



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 MARACUYÁ (*Passiflora edulis*) 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	3
III.	ORIGEN DEL MARACUYÁ	3
IV.	CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA DEL MARACUYÁ	3
V.	DESCRIPCIÓN BOTÁNICA DEL MARACUYÁ.....	3
VI.	RELACIÓN DE PAÍSES QUE PRODUCEN MARACUYÁ	5
VII.	SUPERFICIE CULTIVADA Y RENDIMIENTO DEL MARACUYÁ POR ESTADO Y A NIVEL NACIONAL	6
VIII.	REQUERIMIENTOS CLIMÁTICOS DEL MARACUYÁ	9
IX.	REQUERIMIENTOS EDAFOLÓGICOS DEL MARACUYÁ.....	11
X.	TECNOLOGÍA DE PRODUCCIÓN DEL CULTIVO DE MARACUYÁ.....	11
	10. Propagación.....	11
	10.2. Siembra.....	12
	10.3. Densidad de siembra	13
	10.4. Sistema de siembra	14
	10.4.1. Sistema de ramadas.....	14
	10.4.2. Espaldera vertical o de cerco	14
	10.4.3. Espaldera en T	15
	10.5. Podas	15
	10.5.1. Poda de formación	15
	10.5.2. Poda de renovación	16
	10.5.3. Podas de limpieza	16
	10.6. Fertilización.....	16
	10.7. Polinización	17
	10.7.1. Polinización artificial (manual)	18
	10.8. Plagas que causan daños al cultivo de maracuyá	18
	10.9. Enfermedades que causan daños al cultivo del maracuyá	21
	10.10.Cosecha	24
XI.	VARIETADES DE MARACUYÁ	24

XII. PRODUCTOS AGROINDUSTRIALES DEL MARACUYÁ	25
XIII. SUBPRODUCTOS DEL MARACUYÁ	26
XIV. MERCADO DEL MARACUYÁ.....	27
XV. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA METODOLOGÍA	30
XVI. SELECCIÓN Y REQUERIMIENTOS BIOCLIMÁTICOS DEL CULTIVO DE MARACUYÁ.....	32
16.1. Inventario climático	33
16.2. División climática	33
16.1.2. Período de crecimiento	34
16.2. Inventario edafológico	34
16.2.1. División edafológica	34
16.3. Fuentes de información.....	34
16.3.1. Información climática	34
16.3.2. Información edafológica.....	35
16.3.3. Información cartográfica	35
XVII. ESTIMACIÓN DEL RENDIMIENTO POTENCIAL PARA EL CULTIVO DE MARACUYÁ	35
XVIII. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	38
XIX. CONCLUSIONES	42
XX. BIBLIOGRAFÍA	43
XXI. ANEXOS	48

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Superficie cultivada de maracuyá por estado y a nivel nacional en la modalidad de temporal en hectáreas	6
Cuadro 2. Rendimiento de maracuyá por estado y a nivel nacional en la modalidad de temporal ($t\ ha^{-1}$)	7
Cuadro 3. Superficie cultivada de maracuyá por estado y a nivel nacional en la modalidad de riego en hectáreas	7
Cuadro 4. Rendimiento de maracuyá por estado y a nivel nacional en la modalidad de riego ($t\ ha^{-1}$)	8
Cuadro 5. Uso agroindustrial del fruto de maracuyá	26
Cuadro 6. Variables seleccionadas para definir áreas potenciales para el cultivo de maracuyá en el estado de Tabasco	32

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Superficie cultivada de maracuyá en México en su modalidad de temporal más riego en el 2008	8
Figura 2. Metodología simplificada de la zonificación agroecológica para el cultivo de maracuyá	31
Figura 3. Superficie por municipio con alto potencial para cultivar maracuyá en el estado de Tabasco	40
Figura 4. Distribución geográfica de la superficie con alto potencial productivo para el cultivo de maracuyá en el estado de Tabasco	41

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Ubicación geográfica de las estaciones meteorológicas en el estado de Tabasco	49
Anexo 2. Requerimientos bioclimáticos del cultivo de maracuyá (FAO, 1994).....	50
Anexo 3. Zonas con alto potencial climático para cultivar maracuyá en el estado de Tabasco	51
Anexo 4. Zonas con alto potencial edafológico para cultivar maracuyá en el estado de Tabasco	52
Anexo 5. Zonas con alto potencial edafoclimático para cultivar maracuyá en el estado de Tabasco	53
Anexo 6. Análisis químico de las subunidades de suelo.	54

I. INTRODUCCIÓN

La planta de maracuyá es la *Passiflora* más importante género de la familia *Passifloraceae*, el cual cuenta con más de 500 especies, las cuales se caracterizan por ser plantas herbáceas o leñosas, generalmente trepadoras por medio de sus zarcillos axilares (Becerra, 2005).

En México la superficie de esta fruta es muy reducida, si se compara con otras frutas como: piña, mango, sandía, melón entre otras. Sin embargo, este cultivo para nuestro país puede tener un gran potencial agroindustrial.

El concentrado del jugo de maracuyá es el principal producto a nivel mundial. Este concentrado se utiliza para obtener una gran diversidad de productos. El 74% de la producción mundial de concentrado se destina a la industria de bebidas en la preparación de mezclas de jugos. La industria láctea compra el 12%, seguida por el segmento de alimentos para bebés con el 4% y el de pastelería con el 2%. Otros segmentos que incluyen perfumería, representan el 8% del total de su uso (Schwentesi *et al.*, 1991).

La producción de maracuyá en México ha pasado por tres etapas de desarrollo; En el principio, este cultivo solo se cultivaba en huertos familiares, la segunda etapa caracterizada por la siembra en plantaciones comerciales, esta fue una etapa en la que parecía que el maracuyá se difundiría ampliamente como alternativa, sin embargo no perduró mucho tiempo, la tercera etapa, es la actual y se caracteriza por el hecho de que algunos productores decidieron seguir con el cultivo a pesar de los altibajos en el mercado, llegando incluso a incursionar en el proceso de transformación artesanal de la fruta, buscando su venta en forma de jugo, pulpa, mermelada, miel, cáscara en almíbar, vino y licor.

Actualmente el maracuyá cubre apenas 1% del mercado mundial de jugos concentrados y pulpas; aunque, sin contar a la piña y a los cítricos; junto con el

plátano y el mango integran el grupo de mayor demanda de frutas tropicales a nivel mundial (Schwentesi *et al.*, 1991).

Los productores de maracuyá en México han enfrentado en el proceso de comercialización dos problemas principales, el gran desconocimiento de la fruta y la elevada competitividad que tienen otros países productores. Así mientras que en México los rendimientos son de 7.8 t ha⁻¹, en Brasil se alcanzan las 45 t ha⁻¹.

Alemania, es el principal consumidor del concentrado y jugo simple de maracuyá a nivel mundial, seguido por Estados Unidos, Canadá, Venezuela, México, Jamaica y República Dominicana (Lozano *et al.*, 2008).

Por otra parte, la producción de esta fruta en México es muy pequeña, lo cual no ha permitido el desarrollo de agroindustria. En el 2008 a nivel nacional se sembraron unas 40 ha, en las cuales se cosecharon 275.99 t, mismas que alcanzaron un valor en el mercado de \$1,105,440.00 M.N las cuales no satisfacen el mercado nacional (SIAP-SAGARPA, 2009).

En Tabasco, existen algunos reportes donde se mencionan que el maracuyá hasta en 1991 se cultivaba en asociación con otras frutas exóticas, además se reporta que la tecnología aplicada por los productores a nivel comercial es una adaptación de la tecnología colombiana y brasileña (Schwentesi *et al.*, 1991).

Con la finalidad de consolidar el cultivo de maracuyá en el estado de Tabasco, se realizó el presente trabajo con el fin de conocer las áreas de mayor potencial productivo, con el fin de brindar a los productores una gama diversa de frutales que tienen un potencial en el mercado nacional.

II. OBJETIVOS

- ✚ Realizar la zonificación del cultivo de maracuyá (*Passiflora edulis* Sims.) 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 maracuyá (*Passiflora edulis* Sims.).

III. ORIGEN DEL MARACUYÁ

Se considera que el centro de origen es Brasil, específicamente la región del Amazonas. Este país es considerado el origen de unas 150-200 especies de las 465 existentes de *Passiflora*. La especie *Passiflora edulis* (maracuyá morado), dio origen, a través de una mutación a, *Passiflora edulis* forma flavicarpa (maracuyá amarillo) (García, 2002).

IV. CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA DEL MARACUYÁ

Nombre común maracuyá amarillo, parchita, calala, maracujá, yellow passion-fruit (García, 2002). Esta fruta presenta dos variedades o formas diferentes: la púrpura o morada (*P. Edulis sims*) y la amarilla (*P. edulis sims* F. *flaviarca Degene*).

Orden: *Passiflorales*

Familia: *Passifloraceae*

Género: *Pasiflora*

Especie: *edulis* forma flavicarpa

V. DESCRIPCIÓN BOTÁNICA DEL MARACUYÁ

Hojas.

La planta es una enredadera vigorosa. Tanto la maracuyá amarilla como la púrpura poseen hojas trilobuladas de 10-18 cm de longitud con márgenes finamente serrados. Poseen sarcillos, redondos y en forma de espiral, alcanzan

longitudes de 30 cm a 40 cm, se originan en las axilas de las hojas, junto a las flores; se fijan al tacto con cualquier superficie y son las responsables de que la planta tenga el hábito de crecimiento trepador (Knight *et al.*, 2005).

Flores.

Las flores del maracuyá púrpura tienen normalmente un diámetro más pequeño que las de la amarilla, alrededor de 4.5 cm y 6 cm respectivamente; Ambas tienen un color blanco pálido con centros de color azul intenso.

