Reporte agrometeorológico
Julio de 2016

Red de monitoreo agroclimático del estado de Zacatecas

Guillermo MEDINA GARCÍA
Arturo CORRALES SUASTEGUI
Víctor Manuel RODRÍGUEZ MORENO

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. 154

No está permitida la reproducción total o parcial de esta publicación, ni la transmisión de ninguna forma o por cualquier medio, ya sea electrónico, mecánico, fotocopia, por registro u otros métodos, sin el permiso previo y por escrito de la Institución.

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

Primera edición. 2016
Impreso en México

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias

Reporte agrometeorológico

Julio de 2016

Red de monitoreo agroclimático del estado de Zacatecas

Guillermo MEDINA GARCÍA[1]
Arturo CORRALES SUASTEGUI[2]
Víctor Manuel RODRÍGUEZ MORENO[3]

[1]Dr. Investigador responsable de la Red de Monitoreo agroclimático del estado de Zacatecas. Campo Experimental Zacatecas. INIFAP.
[2]MC. Investigador Agrometeorología y Modelaje. Campo Experimental Pabellón. INIFAP.
[3]Dr. Investigador responsable del Laboratorio Nacional de Modelaje y Sensores Remotos. Campo Experimental Pabellón. INIFAP.

Contenido

ANTECEDENTES 1
RED DE MONITOREO AGROCLIMÁTICO 2
RESUMEN MENSUAL DE VARIABLES METEOROLÓGICAS 4
PRONÓSTICO DE LLUVIA 5
AGRICULTURA Y CLIMA 7
Precipitación 7
Índice de humedad 15
Balance hídrico 17
RESUMEN MENSUAL 20
LITERATURA CITADA 25

Antecedentes

México es un país naturalmente vulnerable a los cambios en el clima: por su ubicación geográfica, en la zona intertropical del hemisferio norte, que coloca a dos terceras partes del país en zonas áridas o semiáridas mientras una tercera parte está sujeta a inundaciones; por su exposición a ciclones tropicales en sus tres márgenes costeros; por la diferencia en elevación de su territorio; y por la distribución de la precipitación y diferencias en el escurrimiento, durante el curso del año y en espacio a lo largo y ancho del país (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 datos meteorológicos es de vital importancia en la planeación del manejo agrícola. La disponibilidad de un historial de datos abundante, fiable y permanente permitirá aplicar herramientas para la toma de decisiones que beneficiarán a la comunidad agrícola, creando sistemas ambientalmente sostenibles en el tiempo (INFODEPA, 2012).

En el estado de Zacatecas la mayor parte de la agricultura se realiza en condiciones de temporal (INEGI, 2014); la estación de crecimiento se caracteriza por alta frecuencia de sequías, ocurrencia de heladas tempranas y tardías, lluvias torrenciales y mal distribuidas, y vientos de gran intensidad. La presencia de plagas y enfermedades, la eficiencia en la absorción de nutrientes, la demanda de agua por las plantas y la duración de los ciclos vegetativos, dependen también en gran medida de las condiciones del clima (FAO, 1981; Critchfield, 1983; Silva y Hess, 2001).

Como parte de la estrategia para la divulgación de la información registrada por la red de estaciones, se presenta un reporte agrometeorológico mensual, mediante el cual se da a conocer información de las condiciones ambientales prevalecientes durante cada mes, relacionada con el desarrollo de los cultivos y comparada con las condiciones climáticas normales.

Red de monitoreo agroclimático del estado de Zacatecas

La red cuenta con 38 estaciones climáticas automáticas (Cuadro 1) distribuidas (Figura 1) en el Estado, cubriendo diferentes ambientes. Cada estación está equipada para medir la temperatura del aire, humedad relativa, precipitación, dirección y velocidad del viento y radiación solar. La medición de las condiciones del estado del tiempo se realiza cada 15 minutos y los datos son transmitidos por las estaciones a la base central que se encuentra ubicada en el Campo Experimental Zacatecas (Medina, 2016). La información de las estaciones puede ser consultada en tiempo real en Internet en el sitio:

www.zacatecas.inifap.gob.mx

Ahí se pueden consultar los datos en forma numérica y en forma gráfica. Se presentan también índices agroclimáticos como horas frío, horas de heladas, evapotranspiración y aplicaciones para programación del riego (Servín *et al*., 2012) y alerta fitosanitaria (Cabral *et al*., 2012). La información está disponible para los productores, dependencias relacionadas con el Sector Agropecuario y para el público en general.

Cuadro 1. Estaciones de la red de monitoreo agroclimático del estado de Zacatecas.

ESTACIÓN	MUNICIPIO
Campo Exp. Zacatecas	Calera
Cañitas	Cañitas Felipe P.
Mesa de Fuentes	Enrique Estrada
Mogotes	F. R. Murguía
Ábrego	Fresnillo
Col. Emancipación	Fresnillo
El Pardillo 3	Fresnillo
Rancho Grande	Fresnillo
U. A. Biología	Guadalupe
Santo Domingo	Jalpa
Palmas Altas	Jerez
Santa Rita	Jerez
Santa Fe	Jerez
UPSZ El Remolino	Juchipila
Loreto	Loreto
Marianita	Mazapil
Tanque de Hacheros	Mazapil
Campo Uno	Miguel Auza
Momax	Momax
El Alpino	Ojocaliente
El Saladillo	Pánfilo Natera
La Victoria	Pinos
Col. Progreso	Río Grande
Col. González Ortega	Sombrerete
Col. Hidalgo	Sombrerete
Emiliano Zapata	Sombrerete
Providencia	Sombrerete
Tierra Blanca	Tabasco
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

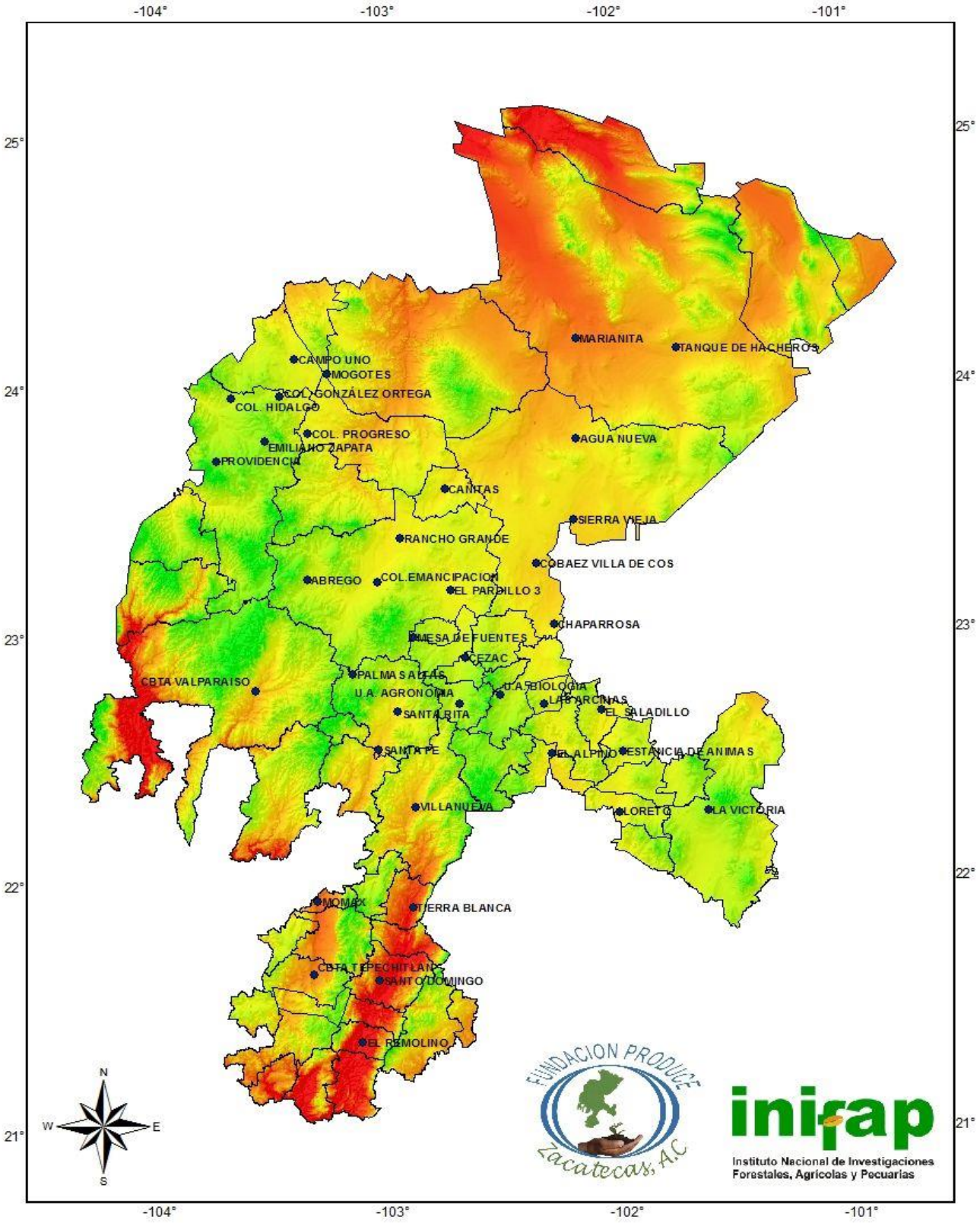


Figura 1. Red de monitoreo agroclimático del estado de Zacatecas.

