

Aptitud agroclimática de México

Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera

Dirección de Soluciones Geoespaciales

Septiembre 2018

Próxima actualización: 15/Octubre/2018

Síguenos en nuestras redes sociales:



Contenido:

Contenido:.....	2
Introducción	3
Objetivo	3
Conceptos y definiciones	3
Metodología	4
Aptitud agroclimática para el cultivo de maíz.....	4
Resultados	9
Aptitud agroclimática para el cultivo de maíz en México.	9
Listado de la aptitud agroclimática por estados y municipios para el cultivo del maíz	11
Estado de Campeche	11
Estado de Chiapas	11
Estado de Hidalgo.....	12
Estado de Oaxaca	13
Estado de Puebla	13
Estado de Querétaro	13
Estado de San Luis Potosí	13
Estado de Tabasco.....	13
Estado de Veracruz de Ignacio de la Llave	14
Bibliografía:	16

Introducción

El Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera es el encargado de generar estadísticas e información geográfica en materia agroalimentaria y pesquera, en ese ámbito el presente trabajo pretende mapear las necesidades hídricas y de temperatura de las principales especies agrícolas de México.

Para ello se realiza un análisis de las necesidades agroclimáticas del maíz y se localizan dentro de las zonas destinadas a la agricultura, aquellas áreas que de forma natural presenten aptitud alta o media para su desarrollo fenológico.

Se presentan los resultados de la aptitud del maíz para un ciclo fenológico de 125 días, iniciando el 1 de octubre de 2018 y finalizando el 3 de febrero de 2019

Objetivo

Espacializar las zonas con aptitud agroclimáticas altas y medias del cultivo del maíz de temporal en México

Conceptos y definiciones

La aptitud agroclimática permite espacializar la potencialidad de los diferentes productos del campo, asimilando las diferentes etapas fenológicas de las especies agrícolas junto con sus requerimientos climáticos y edafológicos.

“La aptitud agroclimática determina la satisfacción de las exigencias bioclimáticas de una especie agrícola en una región (Pascale et al., 2003). Por su parte, Jiménez et al. (2004) definen a la zonificación de cultivos como la identificación de áreas potenciales, las cuales surgen como superposición espacial de información de variables tales como suelo, clima y cultivos.” (SENAMHI 2013).

“La aptitud agroclimática permite evaluar de forma espacializada la potencialidad de los recursos existentes e identificar áreas críticas de intervención, contribuyendo al uso ordenado del territorio, desde la perspectiva de la sustentabilidad ecológica, económica, social y ambiental (Carbalho et al., 2009)”. (SENAMHI 2013).

Metodología

Aptitud agroclimática para el cultivo de maíz

La metodología utilizada se basa en los requerimientos hídricos y de temperatura media que el maíz necesita en sus diferentes etapas fenológicas de siembra a cosecha.

En la tabla 1 se describen algunas de las etapas fenológicas del maíz, donde mediante un ejemplo se muestra el consumo de agua promedio por etapa fenológica para una variedad típica de ciclo intermedio sembrada en el Valle del Fuerte, Sinaloa, con requerimientos a madurez de 1451 días grado (°D), así como los días grado acumulados (DAn) por etapa fenológica y el acumulado de todo el ciclo del cultivo. (Ojeda-Bustamante et al. 2006)

Etapa	Clave	Kc	Consumo de agua promedio			Duración etapa		Duración acumulada	
			Diario mm	Etapas mm	Acumulado mm	Días	DAn °D	Días	DAn °D
Emergencia	Ve	0.05-0.3	0.59	7.1	7.1	12.0	109.4	12.0	109.4
4 hojas	V4	0.40-0.45	0.63	21.6	28.6	34.0	207.0	46.0	316.4
8 hojas	V8	0.80-0.85	1.41	52.2	80.9	37.0	185.5	83.0	502.0
12 hojas	V10	0.9-0.98	2.50	35.0	115.9	14.0	74.1	97.0	576.1
Flor masculina	VT	1-1.12	3.03	39.3	155.2	13.0	89.1	110.0	665.2
Jiloteo	R1	1.15-1.25	4.47	67.0	222.2	15.0	158.3	125.0	823.5
Grano acuoso	R2	1.1-1.2	4.87	82.9	305.0	17.0	155.1	142.0	978.6
Grano lechoso	R3	1-1.1	4.32	47.5	352.6	11.0	123.7	153.0	1102.3
Grano masoso	R4	0.8-1	4.34	47.8	400.3	11.0	137.5	164.0	1239.8
Grano abollado	R5	0.6-0.85	2.97	20.8	421.1	7.0	95.8	171.0	1335.5
Madurez	R6	0.3-0.4	1.85	14.8	435.9	8.0	115.6	179.0	1451.1
Cosecha		0.05-0.2	0.81	8.9	444.8	11.0	189.6	190.0	1640.8

