

Reporte agrometeorológico

Septiembre de 2016

Red de monitoreo agroclimático del estado de Zacatecas

Guillermo MEDINA GARCÍA
Arturo CORRALES SUASTEGUI
Víctor Manuel RODRÍGUEZ MORENO



**Pronóstico
de lluvia**

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 Septiembre de 2016

Red de monitoreo agroclimático del estado de Zacatecas

Guillermo MEDINA GARCÍA¹
Arturo CORRALES SUASTEGUI²
Víctor Manuel RODRÍGUEZ MORENO³

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

²MC. Investigador Agrometeorología y Modelaje. Campo Experimental Pabellón. INIFAP.

³Dr. 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	6
Precipitación	6
Índice de humedad	14
Balance hídrico	16
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

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

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

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

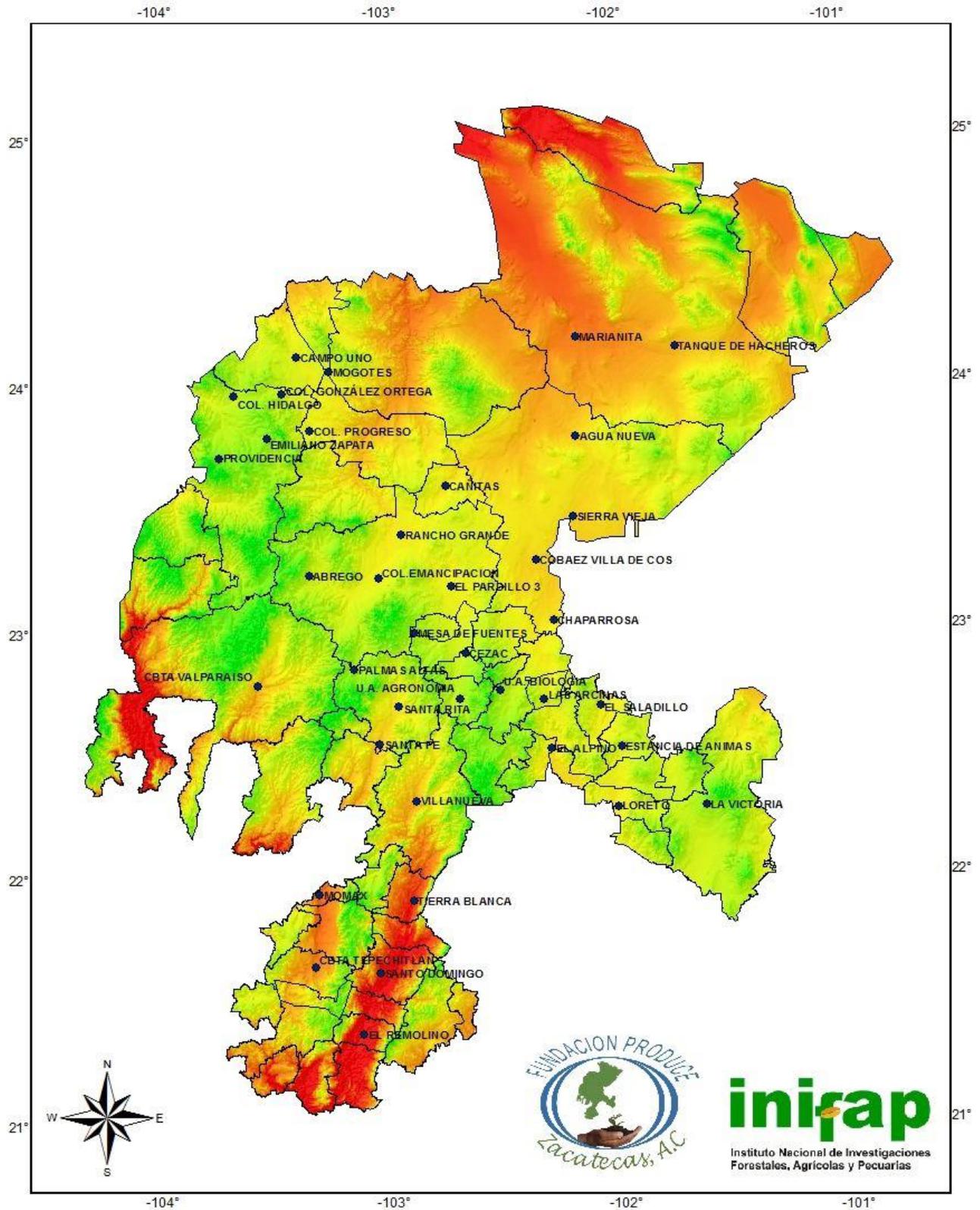


Figura 1. Red de monitoreo agroclimático del estado de Zacatecas.

Resumen de variables meteorológicas

Mes de Septiembre

TEMPERATURA

	°C	Estación
Promedio	18.3	
Máxima promedio	25.7	
Máxima extrema	33.8	UPSZ El Remolino
Mínima promedio	12.5	
Mínima extrema	4.8	El Pardillo 3
Promedio histórico*	18.6	

PRECIPITACIÓN

	mm	Estación
Promedio mensual	80.9	
Mínima	31.9	El Alpino
Máxima	127.4	Rancho Grande
Promedio decena uno	22.3	
Mínima	3.8	Tanque de Hacheros
Máxima	55.0	CEZAC
Promedio decena dos	17.1	
Mínima	0.6	CEZAC
Máxima	44.3	El Saladillo
Promedio decena tres	41.5	
Mínima	3.0	U. A. Agronomía
Máxima	110.4	Col. Emancipación
Promedio mensual histórico*	72.2	

HUMEDAD RELATIVA

	%	Estación
Promedio	75.0	
Máxima promedio	96.2	
Máxima extrema	100.0	18 estaciones
Mínima promedio	43.7	
Mínima extrema	20.0	Tanque de Hacheros
Promedio histórico**	73.4	

VIENTO

	Km/hr	Estación
Promedio	4.6	
Máxima promedio	13.6	
Máxima extrema	32.9	Cañitas
Dirección dominante	SE	
Máxima promedio histórica**	14.7	

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

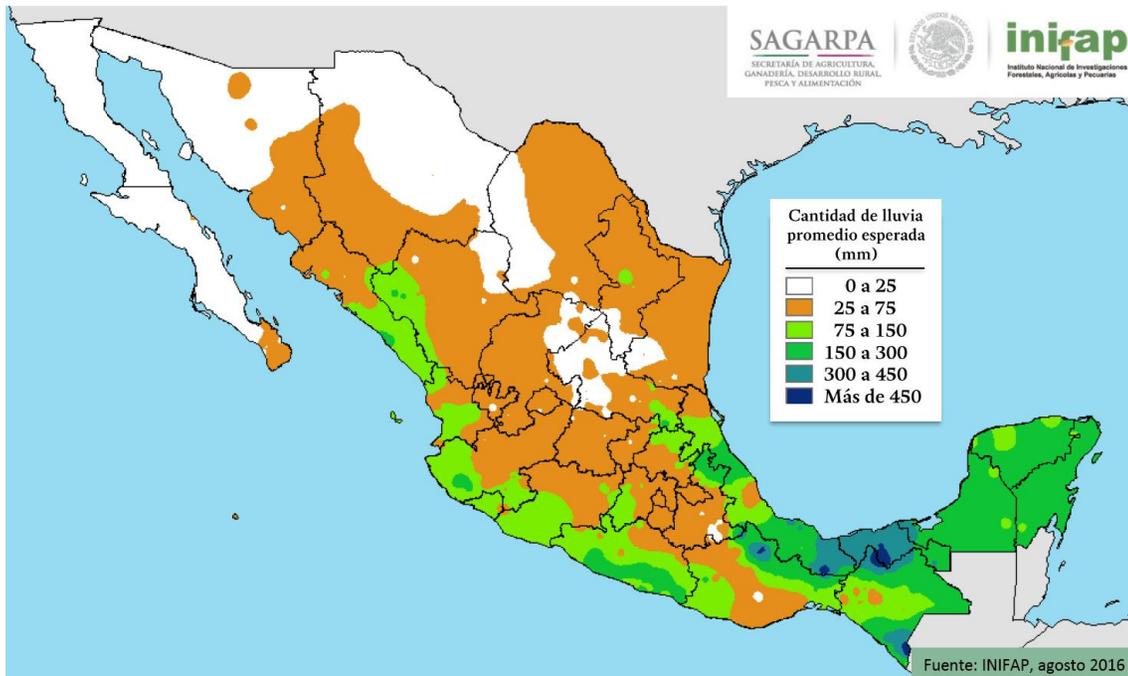


Figura 2. Pronóstico de lluvia para el mes de septiembre de 2016.