Las flores son hermafroditas (perfectas), con un androginóforo bien desarrollado. Nacen solitarias en las axilas, sostenidas por 3 grandes brácteas verdes que se asemejan a hojas. Las flores consisten de 3 sépalos de color blanco verdoso, 5 pétalos blancos y una corona formada por un abanico de filamentos que irradian hacia fuera, cuya base es de un color púrpura; estos filamentos tienen la función de atraer a los insectos polinizadores.

Sobre el androginóforo se encuentra el órgano masculino llamado androceo, formado por 5 estambres con anteras grandes, que contienen los granos de polen que son amarillos y muy pesados, lo que dificulta la polinización por el viento, ya que la estructura femenina (gineceo) se ubica arriba de los estambres, además las anteras maduran antes que los estigmas, a eso se le llama dicogamia protándrica; el polen tiene una fertilidad del 70%. La floración se inicia entre el cuarto y sexto mes de trasplante (180 días) y se repite en forma cíclica durante los períodos de invierno (Knight *et al.*, 2005).

Frutos.

El fruto del maracuyá púrpura tiene forma redondeada u oval y posee semillas púrpura oscuro o casi negras y pesa de 30 a 45 g. El fruto del maracuyá amarillo tiene un color amarillo intenso y de forma similar al de la púrpura pero es ligeramente más largo de 6 cm. Puede alcanzar un peso de 60 a 90 g. Los frutos contienen numerosas semillas pequeñas en forma de cuña que están rodeadas

individualmente de unos saquitos “arilos” de color naranja oscuro que contienen el jugo, la parte comestible del fruto (Knight *et al.*, 2005).

Raíces.

El sistema radicular es totalmente ramificado, sin raíz pivotante, superficial, distribuido en un 90% en los primeros 15 o 45 cm de profundidad, por lo que es importante no realizar labores culturales que remuevan el suelo. El 68% del total de raíces se encuentran a una distancia de 60 cm del tronco, factor a considerar al momento de la fertilización y riego (Knight *et al.*, 2005).

VI. RELACIÓN DE PAÍSES QUE PRODUCEN MARACUYÁ

El maracuyá está ampliamente distribuido por lo que se encuentra prácticamente en toda las regiones de clima tropical y subtropical del mundo. El primer país que inicio la producción comercial fue Australia en donde la planta fue introducida en 1861, reportándose en los años 30 la primera producción para el mercado. A continuación se enlista lo países productores de maracuyá en el mundo según Schwentesius *et al.*, (1991).

 Hawaii	 Nueva Guinea	 Cuba
 Isla Fiji	 Nueva Zelanda	 Chile
 Australia	 Filipinas	 Perú
 Kenia	 Taiwán	 República Dominicana
 Sudáfrica,	 Malasia	 Venezuela
 Martinica	 Ecuador	 Brasil
 Surinam	 Bolivia	 Costa Rica
 Sri Lanka	 Colombia	 Nigeria
 Indonesia	 Puerto Rico	 Uganda

VII. SUPERFICIE CULTIVADA Y RENDIMIENTO DEL MARACUYÁ POR ESTADO Y A NIVEL NACIONAL

La superficie cultivada de maracuyá en la modalidad de temporal en México, se ha visto disminuida en un 73.5% en los últimos seis años, al pasar del 2003 al 2008 de 83 a 22 hectáreas. Hasta el 2008 sólo tres entidades federativas cultivaban esta fruta de manera constante (Cuadro 1). El estado de Oaxaca, es la entidad federativa que cultivaba la mayor superficie en el año 2003 con 60 ha, sin embargo, en el año 2008 solo reportó 5 ha (SIAP-SAGARPA, 2009). De manera general se observa que en todas las entidades federativas la superficie cultivada de maracuyá se vio disminuida.

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

ESTADOS	AÑOS					
	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Nayarit	7.00	7.00	7.00	7.00	0.00	6.00
Oaxaca	60.00	60.00	10.00	25.00	5.00	5.00
Veracruz	15.00	17.00	11.00	11.00	11.00	11.00
Yucatán	1.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00
Puebla	0.00	0.00	0.00	0.00	5.00	0.00
TOTAL	83.00	85.00	29.00	43.00	21.00	22.00

SIAP-SAGARPA, (2009).

El rendimiento promedio nacional de maracuyá en la modalidad de temporal es variable. En el 2003 se reportaron rendimientos de 6.72 t ha⁻¹ a nivel nacional, posteriormente al año siguiente se incremento el rendimiento a 10.96 t ha⁻¹, para posteriormente disminuir en el 2005 a 4.77 t ha⁻¹. A partir del último año los rendimiento fueron en ascenso hasta alcanzar en el 2008 rendimiento de 9.40 t ha⁻¹. No obstante el estado de Nayarit es quien reporta los mayores rendimientos con 11.33 t ha⁻¹ (SIAP-SAGARPA, 2009).

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

ESTADOS	AÑOS					
	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Nayarit	0.00	0.00	1.20	1.36	0.00	11.33
Oaxaca	3.50	3.28	2.76	8.00	1.50	0.00
Veracruz	9.94	18.64	10.36	10.36	10.14	8.34
Yucatán	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Puebla	0.00	0.00	0.00	0.00	10.12	0.00
PROMEDIO	6.72	10.96	4.77	6.57	7.25	9.40

SIAP-SAGARPA, (2009).

La superficie cultivada de maracuyá en la modalidad de riego en México, se ha visto incrementada en un 17.4% en los últimos seis años al pasar del 2003 al 2008 de 15.0 a 18.17 hectáreas respectivamente. Existen cuatro estados que se dedican al cultivo de maracuyá en esta modalidad. Como se observa en el Cuadro 3, los estados de Guerrero y Jalisco son las entidades federativas, con el mayor número de hectárea con 7 hectáreas cada uno respectivamente (SIAP-SAGARPA, 2009).

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

ESTADOS	AÑOS					
	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Yucatán	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Morelos	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
Guerrero	1.00	3.00	5.00	7.00	7.00	7.00
Jalisco	0.00	0.00	0.00	7.00	7.00	7.00
Nayarit	0.00	0.00	0.00	0.00	2.17	2.17
TOTAL	15.00	5.00	7.00	16.00	18.17	18.17

SIAP-SAGARPA, (2009).

El rendimiento promedio nacional de maracuyá en la modalidad de riego, en los últimos seis años (2003-2008) ha presentado una ligera disminución. En el año 2003 se reportan rendimientos de $7.66\ t\ ha^{-1}$ y en el año 2007 de $5.30\ t\ ha^{-1}$, para nuevamente en el 2008 incrementarse en $6.39\ t\ ha^{-1}$ (Cuadro 4).

El estado de Guerrero es la entidad federativa que reporta los mayores rendimientos en dicha modalidad con 10 t ha⁻¹ (SIAP-SAGARPA, 2009). En la Figura 1 se esquematiza la superficie cultivada de temporal y de riego para el cultivo de maracuyá en México.

Cuadro 4. Rendimiento de maracuyá por estado y a nivel nacional en la modalidad de riego (t ha⁻¹).

ESTADOS	AÑOS					
	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Yucatán	8.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Morelos	4.00	4.00	6.00	4.80	2.00	5.00
Guerrero	11.00	10.63	10.40	9.79	9.90	10.00
Jalisco	0.00	0.00	0.00	0.00	4.00	3.00
Nayarit	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	7.00
PROMEDIO	7.66	7.31	7.60	7.29	5.30	6.39

SIAP-SAGARPA, (2009).

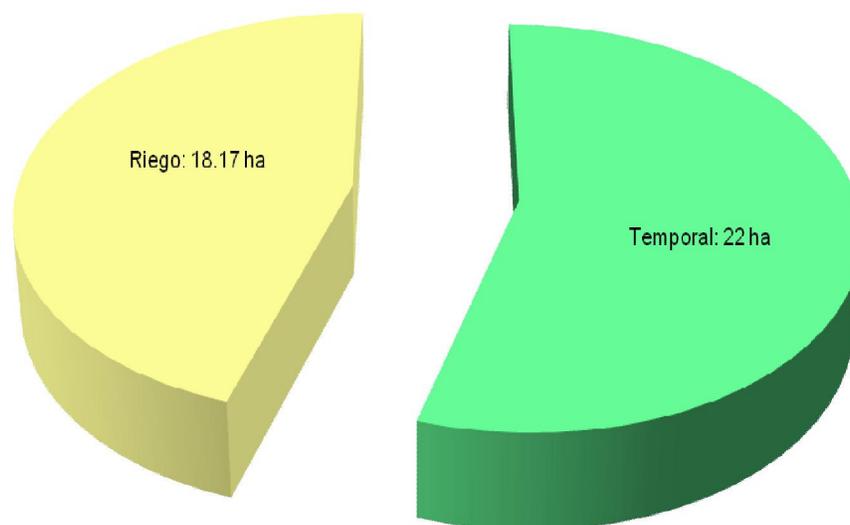


Figura 1. Superficie cultivada de maracuyá en México en su modalidad de temporal más riego en el 2008.

VIII. REQUERIMIENTOS CLIMÁTICOS DEL MARACUYÁ

El clima es un factor muy importante para el cultivo del maracuyá. Debe escogerse el más adecuado en cada región teniendo en cuenta factores como la altitud, la temperatura, los vientos, la humedad relativa, la duración del día y la precipitación.

La temperatura óptima oscila entre los 23-25°C; aunque se adapta desde los 21 hasta los 32°C, y en algunos lugares se cultiva hasta los 35°C. Arriba de éste límite se acelera el crecimiento, pero la producción disminuye a causa de la deshidratación de los estigmas, lo que imposibilita la fecundación de los ovarios. Con respecto a la altitud, comercialmente se cultiva desde el nivel del mar hasta los 1000 msnm; Pero se recomienda que para tener los mejores resultados se cultive entre los 300 y 900 msnm, con una humedad relativa (HR) del 60% (García, 2002).

