



UNIVERSIDAD DE QUINTANA ROO

DIVISIÓN DE DESARROLLO SUSTENTABLE

Caracterización preliminar con enfoque
agronómico de *Spondias dulcis* (Sapindales,
Anacardiaceae)

TESIS

Para obtener el grado de

LICENCIADA EN MANEJO DE RECURSOS NATURALES

PRESENTA

María Elena Castillo Verduzco

DIRECTOR DE TESIS

Dra. Roberta Castillo Martínez

ASESORES

Mtro. Héctor Cáliz de Dios

Mtro. Jaime Dionisio Cuevas Domínguez

Chetumal Quintana Roo, México, agosto de 2023





UNIVERSIDAD DE QUINTANA ROO

DIVISIÓN DE DESARROLLO SUSTENTABLE

Tesis elaborada bajo la supervisión del Comité de Tesis del programa de licenciatura y aprobada como requisito para obtener el grado de:

LICENCIADA EN MANEJO DE RECURSOS NATURALES



COMITÉ DE TESIS

Director: Dra. Roberta Castillo Martínez

Asesor: Mtro. Héctor Cálix de Dios

Asesor: Mtro. Jaime Dionisio Cuevas Domínguez

Asesor: Mtro. Juan Antonio Rodríguez Garza

Asesor: Dr. Carlos Alberto Niño Torres



Chetumal Quintana Roo, México, agosto de 2023

Contenido

| | |
|---|----|
| Agradecimiento..... | 1 |
| RESUMEN..... | 2 |
| INTRODUCCIÓN..... | 4 |
| REVISIÓN DE LITERATURA Y OTRAS FUENTES..... | 4 |
| Clasificación botánica. | 5 |
| Descripción de <i>Spondias dulcis</i> | 6 |
| Morfología del árbol. | 6 |
| Hojas..... | 6 |
| Inflorescencias | 8 |
| Flores..... | 8 |
| Frutos..... | 9 |
| Distribución..... | 10 |
| Origen de <i>S. dulcis</i> | 10 |
| Fenología | 12 |
| Características de maduración del fruto. | 13 |
| Propiedades medicinales | 14 |

| | |
|--|----|
| Propiedades del fruto | 16 |
| Formas de consumo..... | 17 |
| Requerimientos agrícolas para <i>S. dulcis</i> | 19 |
| JUSTIFICACIÓN | 22 |
| OBJETIVO GENERAL..... | 22 |
| Objetivos particulares | 22 |
| MATERIALES Y MÉTODOS | 23 |
| Áreas de estudio | 23 |
| Climograma..... | 26 |
| Caracterización de frutos | 26 |
| Elaboración de productos caseros con el fruto | 27 |
| Entrevistas | 30 |
| RESULTADOS | 31 |
| Fenología..... | 31 |
| Aceptación de frutos procesados..... | 37 |
| Entrevistas | 40 |
| DISCUSIÓN..... | 41 |
| CONCLUSIONES..... | 45 |
| RECOMENDACIONES | 45 |

| | |
|----------------------------------|----|
| Referencias bibliográficas | 46 |
|----------------------------------|----|

Índice de figuras

| | |
|--|----|
| Figura 1. Descripción de la hoja de <i>S. dulcis</i> . Fuente. Mitchell JD & Daly DC (2015). | 7 |
| Figura 2 Descripción de la flor de <i>S. dulcis</i> . Fuente. Mitchell JD & Daly DC (2015). | 9 |
| Figura 3.- Descripción del fruto de <i>S. dulcis</i> . Fuente. Mitchell JD & Daly DC (2015). | 10 |
| Figura 4. Línea del tiempo propuesta por Morton (1987). De manera sintetizada | 11 |
| Figura 5.- Mapa de distribución actual de <i>S. dulcis</i> , Copyright © 2014-2022 PI@ntNet™ | 11 |
| Figura 6.- Estados de maduración utilizados por Jayarathna <i>et al.</i> (2020). | 14 |
| Figura 7.- Formato de registro de datos semanales. | 25 |
| Figura 8.- Climograma septiembre 2020 – septiembre 2021. | 26 |
| Figura 9.- Pesado de frutos, medición de diámetro ecuatorial y longitud de los frutos. | 27 |
| Figura 10.- refractómetro | 27 |
| Figura 11.- Materia prima | 28 |
| Figura 12.- Proceso de esterilización del recipiente de vidrio | 29 |
| Figura 13 Frutos hervidos con la cáscara rota | 29 |
| Figura 14.- Floración, fructificación y crecimiento vegetativo de acuerdo con datos registrados del 2020-2021. | 32 |
| Figura 15.- Desarrollo del fruto. | 33 |
| Figura 16. Crecimiento de los frutos después del inicio del desarrollo del fruto. | 34 |

| | |
|---|----|
| Figura 17.- Peso de los frutos. | 35 |
| Figura 18.- Diámetro ecuatorial de los frutos. | 35 |
| Figura 19.- Longitud de los frutos. | 36 |
| Figura 20 Grados Brix de los frutos. | 36 |
| Figura 21.- Aceptación de sabor de tres productos | 37 |
| Figura 22.- Aceptación de la presentación de tres productos. | 38 |
| Figura 23.- Relación edad-precio dispuestos a pagar por frutos hervidos. | 39 |
| Figura 24.- Relación edad - precio dispuesto a pagar frutos curtidos. | 39 |
| Figura 25.- Relación edad - precio dispuesto a pagar por frutos en almíbar. | 39 |

Agradecimiento

A mis padres

"Siempre han sido el constante impulso detrás de mis sueños y aspiraciones. En los momentos más desafiantes de mis jornadas de estudio, ustedes han sido mi apoyo incondicional, tanto en los días como en las noches. Han ejercido el papel de mis valiosos mentores en el transcurso de mi vida. Al concluir mis estudios en este día, dedico este logro a ustedes, queridos padres. Lo considero como una meta más alcanzada en mi camino. Me llena de orgullo haber tenido la fortuna de tenerlos como mis padres y compartir este momento crucial a su lado."

A los docentes

"Las enseñanzas que compartieron fueron llenas de sabiduría, con un rigor y precisión admirables. A ustedes, mis apreciados educadores, les debo mi bagaje de conocimientos. Mientras avance en mi trayectoria profesional, siempre llevaré consigo su influencia. Las semillas de sabiduría que plantaron florecerán en mi ser. Expreso mi gratitud por su paciencia, por impartir sus conocimientos de manera experta y valiosa, por su compromiso, constancia y tolerancia inquebrantable."

A mi pareja

Agradezco ser mi apoyo constante durante todo este proceso. Hoy, al finalizar este capítulo, quiero agradecerle por ser mi roca, mi apoyo y mi inspiración. Tu amor y apoyo han sido fundamentales para llegar hasta aquí, y quiero que sepas cuánto valoro todo lo que has hecho por mí.

A mi tutora académica

Dra. Roberta Castillo Martínez, Gracias por creer en mí y en mi trabajo, por desafiarme a superar mis límites y por brindarme la orientación necesaria para elevar la calidad de mi tesis. Su mentoría ha dejado una marca duradera en mi formación académica y profesional.

RESUMEN

La especie *Spondias dulcis* G. Forst. es un árbol muy prometedor para la agricultura de los trópicos y subtrópicos de México, no obstante, es una especie prácticamente desconocida en este país. Aunque existen algunos estudios sobre diferentes aspectos para la especie, realizados en otros países, para la República Mexicana no existen investigaciones sobre la planta. Este estudio se efectuó con el objetivo de obtener información sobre el comportamiento de la producción de frutos en Chetumal, determinar las características de los frutos, ensayar algunas formas de aprovechamiento de estos, y sondear la aceptación de los productos elaborados. Para cumplir los objetivos se realizaron observaciones a lo largo de un año (septiembre 2021 agosto 2022) en un árbol de seis años (recordar que es un recurso muy escaso), los datos fueron completados con observaciones generales realizadas en 10 árboles obtenidos por semilla (germinar a mediados de 2021) que alcanzaron su estado productivo nueve meses después. Para la caracterización de los frutos maduros se obtuvieron medidas de longitud, diámetro ecuatorial, peso y grados Brix. Por otra parte, los frutos sazones fueron procesados de tres maneras (frutos hervidos, frutos curtidos y frutos en almíbar) y la aceptación de los productos fue evaluada en personas de edad variable. Adicionalmente, se realizaron algunas entrevistas en personas que cultivan la especie a nivel de traspatio en X-Hazil Sur. Los resultados cuantitativos fueron analizados mediante los programas Excel y "r". Desde el inicio del desarrollo de las inflorescencias hasta el inicio del desarrollo de los frutos pasan en promedio 5 semanas, mientras que desde el inicio del desarrollo de los frutos hasta que el fruto alcanza un color amarillo pasan entre 6 y 7 meses; es posible cosechar frutos maduros todo el año. Los frutos tienen un peso promedio de 51 gramos, su longitud y diámetro ecuatorial promedio son 5.19 cm y 4 cm, respectivamente. Los frutos en almíbar tuvieron la mejor aceptación (36.4%) en comparación con los frutos hervidos (33.3%). Las personas de X-Hazil Sur aprecian la especie porque consumen los frutos y obtienen algunos beneficios económicos al vender los frutos o las plántulas. En conclusión, se reafirma que la especie *S. dulcis* es idónea para cultivar porque se pueden cosechar frutos todo el año para ser

consumidos en fresco o procesados, los frutos procesados son de fácil elaboración y prolongan el tiempo para su comercialización e incrementa los ingresos. La especie empieza a ser valorada y aprovechada por algunas personas de la comunidad de Xazil sur, lo que reafirma el potencial de la especie para Quintana Roo.

INTRODUCCIÓN

REVISIÓN DE LITERATURA Y OTRAS FUENTES

La especie *S. dulcis* G. Forst. 1786 pertenece a la familia Anacardiaceae, la familia incluye alrededor de 600 especies en 74 géneros. La característica principal de la familia es la predominancia de la vegetación arbórea, seguida por la presencia de arbustos y lianas; son escasos los miembros que tienen una naturaleza herbácea. Una característica considerada típica de la familia es la presencia de canales resiníferos en la corteza, esta resina es clara, pero al contacto con el aire se ennegrece (Ding, 1978; Judd et al., 2002).

Aunque en el mundo, se reportan hasta 17 especies de *Spondias* (Tovar-Soto, 2012), en México la ciruela se cultiva en 21 estados, las mayores superficies se reportan para Puebla (3,554 ha), Chiapas (1, 510 ha) y Sinaloa (7, 391.5 ha), donde los tres estados suman el 61% de la superficie cultivada (Cruz y Rodríguez, 2012).

Únicamente dos especies de *Spondias* son nativas de México: *S. purpurea* L. y *S. mombin* L. var. Ambas tienen una distribución que abarca desde México hasta Panamá, en compañía de *S. radlkoferi* Donn (Miller y Schaal 2005); mientras que en México se distribuye a lo largo de la costa occidental de Sonora a Chiapas, y al sur del país en Yucatán y Quintana Roo y es un componente del estrato dominante de la selva baja caducifolia (Avitia 1996; Pennington y Sarukhán, 1998 y Miller y Schaal 2005). *S. purpurea* muestra diferentes lugares de domesticación, uno de los cuales se extiende desde el sur de México hasta Panamá, mientras que el otro se encuentra en la región centro-occidental de México. (Miller y Schaal 2005).

Desde tiempos prehispánicos, los frutos de *S. purpurea* han sido consumidos en México, como se registra en documentos históricos (Díaz del Castillo 1992; Benavente 1969, Turner y Miksicek 1984). Las variedades de ciruela o jocote, *Spondias* spp., que

generan frutos aptos para el consumo, tienen su procedencia en las áreas tropicales de América, concretamente en las zonas del Pacífico y en determinados países asiáticos. (Airy y Forman 1967; Morton 1987, Vázquez-Yanes et al. 1999, Macía y Barfod 2000, Miller y Schaal 2005).

De acuerdo con la información anterior, es obvio que en México no se cultiva *S. dulcis*, por consiguiente, cualquier información que contribuya a su aprovechamiento en México será valiosa.

Clasificación botánica. Paredes (2016), reporta la taxonomía de la especie, de la siguiente manera:

Reino: Plantae

Subreino: Viridiplantae

División: Tracheophyta

Subdivisión: Spermatophytina

Infradivisión: Angiospermas

Clase: Equisetopsida C. Agardh

Superorden: Rosanae Takht.

Orden: Sapindales Juss. ex Bercht. & J. Presl

Familia: Anacardiaceae R. Br.

Género: *Spondias*

Especie: *Spondias dulcis*.

Sinónimos: *Spondias cytherea* Sonn. (1782); *Poupartia dulcis* (Parkinson) Blume (1827); *Cytheraea dulcis* (Parkinson) Wight & Arn. (1834); *Evia acida* Blume (1850); *Evia dulcis* (Parkinson) Comm. Ex Blume (1850); *Chrysmelon pomiferum* G.Forst. ex A.Gray (1854); *Evia dulcis* (Parkinson) Kosterm. (1991). (Monaco Nature Encyclopedia, s.f.)

