



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 CARAMBOLA (*Averrhoa carambola* 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

Ing. Rigoberto González Mancillas

ÍNDICE DE CONTENIDO

I.	INTRODUCCIÓN.....	1
II.	OBJETIVOS	2
III.	ORIGEN DEL CULTIVO DE CARAMBOLA	2
IV.	CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA DE LA CARAMBOLA.....	2
V.	DESCRIPCIÓN BOTÁNICA DE LA CARAMBOLA.....	3
VI.	RELACIÓN DE PAÍSES QUE PRODUCEN CARAMBOLA A NIVEL MUNDIAL.....	5
VII.	SUPERFICIE CULTIVADA Y RENDIMIENTO DE CARAMBOLA POR ESTADO Y A NIVEL NACIONAL	5
VIII.	REQUERIMIENTOS CLIMÁTICOS DEL CULTIVO DE CARAMBOLA	7
IX.	REQUERIMIENTOS EDAFOLÓGICOS DEL CULTIVO DE CARAMBOLA	8
X.	TECNOLOGÍA DE PRODUCCIÓN DEL CULTIVO DE CARAMBOLA.....	8
	10.1. Propagación del cultivo.....	9
	10.2. Sistema de plantación	9
	10.3. Fertilización o abonado.....	9
	10.4. Control de plagas.....	9
	10.5. Control de enfermedades	10
	10.6. Tipos de podas en el cultivo.....	10
	10.6.1. Poda de formación.....	10
	10.6.2. Poda de mantenimiento o renovación.....	10
	10.7. Raleo de frutos	11
	10.8. Riego	11
	10.9. Cosecha	11
	10.10. Maduración y almacenamiento.....	12
XI.	MATERIAL GENÉTICO Y VARIEDADES DE CARAMBOLA.....	12
XII.	PRODUCTOS AGROINDUSTRIALES DEL CARAMBOLA	13
XIII.	SUBPRODUCTOS DE LA CARAMBOLA	13
XIV.	MERCADO DE LA CARAMBOLA.....	13
XV.	DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA METODOLOGÍA.....	14
XVI.	SELECCIÓN Y REQUERIMIENTOS BIOCLIMÁTICOS DEL CULTIVO DE CARAMBOLA	17

16.1. Inventario climático.....	18
16.1.1 División climática	18
16.1.2. Período de crecimiento	19
16.2. Inventario edafológico	19
16.2.1. División edafológica	19
16.3. Fuentes de información	19
16.3.1. Información climática	19
16.3.2. Información edafológica	20
16.3.3. Información cartográfica.....	20
XVII. ESTIMACIÓN DEL RENDIMIENTO POTENCIAL PARA EL CULTIVO DE CARAMBOLA	20
XVIII. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	23
XIX. CONCLUSIONES	27
XX. BIBLIOGRAFÍA	28
XXI. ANEXOS	34

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Superficie cultivada de carambola por estado y a nivel nacional en la modalidad de temporal en hectáreas.....	5
Cuadro 2. Superficie cultivada de carambola por estado y a nivel nacional en la modalidad de riego en hectáreas.	6
Cuadro 3. Rendimiento de carambola por estado y a nivel nacional en la modalidad de riego ($t\ ha^{-1}$).	6
Cuadro 4. Programa de fertilización química del cultivo de carambola.....	9
Cuadro 5. Variables seleccionadas para definir áreas potenciales para el cultivo carambola en el estado de Tabasco.....	17

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Superficie cultivada de carambola en México en su modalidad de temporal más riego en el 2008.	7
Figura 2. Metodología simplificada de la zonificación agroecológica para el cultivo de carambola.....	16
Figura 3. Superficie por municipio con alto potencial para cultivar carambola en el estado de Tabasco.....	25
Figura 4. Distribución geográfica de la superficie con alto potencial productivo para el cultivo de carambola en el estado de Tabasco.	26

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Ubicación geográfica de las estaciones meteorológicas en el estado de Tabasco.	35
Anexo 2. Requerimientos bioclimáticos del cultivo de carambola (FAO, 1994).	36
Anexo 3. Zonas con alto potencial climático para cultivar carambola en el estado de Tabasco.	37
Anexo 4. Zonas con alto potencial edafológico para cultivar carambola en el estado de Tabasco.	38
Anexo 5. Zonas con alto potencial edafoclimático para cultivar carambola en el estado de Tabasco.	39
Anexo 6. Análisis químico de las subunidades de suelo.	40

I. INTRODUCCIÓN

La carambola (*Averrhoa carambola* L.) se cultiva en muchas áreas tropicales y subtropicales cálidas del mundo, es una fruta exótica de forma ovoide y elipsoidal con costillas pronunciadas, la cual ha sido poca estudiada en México.

La historia del cultivo de carambola en el estado de Tabasco es muy reciente, aunque existen algunos prototipos de plantas que tienen una edad de 28 años las cuales fueron traídas de Singapur.

En un estudio realizado por Villareal, (2000) encontró que los pesos de los frutos de la carambola en Tabasco fluctúan entre 41.13 y 166.61gr, mientras que las variedades que se comercializan presentaron valores promedios entre 130.8 y 177.8gr, la diferencia de los pesos entre los frutos colectados en el estado de Tabasco y los frutos de las variedades comerciales se deben principalmente a que el peso del fruto está influenciado por el manejo del cultivo y el medio ambiente.

Por otra parte Galán y Menini (1991) mencionan que la forma del fruto está determinada por el genotipo y el tamaño está influenciado por las condiciones ambientales. Esto quiere decir que un mismo cultivar establecido en diferentes lugares puede presentar diferentes tamaños, lo cual demerita la calidad comerciable del fruto y por ende la cantidad.

El cultivo de la carambola puede ser una alternativa viable para diversificar la producción de fruta en el estado de Tabasco. Sin embargo, como fue expuesto anteriormente este frutal necesita ser estudiado, principalmente en la identificación de áreas con alto potencial productivo, para poder tener cosechas de calidad, ya que algunos parámetros de la calidad visual son influenciados por el medio ambiente.

Es por ello, que ante tal escenario el gobierno del estado, a través de las instituciones mencionadas en la hoja de presentación, realiza el presente estudio

de zonificación agroecológica, con la finalidad de identificar las áreas con el mayor potencial productivo para el establecimiento del cultivo de carambola, por lo que se plantearon los siguientes objetivos.

II. OBJETIVOS

- ✚ Realizar la zonificación del cultivo de carambola (*Averrhoa carambola* 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 carambola (*Averrhoa carambola* L.).

III. ORIGEN DEL CULTIVO DE LA CARAMBOLA

El origen de *Averrhoa carambola* no se encuentra totalmente definido, algunos autores dan pie para afirmar que su lugar de origen es Indochina o indonesia (Galán, 1993; George y Nissen, 1994) o Sri Lanka y Marruecos (Crane, 1994 y Mortón 1987). Donde la fruta es se ha extendido a otros países tropicales de Asia y América (Takhtajan, 1981).

IV. CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA DE LA CARAMBOLA

Según Cronquist (1981) clasifica a la carambola (*Averrhoa carambola* L.):

Reino: Vegetal

Clase: Dicotiledónea

Orden: Geraniales

Familia: Oxalidacea

Género: *Averrhoa*

Especie: *carambola* L.

Nombre Científico: *Averrhoa carambola* L.

Aunque Hutchinson (1959), la incluyo dentro de una nueva familia Averrhoaceae. La gran mayoría de los botánicos y en particular Cronquist (1981) y

Takhtajan, (1981) no consideran actualmente esta nueva familia con entidad propia dentro del orden de las geraniales. Takhtajan, (1981) la clasifica dentro de la familia oxalidaceae. En esta familia se incluyen 7 u 8 géneros y hasta 900 especies, diseminadas a lo largo de los trópicos y subtrópicos (Cronquist, 1981).

