



SECRETARÍA DE DESARROLLO RURAL

[www.campeche.gob.mx](http://www.campeche.gob.mx) @CAMPECHEPROGRESA

EN **CAMPECHE**  
VAMOS POR NUESTRO  
PROGRESO

**SDR**

## ESTUDIO PARA DETERMINAR ZONAS DE ALTA POTENCIALIDAD PARA EL CULTIVO DE GUANÁBANA (*Annona muricata* L.) EN EL ESTADO DE CAMPECHE



Dr. José Francisco Juárez López  
Dr. Lorenzo Armando Aceves Navarro  
Dr. José Jesús Obrador Olán  
M.C. Rigoberto González Mancilla  
M.C. Nubia Nitzel Torres Rosas  
Ing. Matías Hernández Gómez





**ESTUDIO PARA DETERMINAR ZONAS DE ALTA  
POTENCIALIDAD PARA EL CULTIVO DE GUANÁBANA  
(*Annona muricata* L.) EN EL ESTADO DE CAMPECHE**



**GOBIERNO DEL ESTADO DE CAMPECHE**

**DIRECTORIO**

LIC. FERNANDO EUTIMIO ORTEGA BERNÉS  
**Gobernador Constitucional del Estado de Campeche**

LIC. JORGE HUMBERTO SHIELDS RICHAUD  
**Secretario de Coordinación**

LIC. MARÍA LUISA SAHAGÚN ARCILA  
**Secretaria de Administración e Innovación  
Gubernamental**

DR. EVERARDO ACEVES NAVARRO  
**Secretario de Desarrollo Rural**

ARQ. MARIO HURTADO ESCALANTE  
**Responsable de la Unidad de Inversión**

MC. CESAR BARRIOS PACHECO  
**Coordinador Ejecutivo y Apoderado Legal  
de FIDESUR**



## **COLEGIO DE POSTGRADUADOS**

### **DIRECTORIO**

DR. JESÚS MONCADA DE LA FUENTE  
**Director General**

DR. RAÚL GERARDO OBANDO RODRÍGUEZ  
**Secretario Académico**

LIC. ROLANDO RAMOS ESCOBAR  
**Secretario Administrativo**

DR. PONCIANO PÉREZ HERNÁNDEZ  
**Director de Educación**

DR. JUAN ANTONIO VILLANUEVA JIMÉNEZ  
**Director de Investigación**

DR. MIGUEL CABALLERO DELOYA  
**Director de Vinculación**

## **CAMPUS TABASCO**

### **DIRECTORIO**

Dr. CARLOS FREDY ORTIZ GARCÍA  
**Director**

DR. CÉSAR JESÚS VÁZQUEZ NAVARRETE  
**Subdirector de Educación**

DR. ÁNGEL MARTÍNEZ BECERRA  
**Subdirector de Investigación**

DR. JOSÉ FRANCISCO JUÁREZ LÓPEZ  
**Subdirector de Vinculación**

CPA. MARÍA GABRIELA MARTÍNEZ QUINTANA  
**Subdirectora de Administración**



## CONTENIDO

I.	INTRODUCCIÓN .....	1
II.	OBJETIVOS .....	2
III.	CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA GUANÁBANA ( <i>Annona muricata</i> L.) .....	2
IV.	ANTECEDENTES DEL CULTIVO DE LA GUANÁBANA EN MÉXICO Y CAMPECHE .....	4
V.	REQUERIMIENTOS AGROCLIMÁTICOS .....	8
VI.	REQUERIMIENTOS EDAFOLÓGICOS .....	9
VII.	TECNOLOGÍA DE PRODUCCIÓN DEL CULTIVO DE GUANÁBANA .....	10
7.1	Propagación .....	10
7.2	Trazo de la plantación y siembra .....	11
7.3	Manejo del cultivo .....	12
7.3.1	Poda de árboles .....	12
7.3.2	Control de malezas .....	12
7.3.3	Fertilización .....	13
7.3.4	Control de plagas .....	13
7.3.5	Control de enfermedades .....	15
7.4	Cosecha .....	16
7.5	Perspectiva agroindustrial .....	17



7.5.1	Pulpa congelada .....	17
7.5.2	Jugo congelado .....	17
<b>VIII.</b>	<b>DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA METODOLOGÍA.....</b>	<b>18</b>
<b>IX.</b>	<b>REQUERIMIENTOS BIOCLIMÁTICOS DEL CULTIVO DE GUANÁBANA .....</b>	<b>20</b>
9.1	Inventario climático .....	21
9.1.1	División climática .....	21
9.1.2	Período de crecimiento .....	21
9.2	Inventario edafológico.....	21
9.2.1	División edafológica .....	21
9.3	Fuentes de información .....	22
9.3.1	Información climática .....	22
9.3.2	Información edafológica.....	22
9.3.3	Información cartográfica .....	22
<b>X.</b>	<b>ESTIMACIÓN DE RENDIMIENTO POTENCIAL PARA EL CULTIVO DE GUANÁBANA (<i>Annona muricata</i> L.).....</b>	<b>23</b>
<b>XI.</b>	<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>26</b>
<b>XII.</b>	<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>29</b>
<b>XIII.</b>	<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>30</b>
<b>XIV.</b>	<b>ANEXOS.....</b>	<b>37</b>



## ÍNDICE DE CUADROS

<b>Cuadro 1.</b>	Superficie cultivada de guanábana en la modalidad de temporal por estados y a nivel nacional en hectáreas.....	5
<b>Cuadro 2.</b>	Rendimientos de guanábana en la modalidad de temporal por estados y a nivel nacional ( $t\ ha^{-1}$ ).....	6
<b>Cuadro 3.</b>	Superficie cultivada de guanábana en la modalidad de riego por estados y a nivel nacional en ha. ....	7
<b>Cuadro 4.</b>	Rendimientos de guanábana en la modalidad de riego por estados y a nivel nacional ( $t\ ha^{-1}$ ).....	7
<b>Cuadro 5.</b>	Superficie cosechada de guanábana en el estado de Campeche, a nivel municipal, en la modalidad de temporal en ha. ....	8
<b>Cuadro 6.</b>	Rendimientos de guanábana en el estado de Campeche, a nivel municipal, en la modalidad de temporal ( $t\ ha^{-1}$ ). ....	8
<b>Cuadro 7.</b>	Requerimientos climáticos del cultivo de guanábana ( <i>Annona muricata</i> L.) .....	9
<b>Cuadro 8.</b>	Requerimientos edafológicos de la guanábana ( <i>Annona muricata</i> L.) .....	10
<b>Cuadro 9.</b>	Variables seleccionadas para definir áreas de alta potencialidad para el cultivo guanábana en el estado de Campeche.....	20



<b>Cuadro 10.</b> Diferentes potenciales expresados como superficie y de manera porcentual para el cultivo de guanábana ( <i>Annona muricata</i> L.) en el estado de Campeche.....	26
<b>Cuadro 11.</b> Subunidades de suelos aptos para el cultivo de la guanábana ( <i>Annona muricata</i> L.).....	26
<b>Cuadro 12.</b> Municipios del estado de Campeche con zonas edafoclimáticas potenciales para el cultivo de guanábana ( <i>Annona muricata</i> L.).....	27
<b>Cuadro 13.</b> Rendimiento potencial ( $t\ ha^{-1}$ ) para el cultivo de mango ( <i>Annona muricata</i> L.) en los municipios del estado de Campeche.....	28

---

## ÍNDICE DE FIGURAS

---

<b>Figura 1.</b> Morfología de la guanábana ( <i>Annona muricata</i> L.): a) flor, b) hoja y c) fruto.....	3
<b>Figura 2.</b> Metodología simplificada de la zonificación agroecológica para el cultivo de guanábana ( <i>Annona muricata</i> L.). .....	19





---

## ÍNDICE DE ANEXOS

---

<b>Anexo 1.</b>	Ubicación geográfica de las estaciones meteorológicas en el estado de Campeche.....	37
<b>Anexo 2.</b>	Requerimientos bioclimáticos del cultivo de la guanábana ( <i>Annona muricata</i> L.).....	39
<b>Anexo 3.</b>	Requerimientos edafológicos óptimos y absolutos para el desarrollo guanábana ( <i>Annona muricata</i> L.) .....	39
<b>Anexo 4.</b>	Zonas con alto potencial agroclimático para el cultivo de guanábana ( <i>Annona muricata</i> L.) en el estado de Campeche. ....	40
<b>Anexo 5.</b>	Zonas con alto potencial edafológico para cultivar guanábana ( <i>Annona muricata</i> L.) en el estado de Campeche. ....	41
<b>Anexo 6.</b>	Zonas con alto potencial edafoclimático para cultivar guanábana ( <i>Annona muricata</i> L.) en el estado de Campeche. ....	42



## I. INTRODUCCIÓN

La difícil situación por la que atraviesa la mayoría de los cultivos agrícolas abre la posibilidad de diversificar la agricultura en el estado de Campeche, cuyos suelos favorecen la implementación y desarrollo de diversas especies tropicales. En México, la guanábana es un frutal en expansión, por el creciente interés de la producción de fruta para su comercialización en forma de jugo. La superficie nacional plantada es de 6,010.5 ha, y se ubica principalmente en los estados de Nayarit, Sinaloa, Colima, Jalisco, Michoacán, Guerrero, Oaxaca, Chiapas, Tabasco, Campeche, Yucatán, Veracruz y Morelos (Vidal-Hernández y Nieto, 1997).

El manejo sistemático del cultivo de guanábana (*Annona muricata* L.) es un esquema poco conocido, por ello, el presente estudio está encaminado a promover el desarrollo de esta fruta tropical, como una alternativa productiva que pueda ser económicamente rentable para los productores, ya que posee un gran potencial para el desarrollo agroindustrial y tiene posibilidades de industrialización y comercialización local y/o para la exportación de pulpa congelada o sus subproductos (jugos, mermeladas, licores, dulces, etc.) a países consumidores como Estados Unidos de América, Europa y Asia.

El gobierno del estado de Campeche, en coordinación con algunas instituciones de investigación, tiene el propósito de proveer al productor, a través de este estudio, de la tecnología generada mediante la investigación, a partir de la cual es factible generar estrategias para un mejor uso y rentabilidad de la tierra, mediante la identificación de zonas potenciales para el cultivo de guanábana y de generación de empleos en el medio rural.



## II. OBJETIVOS

- ❖ Realizar la zonificación del cultivo de guanábana (*Annona muricata* L.) en el estado de Campeche mediante la determinación de zonas con alta potencialidad productiva.
- ❖ Elaborar un mapa donde se indiquen las zonas con alta potencialidad productiva para el cultivo de guanábana (*Annona muricata* L.) en el estado de Campeche.

## III. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA GUANÁBANA (*Annona muricata* L.)

La guanábana es un árbol frutal perennifolio de porte bajo que en su etapa adulta alcanza entre 5 y 8 (hasta 10 m) de alto. Las hojas son oblongo-elípticas, de 6 a 12 cm de largo por 2.5 a 5 cm de ancho. Sus ramas son cilíndricas, arrugadas, ásperas y con lenticelas de color café rojizo. El tronco es ramificado cerca de la base y desprende un mal olor cuando se le tritura. La corteza externa es de color castaño más o menos lisa, mientras que la interna es de color rosado e insabora (Casarez, 1981).