S. dulcis recibe los siguientes nombres comunes: ambarella, golden apple, great hog plum, hog plum, jew plum, otaheite apple, polynesian plum, tahitian quince, yellow plum (inglés); pomme de Cythère, pommier de Cythère, prune de Cythère (francés); kedondong, kedondong manis (indonesio); kook hvaan (laotiano); cajá anão, caja-

manga, cajarana, taperita do sertao (portugués-Brasil); ambarella, ciruela dulce, hobo de racimos, jobo de la India, juplón, manzana de oro, *spondias dorata* (español); *hevi* (tagalog); *makok*, *makok farang* (thailandés); *cóc* (vietnamita), de acuerdo a *Monaco Nature Encyclopedia* (s.f.) y taperebá en Brasil (Magalhães *et al.* 2021). Otros nombres comunes son ciruelo del Pacífico, yuplón, periba (Maldonado *et al.* 2005), ciruela beliceña, mango ciruela (Lucero, 2004). Con el fin de adoptar un nombre común que describe con cierta precisión la especie *S. dulcis*, se ha decidió acuñar en este trabajo el nombre común de ciruelo mango.

Descripción de *Spondias dulcis*

Morfología del árbol. Graham y Wickham (2003) describen dos variedades de *S. dulcis*, el tipo grande, más popular, son árboles que alcanzan una altura de 9 a 25 m, mientras que el tipo miniatura alcanza de 1,5 a 3 m de altura. El tipo grande exhibe un diámetro del tronco de 8-25 cm, la corteza tiene un color gris claro o marrón claro, de textura lisa o moderadamente rugosa, lenticelada, con cubierta delgada.

Existen diversos estudios realizados sobre *S. dulcis* en Colombia, Perú, Brasil, Indonesia y Ecuador, en los que se describen las características botánicas de esta planta; una descripción bastante completa es la siguiente reportada por Mitchell JD & Daly DC (2015).

Hojas. Las hojas puede ser parcialmente deciduas, presentan de 4 a 12 pares de una longitud de 10 a 60 cm, el peciolo puede alcanzar una longitud de 9 a 15 cm, los peciolos laterales de 2 a 8 mm y el terminal 10 a 30 mm.; los folíolos basales miden entre 4.3 a 7.5 cm de longitud por 1.3 a 3.5 cm de ancho, los otros folíolos laterales miden de 5 -15 cm de largo por 1.7 a 5 cm de ancho, los folíolos laterales pueden ser oblongas, lanceoladas u ovadas, los folíolos terminales tienen un ancho de 1.9–3.5 cm y una longitud de 5–9 cm.

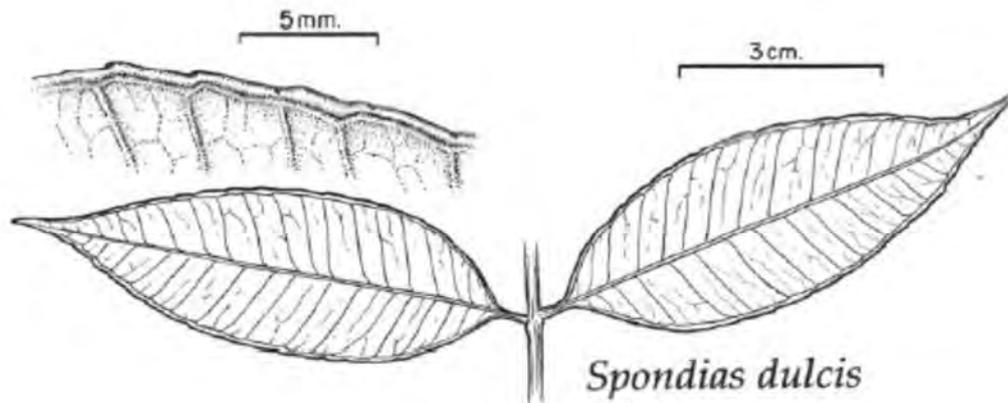


Figura 1. Descripción de la hoja de S. dulcis. Fuente. Mitchell JD & Daly DC (2015).

El margen del foliolo (Fig. 1), es ligeramente revolutas, generalmente serruladas o crenuladas, cuando se presentan dientes son cóncavo-convexos, sinusales con espaciamiento regular, sinusal glandular; las hojas son de superficie adaxial o haz de la hoja a veces es brillante, no tienen vena fimbrial, posee entre 12 a 20 pares de venas secundarias, generalmente rectas y casi perpendiculares a la vena media, más oscuras que el envés de la hoja, con un espaciamiento regular o en ocasiones decreciente hacia la base, un ángulo creciente hacia el ápice y la base, inserción en decurrente de vena media; en el envés la vena media es prominulosa a prominente, las secundarias planas; en el haz las venas medias son prominulosas y las venas secundarias impresas a prominulosas.

Existen dos conjuntos de dientes dispuestos de manera uniforme a lo largo del borde, con aproximadamente 3 dientes por centímetro. La parte superior del diente puede ser recta o curva hacia afuera; la parte inferior puede ser curva hacia afuera, recta o doblada. La punta del diente tiene una glándula y la curvatura es angular. La principal vena es una secundaria que se origina directamente de la vena primaria.

Inflorescencias. Las inflorescencias son de tipo ramificada se desarrollan con un nuevo brote de hoja, terminales y axilares, agrupadas en el ápice de las ramas, con una longitud de 9 a 32.5 cm y un diámetro en la base de 3 a 7 mm; los ejes secundarios pueden alcanzar hasta 11,5 cm de largo; las brácteas tienen de 0.4 a 5 mm de largo, pueden ser lineales a lanceoladas, las bractéolas miden de 0.3–0.9 mm, pueden ser lineales a ovadas; el pedicelo de 1 a 3 mm de largo, la porción distal que va a la articulación 1–2 mm, algunas veces se pueden encontrar en la parte superior brácteas y bractéolas y pedicelo con pelos glandulares capitados dispersos.

Flores. La flor (Fig. 2), Se destaca por tener un Cáliz que mide entre 0,7 y 1,2 mm de longitud, con una apertura en la disposición estival, que se divide casi hasta la base. Los lóbulos, en forma de delta, miden de 0,5 a 1 mm de largo. Los pétalos tienen dimensiones de 2 a 3 mm de largo por 0,5 a 1,1 mm de ancho (pudiendo llegar a 1,3 mm), con forma oblonga a ovalada o delta, y su extremo puede ser puntiagudo o levemente afilado. Presentan colores que varían entre crema, blanco y verde blanquecino, con una superficie lisa, que se dobla hacia atrás en el momento de la floración. Los estambres se extienden, y tanto los antesépalos como los antepétalos miden de 1,7 a 2,1 mm y 1,3 a 1,5 mm (o incluso 1,9 mm) de longitud, respectivamente. Las anteras tienen una longitud de 0,7 a 0,8 mm, siendo en forma de elipse a ovaladas en vista desde arriba y oblongas en vista desde un lado. El disco, que mide de 0,3 a 0,5 mm de alto y de 0,2 a 0,4 mm de grosor, presenta una cumbre ondulada y un margen externo surcado, de color amarillo. El pistilo tiene una longitud total de 1,3 mm y una forma generalmente ovoide deprimida a subcilíndrica, con la mayor parte de su longitud ocupada por estilos densamente agrupados en forma de aguja, que se unen en el ápice a una longitud de 0,8 mm. Los estigmas son obovados y sobresalen ligeramente.

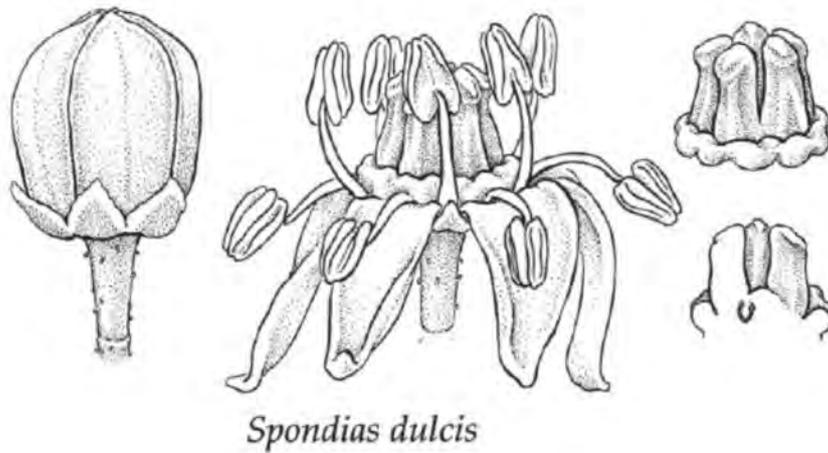


Figura 2 Descripción de la flor de *S. dulcis*. Fuente. Mitchell JD & Daly DC (2015).

Frutos. Los frutos de ambos tipos son ovalados, redondos o en forma de pera (Fig.3) y esta variación en la forma del fruto puede existir en un solo racimo de frutos en ambas líneas genéticas. Para el tipo grande, el tamaño de la fruta varía de aproximadamente 5 a 6 cm de diámetro y 9 a 10 cm de longitud, con un peso promedio de 200 gramos, mientras que las frutas en miniatura tienen aproximadamente 4 a 5 cm de diámetro y 5 a 6 cm de longitud con un peso promedio de 65 gramos.

Tanto Bolfort (2001) como Paredes (2016), describen el fruto como una bayadrupeacea elipsoide, de un olor penetrante, con pulpa gruesa, tiene un endocarpio fibroso que se desarrolla aproximadamente a las 3 semanas de desarrollo del fruto el cual llega a ser grande, blanco y dotado de fibras rígidas y espinosas que se incrustan parcialmente en la pulpa.

Los frutos deben presentar al menos 40% de rendimiento de pulpa para ser utilizados por las industrias procesadoras en la elaboración de jugos, vinos, jaleas y dulces (Lago-Vanzela *et al.*, 2011).

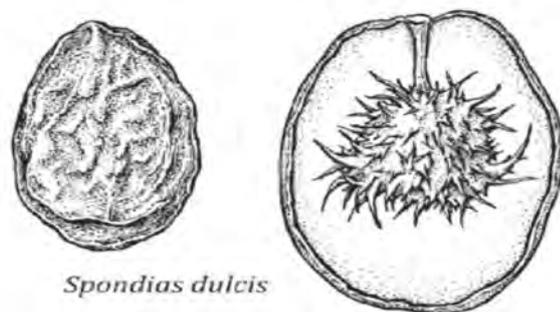


Figura 3.- Descripción del fruto de *S. dulcis*. Fuente. Mitchell JD & Daly DC (2015).

Distribución

Origen de *S. dulcis*. Santos *et al.* (2010) y Silva *et al.* (2014) mencionan “esta especie tiene su origen en la región de Indo-Malasia. En la base de datos del Naturalis Biodiversity Center (NL) se encuentran registros con fecha desde 1821 provenientes de indonesia”.

No se encontraron registros históricos o científicos que indiquen el año exacto de origen de la *Spondias dulcis*, ya que es una especie que ha evolucionado a lo largo de miles de años en el sudeste asiático. En el libro "Fruits of warm climates" de Julia F. Morton, se menciona que la especie es originaria de las islas de Malasia e Indonesia y se ha propagado a otras regiones tropicales de todo el mundo a lo largo de los siglos. A continuación, cito un extracto del libro:

"No se sabe con certeza de dónde se originó la especie, pero se cree que proviene del sudeste asiático, específicamente de las islas de Malasia e Indonesia. La especie ha sido cultivada y utilizada en la Polinesia durante mucho tiempo, pero se cree que su origen es el sudeste asiático" (Morton, 1987, p. 413).

Países donde se cultiva. Morton (1987) reporta que ha sido introducido y cultivado en pequeña escala en India, Australia (Queensland), África (Gabón y Zanzíbar), Hawái, Cuba, Haití, República Dominicana y desde Puerto Rico hasta Trinidad,

Centroamerica, Venezuela y Surinam (Fig.4). Es raro en Brasil y otras partes de América tropical. Actualmente, de acuerdo con (Global Biodiversity Information Facility, 2001) hay registros de esta especie en el caribe, Samoa americana, Brasil, Colombia, amazonas, Ecuador, Madagascar.