V. DESCRIPCIÓN BOTÁNICA DE LA CARAMBOLA

Galán y Menini (1991) describen las características botánicas de la carambola, mencionando que el árbol de la carambola es siempre verde, de lento crecimiento, relativamente de poca altura, que rara vez sobrepasa los 8 o 9 m, aunque los ejemplares más vigorosos pueden alcanzar incluso de 12 o 15 m a los 25 años de edad y periodos de vida económica útil de esta especie.

Se trata de una planta de porte piramidal cuando joven y cuando adulta adopta una copa abierta según la variedad, generalmente redonda, simétrica y con diámetro de 6 a 7.5 m. Es de tronco corto y tallo ramificado, en ocasiones torcido, de corteza delgada y suave, quebradiza, del cual emergen ramas delgadas de coloración café grisácea a café oscuro. Tiene tendencia a la producción de ramas baja, que deben ser eliminadas. Las ramas jóvenes están densamente cubiertas de tricomas cortos, suaves y de color amarillo.

Hojas.

Las hojas de la carambola son compuestas y dispuesta de forma alterna, pecioladas y pinnadas, de color rojo bronceado cuando jóvenes y verde pálido a oscuro cuando adultas (Galán y Menini, 1991). Poseen entre 9 y 13 folíolos pubescentes en el envés y en la zona central del haz, los folíolos se encuentran más o menos inclinados. Los árboles presentan estructuras reproductivas (flores y frutos) en diferente grado de desarrollo (González, 2000).

Flor.

Las flores aparecen en panículas, portadas en ramas delgadas, ramificadas desde la base y de 1 a 8cm de largo (Galán y Menini, 1991), las inflorescencias de

la carambola se desarrollan en las axilas de las hojas, concentrándose hacia la periferia del árbol; estas se caracterizan por ser panículas de tonalidades rojas y púrpuras. Las panículas se desarrollan por un periodo de 4 a 6 semanas, presentan longitudes entre 1.8 y 8 cm y exhiben desde muy pocas hasta cerca de 80 estructuras en diferente grado de desarrollo (botones florales, flores y frutos).

Las flores de la carambola son completas y de estilo largo (longistilia), están conformadas por cinco sépalos, cinco pétalos, cinco estambres, cinco estaminodios y un ovario súpero con cinco estilos. Las flores abren gradualmente durante las horas de la mañana y cierran en la tarde, durante la apertura son visitadas por abejas *Apis mellifera* y *Trigona* sp. En un seguimiento a inflorescencias de carambola se encontró que menos del 25% de las panículas presentan frutos cuajados (entre 1 y 8 frutos por inflorescencia); asimismo, se observó que regularmente se desarrolla solo un fruto por panícula (González, 2000).

Fruto.

El fruto es una baya carnosa de forma ovoide a elipsoidal, con cuatro a seis aristas longitudinales y redondeadas que lo dotan de una típica sección en forma de estrella, algunas veces modificada. La baya en estado maduro es jugosa, presenta un aroma agradable, exhibe un color naranja opaco y contiene de una a cinco semillas. En el tamaño final de los frutos de carambola se observa una alta variabilidad, resultado de la dispersión y número de frutos en el árbol (relación fuente– vertedero), el vigor de la planta, las condiciones de desarrollo y el carácter silvestre de la variedad (González, 2000).

Semilla.

Las semillas son brillantes, pequeñas de color café claro, presentan forma ovoide y aplanada, miden entre 6 y 13 mm de largo, encontrándose rodeadas por un arilo gelatinoso. Puede haber hasta 15 semillas por fruto, lo cual es deseable para la multiplicación sexual, no así para la comercialización, que idealmente se

desaíra una reducción que a veces sucede de 2 o 3 por fruto (Galán y Menini, 1991).

VI. RELACIÓN DE PAÍSES QUE PRODUCEN CARAMBOLA A NIVEL MUNDIAL

Actualmente esta fruta se encuentra presente en numerosos lugares de los trópicos y subtropicos, en países tales como: Australia, Brasil, China, Estados Unidos, Francia, Haití, Indochina, Malasia, México y Tailandia (Nakasone y Paull, 1998; Villegas, 1998).

Los países que cultivan esta fruta de manera comercial son principalmente: China, Australia, Guyana, Brasil, Malasia, Tailandia, Indonesia, Trinidad y Tobago, Surinam, Singapur, Taiwán, India, Israel, Filipinas, Estados Unidos (Florida y Hawái) y Nicaragua (Lennox and Ragoonath, 1990).

VII. SUPERFICIE CULTIVADA Y RENDIMIENTO DE CARAMBOLA POR ESTADO Y A NIVEL NACIONAL

La superficie cultivada de carambola en los últimos seis años en su modalidad de temporal ha sido muy inestable, presentando un crecimiento en área cultivada muy lento. Así en el 2003 se reportaron 3 ha y del 2005 al 2007 no se reportaron superficie cultivada, para posteriormente en el 2008 reportar 5 ha. El estado de Tabasco es la entidad federativa que reporta los mayores rendimientos en mencionada modalidad con 6 t ha⁻¹ (SIAP-SAGARPA, 2009).

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

ESTADOS	AÑOS					
	2003	2004	2005	2006	2007	2008
COLIMA	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
TABASCO	3.00	3.00	0.00	0.00	0.00	3.00
YUCATAN	3.00	3.00	0.00	0.00	0.00	1.00
TOTAL	3.00	3.00	0.00	0.00	0.00	5.00

Fuente: SIAP-SAGARPA (2009)

La superficie cultivada de carambola en la modalidad de riego en México, se han visto incrementada en un 297% en los últimos seis años al pasar del 2003 al 2008 de 36 ha a 107 ha respectivamente. Existen cinco estados que se dedican al cultivo en esta modalidad. Los estados de Michoacán y Colima son las entidad federativa, con el mayor número de hectáreas con 34.5 ha y 30 ha respectivamente Cuadro 2 (SIAP-SAGARPA, 2009).

Cuadro 2. Superficie cultivada de carambola por estado y a nivel nacional en la modalidad de riego en hectáreas.

ESTADOS	AÑOS					
	2003	2004	2005	2006	2007	2008
COLIMA	14.00	19.00	28.00	36.00	34.00	30.00
JALISCO	0.00	0.00	0.00	2.00	10.00	12.00
MICHOACAN	0.00	12.00	15.00	15.00	24.00	34.50
MORELOS	14.00	14.00	14.00	14.00	14.00	14.00
NAYARIT	8.00	13.00	13.00	13.00	14.50	16.50
TOTAL	36.00	58.00	70.00	80.00	96.50	107.00

El rendimiento promedio nacional de carambola en la modalidad de riego en los últimos seis años (2003-2008) ha disminuido en un 45.7%. Si se observa en el Cuadro 3, el estado de Nayarit es quien reporta incremento en sus rendimientos de 1.17 t ha^{-1} , mientras que el resto disminuyeron sus rendimientos (SIAP-SAGARPA, 2009). En la figura 1 se esquematiza la superficie cultivada de temporal y de riego para el cultivo de carambola en México.

Cuadro 3. Rendimiento de carambola por estado y a nivel nacional en la modalidad de riego (t ha^{-1}).