Resumen de variables meteorológicas

Mes de Julio

TEMPERATURA

	°C	Estación
Promedio	19.7	
Máxima promedio	27.8	
Máxima extrema	34.7	Marianita
Mínima promedio	13.1	
Mínima extrema	6.9	Las Arcinas
Promedio histórico*	19.2	

PRECIPITACIÓN

	mm	Estación
Promedio mensual	104.0	
Mínima	26.4	Agua Nueva
Máxima	234.0	Santo Domingo
Promedio decena uno	34.4	
Mínima	2.6	Cañitas
Máxima	105.0	CBTA Tepechitlán
Promedio decena dos	16.8	
Mínima	0.2	Ábrego
Máxima	60.6	Santo Domingo
Promedio decena tres	52.8	
Mínima	15.0	El Saladillo
Máxima	134.9	Col. Hidalgo
Promedio mensual histórico*	104.2	

HUMEDAD RELATIVA

	%	Estación
Promedio	65.3	
Máxima promedio	93.4	
Máxima extrema	100.0	13 estaciones
Mínima promedio	31.9	
Mínima extrema	13.0	4 estaciones
Promedio histórico**	67.6	

VIENTO

	Km/hr	Estación
Promedio	6.3	
Máxima promedio	19.0	
Máxima extrema	45.6	Tierra blanca
Dirección dominante	SE	
Máxima promedio histórica**	18.8	

En la obtención de los valores de este resumen se consideran las 38 estaciones de la red.
*Fuente: CNA. Datos históricos 1981-2010
**Fuente: Red de monitoreo agroclimático 2002-2015.

Pronóstico de lluvia

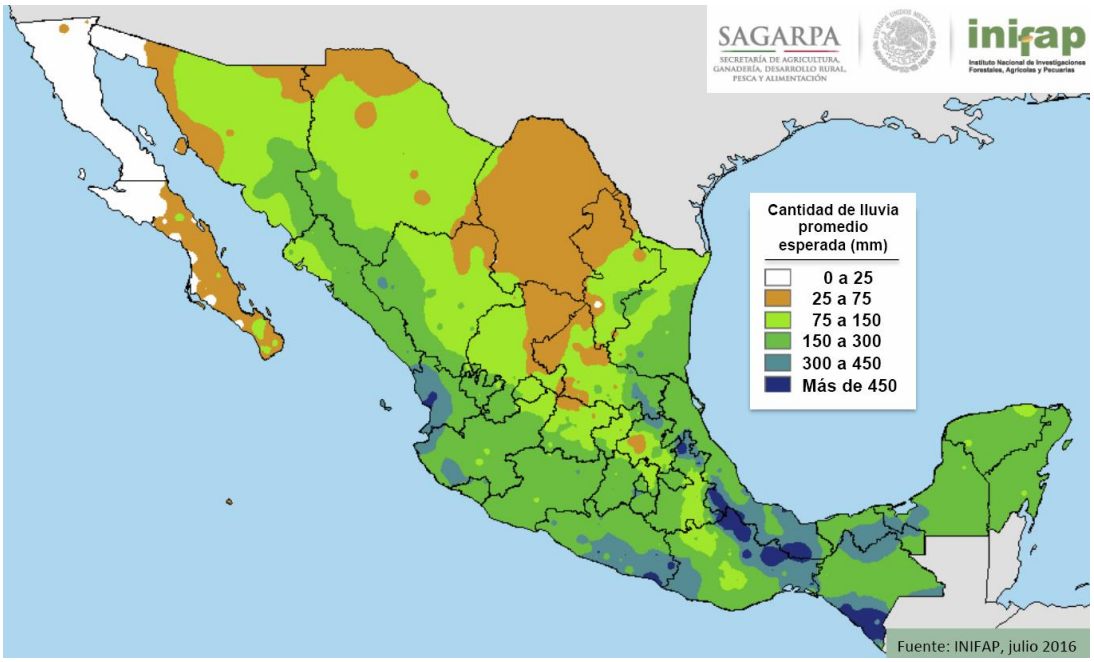


Figura 2. Pronóstico de lluvia para el mes de agosto de 2016.

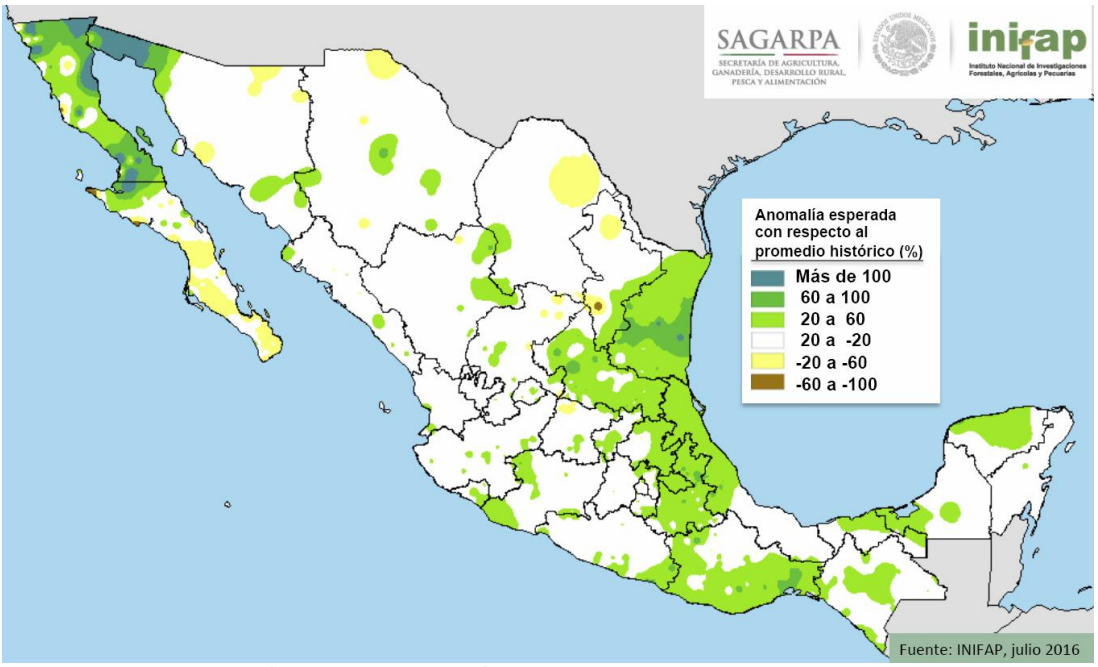


Figura 3. Pronóstico de anomalía de lluvia para el mes de agosto de 2016.

En el mes de agosto se espera una precipitación de 25 a 75 mm en el norte del estado de Zacatecas, en el centro de 75 a 150 mm y en el sur de 150 hasta 300 mm (Figura x2), esto representa lluvia igual al promedio histórico en la mayor parte del Estado (Figura x3).

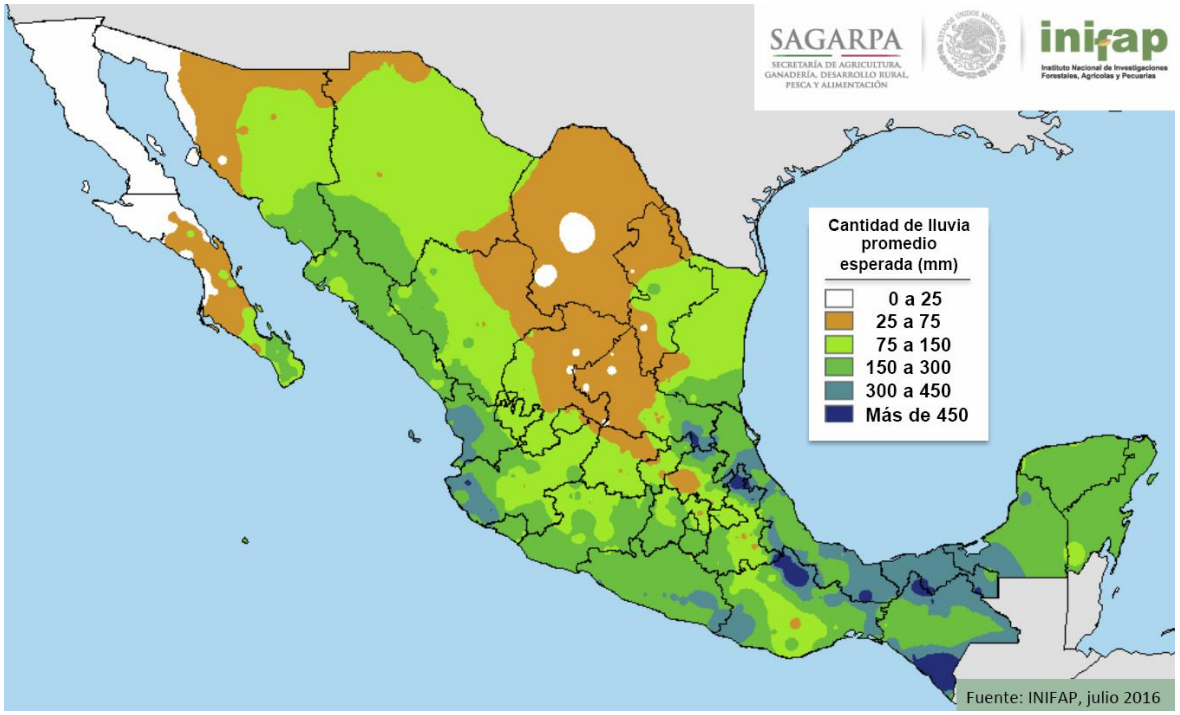


Figura 4. Pronóstico de lluvia para el mes de septiembre de 2016.