Temperaturas inferiores a los 18°C ofrecen condiciones para una mayor durabilidad de la planta, pero con un crecimiento lento y baja producción. Temperaturas menores a 10-12°C disminuyen la fecundación e incrementan los abortos florales entre 90 y 95% (Castro, 2001).

Garcés y Saldarriaga (s/f), recomiendan una HR del 80%, para favorecer la viabilidad del polen y la receptividad de factores importantes para la polinización y la fecundación alta y uniforme. Los efectos de una baja HR (<40%), acompañada de vientos calurosos, se manifiestan en marchitez de flores, deshidratación y disminución de la fotosíntesis por el cierre de estomas y la muerte de brotes tiernos.

Para obtener buena calidad en el maracuyá, el abastecimiento de agua debe ser adecuado. Su exceso o déficit puede causar daños a los tejidos desmejorando las características del fruto. El maracuyá es una planta de clima tropical, que exige un suministro de agua en cantidades de 800 a 1750 mm de lluvia anuales bien distribuidos durante los 12 meses del año, y una mínima

mensual de 80 mm. En caso contrario requiere riego durante periodos de tiempo seco. Períodos muy lluviosos durante la floración no favorecen la producción, ya que la actividad de los polinizadores es casi nula y los granos de polen se afectan con la humedad. El agua suficiente proporciona al maracuyá un llenado adecuado, un aumento en el peso y en el volumen del jugo (García, 2002).

Reina *et al.*, (1997) mencionan que los requerimientos hídricos de la planta son de 800 a 2000 mm de lluvia. En cuanto a la humedad relativa del ambiente, mencionan que entre más elevada ésta, mejor calidad se obtendrá en el maracuyá, ya que va a aumentar el peso y el volumen del jugo dándole un buen sabor.

El maracuyá es una planta fotoperiódica que requiere de un mínimo de 11 horas diarias de luz para poder florecer. Cuando se tienen días cortos con menos de esa cantidad de horas luz se produce una disminución en la producción de flores, si se cultiva en una zona con temperaturas altas cerca a los 32-35°C y con 11 horas de luz todo el año, la planta producirá en forma continua. La calidad del fruto está relacionada directamente con la exposición lumínica del área foliar de las plantas. Frutos expuestos al sol disminuyen de peso pero tienen mayor porcentaje de jugo, mayor cantidad de ácido ascórbico, corteza más delgada, y los sólidos solubles también aumentan a mayor radiación solar (García, 2002).

El viento con velocidades superiores a 50 km h⁻¹, puede causar raspaduras en los frutos, lo cual convierte a este fenómeno en uno de los factores principales de la disminución del peso del fruto. En zonas de vientos fuertes, constantes, se dificultan y encarecen el sistema de conducción de las plantas en los soportes o tutores, y causan deshidratación del área foliar de la planta (Reina *et al.*, 1997). El maracuyá necesita más de ocho horas de luz diarias para empezar la floración (CCI, 2003)

IX. REQUERIMIENTOS EDAFOLÓGICOS DEL MARACUYÁ

Este cultivo se desarrolla en diferentes clases de suelos (arenosos, limo-arenosos). Requiere suelos sueltos, profundos, de alto contenido de materia orgánica, cuyo pH sea entre 5,5 y 6,8. En todos los casos, se requiere buen drenaje natural dado por las características del suelo o por la pendiente del terreno; de lo contrario, el drenaje se debe favorecer con obras que permitan el escurrimiento (García, 2002). La planta presenta gran tolerancia a la salinidad (Reina *et al.*, 1997).

El maracuyá se adapta a diferentes suelos siempre que sean profundos y fértiles, sin embargo los mejores son los sueltos, bien drenados, sin problemas de salinidad. Suelos muy pesados y poco permeables susceptibles a encharcamientos no son los indicados, ya que facilita la aparición de enfermedades como la fusariosis o la pudrición seca del cuello de la raíz. En casos extremos sembrar con ligera pendiente del 10% y previa adecuación de los mismos.

Los mejores suelos para este cultivo son los francos, con buena capacidad de retención de humedad y un pH entre 5.5 y 7.0 aunque se puede llegar a cultivar hasta pH de 8.0 con una profundidad mínima de 60 cm. La textura del suelo puede llegar a influir en el tamaño y peso del fruto (García, 2002).

X. TECNOLOGÍA DE PRODUCCIÓN DEL CULTIVO DE MARACUYÁ

10. Propagación

Todos los tipos de maracuyá pueden propagarse por semillas, las cuales deben estar frescas (menos de un año) porque pierden su viabilidad rápidamente. Las semillas deben sembrarse en macetas u otros recipientes que contengan suelo estéril y mantenerse en un lugar húmedo y a resguardo de la luz solar directa. Las semillas germinan normalmente en 10-20 días; las pequeñas plantitas crecen rápidamente y deben ponerse en recipientes individuales tan pronto como

sea posible. Pueden transferirse al sitio de siembra permanente cuando alcancen una altura de 24-40 cm.

La maracuyá púrpura en ocasiones se injerta en patrones de maracuyá amarilla para mitigar las enfermedades y nematodos que afectan a su sistema radicular. Las plantitas de ambos tipos deben tener alrededor de 45 cm de altura y un diámetro similar al de un lápiz al momento de realizar el injerto. El injerto debe tener una longitud de 8-10 cm y contener al menos dos nudos.

El patrón debe cortarse a 25-30 cm por encima del suelo. Para realizar el injerto, hacer un corte longitudinal que abarque la mitad basal del tallito del injerto; hacer un corte similar en el extremo del patrón. Unir las dos superficies cortadas alineando el cambio y átelas firmemente con cinta de injerto. El injerto se protege con una bolsa plástica pequeña atada por debajo de la zona de contacto y se pone en un sitio sombreado y cálido por 10-14 días o hasta que la unión se consolide.

En este momento, se abre un poco la bolsita para permitir la entrada de aire y más tarde se quita cuando el injerto comienza a crecer. La cinta de injerto se elimina para que no constriña al tallito en crecimiento. Las estacas de maracuyá pueden enraizar si se mantienen en un sistema de neblina intermitente, pero deben seleccionarse cuidadosamente de plantas saludables y en producción para evitar la transmisión de enfermedades virales (Knight *et al.*, 2005).

10.2. Siembra

En terrenos vírgenes se aconseja una arada profunda, dejarlos descansar por cierto tiempo y hacer después una segunda arada con el fin de que el suelo quede en buenas condiciones para la siembra de las nuevas plantas.

La siembra de la marcación en terreno en declive deberá hacerse siempre en curvas de nivel. En terrenos planos los surcos serán dispuestos siempre en sentido Norte-Sur para que haya una mejor distribución de luz solar entre las

plantas. Los hoyos para la siembra (0.30 x 0.30 x 0.30 m) se llenan con una mezcla de suelo y 10 kg de estiércol o gallinaza (Gutiérrez y Pulido, 1989).

El material estará listo para siembra cuando alcance una altura de 15-20 cm, independientemente de si se propagó por semilla o por estaca, esto ocurre entre uno o dos meses después de la siembra (Reina *et al.*, 1997).

10.3. Densidad de siembra

Las variaciones en la densidad de siembra afectan la calidad del maracuyá, entre más denso esté un cultivo, los frutos serán menos dulces (Pantástico, 1979). El espaciamiento ideal debe ser de 4 m entre surcos y 3 m entre plantas, lo que equivale a tener 833 plantas por hectáreas (Gutiérrez y Pulido, 1989). Aunque (Knight *et al.*, 2005) mencionan que en la Florida la distancia de siembra óptima es de 3 a 4.5 m entre surcos y entre planta de 4.5 a 6.0 m.

Sin embargo García, (2002) menciona que los trabajos realizados en distancia de siembra en Brasil y Venezuela son bastantes contradictorios. Se dice que cuando se usan distanciamientos cortos entre plantas se obtienen rendimientos mayores en el primer año que en cultivos con distanciamientos grandes (4-5 m), pero en el segundo año son similares, debido a que el exceso de masa foliar provoca demasiada sombra reduciendo la eficiencia fotosintética de la planta, además se reduce la vida útil de la planta. Los distanciamientos más frecuentes son: entre hileras 2.5-3.0 m para cultivo sin mecanización y 3.0-3.5 m para cultivo mecanizado y entre plantas es de 2.5-4.0 m (García, 2002).

En Costa Rica la planta de maracuyá se trasplanta al sitio definitivo de siembra cuando alcanza unos 50 cm de altura. La distancia de siembra utilizada es 3 m entre hileras y 5 m entre plantas; al año se elimina una del medio para que queden a una distancia de 10 m. La plantita de maracuyá debe sembrarse de manera tal que el cuello no quede esfondado, pero lo más conveniente es

plantarla en un lomillo de unos 20 cm de altura para favorecer el drenaje y así disminuir la incidencia de pudriciones (Anónimo, s/f).

10.4. Sistema de siembra

10.4.1. Sistema de ramadas

Este sistema consiste en construir ramadas con alambre galvanizado número 12, la altura debe ser de 2 m y los postes se colocan en cuadro a cada 5 o 7.5 m. Con este sistema el cultivo alcanza una mayor productividad, pero presenta un alto costo por la cantidad de alambre que se utiliza. Otra desventaja es que aumenta la incidencia de enfermedades por el microclima húmedo que se forma debajo de la ramada, además la aplicación de pesticidas se dificulta con el peligro de causar intoxicación en los trabajadores (García, 2002).

10.4.2. Espaldera vertical o de cerco

Consiste en colocar hileras de postes verticales de 2 m de altura a cada 5-7.5 m, los cuales sustentan en la parte superior un hilo de alambre galvanizado No. 12, para fijarlo se usan grapas para cerco. Cuando en la zona existen vientos muy fuertes se puede colocar un segundo hilo de alambre a unos 0.40 m abajo del primero. Según investigadores Brasileños el segundo alambre sirve solamente para dar mayor fijeza a la estructura. El sistema con un solo hilo de alambre es el más usado en Brasil por ser el económico, de fácil manejo y permitir un mejor asocio con otros frutales (García, 2002).