ESTADOS	AÑOS					
	2003	2004	2005	2006	2007	2008
COLIMA	8.86	10.47	12.86	7.31	7.82	2.59
JALISCO	0.00	0.00	0.00	0.00	18.00	3.00
MICHOACAN	0.00	7.60	7.67	7.73	7.30	7.16
MORELOS	25.00	20.00	16.00	16.50	8.00	18.00
NAYARIT	4.00	4.12	4.69	4.46	4.97	5.17
PROMEDIO	14.06	11.38	10.90	8.70	7.43	7.60



Figura 1. Superficie cultivada de carambola en México en su modalidad de temporal más riego en el 2008.

VIII. REQUERIMIENTOS CLIMÁTICOS DEL CULTIVO DE CARAMBOLA

Aunque la carambola se desarrolla en climas tropicales de tierras bajas, también lo hace en áreas del subtrópicas con heladas ocasionales (Crane, 1994); sin embargo, temperaturas mayores a 30° y 35°C aceleran el procesos fenológico reproductivo, y por otro lado, las temperaturas de 0°C, vientos secos destruyen las flores y hojas jóvenes al generar un estrés hídrico (Galán y Menini, 1991).

Cuando las temperaturas bajan hasta -4.4°C las ramas de los árboles mueren (Crane, 1994), frecuentemente las temperaturas de 18 a 26°C incrementan el desarrollo de los arboles (Barbeau, 1990). La temperatura óptima ideal para el crecimiento y producción de la carambola es entre los 21 y 23°C (Nakasone y Paull, 1998 y Ngah *et al.*, 1989).

La máxima producción de carambola en Malasia se obtiene con una precipitación anual de 2500 mm (Ngah *et al.*, 1989). La producción en Australia se logra cuando llueven de 1500 a 3000 mm anuales (Galán, 1993).

Durante los periodos de seca en el norte del territorio de Australia en el norte de Queensland, riegan de 30 a 75 mm de agua por árbol por semana (Galán, 1993 y Lim, 1996).

IX. REQUERIMIENTOS EDAFOLÓGICOS DEL CULTIVO DE CARAMBOLA

Los árboles de carambola están bien adaptados a varios tipos de suelo con buen drenaje. Ellos crecen mejor cuando el pH del suelo es moderadamente ácido a neutro. En los suelos calcáreos, se requiere un cuidado especial para prevenir las carencias de micronutrientes, particularmente el hierro, manganeso y zinc (Crane *et al.*, 1994).

El pH del suelo entre 5.5 y 6.5 es generalmente ideal para el crecimiento y desarrollo del cultivo (Campbell y Malo, 1981 y Green 1987).

Investigaciones realizadas con la variedad 'Golden Star', sembrada en macetas, demostraron que la carambola es moderadamente tolerante a las inundaciones si el suelo está libre de enfermedades. Sin embargo, el crecimiento tanto de raíces como de ramas fue reducido cuando se comparó con el de plantas no inundadas (Crane *et al.*, 1994).

X. TECNOLOGÍA DE PRODUCCIÓN DEL CULTIVO DE CARAMBOLA

La tecnología de producción del cultivo de carambola descrito en éste documento, está basado en el folleto técnico elaborado por Romero, (2001) del INIFAP titulado: Conozca el Cultivo de Carambola o Fruta de Estrella y otras fuentes como la Universidad de Florida de los Estados Unidos y el Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal de la República El Salvador.

10.1. Propagación del cultivo

Los cultivares de carambola generalmente se propagan por injertos sobre plántulas de la misma. Se propagan más ampliamente a través de semilla, las cuales germinan en una semana bajo condiciones de verano y entre 14 y 18 días en invierno. Las plántulas son muy delicadas y requieren de un buen cuidado.

10.2. Sistema de plantación

El árbol requiere de grandes cantidades de luz, por lo que el espaciamiento típico de la carambola es de 6.0 a 6.2 m entre plantas y 6.1 a 7.6 m entre hilera. Pero si el suelo es muy fértil puede ser de 9 m entre hileras.

10.3. Fertilización o abonado

Se sugiere seguir las indicaciones generadas a partir del análisis de suelos. En caso de no contar con dicha información, se puede fertilizar con fórmula 15-15-15, de acuerdo con el Cuadro 4 (CENTA, 2005).

Cuadro 4. Programa de fertilización química del cultivo de carambola.

Año	Cantidad (g planta ⁻¹)
1	200
2	1428
3	2400
4	2800
5	3200

Al contar con riego, las aplicaciones se hacen cada mes o cada dos meses. Sin riego, se fertilizará en mayo, julio y septiembre y se recomienda incorporar abono orgánico a razón de 27 kg en el segundo año y 40 kg a partir del tercero. La aplicación de elementos menores es necesaria para lograr frutos de mejor calidad y corregir algunos problemas de deficiencia, utilizar metalosatos.

10.4. Control de plagas

Entre los insectos señalados como posibles plagas que pueden atacar al cultivo de la carambola están las escamas que dañan las hojas, y el gorgojo de la

raíz (*Diaprepes abbreviatus* L.), que causan una muerte regresiva. Otros insectos son: las chinches hediondas (*Nezara spp.*), el gorgojo de las cucurbitáceas (*Acanthocephala spp*) y un minador de la familia Gracillaridae. Éste último ocasionalmente se alimenta de la fruta, dejando marcas superficiales. Los mamíferos pequeños y aves también se alimentan de la fruta. El problema en Malasia son las moscas de la fruta (*Dacus dorsalis*), que se controla con Malathion y embolsando los frutos; Los pulgones *Myzus sp.* y otros, que se controlan aplicando Metomyl o Dimetoato: para el control de los ácaros de varias especies se recomienda aplicar Abamectina.

10.5. Control de enfermedades

Entre las más frecuentes están: las manchas de las hojas causadas por *Cercospora averrhoa*, *Corynespora cassicola*, *Phomopsis spp*, *Gloesporium spp* y *Phyllosticta spp*. Los frutos pueden afectados por antracnosis (*Colletotrichum gloeosporoides*), la cual se puede controlar con Manzate (Mancozeb), de lo contrario producirá una fumagina.

10.6. Tipos de podas en el cultivo

10.6.1. Poda de formación

Esta poda consiste en moldear la arquitectura de la planta de forma tal que permita la penetración de luz y la circulación del aire, en ese sentido cuando la planta alcanza una altura de 0.50 m. Se despunta, lo que estimulará el brote de las yemas laterales, de las cuales se seleccionan 3 o 4 y las demás se eliminan, las seleccionadas se deben orientar para que queden distribuidas simétricamente.

10.6.2. Poda de mantenimiento o renovación

Cuando las ramas alcanzan 0.2 m se vuelven a despuntar y a partir de aquí se deja que crezcan libremente. Después de cada cosecha se eliminan ramas y chupones. Se debe manejar la plantación de manera que no sobrepase los 2.5 m de altura, ya que esto dificulta el manejo agronómico y la cosecha, por lo que se procede a realizar una poda cuando sobrepasa esa altura.

10.7. Raleo de frutos

El raleo de frutos consiste en eliminar el exceso de frutos que se forman en cada racimo floral dejando únicamente 1 o 2 frutos, los cuales deben de ser los más grandes y bien formados, con esto se logra que sean de mejor calidad: El momento adecuado de realizar esta práctica es cuando han pasado de 20 a 30 días después de la floración (CENTA, 2005).

10.8. Riego

El riego es aconsejable para la producción comercial durante la estación seca; se sugiere utilizar sistemas de riego por surcos con láminas de riego de 7 a 10 cm en un intervalo de 10 a 15 días, o de ser posible utilizar un sistema de riego por micro aspersión o goteo con dosis desde 5 litros por planta por día hasta los 50 litros diarios. Sin embargo, se necesita investigar al respecto. Las precipitaciones fuertes y abundantes durante la época de floración interfieren la polinización y producción de fruta.