El consumo de agua del cultivo se estima mediante las ecuaciones descritas en el documento FAO 56, donde se calcula la evapotranspiración de referencia (ETo) mediante la ecuación de Penman-Monteith. El coeficiente del cultivo es básicamente el cociente entre la evapotranspiración del cultivo ETc y la evapotranspiración del cultivo de referencia, ETo , representando el efecto integrado de cuatro características principales que diferencian a un cultivo en particular del cultivo del pasto de referencia. Las características mencionadas son las siguientes:

- Altura del cultivo. La altura del cultivo tiene influencia en el valor de la resistencia aerodinámica,
- Albedo (reflectancia) de la superficie del cultivo y suelo. El valor del albedo está afectado por la porción del suelo cubierta por la vegetación, así como por la humedad presente en la superficie del suelo.
- Resistencia del cultivo. La resistencia del cultivo a la transferencia del vapor de agua es afectada por el área foliar (cantidad de estomas), edad y condición de la hoja, así como por el grado de control estomático.
- Evaporación que ocurre en el suelo.

Los coeficientes únicos del cultivo Kc son los correspondientes para México publicados por INIFAP 2001, Ojeda-Bustamante et al. 2006 y COLPOS 2012.

Los datos climatológicos fueron proporcionados por el Servicio Meteorológico Nacional y la estimación de las normales climatológicas se realizó conforme lo recomienda la Organización Mundial de Meteorología OMM.

Se hace un ajuste para iniciar el primero de agosto con 125 días de duración del ciclo de siembra a cosecha, lo cual corresponde con los datos reportados en el presente trabajo, que son similares a lo descrito en la tabla 2 por (Ojeda-Bustamante et al. 2006).

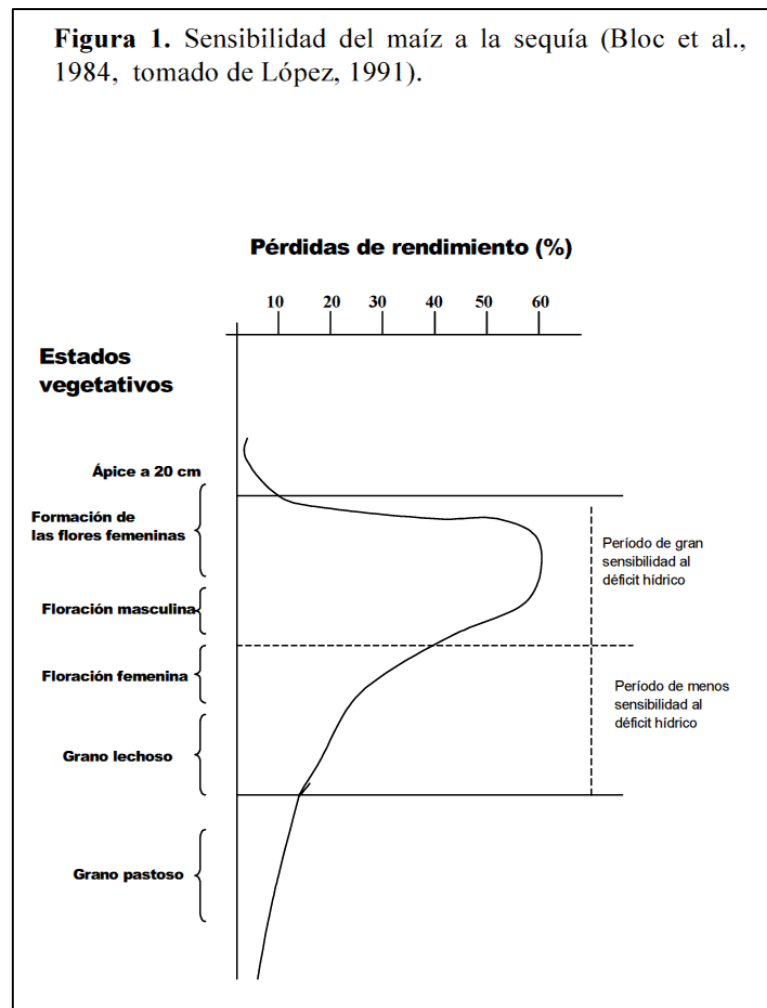
Tabla 2 duración del ciclo a partir de la fecha de siembra.