Las flores pueden presentarse solitarias o en pares, sobre los tallos y las ramas presentan seis pétalos, los tres exteriores son ovados, libres y gruesos, de 2 a 3 cm de largo, los tres interiores son delgados y más pequeños (Casarez, 1981).

Es importante señalar dos aspectos de la biología floral de esta especie que están estrechamente relacionados con la producción. Por un lado está su estructura anatómica cerrada que dificulta la polinización por el viento (anemófila) o por insectos (entomófila). Por otro lado se trata de una planta hermafrodita, cuyas estructuras femeninas maduran antes que las masculinas, presentando un período de 36 a 48



horas en el que ambas estructuras sexuales se encuentran maduras, lo que reduce las posibilidades de fecundación y la consecuente formación del fruto (Casarez, 1981).

Los frutos son carnosos, de color verde oscuro, cubiertos de tubérculos flexibles con aspecto de espinas, de forma ovoide-elipsoide de 20 a 25 cm de largo por 10 a 12 cm de diámetro, con una pulpa blanca algodonosa, jugosa, agridulce y aromática. Poseen numerosas semillas ovoides y aplanadas de 15 a 20 mm de largo, con testa oscura y brillante, una por carpelo. En algunos cultivares o clones los frutos alcanzan un peso de seis kilogramos (Figura 1) (ISPROTAB, 1996; Cabrera y Martínez, 2001).



**Figura 1.** Morfología de la guanábana (*Annona muricata* L.): a) flor, b) hoja y c) fruto.



#### **IV. ANTECEDENTES DEL CULTIVO DE LA GUANÁBANA EN MÉXICO Y CAMPECHE**

La guanábana (*Annona muricata* L.) es una planta frutícola perteneciente a la familia de las anonáceas, familia originaria de América Tropical (De Queiroz y Medrado, 1994; Escobar, 1991 y Laborem, 1994), el centro de origen de la especie se ubica en Colombia o Brasil (Escobar, 1991).

La guanábana se encuentra dispersa, tanto en forma silvestre como cultivada. Los países productores de guanábana son Bermuda, Bahamas, Cuba, República Dominicana, St. Vincent, México, Costa Rica, Puerto Rico, Colombia, Brasil, Antillas, China, Vietnam, Australia, Nueva Zelanda, las islas del Pacífico y algunas regiones bajas y calientes del Este y Oeste de África. Al interior de Estados Unidos existen pequeños cultivos comerciales en Florida.

La guanábana es sumamente apreciada en Estados Unidos como fruta natural, así como en forma de pulpa, néctar y gelatina. El principal proveedor de guanábana a los Estados Unidos ha sido México. Otros consumidores importantes son: Taiwán, Israel, Tailandia, Chile, China, Nueva Zelanda, España, Singapur, Canadá, Italia, Malasia, Costa Rica, Holanda, Granada, India y Jamaica (FAO, 2006; De Queiroz y Medrado, 1994 y Popenoe, 1956).

Los frutos de guanábana en México presentan una gran variedad de genotipos, debido a que la mayoría de las plantaciones están constituidas por árboles propagados por semilla. Aunque dicha diversidad ha sido poco estudiada Ponce (1970) y Vidal (1982) han realizado investigaciones en las que seleccionaron preliminarmente árboles sobresalientes por su tolerancia a la antracnosis y buen potencial productivo, respectivamente.

En Brasil (Gazel-Filho *et al.*, 1998), Costa Rica (Baranoa y Sánchez, 1992) y Puerto Rico (Martínez y Asencio, 1997) se han desarrollado programas de selección individual



de árboles de guanábana altamente productivos con frutos destinados para la industria; sin embargo, en México existen pocos estudios sobre la evaluación del potencial productivo del guanábano y la calidad de la fruta (Velasco *et al.*, 1982); encontrándose que la producción de guanábana por árbol ha sido estimada solamente para los estados de Tabasco (ISPROTAB, 1996) y Veracruz (Cabrera, 1995).

En 2010, la producción de guanábana a nivel nacional fue de 17,796.17 toneladas, en una superficie cosechada 2,230.7 hectáreas, el valor de la producción fue de \$79,634.09 alcanzando un precio promedio de \$4,474.79 por tonelada (SIAP, 2011).

El cultivo de la guanábana en los últimos años ha generado un creciente interés entre los productores de las diversas entidades, debido a los precios y demanda que llega adquirir este fruto. La superficie cultivada de guanábana en la modalidad de temporal, a nivel nacional en los últimos cinco años (2006-2010) se ha incrementado en un 19.81% (Cuadro 1), con 1877.5 ha sembradas en 2010, siendo Nayarit el estado que mas cultiva este fruto con 1,588.5 ha (84.61% nacional). En ese mismo año en Campeche se sembraron 14.5 hectáreas, que representan sólo 1% de la superficie cultivada a nivel nacional.

**Cuadro 1.** Superficie cultivada de guanábana (ha) por estados y a nivel nacional en la modalidad de temporal.

ESTADOS	2005	2006	2007	2008	2009	2010
<b>CAMPECHE</b>	3	3	23	13	14.5	14.5
<b>COLIMA</b>	6	7	8	5	5	3
<b>GUERRERO</b>	188	188	182	190	190	190
<b>MICHOACAN</b>	-	-	-	-	11	-
<b>NAYARIT</b>	1,245.50	1,245.50	2,007.05	2,011.50	1,247.00	1,588.50
<b>TABASCO</b>	42	42	41	41	48	48
<b>VERACRUZ</b>	3	0	4	8	8	10
<b>YUCATAN</b>	18	24.5	24.5	25	23.5	23.5
<b>TOTAL</b>	<b>1,505.50</b>	<b>1,510.00</b>	<b>2,289.55</b>	<b>2,293.50</b>	<b>1,547.00</b>	<b>1,877.50</b>

Fuente: SIAP, 2011



Los rendimientos en la modalidad de temporal a nivel nacional para el mismo año fueron de 7.9 t ha<sup>-1</sup> (Cuadro 2) (SIAP, 2011).

**Cuadro 2.** Rendimiento (t ha<sup>-1</sup>) de guanábana por estado y a nivel nacional en la modalidad de temporal.

ESTADOS	AÑOS					
	2005	2006	2007	2008	2009	2010
<b>CAMPECHE</b>	5.00	6.00	6.00	5	5.14	4.93
<b>COLIMA</b>	10.60	5.67	2.97	1.6	1.78	7
<b>GUERRERO</b>	6.16	5.57	5.68	5.7	5.61	5.88
<b>MICHOACAN</b>	-	-	-	-	2.5	-
<b>NAYARIT</b>	6.60	10.14	7.03	8.44	10.28	8.1
<b>TABASCO</b>	7.40	8.10	8.58	8.2	10.29	12.17
<b>VERACRUZ</b>	4.00	0.00	10.00	2.42	2.65	5
<b>YUCATAN</b>	7.59	7.65	8.09	8.27	8.41	7.18
<b>PROMEDIO</b>	<b>6.58</b>	<b>9.45</b>	<b>6.95</b>	<b>8.15</b>	<b>9.54</b>	<b>7.92</b>

Fuente: SIAP, 2011

La superficie cultivada de guanábana en la modalidad de riego en México en los últimos cinco años (2005-2010) incrementó en 3.89% (Cuadro 3). En 2010 se sembraron en esta modalidad 463.2 ha, Colima es el estado en el que más cultiva este frutal, pero los rendimientos más altos se obtuvieron en ese año en Morelos (Cuadro 4) (SIAP, 2011).

En el estado de Campeche el cultivo de guanábana se lleva a cabo solo en la modalidad de temporal en los municipios de Champotón y Escárcega (Cuadro 5). Escárcega es el municipio con mayor superficie sembrada y cosechada. En 2010 el rendimiento promedio estatal fue de 4.93 t ha<sup>-1</sup>, 18% menor al obtenido en 2006 y 2007, cuando se tuvo el máximo rendimiento de los últimos cinco años, observándose una tendencia negativa a partir de 2008 (Cuadro 6).



**Cuadro 3.** Superficie cultivada (ha) de guanábana por estado y a nivel nacional en la modalidad de riego.

ESTADOS	AÑOS					
	2005	2006	2007	2008	2009	2010
<b>COLIMA</b>	185.48	197.7	189.7	168.7	170.7	197.2
<b>GUERRERO</b>	2	2	2	2	2	2
<b>JALISCO</b>	33	13	29	12	12	12
<b>MICHOACAN</b>	128	141	141	154	156	156
<b>MORELOS</b>	38	38	38	38	38	38
<b>NAYARIT</b>	56	56	22.75	22.7	22.7	56
<b>TABASCO</b>	0	0	3	-	-	-
<b>VERACRUZ</b>	2.68	0	4	-	-	-
<b>YUCATAN</b>	-	-	-	2.68	1.5	2
<b>TOTAL</b>	<b>445.16</b>	<b>447.7</b>	<b>429.45</b>	<b>400.08</b>	<b>402.9</b>	<b>463.2</b>

Fuente: SIAP, 2011

**Cuadro 4.** Rendimiento (t ha<sup>-1</sup>) de guanábana por estado y a nivel nacional en la modalidad de riego

ESTADOS	AÑOS					
	2005	2006	2007	2008	2009	2010
<b>COLIMA</b>	9.07	9.14	10.68	9.43	6.89	9.58
<b>GUERRERO</b>	6.50	7.50	7.50	8	8.1	8.2
<b>JALISCO</b>	4.61	7.00	8.00	10	10	5
<b>MICHOACAN</b>	5.54	5.22	5.63	5.66	4.59	5.76
<b>MORELOS</b>	8.79	9.63	11.79	14	16	11.44
<b>NAYARIT</b>	11.5	10	10.99	12.3	8.93	9.44
<b>TABASCO</b>	0.00	0.00	0.00	-	-	-
<b>VERACRUZ</b>	6.50	0.00	15.00	-	-	-
<b>YUCATAN</b>	-	-	-	0.5	3	7
<b>PROMEDIO</b>	<b>8.00</b>	<b>7.96</b>	<b>8.95</b>	<b>8.46</b>	<b>7.01</b>	<b>8.22</b>

Fuente: SIAP, 2011





**Cuadro 5.** Superficie cosechada (ha) de guanábana en los municipios de Campeche en la modalidad de temporal.

MUNICIPIOS	AÑOS					
	2005	2006	2007	2008	2009	2010
CHAMPOTÓN	3.00	3.00	3.00	3.00	4.00	4
ESCÁRCEGA	0.00	0.00	10.00	10.00	10.50	10
<b>TOTAL</b>	<b>3.00</b>	<b>3.00</b>	<b>13.00</b>	<b>13.00</b>	<b>14.50</b>	<b>14</b>

Fuente: SIAP, 2011

**Cuadro 6.** Rendimiento ( $t\ ha^{-1}$ ) de guanábana en los municipios de Campeche en la modalidad de temporal.

MUNICIPIOS	AÑOS					
	2005	2006	2007	2008	2009	2010
CHAMPOTÓN	5.00	6.00	6.00	6.00	5.48	4.41
ESCÁRCEGA	0.00	0.00	6.00	4.70	5.00	5.14
<b>TOTAL</b>	<b>5.00</b>	<b>6.00</b>	<b>6.00</b>	<b>5.35</b>	<b>5.24</b>	<b>4.93</b>

Fuente: SIAP, 2011

## V. REQUERIMIENTOS AGROCLIMÁTICOS

La guanábana es un árbol de tamaño mediano de follaje compacto, que por sus características puede ser catalogado como planta  $C_3$ . Es perennifolio pero se comporta como caducifolio en condiciones de estrés por agua, nutrición o bajas temperaturas, por lo que algunos autores lo catalogan como semicaducifolio (Miranda, 1995).

