

ÁREAS POTENCIALES PARA EL CULTIVO DEL AGAVE (*Agave americana* L.) EN LA MESETA COMITECA, CHIAPAS

POTENTIAL AREAS FOR AGAVE CULTIVATION (*Agave Americana* L.) IN THE COMITECA PLATEAU, CHIAPAS

Reynoso-Santos R.^{1*}; López-Báez W.¹; López-Luna A.¹; Ruíz-Corral J.A.²; Castro-Mendoza, I.¹; Cadena-Iñiguez, P.¹; Valenzuela-Núñez, L.M.³; Camas-Gómez, R.¹

¹ Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Campo Experimental Centro de Chiapas. Km. 0.3 Carretera Ocozocoautla-Cintalapa, C.P. 29140, Ocozocoautla de Espinosa, Chiapas, Tel. 01 800 088 22 22 Ext. 86317. ² Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Centro de Investigación Regional del Pacífico Centro, Campo Experimental Centro Altos de Jalisco. Interior parque Los Colomos s/n Col. Providencia, C.P. 44660, Guadalajara, Jalisco. ³ Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Juárez del Estado de Durango Av. Universidad S/N Fracc. Filadelfia Gómez Palacio, Durango. C. P. 35010.

*Autor de correspondencia: reynoso.roberto@inifap.gob.mx

RESUMEN

El agave Comiteco (*Agave americana* L.) se cultiva en la Meseta Comiteca de Chiapas, México desde mediados del siglo XIX como una actividad económica en pequeña escala. Actualmente es considerado como opción para reconversión productiva en algunos municipios de la Meseta, por lo cual se evaluaron áreas geográficas para determinar zonas de mayor potencial productivo en nueve municipios del estado de Chiapas, mediante la determinación de sus requerimientos agroecológicos, caracterización agroclimática de la meseta Comiteca y zonificación de áreas con potencial agroclimático. Se identificó una superficie con potencial agroclimático de 135,869.8 ha equivalente a 17% del área total de la Meseta para ampliar la distribución de plantaciones de agave.

Palabras clave: Maguey, área potencial, agroclimático, reconversión productiva.