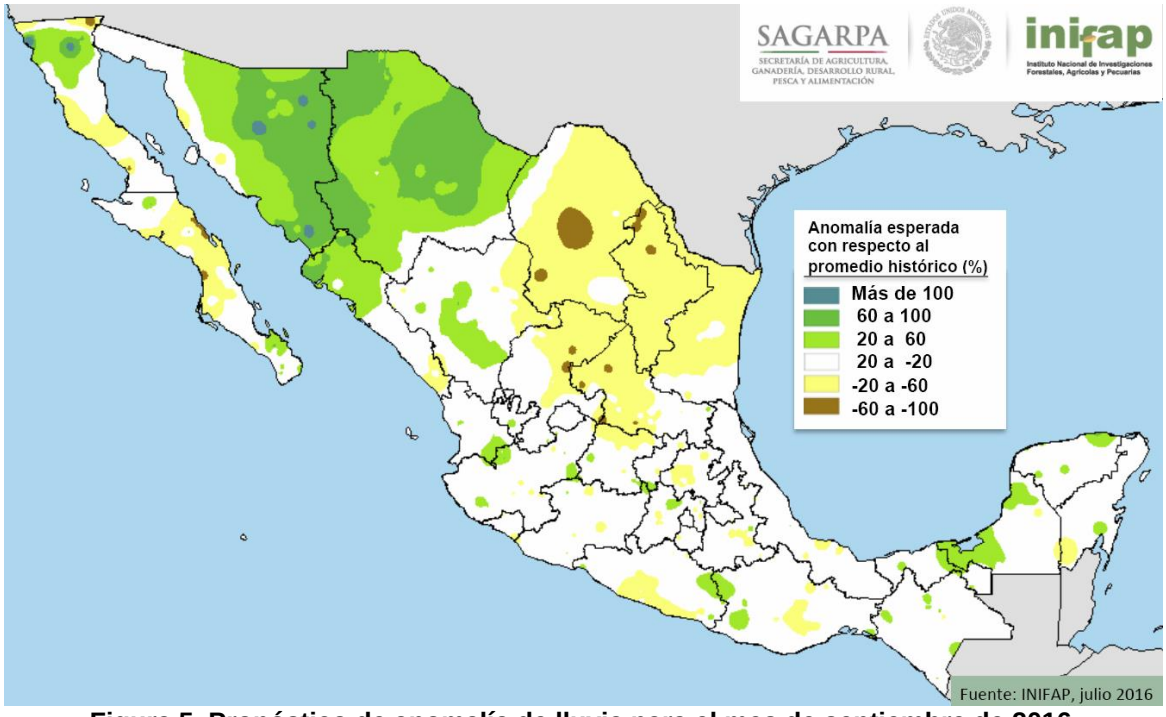


Figura 5. Pronóstico de anomalía de lluvia para el mes de septiembre de 2016.

En el mes de septiembre se espera una precipitación de 25 a 75 mm en la mayor parte del Estado y 75 a 150 mm en el sur (Figura x4). Esto representa lluvia ligeramente inferior en el norte del Estado e igual al promedio en el sur (Figura x5).

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 (Villalpando, 1985), 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 se registraron 34.4 mm en promedio, alcanzando valores desde 2.6 mm en la estación Cañitas, hasta 105.0 mm en la estación CBTA Tepechitlán (Figura 6). En esta decena se presentaron lluvias menores a lo normal en diferentes regiones del Estado, principalmente en el centro, y mayores a lo normal en otras regiones diferentes, esto significa que la lluvia de esta decena fue irregular (Figura 7).

En la segunda decena del mes de julio disminuyeron las lluvias en la mayor parte del Estado, se registró en promedio 16.8 mm, alcanzando valores desde 0.2 mm en la estación Ábrego, Fresnillo, hasta 60.6 mm en la estación Santo Domingo, Jalpa (Figura 8). Las lluvias ocurridas representan lluvias inferiores a lo normal en todo el Estado hasta 100% menores al promedio, en la región frijolera, centro y sureste (Figura 9).

En la tercera decena del mes de julio aumentaron las lluvias, registrándose desde 15.0 mm en la estación El Saladillo, Pánfilo Natera y hasta 134.9 mm en la estación Col. Hidalgo, Sombrerete (Figura 10). Respecto al porcentaje de lluvia en comparación con el promedio histórico, prácticamente en todo el Estado llovió más de lo normal, excepto en el sur del municipio de Jerez, Tepetongo y Villanueva (Figura 11).

Considerando las lluvias acumuladas durante el mes, se presentaron precipitaciones entre 26.4 y 234.0 mm, siendo 104.0 mm el promedio de todas las estaciones (Figura 12). Las lluvias

ocurridas fueron irregulares y representan tanto lluvia igual al promedio histórico, como lluvias menores y mayores a lo normal. (Figura 13).

En resumen, tomando en cuenta la lluvia registrada en todas las estaciones de la Red, en promedio se registró 34.4 mm en la primera decena, 16.8 mm en la segunda y 52.8 mm en la tercera, contra el promedio de las mismas decenas que son de 37.6, 38.0 y 28.6 mm, lo cual indica que en la segunda decena del mes de julio llovió menos de lo normal y en la tercera decena más de lo normal, de manera general.

De acuerdo con las lluvias registradas en el mes puede decirse que la precipitación ha sido irregular en la distribución espacial y temporal en el Estado, por lo que al 31 de julio, se ha sembrado aproximadamente un 40% de lo programado (Cuadro 3).

La precipitación acumulada durante los meses de junio y julio oscila entre 47.6 mm en la estación Agua Nueva, Villa de Cos y 319.0 mm en la estación Santo Domingo, Jalpa, aunque en la mayor parte del Estado ha oscilado entre 100 y 200 mm (Figura 14).

Considerando la cantidad de lluvia ocurrida en estos dos meses como porcentaje con respecto a la lluvia promedio, en la mayor parte del Estado las lluvias han sido superiores al promedio (Figura 15).

En la Figura 16 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

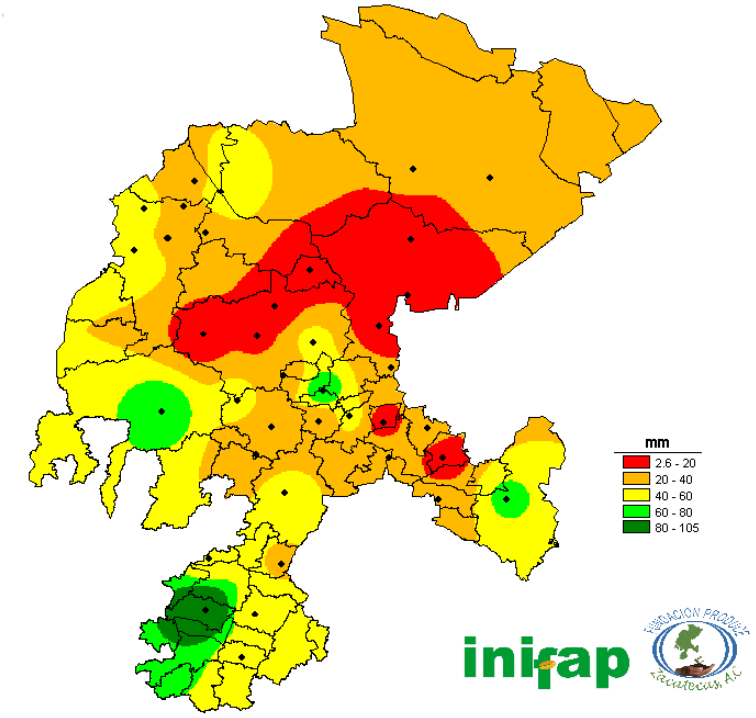


Figura 6. Precipitación de la primera decena del mes de julio del 2016. Red de monitoreo agroclimático del estado de Zacatecas.