Aunque la floración y fructificación pueden ocurrir durante todo el año, sus picos máximos ocurren en verano, habiendo un período de cosecha de menor intensidad durante la temporada invernal (Casarez, 1981; Conte, 1982).

La especie es susceptible al frío, es la anonácea cuyo requerimiento de clima es el más tropical, cálido y húmedo, característicos de altitudes menores a 1000 msnm, aunque Arango (1975) menciona que la mejor altitud para este cultivo es de 300 msnm.



Su óptimo desarrollo se obtiene con temperaturas promedio entre 25 y 28°C y precipitación media anual bien distribuida de 1000 a 3000 mm, aunque puede cultivarse en zonas con una estación seca moderada (ICA, 2001). Bonilla, (s/f) menciona que en la República Dominicana los mayores rendimiento se obtienen en zona con pluviometría entre 1300 a 1500 mm anuales. Miranda *et al.* (1999) señalan su óptimo desarrollo en altitudes menores a 1200 msnm, con humedad relativa entre 60 y 80%. Requiere de una cantidad mínima 2000 horas luz por año, prosperando mejor en climas cálidos y húmedos, entre 23 y 30°C (Escobar y Sánchez, 1989).

En el cuadro 7 se resumen las condiciones climáticas requeridas para el cultivo de guanábana (*Annona muricata* L.). El comportamiento y desarrollo óptimo de los cultivos de guanábana está en relación a las necesidades fisiológicas del cultivo, la tecnología utilizada, duración y sostenibilidad de los ciclos productivos.

**Cuadro 7.** Requerimientos climáticos del cultivo de guanábana (*Annona muricata* L.)

FACTOR DE DIAGNOSTICO	UNIDAD	CONDICIONES CLIMÁTICAS	
		Apta	Moderada
a.s.n.m	m	800 - 1000	300 - 800 1000 - 1200
Temperatura	° C	28	26 - 28 23 - 26
Humedad relativa	%	70	60 - 70 70 - 75
Precipitación	mm	1300 - 1700	1000 - 1300 1700 - 2000

## VI. REQUERIMIENTOS EDAFOLÓGICOS

La guanábana es un frutal que se adapta a una gran variedad de suelos, desde el punto de vista del drenaje y la permeabilidad, la pendiente, el pH y la riqueza misma del suelo; prospera y produce comercialmente en suelos franco-arenosos, pero también en los de textura limo-arcillosa con pH de 5.5 a 7.0, como ocurre en República Dominicana, (Casarez, 1981; Castro, 1994 y Bonilla, s/f). Miranda *et al.* (1998) y Guzmán (1982)



mencionan que los mejores suelos para este frutal son los arenosos, francos o franco arcillosos profundos, con pendientes máximas de 50% y buen drenaje. Este último factor es básico en la selección del terreno para el cultivo, ya que la guanábana no se desarrolla en suelos con saturación de agua por tiempos prolongados (meses). Se desarrolla en suelos con pH ligeramente ácido, de 5.5 a 6.5, con profundidad mayor a 120 cm, buen drenaje y contenido de materia orgánica mayor a 2% (Guzmán, 1982).

En el Cuadro 8 se resumen las condiciones edafológicas requeridas para el cultivo de guanábana.

**Cuadro 8.** Requerimientos edafológicos de la guanábana (*Annona muricata* L.)

CUALIDAD DEL SUELO	FACTOR DE DIAGNOSTICO	UNIDAD	CONDICIONES EDAFOLÓGICAS	
			Apta	Moderada
Aireación	Drenaje	Clase	Buen drenaje a excesivo	Drenaje moderado
Condiciones de enraizamiento	Profundidad	cm	>120	80 – 120
Acidez	Reacción del suelo	pH	5.5 - 6.5	5.0 - 5.5 6.5 – 7.0
Textura	Componentes	Tipo	Franco	Franco arenoso Franco arcilloso

## VII. TECNOLOGÍA DE PRODUCCIÓN DEL CULTIVO DE GUANÁBANA

### 7.1 Propagación

Para la propagación por semilla, ésta debe proceder de los frutos de mejor calidad y de los árboles de mayor producción. Una vez seleccionada, la semilla se lava y sumerge en una solución de benomyl (Benlate, 1 g L<sup>-1</sup>) a 50°C, durante quince minutos, para dejarla en el agua durante 24 horas. Para tener mayor homogeneidad y vigor de las plántulas en esta etapa se eliminan las semillas que flotan (Céspedes y Jiménez, 1991).



El semillero puede hacerse directamente en el suelo, en eras o cajas de germinación, habiéndolo desinfectado previamente con Basamid (dazomet) u otro fumigante del suelo. Los surcos del semillero se trazan a una distancia de 15 cm, con 5 cm de profundidad, agregando en el fondo fertilizante fórmula 10-30-10 que se cubre con un poco de suelo, las semillas se colocan de forma que quedan aplanadas y seguidas entre sí y se cubren con una mezcla, a partes iguales de arena de río y suelo (Céspedes y Jiménez., 1991).

La germinación ocurre veinticinco a treinta días después. Cuando las plántulas alcanzan 10 a 15 cm de alto deben trasplantarse, preferiblemente en bolsas. La variabilidad en cantidad y calidad de frutos se debe a que su reproducción es sexual (por semilla), que es el método de propagación tradicional (Evangelista *et al*, 2003).

En caso de que el productor detecte árboles productivos para usar en una nueva plantación, puede propagarlos mediante la técnica del injerto, recomendándose el injerto en “*enchapado lateral*” por su alto prendimiento en guanábana, el cual consiste en hacer un corte al tallo del patrón cuando ha alcanzado 1 cm de grosor (alrededor de 8 meses) a una altura de 30 cm. Sobre este corte se coloca la vareta, que es sujeta mediante un vendado con material de plástico o tela. Alrededor de 25 días después se retira la venda y se verifica el encallamiento de tejidos en la parte injertada. En un mes y medio a dos meses de injertada, la planta está en condiciones para establecerse en una plantación. Para la obtención de varetas, las ramas del árbol seleccionado deben defoliarse 3 días antes, tiempo en el que las yemas se vigorizan y muestran un leve hinchamiento que indica la madurez para la injertación. Esta práctica puede realizarse en cualquier época del año (ISPROTAB, 1996; Parés *et al.*, 2004).

### **7.2 Trazo de la plantación y siembra**

De acuerdo a la topografía del terreno, se puede recomendar el arreglo de la plantación en marco real o tresbolillo, el último para terrenos inclinados con calles transversales a la pendiente para el control de la erosión del suelo. Las distancias de siembra



recomendadas son 7 x 7 m en suelos arcillosos y poco fértiles y 8 x 8 m en suelos francos fértiles. Con estos distanciamientos se tienen densidades de 204 y 156 árboles ha<sup>-1</sup>, respectivamente, con 15% más en el arreglo de tresbolillo (ISPROTAB, 1996).

Para la siembra se deben hacer hoyos de 60x60x60 cm, procurando separar la tierra cavada en dos partes (0-30 y 30-60 cm) y, una vez plantados los árboles colocar primero la tierra de los primeros 30 cm, ya que es la capa de suelo más rica en nutrimentos y materia orgánica. Se recomienda colocar 100 a 200 g de fertilizante en el fondo y cubrir con una capa de tierra de 5 cm, podar las raíces que salgan del pilón de tierra al momento de desembolsar a fin de estimular su crecimiento en el terreno definitivo. La siembra debe efectuarse fuera del período de sequía (Miranda, 1995; ISPROTAB, 1996).

## **7.3 Manejo del cultivo**

### **7.3.1 Poda de árboles**

Las principales podas que se efectúan son las de formación, consiste en eliminar la parte superior del crecimiento (punta), un año después de la plantación o cuando las plantas alcancen 1.5 m de alto, a fin de que ramifiquen y puedan seleccionarse tres ramas alternas. Se recomienda que la altura de los árboles no exceda los cinco metros para facilitar la cosecha y mantenimiento. Periódicamente (cada dos o tres meses) se deben eliminar los vástagos que nacen del patrón, a fin de evitar la pérdida del injerto. La poda de fructificación está destinada al acondicionamiento y mantenimiento de la estructura del árbol para una mejor ventilación e iluminación (Guzmán, 1994).

### **7.3.2 Control de malezas**

La incidencia de malezas se da en los primeros cuatro años de crecimiento de las plantas. Durante la etapa preproductiva (los primeros 3 años) se pueden intercalar otros cultivos anuales de porte bajo como frijol, sandía, etc. Una vez que la plantación se cierra, el control de malezas puede realizarse en forma mecanizada, manual o química. El chapeo manual en la rodaja incrementa considerablemente la muerte de los árboles,



ya que se hacen heridas a la raíz, que es muy superficial, favoreciendo la entrada de hongos que anillan los troncos de la guanábana; por lo que este tipo de deshierbe se debe hacer con sumo cuidado o utilizar herbicidas (Esqueda *et al*, 2010).

Cuando el terreno presenta alta incidencia de malezas tipo ciperáceas, el glifosato suele dar muy buenos resultados. Para el combate de malezas de hoja ancha y gramíneas se recomiendan las mezclas de herbicidas quemantes como paraquat con pre emergentes como ametrina (Gesapax, 4 kg ha<sup>-1</sup>), diurón (Karmex, 2,5 kg ha<sup>-1</sup>), terbutilazina (Gardoprim, 3 kg ha<sup>-1</sup>) o oxifluorefen (Goal, 2 g ha<sup>-1</sup>) (Esqueda *et al*, 2010)

### **7.3.3 Fertilización**

La guanábana es un cultivo exigente en nitrógeno y potasio. Se recomienda abonar con 1.2 kg planta<sup>-1</sup> de una fórmula rica en fósforo y potasio como la 12-24-12 distribuida en tres ó cuatro aplicaciones por año durante los dos primeros años; el tercer año aplicar 1.5 kg planta<sup>-1</sup> de la fórmula 12-24-12 ó 18-5-15-6-2 dividida en tres aplicaciones y de acuerdo con la precipitación. Entre octubre y diciembre se pueden adicionar 300 g planta<sup>-1</sup> de sulfato de amonio. A partir del cuarto año se debe aplicar un total de 2 kg planta<sup>-1</sup> de la fórmula 18-5-15-6-2, dividido entre los meses de mayo, agosto, setiembre, noviembre y diciembre (ISPROTAB, 1996).