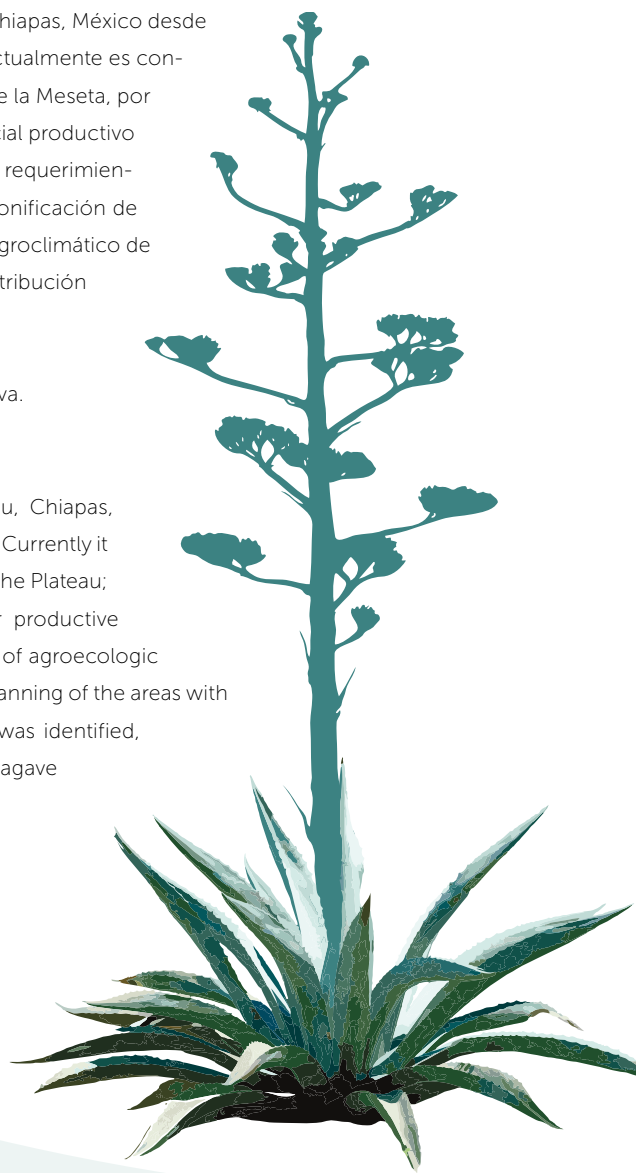
ABSTRACT

Comiteco agave (*Agave americana* L.) is cultivated in the Comiteca Plateau, Chiapas, México, since the middle of the 19th Century as a small-scale economic activity. Currently it is considered an option for productive reconversion in some municipalities of the Plateau; therefore, geographic areas were evaluated to determine zones of higher productive potential in nine municipalities of the state of Chiapas, through determination of agroecologic requirements, the agroclimate characterization of the Comiteca Plateau and planning of the areas with agroclimate potential. A surface of 135,869.8 ha with agroclimate potential was identified, equivalent to 17 % of the total area of the Plateau to broaden the distribution of agave plantations.

Key word: Agave, potential area, agroclimate, productive reconversion.

Agroproductividad: Vol. 9, Núm. 2, febrero. 2016. pp: 56-61.

Recibido: abril 2015. **Aceptado:** enero 2016.



INTRODUCCIÓN

Evaluar el grado de aptitud de los suelos permite identificar su capacidad para apoyar el uso más apropiado (Olivas *et al.*, 2007). La zonificación agroecológica es definida como la división de un área en unidades más pequeñas, que tienen características similares relacionadas con su aptitud y potencial agrícola (FAO, 1996). Los trabajos de zonificación identifican los cultivos adecuados para un área o región determinada de acuerdo a las exigencias agroecológicas de diferentes especies. El estado de Chiapas, México, se caracteriza por su relieve accidentado que influye en la diversidad y distribución de unidades edafológicas y climáticas (López *et al.*, 2009), y las principales variables que determinan las afinidades agroecológicas de los cultivos con un área son entre otras, la precipitación, temperatura, evaporación y humedad relativa, mientras que para el suelo se considera la profundidad, textura, estructura, color, densidad aparente y contenido de materia orgánica. El género *Agave* L., se encuentra distribuido entre 5° y 25° N, con régimen térmico templado, semi-cálido o cálido y temperatura promedio de entre 20 °C a 22 °C (Ruiz *et al.*, 1999). Se adapta en regiones semi-áridas y subhúmedas con un régimen de precipitación anual entre 600 mm a 1800 mm con ambientes seco a moderadamente secos la mayor parte del año (Ruiz *et al.*, 1999). Las plantaciones actuales de *Agave americana* L., se encuentran establecidas de manera dispersa, principalmente en los municipios de Comitán de Domínguez, Las Rosas y Amatenango del Valle en Chiapas, ubicados dentro de la meseta comiteca con una superficie de 27,850 km² localizada entre 16° 07'a 17° 32' N, y 91° 42' y 93° 18' O con altitudes superiores a 1,000 m. El clima es predominante templado subhúmedo con temperatura media anual de 13 °C a 17 °C, lluvias en verano (1100 a 1,600 mm anuales) y posibles heladas en áreas deforestadas ubicadas a 2000 m de altitud (Alba-López *et al.*, 2003; López, 1993). Los municipios de Comitán, La Trinitaria y Margaritas se ubican a 1000 m de altitud en adelante, temperatura media anual entre 18 °C a 22 °C, con una mínima de 6.5 °C a 12.5 °C en la época de sequía, y 9.7 °C a 14.2 °C en la época de lluvias, y los suelos son predominantes litosoles y luvisoles. En ambos periodos el régimen térmico normal no presenta limitaciones para el crecimiento y desarrollo del cultivo de agave. Desde el siglo XIX el agave comiteco (*Agave americana* L.) se cultiva a pequeña escala, y sus productos han llegado a ocupar mercados nacionales e internacionales como bebida destilada denominada "Comiteco". Actualmente el cultivo es considerado como una opción para reconversión productiva en algunos municipios de Chiapas, mediante el establecimiento de plantaciones. Con base en lo anterior, se realizó un estudio para identificar las zonas óptimas para su crecimiento, que favorezcan mayores rendimientos del cultivo y menor

tiempo a la cosecha, proyectando áreas potenciales de cultivo clasificadas como: óptimas, subóptimas y marginales en nueve municipios de la Meseta Comiteca.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los requerimientos agroecológicos de *A. americana* fueron definidos considerando los reportados para el género *Agave* L. (Ecocrop FAO, 2011; Ruiz, 2007; FAO, 1996; FAO, 1994; Gentry, 1982; Ruiz *et al.*, 1999) (Cuadro 1); y para identificar áreas potenciales para cultivar *A. americana*, se consideraron los requerimientos agroecológicos de la especie en cuanto a temperatura y precipitación (mensual), así como, altitud y pendiente.

