



GOBIERNO DEL
ESTADO DE
TABASCO

SAGARPA



SECRETARÍA DE AGRICULTURA,
GANADERÍA, DESARROLLO RURAL,
PESCA Y ALIMENTACIÓN

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



SECRETARÍA DE
DESARROLLO AGROPECUARIO
FORESTAL Y PESCA



inifap
Instituto Nacional de Investigaciones
Forestales, Agrícolas y Pecuarias

Dr. Lorenzo Armando Aceves Navarro

Dr. José Francisco Juárez López

Dr. David Jesús Palma López

Dr. Rutilo López López

M.C. Benigno Rivera Hernández

M.C. Joaquín Alberto Rincón Ramírez

Ing. Ambiental Román Morales Colorado

ÍNDICE DE CONTENIDO

I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. OBJETIVOS.....	2
III. SUPERFICIE CULTIVADA Y RENDIMIENTO DE GUANÁBANA EN MÉXICO Y EN TABASCO	2
IV. REQUERIMIENTOS AGROCLIMÁTICOS	5
V. REQUERIMIENTOS EDAFOLÓGICOS	6
VI. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA METODOLOGÍA	7
VII. SELECCIÓN Y REQUERIMIENTOS BIOCLIMÁTICOS DEL CULTIVO DE GUANÁBANA.....	9
7.1. INVENTARIO CLIMÁTICO	11
7.1.1. División climática	11
7.1.2. PERÍODO DE CRECIMIENTO	11
7.2. INVENTARIO EDAFOLÓGICO	12
7.2.1. División edafológica.....	12
7.3. FUENTES DE INFORMACIÓN.....	12
7.3.1. Información climática	12
7.3.2. INFORMACIÓN EDAFOLÓGICA.....	12
7.3.3. Información cartográfica	12
VIII. ESTIMACIÓN DEL RENDIMIENTO POTENCIAL PARA EL CULTIVO DE GUANÁBANA.....	13
IX. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	16
X. CONCLUSIONES	18
XI. BIBLIOGRAFÍA	19
XII. ANEXOS.....	24

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO 1. SUPERFICIE CULTIVADA DE GUANÁBANA EN LA MODALIDAD DE TEMPORAL POR ESTADOS Y A NIVEL NACIONAL EN HECTÁREAS	3
CUADRO 2. RENDIMIENTOS DE GUANÁBANA EN LA MODALIDAD DE TEMPORAL POR ESTADOS Y A NIVEL NACIONAL (T HA ⁻¹).....	3
CUADRO 3. SUPERFICIE CULTIVADA DE GUANÁBANA EN LA MODALIDAD DE RIEGO POR ESTADOS Y A NIVEL NACIONAL EN HECTÁREAS.....	4
CUADRO 4. RENDIMIENTOS DE GUANÁBANA EN LA MODALIDAD DE RIEGO POR ESTADOS Y A NIVEL NACIONAL (T HA ⁻¹).....	4
CUADRO 5. SUPERFICIE CULTIVADA DE GUANÁBANA EN EL ESTADO DE TABASCO, A NIVEL MUNICIPAL, EN LA MODALIDAD DE TEMPORAL EN HECTÁREAS.....	5
CUADRO 6. RENDIMIENTOS DE GUANÁBANA EN EL ESTADO DE TABASCO, A NIVEL MUNICIPAL, EN LA MODALIDAD DE TEMPORAL (T HA ⁻¹).....	5
CUADRO 7. VARIABLES SELECCIONADAS PARA DEFINIR ÁREAS DE ALTA POTENCIALIDAD PARA EL CULTIVO GUANÁBANA EN EL ESTADO DE TABASCO.....	10

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. METODOLOGÍA SIMPLIFICADA DE LA ZONIFICACIÓN AGROECOLÓGICA PARA EL CULTIVO DE GUANÁBANA.....	8
FIGURA 2. SUPERFICIE POR MUNICIPIOS CON ALTO POTENCIAL PRODUCTIVO PARA EL CULTIVO DE GUANÁBANA EN EL ESTADO DE TABASCO.	17
FIGURA 3. DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA DE LA SUPERFICIE CON ALTO POTENCIAL PRODUCTIVO PARA EL CULTIVO DE GUANÁBANA EN TABASCO.	17

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE LAS ESTACIONES METEOROLÓGICAS EN EL ESTADO DE TABASCO.....	25
ANEXO 2. REQUERIMIENTOS BIOCLIMÁTICOS DEL CULTIVO DE LA GUANÁBANA (FAO, 1994).....	26
ANEXO 3. ZONAS CON POTENCIAL CLIMÁTICO PARA EL CULTIVO DE GUANÁBANA EN EL ESTADO DE TABASCO.	27
ANEXO 4. ZONAS CON POTENCIAL EDAFOLÓGICO PARA EL CULTIVO DE GUANÁBANA EN EL ESTADO DE TABASCO.....	28
ANEXO 5. ZONAS CON ALTO POTENCIAL EDAFOCLIMÁTICO PARA EL CULTIVO DE GUANÁBANA EN EL ESTADO DE TABASCO.	29
ANEXO 6. RENDIMIENTO POTENCIAL PARA EL CULTIVO DE GUANÁBANA EN EL ESTADO DE TABASCO.....	30