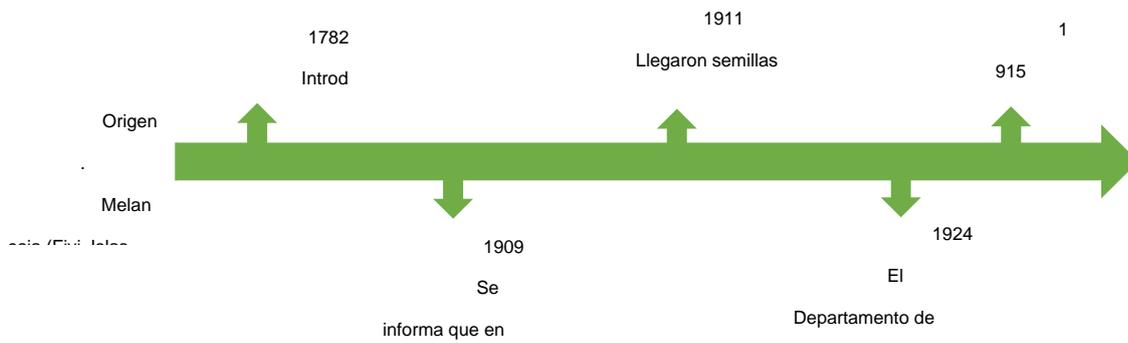


Figura 4. Línea del tiempo propuesta por Morton (1987). De manera sintetizada

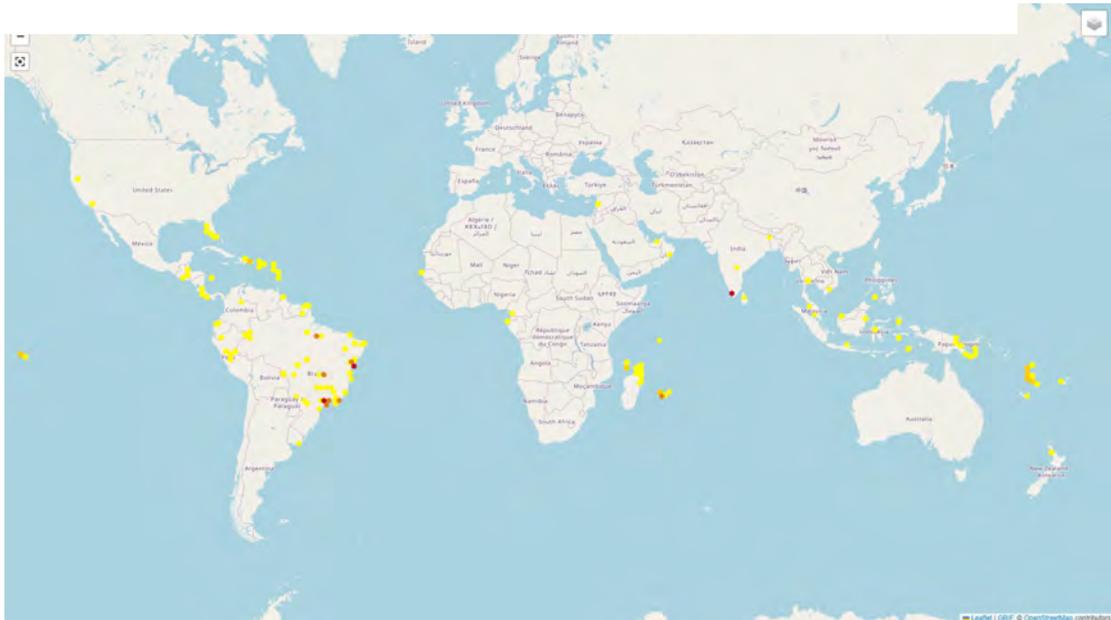


Figura 5.- Mapa de distribución actual de *S. dulcis*, Copyright © 2014-2022 PI@ntNet™

Como se puede observar en el mapa (Fig. 5), *S. dulcis* se distribuye principalmente en América del Sur, especialmente Brasil, Perú, Colombia, en gran parte de las islas que conforman las Antillas Mayores y Menores, en el norte.

Fenología

La *Spondias dulcis* miniatura es una variedad de la fruta tropical *Spondias dulcis* que se caracteriza por su tamaño pequeño y sabor dulce y ácido. Según un estudio publicado en la revista Scientia Horticulturae, la fenología de la *Spondias dulcis* miniatura se puede dividir en cinco etapas principales: brotación, floración, fructificación, maduración y cosecha (Khairunnisa et al., 2017).

Durante la etapa de brotación, que ocurre en primavera, se observa el crecimiento de nuevos brotes y hojas en la planta. La etapa de floración, que ocurre en verano, se caracteriza por la aparición de racimos de flores pequeñas y blancas en las ramas de la planta. La polinización de estas flores es esencial para la fructificación posterior.

La fructificación comienza en verano y se extiende hasta el otoño. Durante esta etapa, las flores fecundadas se convierten en frutos verdes y pequeños que crecen en racimos en las ramas de la planta. La maduración de los frutos ocurre a finales de otoño y principios de invierno, y se caracteriza por un cambio de color de verde a amarillo o naranja.

Finalmente, la etapa de cosecha ocurre cuando los frutos están maduros y listos para ser recolectados. Según el mismo estudio, la *Spondias dulcis* miniatura puede producir frutos de manera continua durante todo el año, aunque la producción es mayor durante la temporada de lluvias (Khairunnisa et al., 2017).

En la literatura se menciona que para el genotipo grande de *S. dulcis*, que es la que más se cultiva, la floración se presenta de marzo a mayo en el oriente de la India, en el noroccidente de Suramérica y occidente de los andes florece en diciembre, a su vez, en la Amazonia la floración ocurre de agosto a octubre; igualmente, en la parte

amazónica de Brasil la floración se da entre octubre y abril; mientras que, en Venezuela florece en abril y en mayo en Guayanas (Millán y Cevallos 2005). Pinedo et al (1997) reporta que el árbol empieza a florecer cuando alcanza 20 cm de diámetro a la altura del pecho y generalmente, florece de julio a setiembre., fructifica de octubre a diciembre y de enero hasta abril.”

Características de maduración del fruto. Según los estudios de Graham *et al.* se ha investigado el crecimiento y desarrollo de la manzana dorada en miniatura. Los resultados indican que la curva de crecimiento de esta variedad de manzana sigue un patrón sigmoideal, determinado por la longitud, diámetro y masa fresca de la fruta. Durante las primeras etapas del crecimiento, desde la floración hasta las 11 semanas, se observó un rápido aumento en la longitud, diámetro y masa fresca de la fruta, lo que continuó en una fase de crecimiento exponencial hasta las 13 semanas. Posteriormente, la fase de crecimiento se estabilizó hasta la cosecha, manteniendo un patrón relativamente constante en todas las variables tridimensionales de la fruta desde la semana 13 hasta la 23. La madurez de cosecha, o etapa verde madura, se alcanzó entre las 19 a 21 semanas después de la floración, como se indica por la masa constante de fruta de 64-68 g/fruta en la manzana dorada enana o miniatura.

Jayarathna *et al.* (2020) describe el aroma del fruto en tres estados de madures (Fig. 6). La etapa de madurez 1 se compone principalmente de compuestos que proporcionan olor a hierba verde (3-hexen-1-ol), la etapa de madurez 2 posee principalmente un olor afrutado y la etapa de madurez 3 contenía principalmente varios compuestos alcohólicos, etanol, 3-metil-1-butanol, lo que indica la fermentación de azúcares de frutas hacia el final de la madurez.



Figura 6.- Estados de maduración utilizados por Jayarathna *et al.* (2020).

Propiedades medicinales

Según un estudio publicado en el Journal of Food Science and Technology, la *Spondias dulcis* es rica en antioxidantes y compuestos fenólicos que pueden prevenir enfermedades crónicas como la diabetes y el cáncer (Manzoor *et al.*, 2020). Además, esta fruta contiene altos niveles de vitamina C, calcio, hierro y otros nutrientes esenciales que pueden contribuir a una dieta equilibrada y saludable.

El ciruelo mango presenta un uso popular como antiinflamatorio y antiséptico (Felipe, 2017). Así mismo tiene propiedades contra la anemia y en infusión ayuda a disminuir las inflamaciones oculares (Suwardi, 2020). La forma de uso de esta planta es en general mediante la decocción de las hojas o corteza.

Jayarathna *et al.* (2020) mencionan que *S. dulcis* se ha utilizado para la medicina indígena en países como Sri Lanka, India, Vietnam y Malasia. La fruta se usa para tratar la anemia, regular los niveles de glucosa en sangre y para tratar problemas digestivos, ya que *S. dulcis* contiene una gran cantidad de fibra dietética.

Por su parte, Silva *et al.* (2012), caracterizó químicamente los macerados de hojas de *S. dulcis* y *S. mombin*, se determinó que contiene una importante cantidad de flavonoides expresados en equivalentes a quercetina, ácido elágico y rutina. La mayor

cantidad de compuestos bioactivos se obtuvieron con la especie *S. mombin* con $24,46 \pm 0,87$ mg / g de quercetina, $169,76 \pm 0,17$ mg / g de ácido elágico y $53,38 \pm 1,71$ mg / g de rutina. La presencia de estas sustancias, se asocian con el potencial microbiano y antioxidante de la planta.

En un trabajo realizado por Bautista *et al.* 1998 donde evaluaron la capacidad de inhibición de los extractos acuosos de hojas y tallos sobre *Colletotrichum*, los estudios in vitro demostraron una actividad antifúngica del extracto acuoso de hojas de *S. dulcis* con un porcentaje de inhibición micelial de 50% y en el caso del extracto de tallo, el efecto fue menor a un índice de inhibición de 37.5%.

Jayarathna y Vanniarachchy (2020) escribieron que el fruto contiene cantidades de vitamina C que ayudarían con la protección contra infecciones y fortalecería el sistema inmunitario.

En Camboya, la corteza se usa como remedio para la diarrea (Morton, 1987), para mejorar la visión y las infecciones oculares (Rahmatullah *et al.*, 2009); además, la fruta se usa para la picazón, las úlceras internas, el dolor de garganta y la inflamación. También se utiliza para el tratamiento de la piel (Wiar, 2006).

Varios estudios han demostrado las propiedades terapéuticas de *S. dulcis*, incluida la activación de los macrófagos peritoneales (Sarker *et al.*, 2012) y actividad antidiabética (Jantán, 2010).

Candiotti G., C. 2020 determinó la actividad antioxidante y hepatoprotectora en zumo del fruto "*Spondias dulcis* Parkinson" en roedores, logrando disminuir los niveles de lipoperoxidación (TBARS) teniendo un contenido de capacidad antioxidante de 442.17 ± 12.25 mmol/g y en donde se comprueba que tiene un efecto hepatoprotector con una significancia de ($p < 0.05$)

Propiedades del fruto

Maldonado *et al.* (2005) menciona las propiedades físicas (cuadro 1), químicas (cuadro 3) y fisicoquímicas (cuadro 2) en dos estados de madures, madures de cosecha (mc) y madurez fisiológica (mf).

Cuadro 1. Propiedades físicas de los frutos en dos estados de madurez de acuerdo con Maldonado *et al.* (2005).

| | p eso | p eso | p eso | p eso | vo lumen |
|-----------|---------------|--------------------|---------------|--------------------|-------------|
| variables | f ruto (g) | c ascara (g) | p ulpa (g) | s emilla (g) | c m3 |
| M | 6 | 1 | 4 | 8 | 85 |
| c | 7-117 | 55-28 | 2.6-134 | .8-15.8 | -170 |
| | 9 | 1 | 6 | 1 | 90 |
| Mf | 4-248 | 9-34 | 1-186 | 3-31 | -260 |

Cuadro 2. Propiedades fisicoquímicas en dos estados de madurez de acuerdo con Maldonado *et al.* (2005)

| | Brix0 prom | acid ez pro medio | pH | índice de esfericidad |
|--------|---------------|----------------------------|--------|-----------------------------|
| va | 8.76 - | 0.63 | 2.45 | 0.86 |
| riable | edio | medio | | |
| Mc | 11.00 | - 0.96 | - 3.02 | - 0.95 |

| | | | | |
|----|--------|--------|--------|--------|
| | 8.10 - | 0.40 | 2.74 | 0.73 |
| Mf | 13.50 | - 0.64 | - 3.05 | - 1.06 |

Cuadro 3. Propiedades químicas en dos estados de madurez de acuerdo con Maldonado *et al.* (2005)

| variable | azucares mg / mg fruta | vitamina C mg / kg |
|----------|---------------------------|-----------------------|
| Mc | 0.33 | 5.00 |
| Mf | 0.29 | 4.00 |

Jayarathna y Vanniarachchy (2020) sugieren que “las frutas semimaduras contienen una mayor cantidad de vitamina C en comparación con las frutas maduras”, lo cual coincide con la tabla de propiedades químicas propuesta por Maldonado *et al.* (2005).

Candiotti (2020) investigó la propiedades antioxidante, antimicrobiana, citotóxica y trombolítica del fruto y hoja del *S. dulcis Parkinson*, para evaluar la capacidad antioxidante. Se utilizó el método del radical 2, 2- difenilpicrilhidrazilo (DPPH) cuyo resultado fue de $118,46 \pm 0.48$ mg/100g en muestra seca, a su vez evaluaron compuestos fenólicos a través del método de Folin Ciocalteau en donde obtuvieron 659.74 ± 0.97 mg equivalente del ácido gálico (GAE) / g de dicho fruto en donde encontraron flavonoides y su resultado fue 225.60 ± 0.88 mg equivalentes de quercetina /100 g.

Formas de consumo

La *Spondias dulcis* es una fruta versátil y sabrosa, que puede utilizarse en la preparación de bebidas, mermeladas y otros productos alimenticios. El Dr. Luis Cisneros-Zevallos, experto en ciencia de alimentos de la Universidad de Texas A&M, afirma que

esta fruta contiene compuestos bioactivos que pueden tener efectos beneficiosos para la salud (Fowler, 2014).

Consumo del fruto. En Tailandia se comen tanto las frutas como las hojas del fruto tierno, según Deshuesado (2006), la fruta es mejor cuando está completamente coloreada, pero todavía algo crujiente, en esta etapa, tiene un sabor a piña-mango. La pulpa es de color dorado, muy jugosa, vagamente dulce, pero con un toque de acidez.

Maldonado *et al.* (2005) menciona que *S. dulcis* es apto para la obtención de jugos, néctares, pulpa, jaleas y mermeladas, que su contenido bromatológico es similar a la ciruela, melocotón y mango. En su estado maduro, *S. dulcis* produce un jugo delicioso para bebidas refrescantes, mermeladas, o usadas para condimento de salsa, sopas y estofados (Morton, 1987).

Cáscara o piel. Recientemente, su piel ha sido reconocida como una nueva pectina y utilizada como agente gelificante en mermeladas, productos de confitería y panadería, así como en yogures y bebidas lácteas.