Caracterización agroclimática de la meseta comiteca

Siguiendo la metodología de FAO (1996) y Ruiz (2007) para identificación de zonas potenciales de *A. tequilana*, además de las variables del Cuadro 1, se hicieron comparaciones de la disponibilidad ambiental (suelo, fisiografía y clima) para *A. americana*. Se utilizó la base de información de clima del sistema de información ambiental del INIFAP correspondiente al periodo 1961 a 2003 (Medina *et al.*, 2003, Serrano *et al.*, 2006, López *et al.*, 2009), el cual consta de capas temáticas «raster» (celdas) con resolución de 900×900 m, compiladas en el Sistema de Información Geográfica IDRISI32 (Eastman, 1999) y convertidas en capas "vectoriales" para su reclasificación y edición en Arcview 3.2 (ESRI, 1999). Para la estimación de la temperatura nocturna, se utilizó información de capas raster de temperaturas máximas y mínimas mensuales, y mediante álgebra de mapas se aplicaron las ecuaciones siguientes:

Cuadro 1. Requerimientos del cultivo de *A. americana* según nivel de potencial agroclimático.

Variable	Requerimientos/potencial agroecológico		
	Óptimo	Sub-óptimo	Marginal
Temperatura nocturna (°C)	11 a 21	-1 a 11 y 21 a 28	<-1 y >28
Probabilidad de heladas	<0.10		>0.10
Altitud (m)	1000- 2000	600-1000 y 2000-2500	<600 y >2500
Pendiente del terreno (%)	2 -15	1 -2 y 15-45	<1 y >45
Precipitación anual (mm)	600-1500	1500-1800	<600 y >1800

Temperatura media mensual (T_m) en °C

$$T_m = \frac{T_{xm} + T_{im}}{2} \quad (1)$$

Donde: T_{xm} =Temperatura máxima media mensual en °C, T_{im} =Temperatura mínima media mensual °C.

Temperatura nocturna media mensual (T_{nm}) en °C

$$T_{nm} = T_m - \frac{[(T_{xm} + T_{im})(11 - T_o)]}{4(12 - T_o) \text{sen} \left[\pi \frac{11 - T_o}{11 + T_o} \right]} \quad (2)$$

Donde: T_{xm} =Temperatura máxima media mensual, °C, T_{im} =Temperatura mínima media mensual, °C, $T_o=12 - 0.5N$, donde N =duración del fotoperiodo correspondiente al día 15 de cada mes, Sen =Seno expresado en radianes; $\pi=3.1416$.

Temperatura nocturna media anual (T_{na}) en °C

$$T_{na} = \frac{\sum_{i=1}^{12} T_n}{12} \quad (3)$$

Donde: T_n =Temperatura nocturna media mensual en °C i =Corresponde a los meses de enero a diciembre.

Para la variable suelo, se consideró la información digitalizada de las cartas edáficas del INEGI (1993) disponibles en la base de datos a nivel Nacional del INIFAP.

Zonificación de áreas con potencial agroclimático

Se generaron capas vectoriales con las zonas potenciales a partir del análisis comparativo de la información proveniente de la caracterización agroclimática y los requerimientos del cultivo del agave. La delimitación de áreas potenciales se realizó mediante el método de "álgebra booleana" realizados a través de Sistemas de Información Geográfica (SIG) IDRISI (Eastman, 1999). Como producto se obtuvo un mapa con las zonas donde existe potencial para cultivar el agave en las clasificaciones de óptimo, subóptimo y marginal.