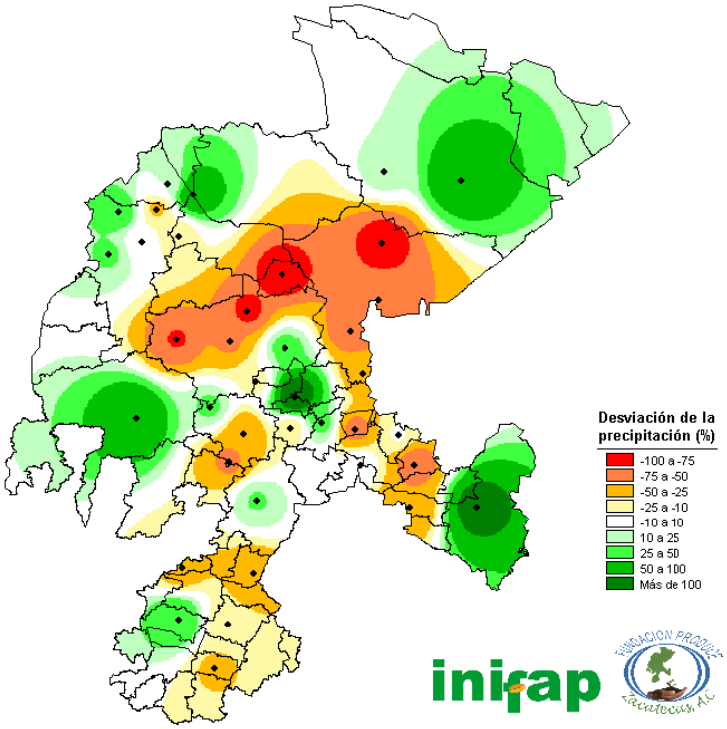


Figura 7. Porcentaje de la precipitación ocurrida en la primera decena del mes de julio del 2016 con respecto al promedio histórico. Red de monitoreo agroclimático del estado de Zacatecas.

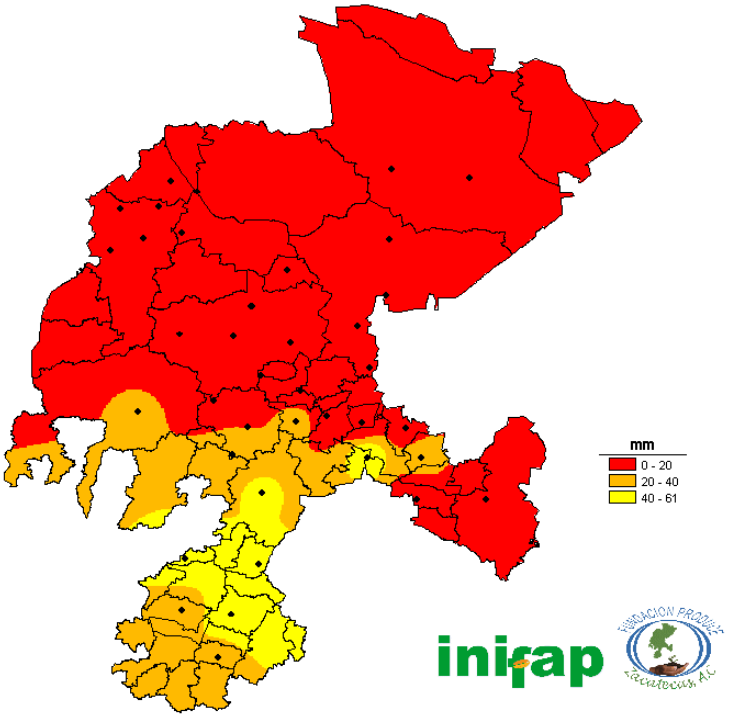


Figura 8. Precipitación de la segunda decena del mes de julio del 2016. Red de monitoreo agroclimático del estado de Zacatecas.

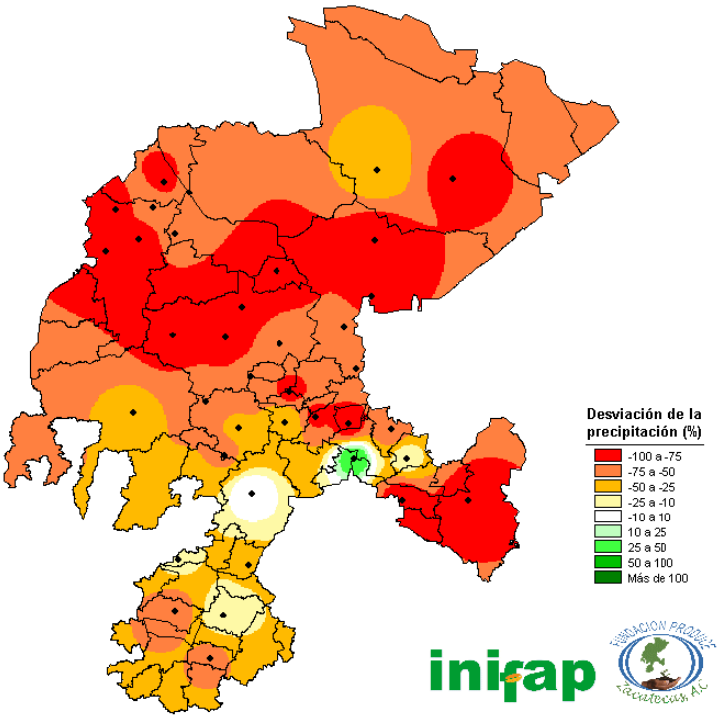


Figura 9. Porcentaje de la precipitación ocurrida en la segunda decena del mes de julio del 2016 con respecto al promedio histórico. Red de monitoreo agroclimático del estado de Zacatecas.

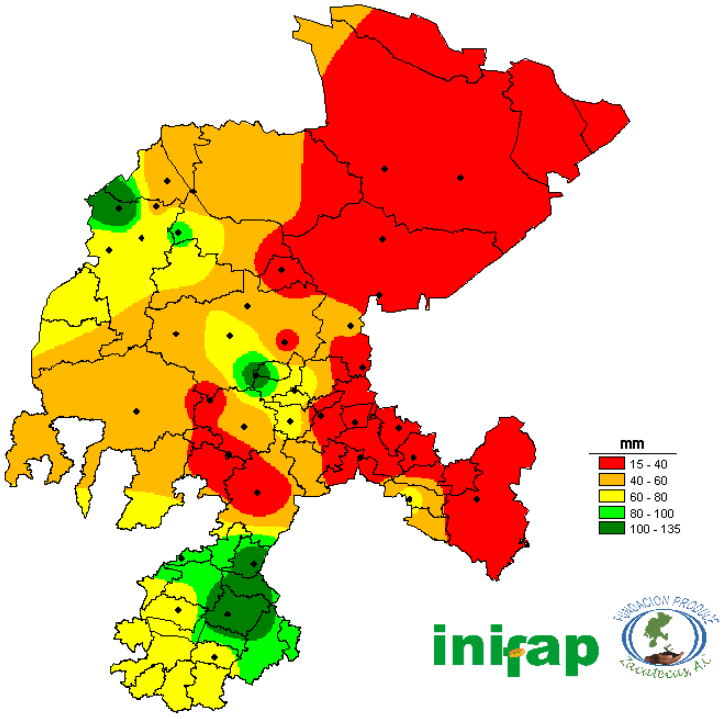


Figura 10. Precipitación de la tercera decena del mes de julio del 2016. Red de monitoreo agroclimático del estado de Zacatecas.

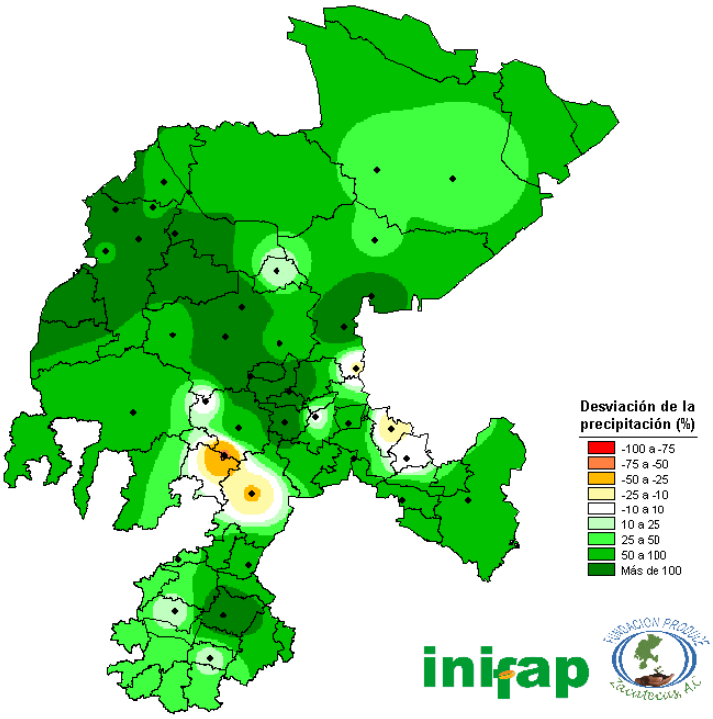


Figura 11. Porcentaje de la precipitación ocurrida en la tercera decena del mes de julio del 2016 con respecto al promedio histórico. Red de monitoreo agroclimático del estado de Zacatecas.