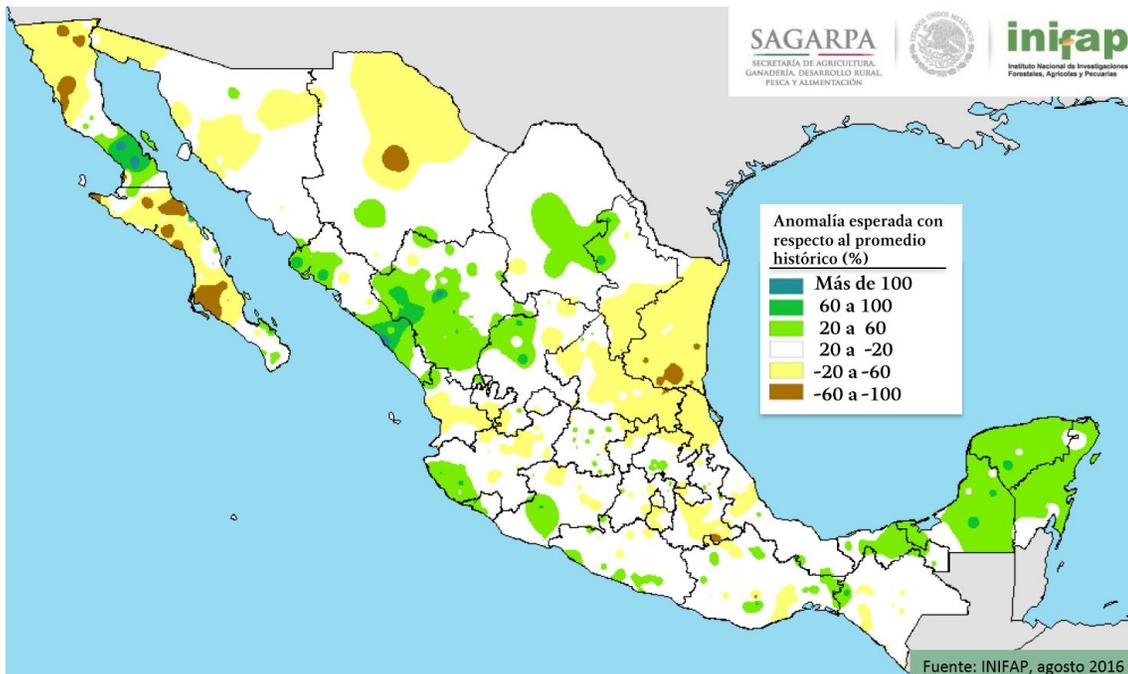


Figura 3. Pronóstico de anomalía de lluvia para el mes de septiembre de 2016.

En el mes de octubre se espera una precipitación de 25 a 75 mm en la mayor parte del Estado (Figura 2). Esto representa lluvia ligeramente superior en el noroeste del Estado e igual al promedio en el resto (Figura 3).

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 22.3 mm en promedio, alcanzando valores desde 3.8 mm en la estación Tanque de Hacheros, Mazapil, hasta 55.0 mm en la estación Campo Experimental Zacatecas, Calera (Figura 4). En esta decena se presentaron lluvias menores a lo normal principalmente en el noroeste y sur del Estado y superiores a lo normal en el centro y sureste, esto significa que la lluvia de esta decena fue irregular (Figura 5).

En la segunda decena del mes de septiembre disminuyeron las lluvias en la mayor parte del Estado, se registró

en promedio 17.1 mm, alcanzando valores desde 0.6 mm en la estación Campo Experimental Zacatecas, Calera, hasta 44.0 mm en la estación El Saladillo, Pánfilo Natera (Figura 6). Las lluvias ocurridas representan lluvias menores a lo normal en la mayor parte del Estado (Figura 7).

En la tercera decena del mes de septiembre aumentaron de nuevo las lluvias, registrándose desde 3.0 mm en la estación U. A. Agronomía, Zacatecas y hasta 110.4 mm en la estación Col. Emancipación, Fresnillo (Figura 8). Respecto al porcentaje de lluvia en comparación con el promedio histórico, en la mayor parte del Estado llovió más de lo normal, excepto en algunas zonas del centro del Estado (Figura 9).

Considerando las lluvias acumuladas durante el mes, se presentaron precipitaciones entre 31.9 y 127.4 mm, siendo 80.9 mm el promedio de todas las estaciones (Figura 10). Las lluvias

ocurridas fueron muy variables y resultaron inferiores, iguales y mayores al promedio histórico (Figura 11).

En resumen, tomando en cuenta la lluvia registrada en todas las estaciones de la Red, en promedio se registró 22.3 mm en la primera decena, 17.1 mm en la segunda y 41.5 mm en la tercera, contra el promedio de las mismas decenas que son de 25.7, 24.3 y 22.3 mm, lo cual indica que en la primera decena llovió igual al promedio, en la segunda un poco menos del promedio y en la tercera decena del mes de septiembre llovió más de lo normal, de manera general.

La precipitación acumulada durante los meses de junio a septiembre oscila entre 211.2 mm en la estación Tanque de Hacheros, Mazapil y 507.1 mm en la estación UPSZ El Remolino, Juchipila, aunque en la mayor parte del Estado

ha oscilado entre 250 y 450 mm (Figura 12).

Considerando la cantidad de lluvia ocurrida en estos cuatro meses como porcentaje con respecto a la lluvia promedio, en la mayor parte del Estado las lluvias han sido iguales o ligeramente superiores al promedio histórico (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

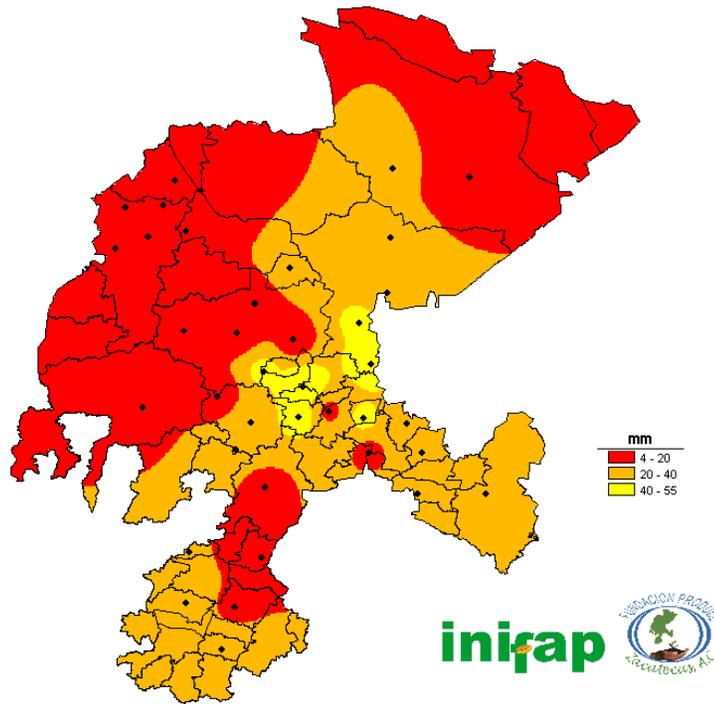


Figura 4. Precipitación de la primera decena del mes de septiembre del 2016. Red de monitoreo agroclimático del estado de Zacatecas.