Según Vásquez y Arango (1986) afirman que el sistema de espaldera sencillo permite una mayor densidad de plantas por hectárea, además por su funcionalidad permite intercalarse con cultivos permanentes en los primeros tres años de su desarrollo.

10.4.3. Espaldera en T

Consiste en una hilera de postes verticales de 2 m de altura que en la parte superior van provistos de una barra horizontal de 0.65 m de largo, a través de los cuales pasan 2 ó 3 hilos de alambre galvanizado No. 12. Este sistema permite una mejor distribución del follaje, mejorando la eficiencia fotosintética al exponer una mayor superficie de hojas a los rayos solares. Posiblemente no sea tan usada, debido a que es más difícil de colocar y se gastan más materiales con lo cual se incrementan los costos, generalmente los costos de las espalderas representan el 50% de los costos totales en este sistema (García, 2002).

Según Vásquez y Arango (1986) mencionan que el sistema de cultivo en "T" es el más empleado en zonas planas y entre sus ventajas se mencionan: a) mayor longevidad y aireación del cultivo, b) mayor exposición del área foliar, c) facilidad para el control sanitario y d) facilidad de mecanización del cultivo y buen control de la cosecha.

10.5. Podas

10.5.1. Poda de formación

A medida que la planta va creciendo emite una serie de ramas laterales en cada nudo, que se constituyen en chupones, estas se eliminan hasta la altura del alambre, con esto se acelera el crecimiento y desarrollo de la planta (Reina *et al.*, 1997). Cuando la planta sobrepasa uno 0.20 m al alambre de la espaldera se hace un corte de la yema apical con lo que se estimula la brotación de las yemas laterales de esa zona, de estas se seleccionan dos que se convierten en guías secundarias (García, 2002). Para las espalderas en "T", el trabajo se vuelve más complicado porque se necesita distribuir las guías uniformemente a cada lado de la espaldera, por lo que el trabajo se incrementa (García, 2002).

10.5.2. Poda de renovación

Este tipo de poda consiste en hacer cortes de las guías fructíferas o terciarias a 0.30-0.40 m en su parte de inserción con las guías secundarias, se realiza cuando la producción comienza a disminuir o cuando hay demasiado follaje para evitar corre el riesgo de que se caiga la espaldera. Si el corte se hace a menos de 0.3 m la planta se tarda más tiempo en volver a producir, las podas sobre la guía principal retarda mucho más la producción y se corre el riesgo de perder la planta. Inmediatamente después de la poda se riega, si se está en la época seca, y se fertiliza con urea o sulfato para estimular la brotación de las yemas (García, 2002).

10.5.3. Podas de limpieza

Periódicamente se deben eliminar guías enfermas o dañadas a fin de destruir focos de infección, disminuir el peso de la planta, facilitar la aireación, mejorar la iluminación y facilitar la penetración de los pesticidas a todas las partes de la planta (García, 2002 y Anónimo, s/f). En el sur de la Florida se han encontrado algunas plantas de maracuyá amarillas de hasta 10 años de edad pero esto es la excepción. Una esperanza de vida más realista es de 3 a 5 años (Knight *et al.*, 2005).

10.6. Fertilización

Las plantas de maracuyá tienen un crecimiento continuo y vigoroso, la absorción de nutrientes se intensifica a partir de los 250 días de edad lo que corresponde a la etapa de pre fructificación. FRUPEX (Programa de Apoio à Produção de Frutas, Hortaliças, Flores e Plantas Ornamentais) de Brasil recomienda aplicar anualmente 160 g de nitrógeno por planta por año, 80 g de fósforo y 320 g de potasio (García, 2002)

Aunque en Costa Rica en forma general, se recomienda abonar con 75 g de la fórmula completa 10-30-10 por planta, durante el trasplante. Cuando la planta tiene dos y cuatro meses de trasplantada, aplicar entre 100 y 150 g planta por

planta de la fórmula 15-15-15. Al inicio de la floración aplicar de 200 a 250 g de fórmula 10-20-20 y repetirla cada dos meses mientras dure la producción de frutos (Anónimo, s/f).

10.7. Polinización

La polinización es esencial para obtener buena fructificación del maracuyá. Las flores del maracuyá púrpura normalmente producen frutos cuando se auto polinizan pero muchas maracuyá amarillas no fructifican a menos que las flores sean manualmente polinizadas con el polen de una enredadera diferente que sea genéticamente compatible. Por esto, dos plantas que se hayan producido de estacas tomadas de la misma enredadera no pueden polinizarse entre ellas (Knight *et al.*, 2005).

El insecto más efectivo para la polinización de la maracuyá es la abeja carpintera (Apidae, subfamilia *Anthophoridae*), una abeja solitaria grande que se asemeja a los abejorros. Las poblaciones nativas de esta abeja pueden asegurar una polinización adecuada en áreas donde el maracuyá silvestre fructifica naturalmente. En otros sitios, se debe utilizar otros medios. Puede estimularse el desarrollo de poblaciones de las abejas carpinteras colocando troncos huecos en los campos cerca de las enredaderas. Las abejas domésticas son menos efectivas debido a su pequeño tamaño y también porque prefieren coleccionar de otras flores en el momento en que el maracuyá está florecida. Bajo ciertas condiciones, pueden tener mayor éxito con las flores de maracuyá púrpura que son relativamente más pequeñas y auto compatibles (Knight *et al.*, 2005).

El maracuyá amarillo es auto estéril, por lo que depende de la polinización cruzada para la polinización, el aporte del viento es mínimo, debido a que los granos de polen son grandes y pesados; la polinización es realizada en un mayor porcentaje por insectos, específicamente por los abejorros (*Xilocopa* sp), quienes presentan la mayor eficiencia, debido a su gran tamaño (García, 2002).

10.7.1. Polinización artificial (manual)

Se realiza cuando no existe una buena polinización natural por los insectos y se recomienda hacerlo al encontrar que menos del 40% de las flores llegan a cuajar, según el muestreo efectuado. En algunos países, esta es una actividad normal, debido a la poca presencia de abejorros. En Brasil, de 2 a 3 personas pueden polinizar 1 hectárea en una tarde (jornada de 5 horas). La polinización manual se realiza pasando tres dedos sobre las anteras de varias flores y se lleva a las flores de otras plantas, haciendo un movimiento circulatorio de los dedos sobre el estigma de la flor receptora (García, 2002).

10.8. Plagas que causan daños al cultivo de maracuyá

Dentro de las plagas que atacan al cultivo de maracuyá, de mayor importancia económica en Colombia se mencionan las siguientes: (Vásquez y Arango 1986).

Crisomélidos *Diabrotica Sp.* cucarroncito que ataca las plantas jóvenes.

Gusano cosechero *Agraulis Sp.* comen y esquematizan brotes en hojas.

Mosca del mesocarpio *Dasiops Sp.* ocasiona la caída de los botones florales.

Araña roja *Tetranychus Sp.* causan amarillamiento y defoliación de las hojas.

Chinche patón *Leptoglossus Sp.* afecta el pedúnculo de los frutos, el fruto se cae pequeño.

Mosca de la fruta *Anastrepha Sp.* ocasiona la caída de los frutos.

En Costa Rica las principales plagas son las siguientes:

Gusanos del follaje *Dione vanillae* L. (Lepidoptera: Nymphalidae)

La fase adulta es una mariposa de color rojo ladrillo con manchitas negras. La larva es de color oscuro y cabeza negra, cubierta de cerdas negras ramificadas, estado en el que el insecto causa daños. Las larvas viven en grupos, devoran el follaje, dejando únicamente las nervaduras. Debido a que este insecto es gregario en su estado larval, recolectar a mano gran cantidad de larvas y

crisálidas es relativamente fácil, lo cual podría disminuir notablemente la población. El combate químico debe emplearse únicamente en caso estrictamente necesario, por cuanto la polinización de este cultivo depende de insectos, como las abejas trigonas.

Los insecticidas deben aplicarse cuando las larvas están pequeñas, las cuales son más fáciles de matar. Los insecticidas que se mencionan a continuación tienen poco ó ningún efecto contra insectos benéficos: *Bacillus thuringiensis* (Dipel PM, 16.000 ui; 200 g/200 l, Bactospeine PL, 8.500 ui; 360 ml/200 l, Thuricide PM, 16.000 ui; 200 g/200 l), endosulfán (Thiodán 35 E, 500 ml/200 l) o triclofon (Dipterex 95 PS, 250 g/200 l). Antes de la floración, se pueden utilizar productos no biológicos. Durante la floración y después, únicamente utilizar los biológicos recomendados.

Abeja conga o arragre *Trigona* spp. (Himenoptera: Apidae).

Son abejas negras o café, peludas y sin aguijón, de 5 a 8 mm de longitud. Cortan o muerden el follaje y las flores produciendo muchas veces su caída por daño directo o por ataque de hongos sobre las heridas causadas. Contra esta plaga se recomienda la destrucción de los panales ubicados en las cercanías del cultivo pero sólo cuando el ataque es muy fuerte y la plantación está en los estados iniciales de crecimiento, ya que este insecto es un excelente agente polinizador. El uso de cultivos trampa como el gandul, atrae a la abeja, lo cual disminuye el ataque.

***Silba pendula* (Diptera: Lonchaeidae).**

La mosca adulta es de color azul oscuro y mide 5 mm de longitud. La fase larval destroza los frutos cuando están pequeños. Como medidas de combate, se recomienda recolectar todas las frutas infestadas en la planta o en el suelo y enterrarlas profundo, liberar la avispa parasita *Biosteres longicaudatus*. No se recomienda el uso de insecticidas.