### **7.3.4 Control de plagas**

Los principales problemas fitosanitarios de la guanábana se resumen a continuación:

#### **❖ Polilla de la guanábana: *Tecla ortygus* (Lepidoptera: Lycaenidae)**

Las larvas de esta mariposa se comen flores y frutos muy pequeños, por lo que su combate debe hacerse apenas se inicia la floración. Puede aplicarse metil parathion (Methyl parathion, 15 cc/16 L), clorpirifos (Lorsban, 20 cc/16 L) o triclorfon (Dipterex, 37 g/16 L) (Alomia 1989).



### ❖ **Perforador del fruto:** *Cerconota annonella* spp.

La hembra de esta mariposa oviposita en pecíolos, ramas, flores y frutos, cuando la larva emerge, emigra y penetra en el fruto. El orificio de entrada se distingue fácilmente por los excrementos que expulsa afuera y por la apariencia de aserrín. La producción es diezmada por esta plaga, debido a la destrucción de flores, paralización del crecimiento de frutos afectados y aumento de la incidencia de antracnosis. Su combate es difícil, pero debe hacerse oportunamente para tener resultados satisfactorios. Pueden aplicarse los siguientes insecticidas: endosulfan (Thiodan 35 CE, 32 cc/16 L), triclorfon (Dipterex 95 PS, 32 cc/L) y permetrina (Ambush 50 CE, 0,75 cc/L) alternándolos, con el objeto de no causar problemas posteriores con ácaros u otras plagas (Amaya y Roldan, 1990).

La primera aplicación debe hacerse cuando los frutos cuajan, y repetirse la segunda y tercera, y cuando el fruto alcance su completo desarrollo. Un método para disminuir el ataque de esta plaga es confinar los frutos en bolsas de cedazo o de plástico quince días después de la primera aspersión, más o menos un mes después de la fecundación, cuando tienen más de 7.5 cm de largo. Las bolsas de plástico deben ser de 25 x 35 cm de largo, abiertas en ambos extremos, con pequeñas perforaciones para ayudar a la aireación. La bolsa se amarra al pedúnculo y se deja durante el resto de su desarrollo (Amaya y Roldan, 1990, ISPROTAB, 1996).

### ❖ **Perforador de la semilla:** *Bephrata* sp.

La avispa de la guanábana deposita sus huevos bajo la epidermis de frutos pequeños. Apenas nacen las larvas comienzan a avanzar hasta alojarse en la semilla, donde terminan su desarrollo. Emergen haciendo una serie de orificios que deteriora el mismo paralizando su crecimiento o momificándose a causa de enfermedades como la antracnosis. Su combate es igual al del perforador del fruto. El uso de cebos hechos con miel y triclorfon (Dipterex 80%, 50 g) disueltos en un litro de agua y colocados en latas levemente destapadas, ayuda en su manejo (Cabrera y Martínez, 2001).



❖ **Taladrador del tallo:** *Cratosomus* sp.

Las larvas de este tipo de gorgojo perforan ramas y tallos y, aunque es una plaga secundaria, los árboles jóvenes muy afectados pueden morir. Para su combate, lo más efectivo es realizar una poda de saneamiento para eliminar las ramas afectadas, que deben ser quemadas o enterradas (Alomia 1989).

❖ **Chinche de encaje:** *Corythuca gossipii* (Hemiptera: Tingidae)

Los adultos y jóvenes se localizan en el envés de las hojas y se alimentan de la savia que chupan. Actualmente es una plaga de poca importancia, pero si la infestación es muy alta, se puede combatir con aspersiones de malathión (Alomia 1989).

❖ **Escama hemisférica:** *Saissetia* sp. (Homoptera: Coccidae)

Viven agrupados y adheridos a hojas, ramas y frutos, su población aumenta en la época seca. Para su combate, se puede aplicar malathión mezclado con aceite blanco en dosis de 20 cc cada uno, disueltos en dieciséis litros de agua (Alomia 1989).

### 7.3.5 Control de enfermedades

❖ **Antracnosis:** *Colletotrichum gloesporioides* Penz.

Es la enfermedad más importante de la guanábana en los climas de humedad relativa alta. Causa pudrición negra en los frutos en todas las etapas de desarrollo. Los frutos se momifican y caen. En el vivero provoca necrosis en el cuello del tallo y en las ramas terminales. Árboles que crecen en condiciones de mal drenaje, plagas, etc., son más afectados por la antracnosis, por lo que se recomienda un manejo adecuado de la plantación (ISPROTAB, 1996). Para el combate químico pueden usarse el benomyl (Benlate, 15 g/16 L), captafol (Difolatán, 45 g/16 L), mancozeb (Dithane, M-45 60 g/16 L), oxiclورو (Cupravit, 60 g/16 L), así como las mezclas de estos productos, cada diez días cuando el ataque es severo, o cada mes en incidencia baja o en la época seca. Existe una relación estrecha entre el ataque de *Cerconota* y la presencia de antracnosis, sobre todo en la época lluviosa, por lo que el combate de la plaga disminuye la de la enfermedad (ISPROTAB, 1996).





## ❖ **Diplodia:** *Diplodia* sp.

Enfermedad de poca importancia en este cultivo. Ocasiona necrosis en las ramas terminales y luego el secamiento de las mismas. Para su manejo se recomienda hacer podas sanitarias y eliminar árboles muy susceptibles (Alomia, 1980).

## ❖ **Scolecotrichum:** *Scolecotrichum* sp.

Es considerada de poca importancia económica, aunque invade las hojas produciendo manchas de color rojizo que se convierten áreas necróticas. El manejo fitosanitario consiste en la recolección de frutos dañados, podas sanitarias y eliminación de árboles muy susceptibles (Alomia, 1980).

## 7.4 Cosecha

La producción de los árboles generalmente es baja debido a características de las flores que dificultan la polinización y al ataque de plagas y enfermedades; el rendimiento fluctúa entre 24 y 64 frutos por árbol, con pesos que van de 0.25 a 5 kg por fruto. La recolección debe hacerse en el momento en que el fruto alcanza su madurez botánica, es decir cuando pierde algo de su brillo y algo de su color verde oscuro y las espinas de la cáscara se separan y se ponen más turgentes, ya que si el fruto madura en el árbol es atacado por pájaros y además se desprende fácilmente, aunque se recomienda evitar la cosechar el fruto muy verde ya que la pulpa no madura bien y adquiere sabor amargo. Algunos índices de cosecha que se consideran son:

- Suavidad y (a veces) caída de los restos de las flores en los frutos;
- Cambio de color verde oscuro a un verde claro mate;
- Sonido retumbante al golpear;
- Suavidad en el extremo distal al acercarse a la madurez.

Por último, para garantizar una madurez uniforme del fruto después de la cosecha, se recomienda colocarlo con la parte del pedúnculo hacia abajo. La pudrición después de la cosecha se debe a la diplodía y antracnosis (Miranda, 1995; ISPROTAB, 1996).



## **7.5 Perspectiva agroindustrial**

Los frutos del guanábano son muy perecederos, cuatro a cinco días después de la cosecha, a temperatura ambiente, muestran ablandamiento y alteraciones en el sabor y color externo e interno.

Afortunadamente la guanábana tiene perspectiva agroindustrial, a partir del fruto se pueden elaborar jugos, helados, yogurt y preparaciones especiales en la repostería. El proceso de industrialización de la guanábana se describe brevemente a continuación:

### **7.5.1 Pulpa congelada**

- ❖ Pelado de frutos (manual) de la guanábana.
- ❖ Separación de la semilla (manual o mecanizado).
- ❖ Empacado de pulpa en bolsas de polietileno de 1 libra.
- ❖ Congelación de pulpa embolsada.

### **7.5.2 Jugo congelado**

- ❖ Pelado de frutos (manual) de la guanábana.
- ❖ Separación de la semilla (manual o mecanizado).
- ❖ Separación de bagazo (mecanizada)
- ❖ Enfriamiento de jugo (temperaturas de -5 a -10° C).
- ❖ Envasado.
- ❖ Concluido este proceso industrial se cuenta con un producto tanto para la industria nacional como para la exportación

Para tener una buena calidad en el momento de comercializar el producto se debe tener cuidado sobre todo en la manipulación y transporte que evite magulladuras, heridas, etc. (ISPROTAB, 1996).



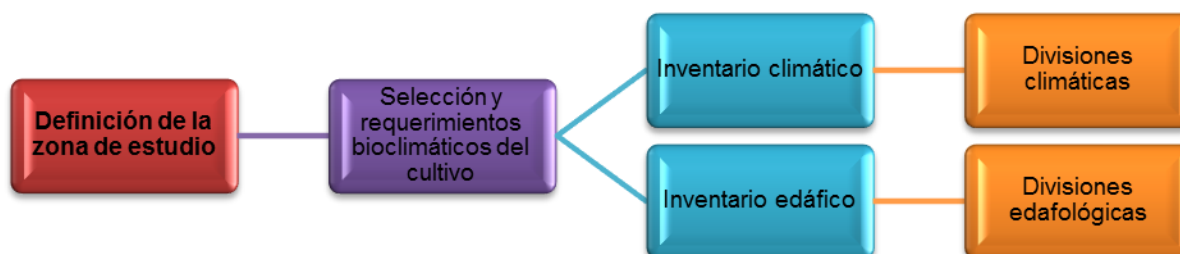
## VIII. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA METODOLOGÍA

Para la identificación de las zonas potenciales para el cultivo de guanábana (*Annona muricata* L.) en el estado de Campeche se empleó la metodología propuesta por Tijerina *et al.*, (1990) en la cual se expone que la producción sustentable de alimentos está determinada por los factores o indicadores ambientales (suelo y clima) y por un complejo número de factores socioeconómicos, culturales y tecnológicos. Así, en la determinación de zonas de alta potencialidad para el cultivo de guanábana (*Annona muricata* L.) en Campeche únicamente se emplearon los indicadores ambientales.

Para la Zonificación Agroecológica se utilizó la metodología propuesta por International Institute for Applied Systems Analysis (IIASA) y FAO (1981), incorporando una herramienta de ayuda en la toma de decisiones con múltiples criterios para optimizar el uso del recurso suelo (Fischer *et al.*, 1998).

La zonificación agroecológica (ZAE) se refiere a la división de la superficie de la tierra en unidades más pequeñas que poseen características similares relacionadas con su aptitud, con la producción potencial y con el impacto ambiental. En este sentido la FAO desarrolló el programa de computo AEZWIN que integra todo lo anterior y que se puede adquirir en el portal de la FAO (1994, [www.fao.org](http://www.fao.org)).

En la Figura 2 se esquematiza de manera sucinta la metodología de la zonificación agroecológica (FAO, 1981) utilizada en el cultivo de guanábana (*Annona muricata* L.) en el estado de Campeche.