Zonificación de áreas con potencial agroecológico

Consistió en excluir de las zonas potenciales agroclimáticas obtenidas en la etapa anterior, las áreas ocupadas con zonas urbanas, uso forestal, asentamientos humanos y cuerpos de agua. Con esta información, se realizó un análisis comparativo entre el mapa con las zonas potenciales agroclimáticas y la carta de uso de suelo y vegetación a escala 1: 250 000 Serie III del INEGI (2002), y se obtuvo un mapa con áreas que proyectan potencial agroecológico para sembrar agave y que no registraron otros usos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La Meseta Comiteca presenta amplia potencialidad agroclimática para el cultivo de *A. americana* (Cuadro 2, Figura 1). Sin excluir las zonas ocupadas por otros usos de suelo diferentes a los agrícolas, registradas en la Carta de Uso del Suelo y la Vegetación del INEGI Serie III, el 17% de la superficie total estudiada correspondió a la categoría de óptimo potencial, equivalente a 135,869.8 ha, en el centro de los municipios Las Margaritas, Comitán de Domínguez, La Trinitaria y Las Rosas (Figura 1).

La superficie con potencial subóptimo se ubicó de manera contigua a las zonas óptimas, con un total de 323,655 ha, las cuales podrían ser consideradas para la siembra de agave, a través de tecnología que ayude al cultivo a adaptarse a algunas de las limitantes ambientales, tales como, precipitación y fertilidad de suelo. La mayor superficie en el área de estudio correspondió al nivel de potencial marginal (343,971 ha), distribuidas hacia el noreste de los municipios Las Margaritas e Independencia con 203,436 y 34,231 ha, respectivamente (Cuadro 2) limita-

Cuadro 2. Superficie estimada en categorías por potencial agroclimático para el cultivo de *Agave americana* L.

Municipio	Óptimo	Subóptimo	Marginal	Total
	(ha)			
Las Margaritas	46,827	64,986	203,436	315,249
Comitán de Domínguez	35,091	50,855	10,004	95,950
La Trinitaria	19,299	92,718	48,381	160,398
Las Rosas	12,240	11,402	437.1	24,079
La Independencia	7,299	10,117	34,231	51,647
Tzimol	6,025	25,380	7,725	39,130
Chanal	3,380	29,979	6,098	39,457
Amatenango del Valle	3,147	11,613	668.3	15,428
Socoltenango	1,228	26,638	33,752	61,618
Total	135,869	323,655	343,971	803,495

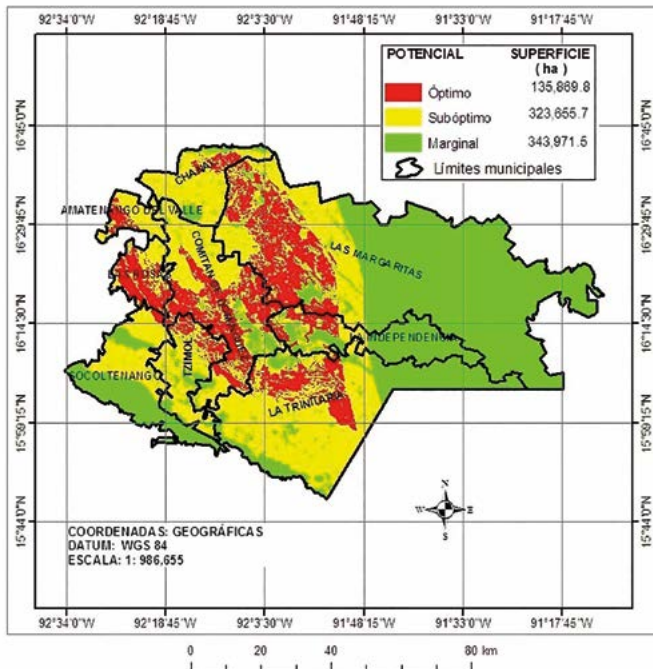


Figura 1. Distribución de áreas con potencial agroclimático para el cultivo de *Agave americana* L.