Arañitas rojas *Tetranychus* spp. (Acarina: Tetranychidae).

Raspan las hojas y chupan la savia; la hoja se torna clorótica, se seca y se cae posteriormente. Sólo cuando el ataque es severo se aplican acaricidas.

Según García, (2002) menciona que las plagas que más daño causan al cultivo del maracuyá son:

Gusano defoliador o gusano negro del maracuyá (*Dione juno juno*).

Este insecto en su estadio larval se alimenta de las hojas causando defoliación, incluso ataca los botones florales y debido a su hábito gregario representa un gran riesgo para el cultivo. La etapa larvaria dura de 19 a 27 días y el ciclo completo dura alrededor de 42 días, transcurrido este tiempo se inicia un nuevo ciclo. El control se puede hacer aplicando los siguientes productos: *Bacillus thuringiensis* 25%: solución al 0.1% Malathion 57%: 2 cc / litro de agua.

Chinche patas de hoja (*Leptoglossus zonatus*).

Este insecto ataca tanto en estado de ninfa como en la fase adulta, daña frutos y botones florales, estos se marchitan y caen prematuramente y presentan pequeños puntos negros que es donde el insecto introdujo el estilete para succionar savia. El control se puede realizar aplicando los siguientes productos:
Malathion 57%: 2 cc / litro de agua
Endosulfan 35%: 1.5-2.0 cc / litro de agua.

Pulgones (*Myzus persicae*, *Aphis gossypi*).

Son insectos de apariencia delicada, midiendo de 1.3-2.0 mm. La forma sin alas de Myzus, es de color verde claro y la alada es verde, con la cabeza, tórax y antenas negras. Aphis presenta una coloración variable de amarillo a verde oscuro. Causan deformaciones foliares al succionar savia, pero su principal importancia es que actúan como vectores de virosis como el virus del endurecimiento de los frutos. El control se realiza con productos sistémicos como Imidacloprid, Dimetoato o Bifentrin.

Ácaro rojo (*Tetranychus sp.*)

Este ácaro se desarrolla en colonias, en el envés de las hojas en donde dejan una tela. El ataque inicialmente provoca manchas oscuras y a medida que avanza el daño se torna bronceada, se secan y caen. Las poblaciones de esta plaga son favorecidas por las altas temperaturas y la ausencia de lluvia. El control se puede realizar con los siguientes productos: Abamectina: 2 cc / litro de agua
Azufre: 5 cc / litro de agua Dimetoato : 1.5 cc / litro de agua

Ácaro blanco (*Polyphagotarsonemus sp.*)

En otros países se conoce como ácaro tropical, y ataca a muchos cultivos. La hembra mide alrededor de 0.2 mm y es de color blanco a amarillo brillante, el macho es de menor tamaño. Los huevos son colocados por las hembras en el envés de las hojas, de forma aislada. Cuando ataca los brotes causa deformaciones de las hojas y nervaduras, volviéndolas retorcidas. Las hojas no se desarrollan completamente, ocurriendo posteriormente un bronceado generalizado, principalmente en el envés, pudiendo provocar la caída de las mismas.

El ataque a los brotes provoca una reducción en el número de flores con la consecuente caída de la producción. Las altas temperaturas y la estación seca favorecen su desarrollo por lo que es más común su ataque en esta época, además el agua actúa como un control natural. El control se realiza con los mismos productos que para ácaro rojo.

10.9. Enfermedades que causan daños al cultivo del maracuyá

Dentro de las enfermedades que atacan al cultivo de maracuyá, de mayor importancia económica en Colombia se mencionan las siguientes: (Reina *et al.*, 1997).

Marchitamiento o pudrición seca del cuello de la raíz (*Fusarium oxysporum* *F. passiflorae*).

Decoloración rojiza de la raíz, amarillamiento de las hojas nuevas y marchitamiento general de la planta.

Mancha parda (*Alternaria passiflorae*).

Daños en el follaje y frutos, en las hojas se presentan manchas de color pardo rojizo y a veces márgenes acuosas.

Roña o costra (*Cladosporium herbarum*).

Presencia de lesiones ulcerosas de color pardo en frutos de diferente tamaño.

Aunque, Anónimo (s/f) menciona que en Costa Rica las enfermedades de importancia económica son las siguientes:

Antracnosis (*Colletotrichum gloesporioides*).

Esta enfermedad ataca todos los órganos de la planta. Los síntomas se presentan en las hojas como pequeñas manchas claras, circulares, rodeadas de un halo clorótico. Las ramas muestran manchas elongadas y descoloridas que se transforman en chancros, que causan el secamiento y muerte. En los frutos las lesiones son manchas grasosas que posteriormente se tornan pardas y la cáscara adquiere textura quebradiza. El combate más utilizado es el químico con: captan (200-450 g pc/100 l), benomil (1 g pc/l) o cualquiera de los fungicidas del grupo maneb, a razón de 225 g/100 l).

Marchitamiento o pudrición seca de la raíz (*Fusarium oxysporium*).

Ataca el sistema radical y ocasiona marchitamiento y muerte de la planta en cualquier estado de desarrollo. El combate más utilizado es la eliminación de la planta enferma y la adición de una solución de cal al 2%, en el hoyo, además,

favorece la no aparición de la enfermedad el drenado del terreno, mantener la plantación libre de malas hierbas y la rotación de cultivos.

Pudrición del cuello (*Phytophthora cinnamomi*).

Ocasiona el estrangulamiento del tallo y la clorosis de las hojas, hasta que la planta muere. Para el combate de esta enfermedad, se recomienda el mismo tratamiento que se utiliza para fusarium. También la aplicación de Aliette o Ridomil (4 g pc/l) aplicado en la base de la planta.

Mal del talluelo (*Pythium* spp. y *Rhizoctonia solani*).

Causa necrosis a nivel de la base de la planta y la pudrición de la raíz. Para prevenir el ataque de esta enfermedad, se debe evitar lesionar las plantas cuando se fertiliza, además no se debe plantar en suelos muy húmedos. La aplicación de fumigantes como bromuro de metilo o Basamid a nivel de semillero, son utilizados para prevenir el ataque. También pueden aplicarse fungicidas como benomil dirigidos principalmente a la base de las plantas.

Xantomonas *Xanthomonas campestris* pv. *Pasiflorae*

Produce lesiones de tipo irregular, acuosas de coloración verde oliva. El combate debe incluir la producción de almácigos sanos y la aplicación de hidróxidos de cobre.

Virosis.

Existen por lo menos cuatro virus que pueden ocasionar daño. Entre ellos el virus del mosaico del pepino (CMY) y el virus del mosaico del maracuyá (PTMY). El más estudiado ha sido el virus del endurecimiento del maracuyá el cual es transmitido por áfidos. Los virus causan clorosis y deformidad de las hojas, lesiones punteadas en los frutos, disminución de la producción y corrugamiento del fruto. Las enfermedades virales se previenen sembrando semilla proveniente de plantas sanas, sin el menor síntoma (Anónimo, (s/f)).

10.10. Cosecha

La mejor producción que se puede esperar en Florida, hasta que cultivares más productivos sean desarrollados, es de aproximadamente 3.5 a 7 kg de frutos por planta en el maracuyá amarillo. Con este nivel de producción y una distancia de siembra de 3 x 4.5 m, se podría esperar con optimismo una producción de 2.5 a 5 toneladas de frutos del maracuyá amarillo (Knight *et al.*, 2005).

Los frutos alcanzan su madurez entre los 50-60 días después de la antesis (7-8 meses después de la siembra), en este punto alcanza su máximo peso (130 g), rendimiento de jugo (36%) y contenido de sólidos solubles (13-18° Brix), este momento se identifica externamente por tomar una coloración verde amarillenta, 20 días después de alcanzar este punto el fruto cae y comienza la senescencia disminuyendo su peso, acidez y azúcares totales (García, 2002).

La cosecha consiste en coleccionar de la planta los frutos amarillos cuando se destinan para el mercado fresco y para la industria se destinan los que se recolectan del suelo. Los frutos para mercado fresco se cortan con el pecíolo de una longitud de 1 a 2 cm, para evitar la deshidratación del fruto y la posible entrada de hongos en la postcosecha (García, 2002).

XI. VARIEDADES DE MARACUYÁ

Existen dos especies de maracuyá que se cultivan a nivel comercial en los principales países productores: *Passiflora edulis* var. Flavicarpa, con frutos de cáscara amarillas; que se desarrolla muy bien hasta los 1000 msnm, y la *Passiflora edulis* var. Purpúrea, con frutos de color púrpura que se comporta mejor por encima de los 1000 msnm.

De la primera se conoce la variedad Hawaiana que posee las mejores características de tamaño, sabor y rendimiento: tiene cáscara más delgada y, por tanto, mayor capacidad de pulpa. Otras variedades importantes son la brasilera y la venezolana que poseen más ácido cítrico (IICA, 1991).

En los últimos años se ha generalizado en Brasil la producción de una variedad de maracuyá denominada "maracuyá doce" o "granadilla perfumada" (*Passiflora alata*). El maracuyá dulce, en forma silvestre se encuentra ampliamente distribuido desde el sur del Brasil hasta el Ecuador y Perú. En Brasil ya se está produciendo en forma comercial.

Algunas características de esta variedad son el color anaranjado oscuro de sus frutas con un mesocarpio grueso, el tamaño de los frutos oscila entre 6 y 16 cm de longitud y entre 90 y 300 g de peso, su forma puede ser globular, ovoide o piriforme. La pulpa (el 16 a 26% de la fruta) tiene sabor suave y ligeramente ácido, con un total de sólidos solubles que varía entre los 15 y 25° Brix.

La "*Passiflora Alata*" es una planta de mayor producción que la *Passiflora edulis* For Favicarpa (maracuyá amarilla). Algunas de sus especies son resistentes a fusariosis. Una sola planta puede llegar a producir durante 10 años, pero la producción requiere una mano de obra más intensiva en materia de poda y mantenimiento.