Fecha de siembra	Duración del ciclo en días
sep-15	123
oct-01	165
oct-15	176
nov-01	183
nov-15	182
dic-01	176
dic-15	168
ene-01	157
ene-15	148

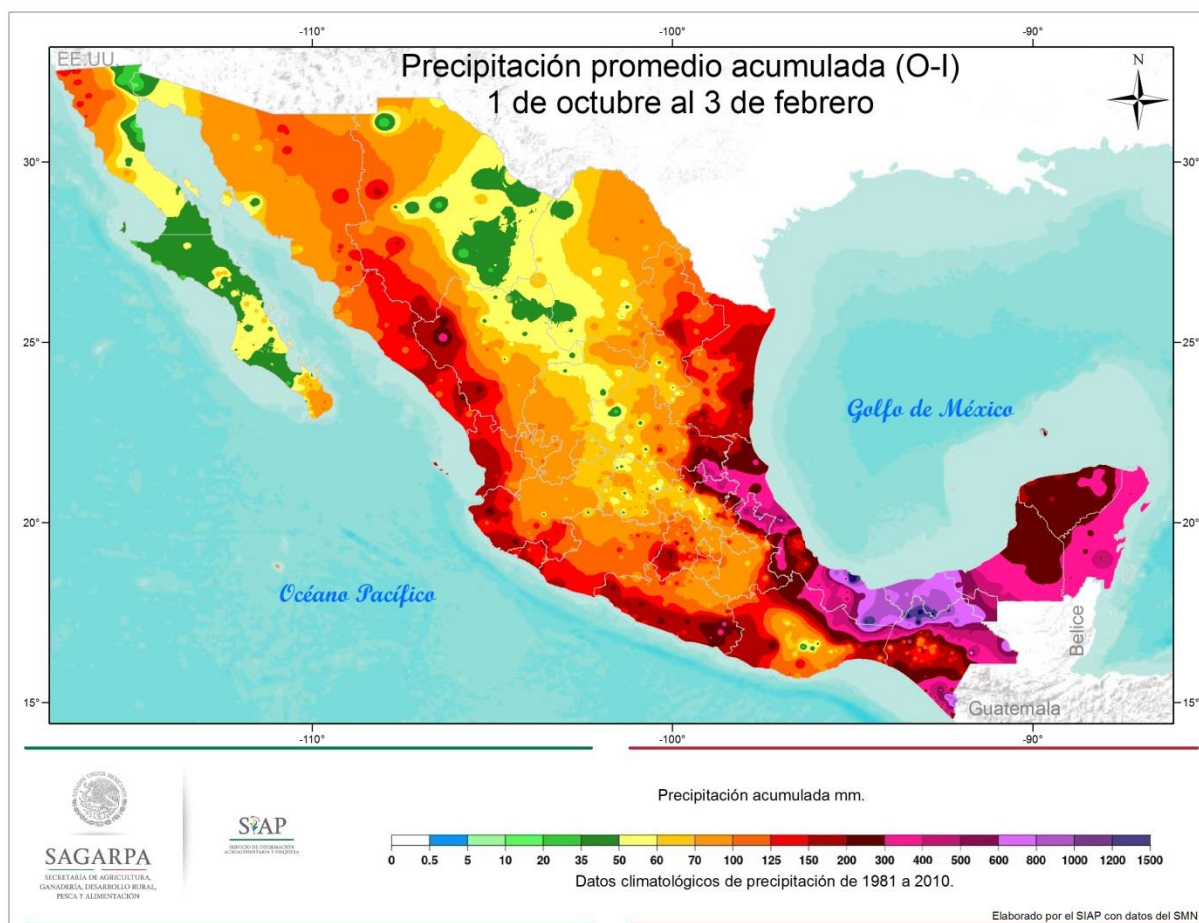
Se realizó un ajuste correspondiente a los 125 días de siembra a cosecha, donde se estimó un mínimo de lámina de precipitación acumulada para una producción de mediano rendimiento de 480 mm (lámina mínima acumulada para un cultivo con escasez de agua) y de 700 a 1300 mm para un rendimiento óptimo del cultivo (INIFAP 2012), donde el periodo de acumulación de agua va del primero de octubre al 3 de febrero para un análisis climatológico de 30 años de 1981 a 2010, la temperatura media también se estimó para el mismo periodo.

Los riesgos de reducción del rendimiento por estrés hídrico durante las diferentes etapas fenológicas son descritas por Bloc et al., 1984, (Ver Figura1).

Figura 1. Sensibilidad del maíz a la sequía (Bloc et al., 1984, tomado de López, 1991).

