SE
Agosto	93.4	39.2	68.7	48.5	Mesa de Fuentes	16.8	6.2	SE
Septiembre	96.4	49.1	78.2	34.4	Tierra Blanca	13.7	4.8	SE
Octubre	93.9	36.2	68.0	33.5	La Victoria	14.3	5.5	SSE
Noviembre								
Diciembre								

*Promedios considerando todas las estaciones de la red.

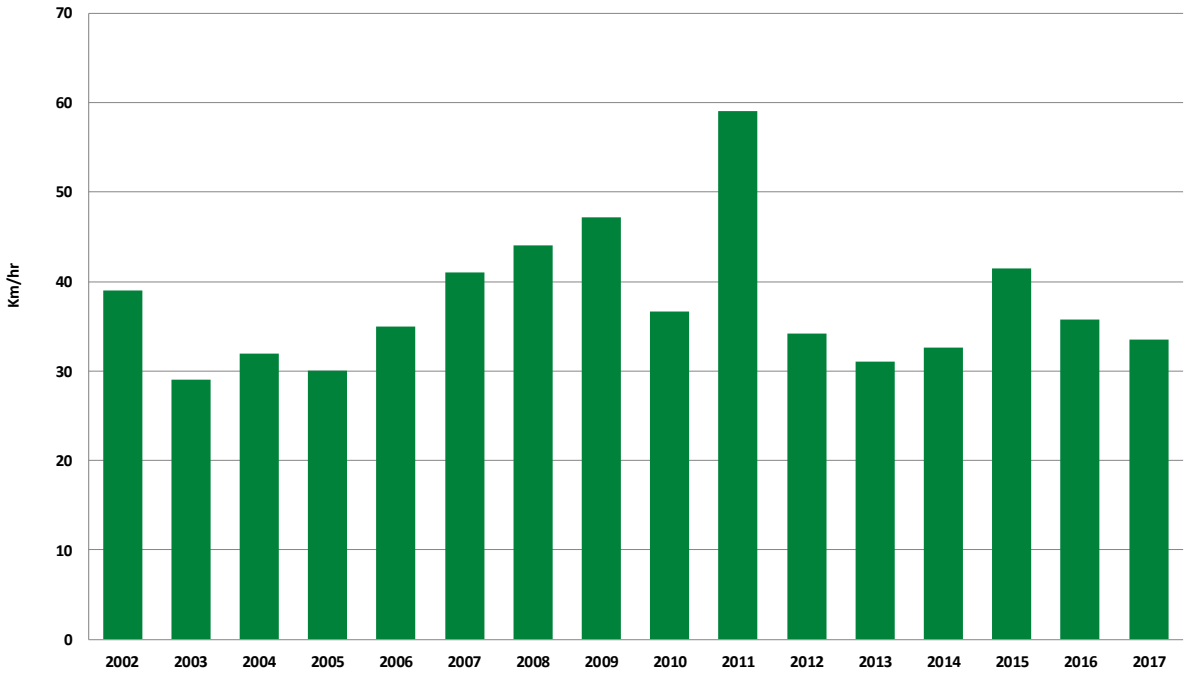


Figura 18. Valor máximo histórico de velocidad del viento en el mes de octubre, considerando las 38 estaciones de la red de monitoreo agroclimático del estado de Zacatecas.