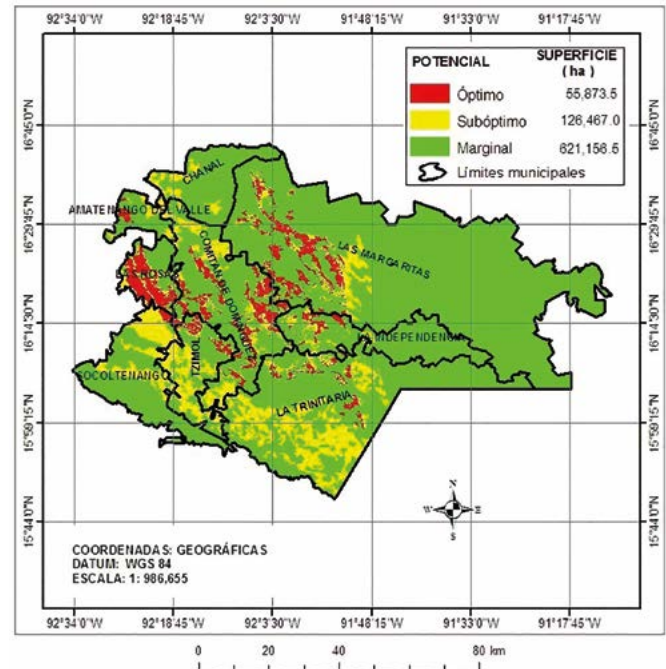


Figura 3. Distribución de áreas con potencial agroecológico para el cultivo de *Agave americana* L.

das principalmente por la pendiente del suelo, la altitud y la precipitación anual, sin embargo, la variable precipitación anual fue quien delimitó la mayor superficie de áreas subóptimas y marginales (Figura 2), ya que a medida que se avanza hacia la región Selva, la precipitación aumenta de 2000 mm, a más de 3500 mm, generando exceso de humedad para la especie.

Al excluir las superficies con asentamientos humanos y vegetación arbolada, la superficie con potencial pasó de

135,869.8 ha a 55,874 ha (reducción de cerca de 60%), sin embargo, la superficie que resulto de la sobreposición de ambos mapas fue la que tiene mayor probabilidad de reconversión, por ser las áreas dedicadas actualmente a la agricultura o son tierras infértiles para el cultivo de maíz y frijol (Figura 3).

El Cuadro 3 muestra los datos de las áreas con potencial agroecológico por municipio para cada una de las categorías de potencial. El 77% de la superficie con potencial se ubicó en Las Margaritas, Comitán de Domínguez y Las Rosas.

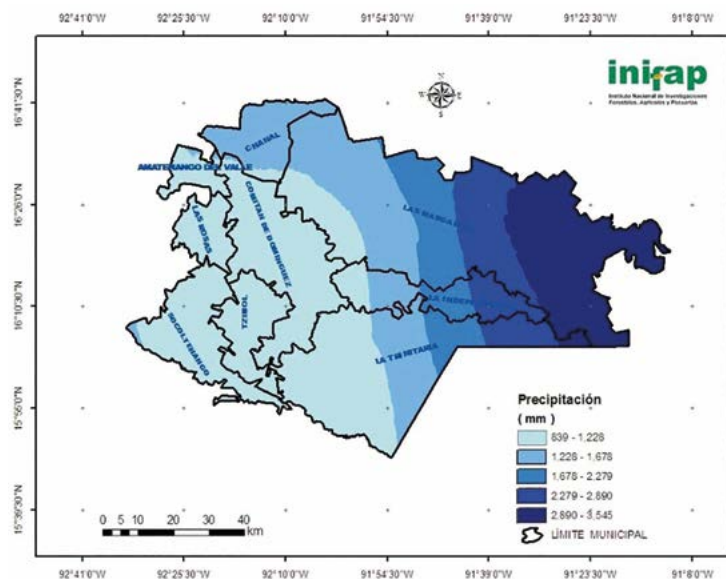


Figura 2. Mapa de precipitación media anual en la zona de estudio.

CONCLUSIONES

Las zonas con potencial óptimo para el cultivo de *A. americana*, se ubicaron en áreas de los municipios Las Margaritas, Comitán y Las Rosas; por lo que los resultados pueden ser bastante útiles en materia de planificación para reconversión productiva. Comparando las áreas determinadas con potencial agroclimático y potencial agroecológico, puede concluirse que el cultivo de *A. americana* puede cultivarse en 55, 874 ha, sin embargo, se sugiere aumentar la escala de análisis donde sean incorporadas otras variables como análisis de suelos y datos productivos entre otros, con un enfoque de análisis multicriterio que permita fortalecer los presentes estudios.

Cuadro 3. Superficie (ha) estimada de las diferentes categorías de potencial agroecológico para el cultivo de *A. americana*, en el estado de Chiapas, México.