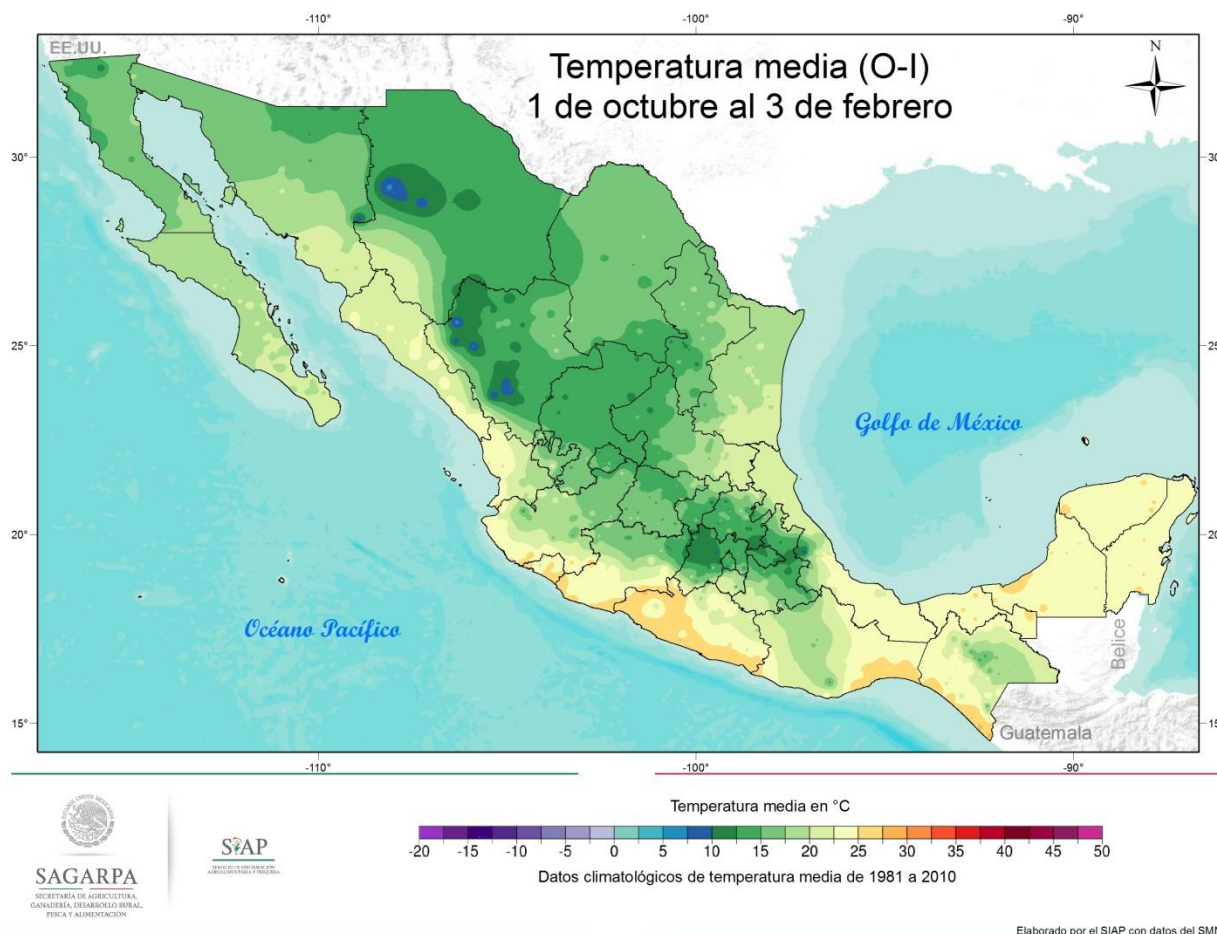


A partir de los mapas de precipitación y temperatura media, se localizaron los municipios con aptitud agroclimática “Alta y Media” para el cultivo de maíz, a los 125 días de su desarrollo fenológico, iniciando el 1° de octubre y finalizando el 3 de febrero de acuerdo con los datos climatológicos de 1981 a 2010.



Tanto el mapa de precipitación como el de temperatura indican los acumulados de precipitación y promedios de temperatura que si cumplen con los niveles óptimos y medios de la aptitud de producción de maíz, todos los que no cumplieron fueron descartados en la elaboración del mapa.

Los rangos de temperatura media para el maíz son de (14 a 18 °C) y de (24 a 26 °C) para una aptitud agroclimática media y de (18 a 24 °C) para una aptitud agroclimática alta.