10.9. Cosecha

En las condiciones del sur de Florida (U.S.A.), la temporada de cosecha es de junio a febrero, y en ella se presentan dos picos de producción: uno de agosto a octubre y el otro de diciembre a enero; los frutos se cosechan a mano cuando se observa un color amarillo entre las costillas.

Durante los primeros dos o tres años de producción, los rendimientos varían entre los 4.5 a 18.0 kg por árbol; sin embargo, árboles maduros (7 a 12 años) pueden producir 112 a 160 kg por árbol. Después de la cosecha los frutos pueden almacenarse hasta por 21 días a temperaturas entre 5 a 10°C y de 85 a 90% de humedad relativa. Mientras que en la India están disponibles en septiembre y octubre, y otra vez en diciembre y enero. En Malasia están disponibles todo el año. La variación de las condiciones climáticas cuenta mucho en la estabilidad de la cosecha. Las frutas que caen al suelo cuando están completamente maduras, no son aptas para el mercado.

10.10. Maduración y almacenamiento.

El fruto de carambola se recolecta, comercialmente, cuando cambia el color de verde a verde-amarillento. Entonces se transportan a las empacadoras para lavarlas, clasificarlas, empacarlas, almacenarlas y embarcarlas. Este fruto puede almacenarse a una temperatura de 5 a 10°C y a una humedad relativa del 85 al 95% por un período de alrededor de 21 días, sin que se produzcan daños o pérdidas significativas en la calidad del mismo. Los frutos que se almacenan cuando cambia el color, desarrollarán un color normal, amarillo-dorado, cuando son transferidos a sitios donde la temperatura es de 22 a 23°C.

Las carambolas no incrementan el contenido de azúcares después de ser recolectadas. Por lo tanto, para usos en el hogar, si uno está interesado en obtener el nivel óptimo de dulzor debe recolectar los frutos cuando todas las trazas del color verde hayan desaparecido de la superficie de los mismos, tornándose de color amarillo a amarillo-dorado.

Los frutos que se recolectan cuando cambian el color, desarrollarán el color amarillo cuando se pongan a temperatura ambiente después de haber sido almacenados. Las carambolas pueden almacenarse en el refrigerador a una temperatura de 5 a 7°C (Crane, 1994).

XI. MATERIAL GENÉTICO Y VARIEDADES DE CARAMBOLA

Existen dos clases distintas de carambola: la pequeña, de tipo muy ácido, tiene un sabor agradable y mayor contenido de ácido oxálico; la más grande, también conocida como tipo dulce, es medianamente saborizada, bastante suave y con menor contenido de ácido oxálico. En 1965 se liberó oficialmente una selección con nombre de "Golden Star", con frutos grandes y medianamente subácidos.

En el campo, es necesario plantar diferentes variedades por hilera para asegurar una buena polinización cruzada y obtener altos rendimientos. El principal cultivar sembrado en Florida U.S.A. es “Arkin”; en México existen los cultivares “Maja”, “Wan Fu” y “B-10” entre los más frecuentes (Romero, 2001).

XII. PRODUCTOS AGROINDUSTRIALES DE LA CARAMBOLA

Las formas más usuales de presentación agroindustrial son: mermeladas, fruta congelada, puré, compotas de carambola o frutas combinadas en almíbar, confitería, jugos. El jugo de la fruta se utiliza como quitamanchas de ropa, el cual es utilizado en las lavanderías y es también puede ser utilizado como esclareficante enzimático. También se utiliza en la industria vitivinícola. Otro usos industrial importante es la obtención de vinagre.

Las vitaminas A y C, presentes en la carambola, como antioxidantes, contribuyen a reducir el riesgo de múltiples enfermedades entre ellas, las cardiovasculares, las degenerativas e incluso el cáncer. Además por su bajo contenido de hidratos de carbono y el aporte de sodio, resulta muy recomendable para quienes sufren de diabetes o hipertensión arterial.

XIII. SUBPRODUCTOS DE LA CARAMBOLA

La madera del árbol de carambola es de buena calidad soporta la intemperie y no es atacado por insectos; es usada en construcciones rurales rústicas, como horcones, en la confección de mangos de herramientas, postes para cercos de alambre, es además una excelente leña por su alto valor calorífico. Ofrece un gran potencial en el establecimiento de cercas vivas, en la agroforestería y en el sistema silvo-pastoril.

XIV. MERCADO DE LA CARAMBOLA

Los mercados europeos; Bélgica, Dinamarca, Finlandia, Francia, Holanda, España, Suecia, Suiza, Inglaterra y especialmente Alemania, se proveen durante todo el año de carambola proveniente de Malasia. Se registran importaciones

Belgas desde Israel en septiembre y octubre, importaciones Inglesas desde Israel y Brasil en septiembre, y desde Tailandia en octubre. Estados Unidos dispone de producción local de la fruta entre agosto y febrero, aunque también son importadores (Bernal, 2009).

Clientes potenciales en el mercado nacional

L.N.I. Alma Quiñones Ramírez

Negocios Internacionales ARSE Logistics, S.A. de C.V. C. Escudero No. 903 1-A San Felipe 31150 Chihuahua, Chih. Méx. Tel. 52 (614) 413-5 Fax. 52 (614) 413-6 E-Mail: aquinones@arselogistics.com Página Electrónica: www.arselogistics.com.

Clientes potenciales en el mercado exterior

MAYAN WINDS INC.

843 W. Washigton 12011

Sunnyvale, Calif. 94096

Tel. (408) 591-4084

Fax (408) 904-4973

fern@mayanwinds.com

WEBSITE: WWW.Mayanwinds.com

E-mail. Info@mayanwinds.com

MAYAN WINDS INC.

Fern Forest Drave

Houston, Texas 77044

Tel. (281)459-6959

Cel. (731)202-2507

carlos@mayanwinds.com

EXPORTACIÓN MAYA IK' S.A.DE C.V.

FRC: EMI-981112-BD8/

EXPORTADOR CAFÉ REG. #2336

CALLE BRAVO # 814, ZONA CENTRO

H. MATAMOROS TAMP. MÉXICO

CP: 87300

mayik@mayanwinds.com

XV. 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 el cultivo de carambola 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.*, 1999). 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 2 se esquematiza de manera sucinta la metodología de la zonificación agroecológica (FAO, 1981) utilizada en el cultivo de carambola.

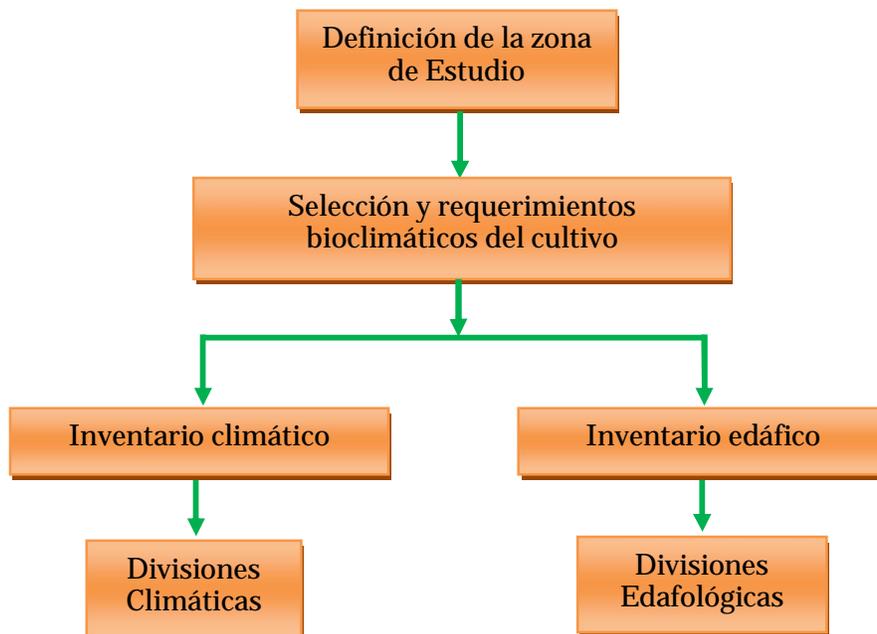


Figura 2. Metodología simplificada de la zonificación agroecológica para el cultivo de carambola.