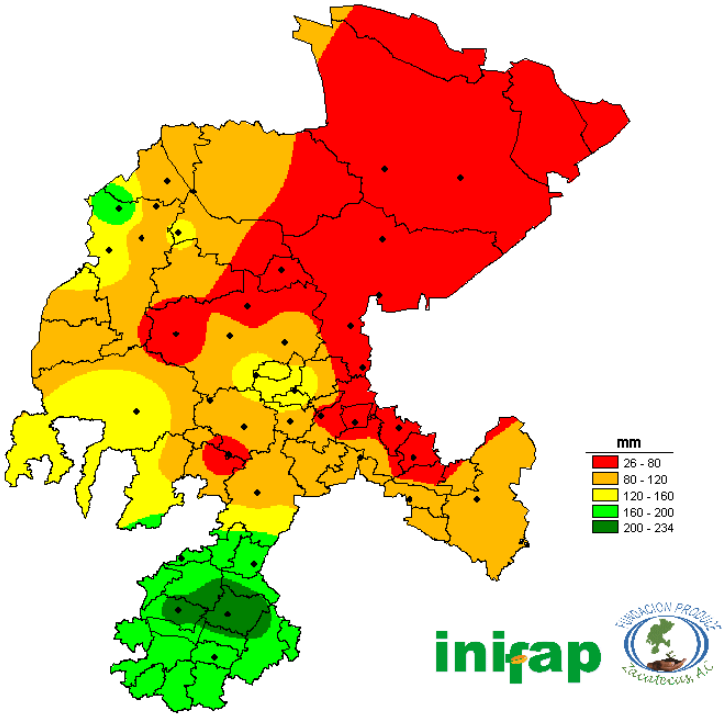


Figura 12. Precipitación del mes de julio del 2016. Red de monitoreo agroclimático del estado de Zacatecas.

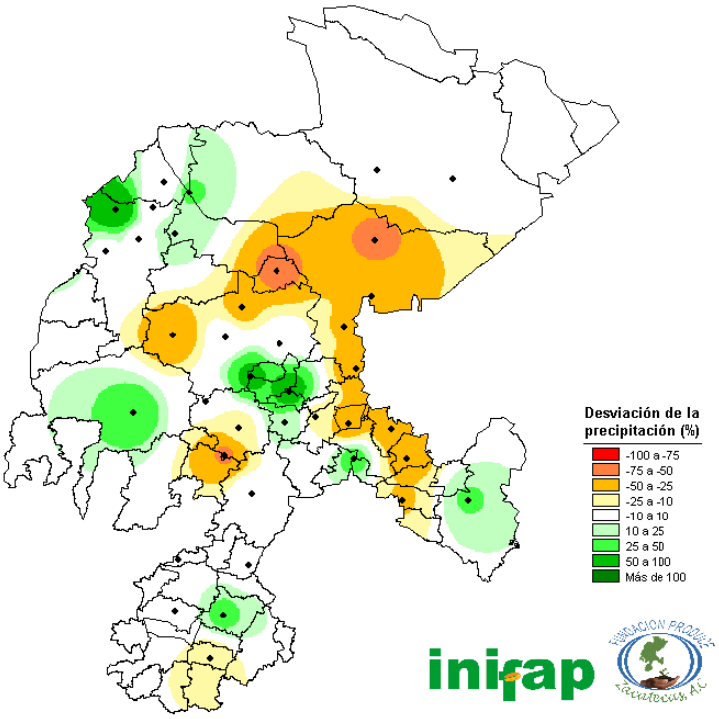


Figura 13. Porcentaje de la precipitación ocurrida en el mes de julio del 2016 con respecto al promedio histórico. Red de monitoreo agroclimático del estado de Zacatecas.

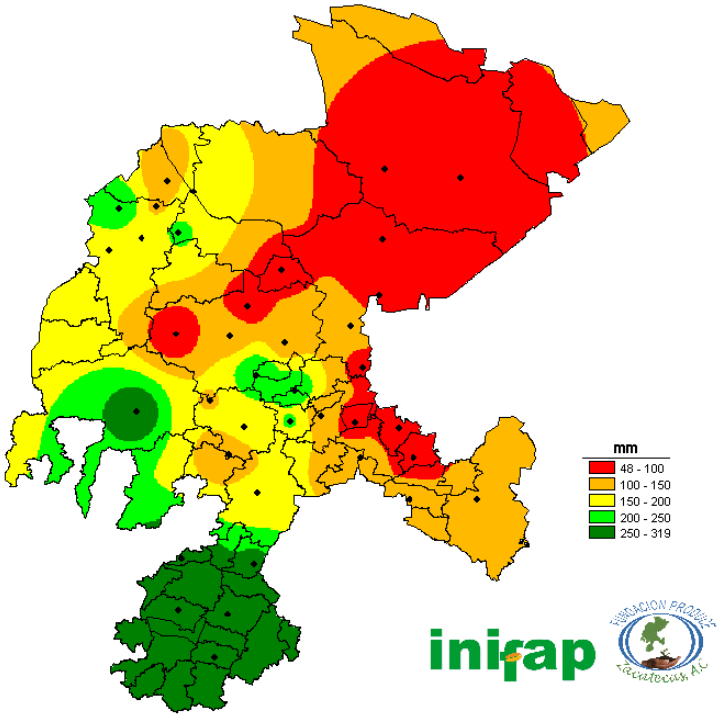


Figura 14. Precipitación acumulada en los meses de junio a julio del 2016.

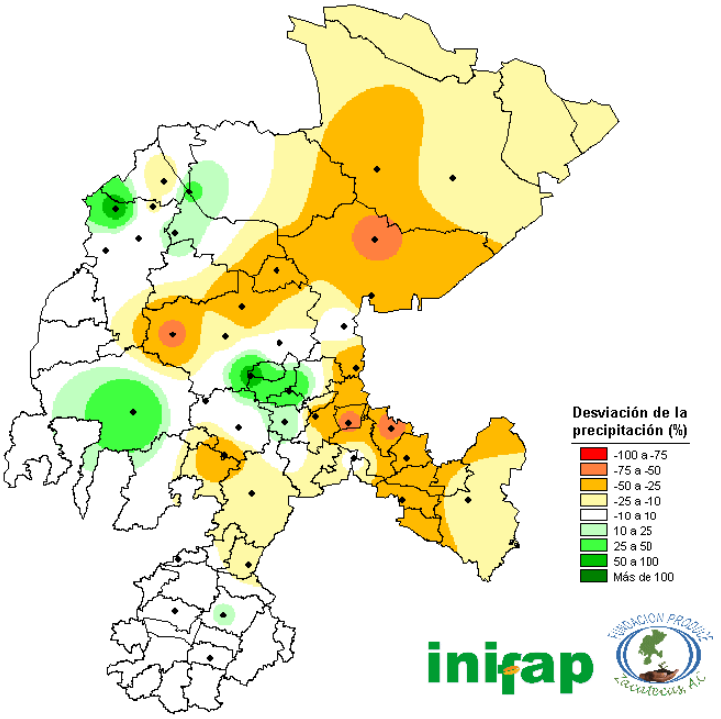
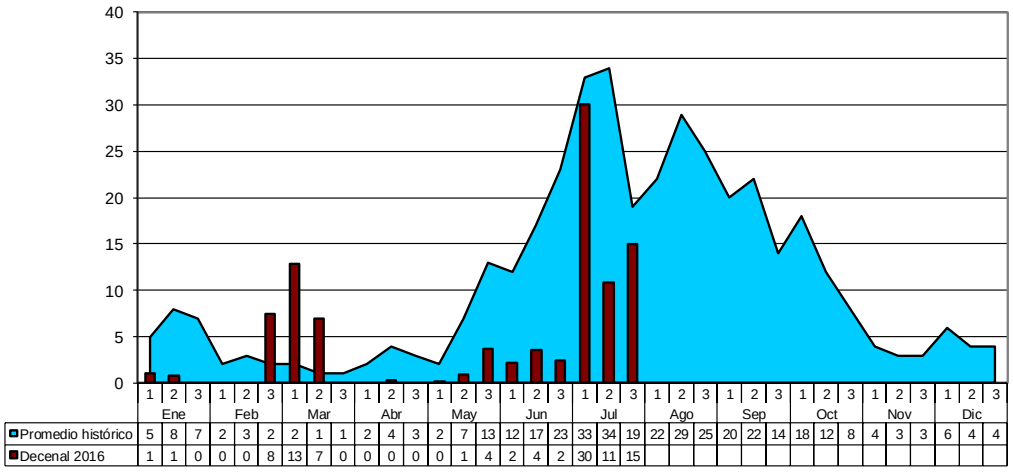


Figura 15. Porcentaje de la precipitación ocurrida en los meses de junio a julio del 2016 con respecto al promedio histórico.



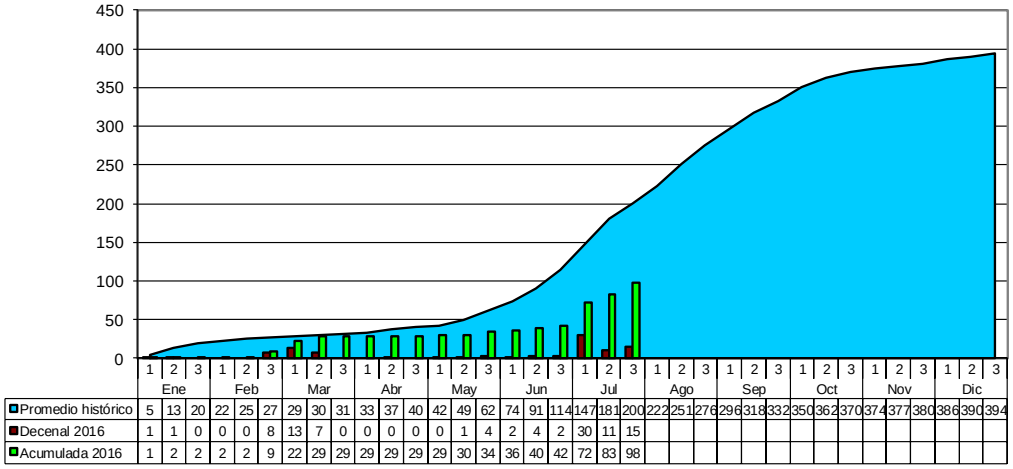


Figura 16. Precipitación decenal y acumulada hasta el mes de julio en la estación El Saladillo, Pánfilo Natera. Red de monitoreo agroclimático del estado de Zacatecas.