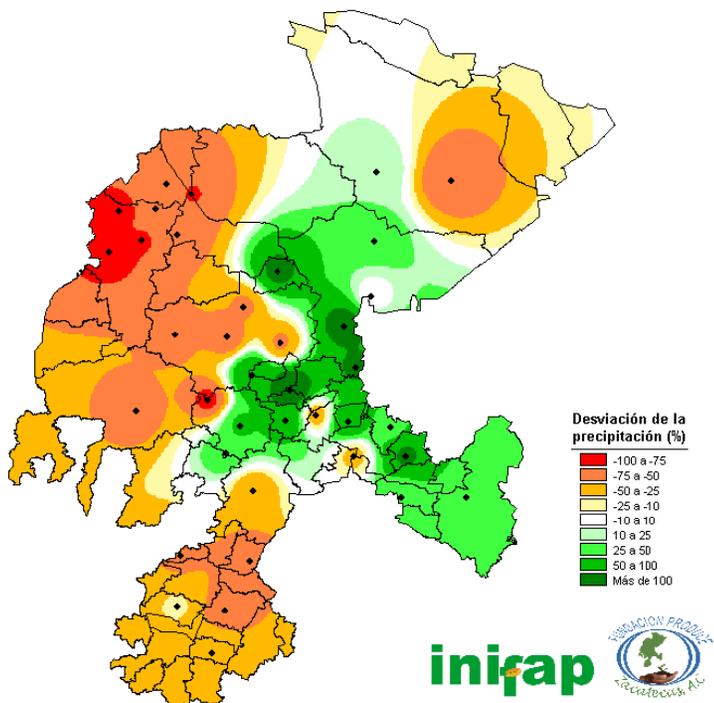


Figura 5. Porcentaje de la precipitación ocurrida en la primera decena del mes de septiembre del 2016 con respecto al promedio histórico. Red de monitoreo agroclimático del estado de Zacatecas.

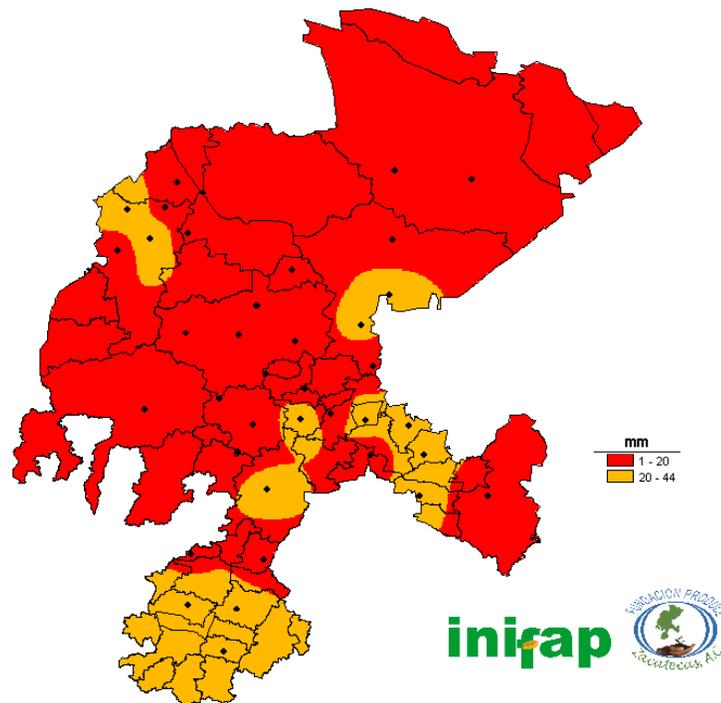


Figura 6. Precipitación de la segunda decena del mes de septiembre del 2016. Red de monitoreo agroclimático del estado de Zacatecas.

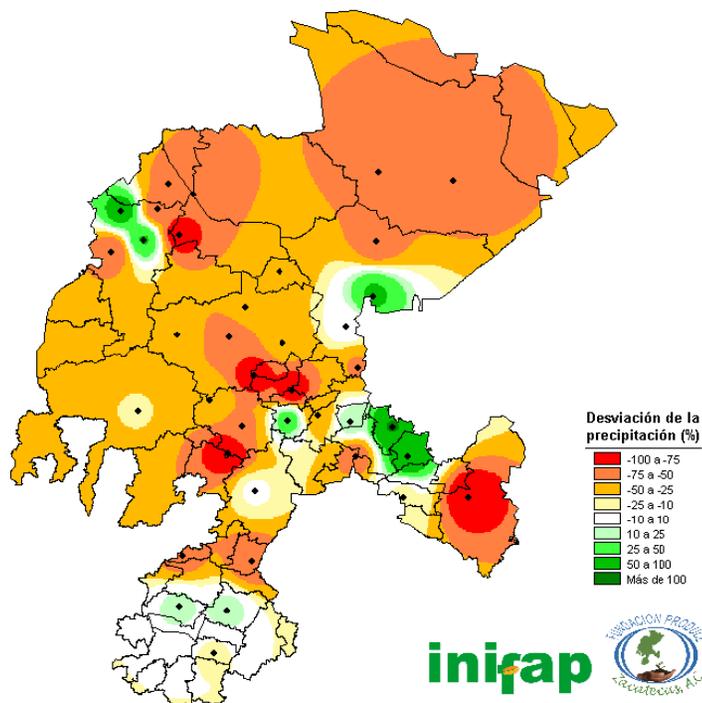


Figura 7. Porcentaje de la precipitación ocurrida en la segunda decena del mes de septiembre del 2016 con respecto al promedio histórico. Red de monitoreo agroclimático del estado de Zacatecas.

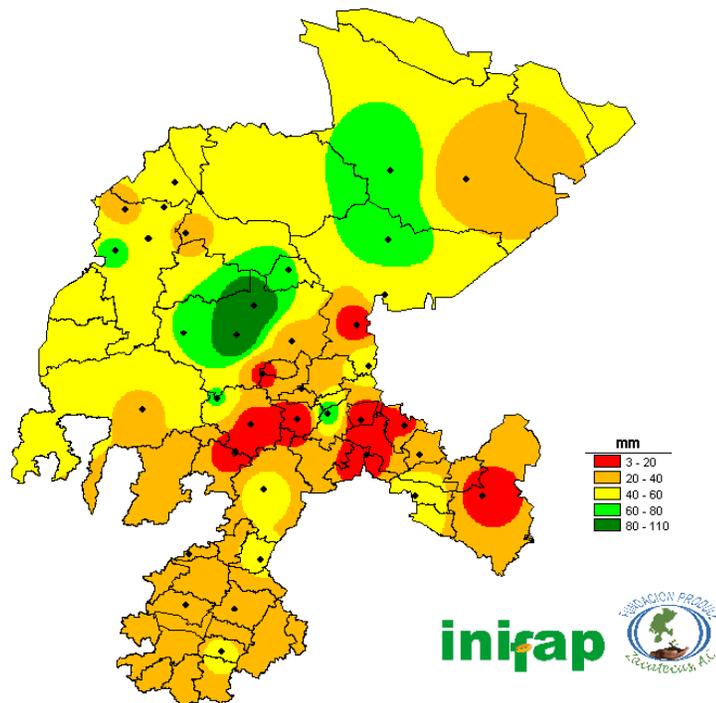


Figura 8. Precipitación de la tercera decena del mes de septiembre del 2016. Red de monitoreo agroclimático del estado de Zacatecas.