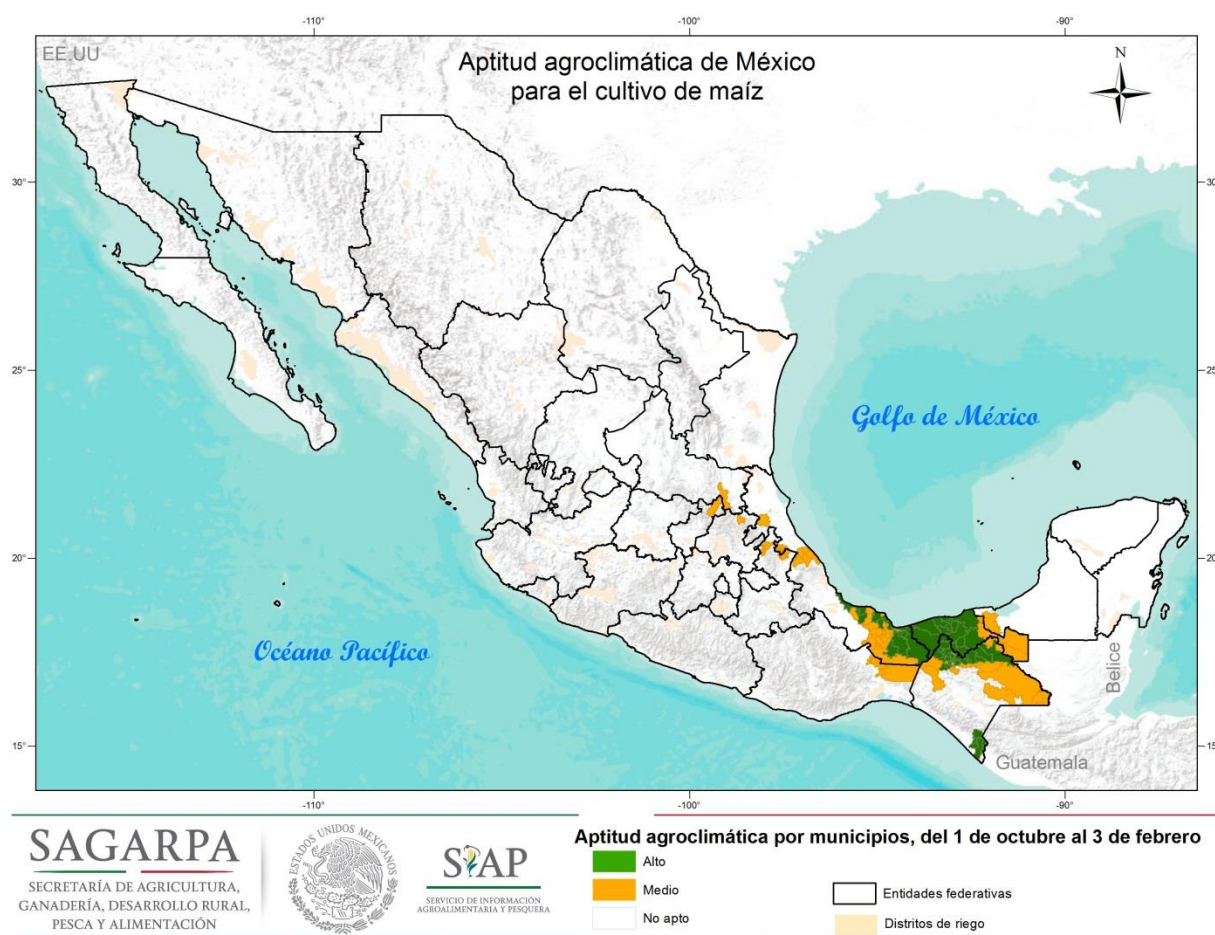
De la superficie de cada municipio solo se toma en cuenta la que corresponde a la Frontera Agrícola de México (SIAP, 2014).

Resultados

Aptitud agroclimática para el cultivo de maíz en México.

La aptitud agroclimática permite espacializar la potencialidad de los diferentes productos del campo mexicano, asimilando las diferentes etapas fenológicas de las especies agrícolas junto con sus requerimientos climáticos y edafológicos.

En el siguiente mapa se muestra la distribución espacial de los niveles altos y medios de la aptitud agroclimática del maíz para la república mexicana del ciclo O-I para la climatología de 1981 a 2010, iniciando con la siembra el 1 de octubre y finalizando el 3 de febrero.



Mapa de aptitud agroclimática de México para el cultivo de maíz del 1 octubre al 3 de febrero, ciclo O-I para la climatología de 1981-2010, a los 125 días de su desarrollo fenológico.