Cuadro 6. Precipitación mensual y acumulada por estación en el año 2017 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	0.0	0.0	25.8	0.0	2.8	22.0	135.6	179.8	113.8	5.4			485.2
Agua Nueva	0.0	0.0	41.6	2.2	6.2	8.6	89.4	78.0	97.6	7.4			331.0
C. Exp. Zacatecas	0.1	0.0	22.4	2.5	0.6	55.6	103.1	79.0	101.0	5.9			370.2
Campo Uno	0.0	0.0	9.0	0.1	16.3	46.6	92.5	225.7	70.0	2.1			462.3
Cañitas	0.0	0.0	19.6	0.8	0.8	16.0	140.4	75.6	117.0	8.6			378.8
CBTATepechitlán	0.0	2.8	6.2	0.2	0.0	30.0	246.6	176.4	116.4	23.2			601.8
CBTA Valparaíso	0.0	0.0	20.8	0.0	2.0	5.8	146.6	113.0	123.8	9.8			421.8
Chaparrosa	0.0	0.0	8.1	0.0	4.0	27.2	73.6	97.4	86.1	17.4			313.8
COBAEZ	0.0	0.0	7.2	0.0	6.0	21.2	68.6	117.0	119.6	21.0			360.6
Col. Emancipación	0.0	0.0	3.6	0.0	3.0	17.8	98.0	100.2	156.8	11.2			390.6
Col. Glz. Ortega	0.2	0.0	15.2	4.6	1.4	37.2	81.8	181.6	108.8	28.0			458.8
Col. Hidalgo	0.0	0.5	17.1	2.1	3.8	38.3	86.2	133.2	103.7	7.1			392.0
Col. Progreso	0.0	0.0	12.4	1.5	0.8	25.1	119.1	167.7	132.6	11.3			470.5
El Alpino	0.0	0.1	4.3	0.0	1.6	33.5	148.3	125.9	111.7	15.7			441.1
El Pardillo 3	0.0	0.0	27.2	0.0	7.5	48.4	84.1	101.9	101.5	12.2			382.8
El Saladillo	0.0	0.0	20.2	0.0	8.3	31.4	127.2	103.5	116.8	9.4			416.8
Emiliano Zapata	0.0	0.0	17.5	0.0	7.5	43.7	151.4	128.1	122.1	23.3			494.0
Estancia de Ánimas	0.2	0.2	23.4	1.6	10.4	20.6	82.6	61.8	134.0	3.0			337.8
La Victoria	0.0	0.2	12.4	6.4	17.2	58.4	78.0	71.2	56.8	17.2			317.8
Las Arcinas	0.2	0.0	5.4	0.6	5.8	40.8	128.6	145.8	104.2	25.2			456.6
Loreto	0.0	0.0	2.2	0.0	8.2	29.8	65.2	72.2	85.2	3.2			266.0
Marianita	0.0	0.0	31.2	3.0	33.8	23.4	110.4	95.0	109.8	8.0			414.6
Mesa de Fuentes	0.0	0.0	22.0	4.4	4.4	35.2	131.0	73.6	187.0	7.4			478.2
Mogotes	0.0	0.0	21.8	0.0	31.6	32.2	93.8	99.0	79.0	17.6			375.0
Momax	0.0	0.6	13.0	0.2	7.2	53.2	242.8	193.4	156.4	6.2			673.0
Palmas Altas	0.0	0.0	30.1	0.1	2.4	15.0	162.8	94.2	147.0	7.9			459.5
Providencia	0.0	4.7	24.2	0.2	0.0	37.9	127.0	215.7	136.9	93.4			640.0
Rancho Grande	0.0	0.0	6.4	0.0	0.8	22.4	49.0	82.2	118.4	24.6			303.8
Santa Fe	0.0	0.2	9.0	0.0	0.4	5.8	144.8	90.6	92.6	9.0			352.4
Santa Rita	0.0	0.1	11.1	0.1	8.6	13.1	168.4	83.1	110.4	0.7			395.6
Santo Domingo	0.0	3.6	8.2	0.0	0.2	25.8	253.2	153.8	68.4	14.4			527.6
Sierra Vieja	0.0	0.0	6.4	1.1	17.7	12.3	71.5	66.0	69.1	2.9			247.0
Tanque Hacheros	0.4	0.0	28.4	16.2	11.4	39.2	49.0	67.8	69.4	25.4			307.2
Tierra Blanca	0.0	4.0	2.6	0.0	0.0	37.8	244.2	155.0	121.8	15.8			581.2
U.A. Agronomía	0.0	0.8	17.0	1.4	3.2	25.4	175.6	91.0	114.6	3.6			432.6
U.A. Biología	1.0	0.0	5.8	1.0	0.6	32.8	132.2	143.6	136.4	10.6			464.0
UPSZ El Remolino	0.0	2.7	1.7	0.0	0.1	23.7	150.9	59.2	90.9	17.1			346.3
Villanueva	0.0	3.0	3.6	0.0	0.8	6.4	158.8	157.8	145.4	21.4			497.2
PROMEDIO	**0.1**	**0.6**	**14.8**	**1.3**	**6.2**	**28.9**	**126.6**	**117.3**	**111.4**	**14.6**			**422.3**
VALOR MÁXIMO	**1.0**	**4.7**	**41.6**	**16.2**	**33.8**	**58.4**	**253.2**	**225.7**	**187.0**	**93.4**			**673.0**
VALOR MÍNIMO	**0.0**	**0.0**	**1.7**	**0.0**	**0.0**	**5.8**	**49.0**	**59.2**	**56.8**	**0.7**			**247.0**