El mencionado 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).

XVI. SELECCIÓN Y REQUERIMIENTOS BIOCLIMÁTICOS DEL CULTIVO DE CARAMBOLA

Las variables principales que se consideraron para determinar las zonas con alto potencial productivo en el cultivo de carambola fueron: clima y 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 5). 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 5. Variables seleccionadas para definir áreas potenciales para el cultivo carambola 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 I).

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 la carambola.

16.1. Inventario climático

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

16.1.1 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 °C/100 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.

16.1.2. Período de crecimiento

El período 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 carambola.

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 *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.

16.2. Inventario edafológico

16.2.1. 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 las que se muestran en el Cuadro 5. 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 la carambola.

16.3. Fuentes de información

16.3.1. 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, del banco de datos histórico nacional del Servicio Meteorológico Nacional (SMN) de la Comisión Nacional del Agua (CNA, 2005). De las cuales se seleccionaron las 35 estaciones meteorológicas que cumplían con los requisitos mencionados en el apartado XVI.

16.3.2. Información edafológica

Se utilizó la información reportada en el 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 las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación y Organización de las Naciones Unidas para la Educación, Ciencia y la Cultura (FAO/UNESCO) Palma *et al.*, (2007).

16.3.3. 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 la carambola, las cuales se denomina áreas con alto potencial productivo.

XVII. ESTIMACIÓN DEL RENDIMIENTO POTENCIAL PARA EL CULTIVO DE CARAMBOLA

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 de la carambola en Tabasco.

La estimación de rendimiento 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 (kg ha^{-1}).

Bn = Producción de biomasa neta (kg 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).

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

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).

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

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-Gamas *et al.*, 2008).

También se reportan en tablas los valores de b_c y b_o 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

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

b_o = 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_o y b_c son valores diarios y en cultivos cerrados ($IAF \geq 5$)

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 utilizada fue de 6 (Silvertsem, y Lloyd, 1994).

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

N = Duración del ciclo del cultivo (365 días).

Ct = Coeficiente de respiración (Rm). 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 cultivos como la carambola que no son 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 la carambola. El valor de Hi del cultivo de la carambola utilizado fue de 0.12 el cual fue calculado a partir de los datos de Menzel y Simpson, (1992), Crane, (1994) y Al-Yahyai (2004).

XVIII. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

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

Desde el punto de vista climático (temperatura y precipitación) el estado de Tabasco cuenta con 973,029 hectáreas aptas para cultivar carambola (Anexo 3).

El resto del estado no es apto; esto debido a que presenta zonas con requerimientos hídricos menores a las demanda fisiológica de la planta. Por otra parte también presenta zonas con precipitaciones que dificultan la polinización y la floración de la planta. Asimismo, también existen zonas que presentan períodos de crecimientos menores a los 300 días que requiere como mínimo el cultivo para obtener rendimientos económicamente rentables.

En cuanto a los requerimientos de suelo para el cultivo de carambola, el estado de Tabasco cuenta con 16 subunidades de suelo aptas para este cultivo, que en conjunto suman una superficie de 741,251 hectáreas, las cuales se mencionan a continuación: Fluvisol Éútrico (FLeu), Fluvisol Éútrico, Vertisol Crómico (FLeu, VRcr), Fluvisol Eútri-Gléyico (FLeugl), Fluvisol Dístri-Gléyico (FLdygl), Cambisol Éútri-Calcárico (CMeuca), Cambisol Éútrico (CMeu), Cambisol Endogléyico (CMgln), Vertisol Pélico (VRpe) Vertisol Crómico (VRcr), Vertisol Crómico, Fluvisol Éútrico (VRcr, FLeu), Luvisol Crómico (LVcr), Luvisol Crómico, Acrisol Plíntico (LVcr, ACpl), Arenosol Hipoluvico (ARlw), Ferralsol Ródico (FRro), Leptosol Réndzico, Vertisol Éútrico (LPrz, VReu) y Leptosol Réndzico (LPrz).

Estas subunidades de suelo, son las que cumplieron con las variables edáficas (química y física) del Cuadro 5, que exige como mínimo el cultivo de carambola, para alcanzar rendimientos aceptables de frutas y que se reportan en el Anexo 2.

El resto de la superficie de Tabasco, no presenta suelos aptos para este cultivo. Por ejemplo la unidad de suelos Histosoles (Hs) que abarca una superficie de 90,581.87 ha son suelos inundables, no aptos para cultivar este frutal. Otro ejemplo más lo constituyen la unidad de suelo Gleysol (GL), que abarca una superficie de 675,272.38 hectáreas, estos suelos presentan saturación con agua durante cierto periodo del año o todo el año, dado que este frutal es sensible a períodos prolongados de inundación (Crane, 1994).

El análisis edafoclimático (clima y suelo) muestra que el estado de Tabasco, cuenta con una superficie potencial de 350,211 hectáreas para cultivar carambola, que se distribuyen en once municipios del estado de Tabasco (Figura 3), de las cuales el 72% de ellas se concentran en tres municipios que se jerarquizan a continuación: Balancán (123,551 ha), Tenosique (75,042 ha) y Huimanguillo (54,469 ha). En la Figura 4 se ilustran las zonas de color naranja con alto potencial productivo para producir carambola en el estado de Tabasco.

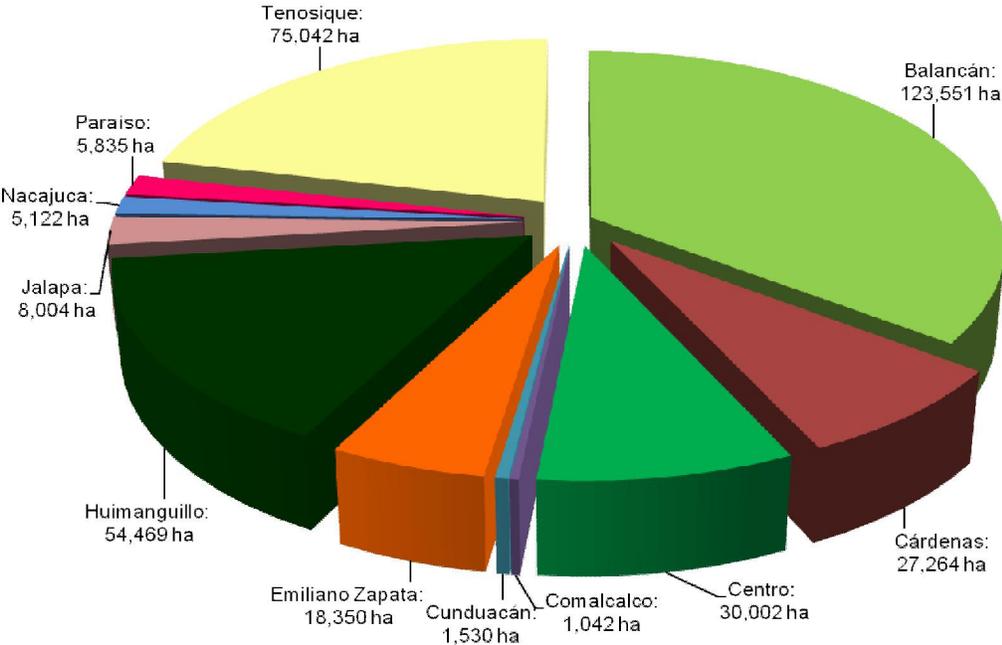


Figura 3. Superficie por municipio con alto potencial para cultivar carambola en el estado de Tabasco