**Figura 2.** Metodología simplificada de la zonificación agroecológica para el cultivo de guanábana.

El anterior esquema se sustenta en el análisis del marco biofísico (ambiental), y trata de responder las siguientes preguntas: ¿Existe la posibilidad de expandir o introducir con éxito un cultivo?, ¿Dónde sembrarlo o establecerlo?, En cultivos anuales de secano: ¿Cuándo es la época propicia para sembrarlo o establecerlo?, y ¿Cuánto rendimiento se puede esperar? Una vez definida la zona de estudio, el procedimiento en general, comprende ocho etapas:

- Definición de los requerimientos agroecológicos del cultivo.
- Acopio de datos climatológicos y estimación de elementos faltantes.
- Análisis agroclimático, para definir el inventario climático y las divisiones climáticas.
- Análisis fisioedáfico para definir el inventario edáfico y las divisiones edafológicas.
- Elaboración de los mapas componentes.
- Síntesis cartográfica sucesiva.
- Presentación de resultados.
- Verificación de campo (cuando el cultivo existe en el campo).



## IX. REQUERIMIENTOS BIOCLIMÁTICOS DEL CULTIVO DE GUANÁBANA

Las variables principales que se consideraron para determinar las zonas con alto potencial productivo en el cultivo de guanábana fueron el clima y el suelo por la relación directa guardan con el rendimiento del cultivo. Dentro de las variables bioclimáticas se analizaron cinco elementos climáticos y ocho propiedades edafológicas (físicas y químicas) (Cuadro 9). Estos requerimientos bioclimáticos se tomaron de los reportados por la FAO en su sitio de Internet: <http://ecocrop.fao.org/ecocrop/srv/en/cropFindForm>.

**Cuadro 1.** Variables seleccionadas para definir áreas potenciales para el cultivo de guanábana en el estado de Campeche.

CLIMA	SUELO
Precipitación total	Profundidad
Temperatura media anual	Fertilidad
Promedio de la temperatura mínima	Textura
Promedio de la temperatura máxima.	pH
Radiación	Pendiente (%)
	Drenaje
	Salinidad
	Toxicidad por aluminio.

Como parte del proceso de selección de la información, se utilizó la base de datos del programa ERIC III 2.0 (IMTA, 2009); que permitió analizar los registros diarios de temperatura y precipitación, procedentes de las 55 estaciones meteorológicas localizadas en el estado de Campeche (Anexo 1).

Para complementar la información anterior se acudió a la base de datos reportada por García (2004) y SNM (2010), para las variables de precipitación y temperaturas. Se consultó información documental vía INTERNET, con la finalidad de hacer una investigación más extensa en conocimientos edafoclimáticos del cultivo de guanábana (*Annona muricata L.*).



## **9.1 Inventario climático**

La elaboración de un inventario climático de acuerdo a los lineamientos de la FAO (1978; 1981) consta de dos etapas: 1) definición de las divisiones climáticas mayores, y 2) obtención de los periodos de crecimiento.

### **9.1.1 División climática**

Las divisiones climáticas se definieron en base a los requerimientos térmicos del cultivo, que limitan su distribución a escala global. El primer paso para establecer las divisiones climáticas mayores fue considerar el efecto de la altitud, en espacio y tiempo, sobre la temperatura media. Para lo cual, las temperaturas medias mensuales se convirtieron a temperaturas a nivel del mar con un gradiente alto térmico de  $0.5^{\circ}\text{C}/100\text{ m}$  de elevación, con el trazo de isolíneas. Es importante mencionar que para el estado de Campeche no hubo problemas en la clasificación del clima porque es similar en toda la región.

### **9.1.2 Período de crecimiento**

El periodo de crecimiento considera el número de días, durante el año, en que existe disponibilidad de agua y temperaturas favorables para el desarrollo del cultivo de guanábana. Para calcular el inicio, final y duración en días, del periodo de crecimiento de los cultivos, de acuerdo con el método de la FAO (1978; 1981) se utilizó el programa AGROCLIM (Aceves *et al.*, 2008), que realiza dicho cálculo a partir de datos mensuales de precipitación y temperatura observados y datos de evapotranspiración potencial que se estiman para cada estación meteorológica.

## **9.2 Inventario edafológico**

### **9.2.1 División edafológica**

La segunda etapa del método consiste en la evaluación del recurso suelo con base en las unidades del sistema FAO/UNESCO, para lo cual se consideraron 7 variables: profundidad, fertilidad, textura, pH, pendiente (5), drenaje, salinidad y toxicidad por



aluminio. Posteriormente, se realizó la sobre posición de los mapas de clima y suelo para delimitar las áreas aptas para el cultivo de guanábana. Se seleccionaron estas variables por considerar que son los que más están limitando el establecimiento y el comportamiento productivo del cultivo en la región y que permiten en primera aproximación delimitar algunas de las áreas productoras.

### **9.3 Fuentes de información**

#### **9.3.1 Información climática**

Se obtuvo utilizando el Extractor Rápido de Información Climatológica (ERIC) (IMTA, 2003), el cual facilita la extracción de la información contenida en la base de datos CLICOM, el banco de datos histórico nacional del Servicio Meteorológico Nacional (SMN) de la Comisión Nacional del Agua (CNA, 2005). La información consiste en reportes diarios de las 55 estaciones meteorológicas del estado de Campeche.

#### **9.3.2 Información edafológica**

Se recabó información documental sobre el conocimiento de los suelos en el estado de Campeche; que abordan aspectos físicos y químicos, clasificándolos de acuerdo con la FAO/UNESCO.

#### **9.3.3 Información cartográfica**

El Programa ArcView GIS (ESRI, 2004), se utilizó como herramienta para la elaboración de cartografía. Consiste en un sistema de mapeo computarizado que relaciona lugares con información agroclimática, iguales a las del cultivo de guanábana, las cuales se denomina áreas con alto potencial productivo.



## X. ESTIMACIÓN DE RENDIMIENTO POTENCIAL PARA EL CULTIVO DE GUANÁBANA (*Annona muricata* L.)

Actualmente existen diferentes procedimientos para establecer el potencial de producción de cultivos para una zona los cuales, en general, consisten en estimar el rendimiento máximo y demeritarlo de acuerdo a los problemas ambientales o de manejo que se presenten. El método de Zonas Agroecológicas que fue propuesto por FAO (1978) se utilizó (adaptándolo y modificándolo) para estimar el rendimiento potencial del cultivo de guanábana para el estado de Campeche

La estimación de rendimiento máximos propuestos en el proyecto de Zonas de Agroecológicas de la FAO (1978 y 1981), se basa en las ecuación (1).

$$Y = Bn \cdot Hi$$

(1)

Donde:

Y = Rendimiento máximo sin restricciones ( $t\ ha^{-1}$ )

Bn = Producción de biomasa neta ( $t\ ha^{-1}$ )

Hi = Índice de cosecha (adimensional)

La biomasa neta (**Bn**) se entiende como la materia seca total y el rendimiento (**Y**) como la materia seca económicamente aprovechable que pueden producir plantas sanas, con un suministro adecuado de agua y nutrientes. Siendo el índice de cosecha (**Hi**) por lo tanto, una parte proporcional de la biomasa neta. La biomasa neta (**Bn**) para un cultivo se calcula mediante la ecuación (2).

$$Bn = (0.36 \cdot bgm \cdot L) / ((1/N) + 0.25 \cdot C_t)$$

Expresada en ( $kg\ ha^{-1}$ ).

(2)

Donde:

**bgm** = Tasa máxima de producción de biomasa bruta para un IAF  $\geq 5$  en ( $kg\ ha^{-1}\ d^{-1}$ )  
se calcula mediante la ecuación (3)





$$\text{bgm} = F \cdot b_0 + (1 - F) \cdot b_c$$

Expresada en ( $\text{kg ha}^{-1} \text{ d}^{-1}$ )

(3)

Donde:

F = Fracción del día cubierta con nubes que se estima con la ecuación (4).

$b_0$  = Tasa de fotosíntesis bruta en días completamente nublados ( $\text{kg ha}^{-1} \text{ d}^{-1}$ ) ( $P_m = 20 \text{ kg ha}^{-1} \text{ h}^{-1}$ ). Se obtiene de Tablas, entrando con el valor de la latitud de la localidad en cuestión.

$b_c$  = Tasa fotosíntesis bruta en días completamente despejados ( $\text{kg ha}^{-1} \text{ d}^{-1}$ ) ( $P_m = 20 \text{ kg ha}^{-1} \text{ h}^{-1}$ ). Se obtiene de Tablas, entrando con el valor de la latitud de la localidad en cuestión.

$b_0$  y  $b_c$  son valores diarios y en cultivos cerrados ( $\text{IAF} \geq 5$ )

$$F = (A_c - 0.5 \cdot R_g) / (0.80 \cdot R_g)$$

(4)

Donde:

$A_c$  = Radiación fotosintéticamente activa en un día totalmente despejado ( $\text{cal cm}^{-2} \text{ d}^{-1}$ ) (Tablas para  $P_m = 20 \text{ kg ha}^{-1} \text{ h}^{-1}$ )

$R_g$  = Radiación global medida ( $\text{cal cm}^{-2} \text{ d}^{-1}$ ).

Los valores de ( $A_c$ ), ( $b_0$ ) y ( $b_c$ ) para diferentes latitudes que reporta de manera tabulada la FAO, (1978), para una fotosíntesis máxima ( $P_m$ ) de  $20 \text{ kg ha}^{-1} \text{ h}^{-1}$ , fueron ajustados a modelos de regresión por Campos, (1996). Utilizando esos modelos, se desarrolló un macro de Excel por los autores del presente trabajo, que calcula dichos valores a nivel diario, en base solo a la latitud de la localidad. En la ecuación (4) se asume que la radiación fotosintéticamente activa que se recibe en un día totalmente cubierto es el 20% de la ( $A_c$ ) y que la radiación fotosintéticamente activa equivale aproximadamente al 50% de la radiación global total de onda corta ( $R_g$ ).

Para calcular el coeficiente de tasa máxima de crecimiento ( $L$ ) se requiere primero calcular la temperatura diurna ( $T_{\text{foto}}$ ), la cual se obtiene con la ecuación (5).



$$T_{\text{foto}} = T_{\text{max}} - (1/4)(T_{\text{max}} - T_{\text{min}}) \quad (5)$$

Donde:

$T_{\text{foto}}$  = Temperatura diurna (°C).

$T_{\text{max}}$  = Temperatura máxima (°C)

$T_{\text{min}}$  = Temperatura mínima (°C)

L = Coeficiente de tasa máxima de crecimiento, que se calcula mediante la ecuación (6)

$$L = 0.3424 + 0.9051 \cdot \log_{10} (\text{IAF}) \quad (6)$$

Donde:

IAF = Índice de área foliar. Cuyo valor utilizado fue de 4 (Hirokazu *et al.*, 1999).

N = Duración del ciclo del cultivo (356 días).

$C_t$  = Coeficiente de respiración ( $R_m$ ). Este coeficiente se calcula con la ecuación (7)

$$C_t = C_{30} \cdot (0.044 + 0.00019 \cdot T + 0.0010 \cdot T^2) \quad (7)$$

Donde :

$C_{30}$  = 0.0108 para un cultivo como la guanábana que no es leguminosa.

T = Temperatura media (°C).

Para un mayor detalle y ejemplificación de la utilización de éste procedimiento de cálculo, se recomienda al lector consultar a Tijerina *et al.*, (1990). Así como el Boletín 73 de la FAO (FAO, 1977).