I. INTRODUCCIÓN

La guanábana (*Annona muricata* L.) es una planta frutícola perteneciente a la familia de las Anonáceas. Las especies de esta familia son originarias de América Tropical (De Queiroz y Medrado, 1994; Escobar, 1991 y Laborem, 1994), ubicándose el centro de origen de la guanábana en Colombia o Brasil (Escobar, 1991). Esta especie se encuentra dispersa tanto en forma silvestre, como cultivada en las Antillas, el Sur de México, Brasil, y las Islas del Pacífico; también, es cultivada en el Sur de Florida, Sureste de China hasta Australia y tierras bajas y calientes del Este y Oeste del África (De Queiroz y Medrado, 1994 y Popenoe, 1956).

El cultivo de la guanábana es un sistema productivo que tiene un gran potencial para incrementar en un futuro el desarrollo agroindustrial en el estado de Tabasco, ya que se pueden industrializar en productos como: postres, helados, paletas, jugos, mermeladas, dulces, néctares, concentrados, licores, etc., pero lo más importante es exportar la pulpa congelada a otros países consumidores como Estados Unidos de Norteamérica, Europa y Asia.

La producción de guanábana a nivel nacional fue de 19,182.20 toneladas en el año 2007, producto de cosechar 2,651.50 hectáreas, siendo el valor de la producción \$83,236.65, alcanzando un precio promedio de \$4,339.26 por tonelada (SIAP-SAGARPA, 2008).

El estado de Tabasco, ocupa el sexto lugar en producción de guanábana con 19,182.2 toneladas, ocupando el cuarto lugar a nivel nacional en rendimientos con 8.59 t ha⁻¹ (SIAP-SAGARAPA, 2008).

En Tabasco, el cultivo de guanábana en los últimos años ha generado un creciente interés entre los productores de los diversos municipios de la entidad, debido a los precios y demanda que llega adquirir ésta fruta.

Con la finalidad de conocer las áreas con mayor potencial productivo en el estado de Tabasco para establecimiento del cultivo de guanábana, para proporcionar una mayor seguridad al productor de su inversión, el gobierno del estado en conjunto con las instituciones de investigación mencionada en las hojas de presentación realiza el presente trabajo de investigación.

II. OBJETIVOS

- ✚ Realizar la zonificación del cultivo de la guanábana (*Anona muricata* L) mediante la determinación de zonas con alta potencialidad productiva.
- ✚ Elaborar un mapa del estado de Tabasco donde se indiquen la(s) zonas con alta potencialidad productiva para el cultivo de la guanábana (*Anona muricata* L)

III. SUPERFICIE CULTIVADA Y RENDIMIENTO DE GUANÁBANA EN MÉXICO Y EN TABASCO

La superficie cultivada de guanábana en la modalidad de temporal, a nivel nacional en los últimos cinco años (2003-2007) se ha incrementado en un 35.38% (Cuadro 1). En el año 2007, se sembraron en México en mencionada modalidad 2,289.55 ha, siendo el estado de Nayarit la entidad federativa que mas cultiva esta fruta con 2,007.05 ha (87.66% nacional). Tabasco en el mismo año sembró 41 hectárea, lo que represento solo el 1.8% de la superficie cultivada nivel nacional. Los rendimientos en la modalidad de temporal a nivel nacional para el mismo año fue de 6.95 t ha⁻¹ (Cuadro 2) (SIAP-SAGARPA, 2008).

Cuadro 1. Superficie cultivada de guanábana en la modalidad de temporal por estados y a nivel nacional en hectáreas.

ESTADOS	AÑOS				
	2003	2004	2005	2006	2007
CAMPECHE	3.00	3.00	3.00	3.00	23.00
COLIMA	0.00	4.00	6.00	7.00	8.00
GUERRERO	165.00	165.00	188.00	188.00	182.00
NAYARIT	1,245.50	1,245.50	1,245.50	1,245.50	2,007.05
TABASCO	43.00	43.00	42.00	42.00	41.00
VERACRUZ	0.00	0.00	3.00	0.00	4.00
YUCATAN	23.00	26.00	18.00	24.50	24.50
TOTAL	1,479.50	1,486.50	1,505.50	1,510.00	2,289.55

Fuente: SIAP-SAGARPA (2008).

Cuadro 2. Rendimientos de guanábana en la modalidad de temporal por estados y a nivel nacional ($t\ ha^{-1}$).