En el mapa anterior se observa en verde y naranja los niveles medio y alto de la aptitud agroclimática del maíz, lo que significa que los rendimientos de maíz por condiciones ambientales se estiman sean los óptimos y/o superiores a la media nacional. Para los municipios “No apto” en color blanco el mapa indica que será necesario programar riegos adicionales o que no cumplen con lo requerido de temperatura donde el promedio va de 14 a 26 °C.

La estimación de las zonas agrícolas con aptitud agroclimática media y alta para el cultivo del maíz, permitirá una mejor planeación sobre la superficie a sembrarse en el

ciclo O-I 2018-2019, y mejorar el rendimiento por hectárea, optimizar los recursos productivos, reducción de costos, entre otros; servirá también como herramienta para la toma de decisión sobre sembrar este u otro cultivo que se adapte a las condiciones de un lugar determinado.

Al realizar un análisis periódico de la precipitación y temperatura en relación a las etapas fenológicas del maíz determinando las acciones directas o indirectas que tienen estos factores sobre el desarrollo de la planta, será posible realizar una inferencia sobre el rendimiento del cultivo, entendiendo el ¿por qué? Del aumento o decremento de la producción de este cereal.

Si bien se tiene un panorama de la situación del cultivo en el ciclo agrícola otoño-invierno en el país, es necesario aclarar que faltan algunas variables por adherir a este proceso como: la pendiente del terreno, el balance hídrico, capacidad de retención de agua por el suelo, entre los más importantes, que coadyuvarán en una mejor determinación de las áreas con aptitud agroclimática para la producción de maíz.

Listado de la aptitud agroclimática por estados y municipios para el cultivo del maíz

Se reporta por estado y municipio la aptitud agroclimática media y alta para el cultivo del maíz, del 1 de octubre al 3 de febrero para un periodo de siembra a cosecha de 125 días, durante el ciclo agrícola de O-I correspondientes a la climatología de 1981-2010.

Estado de Campeche

Municipio	Precipitación mm	Temperatura media °C	Aptitud agroclimática
Palizada	595.2	24.5	Media

Estado de Chiapas

Municipio	Precipitación mm	Temperatura media °C	Aptitud agroclimática
Chilón	689.6	20.7	Media
Tapalapa	1,125.5	19.4	Alta
La Libertad	679.9	23.1	Media
Tila	783.1	21.8	Alta
Ocoatepec	1,297.5	18.7	Media
Palenque	712.8	22.4	Alta
Rayón	676.9	20.4	Media

Benjamín Franklin 146, Escandón Miguel Hidalgo, Ciudad de México. C.P. 11800
Teléfono: 01 (55) 3871- 8500 Atención a la ciudadanía: 01 (55) 3871- 8500

San Andrés Duraznal	592.1	20.1	Media
Ixtapangajoya	1,160.7	23.3	Media
Copainalá	747.1	21.3	Alta
Marqués de Comillas	617.8	21.8	Media
Ostuacán	1,044.5	23.0	Alta
Tuxtla Chico	812.7	25.5	Alta
Ixhuitán	838.9	21.3	Alta
Ocosingo	590.7	21.2	Media
Huitiupán	722.6	21.2	Alta
Motozintla	753.4	23.3	Alta
Sunuapa	1,101.4	22.7	Alta
Benemérito de las Américas	665.0	22.1	Media
Simojovel	578.0	20.1	Media
Unión Juárez	857.8	22.6	Alta
Pueblo Nuevo Solistahuacán	706.3	20.8	Alta
Reforma	811.1	24.6	Alta
Tapachula	781.0	23.9	Alta
Juárez	986.8	23.7	Alta
Yajalón	599.4	20.3	Media
Las Margaritas	632.7	17.7	Media
Salto de Agua	828.8	22.3	Alta
Ocozacoautla de Espinosa	614.9	23.0	Media
Francisco León	963.7	21.7	Alta
Bochil	598.5	20.5	Media
Tecpatán	686.2	23.0	Media
Amatán	937.6	22.4	Alta
Cacahoatán	839.5	24.1	Alta
Ixtacomitán	1,159.0	22.4	Alta
Coapilla	749.3	20.5	Alta
Tapilula	798.8	20.8	Alta
Sabanilla	827.0	21.9	Alta
Tuzantán	831.3	24.4	Alta
Pantepec	812.3	20.3	Alta
Chapultenango	1,034.7	20.7	Alta
Huehuetán	714.2	24.9	Alta
Tumbalá	732.0	21.3	Alta
Solosuchiapa	1,037.8	22.1	Alta
Catazajá	667.6	23.0	Media
Pichucalco	1,102.7	23.1	Alta

Estado de Hidalgo

Municipio	Precipitación mm	Temperatura media °C	Aptitud agroclimática
Tlanchinol	503.6	15.5	Media