Hojas. Las hojas jóvenes son ligeramente ácidas y son consumidas de diferentes formas (Lucero, 2004); por ejemplo, en la tribu aneuk, Indonesia, *S. dulcis* es utilizada como alimento de consumo crudo (Suwardi, 2020), lo mismo que en el sureste de Asia; en tanto que, en Indonesia son vaporizadas y consumidas como un vegetal (verduras), también son usadas como sazonadores para varios platillos, algunas veces cocidos con carne para ablandarla.

Requerimientos agrícolas para *S. dulcis*

Clima. Martin *et al.* (1989) menciona que crece mejor en los trópicos subhúmedos, donde se encuentra desde el nivel del mar hasta 700 snm, crece mejor en áreas donde las temperaturas diurnas anuales están dentro del rango de 22 a 27 ° C, pero puede tolerar de 12 a 35 ° C, la planta puede sobrevivir a temperaturas de hasta menos 3 ° C, pero cuando es joven puede sufrir daños graves a 0 °C.

Suelos. Se adapta a suelos pobres y delgados donde no se establecen otros cultivos; además posee resistencia a sequía mediante defoliación (Avitia *et al.*, 2000). Por su parte, Martin *et al* (2006) menciona que *S. dulcis* crece y se desarrollan con éxito, en suelos poco fértiles derivados de piedra caliza, así como en arenas ácidas, bien drenados, con pH en rangos de 5.5 - 6.5, aunque toleran rangos de pH entre 4.5 – 8. Stick, 2020 (2008) si los suelos son muy pobres y poco profundos pueden afectar la fructificación.

Precipitación. Martin *et al* (2008) reportan que necesitan una precipitación media anual en un intervalo de 900 - 1,800 mm, pero puede tolerar 600 - 2,200 mm, y deben cultivarse en lugares soleados para que tengan una buena producción.

Propagación por semillas. Para la propagación por semilla se seleccionan la semilla de los mejores frutos de la cosecha, las cuales se siembran en almácigos o camas, la composición del suelo para la siembra es la siguiente: 30% compost y 70% arena y se espera aproximadamente 1 mes para la germinación, cuando las plantas tienen una altura de 10 cm se trasplantan a bolsas individuales de 8 x 12 cm (Guzmán, 2015). Sobre el mismo tema, Pinedo & Cerrutti (1997) reportaron un 71% de germinación en un lapso de 18 a 25 días.

Propagación por estacas (esquejes). Carrillo *et al.* (2020) mencionan que un productor recomienda la propagación asexual en los meses de invierno, se realiza

preferiblemente luego de la cosecha de frutos, esta forma de propagación puede causar malformaciones en la planta.

Trasplante al campo: Pinedo y Cerrutti (1997) recomiendan trasplantar al campo abierto, a los 7 meses después de la germinación, cuando la planta presente una altura aproximada de 25 cm. Mientras que, Guzmán (2015) sugiere pasarlas al suelo al alcanzar un metro de altura.

Distancia de siembra en campo: Guzmán (2015) recomienda un espacio de entre 8 a 10 m entre árboles.

Temporada cosecha de frutos. De acuerdo con Bauer, Kim y Baldeo I (1993), en la línea genética tipo grande, la maduración de frutos ocurre entre julio y enero, pero la temporada alta es en septiembre y octubre (Bauer T, Kim J, Baldeo I (1993), por su parte, Pineda *et al.* (1997) menciona que fructifica de octubre a diciembre y de enero hasta abril (Pinedo *et al.* 1997). En contraste, Rivero *et al.* (2016) mencionan que *S. dulcis* (genotipo enano) es un árbol que carece de estacionalidad (Cuadro 4). Su producción se encuentra en aumento en Perú debido a que puede producir todo el año, siendo los departamentos con mayor producción Piura 2744 toneladas por mes y Ucayali 1781 toneladas por mes (Cuadro 5).

La cosecha puede realizarse de dos formas, ya sea recogiendo de manera manual los frutos caídos al suelo o directamente del árbol. La madurez del fruto se determina al tacto, el fruto debe estar blando, también por un cambio de color de verde a amarillo o rojo. Es muy común que se coseche cuando ya está maduro, debido a que así obtendrá un mejor sabor, pero también puede cosecharse estando todavía verdes o “pintonas” (Carrillo *et al.*, 2020)

Cuadro 4. Producción mensual en Piura de *S. dulcis* (genotipo enano) en toneladas, de acuerdo con el reporte del Ministerio de Agricultura y Riego 2014. Fuente Carrillo *et al.* 2020.

| | enero | febrero | marzo | abril | mayo | junio | julio | agosto | septiembre | octubre | noviembre | diciembre |
|-------|-------|---------|-------|-------|------|-------|-------|--------|------------|---------|-----------|-----------|
| Piura | 40 | | 20 | 42 | 78 | 24 | 37 | 44 | 20 | 100 | 84 | 91 |

Producción de frutos: Después de ser plantados los árboles de *S. dulcis* del genotipo grande inician la producción de frutos antes de los 4 años y continúan con buena producción después de 25 años; en árboles maduros de más de 6 años del tipo grande se han cosechado entre 270 a 450 kg por temporada de producción, aunque se han registrado hasta 900kg en ciertos árboles, los frutos se producen en racimos de 4 a 8 frutos (Bauer, Kim y Baldeo, 1993).

Fructifica de octubre a diciembre y de enero hasta abril (Pinedo *et al.* 1997). Por su parte, siendo los departamentos con mayor producción Piura y Ucayali y la producción por hectárea es variable dependiendo de la zona (Cuadro 5).

Cuadro 5 Producción de *S. dulcis* en toneladas por hectáreas en 2013 y 2014.

| Departamento | Toneladas en 2013 | Toneladas en 2014 | Hectáreas | Promedio en toneladas por Ha. |
|--------------|-------------------|-------------------|-----------|-------------------------------|
| Piura | 2734 | 2744 | 250 | 11 |
| Ucayali | 1728 | 1781 | 220 | 8 |
| Loreto | 923 | 936 | 186 | 5 |
| San Martín | 607 | 611 | 36 | 17 |

Anuario de Producción Agrícola 2014, Perú. Fuente: Rivero *et al.* (2016)

JUSTIFICACIÓN

La ciruela mango (*S. dulcis*) es una especie exótica que se desarrolla bien en las condiciones ambientales de Felipe Carrillo Puerto y Chetumal. Se ha observado que la planta tiene frutos todo el año y los frutos son más carnosos que los de otras especies de Spondias (*S. purpurea* y *S. mombin*) que se cultivan México. No obstante, para *S. dulcis* no existen estudios sobre el periodo de producción de flores, frutos y crecimiento vegetativo bajo las condiciones ambientales de Chetumal o de cualquier otra parte de México, estos conocimientos son esenciales para planificar el aprovechamiento adecuado de cualquier especie. Por supuesto, también deben realizarse investigaciones básicas y aplicadas sobre muchos otros aspectos relacionados con el fruto y la planta en general; por ejemplo, se deben conocer las características de los frutos producidos en un lugar específico, como Chetumal. De igual manera, se deben valorar formas de aprovechamiento de frutos procesados de forma sencilla, que permita ampliar el periodo de comercialización, así como aumentar los ingresos del productor. Dichos conocimientos podrán contribuir para lograr un aprovechamiento exitoso de la ciruela mango en Quintana Roo y en otras zonas tropicales y subtropicales de México.

OBJETIVO GENERAL

Generar conocimientos básicos y aplicados de utilidad agronómica para la especie *S. dulcis*.

Objetivos particulares

1. Describir los periodos de floración y fructificación de *S. dulcis* a lo largo de un año bajo condiciones ambientales de Chetumal.
2. Determinar el tamaño y peso promedio de los frutos de *S. dulcis* obtenidos en Chetumal.

3. Sugerir formas alternativas de aprovechamiento del fruto mediante la elaboración de productos caseros, con el fin de ampliar el periodo de comercialización e incrementar los ingresos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Áreas de estudio

La investigación de campo se llevó a cabo en tres localidades de Quintana Roo, México. La principal fue en Chetumal, Capital del Estado de Quintana Roo, específicamente en la Universidad Autónoma del Estado de Quintana Roo (UAEQROO), campus Chetumal-Bahía; la segunda localidad fue en un vivero que es parte de un terreno bajo cultivo, que se encuentra a la orilla de la carretera, justo en la entrada de la comunidad de X-Hazil Sur, del municipio Felipe Carrillo Puerto, aproximadamente 22 km antes de llegar a la ciudad de Felipe Carrillo, el tercer lugar fue en la comunidad de X-Hazil Sur.

Chetumal, se encuentra en el extremo final de la costa del Mar Caribe perteneciente a México, en el punto donde el Río Hondo desemboca en la Bahía de Chetumal. La topografía de Chetumal y de su entorno inmediato es básicamente plana con pendientes en todos los casos inferiores al 5%, básicamente se distinguen dos zonas de diferente elevación, separadas físicamente por un escalón natural del terreno, que constituye una transición

corta pero gradual. Estas dos zonas son conocidas, de acuerdo con su elevación relativa, “zona alta” y “zona baja”. La zona baja, inmediata a la Bahía de Chetumal, se localiza la universidad Autónoma del Estado de Quintana Roo, campus Bahía (donde se cultiva la planta de interés) tiene una elevación media de 2 m sobre el nivel del mar; la zona alta se extiende tierra adentro con una

El clima de Chetumal se caracteriza por ser cálido subhúmedo. La mayor parte, un 99%, de la superficie del estado presenta un clima cálido subhúmedo, mientras que el restante 1% experimenta un clima cálido húmedo, localizado en la isla de Cozumel. La temperatura promedio anual en la región es de alrededor de 26°C. Durante los meses

comprendidos entre abril y agosto, se observa un promedio de temperatura máxima de 33°C, en contraste, en enero la temperatura mínima promedio desciende a 17°C. La cantidad promedio de precipitación anual en todo el estado alcanza aproximadamente los 1 300 mm, y las lluvias se distribuyen uniformemente a lo largo del año, con mayor intensidad entre los meses de junio a octubre (Fuente: Cuéntame, Inegi, (<https://cuentame.inegi.org.mx>)).

X-Hazil Sur se ubica en el municipio Felipe Carrillo Puerto en el estado de Quintana Roo, en las coordenadas geográficas latitud 19.391667 y longitud -88.074167, a una altura de 25 metros sobre el nivel del mar (msnm), se caracteriza por un clima cálido subhúmedo como en la mayoría de estado, la temperatura generalmente varía de 19 °C a 32 °C y rara vez baja a menos de 14 °C o sube a más de 34 °C. (Cuéntame, Inegi, (<https://cuentame.inegi.org.mx>)).

Registro de la fenología de *S. dulcis*.

Sólo fue posible realizar observaciones en un árbol en plena producción de aproximadamente seis años que fue adquirido en el segundo lugar (vivero y terreno cultivado cerca de X-Hazil Sur) y fue plantado en un jardín que recibe bastante cuidado por estar dentro de uno de los edificios de la UAEQROO Campus Chetumal-Bahía. Para el propósito, se marcaron ramas 56 con etiquetas de aluminio para conocer el tiempo que transcurrió desde la emisión de las inflorescencias hasta que los frutos maduraron.

El registro de la fenología se llevó a cabo durante un año, entre los meses de septiembre de 2020 a septiembre de 2021, para el registro de los datos se usó un formato (figura 7) en el cual se codificaron las diferentes etapas reproductivas para facilitar su análisis estadístico. Las inflorescencias fueron revisadas semanalmente para establecer los intervalos de tiempo de cada etapa reproductiva: botones florales, flores y frutos. Para la selección de las inflorescencias se utilizó el método no probabilístico mediante un muestreo aleatorio simple. Además, se observó, de manera general, como se comportó la emisión de ramas a lo largo del año. Hay que resaltar que, aunque solo se realizaron

Climograma

Se elaboró un climograma (Fig. 8) para correlacionar el comportamiento fenológico registrado con la temperatura y la precipitación (proporción 1:2) durante el tiempo en que se realizaron las observaciones.

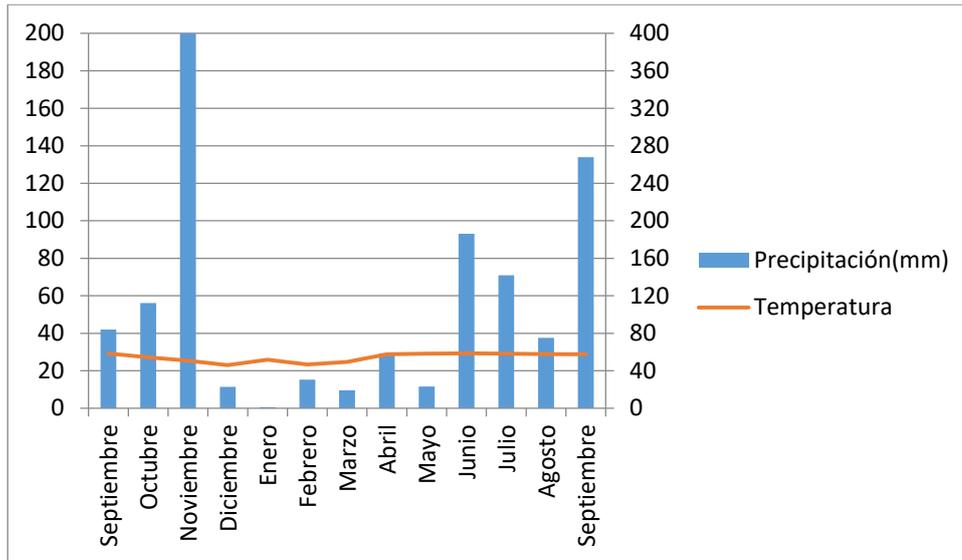


Figura 8.- Climograma septiembre 2020 – septiembre 2021.