XII. PRODUCTOS AGROINDUSTRIALES DEL MARACUYÁ

El jugo de maracuyá es una buena fuente de ácido ascórbico (vitamina C) y carotenoides (vitamina A), tiene un sabor rico y fuerte pero agradablemente aromático. El jugo sin diluir es altamente concentrado pero es un aditivo excelente para otros jugos o puede beberse si se le añade agua y azúcar. El fruto de maracuyá púrpura es más dulce y menos ácido que el amarillo, puede comerse con semillas (Knight *et al.*, 2005). En el Cuadro 5 se mencionan los usos agroindustriales del fruto de maracuyá.

Cuadro 5. Uso agroindustrial del fruto de maracuyá.

Productos	Autor
Fruta fresca, Jugo, jaleas, pasteles y glaseados de tortas. Las semillas con sus sacos de jugos se utilizan en las ensaladas de frutas en Australia.	Knight <i>et al.</i> , (2005)
Fruta fresca, Jugo, refrescos, cremas alimenticias, dulces cristalizados, sorbetes, licores, confites, néctares, jaleas y concentrados.	García, (2002)
Fruta fresca o en jugo y se utiliza para preparar gaseosas, néctares, yogurts, mermeladas, licores, helados, budines, enlatados, en pastelería, confitería y para mezclas en jugos con otros tipos de frutas como cítricos, guayaba y pina.	(Reina, 1997)
Fruta fresca, néctar, jalea, mermelada, jugo y concentrado.	(CCI, 2003)

XIII. SUBPRODUCTOS DEL MARACUYÁ

En el caso de los subproductos como son la cascara y las semillas; la primera, es usada como alimento de ganado después de haber sido secada y ensilada mostrando características de digestibilidad parecida a la de los cítricos, también se utiliza como ingrediente básico para la preparación de abono orgánico; además por tener un alto grado de pectinas es empleada para la fabricación de ates y gelatinas (García, 2002).

En el caso de las semillas, éstas contienen un 20-25% de aceite, que según el Instituto de Tecnología y Alimentos de Brasil se puede usar en la fabricación de aceites, tintas y barnices. Este aceite puede ser refinado para otros fines como el alimenticio, ya que su calidad se asemeja al de la semilla de algodón en cuanto a valor alimenticio y a la digestibilidad; además contiene un 10% de proteína. Otro subproducto que se extrae es la maracuyina, un tranquilizante muy apreciado en Brasil (García, 2002).

XIV. MERCADO DEL MARACUYÁ

La historia del comercio internacional de maracuyá es reciente, a pesar de que el jugo (néctar con agua y azúcar) había sido conocido durante mucho tiempo en Australia, África, Hawái y Sudamérica.

Los países que compran maracuyá como fruta fresca.

- | | | |
|---|---|--|
|  Reino Unido |  Francia |  Alemania |
|  Holanda |  Bélgica |  Italia |
|  Austria |  Dinamarca |  Suiza |
|  Kuwait | | |

Los países que compran maracuyá transformado en jugos.

- | | | |
|--|---|--|
|  Alemania |  Holanda |  Canadá |
|  Estados Unidos |  Japón |  Italia |
|  Portugal |  Argentina |  |

Canales de Comercialización del Maracuyá en México

Existen tres canales principales de comercialización del maracuyá en México:

- Mercado para el consumo en fresco;
- Mercado de la fruta fresca para la industria transformadora;
- Mercado de productos transformados.

a) Mercado para el Consumo en Fresco

Un máximo de 10% de la producción se vende para su consumo en fresco. Existen dos formas de comercializar:

Comercialización directa.

-  Un miembro de la familia (productores de tipo de traspatio) vende la fruta en los mercados locales o al lado de la carretera.

- ✚ Los viveristas de Veracruz y Michoacán venden la poca fruta que tienen en su puesto de venta. El vivero de Yautepec, Mor. vende directamente en su bodega de la Central de Abastos.
- ✚ Algunos supermercados están comprando fruta fresca en pequeñas cantidades, entre ellos la cadena *Chedraui* del estado de Veracruz y *Superama* en la ciudad de México.
- ✚ En cantidades reducidas se está exportando desde Teziutlán, Pue. a Japón.

Comercialización indirecta.

La fruta es vendida a un comerciante o a otro productor, los que por su parte llegan al consumidor final.

b) Mercado de la fruta fresca para la industria transformadora

Aproximadamente el 50% de la producción nacional de fruta fresca pasa por este canal de comercialización. Estas industrias obtienen la fruta, también, a través del canal directo o indirecto de comercialización.

A la industria transformadora del maracuyá pertenecen:

- ✚ Industrias productoras de materias primas (para mermelada, puré o jugo, por ejemplo) como NORELBA de Jalapa, Ver. y ELAN-Alimentos del D.F., que abastecen empresas del tipo de pastelerías, neverías y otras. Las industrias mencionadas venden también el jugo de maracuyá en pequeñas cantidades para su consumo directo, por ejemplo, a la Volkswagen y a BANCOMER y además para su posterior transformación, a otras agroindustrias (SIASPORT, Zamora, Mich.; Santa Clara, Pachuca, Hgo.; Helados Siberia, D.F. y otras neverías).
- ✚ Industrias de productos finales como, las vinaterías de Coatepec, Ver. y la Agroindustria CARLA de Villahermosa, Tab.

c) El mercado de productos transformados.

Las personas que se dedican a la transformación del maracuyá generalmente son productores a nivel comercial, productores-comerciantes y comerciantes. Ante la dificultad de comercializar la fruta fresca en forma satisfactoria, casi todos los productores han incursionado en su transformación artesanal y comercialización a nivel regional y en las grandes ciudades del país. Existen tres agroindustrias constituidas: Agroindustrias “CARLA” en Villahermosa, Tab., “Productos de Frutas Naturales Tierra Linda” y “Pérez y Hernández” en Teziutlán, Pue. El resto de los productos elaborados proviene de una producción casera. Las recetas para la elaboración de los productos de maracuyá son inventos de las familias, que por lo general experimentan en sus cocinas hasta que llegan a un producto que consideran de buena calidad y apropiado para su comercialización.

Este canal de comercialización comprende dos vías:

- ✚ Jugos y pulpas en forma congelada o con conservadores que son vendidos a pastelerías, neverías y restaurantes a nivel regional (neverías *Topolino* en Puebla) o en las grandes ciudades (VIP’s en Puebla, La Michoacana en muchas ciudades, Helados Siberia en el D.F.). Los restaurantes que compran son en su mayoría de tipo italiano o brasileño.

- ✚ Mermeladas, gelatinas, concentrado (jugo de fruta, agua y azúcar) vinos y licores que se venden a nivel regional en restaurantes y tiendas. El principal corredor para estos productos se ubica entre Teziutlán, Pue. y la costa de Veracruz; otro, en los centros turísticos de Tabasco y Quintana Roo.

Los precios en los distintos Puntos de Comercialización.

Desde que en 1990 la fruta de maracuyá aparece en los diferentes mercados nacionales, su precio no ha variado, a pesar de la inflación acumulada durante los últimos cinco años y de la devaluación en diciembre de 1994. El precio de venta en los lugares de origen inicia todos los años, por lo general, con

\$1.00/kg para después subir a \$1.50 en diciembre. Los precios pagados al productor coinciden en las diferentes zonas de Puebla y Veracruz, debido a que algunos compradores, sean comerciantes de la Central de Abastos del D.F. o productores de Teziutlán, se abastecen cuando tienen pedidos grandes de todas las regiones productoras. Además, ante lo reducido del mercado, los diferentes productores tienen que vender a los mismos compradores que fijan el precio.

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 del maracuyá 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 2 se esquematiza de manera sucinta la metodología de la zonificación agroecológica (FAO, 1981) utilizada en el cultivo del maracuyá.

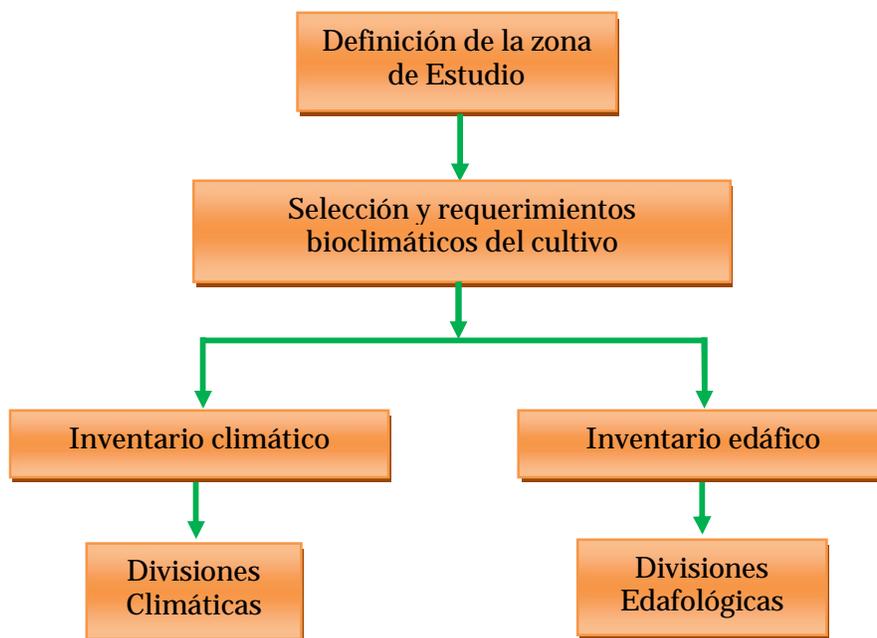


Figura 2. Metodología simplificada de la zonificación agroecológica para el cultivo de maracuyá.