Estado de Oaxaca

Municipio	Precipitación mm	Temperatura media °C	Aptitud agroclimática
Santa María Chimalapa	684.0	23.7	Media
Matías Romero Avendaño	603.8	24.1	Media

Estado de Puebla

Municipio	Precipitación mm	Temperatura media °C	Aptitud agroclimática
Jonotla	543.1	20.1	Media
Xicotepec	534.2	16.5	Media
Huauchinango	492.7	16.0	Media
Cuetzalan del Progreso	537.4	19.7	Media
Zoquiapan	533.2	20.0	Media
Tuzamapan de Galeana	576.8	20.4	Media
Ayotoxco de Guerrero	524.1	20.1	Media
Caxhuacan	519.2	19.4	Media
Tlacuilopec	518.4	16.4	Media
Juan Galindo	489.7	16.0	Media
Tenampulco	529.7	20.3	Media
Huehuetla	528.6	19.8	Media

Estado de Querétaro

Municipio	Precipitación mm	Temperatura media °C	Aptitud agroclimática
Jalpan de Serra	507.1	18.8	Media

Estado de San Luis Potosí

Municipio	Precipitación mm	Temperatura media °C	Aptitud agroclimática
Xilitla	495.3	20.0	Media
Aquismón	538.6	18.4	Media

Estado de Tabasco

Municipio	Precipitación mm	Temperatura media °C	Aptitud agroclimática
Macuspana	809.4	23.6	Alta
Jalapa	919.5	24.1	Alta

Benjamín Franklin 146, Escandón Miguel Hidalgo, Ciudad de México. C.P. 11800
Teléfono: 01 (55) 3871- 8500 Atención a la ciudadanía: 01 (55) 3871- 8500

Nacajuca	759.2	24.8	Alta
Cunduacán	787.6	24.6	Alta
Tenosique	645.2	24.1	Media
Emiliano Zapata	631.6	23.8	Media
Jalpa de Méndez	776.2	24.7	Alta
Tacotalpa	1,059.2	23.8	Alta
Paraíso	848.2	24.5	Alta
Centro	821.8	24.5	Alta
Comalcalco	834.4	24.4	Alta
Centla	745.9	24.6	Alta
Jonuta	671.9	24.1	Media
Teapa	1,064.4	23.7	Alta
Balancán	600.1	24.0	Media
Cárdenas	846.2	24.4	Alta
Huimanguillo	847.7	24.2	Alta

Estado de Veracruz de Ignacio de la Llave

Municipio	Precipitación mm	Temperatura media °C	Aptitud agroclimática
Chinameca	621.6	24.0	Media
Hueyapan de Ocampo	634.1	23.2	Media
Las Choapas	854.1	24.1	Alta
Sayula de Alemán	576.7	23.9	Media
San Juan Evangelista	554.3	23.9	Media
Soteapan	700.9	23.4	Alta
Zaragoza	604.2	24.2	Media
Oteapan	583.3	24.2	Media
Uxpanapa	1,092.1	23.3	Media
Soconusco	585.3	24.0	Media
Angel R. Cabada	794.6	23.4	Alta
Oluta	573.1	23.9	Media
Santiago Tuxtla	705.0	23.0	Alta
Coyutla	531.4	21.5	Media
San Rafael	523.4	20.6	Media
Martínez de la Torre	568.4	21.0	Media
Cosoleacaque	630.5	24.1	Media
Coahuilán	523.5	21.3	Media
Minatitlán	794.9	23.9	Alta
Chicontepec	493.9	19.9	Media
Jesús Carranza	658.3	23.9	Media
Tlacotalpan	600.6	23.4	Media
San Andrés Tuxtla	654.1	22.6	Media
Catemaco	924.5	22.4	Alta
Atzacán	559.8	20.6	Media
Texistepec	608.6	24.0	Media
Pajapan	722.9	23.7	Alta
Tlapacoyan	545.7	20.5	Media
Jáltipan	594.9	24.2	Media
Hidalgotitlán	712.9	23.9	Alta
Espinal	559.0	20.7	Media
Alvarado	723.4	23.5	Alta
Tatahuicapan de Juárez	764.9	23.4	Alta
Vega de Alatorre	526.1	21.0	Media

Benjamín Franklin 146, Escandón Miguel Hidalgo, Ciudad de México. C.P. 11800
Teléfono: 01 (55) 3871- 8500 Atención a la ciudadanía: 01 (55) 3871- 8500