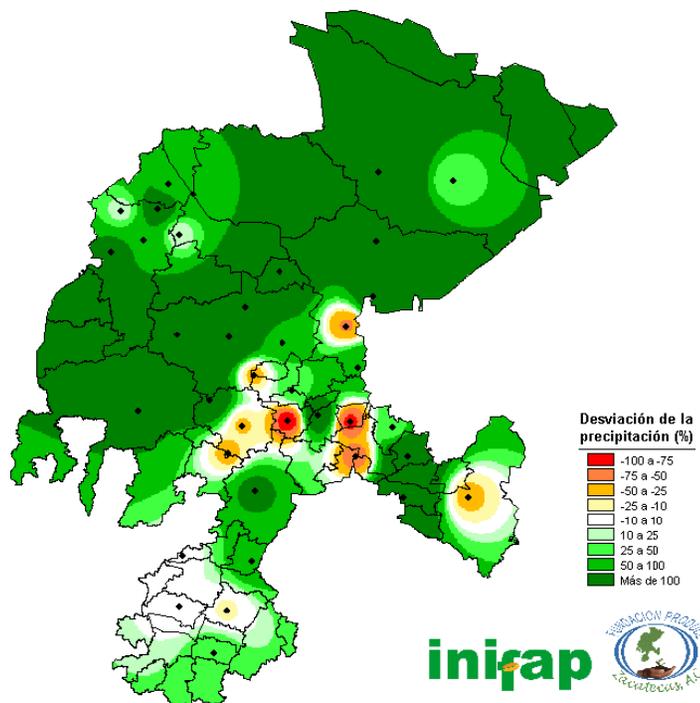


Figura 9. Porcentaje de la precipitación ocurrida en la tercera decena del mes de septiembre del 2016 con respecto al promedio histórico. Red de monitoreo agroclimático del estado de Zacatecas.

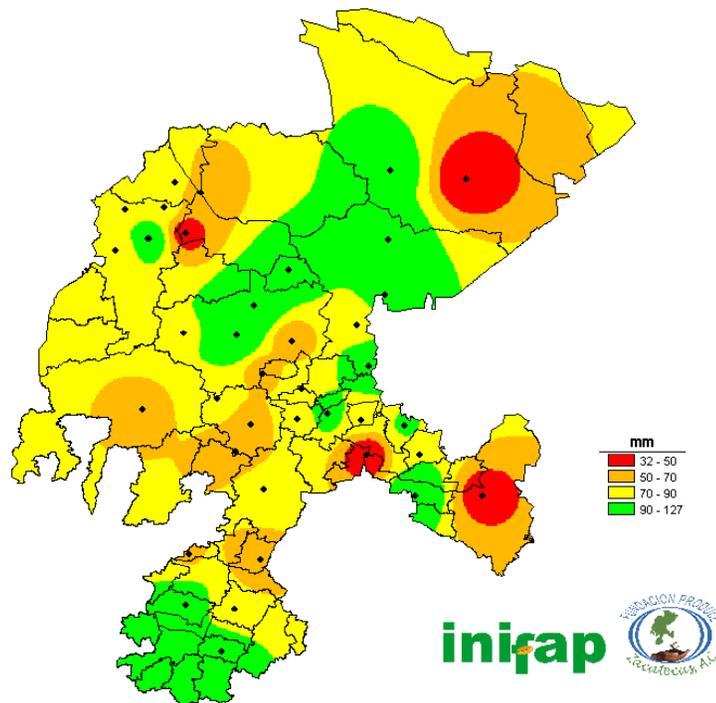


Figura 10. Precipitación del mes de septiembre del 2016. Red de monitoreo agroclimático del estado de Zacatecas.

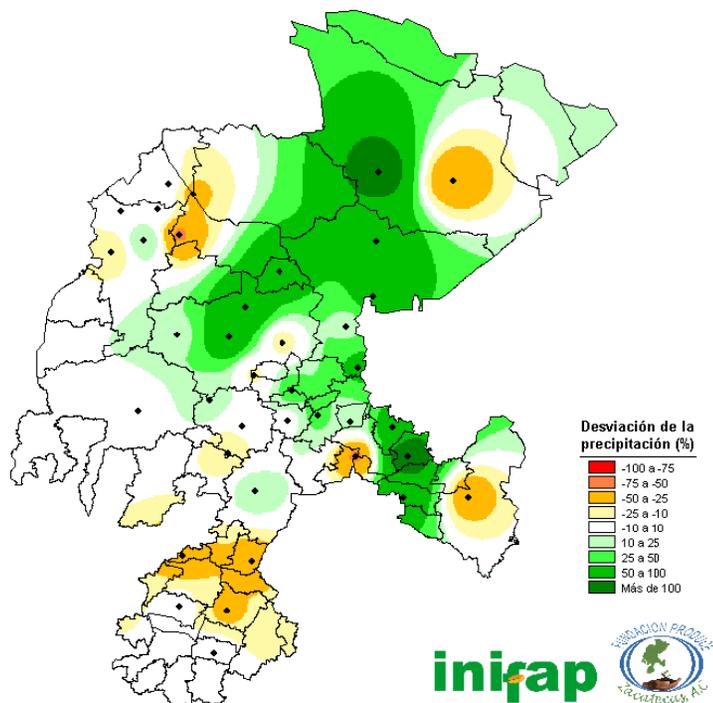


Figura 11. Porcentaje de la precipitación ocurrida en el mes de septiembre del 2016 con respecto al promedio histórico. Red de monitoreo agroclimático del estado de Zacatecas.

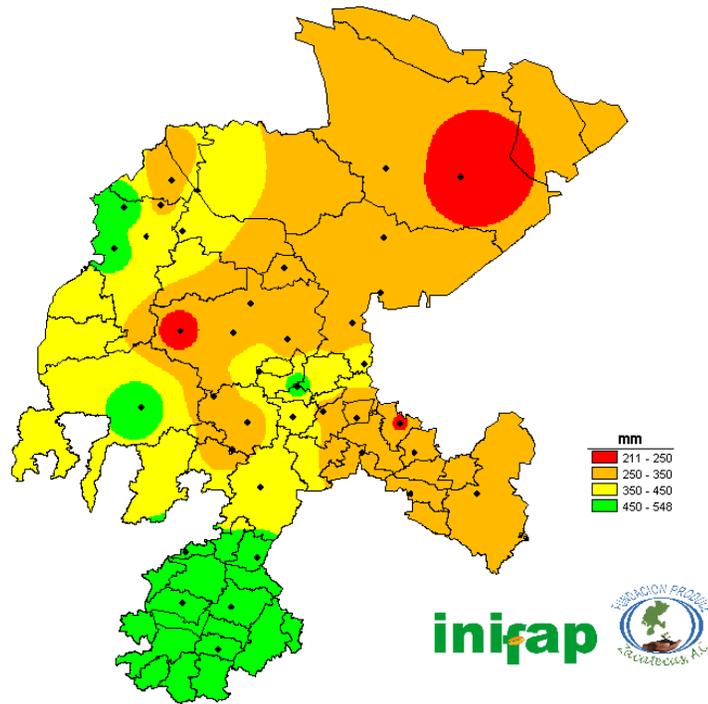


Figura 12. Precipitación acumulada en los meses de junio a septiembre del 2016.