ESTADOS	AÑOS				
	2003	2004	2005	2006	2007
CAMPECHE	6.00	0.00	5.00	6.00	6.00
COLIMA	0.00	11.50	10.60	5.67	2.97
GUERRERO	6.16	5.40	6.16	5.57	5.68
NAYARIT	6.22	19.35	6.60	10.14	7.03
TABASCO	15.76	9.24	7.40	8.10	8.58
VERACRUZ	0.00	0.00	4.00	0.00	10.00
YUCATAN	2.83	6.04	7.59	7.65	8.09
PROMEDIO	6.48	16.72	6.58	9.45	6.95

Fuente: SIAP-SAGARPA (2008).

La superficie cultivada de guanábana en la modalidad de riego a nivel nacional en los últimos cinco años (2003-2007) se ha incrementado en un 11.6% (Cuadro 3). En el año 2007, se sembraron en México en esta modalidad 429.45 ha, siendo el estado de Colima la entidad federativa que más cultiva esta fruta con 189.7 ha, seguido muy de cerca por el estado de Michoacán 141 ha. En mencionada modalidad Tabasco sembró 3 hectárea lo que representó solo el 0.7% de la superficie cultivada nivel nacional. Los rendimientos en la modalidad de riego a nivel nacional para el año 2007, fueron de $8.95\ t\ ha^{-1}$ (Cuadro 4) (SIAP-SAGARPA, 2008).

Cuadro 3. Superficie cultivada de guanábana en la modalidad de riego por estados y a nivel nacional en hectáreas.

ESTADOS	AÑOS				
	2003	2004	2005	2006	2007
COLIMA	201.77	199.00	185.48	197.70	189.7
GUERRERO	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
JALISCO	33.00	33.00	33.00	13.00	29.00
MICHOACAN	49.00	98.00	128.00	141.00	141.00
MORELOS	38.00	38.00	38.00	38.00	38.00
NAYARIT	56.00	56.00	56.00	56.00	22.75
TABASCO	0.00	0.00	0.00	0.00	3.00
VERACRUZ	0.00	0.00	2.68	0.00	4.00
TOTAL	379.77	426.00	445.16	447.70	429.45

Fuente: SIAP-SAGARPA (2008).

Cuadro 4. Rendimientos de guanábana en la modalidad de riego por estados y a nivel nacional (t ha⁻¹).

ESTADOS	AÑOS				
	2003	2004	2005	2006	2007
COLIMA	8.23	9.15	9.07	9.14	10.68
GUERRERO	8.00	7.50	6.50	7.50	7.50
JALISCO	4.73	2.04	4.61	7.00	8.00
MICHOACAN	5.51	5.54	5.54	5.22	5.63
MORELOS	7.84	8.32	8.79	9.63	11.79
NAYARIT	10.89	11.46	11.5	10	10.99
TABASCO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
VERACRUZ	0.00	0.00	6.50	0.00	15.00
PROMEDIO	7.95	7.95	8.00	7.96	8.95

Fuente: SIAP-SAGARPA (2008).

El cultivo de guanábana en el estado de Tabasco, es cultivada en cinco municipios (Cuadro 5), Siendo el municipio de Teapa el que siembra, la mayor superficie con 29 hectáreas. Los rendimientos a nivel estatal son de 8.59 t ha⁻¹, (Cuadro 6) lo que produjo una producción de 352 toneladas anuales. El municipio de Cunduacán en el mismo año sembró 3 hectáreas (SIAP-SAGARPA, 2008).

Cuadro 5. Superficie cultivada de guanábana en el estado de Tabasco, a nivel municipal, en la modalidad de temporal en hectáreas.

MUNICIPIOS	AÑOS				
	2003	2004	2005	2006	2007
CENTRO	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00
JALAPA	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
JONUTA	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00
TACOTALPA	1.00	1.00	1.00	1.00	0.00
TEAPA	30.00	30.00	29.00	29.00	29.00
TOTAL	43.00	43.00	42.00	42.00	41.00

Fuente: SIAP-SAGARPA (2008).

Cuadro 6. Rendimientos de guanábana en el estado de Tabasco, a nivel municipal, en la modalidad de temporal ($t\ ha^{-1}$).

MUNICIPIOS	AÑOS				
	2003	2004	2005	2006	2007
CENTRO	6.00	9.00	9.00	7.50	8.00
JALAPA	4.00	2.00	2.00	2.50	3.00
JONUTA	4.00	4.17	4.17	5.00	4.00
TACOTALPA	2.00	2.00	1.00	0.00	0.00
TEAPA	20.00	11.00	8.45	9.21	10.00
PROMEDIO	15.76	9.24	7.40	8.10	8.59

Fuente: SIAP-SAGARPA (2008).

IV. REQUERIMIENTOS AGROCLIMÁTICOS

La guanábana, es un árbol de tamaño mediano de follaje compacto, que por sus características puede ser catalogado como planta C₃. Aunque no se encuentra reportado, se comporta como caducifolio en condiciones de estrés por agua, nutrición o bajas temperaturas. Particularmente por esta razón algunos autores lo catalogan como semicaducifolio (Miranda, 1995).