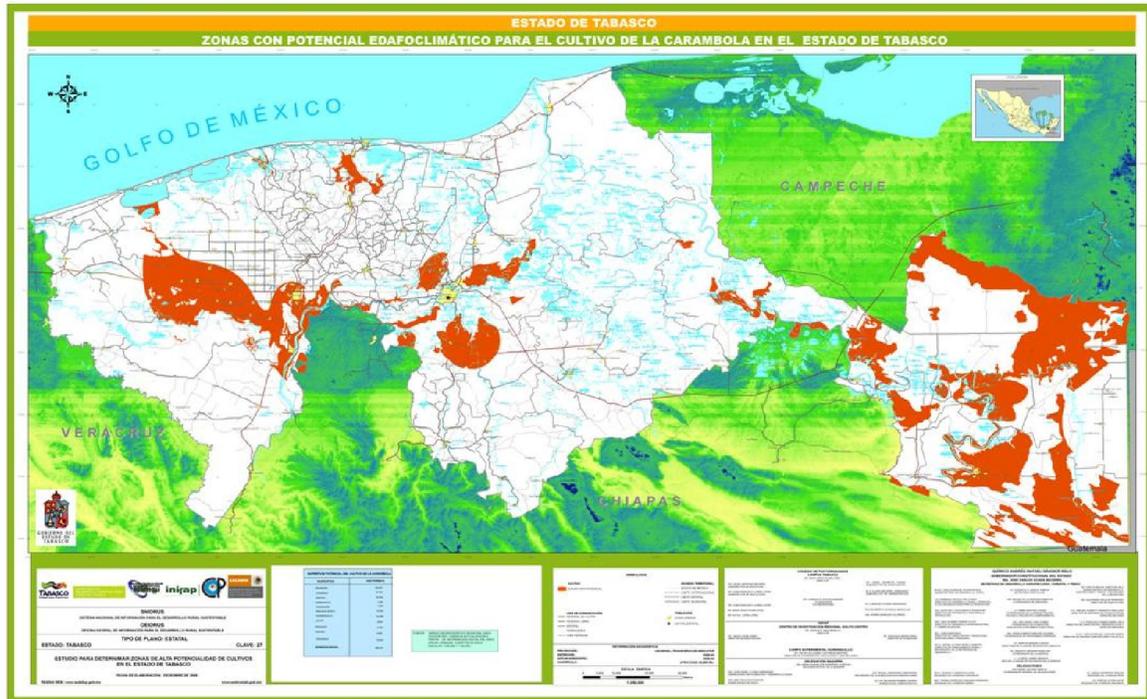


Figura 4. Distribución geográfica de la superficie con alto potencial productivo para el cultivo de carambola en el estado de Tabasco.

El rendimiento potencial del cultivo de la carambola para el estado de Tabasco es de 31 t ha^{-1} (Anexo 6), para plantaciones con 12 años de edad, utilizando un sistema de plantación en marco real a 6x6 metros, lo que permite el establecimiento de 277 árboles hectárea.

Los mencionados rendimientos son muy superiores al promedio nacional de 7.6 t ha^{-1} reportado en el 2008 en la modalidad de riego. Aunque el estado de Morelos en el mismo año reporto rendimientos 18 t ha^{-1} , y en el año 2004 de 25 t ha^{-1} (SIAP-SAGARPA, 2009).

Dichos rendimiento estimados para Tabasco son superiores, a los reportados por Garza, (2006) para la Huasteca Potosina que son 19.39 t ha^{-1} . Aunque son muy similares a los reportados por Crane, (1994) en plantaciones de 7 a 12 años de edad en la Florida, cuyos rendimientos son de 32.7 t ha^{-1} de fruta.

La radiación global en el estado de Tabasco, presenta una variación muy pequeña, ya que las tierras continentales del estado son en su mayoría planicies, por ello los rendimientos estimados son similares en todo el territorio tabasqueño.

XIX. CONCLUSIONES

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

- ✚ El estado de Tabasco, tiene un potencial climático (temperatura y precipitación) de 973,029 hectáreas para cultivar carambola.
- ✚ El potencial edafológico del estado de Tabasco, para el cultivo de carambola es de 741,251 hectáreas.
- ✚ La superficie con alto potencial edafoclimático (clima y suelo) para cultivar carambola en el estado de Tabasco es de 345,189 hectáreas.
- ✚ El principal factor ambiental que más limita el potencial productivo para el cultivo de carambola en el estado de Tabasco es el factor suelo.
- ✚ Los rendimientos potenciales esperados para el cultivo de carambola en el estado de Tabasco son de 31 t ha⁻¹.
- ✚ El 72% de la superficie con alto potencial edafoclimático se concentra en tres municipios: Balancán (123,551 ha), Tenosique (75,042 ha) y Huimanguillo (54,469 ha).
- ✚ El período de siembra para este cultivo es del 25 de mayo al 30 de agosto.

XX. BIBLIOGRAFÍA

- Aceves-Navarro, L.A.; Arrieta-Rivera, A. y Barbosa-Olán, J.L. 2008. Manual de AGROCLIM 1.0. Colegio de Postgraduados. H. Cárdenas Tabasco. 28 p.
- Al-Yahyai, R. (2004). Soil water depletion, growth, physiology, and yield of carambola trees in krome soil. Thesis. A dissertation presented to the graduate school of the University of Florida in partial fulfillment of the requirements for the degree of Philosophy Doctor. University of Florida. 172 p.
- Barbeau, G. 1990. Frutas Tropicales en Nicaragua. Editorial Ciencias Sociales, Managua, Nicaragua. 397 p.
- Campbell, C. W. y Malo, S. E. 1981. The carambola. Fruit Crops Fact Sheet FC-12. Univ. of Florida, IFAS, Coop. Extn. Serv., Gainesville.
- CENTA (Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal). 2005. La carambola dulce. República de El Salvador. Disponible en: <http://www.centa.gob.sv/html/ciencia/frutales/carambola.html>
- CNA (Comisión Nacional de Agua). 2005. Productos Climatológicos. Servicio Meteorológico Nacional. Disponible en: <http://smn.cna.gob.mx>.
- Crane, J. H. 1994. La carambola en florida¹. Departamento de Ciencias Hortícolas, Florida Cooperative Extension Service, Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida. U.S.A. pp. 1-5.
- Crane, J. H.; Dorey, A. J.; Ploetz, R. C, y Weekly, C. W. 1994. Post-Hurricane Andrew effects on young carambola trees. Proc. Fla. State Hort. Soc. 106:139-144.

- Cronquist, A. 1981. An integrated system of classification of flowering plants. Columbia University Press, Nueva York.
- Crane, J. H. 1994. La carambola en florida¹. Departamento de Ciencias Hortícolas, Florida Cooperative Extension Service, Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida. U.S.A. pp. 1-5.
- Crane, J. H.; Dorey, A. J.; Ploetz, R. C, y Weekly, C. W. 1994. Post-Hurricane Andrew effects on young carambola trees. Proc. Fla. State Hort. Soc. 106:139-144.
- 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. Agro-ecological Zones Project. Methodology and Results for Africa. Rome. Report No. 48. Vol. 1. 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 No. 48. Rome, Italia.
- FAO. 1994. ECOCROP 1. The adaptability level of the FAO crop environmental requirements database. Versión 1.0. AGLS. FAO. Rome, Italy. Disponible en: www.ecocrop.fao.org/ecocrop/srv/en/cropFindForm.