Producción de frutos por árbol. Para calcular la producción de frutos por árbol, se contó el número de frutos por racimo y por rama del árbol de siete años (edad del árbol cuando se contaron los frutos) que se encuentra cultivado en la Universidad autónoma de Quintana Roo.

Caracterización de frutos. Cuando los frutos estuvieron maduros, se cortaron 100 frutos al azar para poder tomar medidas del peso, diámetro ecuatorial, longitud y grados Brix (Fig.9). Para medir el peso en gramos se utilizó una báscula granearía, las mediciones en centímetros se efectuaron con un pie de rey, también conocido como Vernier, que en realidad es un instrumento para calibrar o medir diámetros y profundidades de objetos pequeños.



Figura 9.- Pesado de frutos, medición de diámetro ecuatorial y longitud de los frutos.

Por último, se obtuvieron los grados Brix (relacionado con la dulzura del fruto) mediante un refractómetro manual (Fig. 10)



Figura 10.- refractómetro

Análisis estadístico

Los resultados cuantitativos se organizaron, analizaron estadísticamente y graficaron mediante los programas Excel y "r".

Elaboración de productos caseros con el fruto

Para cubrir el objetivo de proponer formas alternativas de aprovechamiento y comercialización de los frutos, se ensayaron tres productos elaborados de manera artesanal en frutos cercanos a su madurez y en frutos maduros.

1. Frutos hervidos.

Materia prima:

Frutos verdes

Agua suficiente para cubrir los frutos.

Procedimiento. Se cubren los frutos con agua y se hierve hasta que la cáscara se agrieta, el propósito es facilitar el desprendimiento de la cáscara o piel, el fruto no debe hervirse tanto con el fin de que la pulpa quede crujiente.

2. Frutos curtidos:

Materia prima:

20 frutos sazones

400 ml de agua

100 ml de vinagre de manzana

Sal al gusto

Chile habanero al gusto

1 recipiente de cristal con tapa (de 1 litro o 1,5 litros)



Figura 11.- Materia

Lavar los frutos, dejarlos secar y después pelarlos con un pela papa o cuchillo, posteriormente se pinchan con un cuchillo o palillo de dientes para facilitar la absorción de la sal, el vinagre y el chile. La mezcla de los ingredientes consiste en una quinta parte de vinagre por cuatro de agua, sal de mar y rodajas de chile habanero al gusto (Fig.12). Los frutos se envasan en frascos previamente esterilizados (Fig. 13).



Figura 12.- Proceso de esterilización del recipiente de vidrio

3. Frutos en almíbar:

Materia prima:

50 frutos sazones

1 kg de azúcar

2 litros de agua

Canela en rajas al gusto

Procedimiento. Calentar medio litro de agua hasta ebullición, luego se agregan los frutos previamente lavados, se dejan hervir por dos o tres minutos hasta que la cascara se agrieta (Fig. 11) después se deja enfriar para pelarlos. Finalmente, los frutos pelados se hierven por una hora con el agua, la canela y el azúcar.



Figura 13 Frutos hervidos con la cáscara rota

Evaluación de la aceptación de los productos

Se realizaron pruebas de degustación para 3 productos elaborados con el fruto de *S. dulcis* en la zona del boulevard de la ciudad de Chetumal, donde se dieron a probar los 3 productos a los transeúntes de la zona, elegidos al azar, con intervalo de edad de 12 a 72 años. Para tal efecto, se utilizó un formato de encuesta en donde se preguntó si conocía el fruto, el grado de aceptación en sabor en una escala del 1 al 10, así como el precio que cada persona estaría dispuesta a pagar por cada fruto.

Entrevistas

El estudio fue complementado con algunas entrevistas que se aplicaron al dueño del vivero (Sr. Silvestre Schiavon Santorelli) donde se adquirieron las plantas de menos de un metro de altura. De igual manera se entrevistaron a 4 personas que cultivan *S. dulcis* en la comunidad de X-Hazil Sur, esta comunidad se encuentra a un km del vivero, razón por la cual recibe influencia del vivero del Sr. Silvestre. Muchas personas laboran o han laborado como peones en el vivero y área de cultivo del Sr. Silvestre. Para aplicar las entrevistas en X-Hazil Sur, la técnica empleada fue la “bola de nieve” donde los señores que cultivan *S. dulcis* en sus huertos familiares proporcionaron información para localizar a más personas que cultivan la planta.

En las entrevistas se solicitó la siguiente información:

- Nombre del entrevistado/a.
- Dónde obtuvo la planta.
- Desde cuándo la obtuvo.
- Cómo la propaga o multiplica.
- Qué uso les da a los frutos
- Cuáles otros beneficios obtienen de la planta.

RESULTADOS

Fenología

Según se observa en la Figura 14 de la investigación, se puede concluir que la producción de flores y frutos en la especie estudiada ocurre a lo largo de todo el año, al igual que la brotación de nuevas ramas. Sin embargo, se encontró que hubo una menor brotación de ramas durante diciembre y enero, mientras que en marzo se registró una mayor pérdida de flores debido a que estos son los meses con menor precipitación en la zona de estudio. En contraste, en mayo hubo un mayor número de inflorescencias con botones y flores que continuaron su desarrollo, coincidiendo con un periodo de lluvias constantes que se presenta de abril a septiembre. En cuanto a la formación de frutos, se pudo constatar que se desarrollan durante todo el año, pero el periodo con mayor éxito en la formación de frutos fue entre julio y octubre. Este comportamiento fenológico fue similar en los 10 árboles jóvenes estudiados, los cuales iniciaron la emisión de flores a los 9 meses.

Desarrollo General de la planta

Spondias dulcis

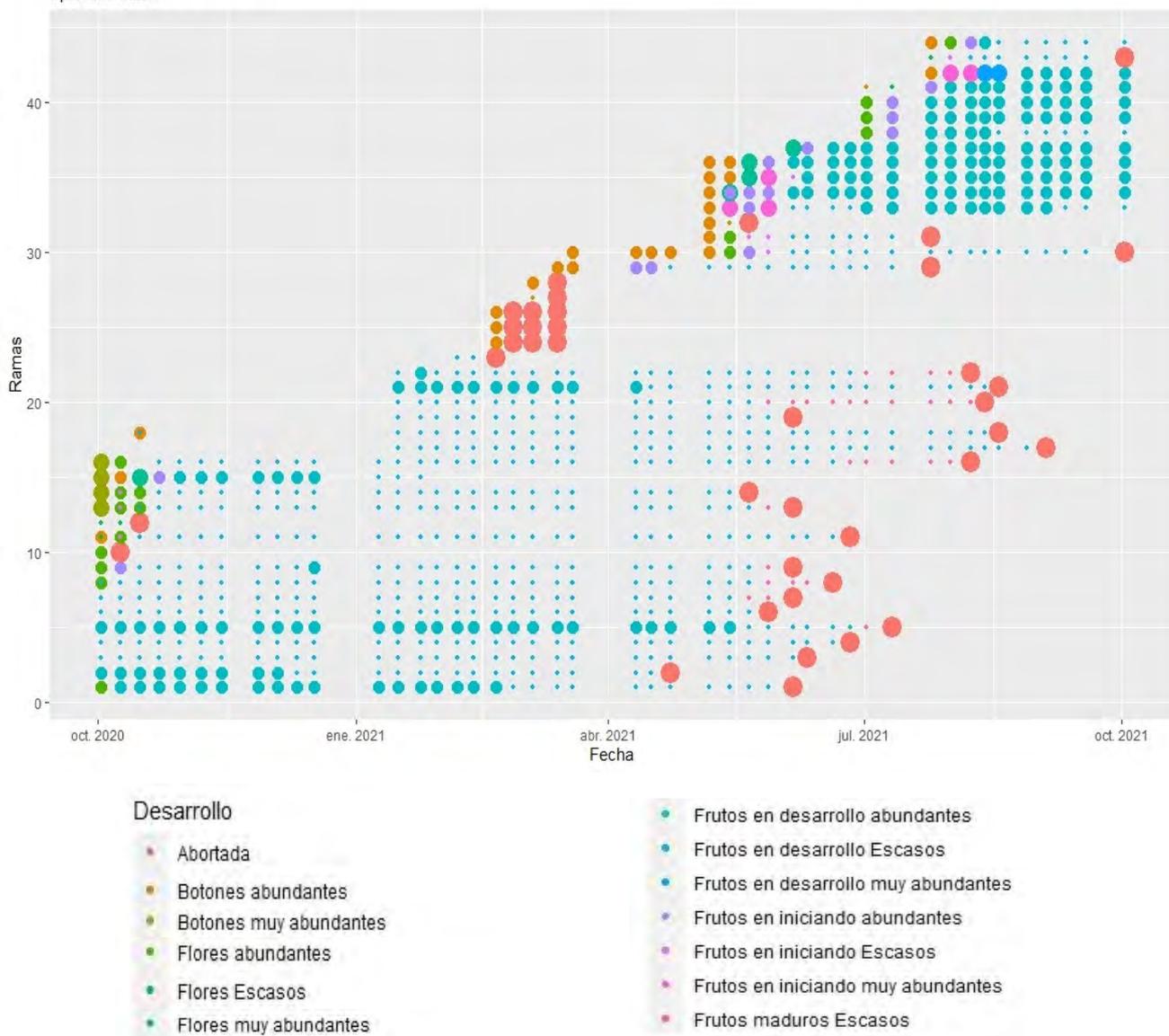


Figura 14.- Floración, fructificación y crecimiento vegetativo de acuerdo con datos registrados del 2020-2021.



Figura 15.- Desarrollo del fruto.

Fuente: Propia

El tiempo que transcurre desde la emisión de botones florales hasta el cuajado o amarre de los frutos es aproximadamente cinco semanas, en las siguientes dos semanas existe una alta absorción de frutos, los frutos que quedan en el racimo, aproximadamente en la semana siete, tienen una alta probabilidad de alcanzar la madurez (Fig. 15). Una vez que ocurre el cuajado del fruto, es decir, cuando el ovario ya se nota verde, ocurre un crecimiento acelerado del fruto durante los siguientes 2 meses (figura 16), después el crecimiento es mínimo, es decir, deja de crecer de manera acelerada. El tiempo de cambio de color de verde a anaranjado dura alrededor de 2 meses, luego se cae del árbol. En resumen, el tiempo de desarrollo del fruto en el árbol (hasta que alcanza el color amarillo y cae del árbol) es entre 6 a 7 meses.

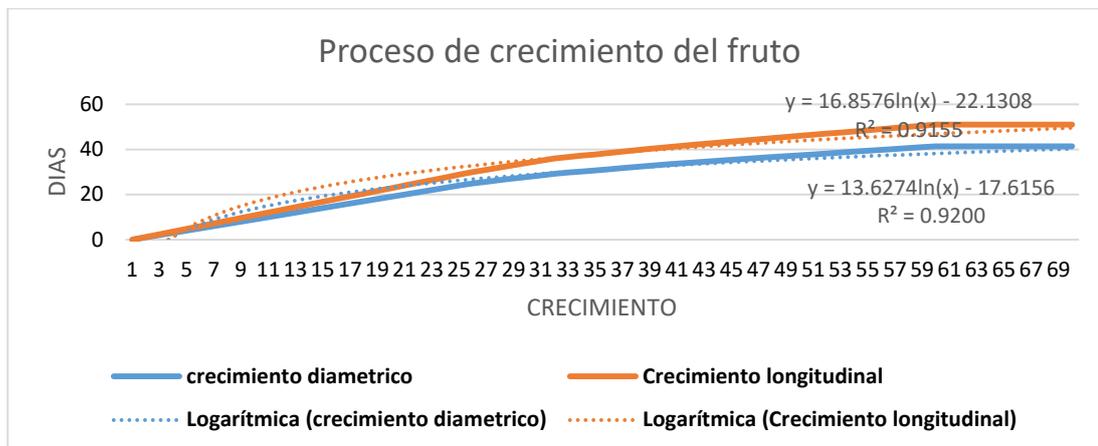


Figura 16. Crecimiento de los frutos después del inicio del desarrollo del fruto.

Características del fruto. Los resultados obtenidos de las mediciones son los siguientes; el peso promedio de los frutos fue 51 g, con peso máximo de 98 g y mínimo de 17,1 (Fig.17); a su vez, el diámetro ecuatorial promedio fue de 4 cm, con un valor máximo de 5.3 cm y mínimo de 2.9 cm (Fig.18); mientras que, la longitud promedio fue de 5.19 cm y los valores máximos y mínimo fueron 6.9 cm y 3.5 cm, respectivamente (Fig.19). Por otra parte, el valor promedio de los Grado Brix fue 13.17, y un valor máximo de 17.5 y mínimo de 7 (Fig.20).

Plagas y deficiencias: No se observaron plagas, pero si un color amarillo en las hojas cerca de los meses de febrero y marzo. tiempo en el cual la planta tubo menor producción, y pocos brotes nuevos.

Figura 18.- Diámetro ecuatorial de los frutos.