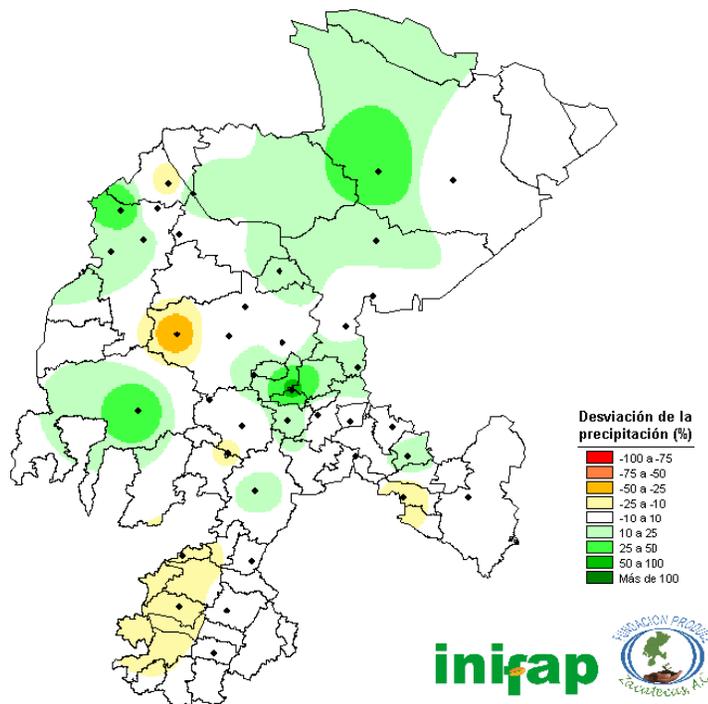
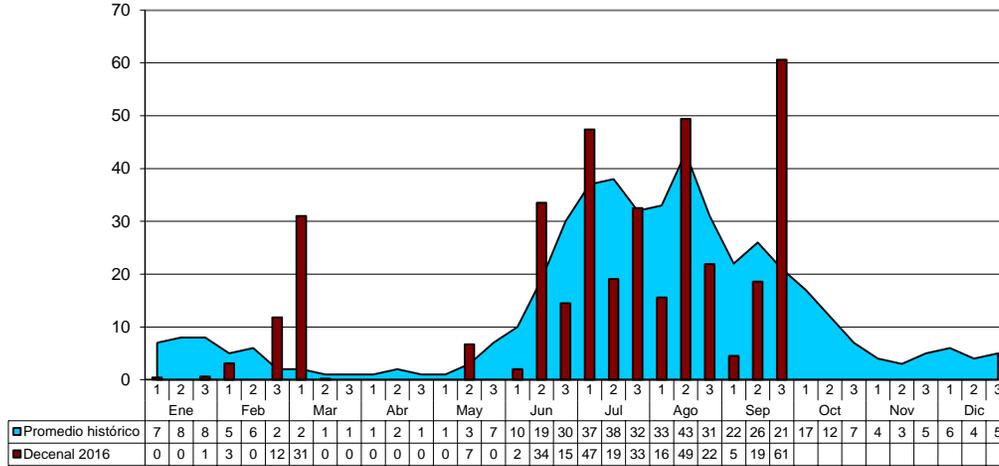


Figura 13. Porcentaje de la precipitación ocurrida en los meses de junio a septiembre del 2016 con respecto al promedio histórico.

iniap



iniap

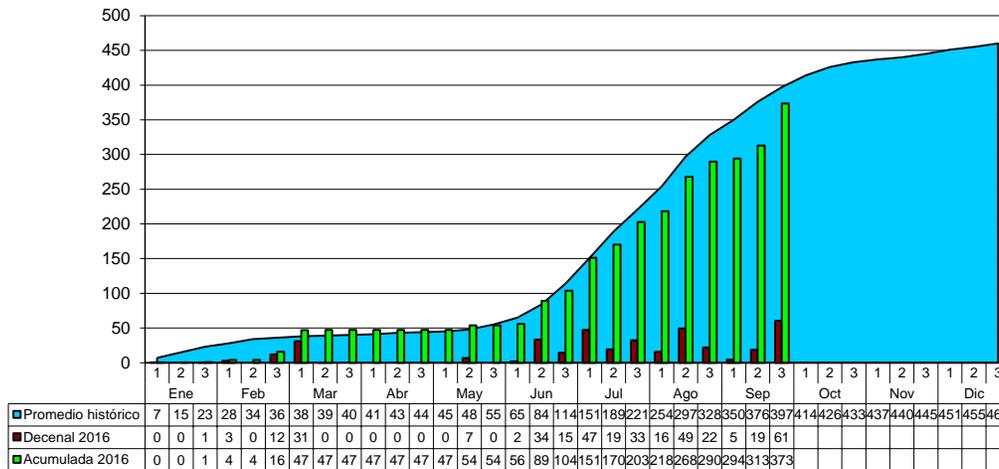


Figura 14. Precipitación decenal y acumulada hasta el mes de septiembre en la estación Palmas Altas, Jerez. Red de monitoreo agroclimático del estado de Zacatecas.

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:

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

Donde:

IH = Índice de humedad

P = Precipitación

ET_o = Evapotranspiración potencial

La *P* y la *ET_o* 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 Advantage 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 *ET_o* 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 *ET_o* 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 septiembre la precipitación fue muy irregular y de igual manera el porcentaje con respecto al promedio histórico y ya no

se realizaron siembras por estar fuera de fecha (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 ligeramente deficiente en la mayor

parte del Estado y adecuado en algunas regiones, lo cual indica que los cultivos sufrieron un poco por falta de humedad para su desarrollo en la mayor parte del Estado.

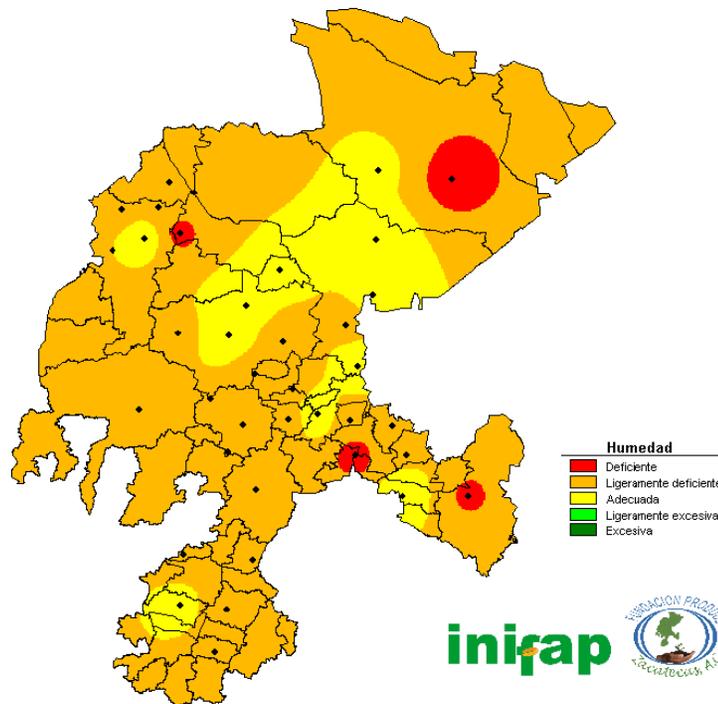


Figura 17. Índice de humedad del mes de septiembre del 2016.

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 et al., 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 tres siguientes fue 14.1, 11.7 y 18.7%. 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), y puede considerarse otra fecha de siembra del 1 de agosto.

En el Cuadro 4 se presenta el balance hídrico de frijol de temporal considerando una fecha de siembra del 11 de julio. La precipitación ocurrida durante el mes de septiembre permitió satisfacer la humedad del cultivo de frijol, sobre todo en la primera y tercera decenas, en la mayoría de las estaciones de todos los DDR. Se puede afirmar que los productores que sembraron en esta fecha no han tenido problemas por falta de humedad, ya que el promedio general de satisfacción de la humedad en lo que va del ciclo es de 88%.