Según Guzmán (1982), la distribución de floración en guanábana se presenta principalmente durante dos épocas, la primera en los meses de febrero hasta mayo y la segunda de octubre a noviembre y la cosecha de la primera

floración se recolecta en los meses de noviembre hasta enero y la segunda se recoge en mayo.

Aunque la floración y fructificación pueden estar presentes durante todo el año, los picos de mayor floración y fructificación ocurren en la época de verano, habiendo un período de cosecha con menores intensidades durante la temporada invernal (Conte, 1982 y Casares (1981),

Es una especie susceptible al frío, y es la anonácea cuyos requerimientos de clima es el más tropical; cálidos y húmedos, característicos de altitudes menores a 1000 mil metros sobre el nivel de mar (msnm). Aunque Arango, (1975) menciona que la mejor altitud para este cultivo es de 300 msnm, Morton (1973), menciona que es de 0 a 600 msnm.

Su óptimo desarrollo se obtiene con temperaturas promedios entre 25 a 28°C y una precipitación media anual de 1000 a 3000mm bien distribuida, 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 1500mm anuales.

Miranda *et al.*, (1999) señalan que su óptimo desarrollo se da con altitudes menores a 1200msnm, con humedad relativa entre 60 y 80%. Requiere de una cantidad mínima 2000 horas de luz por año, prospera mejor en climas cálidos y húmedos entre 23 y 30°C (Escobar y Sánchez, 1989).

V. 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. La guanábana prospera y produce comercialmente en suelos francos-arenosos, pero también lo hace en suelos limo-arcilloso, como ocurre en la República Dominicana, con pH, esta alrededor de 5.5 y 7.0. (Casarez, 1981; Castro, 1994 y Bonilla, s/f).

Sin embargo, Miranda *et al.*, (1998) y Guzmán, (1982) mencionan que los suelos en los que mejor se adapta este frutal son los arenosos, francos o francos arcillosos profundos, con pendientes máximas del 50% y con buen drenaje. Se desarrolla en un pH ligeramente ácido de 5,5 a 6,5, con profundidades mayores de 120 cm, con buen drenaje, con contenido de materia orgánica mayor al 2%.

VI. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA METODOLOGÍA

Con la finalidad de proporcionar una idea general del procedimiento empleado en la zonificación, en los siguientes párrafos se explica de manera resumida el método y, para mayor información al respecto se sugiere consultar “El Manual de la Metodología para Evaluar la Aptitud de las Tierras para la Producción de Cultivos Básicos en Condiciones de Temporal” de Tijerina *et al.*, (1990).

La producción sustentable de alimentos es determinada por un lado, por los factores ambientales (suelo y clima) y por el otro lado, por un complejo de factores socio-económicos, culturales y tecnológicos. La determinación de zonas de alta potencialidad para cultivos de guanábana en el presente estudio, solo analiza los factores ambientales.

Para la determinación de las zonas de alta potencialidad para el cultivo se utilizó el procedimiento de Zonificación Agroecológica propuesto por la FAO (1981). En colaboración con el *International Institute for Applied Systems Analysis* (IIASA) el procedimiento expandió sus capacidades al incorporar una herramienta de ayuda en la toma de decisiones con múltiples criterios para optimizar el uso del recurso suelo, analizando diferentes escenarios en función de un objetivo (Fischer *et al.*, 1998). Derivado de ello la FAO desarrolló el programa de computo AEZWIN que integra todo lo anterior y que se puede adquirir en el portal de la FAO (www.fao.org).

En la Figura 1 se esquematiza de manera sucinta la metodología de la zonificación agroecológica (FAO, 1981) utilizada en el cultivo de guanábana.



Figura 1. Metodología simplificada de la zonificación agroecológica para el cultivo de guanábana.

El anterior esquema se basa 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?
- ✚ ¿Cuánto rendimiento puedo esperar?

Una vez definida la zona de estudio, el procedimiento en general, comprende ocho etapas, las cuales son:

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

VII. SELECCIÓN Y REQUERIMIENTOS BIOCLIMÁTICOS DEL CULTIVO DE GUANÁBANA

Las variables principales que se consideraron para determinar las zonas con alto potencial productivos en el cultivo de guanábana fueron: clima y suelo por la relación directa guardan con el rendimiento del cultivo, dentro de las variables climáticas se analizaron cinco elementos climáticos y ocho propiedades edafológicas (físicas y químicas) (Cuadro 7). Estos requerimientos bioclimáticos se tomaron de los reportados por la FAO en el siguiente sitio de Internet: *<http://www.ecocrop.fao.org/ecocrop/srv/en/cropFindForm>*.

Cuadro 7. Variables seleccionadas para definir áreas de alta potencialidad para el cultivo guanábana en el estado de Tabasco.

Variable climáticas	Variable edáficas
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 (IMTA, 2003); que permitió analizar los registros diarios de temperatura y precipitación de 93 estaciones meteorológicas en el estado de Tabasco, utilizando como criterios la longitud de la serie histórica y su distribución geográfica para el Estado.