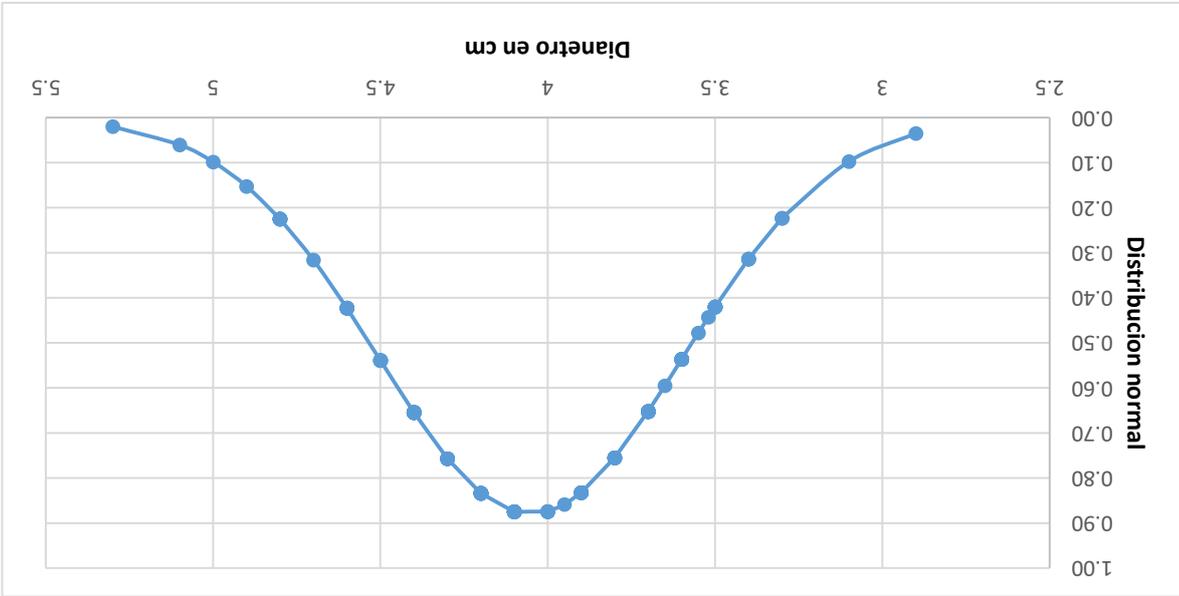


Figura 17.- Peso de los frutos.

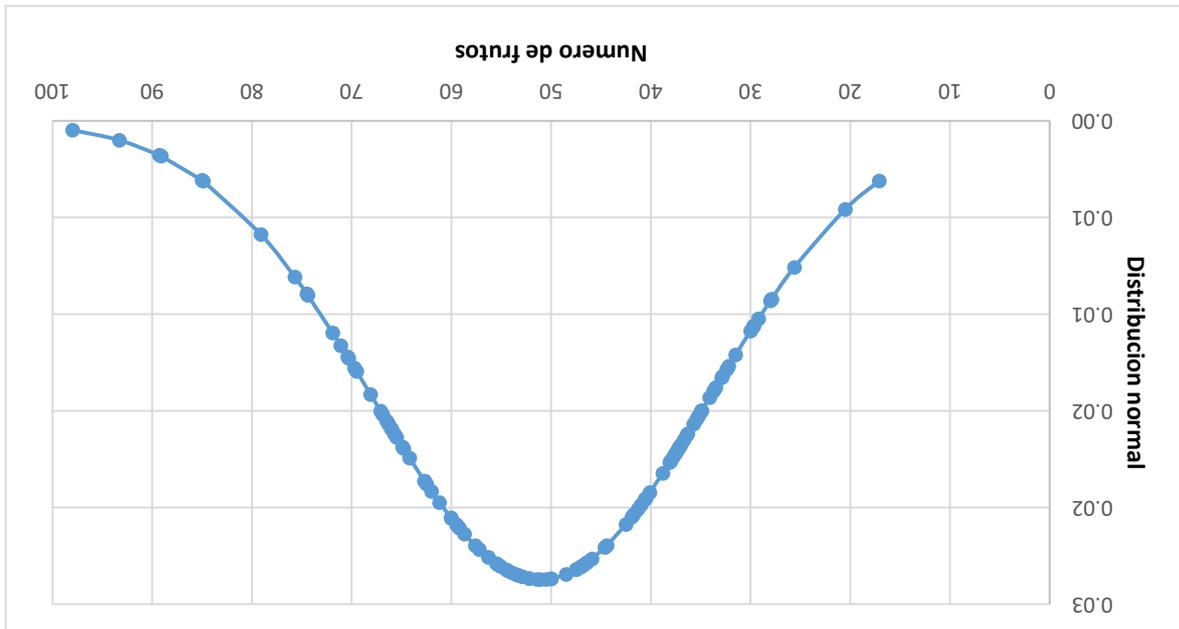


Figura 20 Grados Brix de los frutos.

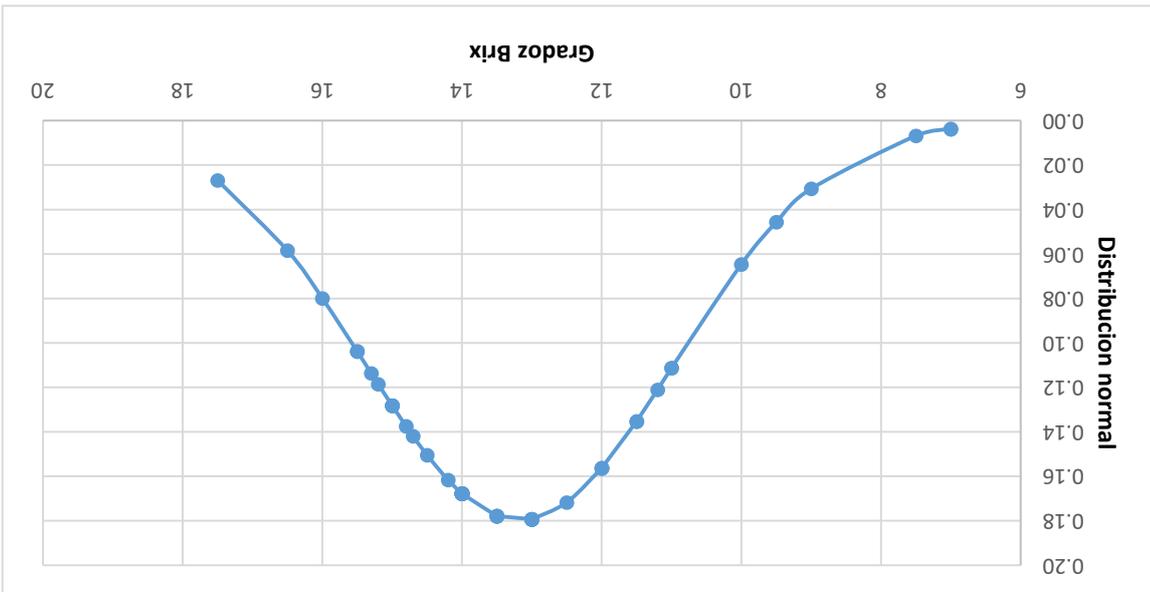
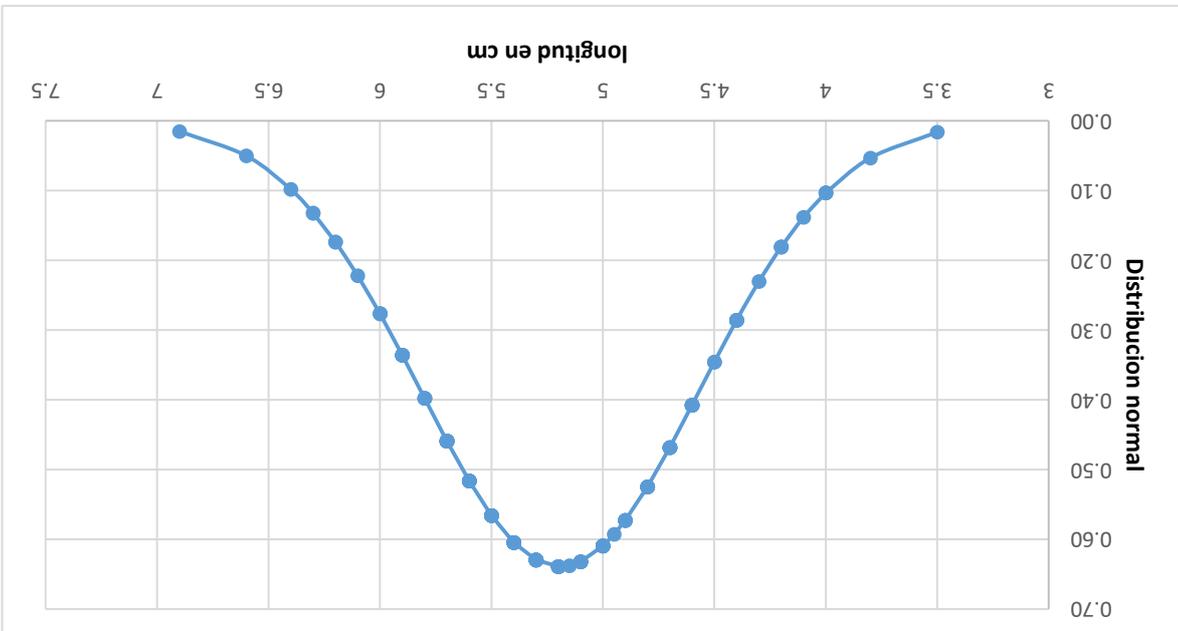


Figura 19.- Longitud de los frutos.



Productividad del árbol. En marzo de 2022, cuando el árbol tenía siete años, se registraron 159 racimos, cada racimo con 1 a 18 frutos, sumando un total 1386 frutos. Es importante aclarar que el número de frutos debió ser mayor, porque antes de marzo fue necesario cortar frutos para pesarlos, medirlos, obtener los grados Brix y así como elaborar los diferentes productos que se incluyen en el trabajo.

Aceptación de frutos procesados

Evaluación del sabor. De los 3 productos evaluados, el que obtuvo menor aceptación en sabor en las encuestas fue el producto número 1, con un 30.3 %; el siguiente, fue el producto curtido, con 33.3%; mientras que, el que obtuvo mayor aceptación fue el producto en almíbar, con 36.4% de aceptación (Fig. 21).

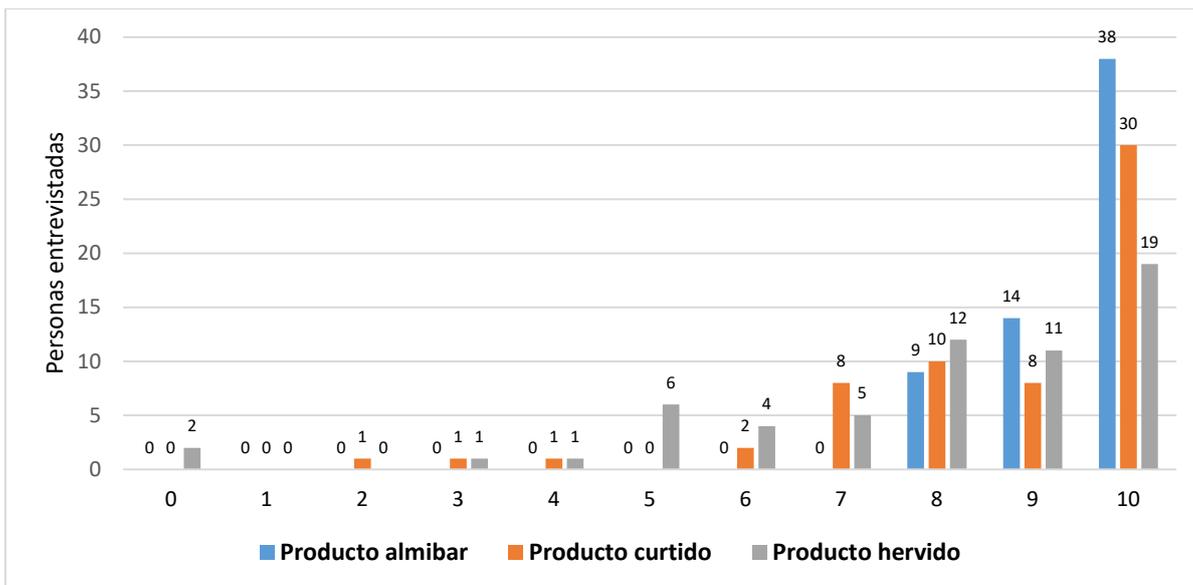


Figura 21.- Aceptación de sabor de tres productos

Evaluación de la presentación. El producto con menor aceptación fue 1, con 30.5%; el producto curtido obtuvo una aceptación de 33.2%, siendo el producto en almíbar el mejor evaluado, con 36.3% de aceptación (Fig. 22).