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 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 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 julio de manera general se presentaron precipitaciones menores a lo normal en el centro y sureste del Estado, no obstante, se

iniciaron las siembras en algunas regiones del Estado (Cuadro 3). En la Figura 17 se presenta el mapa del índice de humedad del mes. De acuerdo con la figura, el índice de humedad resultó deficiente o ligeramente deficiente en la mayor parte del Estado y el resto adecuada o ligeramente excesiva (región de Los Cañones y Valparaíso), lo cual indica que las siembras que se realizaron a principios de julio sufrieron por humedad en buena parte del estado y en Los Cañones sufrieron ligeramente por exceso.

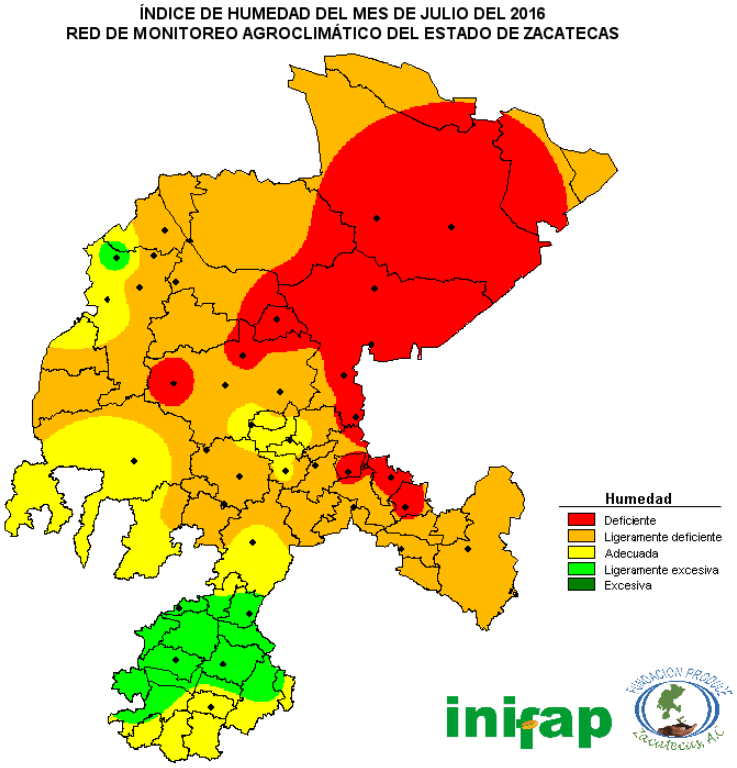


Figura 17. Índice de humedad del mes de julio del 2016.

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 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 almacenada en dicha zona y puede ser utilizada por las plantas (Veenhuizen, 2000).

La capacidad de campo es la máxima capacidad de retención de humedad por el suelo. El punto de marchitez 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 los dos anteriores. (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 y María, 2004).

En el Cuadro 3 se presenta el avance de siembras de frijol de temporal en el ciclo PV 2016, se observa que en las tres fechas reportadas la que presentó un mayor porcentaje de siembras fue la del 15 de julio de 2016 con un 44%, mientras que en las otras dos fechas apenas fue un avance de 13.1 y 10.7%. Considerando los datos presentados en este cuadro, se está proponiendo como fecha de siembra para realizar el balance hídrico del frijol de temporal el 11 de julio (segunda decena), ya que el balance se presenta por decenas.

En el Cuadro 4 se presenta el balance hídrico de frijol de temporal considerando una fecha de siembra del 11 de julio. Aunque se consideró esta fecha de siembra por tener un avance del 44% al 15 de julio de 2016, el porcentaje de humedad en la segunda decena del mes no fue suficiente para generalizar las siembras; en el Distrito de Desarrollo Rural (DDR) Fresnillo solo en la estación El Pardillo se tuvo humedad suficiente; de igual manera en el DDR Zacatecas, de nueve estaciones solo en cuatro se tuvo humedad suficiente para sembrar. En cambio, en el DDR Río Grande de manera general en la segunda decena del mes de julio se contó con 92% de humedad para satisfacer la demanda del frijol. En la tercera decena del mes, con las precipitaciones ocurridas, el índice de humedad aumentó en los cuatro DDR en promedio a un 98%.

Cuadro 3. Porcentaje de avance de siembras para frijol de temporal ciclo PV 2016 en los DDR del estado de Zacatecas.

DDR/FECHA	15/07/2016	22/07/2016	29/07/2016	SUMA
JALPA	65.3	26.8	0.7	92.9
CONCEPCIÓN DEL ORO	65.0	0.0	0.0	77.0
ZACATECAS	48.1	4.2	3.9	75.0
RIO GRANDE	45.4	17.5	11.7	74.6
JEREZ	45.2	8.6	21.3	66.7
TLALTENANGO	35.2	16.7	14.8	65.0
FRESNILLO	24.3	22.6	30.1	56.2
OJOCALIENTE	23.4	8.0	3.1	34.5
TOTAL	44.0	13.1	10.7	67.7

Fuente: SAGARPA.

Cuadro 4. Porcentaje de satisfacción de la demanda hídrica de frijol de temporal considerando una fecha de siembra del 11 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		1	100										50
	CAÑITAS		2	100										51
	COL. EMANCIPACIÓN		4	100										52
	EL PARDILLO 3		100	100										100
	RANCHO GRANDE		9	100										54
	PROMEDIO		**23**	**100**										**62**
OJOCALIENTE	EL ALPINO		100	100										100
	EL SALADILLO		86	73										79
	ESTANCIA DE ÁNIMAS		100	100										100
	LA VICTORIA		100	100										100
	LORETO		51	100										75
	PROMEDIO		**87**	**95**										**91**
RIO GRANDE	CAMPO UNO		100	100										100
	COL. GLEZ. ORTEGA		100	100										100
	COL. HIDALGO		100	100										100
	COL. PROGRESO		66	100										83
	EMILIANO ZAPATA		76	100										88
	MOGOTES		100	100										100
	PROVIDENCIA		100	100										100
	PROMEDIO		**92**	**100**										**96**
ZACATECAS	AGUA NUEVA		12	97										55
	CEZAC		100	100										100
	CHAPARROSA		60	88										74
	COBAEZ		59	100										80
	LAS ARCINAS		18	100										59
	MESA DE FUENTES		100	100										100
	SIERRA VIEJA		13	100										57
	U.A. AGRONOMÍA		100	100										100
	U.A. BIOLOGÍA		100	100										100
	PROMEDIO		**63**	**98**										**80**
	PROMEDIO GENERAL		**68**	**98**										**83**

Resumen mensual

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

MES	TEMPERATURA (°C)						
	VALOR MÁXIMO	ESTACIÓN	VALOR MÍNIMO	ESTACIÓN	MEDIA* MÁXIMA	MEDIA* MÍNIMA	MEDIA*
Enero	31.8	UPSZ Remolino	-10.3	El Pardillo 3	20.0	-0.2	9.6
Febrero	35.9	UPSZ Remolino	-8.9	Momax	24.2	2.4	13.3
Marzo	35.3	UPSZ Remolino	-6.0	El Saladillo	23.9	5.4	14.8
Abril	37.7	UPSZ Remolino	-2.6	Abrego	27.7	8.2	18.3
Mayo	40.2	UPSZ Remolino	2.6	Momax	30.7	11.7	21.5
Junio	37.8	UPSZ Remolino	3.8	Cañitas	28.6	12.6	20.4
Julio	34.7	Marianita	6.9	Las Arcinas	27.8	13.1	19.7
Agosto							
Septiembre							
Octubre							
Noviembre							
Diciembre							

*Promedios considerando todas las estaciones de la red.