De estas 93 estaciones reportadas para el estado de Tabasco, solo 35 cumplían con los requisitos anteriores, ya que el resto mostraban información incompleta, registros cortos y/o poca representatividad geográfica.

Para complementar la información reportada por ERIC III, (IMTA, 2003), se acudió a la base de datos reportada por García (2004), para las variables de precipitación y temperaturas, buscando que cubriesen de manera regular al estado de Tabasco. De esta manera, se seleccionaron las 35 estaciones meteorológicas que se reportan en el (Anexo 1).

Se consultó información vía INTERNET, así como la documentación disponible en la Biblioteca del Colegio de Postgraduados en Cárdenas Tabasco y la biblioteca del INIFAP en Huimanguillo Tabasco. Esto con la finalidad de hacer una investigación más extensa en conocimientos edafoclimáticos del cultivo de guanábana.

7.1. INVENTARIO CLIMÁTICO

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

7.1.1. División climática

Las divisiones climáticas fueron definidas en base a los requerimientos térmicos del cultivo, que limitan su distribución a escala global.

Para establecer las divisiones climáticas mayores, como primer paso se considera 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 altotérmico de $0.5^{\circ}\text{C}/100\text{ m}$ de elevación, con el trazo de isolíneas. Es importante mencionar que para el estado de Tabasco no hubo problemas en la clasificación del clima porque es similar en toda la región.

7.1.2. Período de crecimiento

El periodo de crecimiento se considera como el número de días durante el año en los que existe disponibilidad de agua y temperaturas, favorables para el desarrollo de la 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 (FAO, 1978 y 1981), se utilizó el programa AGROCLIM, (Aceves-Navarro, 2000) 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.

7.2. INVENTARIO EDAFOLÓGICO

7.2.1. División edafológica

La segunda etapa del método consiste en la evaluación del recurso suelo con base en las unidades del sistema FAO/UNESCO, las variables utilizadas fueron mencionan en el Cuadro 7. Las cuales fueron comparadas con las subunidades de suelo del estado de Tabasco de Palma *et al.*, (2007).

Posteriormente, se realizó la sobreposición de los mapas de clima y suelo para delimitar las áreas aptas para el cultivo de guanábana.

7.3. FUENTES DE INFORMACIÓN

7.3.1. Información climática

El presente estudio se realizó a partir de las siguientes fuentes:

Se usó 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 35 estaciones meteorológicas del Estado.

7.3.2. Información edafológica

Se realizó en base al Plan de Uso Sustentable de los Suelos de Tabasco de la Fundación Produce Tabasco, que contiene resultados generados de los últimos 25 años, sobre el conocimiento de los suelos; aborda aspectos físicos y químicos, clasificándolos de acuerdo a la Organización de la Naciones Unidad para la Agricultura y la Alimentación y Organización de la Naciones Unidad para la Educación, Ciencia y la Cultura (FAO/UNESCO).

7.3.3. Información cartográfica

La herramienta que se utilizó para la elaboración de cartografía fue el sistema de información siguiente:

Programa ArcView GIS (ESRI, 2004), que 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.

VIII. ESTIMACIÓN DE RENDIMIENTO POTENCIAL PARA EL CULTIVO DE GUANÁBANA

En la actualidad 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.

Uno de esos procedimientos es el conocido como el método de Zonas Agroecológicas que fue propuesto por FAO (1978). En el presente trabajo se utilizó este procedimiento, adaptándolo y modificándolo para estimar el rendimiento potencial del cultivo de guanábana en Tabasco.

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

$$Y = Bn \cdot Hi \quad (1)$$

Donde:

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

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

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 (B_n) para un cultivo se calcula mediante la ecuación (2).

$$B_n = (0.36 \cdot b_{gm} \cdot L) / ((1/N) + 0.25 \cdot C_t) \quad \text{Expresada en (kg ha}^{-1}\text{)}. \quad (2)$$

Donde:

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

$$b_{gm} = F \cdot b_0 + (1 - F) \cdot b_c \quad \text{Expresada en (kg ha}^{-1} \text{d}^{-1}\text{)} \quad (3)$$

Donde:

F = Fracción del día cubierta con nubes estimada con la ecuación (4).

$$F = (A_c - 0.5 \cdot R_g) / (0.80 \cdot R_g) \quad (4)$$

Donde:

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

Los valores de (A_c) para diferentes latitudes se reportan tabulados por FAO, (1978). Asumiendo que la radiación fotosintéticamente activa de un día totalmente cubierto es el 20% de (A_c) y que la radiación fotosintéticamente activa equivale al 50% de la radiación global total de onda corta (R_g) tomada de (Peralta-Gama *et al.*, 2008).

También se reportan en tablas los valores de b_c y b_0 para plantas con una fotosíntesis máxima (P_m) de $20 \text{ kg CH}_2\text{O ha}^{-1} \text{h}^{-1}$, para lo cual se requiere calcular la temperatura diurna (T_{foto}), la cual se calcula con la ecuación (5)

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

T_{max} = Temperatura máxima

T_{min} = Temperatura mínima

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

bo = 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.

bc = 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.