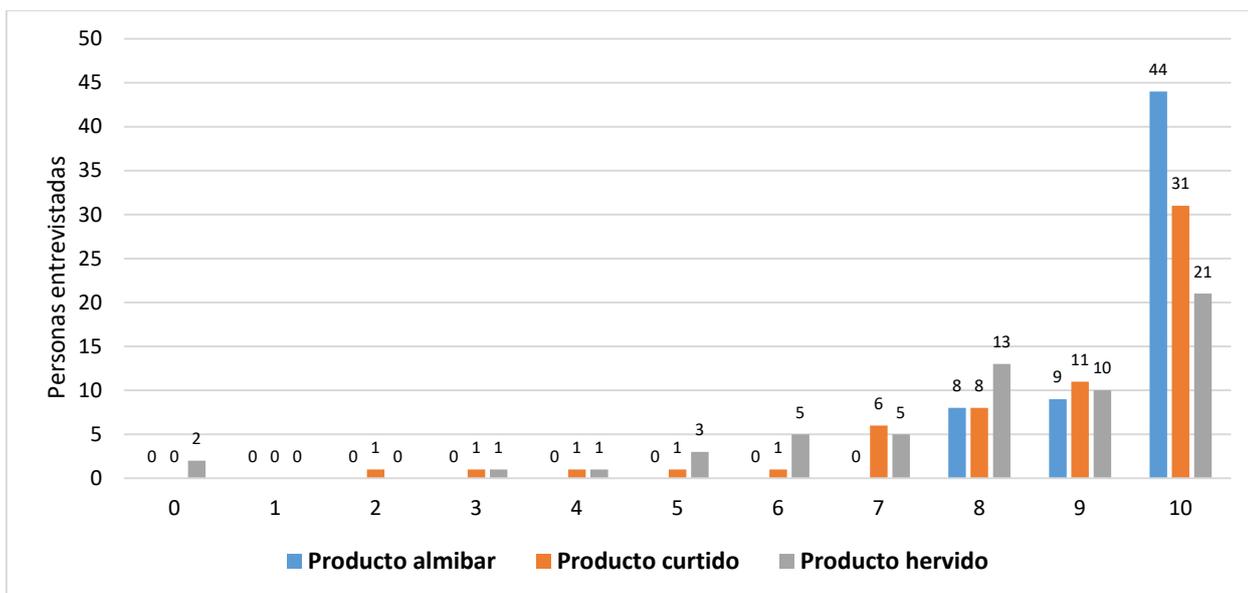


Figura 22.- Aceptación de la presentación de tres productos.

Precios propuestos por los encuestados. El producto hervido, alcanzó un precio promedio de \$ 8.1, un precio mínimo de \$2 y máximo de \$30 (Fig. 23). El producto curtido, consiguió un precio promedio es de \$ 6.8, y un precio mínimo de \$ 0 y máximo de \$ 30 (Fig. 24). El Producto en almíbar, logró un precio promedio es de \$ 4.3, un precio mínimo de \$ 0 y máximo de \$ 20 (Fig.25).

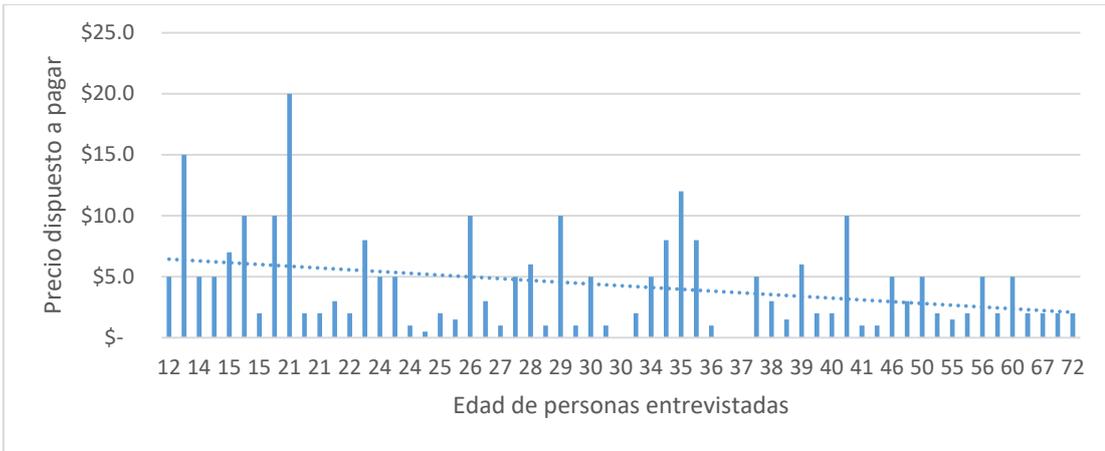


Figura 23.- Relación edad-precio dispuestos a pagar por frutos hervidos.

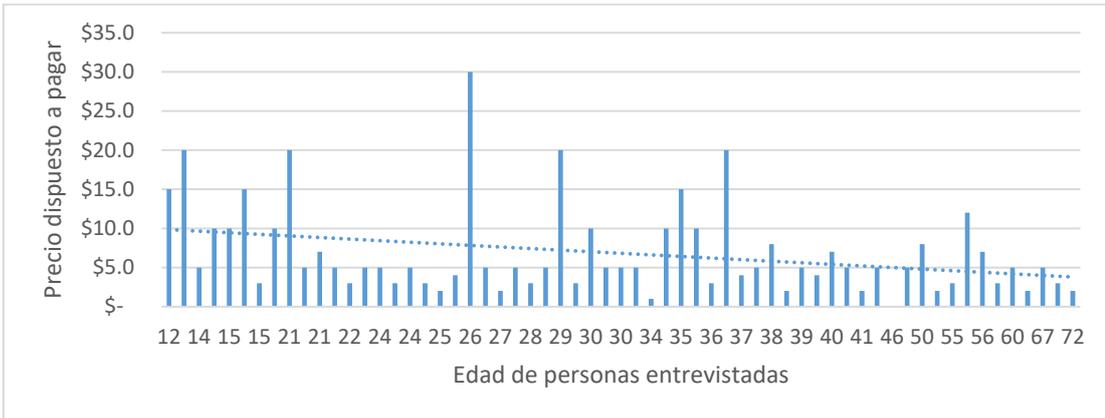


Figura 24.- Relación edad - precio dispuesto a pagar frutos curtidos.

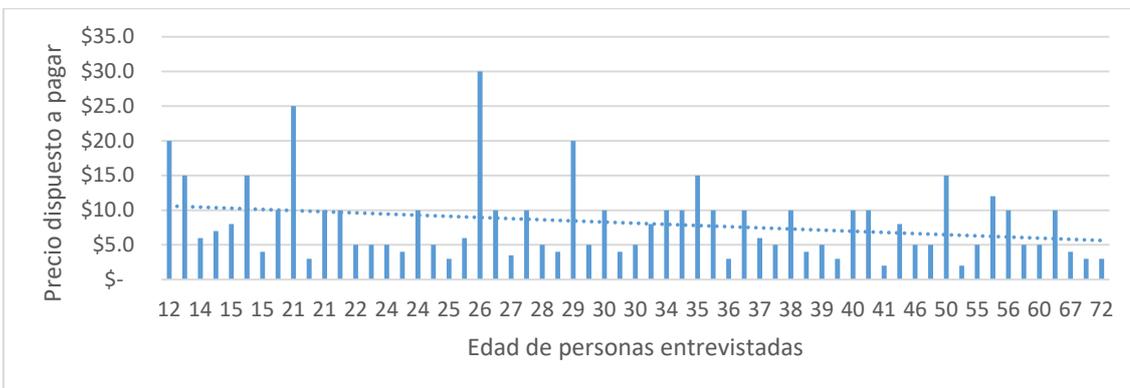


Figura 25.- Relación edad - precio dispuesto a pagar por frutos en almíbar.

Entrevistas

Cuadro 6.- respuesta de entrevistas recabadas en X-Hazil Sur

| Preguntas | Respuestas |
|--|--|
| Dónde obtuvieron las plantas. | Todos las obtuvieron del terreno del Sr. Silvestre Schiavon cuando trabajaban con él, obtuvieron semillas, solo dos personas obtuvieron las semillas de unos vecinos. |
| Desde cuándo las obtuvieron | La mayoría obtuvo la planta seis años atrás, solo una persona tenía dos años con la planta. |
| Cómo propaga o multiplica las plantas | La mayoría las propaga por semillas, retira la pulpa. Solo una persona las obtuvo cuando tiro algunas semillas y germinaron. La propagación se hace en cualquier época del año. |
| Qué usos o beneficios obtiene de la planta. | Don Silvestre Schiavon Santorelli consume la fruta a lo largo de todo el año, la incluye en sus ensaladas, prefiere las frutas muy jóvenes porque puede comerla toda, incluida la semilla. Las personas de Hazil- Sur venden las frutas verdes, las colocan en bolsas de plástico transparente. También preparan los frutos en dulce. Varios propagan plantas para venderlas, el precio oscila entre \$80 a \$100. Además, las ramas se dan como alimento a los pollos y puercos. Una manda la fruta y las plántulas a otra comunidad (Noh-bec) para su venta. |

La información recabada durante las entrevistas realizadas en la comunidad de X-Hazil Sur son las mencionadas en el Cuadro 6

DISCUSIÓN

Las especies cultivadas en México, según Cruz (2012), son *Spondias mombin*, *S. radlkoferi* y *S. pupurea*; por consiguiente, *S. dulcis* queda catalogada como una especie exótica para México, porque su cultivo no es común, además de ser una planta introducida, originaria de la Polinesia, aparentemente de Indonesia.

En lo que se refiere a la fenología, se observó que entre el mes de diciembre de 2020 y el mes de enero de 2021 prácticamente todas las inflorescencias que se encontraban en etapa de botón floral o flores abiertas detuvieron su desarrollo y los botones y las flores se cayeron, en estos meses también se observó una emisión pobre de ramas vegetativas. Dado que las inflorescencias son terminales, si no hay emisión de ramas, tampoco se forman inflorescencias. Como se puede observar en el climograma (Fig. 10), en diciembre y enero descendió la precipitación y la temperatura, lo que permite concluir que ambos parámetros ambientales afectan el desarrollo vegetativo y reproductivo del ciruelo mango. Un comportamiento similar se observó en el mes de marzo, todos los botones florales o flores de las inflorescencias se perdieron en un lapso de una semana, en el climograma se puede verificar que marzo fue el segundo mes con menor precipitación en 2021; en contraste, durante mayo de 2021 se registró el mayor número de emisión de inflorescencias, lo que parece estar correlacionado con el mes previo, abril, cuando se registró una inusual precipitación abundante. Las plantas monitoreadas produjeron frutos a lo largo de todo el año; igualmente, se cosecharon frutos maduros en diferentes épocas del año, coincidiendo con los reportado por Rivero *et al.* (2016) quien reporta, para el genotipo enano, producción en todo el año en Perú.

En cuanto a la producción de frutos, con base en los datos registrados en esta investigación, donde se contaron 1386 frutos en un árbol de 7 años (datos tomados en marzo de 2021) y dado que el peso promedio del fruto fue de 51 g, se determinó una producción de 70.6 kg en el árbol. La estimación de frutos por ha en un monocultivo

con distanciamiento entre árboles de 7 m y callejones de 10 metros nos arrojó 140 plantas por ha, con una producción estimada de 9.8 t. Sin embargo, es conveniente recordar que en los 70.6 kg no se consideraron los frutos que se habían cortado previamente para elaborar los productos caseros; por consiguiente, la producción real debe superar las 10 toneladas por ha, concordando con la producción de *S. dulcis* (genotipo chico) que se reporta para Perú (Rivero *et al.*, 2016) No obstante, hay que enfatizar que si se pretende lograr un agroecosistema exitoso, nunca se debe manejar monocultivos, como lo reportó Bauer, Kim y Baldeo (1993) los árboles de *S. dulcis* permanecían prácticamente libre de plagas y enfermedades en Granada al ser cultivados junto con cacao, nuez moscada, plátanos y cítricos.

La línea genética estudiada en este trabajo fue la enana o miniatura, esta planta, de acuerdo con Graham *et al* (2004) reúne diversas características idóneas: "(i) disponibilidad: la fruta en miniatura está disponible todo el año, mientras que la fruta grande es estacional; (ii) facilidad de cosecha - el tamaño más pequeño del árbol facilita la cosecha a mano; (iii) fecundidad temprana: la fecundación inicial ocurre en 6 meses en el tipo miniatura en comparación con varios años en el tipo grande; (iv) rendimiento - la planta enana se puede establecer a densidades muy altas dando rendimientos muy altos por unidad de superficie en comparación con el tipo grande; (v) facilidad de preparación del material para el procesamiento: la fruta más pequeña se presta más fácilmente a ciertos tipos de procesamiento. En este estudio hay acuerdo con cuatro puntos señalados por Graham *et al.* (2004), solo el tres fue diferente, porque la floración inició a los nueve meses en Chetumal, lo que podría explicarse por las condiciones de desarrollo de la planta. Las planta de esta investigación no recibió ni riego ni fertilización, solo se puso restos de jardinería alrededor de la planta cuando se observó amarillenta. Es conocido que la aplicación de fertilizantes macro y micro fertilizantes o abonos orgánicos de buena calidad mejoran el desarrollo de los árboles y quizás aceleran el inicio de producción de inflorescencias.

Entre las diferencias esenciales que se pueden citar entre las especies de ciruelas que se cultivan en México y *S. dulcis*, se encuentra la producción estacional relativamente corta de *S. mombin*, *S. radlkoferi* y *S. pupurea*, a diferencia de lo reportado en este trabajo para *S. dulcis*. Por otra parte, el ciruelo mango es abundante en pulpa comestible, a diferencias de las otras ciruelas aprovechadas en México. Las características sobresalientes de *S. dulcis*, previamente citadas, podrían ser de mucha utilidad para mejorar genéticamente a las otras especies de *Spondias*, con el fin de incrementar la pulpa de la fruta y ampliar el periodo de producción de frutos.

La producción continua de frutos de *S. dulcis* es ventajosa, porque se pueden consumir frescos en cualquier etapa de desarrollo; igualmente, los frutos se pueden procesar en diferentes etapas de crecimiento para obtener diversos productos, tanto caseros como industriales.