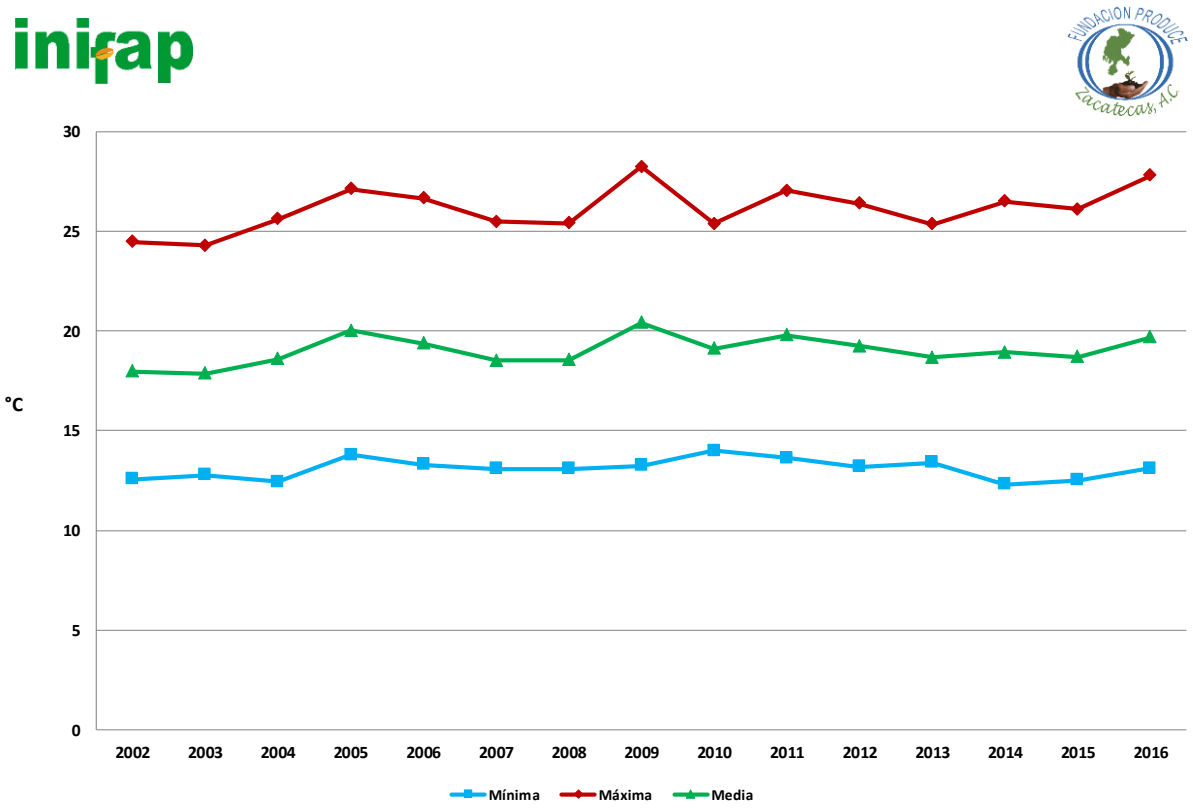


Figura 18. Temperaturas promedio histórica en el mes de julio, considerando las 38 estaciones de la red de monitoreo agroclimático del estado de Zacatecas.

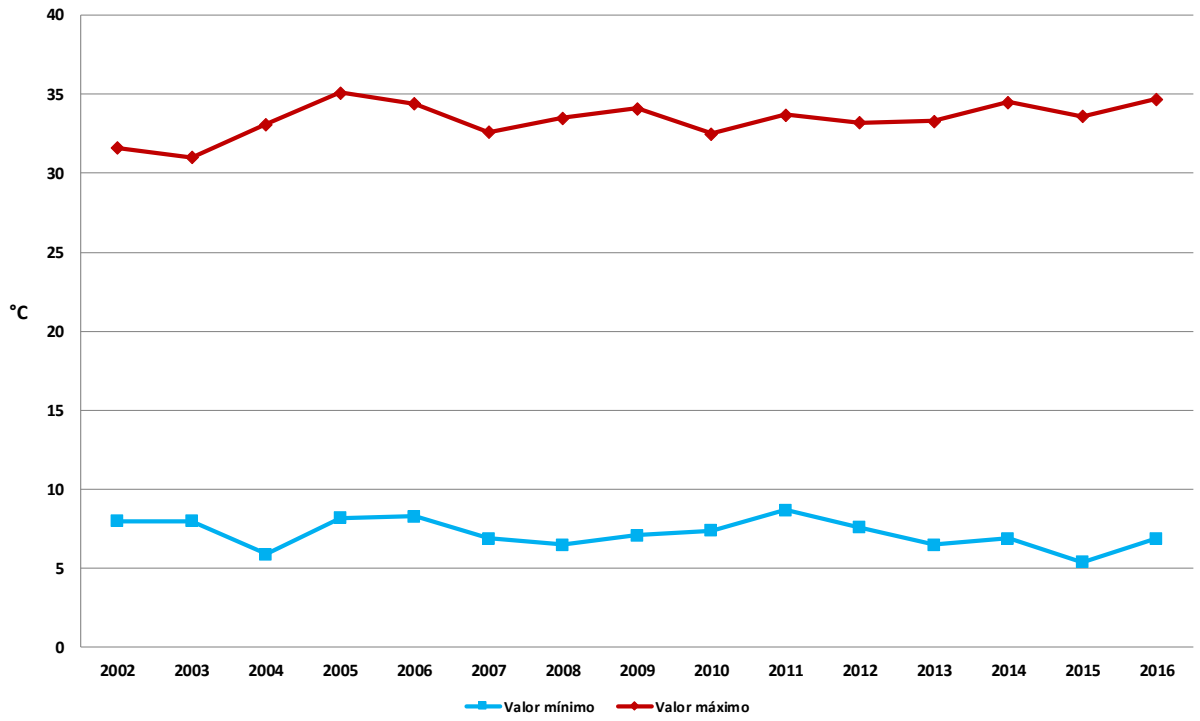


Figura 19. Valores máximos y mínimos históricos de temperatura en el mes de julio, considerando las 38 estaciones de la red de monitoreo agroclimático del estado de Zacatecas.

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

MES	HUMEDAD RELATIVA (%)			VELOCIDAD DEL VIENTO (km/hr)				VIENTO DIRECCIÓN DOMINANTE*
	MEDIA* MÁXIMA	MEDIA* MÍNIMA	MEDIA*	VALOR MÁXIMO	ESTACIÓN	MEDIA* MÁXIMA	MEDIA*	
Enero	77.8	17.7	45.8	48.1	Mogotes	17.3	6.6	SSO
Febrero	66.3	13.0	35.1	48.7	Mogotes, Campo 1	16.3	6.3	S
Marzo	72.0	16.6	40.7	56.9	Emiliano Zapata	21.9	9.0	S
Abril	58.8	11.2	29.9	51.4	Col. Emancipación	20.5	8.3	SSO
Mayo	71.8	14.9	39.2	54.4	Emiliano Zapata	19.7	7.3	S
Junio	85.7	25.1	55.0	56.1	Villanueva	20.3	7.3	SSE
Julio	93.4	31.9	65.3	45.6	Tierra Blanca	19.0	6.3	SE
Agosto								
Septiembre								
Octubre								
Noviembre								
Diciembre								

*Promedios considerando todas las estaciones de la red.

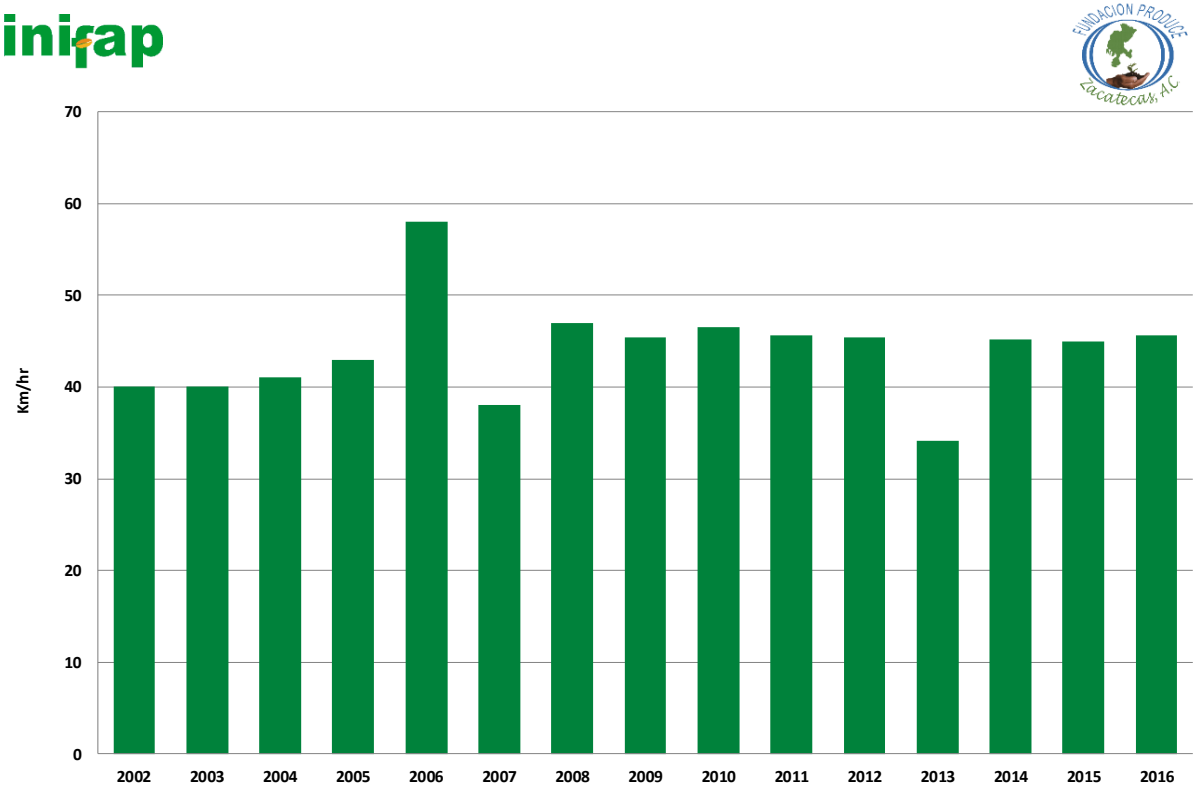


Figura 20. Valor máximo histórico de velocidad del viento en el mes de julio, considerando las 38 estaciones de la red de monitoreo agroclimático del estado de Zacatecas.