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 MARACUYÁ

Las variables principales que se consideraron para determinar las zonas con alto potencial productivo en el cultivo de maracuyá 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 6). 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 6. Variables seleccionadas para definir áreas potenciales para el cultivo de maracuyá 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 maracuyá.

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.

16.2. 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 del maracuyá.

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 6. 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 maracuyá

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 la Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación y Organización de la 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 maracuyá, las cuales se denomina áreas con alto potencial productivo.

XVII. ESTIMACIÓN DEL RENDIMIENTO POTENCIAL PARA EL CULTIVO DE MARACUYÁ

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 maracuyá 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 ($\text{IAF} \geq 5$)

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 utilizada fue de 5.

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

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

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

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

C₃₀ = 0.0108 para cultivos como el maracuyá 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 del maracuyá. El valor de Hi del cultivo de maracuyá utilizado fue de 0.42, el cual fue calculado a partir de los datos de Haag *et al.*, (1973), Staveley y Wolstenholme (1990) y Aular y Rojas, (1994).

XVIII. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

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

Desde el punto de vista climático (temperatura y precipitación) el estado de Tabasco tiene 1,829,036 hectáreas con alto potencial productivo para cultivar maracuyá (Anexo 3). El resto de la superficie del estado no es apta para cultivar esta fruta, ya que presentan un periodo de crecimiento menor al requerido por este cultivo que es de 280 días.

En cuanto, a los requerimientos de suelo para el cultivo del maracuyá, el estado de Tabasco cuenta con 10 subunidades de suelo aptas para este cultivo, que en conjunto suman una superficie de 845,951 hectáreas, las cuales se mencionan a continuación: Fluvisol Éútrico (FLeu), Fluvisol Éútrico, Vertisol Crómico (FLeu, VRcr), Fluvisol Eútri-Gléyico (FLeugl), Cambisol Éútri-Calcárico (CMeuca), Cambisol Éútrico (CMeu), Vertisol Crómico, Fluvisol Éútrico (VRcr, FLeu), Leptosol Réndzico, Leptosol Lítico (LPrz, LPli), 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 6, que exige como mínimo el cultivo del maracuyá, para alcanzar rendimientos aceptables de fruta 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.

El análisis edafoclimático (clima y suelo) muestra que el estado de Tabasco, cuenta con una superficie potencial de 586,845 hectáreas para cultivar maracuyá, que se distribuyen en dieciséis municipios del estado de Tabasco (Figura 3), de las cuales el 56.4% de ellas se concentran en tres municipios que se jerarquizan a

continuación: Tenosique (128,961 ha), Balancán (124,617 ha) y Cárdenas (77,443 ha). En la Figura 4 se ilustran las zonas de color verde con alto potencial productivo para producir maracuyá en el estado de Tabasco.

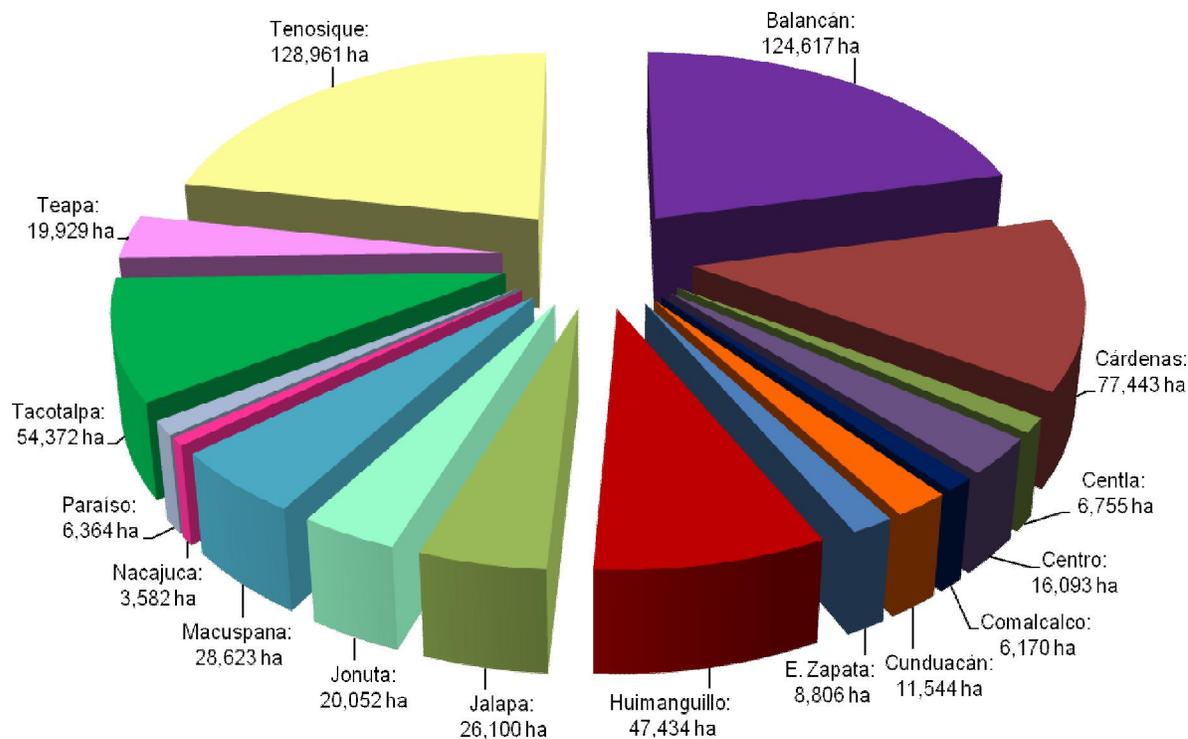


Figura 3. Superficie por municipio con alto potencial para cultivar maracuyá en el estado de Tabasco.



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

El rendimiento potencial para el cultivo del maracuyá en el estado de Tabasco es de 22.4 t ha^{-1} estimados para plantaciones con 15 mese de edad, con distancias de siembra de 3×4.5 metros. Éstos rendimientos son muy superiores al promedio nacional de 9.40 t ha^{-1} en la modalidad de temporal, siendo el estado de Nayarit la entidad federativa con los rendimientos más cercanos a los estimados para Tabasco con 11.33 t ha^{-1} (SIAP-SAGARPA, 2009).

A nivel internacional los rendimientos estimados en Tabasco, son superiores al rendimiento promedio nacional de Brasil de 14 t ha^{-1} . Aunque en el mismo país existen zonas productora que alcanzan las 45 t ha^{-1} . Asimismo, los rendimientos estimados para Tabasco son ligeramente superiores a los obtenidos en Colombia quien reporta rendimiento promedios de 20 t ha^{-1} . Sin embargo, se reportan rendimientos potenciales para el mencionado país de 30 t ha^{-1} (Gómez *et al.*, 1995 y Schwentesius *et al.*, 1991).

La radiación global en el estado de Tabasco, presenta una variación muy pequeña, ya que las tierras continentales del estado de Tabasco 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 1,829,036 hectáreas para cultivar maracuyá.
- ✚ El potencial edafológico del estado de Tabasco, para el cultivo del maracuyá es de 837,858 hectáreas.
- ✚ La superficie con alto potencial edafoclimático (clima y suelo) para cultivar maracuyá en el estado de Tabasco es de 586,852 hectáreas.
- ✚ El principal factor ambiental que más limita el potencial productivo para el cultivo del maracuyá en el estado de Tabasco es el factor suelo.
- ✚ Los rendimientos potenciales esperados para el cultivo de maracuyá en el estado de Tabasco son de 22.4 t ha⁻¹.
- ✚ El 56.4% de la superficie con alto potencial edafoclimático se concentran en tres municipios: Tenosique (128,961 ha), Balancán (124,617 ha) y Cárdenas (77,443 ha).
- ✚ El período de siembra para este cultivo va del 25 de mayo al 15 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.
- Anónimo. S/F. Maracuyá *Passiflora edulis* *Passifloraceae*. Disponible en: http://www.mag.go.cr/biblioteca_virtual_ciencia/tec_maracuya.pdf.
- Becerra, D. 2005. Efecto del origen del material vegetal y la edad sobre la capacidad morfológica de dos especies de pasifloráceas cultivadas *in vitro*. Pontificia Universidad Javeriana. Facultad de Ciencias. 177 p.
- Castro, L. E. 2001. Guía Básica para el Establecimiento y Mantenimiento del Cultivo de la Granadilla (*Passiflora ligularis*). Bogotá. ASOHOFRUCOL. Fondo Nacional de Fomento Hortifrutícola. 75 p.
- CCI, (Cooperación Colombiana Internacional). 2003. Inteligencia de mercado maracuyá. Perfil del producto No. 19. Bogotá, Colombia. SIM Sistema de Inteligencia de Mercados. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Disponible en: http://www.agronet.gov.co/www/docs_agronet/2005113142731_perfil_producto_Maracuya.pdf.
- CNA, (Comisión Nacional de Agua). 2005. Productos Climatológicos. Servicio Meteorológico Nacional. Disponible en: <http://smn.cna.gob.mx>.
- 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, Africa. 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.
- 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.
- Garcés, O.J y Saldarriaga, G. R. S/F. El Cultivo de la Granadilla. Cooperativa de Productores de Urrao, Gráficas Ltda. 32 p.
- García, E. 2004. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen. Instituto de Geografía. UNAM. Serie Libros, Num. 6. México D.F. 90 p.
- García, T. M. A. 2002. Cultivo del Maracuyá Amarillo. Guía Técnica. CENTA: Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal. Km. 33 1/2, carretera a Santa Ana, Ciudad Arce, La Libertad, El Salvador. 30 p.
- Gutiérrez, M. C.; Pulido, R. A. E. 1989. Caracterización física y fisiológica para maracuyá y papayuela a dos condiciones de almacenamiento. Tesis. (Ingeniería Agrícola). Universidad Nacional. Facultad de Ingeniería. Programa de Ingeniería Agrícola. Bogotá. Colombia. 75 p.