Los productores que sembraron a inicio del mes de agosto tampoco han tenido problemas por falta de humedad, tal como se aprecia en el Cuadro 5, aquí el problema es que hasta el momento el frijol tiene 60 días de desarrollo y en el mes de octubre disminuye mucho la precipitación y se pueden presentar heladas.

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

FECHA	FRESNILLO	RIO GRANDE	OJO-CALIENTE	TLAL-TENANGO	JEREZ	CONCEPCIÓN DEL ORO	ZACATECAS	JALPA	TOTAL
15/07/2016	24.3	45.4	23.4	35.2	45.2	65.0	48.1	65.3	44.0
22/07/2016	22.6	17.5	8.0	16.7	8.6	0.0	4.2	26.8	14.1
29/07/2016	30.1	11.7	3.1	14.8	21.3	0.0	3.9	0.7	11.7
05/08/2016	10.4	23.4	28.0	0.0	11.6	0.0	7.4	0.0	18.7
12/08/2016	0.0	1.9	12.4	0.0	0.5	0.0	8.9	0.0	4.4
19/08/2016	18.6	4.0	8.4	0.0	0.0	0.0	12.9	0.0	8.4
26/08/2016	0.0	1.9	1.2	0.0	0.0	0.0	5.1	0.0	2.1
02/09/2016	0.0	0.0	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.1
15/09/2016	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
SUMA	105.9	105.8	85.1	66.7	87.1	65.0	90.6	93.1	103.6

Fuente: SAGARPA Zacatecas

Cuadro 4. Porcentaje de satisfacción de la demanda hídrica de frijol de temporal considerando una fecha de siembra del 11 de julio de 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	100	100	100	72	38	100				76
	CAÑITAS		2	100	100	100	100	100	93	100				87
	COL. EMANCIPACIÓN		4	100	100	100	100	83	16	100				75
	EL PARDILLO 3		100	100	100	100	100	100	32	97				91
	RANCHO GRANDE		9	100	100	100	100	100	42	100				81
	PROMEDIO		23	100	100	100	100	91	44	99				82
OJOCALIENTE	EL ALPINO		100	100	100	100	100	100	45	21				83
	EL SALADILLO		86	73	100	100	100	100	100	70				91
	ESTANCIA DE ÁNIMAS		100	100	84	100	100	100	100	100				98
	LA VICTORIA		100	100	100	100	100	100	11	53				83
	LORETO		20	100	100	100	100	94	52	100				83
	PROMEDIO		81	95	97	100	100	99	62	69				88
RIO GRANDE	CAMPO UNO		87	100	100	100	100	100	47	100				92
	COL. GLEZ. ORTEGA		100	100	100	100	100	100	28	100				91
	COL. HIDALGO		100	100	100	100	100	94	100	100				99
	COL. PROGRESO		66	100	100	100	100	66	5	98				79
	EMILIANO ZAPATA		76	100	100	100	100	96	98	100				96
	MOGOTES		100	100	100	100	100	91	16	100				88
	PROVIDENCIA		100	100	100	97	100	100	28	100				91
	PROMEDIO		90	100	100	100	100	93	46	100				91
ZACATECAS	AGUA NUEVA		12	97	38	100	100	100	25	100				72
	CEZAC		100	100	100	100	100	100	71	100				96
	CHAPARROSA		60	88	84	100	100	100	94	100				91
	COBAEZ		47	100	100	100	100	100	100	73				90
	LAS ARCINAS		18	100	100	100	100	100	100	61				85
	MESA DE FUENTES		100	100	100	100	100	100	78	52				91
	SIERRA VIEJA		13	100	87	100	100	100	100	100				88
	U.A. AGRONOMÍA		100	100	100	100	100	100	100	75				97
	U.A. BILOGÍA		100	100	100	100	100	100	66	100				96
	PROMEDIO		61	98	90	100	100	100	81	85				89
PROMEDIO GENERAL		65	98	96	100	100	96	61	88				88	

Cuadro 5. Porcentaje de satisfacción de la demanda hídrica de frijol de temporal considerando una fecha de siembra del 1 de agosto de 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				80	100	100	100	64	100				91
	CAÑITAS				100	100	100	100	100	100				100
	COL. EMANCIPACIÓN				100	100	100	100	41	100				90
	EL PARDILLO 3				98	100	100	100	86	100				97
	RANCHO GRANDE				80	100	100	100	99	100				96
	PROMEDIO				92	100	100	100	78	100				95
OJOCALIENTE	EL ALPINO				100	100	100	100	100	23				87
	EL SALADILLO				100	100	100	100	100	100				100
	ESTANCIA DE ÁNIMAS				58	100	100	100	100	100				93
	LA VICTORIA				100	100	100	100	95	55				92
	LORETO				60	100	100	100	100	100				93
	PROMEDIO				83	100	100	100	99	76				93
RIO GRANDE	CAMPO UNO				100	100	100	100	100	100				100
	COL. GLEZ. ORTEGA				86	100	100	100	78	100				94
	COL. HIDALGO				100	100	100	100	100	100				100
	COL. PROGRESO				100	100	100	100	35	100				89
	EMILIANO ZAPATA				100	100	100	100	100	100				100
	MOGOTES				100	100	100	100	49	100				91
	PROVIDENCIA				100	97	100	100	79	100				96
	PROMEDIO				98	100	100	100	77	100				96
ZACATECAS	AGUA NUEVA				38	100	100	100	100	100				90
	CEZAC				28	100	100	100	100	100				88
	CHAPARROSA				84	100	100	100	100	100				97
	COBAEZ				65	100	100	100	100	100				94
	LAS ARCINAS				100	100	100	100	100	100				100
	MESA DE FUENTES				16	100	100	100	100	66				80
	SIERRA VIEJA				9	100	100	100	100	100				85
	U.A. AGRONOMÍA				62	100	100	100	100	100				94
	U.A. BIOLOGÍA				67	100	100	100	100	100				95
	PROMEDIO				52	100	100	100	100	96				91
PROMEDIO GENERAL					78	100	100	100	89	94				94

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	35.1	UPSZ Remolino	8.8	El Alpino	25.7	14.0	18.9
Septiembre	33.8	UPSZ Remolino	4.8	El Pardillo 3	25.7	12.5	18.3
Octubre							
Noviembre							
Diciembre							

*Promedios considerando todas las estaciones de la red.