Cuadro 7. Precipitación mensual y acumulada del año 2016 de la red de monitoreo agroclimático del estado de Zacatecas.

ESTACIÓN	PRECIPITACIÓN (mm)												
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
Ábrego	0.4	4.6	17.6	0.8	3.4	21.8	52.4						101.0
Agua Nueva	3.4	1.6	24.0	1.4	30.4	21.2	26.4						108.4
C. Exp. Zacatecas	2.1	26.0	15.8	10.6	13.0	70.0	157.7						295.2
Campo Uno	7.6	2.3	17.2	0.0	5.2	27.7	88.7						148.7
Cañitas	0.6	8.2	11.0	0.2	21.0	48.8	32.6						122.4
CBTATepechitlán	6.8	4.0	5.2	7.2	15.0	94.6	201.0						333.8
CBTA Valparaíso	0.4	4.4	31.4	0.0	11.2	122.0	149.2						318.6
Chaparrosa	0.2	8.9	6.9	0.0	13.6	37.9	51.1						118.6
COBAEZ	0.8	4.6	10.4	0.8	6.8	70.8	60.2						154.4
Col. Emancipación	0.2	4.0	20.6	0.0	3.2	44.4	90.0						162.4
Col. Glz. Ortega	5.0	0.0	11.8	0.0	5.8	43.6	103.2						169.4
Col. Hidalgo	5.0	0.8	8.5	0.0	5.0	55.9	186.2						261.4
Col. Progreso	5.3	0.2	5.8	0.0	12.1	82.3	123.2						228.9
El Alpino	4.9	1.3	5.9	1.3	17.7	18.6	118.8						168.5
El Pardillo 3	0.1	3.7	11.9	0.0	14.3	38.3	96.8						165.1
El Saladillo	1.8	7.5	7.5	0.3	4.7	8.2	56.0						86.0
Emiliano Zapata	3.1	0.0	13.0	0.0	3.6	48.6	107.0						175.3
Estancia de Ánimas	8.4	2.2	8.2	0.6	10.0	20.6	59.4						109.4
La Victoria	4.4	12.4	20.2	5.0	23.0	28.6	89.4						183.0
Las Arcinas	2.6	5.4	6.0	0.0	9.0	20.8	51.0						94.8
Loreto	19.2	8.4	11.6	4.4	1.0	23.8	86.8						155.2
Marianita	4.6	6.0	10.8	4.4	35.8	7.4	54.8						123.8
Mesa de Fuentes	1.2	4.6	13.6	0.0	6.6	94.8	150.2						271.0
Mogotes	3.6	0.0	11.4	0.0	36.4	68.8	117.8						238.0
Momax	0.0	2.2	6.4	0.0	13.8	95.8	192.0						310.2
Palmas Altas	1.0	14.9	31.2	0.0	6.7	50.0	99.0						202.8
Providencia	4.4	2.3	17.7	0.0	11.3	56.9	126.6						219.2
Rancho Grande	0.6	2.0	15.6	0.6	8.8	15.0	59.0						101.6
Santa Fe	2.2	9.2	11.4	0.0	8.2	53.0	63.2						147.2
Santa Rita	5.1	15.5	17.5	1.2	12.1	78.4	96.6						226.4
Santo Domingo	0.0	5.4	4.8	0.2	18.8	85.0	234.0						348.2
Sierra Vieja	0.6	3.4	10.4	0.3	10.7	22.6	48.0						96.0
Tanque Hacheros	11.6	9.4	16.0	10.0	68.4	24.4	54.8						194.6
Tierra Blanca	7.8	5.6	7.4	3.0	10.2	58.8	192.8						285.6
U.A. Agronomía	7.0	15.6	15.2	0.0	8.0	82.4	119.0						247.2
U.A. Biología	5.4	4.0	11.0	0.0	17.6	39.4	77.2						154.6
UPSZ El Remolino	1.3	8.1	6.7	0.0	8.1	137.7	162.2						324.1
Villanueva	0.0	1.4	2.8	0.0	1.6	36.6	119.0						161.4
PROMEDIO	**3.7**	**5.8**	**12.6**	**1.4**	**13.5**	**51.5**	**104.0**						**192.4**
VALOR MÁXIMO	**19.2**	**26.0**	**31.4**	**10.6**	**68.4**	**137.7**	**234.0**						**348.2**
VALOR MÍNIMO	**0.0**	**0.0**	**2.8**	**0.0**	**1.0**	**7.4**	**26.4**						**86.0**

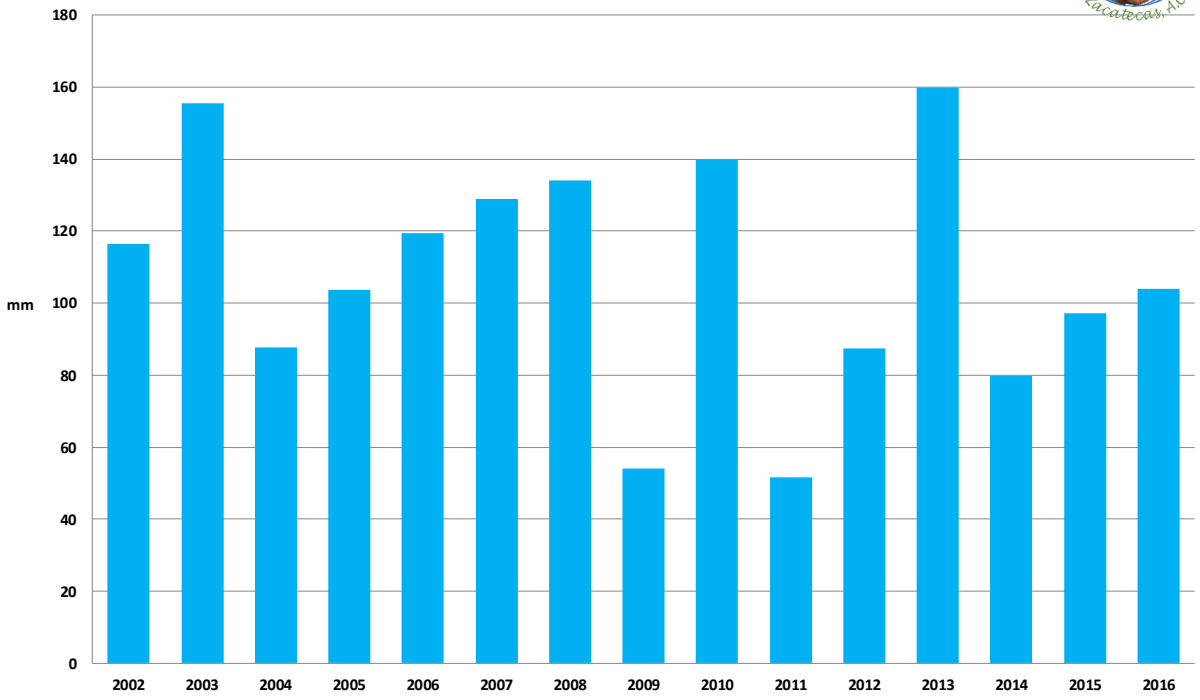


Figura 21. Precipitación promedio histórica del mes de julio, considerando las 38 estaciones de la red de monitoreo agroclimático del estado de Zacatecas.

Literatura citada

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

Cabral, N. Y. Z. 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).

Critchfield. 1983. General Climatology. 4ª Ed. Prentice Hall Inc. New Jersey, USA. 453 p.

FAO. 1981. Informe del proyecto de zonas agroecológicas. Vol. 3: Metodología y resultados para América del Sur y Central. FAO 48/3. Roma. 143 p.

Flores L., H. E. y Ruiz C., J. A. 1998. Estimación de humedad del suelo para maíz mediante un balance hídrico. Terra. 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.

INFODEPA. 2012. Informativo producido y editado por ODEPA. Teatinos 40, Piso 8, Santiago de Chile. 2 p.

Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI). 2014. Anuario estadístico y geográfico de Zacatecas 2014.

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

Medina G., G. 2016. Red de Monitoreo Agroclimático del estado de Zacatecas. Desplegable informativa Núm. 15. Cuarta reimpresión. Centro de Investigación Regional Norte-Centro. Campo Experimental Zacatecas. Calera, Zacatecas, México.

Medina 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.

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.

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).

Veenhuizen, R. 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. 1985. Metodología de investigación en agroclimatología. Documento de circulación interna mimeografiado. INIA-SARH. Zapopan, Jalisco. 183 p.

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.

Comité Editorial del Campo Experimental Zacatecas

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

Revisión y edición

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

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

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

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

Toda la información presentada en esta publicación proviene del proyecto:
RED DE MONITOREO AGROCLIMÁTICO DEL ESTADO DE ZACATECAS
Financiado por la FUNDACIÓN PRODUCE ZACATECAS, A.C.

Esta publicación se terminó en agosto de 2016.
Tiraje impreso: 50 ejemplares
Difusión en formato PDF

FUNDACION PRODUCE
Zacatecas, A.C.

inifap