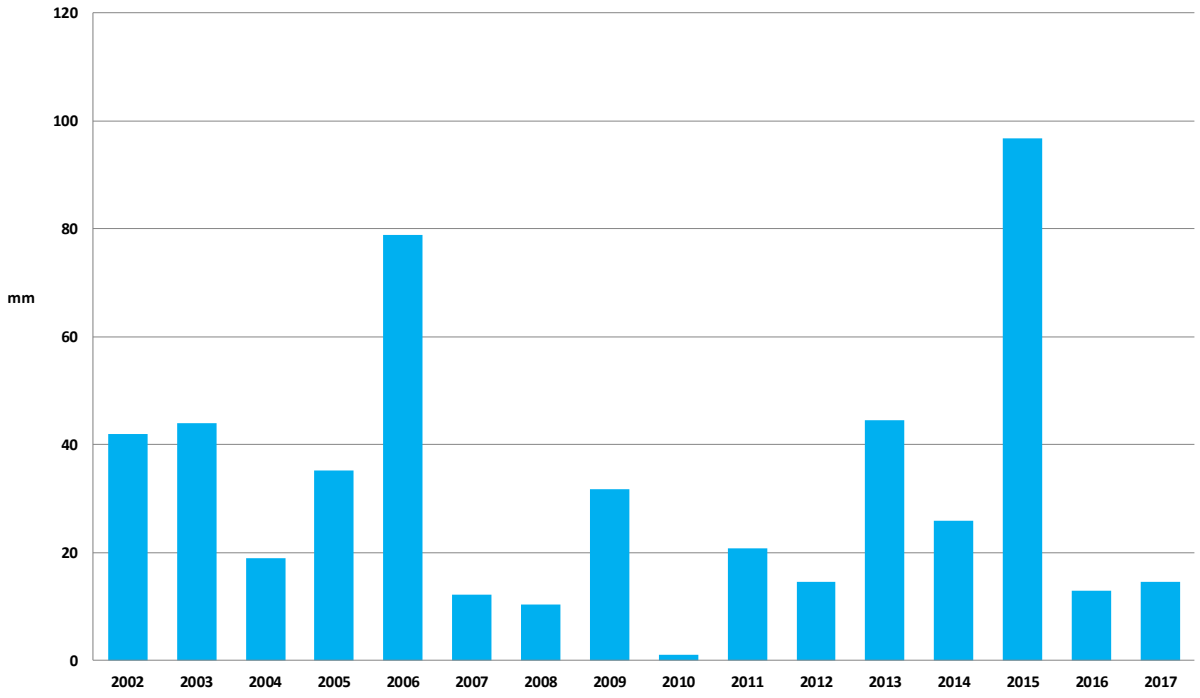


Figura 19. Precipitación promedio histórica del mes de octubre considerando las 38 estaciones de la red de monitoreo agroclimático del estado de Zacatecas.

Literatura citada

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

Allen, R. G., Pereira, L. S., Raes, D. y Smith, M. 2006. Evapotranspiración del cultivo. Guías para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). Roma. 298 p.

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, Zac., 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. 2p.

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.

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.

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 2017

Revisión y edición
Dr. Jorge A. Zegbe Domínguez
Dr. Luis R. Reveles Torres

CÓDIGO INIFAP
MX-0-250901-20-02-11-11-169

Encargada comisión editorial del CEZAC
Dra. Raquel Karina Cruz Bravo

Grupo Colegiado del CEZAC
Presidente: Dr. Jaime Mena Covarrubias
Secretario: MC. Ricardo Alonso Sánchez Gutiérrez
Vocal: Dr. Luis Roberto Reveles Torres
Vocal: Dr. Guillermo Medina García
Vocal: Ing. Manuel Reveles Hernández
Vocal: Dr. Francisco Echavarría Cháirez
Vocal: MC. Mayra Denise Herrera

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

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

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

Reporte agrometeorológico
Octubre de 2017

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 2017.
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
MC.	Nadiezhda Y. 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
Ing.	José Ángel Cid Ríos*	Fríjol y Garbanzo
MC.	Juan José Figueroa González	Fríjol y Garbanzo
MC.	Mayra Denise Herrera	Fríjol 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

www.inifap.gob.mx