- Gómez, H. T.; Schwentesius, R. R. y Gómez, T. L. 1995. La Producción y el Mercado Mundial del Maracuyá. Apoyos y Servicios a la Comercialización Agropecuaria (ASERCA). Centro de Investigaciones Económicas, Sociales y Tecnológicas de la Agroindustria y la Agricultura Mundial (CIESTAAM). México. 196 p.
- Haag, H. P.; Oliveveira, G. D.; Borduchi, A. S y Asarruge, J. R. 1973. Absorcao de nutrientes por dous variedades de maracuja. An . Es. Sup. Agr. "Luis de Queiroz", Universidad de Sao Paulo (Piracicaba). 30: 267-279.
- IICA. 1991. *Passion fruit, Avocado, Citrus*. First Regional Workshop on Tropical Fruit Crops. Ministry of Agriculture Commonwealth of Dominica-ADCUS-CARDI. Roseau, Dominica. 122 p.
- IMTA, (Instituto Mexicano de Tecnología del Agua). 2003. ERIC III. Extractor Rápido de Información Climatológica v.1.0. 2007.
- Knight, R. J. Jr.; Sauls, J. W.; Balerdi, C. F y Crane, J. H. 2005. La Maracuyá o Parchita en la Florida. Departamento de Ciencias Hortícolas, Florida Cooperative Extension Service, Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida. 7 p. Disponible en: <http://hammock.ifas.ufl.edu>.
- Lozano, T. D. M.; Rozo, W. L. S.; Ruiz, Q. N.; Quiroga, F. L y Sandoval, L. L. A. 2008. Manual del Manejo Preventivo de la Secadera (*Fusarium* sp) en el Cultivo de la Maracuyá. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, CORPOICA, C.I. Nataima. Bogotá, DC, Colombia. 74 p.

- 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.
- Pantástico, E.R B. 1979. Fisiología de la Postrecolección, Manejo y Utilización de Frutas y Hortalizas Tropicales y Subtropicales. México: Continental. 41 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.
- Reina, G. C.M.; Dussan, P. S y Sánchez, S. R. 1997. Manejo Postcosecha y Evaluación de la Calidad de Maracuyá (*Pasiflora edulis*) que se Comercializan en la Ciudad de Neiva. Facultad Ingeniería Agrícola. Universidad Surcolombiana Cultura e Ingeniería. Neiva Colombia. 135 p.
- Schwentenius, R. R y Gómez, Cruz. M. A. 1991. El maracuyá la Fruta de la Pasión. Universidad Autónoma Chapingo. México. 88 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: <http://www.siap.sagarpa.gob.mx>.

- Staveley, G. W y Wolstenholme, B. N. 1990. Effects of water stress on growth and flowering of *passiflora edulis* (Sims) grafield to *P. caerulea* L. *Acta Horticulturae*, (275) 551-558.
- 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.
- Vásquez, S. J y Arango, C. C. 1986. El cultivo del maracuyá (*Passiflora edulis* var. *Flavicarpa* Degener. pp. 3-31. En: *Frutas Tropicales*. Bogotá: Federación Nacional de Cafeteros de Colombia. 31 p.

XXI. ANEXOS

ANEXOS

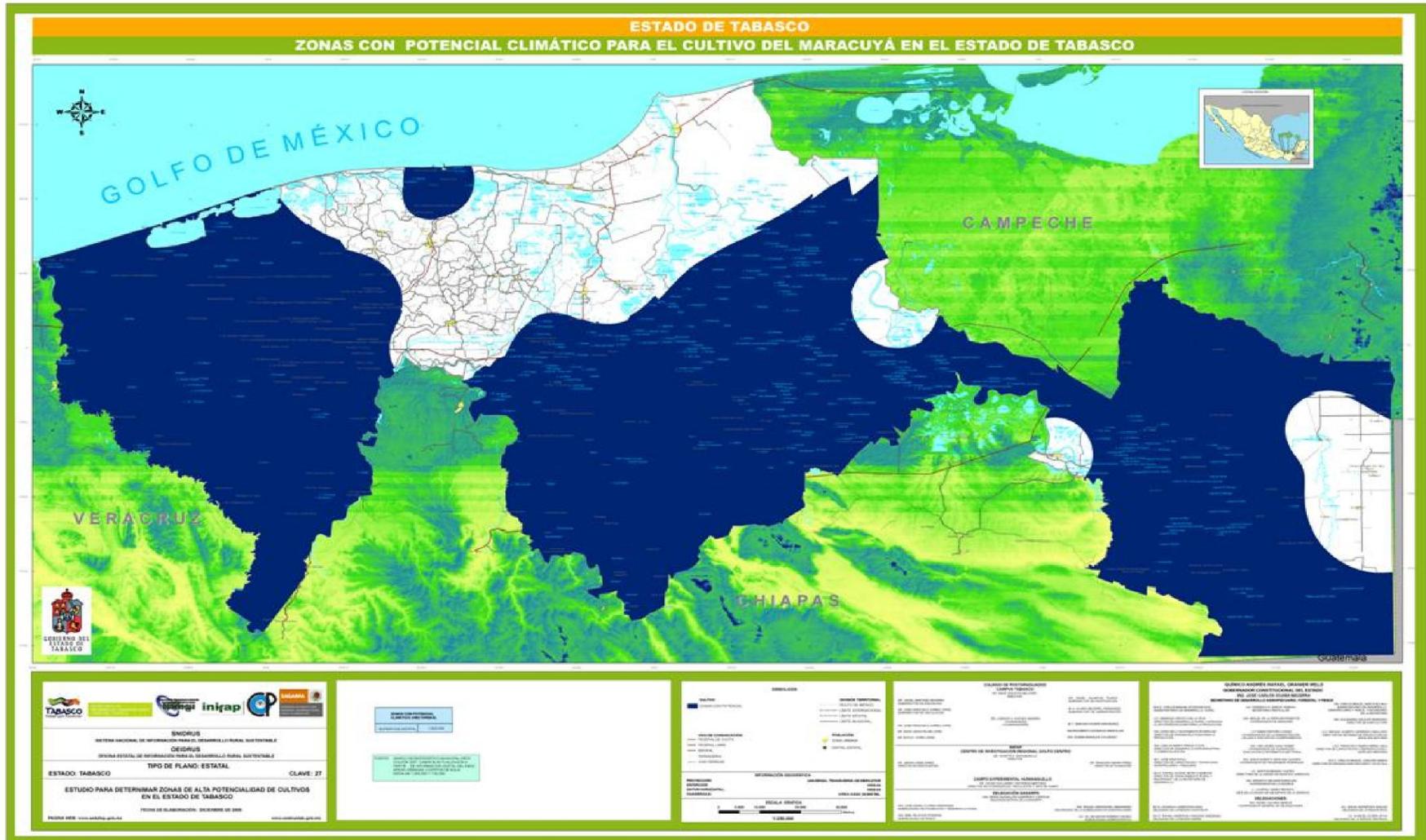
Anexo 1. Ubicación geográfica de las estaciones meteorológicas en el estado de Tabasco.

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 maracuyá (FAO, 1994).

	Óptima		Absoluta		Suelo	Óptima	Absoluta
	Mínima	Máxima	Mínima	Máxima			
Requerimientos de temperatura	20	30	18	34	Profundidad	Media (50 a 150 cm)	Somero (20 a 50 cm)
Lluvia anual	900	2000	600	2500	Textura	Media, orgánica	Pesada, mediana, ligera y orgánica
Latitud	5	-	30	45	Fertilidad	Alta	Moderada
Altitud	-	-	-	1300	Toxicidad al aluminio	-	-
pH del suelo	6.0	8.0	5.5	8.5	Salinidad	Baja (<4 dS/m)	Baja (<4 dS/m)
Intensidad de la luz	Cielo nublado	Cielo despejado	Cielo nublado	Muy brillante	Drenaje	Buen drenaje	Buen drenaje

Anexo 3. Zonas con alto potencial climático para cultivar maracuyá en el estado de Tabasco.



Anexo 6. Análisis químico de las subunidades de suelo.

SUBUNIDAD: Vertisol Éútrico (VReu)

Horizonte	TEXTURA			pH H ₂ O	MO %	CIC	cmol (+) kg ⁻¹				P Asim. mg kg ⁻¹	CC %	PMP %	Dap Mg m ⁻³
	A%	L%	R%				Ca	Mg	Na	K				
A1	36.0	12.0	52.0	7.5	1.21	34.0	17.75	16.45	0.72	0.28	0.70	32.0	-	1.46
A2	16.0	30.0	54.0	7.2	0.13	28.7	16.5	11.31	0.74	0.33	0.77	36.0	-	1.53
Cg1	30.0	34.0	46.0	7.5	0.55	26.3	13.12	10.74	0.70	0.45	1.08	32.40	-	1.64
Cg2	35.6	22.3	42.1	7.0	2.42	24.5	13.12	10.74	0.59	0.58	8.57	28.50	-	1.60

SUBUNIDAD: Fluvisol Éútrico (FLeu)

Horizonte	TEXTURA			pH H ₂ O	M.O. %	CIC	cmol (+) kg ⁻¹				P. asim mg kg ⁻¹	C.C. %	P.M.P. %	D.A. Mg m ⁻³
	A%	L%	R%				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: Fluvisol Éútri-Gléyico (FLeugl)

Horizonte	TEXTURA			pH H ₂ O	M.O. %	C.I.C.	cmol (+) kg ⁻¹				P. asim mg k ⁻¹	C.C. %	P.M.P. %	D.A. Mg m ⁻³
	A%	L%	R%				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	-
2lCg	89.8	0.0	10.2	7.1	.20	8.6	4.4	3.6	.26	.06	9.79	4.06	4.06	-

SUBUNIDAD: Cambisoles Éutricos (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: 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