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

L = Coeficiente de tasa máxima de crecimiento, fue calculado mediante la ecuación (6)

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

IAF = Índice de área foliar fue de 5 (Hirokazu *et al.*, 1999).

$\log_{10}(\text{IAF})$ se obtiene de gráfica.

N = Duración del ciclo del cultivo 356 días.

Ct = Coeficiente de respiración (R_m) este coeficiente se calcula con la ecuación (7)

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

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

T = Temperatura media (Celsius).

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).

Obtenida la biomasa neta se procede a calcular el rendimiento potencial; el cual se obtiene al multiplicar la biomasa neta por el índice de cosecha (Hi) del cultivo de guanábana el cual fue de 0.12. El valor de Hi fue calculado con los datos reportados por Hirokazu et al., (1999), Mielke *et al.*, (2005) y Pinto *et al.*, (2005).

IX. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis de las variables climáticas y edáficas, que más influye en el crecimiento y desarrollo en el cultivo de guanábana, se mencionan en la ficha técnica (Anexo 2).

Desde el punto de vista agroclimático el estado de Tabasco, cuenta con una superficie de 2,225,405 hectáreas con alto potencial productivo para establecer el cultivo guanábana, el resto de la superficie del estado no es apta para éste cultivo, ya que presentan un periodo de crecimiento menor al requerido por este frutal (Anexo 3).

En cuanto a los requerimientos de suelo para este cultivo, Tabasco cuenta con una superficie de 256,068 hectáreas, las cuales corresponden a las subunidades de suelo: Fluvisol Èutrico (FLeu), Fluvisol Dìstri-Glèyico (FLdygl), Fluvisol Èutrico-Vertisol Cròmico (Fleu-VReu) y Fluvisol Èutri-Glèyico (FLeugl) (Anexo 4).

El resto de la superficie de la entidad, no presenta suelos aptos para este cultivo. Por ejemplo los suelos Plintoles Èutricos (PTeu) y Plintoles Úmbrico (PTum) que representan 1.6% (40111.6ha) de la superficie estatal, los factores de demerito para este grupo de suelo están ligado al pH, drenaje imperfecto y pendiente.

El análisis edafoclimático (clima y suelo) muestra que el estado de Tabasco, cuenta con una superficie potencial de 242,417 hectáreas para cultivar guanábana, que se distribuyen en todo el estado de Tabasco (Figura 2), de las

cuales el 43% de ellas se concentran en tres municipios que se jerarquizan a continuación: Cárdenas (44,432 ha), Huimanguillo (38,536 ha) y Tacotalpa (22,001 ha). La figura 3 se ilustra las zonas con alto potencial productivo de color rosa para para el estado de Tabasco.

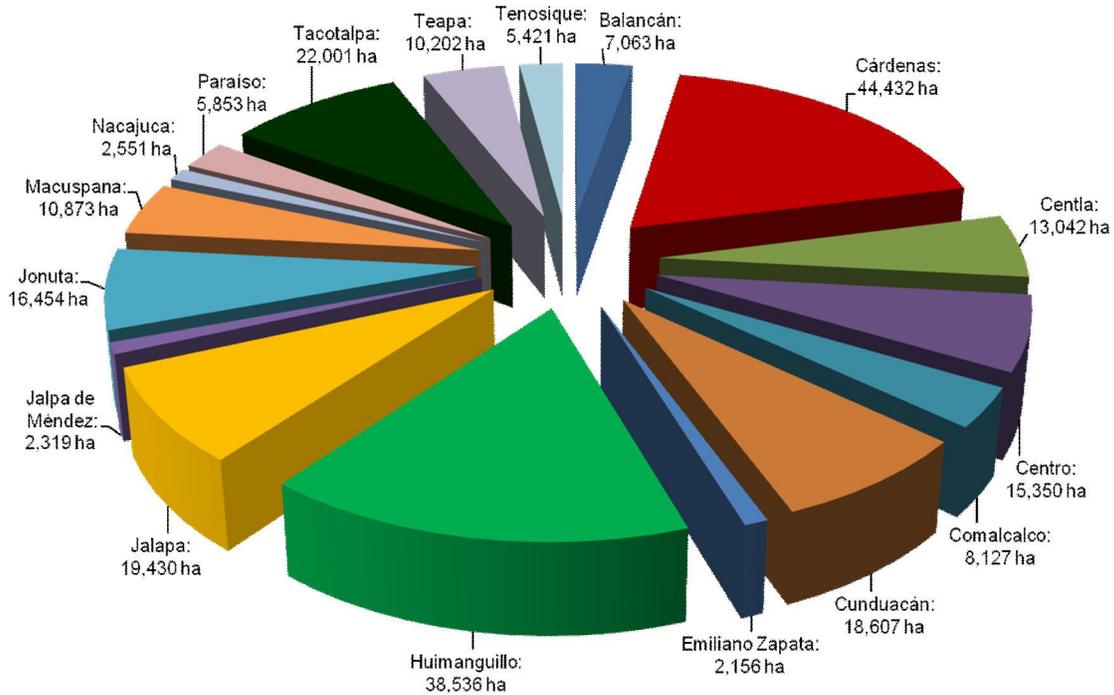


Figura 2. Superficie por municipios con alto potencial productivo para el cultivo de guanábana en el estado de Tabasco.