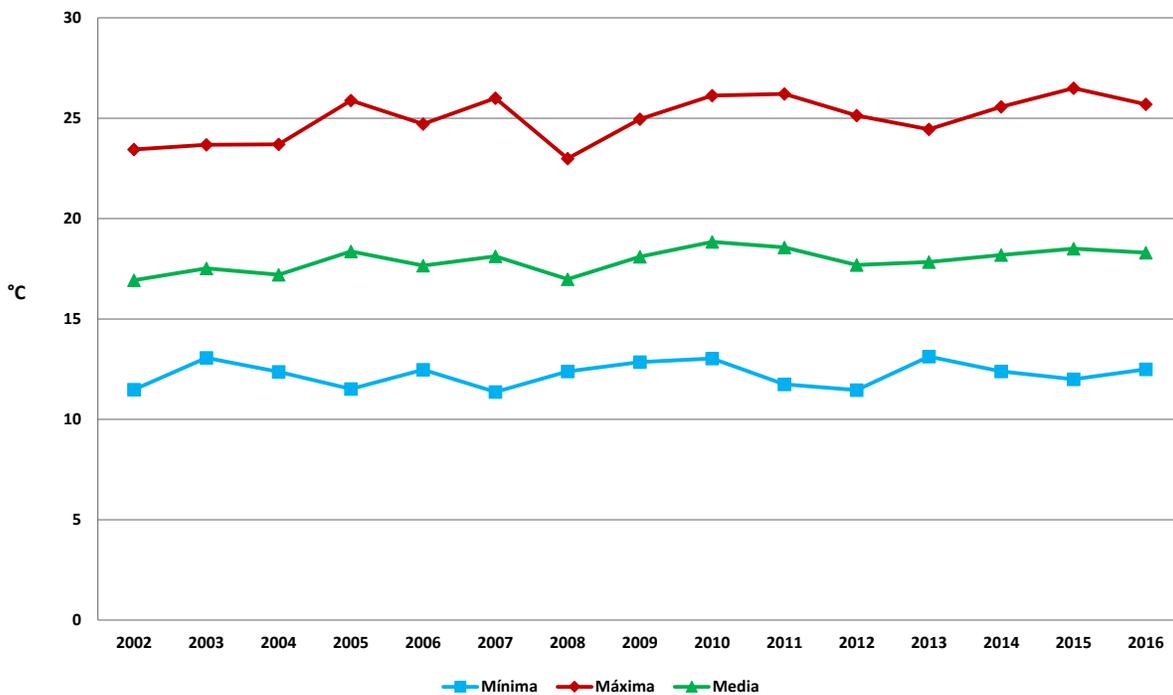


Figura 18. Temperaturas promedio histórica en el mes de septiembre, considerando las 38 estaciones de la red de monitoreo agroclimático del estado de Zacatecas.

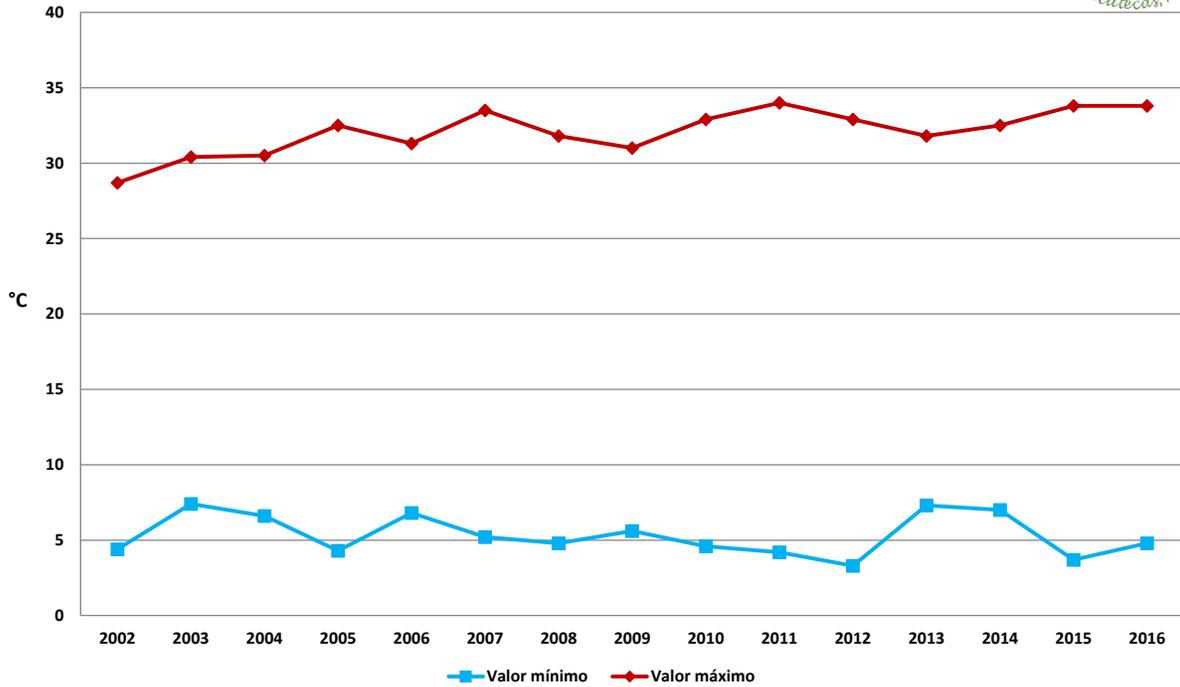


Figura 19. Valores máximos y mínimos históricos de temperatura en el mes de septiembre, considerando las 38 estaciones de la red de monitoreo agroclimático del estado de Zacatecas.

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	95.7	46.0	76.0	37.5	Estancia d Animas	15.3	5.1	SSE
Septiembre	96.2	43.7	75.0	32.9	Cañitas	13.6	4.6	SE
Octubre								
Noviembre								
Diciembre								

*Promedios considerando todas las estaciones de la red.

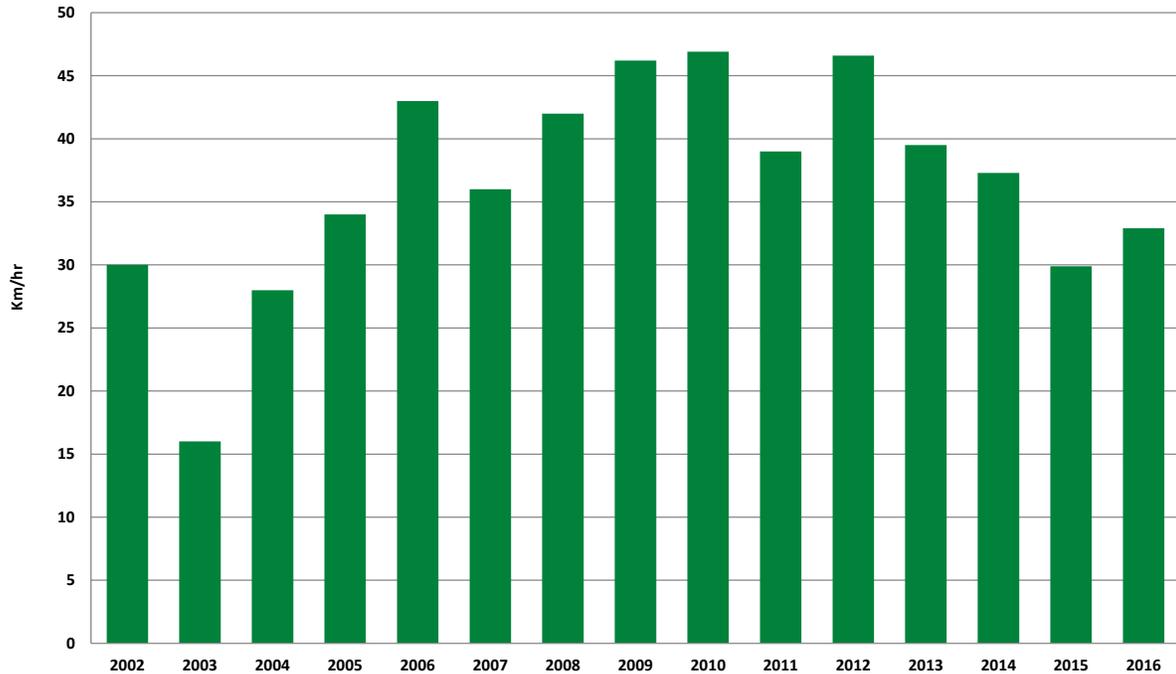


Figura 20. Valor máximo histórico de velocidad del viento en el mes de septiembre, considerando las 38 estaciones de la red de monitoreo agroclimático del estado de Zacatecas.