A partir de la biomasa neta obtenida se procede a calcular el rendimiento potencial; el cual se obtiene al multiplicar la biomasa neta por el índice de cosecha ( $HI=0.1$ ) del cultivo de guanábana. El valor de  $H_i$  fue calculado con los datos reportados por Hirokazu *et al.*, (1999), Mielke *et al.*, (2005) y Pinto *et al.*, (2005).

Finalmente se desarrollan los mapas para zonas con potencial climático, zonas con potencial edafológico y zonas con potencial edafoclimático para el cultivo de “guanábana” en el estado de Campeche.



## XI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Con base en el estudio realizado se encontró que Campeche cuenta con una superficie total de 3, 692,567.06 ha con alto potencial agroclimático para el cultivo de guanábana (*Annona muricata* L.) en todos los municipios del estado excepto Hopelchén (Cuadro 10 y Anexo 4).

**Cuadro 10.** Superficies potenciales (ha y %) para el cultivo de guanábana (*Annona muricata* L.) en el estado de Campeche.

CULTIVO	CON POTENCIAL AGROCLIMÁTICO		CON POTENCIAL EDAFOLÓGICO		CON POTENCIAL EDAFOCLIMÁTICO	
	ha	%	ha	%	ha	%
<b>Guanábana</b>	3,692,567.06	66	1,924,430.93	35	1,138,825.84	20

\*Porcentaje de superficie con respecto a la superficie total.

En cuanto a requerimientos edafológicos, Campeche cuenta con una superficie apta para el cultivo de la guanábana de 1, 924,430.93 ha (Anexo 5), que corresponde a 35% de la superficie del estado (Anexo 5). En el Cuadro 11 se enlistan las 25 subunidades de suelo aptas para este cultivo, las subunidades Gleysol Mólico (Calcárico, Arcílico), Vertisol Gléyico (Calcárico), Luvisol Léptico (Hiperéutrico, Arcílico), Gleysol Mólico (Calcárico, Húmico, Arcílico), Vertisol Gléyico (Éutrico) tienen la mayor superficie al representar conjuntamente el 62% del total del suelo apto.

**Cuadro 11.** Superficie (ha) de las subunidades de suelos aptos para el cultivo de la guanábana (*Annona muricata* L.).

Subunidad	Superficie (ha)
<b>Luvisol Cutánico Gléyico (Éutrico, Arénico)</b>	1,867.09
<b>Luvisol Gléyico (Hiperéutrico, Arcílico)</b>	1,888.49
<b>Gleysol Hístico (Calcárico, Sódico)</b>	3,389.15
<b>Luvisol Háptico (Férrico, Hiperéutrico)</b>	9,726.10
<b>Regosol Endogléyico (Calcárico, Sódico)</b>	12,752.17
<b>Gleysol Háptico (Calcárico, Húmico, Arcílico)</b>	13,004.00
<b>Gleysol Háptico (Húmico, Arcílico, Nóvico)</b>	19,059.29
<b>Gleysol Mólico (Calcárico, Sódico, Arcílico)</b>	20,846.64
<b>Luvisol Cutánico Gléyico (Hiperéutrico, Arcílico)</b>	22,113.24



**Continuación del Cuadro 11.** Superficie (ha) de las subunidades de suelos aptos para el cultivo de la guanábana (*Annona muricata* L.).

Subunidad	Superficie (ha)
Gleysol Mólico (Calcárico, Sódico)	43,064.10
Luvisol Háptico (Húmico, Hiperéutrico)	35,448.80
Luvisol Háptico (Férrico, Crómico)	37,453.87
Cambisol Gléyico (Húmico, Arcílico)	39,201.72
Gleysol Mólico (Calcárico, Arcílico, Nódico)	40,982.10
Gleysol Mólico (Éutrico, Arcílico)	51,351.10
Luvisol Nítico (Férrico, Hiperéutrico)	53,783.93
Luvisol Háptico (Hiperéutrico, Esquelético, Arcílico)	57,666.55
Vertisol Gléyico (Calcárico, Húmico)	81,860.56
Vertisol Gléyico (Calcárico, Pélico)	91,579.14
Vertisol Gléyico (Húmico)	103,750.05
Gleysol Mólico (Calcárico, Húmico, Arcílico)	107,223.02
Vertisol Gléyico (Éutrico)	107,809.87
Luvisol Léptico (Hiperéutrico, Arcílico)	127,754.04
Vertisol Gléyico (Calcárico)	216,001.44
Gleysol Mólico (Calcárico, Arcílico)	624,854.48

Al considerar tanto los requerimientos agroclimáticos como edafológicos para el cultivo de guanábana se identificó una superficie con alto potencial para este cultivo de 1, 138,825.84 ha, que representan 20% del total de la superficie del estado (Cuadro 12 y Anexo 6).

**Cuadro 12.** Municipios del estado de Campeche con zonas edafoclimáticas potenciales para el cultivo de guanábana (*Annona muricata* L.).

MUNICIPIO	SUPERFICIE (ha)
Tenabo	4,622.46
Hecelchakán	27,619.72
Calkiní	50,904.66
Palizada	67,905.32
Campeche	86,968.18
Calakmul	90,733.72
Escárcega	173,606.72
Candelaria	195,420.31



**Continuación del Cuadro 12.** Municipios del estado de Campeche con zonas edafoclimáticas potenciales para el cultivo de guanábana (*Annona muricata* L.).

MUNICIPIO	SUPERFICIE (ha)
Carmen	210,836.42
Champotón	230,208.33
Superficie Total	1, 138,825.84

El cálculo del rendimiento potencial de guanábana en los distintos municipios del estado de Campeche se muestra en el Cuadro 13. Destaca el rendimiento estimado para Escárcega, Candelaria y Tenabo, cuyos valores son mayores al rendimiento promedio estatal de 16.5 t ha<sup>-1</sup>. Los menores rendimientos potenciales corresponden al municipio de Calkiní.

**Cuadro 13.** Rendimiento potencial (t ha<sup>-1</sup>) para el cultivo de guanábana (*Annona muricata* L.) en los municipios del estado de Campeche

Municipio	t ha <sup>-1</sup>
Calkiní	16.00
Champotón	16.03
Palizada	16.21
Calakmul	16.42
Hopelchén	16.46
Hecelchakán	16.64
Campeche	16.66
Carmen	16.67
Candelaria	16.74
Tenabo	16.81
Escárcega	16.95



## XII. CONCLUSIONES

Del presente estudio, realizado con la metodología propuesta por la FAO (1978) se desprenden las siguientes conclusiones.

- ❖ El estado de Campeche cuenta con una superficie de 3, 692,567.06 ha con alto potencial agroclimático para el cultivo de guanábana (*Annona muricata* L.).
- ❖ El estado de Campeche cuenta con una superficie de 1, 924,430.93 ha con alto potencial edafológico para el cultivo de guanábana (*Annona muricata* L.).
- ❖ El estado de Campeche cuenta con una superficie de 1, 138,825.84 hectáreas para el cultivo de guanábana (*Annona muricata* L.), cuya superficie satisface tanto los requerimientos de clima y edafológicos para el desarrollo del cultivo.
- ❖ El cultivo de guanábana se puede establecer bajo temporal en al menos 20% de la superficie del estado de Campeche, con la implementación de un manejo agrícola integrado para favorecer su rendimiento óptimo. Si se introduce riego de auxilio, las condiciones edafológicas son favorables en 45% de la superficie del estado. Este porcentaje sería la superficie potencial que Campeche tiene para cultivar guanábana con un alto potencial productivo.
- ❖ Los principales municipios con áreas potenciales para el cultivo de guanábana (*Annona muricata* L.) son: Champotón, Carmen, Candelaria, Escárcega, Calakmul.
- ❖ Para el cultivo de guanábana en el estado de Campeche se espera un rendimiento potencial promedio de 16.5 t ha<sup>-1</sup>.



### XIII. BIBLIOGRAFÍA

- Aceves, N. L. A.; A. Arrieta y J. L. Barbosa O. 2008. Manual de AGROCLIM 1.0. Colegio de Postgraduados. H. Cárdenas Tabasco. 28p.
- Anomia, B. 1980. Principales plagas de las Anonáceas. En Revista ICA Informa.
- Amaya, C.J. y H. Roldan, C. 1990. Eficiencia de la protección físico mecánica a los frutos de guanábana *Annona muricata* L. como método de control al ataque de dos insectos plaga en Colombia. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Agronomía. 126p.
- Arango, T. F. 1975. La guanábana. Revista ESSO Agrícola. Vol. 21, año 2 (abril-junio). pp. 5-10.
- Varano, M. y E. Sánchez, B. 1992. F. Fruticultura Especial. Fascículo 5. Guanábana y Macadamiza. Universidad Estatal a Distancia. San José, Costa Rica. pp. 11-50.
- Bonilla, L. S/F. Cultivo de guanábana. Boletín No. 12. Fundación de Desarrollo Agropecuario INC. pp. 3-9.
- Cabrera, J. R. I. 1995. Costos de producción de guanábana (*Annona muricata* L.) en policultivo con café, en la zona centro del estado de Veracruz. Tesis Profesional. División de Ciencias Económicas. Universidad Autónoma Capingo. Capingo, México. 70p.



- Cabrera, I. y S. Martínez. 2001. Susceptibilidad a insectos en selecciones y variedades de *Annona muricata* L. y *Persea americana* M. en Puerto Rico. En *Agronomía mesoamericana*, vol. 12, núm. 001. Universidad de Costa Rica. Alajuela, Costa Rica, pp. 99-104.
- Campos, A. D.F. 1996. Programa en BASIC para la estimación del rendimiento climático máximo. *Agro ciencia*, 30: 21 – 30.
- Casares, M. R. 1981. Fenología de la guanábana. En: Seminario Nacional de Fruticultura. Valencia, Sociedad Venezolana de Ingenieros Agrónomos. pp. 38-39.
- Castro, F.H. 1994. Consideraciones climáticas y edáficas en la explotación de árboles frutales Valle del Alto Magdalena. En: Frutas 46. Tropicales Plan de Capacitación a Extensionistas. ICA-CORPOICA. CRECED CENTRO TOLIMA. pp. 35-59.
- Céspedes, A.J. y R. Jiménez, A. 1991. Tipo de polinización en el guanábano *Annona muricata* L. en dos pisos térmicos. Universidad Nacional de Colombia. Santafé de Bogotá. Facultad de Agronomía. 97p.
- Conté, A. 1982. Aspectos Fenológicos-Ecológicos de Productividad de Graciola *Annona muricata* L. Ha Regia da Manaos, Acta Amazónica, Brasil. Vol. 1 No. 1
- Contreras, B. J.A., 2000. Estimación del Índice Hidrotérmico Local (IHT) en la República Mexicana. Tesis de Maestría en Ciencias. Programa de Agrometeorología. Colegio de Postgraduados. México. 116p.
- De Queiroz, P. A. C y Medrado, E. 1994. Graviola para exportacao: Aspectos técnicos dapraducao. EMBRAPA-SPI. Brasilia. pp. 11-39.