Figura 3. Distribución geográfica de la superficie con alto potencial productivo para el cultivo de guanábana en Tabasco.

El rendimiento potencial del cultivo de guanábana para el estado de Tabasco es de 16.8 t ha^{-1} (Anexo 6), para plantaciones de 9 a 12 años de edad. Mencionados rendimientos son muy superiores al promedio nacional que es de 6.95 t ha^{-1} . Es importante resaltar que el estado de Tabasco en dicha modalidad presenta los rendimientos más alta a nivel nacional con 8.58 t ha^{-1} (SIAP-SAGARPA, 2008).

Es importante hacer notar que los rendimiento estimados para Tabasco en mencionado cultivo, superan también al promedio nacional en la modalidad de riego que reporta rendimientos de 8.95 t ha^{-1} . En dicha modalidad el estado de Veracruz reporta el mayor rendimiento con 15 t ha^{-1} (SIAP-SAGARPA, 2008).

X. CONCLUSIONES

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

- ✚ Tabasco cuenta con un potencial agroclimático de 2,225,405 hectáreas para cultivar guanábana.
- ✚ El potencial edafológico del estado de Tabasco, para el cultivo de guanábana es de 256,068 hectáreas.
- ✚ La superficie con alto potencial edafoclimático, para cultivar guanábana en el estado de Tabasco es de 242,417 hectáreas.
- ✚ El principal factor ambiental que más limita el potencial productivo para el cultivo de guanábana en el estado de Tabasco es el factor suelo.
- ✚ El cultivo de guanábana se puede establecer en los diecisiete municipios del estado de Tabasco, siempre que se establezca en las zonas de color rosa que son las zonas con alto potencial edafoclimático.

- ✚ Los rendimientos potenciales esperados para el cultivo de guanábana en el estado de Tabasco son de 16.8 t ha⁻¹.
- ✚ El 43% de la superficie con alto potencial edafoclimático se concentran en tres municipios: Cárdenas (44,432 ha), Huimanguillo (38,536 ha) y Tacotalpa (22,001 ha).
- ✚ La fecha de siembra de este cultivo es del 15 de mayo hasta el 15 de octubre.

XI. BIBLIOGRAFÍA

- Aceves-Navarro, L.A.; Arrieta-Agrícola y Barbosa-Olan, J.L. 2000. Manual de AGROCLIM 1.0. Colegio de Postgraduados. H. Cárdenas Tabasco. 28 p.
- Arango, T. F. 1975. La guanábana. Revista ESSO Agrícola. Vol. 21 años 2 (abril-junio). pp. 5-10.
- Bonilla, L. S/F. Cultivo de guanábana. Boletín No. 12. Fundación de Desarrollo Agropecuario INC. pp. 3-9.
- Casarez, 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.

- Conte, A. 1982. Aspectos Fenológicos-Ecológicos de Productividad de Graviola *Annona muricata* L. Na Regia da Manaus, Acta Amazónica, Brasil. Vol. 1 No. 1
- De Queiroz, P. A. C y Medrado, E. 1994. Graviola para exportacao: Aspectos técnicos da producao. 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. 100 p.
- ESRI. (Environmental System Research Institute). 2004. ArcGIS 9. Getting Started With ArcGIS. 2004. Sistema de información. USA.
- FAO. (Food and Agriculture Organization of the United Nations). 1977. Zonificación Agro-ecológica. Boletín de Suelos de la FAO 73.
- FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). 1978. Agroecological zones project. World Soil Resources. Report Num. 48. Vol. 1, África. 158 p.
- 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.

- FAOSTAT, 2006. Bases de datos estadísticos de la organización FAO. FAOSTAT-Agricultures. (En red) Disponible en: <http://www.faostat.fao.org/site/408/default.aspx>. Última modificación 24 de abril 2006.
- Fischer, G.; Granat, J y Makowski, M. 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. 90 p.
- 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. 37 p.
- Hirokazu, H.; Sakuratani, T.; Utsunomiya, N. 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 *annana muricata L.* Convenio MAG/IICA. Subprograma de cooperación técnica. Quito Ecuador. pp. 4-16.
- IMTA. (Instituto Mexicano de Tecnología del Agua). ERIC. 2003. Extractor Rápido de Información Climatológica v.1.0.
- Laborem, E. G. 1994. Resultados Preliminares en el Estudio de la Calidad del Fruto del Guanábano. FIONAIAP – divulga No. 45.