Ixhuatlán del Sureste	789.4	24.0	Alta
Moloacán	829.1	24.1	Alta
Nautla	523.3	20.8	Media
Lerdo de Tejada	803.2	23.5	Alta
Mecatlán	524.6	21.1	Media
Zozocolco de Hidalgo	610.5	20.9	Media
Chumatlán	522.6	20.9	Media
Misantla	571.7	21.1	Media
Salta Barranca	794.5	23.5	Alta
Coatzacoalcos	809.8	24.0	Alta
Mecayapan	691.7	23.6	Media
Acayucan	586.6	23.6	Media
Filomeno Mata	520.8	21.2	Media
Coxquihui	553.4	20.6	Media
Agua Dulce	827.0	24.2	Alta

Bibliografía:

Carbalho, S., Anschau, A., Flores, N. & Hilbert, J. (2009). Argentina potenciality to develop sustainable, bioenergy projects. Methodology to determine driving forces of land use changes using GIS tools. Presentado en el 3rd International Conference on Energy Sustainability ASME. San Francisco, California USA. Paper N° ES2009-90353.

COLPOS., Colegio de Posgraduados (2012) Estimación de las demandas de consumo de agua. disponible en http://www.sagarpa.gob.mx/desarrolloRural/noticias/2012/Documents/FICHAS%20TECNICAS%20E%20INSTRUCTIVOS%20NAVA/INSTRUCTIVO_DEMANDAS%20DE%20AGUA.pdf (última consulta, abril 2018)

SIAP., Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (2014) Conjunto de datos vectoriales de la frontera agrícola de México.

FAO., Food and Agriculture Organization of the United Nations (1997) Zonificación agroecológica. Guía general. Boletín de suelos de la FAO 73. FAO Roma, Italia. 82 P.

FAO Food and Agriculture Organization of the United Nations (2006) Evapotranspiración del cultivo. FAO 56, ISBN 92-5-304219-2, Roma, 2006.

FAO Food and Agriculture Organization of the United Nations (2009) Guía para la descripción de suelos. Cuarta edición, Roma, 2009.

INEGI Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (2000) Los análisis físicos y químicos en la cartografía edafológica del INEGI

INEGI Instituto Nacional de Estadística y Geografía (2014). Diccionario de datos edafológicos, escala "1:250,000", versión 2014

INIFAP Instituto Nacional de Investigaciones forestales, agrícolas y pecuarias (2001) Requerimientos hídricos de especies anuales y perenes en las zonas media y altiplano de San Luis Potosí

INIFAP Instituto Nacional de Investigaciones forestales, agrícolas y pecuarias (2012) Potencial productivo de especies agrícolas de importancia socioeconómica en México. Publicación especial No. 8.

Jiménez, C., Vargas, V., Salinas, W., Aguirre, M. y Rodríguez, D. (2004). Aptitud agroecológica para el cultivo de la caña de azúcar en el sur de Tamaulipas, México. Investigaciones Geográficas, Boletín del Instituto de Geografía. UNAM. (53):58-74.

López, L. (1991) Cereales. Ediciones Mundiprensa. Madrid. 307-394.

Ojeda, Waldo & Ibarra, Ernesto & Unland Weiss, Helene & José Ríos, Juan. (2006). Programación integral del riego en maíz en el norte de Sinaloa, México integral programming for corn irrigation in northern Sinaloa, México.

OMM Organización Meteorológica Mundial (2011) Guía de prácticas climatológicas, OMM N° 100 edición de 2011.

Pascale, A., Damario, E. y Blettler, J. (2003). Aptitud agroclimática actual de Cinco Saltos (Río Negro, Argentina) para el cultivo del manzano. XIII Congreso Brasileiro de Agrometeorologia, Santa María - RS, 03 a 07 de agosto 2003: Situação atual e perspectivas da agrometeorología. Pág.567-568.

R. Sluter (2009) Interpolation methods for climate data, literature review. KNMI intern rapport; IR 2009-04

SAXTON K.E.et all,(1986) Estimating generalized soil-water characteristics from texture, SOIL SCI. SOC. AM. J., Vol. 50, 1986

SENAMHI Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (2013) Caracterización y aptitud agroclimática de los cultivos de papa y maíz amiláceo en la subcuenca del río Shullcas, Junín.

SMN Servicio Meteorológico Nacional (2018) Base de datos climatológica de los años 1981-2010

Solorzano V.,E.,(2007) Guías fenológicas para cultivos Básicos, México, Trillas S.A. De C.V. 2007. ISBN 978-968-24-7841-3

Thomas C. Peterson and Russell S. Vose (1997) An Overview of the Global Historical Climatology Network Temperature Database, Bulletin of the American Meteorological Society, Vol. 78, No. 12, December 1997.