Municipio	Óptima	Subóptima	Marginal	Total
	(ha)			
Las Margaritas	16,763	14,042	284,446	315,251
Comitán de Domínguez	16,528	19,069	60,355	95,952
Las Rosas	9,918	4,117	10,045	24,080
La Trinitaria	4,215	44,119	112,065	160,399
La Independencia	3,137	3,884	45,258	52,279
Tzimol	2,894	15,145	21,093	39,132
Amatenango del Valle	1,236	3,210	10,983	15,430
Socoltenango	1,166	17,532	42,821	61,519
Chanal	17	5,349	34,090	39,456
Total	55,874	126,467	621,156	803,497



Figura 4. Áreas con potencial agroecológico para el cultivo de *Agave americana* L.

AGRADECIMIENTOS

Esta investigación fue financiada por la empresa Balun Canan S. de R. L. de C.V a través del proyecto Innovación tecnológica para la reproducción, establecimiento, producción y aprovechamiento integral del Agave Comiteco financiado por el fondo CONACYT 154047.

LITERATURA CITADA

Alba L.P.M., Gonzáles M., Ramírez N., Castillo M. 2003. Determinantes de la distribución de *Pinus* spp. En la Altiplanicie Central de

Chiapas, México. Boletín de la Sociedad Botánica de México. Número 73. Sociedad Botánica de México, A.C. México. Pp. 7-15
 Eastman J.R. 1999. IDRISI 32. Guide to GIS and image processing Vol.1, Clark Labs-Clark University. Worcester, Massachusetts, USA. 193p.
 Ecocrop FAO. 2012. <http://ecocrop.fao.org/ecocrop/srv/en/home>
 ESRI. 1999. Arc view GIS. Using Arc view GIS. Environmental Systems Research Institute Inc. Redlands, California, USA. 340 p.
 FAO. 1994. ECOCROP 1. The adaptability level of the FAO crop environmental requirements database. Version 1.0. AGLS. FAO. Rome, Italy.

- FAO. 1996. Zonación Agroecológica: Guía General. Boletín de Suelos. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma, Italia.
- Gentry H.S. 1982. Agaves of continental North America. 1ra Edición. The University of Arizona Press. Tucson, Arizona. 670 pp.
- INEGI. 2002. Carta de uso actual del suelo y vegetación. Serie III. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. México.
- López L.A., Báez A.D., Ruiz J.A., Medina G. 2009. Caracterización climática y edáfica del área de abastecimiento del ingenio Pujilic, Chiapas. 1ra. Edición. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Campo Experimental Centro de Chiapas. Publicación Especial Número 1. México. 48 pp.
- López S.C. 1993. LECTURAS CHIAPANECAS. 1ra. Edición. Gobierno del Estado de Chiapas. México. 791 pp.
- Medina-García G., Ruiz-Corral J.A., Martínez-Parra R.A. 1998. Los climas de México. una estratificación ambiental basada en el componente climático. INIFAP. CIRPAC. Libro técnico No. 1. 103 p.
- Olivas G.E., Valdez J.R., Aldrete A., Gonzáles M. de J., Vera G. 2007. Áreas con aptitud para establecer plantaciones de maguey cenizo: definición mediante Análisis Multicriterio y SIG. Rev. Fitotec. Mex. Vol. 30 (4): 411-419
- Ruiz C.J.A., Medina G., González I.J., Ortiz C., Flores H.E., Martínez R.A., Byerly K.F. 1999. Requerimientos agroecológicos de cultivos. Libro Técnico Núm. 3. INIFAP-CIRPAC. Ed. Conexión Gráfica. Guadalajara, Jalisco, México. México. 362 p.
- Ruiz C.J.A. 2007. Requerimientos agroecológicos y potencial productivo del agave (*Agave tequilana* Weber) en México. In: Rulfo V., F.O. et al. (eds.). Conocimientos y prácticas agronómicas para la producción de *Agave tequilana* Weber en la zona de denominación de origen del tequila. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Centro de Investigación Regional Pacífico Centro. P. 11-36
- Secretaría de Economía. 2009. Estudio de territorialidad del agave para la integración y proyección de la industria elaboradora de comiteco. San Cristóbal de Las Casas, Chiapas. Informe. Secretaría de Economía.
- Serrano A.S.V., Díaz G., López A., Cano M.A.G., Báez A.D., Garrido E.R. 2006. Estadísticas climatológicas básicas del estado de Chiapas (período 1961-2003). Libro técnico No. 1. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Campo Experimental Centro de Chiapas. México. 186 pp.