- Mielke, M. S.; Matos, E. M.; Couto, V. B.; Alex, A. F. A.; Gomes, F.P y Mangabeira, P.A.O. 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. 20 p.
- Miranda, L. D. 1999. Resultados Experimentales. En: Informe Técnico. Corpoica, El Espinal (Tolima), Colombia. 10 p.
- Miranda, L. D., 1998. Caracterización de Cultivares de Guanábana en la Zona Valle del Alto Magdalena. En impresión. 130 p.
- Morton, J. F.1973. La guanábana. La hacienda. pp. 30-31.
- Palma-López, D.J.; Cisneros, D.E.; Moreno C.E y Rincón-Ramírez, J.A. 2007.Suelos de Tabasco: su Uso y Manejo Sustentable. Colegio de Postgraduados-ISPROTAB-FRUPROTAB. Villahermosa, Tabasco, México. 195 p.
- Peralta-Gamas, M.; Jiménez-Jiménez, R.; Martínez-Gallardo, J. B.; Castro, F.C. R.; Bautista-Bautista, E.; Rivera-Hernández, B.; Pascual-Córdova, A.; Caraveo-Ricardez, A. C y Aceves-Navarro, L.A. 2008. Estimación de la variación espacial y temporal de la radiación solar en el estado de Tabasco, México. XX Reunión Científica-Tecnológica Forestal y Agropecuaria de Tabasco. Villahermosa Tabasco. pp. 243-253.
- 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. .72 p.

Popenoe, W. 1956. Las frutas anonáceas. La hacienda. 54 (3): 56-59.

SIAP-SAGARPA. 2008. Servicio de información agroalimentaria y pesca-
Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y
Alimentación. Anuario Estadístico de la Producción Agrícola. Disponible
In. <http://www.siap.sagarpa.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. 113 p.

XII. ANEXOS

ANEXO

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

MUNICIPIO		ESTACIÓN	LATITUD	LONGITUD	ALTITUD
BALANCÁN	1	APATZINGAN	705156	1946979	65
	2	BALANCAN	655091	1969771	18
	9	EL TRIUNFO	693295	1984127	60
	27	SAN PEDRO	695219	1968096	40
CÁRDENAS	4	CAMPO EW-75	557540	1983263	8
	5	CARDENAS	459419	1990228	21
CENTLA	34	VICENTE GUERRERO	510562	2033891	8
CENTRO	18	MACULTEPEC	517627	2008633	10
	25	PUEBLO NUEVO	513608	1957983	60
	33	VILLAHERMOSA	507587	1989818	10
COMALCALCO	6	COMALCALCO	687931	2021525	20
CUNDUACÁN	7	CUNDUACAN	481482	1998492	26
	26	SAMARIA	471059	1986519	17
	32	TULIPAN	463500	2002205	16
	10	EMILIANO ZAPATA	701469	1961701	16
HUIMANGUILLO	11	FCO. RUEDA	404399	1972592	7
	16	LA VENTA	391568	2005239	20
	20	MEZCALAPA	455800	1949668	50
	21	MOSQUITERO	432846	1958952	32
	24	PAREDON	459189	1964044	12
JALPA DE MÉNDEZ	12	JALPA DE MENDEZ	493478	2009179	10
JONUTA	13	JONUTA	589944	1999612	13
MACUSPANA	14	KM662	549151	1949496	100
	19	MACUSPANA	541873	1963308	60
	31	TEPETITAN	564905	1971084	10
PARAÍSO	23	PARAISO	478849	2034453	0
TACOTALPA	8	DOS PATRIAS	521395	1947419	60
	17	LOMAS ALEGRES	533597	1946882	70
	22	OXOLOTAN	526557	1921057	210
	28	TAPIJULAPA	318383	1931626	167
TEAPA	15	LA HUASTECA	507863	1961606	16
	29	TEAPA	505129	1941876	72
TENOSIQUE	3	BOCA DEL CERRO	659848	1927016	100
	30	TENOSIQUE	667062	1932608	32
	35	FRONTERA	538702	2047388	1

Anexo 2. Requerimientos bioclimáticos del cultivo de la guanábana (FAO, 1994).

	ÓPTIMA		ABSOLUTA			ÓPTIMA	ABSOLUTA
	Mínima	Máxima	Mínima	Máxima			
					PROFUNDIDAD	Profundo (>150cm)	Someros (20 -50cm)
REQUERIMIENTOS DE TEMP °C	20	30	13	36	TEXTURA	Pesada Media	Pesada Media y Ligera
PRECIPITACIÓN ANUAL (mm)	1200	2200	800	4200	FERTILIDAD	Moderada	Moderada
LATITUD			20	20	TOXICIDAD POR ALUMINIO		
ALTITUD				1200	SALINIDAD	Baja (<4 dS/m)	Media (4 – 10 dS/m)
pH					DRENAJES	Moderado	Moderado
INTENSIDAD LUMINOSA	Muy brillante	Despejado	Muy brillante	Nublado			

Anexo 3. Zonas con potencial climático para el cultivo de guanábana en el estado de Tabasco.