- Escobar, L. W. 1991. Consideraciones para iniciar mejoramiento en guanábana. Memoria 1er curso Nacional de guanábana. IBAGUI, Colombia. pp. 225-230.
- Escobar, W. y Sánchez, L. 1989. Manual de Asistencia Técnica No. 51. Fruticultura Colombiana, Guanábano. ICA, Bogotá. Colombia. 100p.
- Esqueda, E. V. A.; X. Rosas G.; E. N. Becerra L. 2010. Evaluación de herbicidas residuales para el control de malezas en guanábana (*Annona muricata* L.). En *Revista Chapingo*. Serie horticultura, Vol. 16, Núm. 1, enero-abril. Universidad Autónoma Chapingo, México, pp. 5-12
- ESRI. (Environmental System Research Institute). 2004. ArcGIS 9. Getting Started With ArcGIS. 2004. Sistema de información. USA.
- Evangelista L. S.; J. G. Cruz C.; S. Pérez G.; E. Mercado S. y G. Dávila O. 2003. Producción y calidad frutícola de guanábanos (*Annona muricata* L.) provenientes de semilla de Jiutepec, Morelos México. *Revista Chapingo Serie de Horticultura* 9(1). pp. 69-79.
- FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). 1978. Agroecological zones project. World Soil Resources. Report Num. 48. Vol. 1, África. 158p.
- FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). 1981. Report on the Agro-ecological Zones Project. Vol. 1: Methodology and Results for Africa. World Soils Report N0. 48. Rome, Italia.



- FAO. 1994. ECOCROP 1. The adaptability level of the FAO crop environmental requirements database. Versión 1.0. AGLS. FAO. Rome, Italy.
- FAO, 2006. Guanábana. En línea:  
[http://www.fao.org/inpho\\_archive/content/documents/vlibrary/AE620s/Pf\\_escos/GUANABANA.HTM](http://www.fao.org/inpho_archive/content/documents/vlibrary/AE620s/Pf_escos/GUANABANA.HTM) [27 de julio de 2011].
- Fischer, G.; J. Granat y M. Makowski. 1998. AEZWIN – An Interactive Multi-criteria Analysis Tool for Land Resources Appraisal. FAO-IIASA, Interin Report. IR – 98-051.
- García, E. 2004. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen. Instituto de Geografía. UNAM. Serie Libros, Num. 6. México D.F. 90p.
- Gazel-Filho, A. B.; Do Nascimento, T. B.; A. Lima, J., y E. De Meneses, A. 1998. Avaliacao preliminar de tipos de graviroleiras (*Annona muricata*) em área de Cerrado do Amapá. Resumos XV Congresso Brasileiro de Fruticultura. UFLA, Pocos de Caldas-MG, Brasil. 410p.
- Guzmán, A.F. 1994. Una propuesta de poda para la formación del árbol de guanábana *Annona muricata* L. En: Frutas tropicales: Memorias. Curso regional de actualización y frutas tropicales. Espinal. Colombia. Instituto Colombiano Agropecuario, Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria Corpoica. pp 122-126
- Guzmán, F. 1982. Eficiencia de la Polinización Artificial en las Flores de Guanábana (*Annona muricata* L.). Trabajo de promoción docente a la categoría asociado. Universidad del Tolima. Facultad de Ingeniería Agronómica. 37p.



- Hirokazu, H.; T. Sakuratani y N. Utsunomiya. 1999. Photosynthesis, leaf morphology and shoot growth as affected by temperatures in cherimoya (*Annona cherimola*, Mill) Tres. Scientia Horticulturae (80) 91-104.
- ICA. 2001. Guanábana soursop *Annona muricata* L. Convenio MAG/IICA. Subprograma de cooperación técnica. Quito Ecuador. pp. 4-16.
- IMTA, (Instituto Mexicano de Tecnología del Agua). 2009. ERIC III 2.0. Extractor Rápido de Información Climatológica v.2.0.
- ISPROTAB. 1996. Manual para el cultivo de la Guanábana (*Annona muricata* L.) en el estado de Tabasco. Villahermosa, Tabasco. 20p.
- Laborem, E. G.1994. Resultados Preliminares en el Estudio de la Calidad del Fruto del Guanábano. FIONAIAP – divulga No. 45.
- Martínez, G. S. y C. Asencio, I. 1997. Incidencia de *Bephratoides cubensis* Ashmead y *Apate monacha* (Fabricius) en seis selecciones de guanábana en Puerto Rico. Memorias. I Congreso Internacional de Anonáceas. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. pp. 247-254.
- Mielke, M. S.; M. Matos, E.; B. Couto, V.; F. A. Alex, A.; P. Gomes, F. y A. O. Mangabeira, P. 2005. Some photosynthetic and growth responses of *Annona glabra* L. seedlings to soil flooding. Acta Bot. Bras. 19(4): 905-911.



- Miranda, L. D. 1995. Manejo Agronómico del Cultivo de la Guanábana. Curso Sobre Frutales de Clima Medio Espinal (Tolima).CORPOICA Creced centro TOLIMA. 20p.
- Miranda, L. D. 1999. Resultados Experimentales. En: Informe Técnico. Corpoica, El Espinal (Tolima), Colombia. 10p.
- Miranda, L. D., 1998. Caracterización de Cultivares de Guanábana en la Zona Valle del Alto Magdalena. En impresión. 130p.
- Morton, J. F.1973. La guanábana. La hacienda. pp. 30-31.
- Parés M. J.; M. Arizaleta; M. E. Sanabria y L. Brito. 2004. Características de los estomas, densidad e índice estomático y su variación en función a la injertación en *Annona muricata* L. y a. montana madfac. *Bioagro*, año/vol. 16, número 003, Universidad Centro-Occidental Lisandro Alvarado, Barquisimeto-Cabudare, Venezuela, pp. 213-218
- Pinto, A.C.Q.; Cordeiro, M.C.R.; Andrade, S.R.M.; Ferreira, F.R.; Filgueira, H.A.C.; Alves,R.E y Kinpara, D.I. 2005. *Annona* species. International Center for Underutilized Crops. University of Southampton, Southampton, UK. .72p.
- Ponce, H. M. 1970. Anonáceas: Recursos Genéticos Disponibles en México. Tarcicio Cervantes Santana (ed.). Sociedad Mexicana de Fitogenética. Chapingo, México. pp. 311-320.
- Popenoe, W. 1956. Las frutas anonáceas. La hacienda. 54 (3): 56-59. pp. 11-14.



SIAP. 2011. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Anuario Estadístico de la Producción Agrícola. Disponible In: <http://www.siap.gob.mx>

SMN, (Servicio Meteorológico Nacional). 2010. Climatología. Normales climatológicas 1971 – 2000. Disponible en: <http://smn.cna.gob.mx>.

Tijerina-Chávez L.; Ortiz-Solorio C.; Pájaro-Huertas D.; Ojeda-Trejo E.; Aceves-Navarro L. A. y Villalpando-Barriga O. 1990. Manual de la Metodología para Evaluar la Aptitud de las Tierras para la Producción de los Cultivos Básicos, en Condiciones de Temporal. Colegio de Postgraduados. Programas de Agrometeorología. SARH. Montecillo, México. 113p.

Velasco, C. M.; Páramo, R. N.; Rodríguez, G. C.; Velasco, C. J. 1982. Producción del guanábano (*Annona muricata* L.) en el estado de Nayarit. Memorias del Simposium La Investigación, el Desarrollo Experimental y la Docencia en CONAFRUT durante 1982. Tomo 4. SAGAR. D. F., México. pp. 367-372.

Vidal, H. L. 1982. Resultados preliminares de una huerta fenológica de guanábana (*Annona muricata* L.), Tamarindo, Veracruz. Memorias del simposium La investigación, el Desarrollo Experimental y la Docencia en CONAFRUT durante 1982. Tomo 4. SAGAR. D. F., México. pp 1422-1431.

Vidal, H. L. y D. Nieto A. 1997. Diagnóstico técnico y comercial de la guanábana en México. Primer Congreso Internacional de Anonáceas. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. pp. 1-18.

Figura de Portada: Blanco, F. M. (O. S. A.). 2011. En línea: [http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Annona\\_muricata\\_Blanco1.196.png](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Annona_muricata_Blanco1.196.png) [6 de septiembre de 2011].



## XIV.ANEXOS

**Anexo 1.** Ubicación geográfica de las estaciones meteorológicas en el estado de Campeche.

ID	NÚMERO DE ESTACIÓN	NOMBRE	LONGITUD	LATITUD	ALTITUD
1	40001	Bolonchén, Hopelchén	-89.74	20.004	60
2	40004	Candelaria, Carmen	-91.046	18.183	50
3	40007	Ciudad del Carmen	-91.761	18.654	5
4	40008	Champotón, Champotón	-90.717	19.35	2
5	40009	Dzibalchén, Hopelchén	-89.73	19.45	80
6	40010	Escárcega, Escárcega	-90.741	18.6	80
7	40011	Hecelchakán (DGE)	-90.133	20.183	50
8	40012	Hool, Champotón	-90.411	19.513	25
9	40013	Hopelchén, Hopelchén	-89.843	19.758	60
10	40014	Islas Arenas, Calkiní	-90.452	20.69	1
11	40015	Isla de Aguada, Carmen	-91.494	18.78	1
12	40017	Iturbide, Hopelchén	-89.601	19.578	80
13	40018	La esperanza, Champotón	-90.083	18.167	2
14	40019	Nanzal, CD. Del Carmen	-91.333	18.3	--
15	40020	Miguel Hidalgo, Carmen	-90.867	17.867	100
16	40021	Monclova, Carmen	-90.82	18.057	100
17	40023	Nilchí, Campeche	-90.27	19.845	10
18	40024	Palizada, Palizada	-92.087	18.253	4
19	40027	Placeres, Champotón	-89.717	18.2	2
20	40028	Pustunich, Champotón	-90.479	19.145	30
21	40029	Sabancuy, Carmen	-91.176	18.973	5
22	40031	Silvituc, Champotón	-90.298	18.639	75
23	4034	Xcupil (A. Holcatzin), Hopelchén	-89.85	19.717	65
24	4037	Zoh Laguna, Hopelchén	-89,417	18,592	190
25	4038	Campeche, Campeche	-90,544	19,838	5
26	4041	Champotón, Champotón DGE	-90,720	19,362	2
27	4042	Escárcega, Escárcega(DGE)	-90,733	18,600	85
28	4043	Hecelchakán (SMN)	-90,122	20,197	50
29	4053	Santa Cristina, Campeche	-90,381	19,815	10
30	4054	Chicbul, Cd. Del Carmen	-90,923	18,778	25
31	4056	Chumpán, Cd. Del Carmen	-91,508	18,213	20
32	4057	Mamantel, Cd. Del Carmen	-91,089	18,525	12
33	4058	Noh-Yaxché, Campeche	-89,742	20,004	30