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

ESTACIÓN	PRECIPITACIÓN (mm)												ANUAL
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	
Ábrego	0.4	4.6	17.6	0.8	3.4	21.8	52.4	67.0	87.2				255.2
Agua Nueva	3.4	1.6	24.0	1.4	30.4	21.2	26.4	126.2	108.6				343.2
C. Exp. Zacatecas	2.1	26.0	15.8	10.6	13.0	70.0	157.7	152.5	85.4				533.1
Campo Uno	7.6	2.3	17.2	0.0	5.2	27.7	88.7	98.1	76.9				323.7
Cañitas	0.6	8.2	11.0	0.2	21.0	48.8	32.6	111.2	105.0				338.6
CBTATepechtlán	6.8	4.0	5.2	7.2	15.0	94.6	201.0	106.2	106.2				546.2
CBTA Valparaíso	0.4	4.4	31.4	0.0	11.2	122.0	149.2	143.6	62.6				524.8
Chaparrosa	0.2	8.9	6.9	0.0	13.6	37.9	51.1	176.9	109.6				405.1
COBAEZ	0.8	4.6	10.4	0.8	6.8	70.8	60.2	89.4	76.0				319.8
Col. Emancipación	0.2	4.0	20.6	0.0	3.2	44.4	90.0	69.4	124.0				355.8
Col. Glz. Ortega	5.0	0.0	11.8	0.0	5.8	43.6	103.2	114.2	78.2				361.8
Col. Hidalgo	5.0	0.8	8.5	0.0	5.0	55.9	186.2	181.4	83.0				525.8
Col. Progreso	5.3	0.2	5.8	0.0	12.1	82.3	123.2	126.4	41.0				396.3
El Alpino	4.9	1.3	5.9	1.3	17.7	18.6	118.8	144.7	31.9				345.1
El Pardillo 3	0.1	3.7	11.9	0.0	14.3	38.3	96.8	125.2	57.0				347.3
El Saladillo	1.8	7.5	7.5	0.3	4.7	8.2	56.0	92.6	91.1				269.7
Emiliano Zapata	3.1	0.0	13.0	0.0	3.6	48.6	107.0	164.1	104.6				444.0
Estancia de Ánimas	8.4	2.2	8.2	0.6	10.0	20.6	59.4	120.0	90.4				319.8
La Victoria	4.4	12.4	20.2	5.0	23.0	28.6	89.4	149.8	43.0				375.8
Las Arcinas	2.6	5.4	6.0	0.0	9.0	20.8	51.0	166.4	76.6				337.8
Loreto	19.2	8.4	11.6	4.4	1.0	23.8	86.8	54.8	110.2				320.2
Marianita	4.6	6.0	10.8	4.4	35.8	7.4	54.8	123.8	101.4				349.0
Mesa de Fuentes	1.2	4.6	13.6	0.0	6.6	94.8	150.2	99.0	60.8				430.8
Mogotes	3.6	0.0	11.4	0.0	36.4	68.8	117.8	162.8	53.6				454.4
Momax	0.0	2.2	6.4	0.0	13.8	95.8	192.0	121.8	69.0				501.0
Palmas Altas	1.0	14.9	31.2	0.0	6.7	50.0	99.0	86.9	83.7				373.4
Providencia	4.4	2.3	17.7	0.0	11.3	56.9	126.6	209.3	75.6				504.1
Rancho Grande	0.6	2.0	15.6	0.6	8.8	15.0	59.0	93.8	127.4				322.8
Santa Fe	2.2	9.2	11.4	0.0	8.2	53.0	63.2	158.0	51.8				357.0
Santa Rita	5.1	15.5	17.5	1.2	12.1	78.4	96.6	100.7	60.2				387.3
Santo Domingo	0.0	5.4	4.8	0.2	18.8	85.0	234.0	116.0	71.4				535.6
Sierra Vieja	0.6	3.4	10.4	0.3	10.7	22.6	48.0	94.0	101.7				291.7
Tanque Hacheros	11.6	9.4	16.0	10.0	68.4	24.4	54.8	95.2	36.8				326.6
Tierra Blanca	7.8	5.6	7.4	3.0	10.2	58.8	192.8	155.6	59.8				501.0
U.A. Agronomía	7.0	15.6	15.2	0.0	8.0	82.4	119.0	104.2	81.6				433.0
U.A. Biología	5.4	4.0	11.0	0.0	17.6	39.4	77.2	128.4	98.8				381.8
UPSZ El Remolino	1.3	8.1	6.7	0.0	8.1	137.7	162.2	142.6	105.8				572.5
Villanueva	0.0	1.4	2.8	0.0	1.6	36.6	119.0	190.6	85.4				437.4
PROMEDIO	3.7	5.8	12.6	1.4	13.5	51.5	104.0	125.3	80.9				398.6
VALOR MÁXIMO	19.2	26.0	31.4	10.6	68.4	137.7	234.0	209.3	127.4				572.5
VALOR MÍNIMO	0.0	0.0	2.8	0.0	1.0	7.4	26.4	54.8	31.9				255.2

inifap

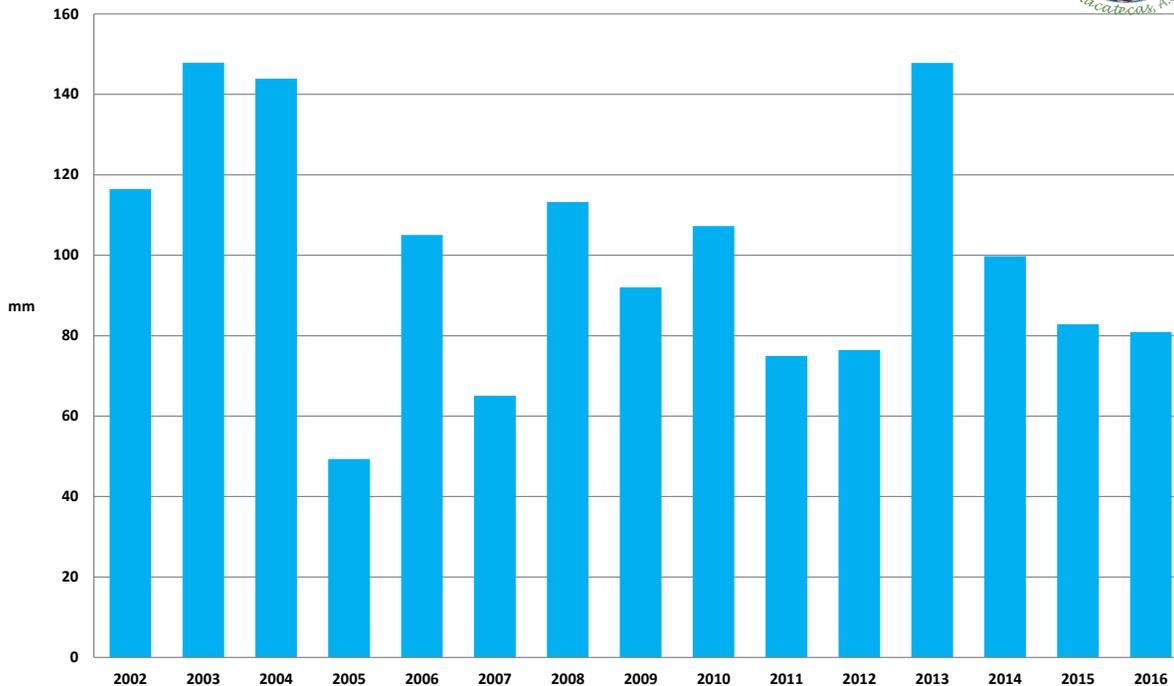


Figura 21. Precipitación promedio histórica del mes de septiembre, considerando las 38 estaciones de la red de monitoreo agroclimático del estado de Zacatecas.

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. 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. <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. p. 6-24.
- 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

CÓDIGO INIFAP

MX-0-250901-20-02-11-11-156

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

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



inifap