- FAO (Organización de la Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). 2004. Situación actual y perspectivas a plazo medio para las futas tropicales. Dirección de productos básicos y comercio. *Disponible en: www.fao.org/ES/ESC/common/ecg/218/es/Sit_web_s.pdf*.
- Fischer, G.; Granat, J y Makowski, M. 1999. AEZWIN An interactive multiple-criteria analysis tool for land resources appraisal. World Soil Resources Reports 87. Food and Agriculture Organization of the United Nations. International Institute for Applied Systems Analysis. 91 p.
- Galán, S. V y Menini, V. G. 1991. La Carambola y su Cultivo. Serie FAO, Producción y Protección Vegetal 108. FAO. Roma, Italia. 98 p.
- Galán, S. V. 1993. La Carambola y su Cultivo. FAO Plant Production and Protection Paper No. 108. 74 p.
- García, E. 2004. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen. Instituto de Geografía. UNAM. Serie Libros, No 6. México D.F. 90 p.
- Garza, N. J. A. 2006. La carambola fruta con perspectiva de producción para la Huasteca Potosina. INIFAP-CIRNE Campo Experimental Huichihuayan Km. 66 Carretera Valles-Tamazunchale.
- George, A. P y Nissen, R. J. 1994. Carambola. pp. 206-211. In: B. Schaffer and P.C. Andersen (eds). Handbook of Environmental Physiology of Fruit Crops. Vol. II, Sub-Tropical and Tropical Crops. CRC. Press, Boca Raton, Florida.

- González, D. V. 2000. Análisis del desarrollo de la fase reproductiva y determinación de parámetros de recolección de la carambola (*Averrhoa carambola* L.) variedad ácida, producida en el piedemonte amazónico colombiano. Tesis (pregrado). Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de Colombia. Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas 'SINCHI'. Bogotá. 79 p.
- Green, J. G. 1987. Carambola production in Malaysia and Taiwan. Proc. Fla. State Hort. Soc. 100: 275-278.
- Hutchinson, J. 1959. The Families of Flowering Plants. Vol I. Dicotyledons. 2^{da} Ed. Uni. Press. London World.
- IMTA (Instituto Mexicano de Tecnología del Agua). 2003. ERIC III. Extractor Rápido de Información Climatológica v.1.0.2007.
- Lennox, A y Ragoonath, J. 1990. Carambola and Bilimbi //z Fruits. 45(5): 497-5001.
- Lim, T. 1996. Carambola. 2: Growing and Marketing. Agnote 663-D32. Disponible en: www.primaryindustry.nt.gov.au.
- Menzel, C. M. y Simpson, D .R. 1992. Partitioning of nutrients in bearing lychee tree (*Litchi chinensis* Sonn.). Acta Horticulturae, (321): 535-540.
- Morton, J. 1987. Carambola. pp. 125 – 128. In: Fruits of warm climates. Julia F. Morton, Miami, FL. Disponible en: www.hort.purdue.edu/newcrop/morton/carambola.html
- Nakasone, H. Y y Paull, R. E. 1998. Tropical Fruits. CAB International. Biddles Ltd, Guildford y King's Lynn. London. pp. 37-218.

- Ngah, W. B. A.; Ahmad, I. y Hassan, A.1989. Carambola production, processing and marketing in Malaysia. *Proc. Int. Am. Soc. Trop. Hort.* **33** (1989), pp. 30–43.
- 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.
- Romero, G. N. R. 2001. Conozca el cultivo de la carambola o fruta de estrella. Instituto Nacional de Investigación Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). Centro de Investigación Regional Pacifico Sur. Campo Experimental Chilpancingo. Folleto Informativo No. 4. 8 p.
- SIAP-SAGARPA. 2009. Servicio de información agroalimentaria y pesca- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Anuario Estadístico de la Producción Agrícola. Disponible en. www.siap.sagarpa.gob.mx.
- Silvertsem, J. P.; Lloyd, J. J. 1994. Citrus. In: Handbook of Environmental Physiology of Fruit Crops. Vol. II. Sub-Tropical and Tropical Crops. Edited by Bruce Schaffer y Andersen , D.C. pp 65-71.

- Takhtajan, A. 1981. Flowering Plants origin and dispersal. Bishem Singh Mahendra Pal Singh and Otto Kottz Acrense Publisher. Gran Bretaña. 310 p.
- 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. Programa de Agrometeorología. SARH. Montecillo, México. 113 p.
- Villareal, F. J. M. 2000. Caracterización de la calidad del fruto de plantas de carambola (*Averrhoa carambola*) provenientes de semillas en el estado de Tabasco. Tesis de Maestría en Ciencias. Colegio de Postgraduado. Montecillo, Texcoco Edo, México. 84 p.
- Villegas, B. E. 1998. El Carambolo (*Averrhoa carambola*). En: Especies Vegetales Promisorias; Seminario Regional. Universidad Nacional de Medellín; Facultad de Ciencias Agropecuarias; Departamento de Agronomía; Grupo de Especies Vegetales Promisorias. Medellín. 54 p.

XXI. ANEXOS

ANEXOS

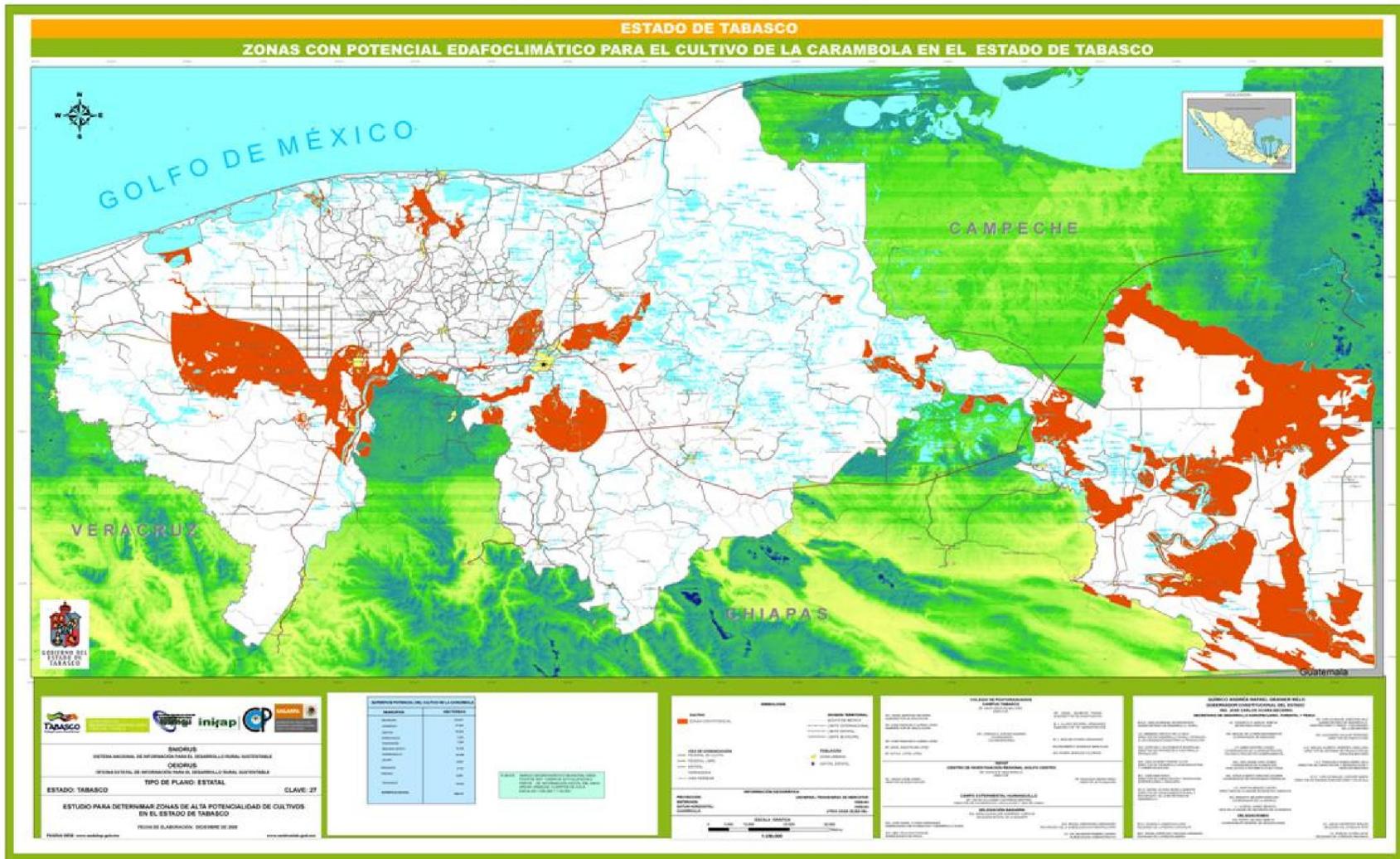
Anexo 1. Ubicación geográfica de las estaciones meteorológicas en el estado de Tabasco.