**Continuación del Anexo 1. Ubicación geográfica de las estaciones meteorológicas en el estado de Campeche**

ID	NÚMERO DE ESTACIÓN	NOMBRE	LONGITUD	LATITUD	ALTITUD
34	4059	Tinún, Tenabo	-90,228	19,961	50
35	4060	Xbonil, Champotón	-90,166	18,635	60
36	4064	Bécal, Calkiní	-90,031	20,426	55
37	4067	Calkiní, Calkiní (DGE)	-90,033	20,367	--
38	4068	China I.N.I.P., Campeche	-90,474	19,673	10
39	4069	Campeche Sur, Campeche	-90,550	19,817	--
40	4070	Dzitbalché, Calkiní	-90,059	20,321	30
41	4071	Pocyaxum, Campeche	-90,351	19,730	20
42	4072	Siho-Chac, Champotón	-90,584	19,506	15
43	4073	Tenabo, Tenabo (DGE)	-90,200	20,017	7
44	4074	Xbonil, Champotón (DGE)	-90,217	19,633	--
45	4075	Kankí	-90,118	19,988	15
46	4076	Chunchintok	-89,581	19,359	150
47	4077	San Juan Bautista	-89,927	19,874	50
48	4078	Chaccheito	-90,407	19,051	40
49	4079	Vista Alegre	-91,658	18,043	10
50	4080	Alvarado	-89,270	18,017	170
51	4081	Cristóbal Colon	-90,776	17,888	110
52	4082	Pablo Torres Burgos, Candelaria	-90,697	18,297	50
53	4084	Tixmucuy, Campeche	-90,650	19,550	--
54	4085	Pomuch, Hecelchakán	-90,133	20,117	--
55	4086	El Zapote	-91,802	18,217	10



## Anexo 2. Requerimientos bioclimáticos del cultivo de la guanábana (*Annona muricata* L.)

REQUERIMIENTO	OPTIMO		ABSOLUTO	
	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo
Temperatura (°C)	20	30	13	36
Precipitación anual (mm)	1200	2200	800	4200
Temperatura crítica (durante el reposo)	Sin registro			
Temperatura crítica (durante el crecimiento temprano)	Sin registro			
Zona climática (clasificación de Köppen)	Tropical seco y húmedo (Aw), muy húmedo tropical (Ar)			
Latitud	---	---	20	30
Fotoperiodo	Días cortos (menos de 12 horas), Días neutrales (12 a 14 horas), días largos (más de 14 horas)			
Intensidad de la luz	Muy brillante	Cielos despejados	Muy brillante	Cielos nublados
Altitud (m)	---	---	---	1200

Fuente: FAO-ECOCROP, 2011

## Anexo 3. Requerimientos edafológicos óptimos y absolutos para el desarrollo guanábana (*Annona muricata* L.)

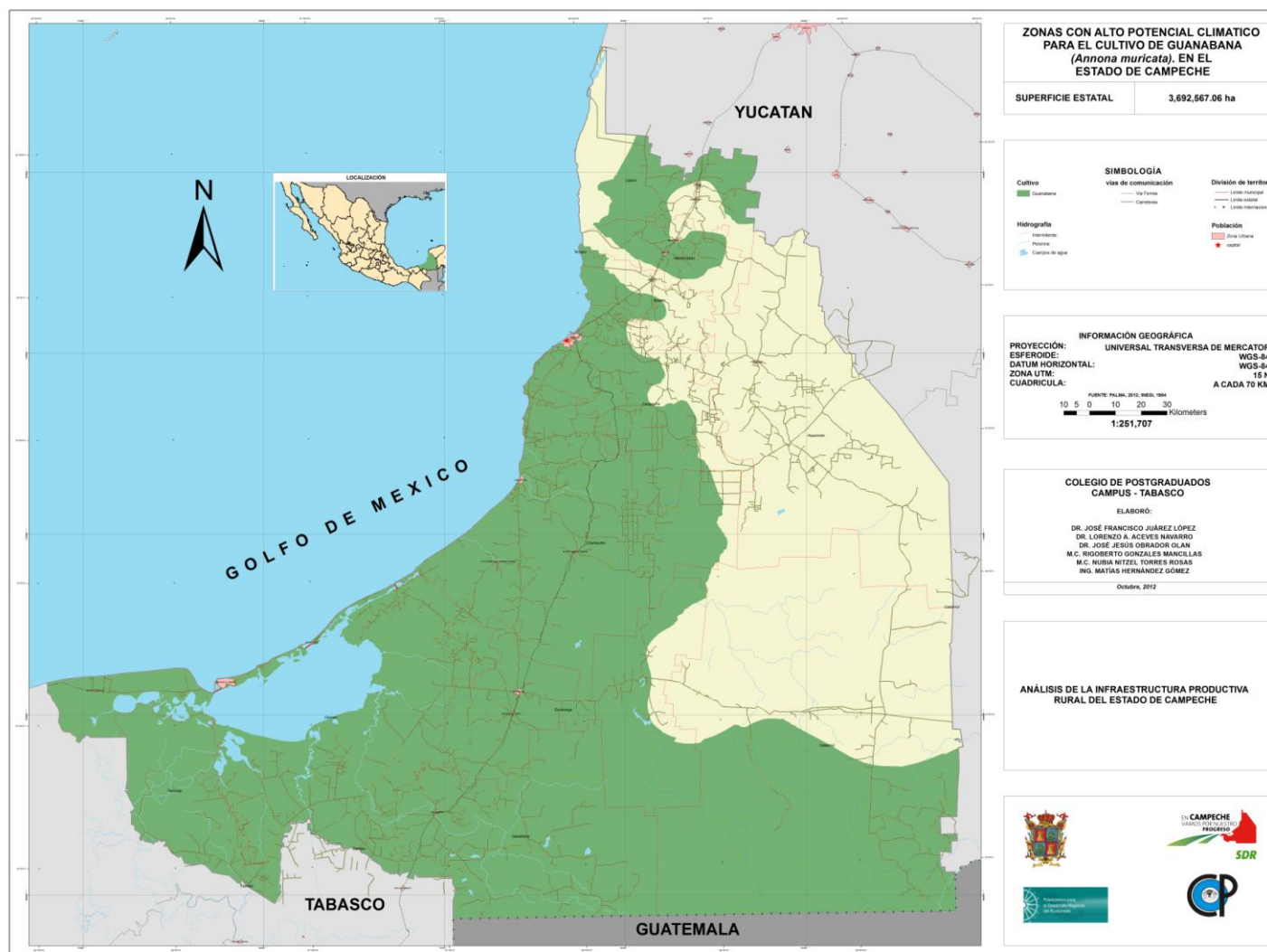
REQUERIMIENTO	OPTIMO	ABSOLUTO
pH del suelo	5.5 a 6.5	4.5 a 8
Profundidad del suelo	Profundos (mayor a 150 cm)	Poco profundos (20 a 50 cm)
Textura del suelo	Pesada, Mediana	Pesada, Mediana, ligera
Fertilidad del suelo	Moderada	Baja
Salinidad del suelo	Baja (<4 dS/m)	Mediana (4-10 dS/m)
Drenaje del suelo	Bueno (periodos secos)	Bueno (periodos secos), excesivo (seco / moderadamente seco)

Fuente: FAO-ECOCROP, 2011



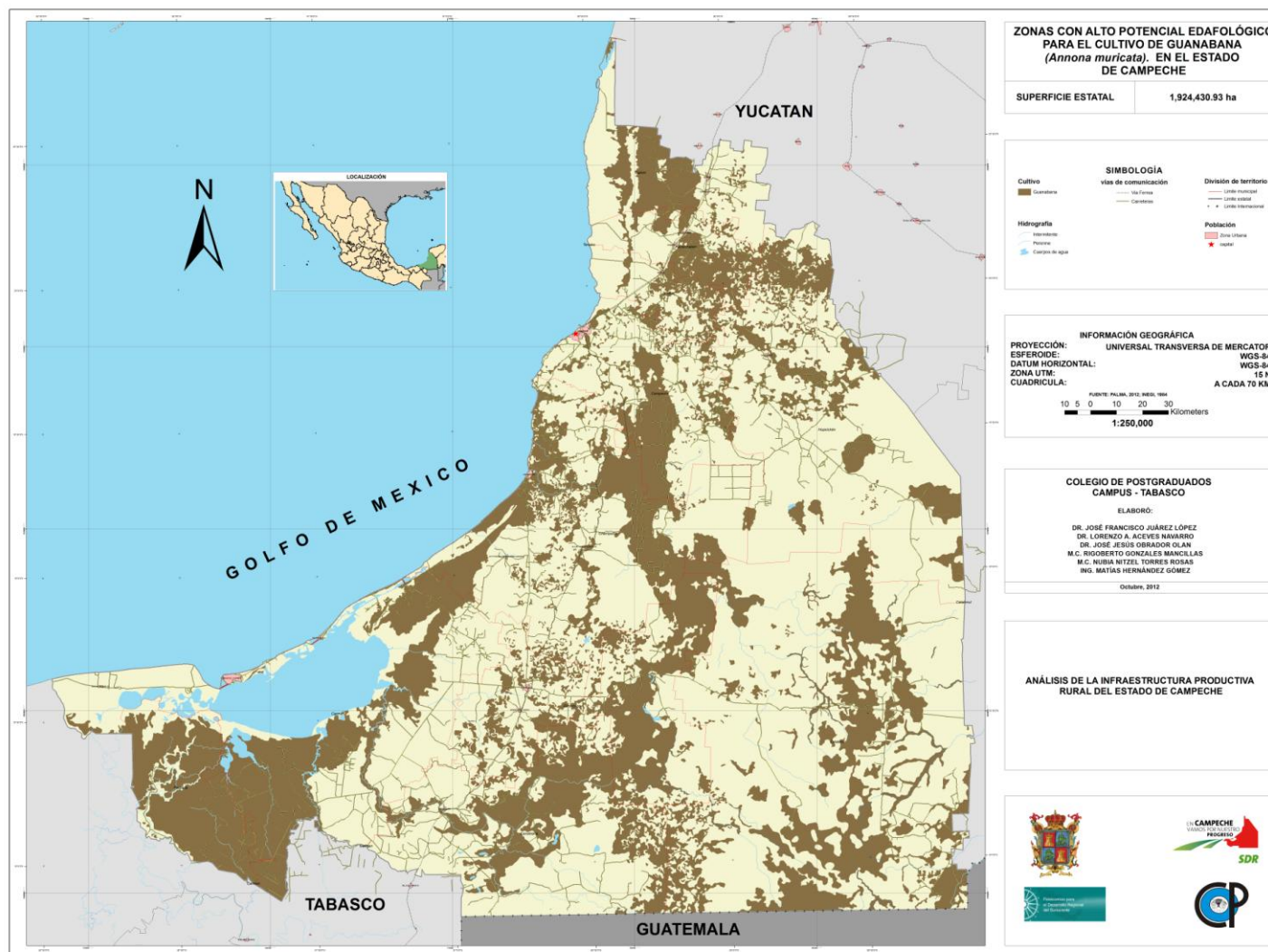


## Anexo 4. Zonas con alto potencial agroclimático para el cultivo de guanábana (*Annona muricata* L.) en el estado de Campeche.





## Anexo 5. Zonas con alto potencial edafológico para cultivar guanábana (*Annona muricata* L.) en el estado de Campeche.





## **Anexo 6.** Zonas con alto potencial edafoclimático para cultivar guanábana (*Annona muricata* L.) en el estado de Campeche.