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 carambola (FAO, 1994).

	Óptima		Absoluta		Suelo	Óptima	Absoluta
	Mínima	Máxima	Mínima	Máxima			
Requerimientos de temperatura	24	30	5	39	Profundidad	Profundo (>150cm)	Somero (50-150 cm)
Lluvia anual	1200	2000	600	3000	Textura	Pesada, Media, Ligera, Orgánicas	Pesada, Media, Ligera, Orgánica
Latitud	-	-	30	32	Fertilidad	Moderada	Moderada
Altitud	-	-	-	1200	Toxicidad al aluminio	-	-
pH del suelo	5.5	6.5	5.0	8.5	Salinidad	Baja (<4 dS/m)	Baja (<4 dS/m)
Intensidad de la luz	Días despejados	Días despejados	Cielo nublado	Días despejados	Drenaje	Seco	Seco

Anexo 5. Zonas con alto potencial edafoclimático para cultivar carambola en el estado de Tabasco.



Anexo 6. Análisis químico de las subunidades de suelo.

SUBUNIDAD: Fluvisol Éutrico (FLeu)

Horizonte	T E X T U R A			pH H ₂ O	M.O. %	cmol (+) kg ⁻¹					P. asim mg kg ⁻¹	C.C. %	P.M.P. %	D.A. Mg m ⁻³
	A%	L%	R%			CIC	Ca	Mg	Na	K				
A1	46.1	16.3	37.6	6.3	2.52	31.0	16.75	7.30	0.54	0.46	2.62	33.10	-	1.56
C	43.2	29.9	26.9	6.3	0.28	28.30	12.87	6.94	0.65	0.27	0.70	-	-	1.49
2C1	92.3	4.8	2.9	6.4	0.42	8.10	3.37	1.27	0.41	0.13	8.05	-	-	1.45
2C2	94.3	1.8	3.9	6.7	0.49	5.70	2.87	0.82	0.30	0.10	4.55	-	-	1.40
2C3	96.3	1.8	1.9	6.7	2.81	4.40	2.0	1.80	0.22	0.06	5.25	-	-	1.89

SUBUNIDAD: Leptosol Réndzico (LPrz)

Horizonte	TEXTURA			pH H ₂ O	MO %	cmol (+) kg ⁻¹					P Asim. mg kg ⁻¹
	A%	L%	R%			CIC	Ca	Mg	Na	K	
Ap	57	15	28	8.2	6.72	56.29	54.01	2.07	-	0.21	9.5
CR	52	22	26	8.4	1.88	44.21	43.32	0.84	-	0.05	1.36

SUBUNIDAD: Fluvisol Éutri-Gléyico (FLeugl)

Horizonte	T E X T U R A			pH H ₂ O	M.O. %	cmol (+) kg ⁻¹					P. asim mg k ⁻¹	C.C. %	P.M.P. %	D.A. Mg m ⁻³
	A%	L%	R%			C.I.C.	Ca	Mg	Na	K				
A1	38.4	12.7	48.9	6.5	1.96	35.7	23.9	10.7	.55	.30	18.45	30.69	19.56	1.26
C	41.1	28.7	30.2	7.1	.75	29.2	19.9	8.4	.46	.16	1.12	23.82	12.07	-
2ICg	89.8	0.0	10.2	7.1	.20	8.6	4.4	3.6	.26	.06	9.79	4.06	4.06	-

SUBUNIDAD: Luvisoles Crómicos (LVcr)

Horizonte	T E X T U R A			pH H ₂ O	M.O. %	cmol (+) kg ⁻¹					P. asim mg kg ⁻¹	C.C. %	P.M.P. %	D.A. Mg m ⁻³
	A%	L%	R%			C.I.C.	Ca	Mg	Na	K				
A1	77.1	2.6	20.3	6.5	1.98	8.22	5.25	1.07	0.13	0.12	5.27	7.24	-	1.26
A2	81.3	4.4	14.3	6.3	0.80	4.31	2.73	0.16	0.08	0.04	1.70	7.31	-	1.29
Bt1	70.1	2.8	27.1	5.1	0.93	11.17	5.04	2.57	0.22	0.07	1.08	19.27	-	1.31
Bt2	67.9	4.8	27.3	5.3	0.19	10.94	3.57	1.86	0.16	0.07	0.62	17.68	-	1.35

SUBUNIDAD: Cambisoles éútricos (CMeu)

Horizonte	T E X T U R A			pH H ₂ O	M.O. %	cmol (+) kg ⁻¹					P. asim mg kg ⁻¹
	A%	L%	R%			C.I.C.	Ca	Mg	Na	K	
A1	17	47	36	5.9	4.41	23.3	16.8	5.9	0.10	0.21	16.2
A2	15	45	40	5.6	1.46	18.4	12.4	5.4	0.11	0.11	2.7
Bw	17	37	46	6.4	0.60	19.5	13.4	6.9	0.16	0.10	NSD
C1	15	41	44	6.5	0.73	22.7	18.0	7.4	0.19	0.11	NSD
C2	17	43	40	6.6	0.33	21.7	15.8	8.1	0.21	0.09	2.6

SUBUNIDAD: Cambisoles Endoglécicos (CMgIn)

Horizonte	T E X T U R A			pH H ₂ O	M.O. %	cmol (+) kg ⁻¹					P. asim mg kg ⁻¹	C.C. %	P.M.P. %	D.A. Mg m ⁻³
	A%	L%	R%			C.I.C.	Ca	Mg	Na	K				
A1	43.80	16.0	40.19	6.0	4.90	39.28	28.27	9.47	0.51	0.77	26.0	29.18	16.07	1.05
Bwg	40.72	14.0	45.27	5.6	2.32	40.19	28.15	10.64	0.41	0.73	24.0	27.06	18.10	-
Cg	45.80	26.0	28.19	6.4	1.73	31.99	21.31	9.47	0.36	0.52	27.66	23.85	11.27	-