Los productos que se elaboraron en este trabajo, de muy fácil elaboración, más otras opciones citadas en la literatura, tal como la descrita por Robles (2018), son buenas alternativas para ampliar el periodo de comercialización de los frutos, lo que incrementará los ingresos. En México existe poca experiencia en procesamiento de *S. dulcis*; por consiguiente, las investigaciones en este aspecto serán de mucho valor para diversificar los productos para la industria de los alimentos.

En la evaluación de los productos elaborados, se constató que la preferencia de los productos es variable, la minoría prefirió las frutas hervidas acompañadas con sal y chile, curiosamente, más de una persona sugirió que podrían ofrecerse como botanas para ser acompañadas con cerveza. Las frutas hervidas implican poco gasto, prácticamente solo es el costo del gas, pero el gas requerido es mínimo porque hay que recordar que la cáscara se agrieta con apenas dos o tres minutos de hervor, el objetivo es obtener frutos aún crujientes porque así tienen buena aceptación. Los frutos en almíbar implican mayor tiempo y costo en su elaboración, pero fueron los mejor aceptados y hubo mayor disposición para pagar precios más altos por cada fruto, pero

las personas de mayor edad fueron las que propusieron precios más bajos, probablemente porque tienen más experiencia del costo de otros productos procesados de la misma manera.

Una de las personas más relevantes para la obtención de información en el Estado fue el Sr. Silvestre Schiavon Santorelli, debido a que con él se consiguió la primera planta que se sembró en la UAEQRO, en su vivero ubicado a la entrada del poblado X-hazil sur. El Sr. Silvestre también ha jugado un papel trascendental en la dispersión de las plantas del ciruelo mango, debido a varias personas; son ejemplo, sus empleados, exempleados y personas que han pasado por el vivero se han interesado por el cultivo de la planta. Muchas de estas personas ya obtienen beneficios al consumir los frutos y al vender los mismos, incluso por la venta de las plantas.

Los resultados obtenidos en este estudio auguran un futuro prometedor para *S. dulcis*, tanto por la adaptación de la planta al cultivo, como por la aceptación de los frutos frescos o procesados. No obstante, se requieren más investigaciones en diferentes áreas del conocimiento para optimizar el aprovechamiento del recurso. En el campo agrícola se debe incluir el estudio de plagas, enfermedades, nutrición, podas, entre otras investigaciones. En el procesamiento de los frutos se debe abarcar la producción de licores, pures, jugos, mermeladas, frutos deshidratados, y muchos otros productos más, ya sea a nivel artesanal o a nivel industrial.

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en el presente trabajo indican un gran potencial de *S. dulcis* para ser cultivado desde la zona centro al sur de Quintana Roo a la zona sur, para producir frutos para su consumo en fresco o procesado. Las plantas produjeron durante todo el año, por lo que puede ser una excelente alternativa, en contraste con otros frutos de producción estacional, incluido el mango. Su procesamiento a nivel casero ya sea hervido, curtido con sal y vinagre o en almíbar incrementan el periodo de comercialización, lo mismo que los ingresos.

El ciruelo mango ya brinda beneficios en la nutrición y la generación de ingresos, a pequeña escala en al menos una comunidad de la zona maya (X-Hazil Sur), lo que permite inferir que podrá ser un cultivo valorado por el resto de las comunidades mayas, además de otras zonas de Quintana Roo, incluyendo comunidades de inmigrantes que se dedican a la agricultura.

RECOMENDACIONES

- Incentivar a futuras investigaciones a realizar un estudio comparativo del Fruto *Spondias Dulcis* “Ciruelo Mango” en sus diferentes estadios de maduración.
- Motivar a realizar investigaciones utilizando otros procedimientos para el estudio agronómico más sistematizado.
- Incentivar a otros autores a elaborar productos a base del fruto en diferentes estadios de maduración, para alargar la vida del fruto poscosecha.

Referencias bibliográficas

- Airy Shaw, H.K. & L.L. Forman. 1967. The genus *Spondias* L. (Anacardiaceae) in tropical Asia. Kew Bulletin 21: 1-20.
- Avitia G E, Castillo G A M, Pimienta B E (2000) Ciruela mexicana y otras especies del genero *Spondias* L. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Estado de México, México. 75 p.
- Avitia, G.E. 1996. Anatomía precigótica y postcigótica en relación al aborto de óvulos y semillas en *Spondias purpurea*L. Tesis de Doctorado. Colegio de Postgraduados. Montecillo, México. 118 p.
- Bauer T, Kim J, Baldeo I (1993). A preliminary study on the golden apple (*Spondias dulcis*) production and marketing in Grenada. IICA Miscellaneous Publication Series.
- Benavente, Fray T. 1969. Historia de los Indios de la Nueva España. Porrúa. México D.F., México. 256 p.
- Bhuiyan M., H. R. 2012. Pickle and Chutney Development from Fresh Hog Plum (*Spondias dulcis*). J. Environ. Sci & Natural Resources. 5(2): 67-72.
- Candiotti g., C. 2020. "Actividad antioxidante y hepatoprotectora del zumo de taperiba (*spondias dulcis* sol. ex parkinson) en ratas con hepatotoxicidad inducida por paracetamol" Tesis de Maestría. Universidad Nacional Agraria La Molina. 76 p.
- Carrillo Espinoza, Z. L., Litano Navarro, R. Y., Quilcat Morán, B. F., Silva Terrones, J. K., & Villegas Montalván, A. (2020). Diseño de una planta de producción de Néctar de Mango Ciruelo en el departamento de Piura. Piura.
- Colmeiro, Miguel. (1871). La Botánica y los botánicos de la Península Hispano-Lusitana: estudios bibliográficos y biográficos. Madrid: Imprenta y Fundición de M. Tello.

- Cruz L. A., A. Pita D., y B. Rodríguez H. 2012. Etnobotánica de los abales (ciruela mexicana) de Yucatán. *In*: Cruz L. A., A. Pita D., B. Rodríguez H. (Comps.). *Jocotes, jobos, abales o ciruelas mexicanas*. (pp. 63-75). Universidad Autónoma Chapingo, México
- Deshuesado, C. 2006. *Las mejores plantas fructíferas de Florida: árboles, arbustos y enredaderas nativas y exóticas*. Sarasota, Florida: Pineapple Press, Inc. pág. 23.
- Diatta, A. (2017). *Activité Anti-Hyperglycémiant Et Élucidation Structurale Des Composés Isolés Des Feuilles De *Spondias Purpurea* L. (Anacardiaceae)*. *European Scientific Journal, ESJ*. Recuperado de <https://eujournal.org/index.php/esj/article/view/10359>
- Díaz del Castillo, B. 1992. *Historia verdadera de la conquista de la Nueva España*. Editores Mexicanos Unidos. 2da edición. México D.F., México. 771 p.
- Ding Hou. 1978. *Anacardiaceae*. *In* *Flora malesiana*, ser 1, vol. 8(3), C. G. G. J. van Steenis (ed.). Sijthoff & Noordhoff, Alphen van der Rijn. p. 395-548
- Fowler, T. (2014). *Spondias dulcis*: A sweet and sour fruit with potential. *Phys.org*. Recuperado de <https://phys.org/news/2014-11-spondias-dulcis-sweet-sour-fruit.html>
- GBIF | Global Biodiversity Information Facility (s.f.) *Global Biodiversity Information Facility*. (2001). Obtenido de <https://www.gbif.org>
- Graham OS, Wickham LD, Mohammed M (2004) Atributos de crecimiento, desarrollo y calidad de la manzana dorada en miniatura (*Spondias cytherea* Sonn) Parte II: Atributos fisicoquímicos y organolépticos asociados con la maduración de la fruta. *Int J Food Agri Environ* 2: 101-106
- Graham OS, Mohammed M, Wickham LD (2004) Efectos de los tratamientos térmicos sobre la calidad de las manzanas doradas en miniatura (*Spondias cytherea* Sonn) durante el almacenamiento a baja temperatura. *Int J Food Agri Environ* 2: 43-48.
- Geografía, I. N. (s.f.). *cuentame.inegi*. Recuperado de <https://cuentame.inegi.org.mx>

Guzmán Martínez, (2015). Determinación de los parámetros óptimos para la obtención de néctar a partir del mango ciruelo (*Spondias Cytherea*) edulcorado con stevia (Rabaudiana Bertoni). Tesis para la obtención de título profesional. Universidad Nacional de Piura, Piura. Obtenido de <http://repositorio.unp.edu.pe/bitstream/handle/UNP/662/IND-%20GUZ-MAR-15.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Jayarathna PLI, Jayawardena JAEC y Vanniarachchy MPG, "Identificación de propiedades físicas, químicas y perfil de sabor de *Spondias dulcis* en tres etapas de madurez", International Research Journal of Advanced Engineering and Science, volumen 5, número 1, págs. 208-211, 2020.

Judd, W. S., C. S. Campbell, E. A. Kellogg, P. F. Stevens y M. J. Donoghue. 2002. Plant systematics, a phylogenetic approach, 2nd ed. Sinauer, Sunderland, Massachusetts. 576 p.

Khairunnisa, E., Setiawan, A., & Rohadi, D. (2017). Phenology and fruit quality of miniature ambarella (*Spondias dulcis* Forst. F.) in Bogor, West Java. Scientia Horticulturae, 220, 113-119.

Lago-Vanzela, E. S. (2011, 1 junio). *Chemical and sensory characteristics of pulp and peel «cajá-manga» (Spondias cytherea Sonn.) jelly.* <https://www.scielo.br/j/cta/a/yJ5qq5sMFVbmXJdfzkyJrNJ/abstract/?lang=en>

Macía, J.M. & A.S. Barfod. 2000. Economic botany of *Spondias purpurea* (Anacardiaceae) in Ecuador. Econom. Bot. 54:449-458.

Maldonado Salazar, E.; K. I. Quiñones Quiñones; H. D. Vásquez y J. C. Miranda (2005). Estudio fisicoquímico, bromatológico, fitoquímico y potencial de transformación artesanal de la ciruela del Pacífico. Acta Agronómica 54(1). Universidad Nacional de Colombia.

Manzoor, M. F., Khan, A., Shah, M. A., Nazir, S., & Khan, R. A. (2020). Antioxidant and antidiabetic potential of *Spondias dulcis* fruit extract: In vitro and in vivo approaches. Journal of Food Science and Technology, 57(8), 2825-2834.

- Martínez-Millán, Marcela, & Cevallos-Ferriz, Sergio R. S.. (2005). Arquitectura foliar de Anacardiaceae. *Revista mexicana de biodiversidad*, 76(2), 137-190. Retrieved March 28, 2023, from http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-34532005000200003&lng=en&tlnq=e
- Md. Moklesur Rahman Sarker, I. N. (2012). Preliminary Screening of Six Popular Fruits of Bangladesh for in vitro. *Bangladesh Pharmaceutical Journal* , 31-37.
- Miller, A. & B. Schaal. 2005. Domestication of a Mesoamerican cultivated fruit tree, *Spondias purpurea*. P.N.A.S. 102:12801-12806.
- Miller, A. & B. Schaal. 2005. Domestication of a Mesoamerican cultivated fruit tree, *Spondias purpurea*. P.N.A.S. 102:12801-12806.
- Mitchell JD & Daly DC (2015) A revision of *Spondias* L. (Anacardiaceae) in the Neotropics. *PhytoKeys* 55: 1–92. doi: 10.3897/phytokeys.55.8489 recuperado de https://www.researchgate.net/publication/281340520_A_revision_of_Spondias_L_Anacardiaceae_in_the_Neotropics
- Mohammed M., Bridgemohan P, Mohamed MS, Bridgemohan RSH and Mohammed Z. 2017. Postharvest Physiology and Storage of Golden Apple (*Spondias cythera sonnerat* or *Spondias dulcis forst*): A Review. *J Food Process Technol.* 8:12
- Mohammed M., S. Hajar Ahmad, R. Abu Bakar, and T. Lee Abdullah. 2011 Golden apple (*Spondias dulcis Forst. syn. Spondias cytherea Sonn.*). Woodhead Publishing Limited. 280 p.monthly by José T. Mejía, 3861 S. Deerwood Dr., Harvey, LA 70058, USA. Pag 187.
- Morton, J. F. (1993). Plantas útiles para consumo familiar en la. *Caribbean Journal of Science*, Vol. 29, No, 3-4, 235-249.
- Morton, J. A. 1987. Centro de Nuevos Cultivos y Productos Vegetales. Universidad de Purdue. Miami Fl. 320p.

Morton, J. F. (1987). *Frutos de climas cálidos*. Miami.

Owen S Graham, Lynda D. Wickham y Majeed Mohammed. "Growth, development and quality attributes of miniature golden apple fruit (*Spondias cytherea* Sonn) Part I: Fruit growth and development to maturity.", *Food, Agriculture & Environment* Vol.2 (1) : 90-94. 2004

Pennington, T.D. & J. Sarukhán. 1998. *Árboles tropicales de México*. 2da edición. Fondo de Cultura Económica, Universidad Nacional Autónoma de México. México D.F., México. 521 p.

Pinedo Panduro, M., Rengifo Salgado, E., & Cerrutti Sifuentes, T. (1997). *Plantas medicinales de la Amazonía peruana., estudio de su uso y cultivo*. Obtenido de iiap.gob.pe: <http://repositorio.iiap.gob.pe/handle/IIAP/131>

potássicos na produção de porta-enxertos de umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arr. Cam.). *Revista Caatinga*, v. 26, n. 4, p. 117-122, 2013.

Programa de Desarrollo Urbano de Chetumal-Calderitas-Subteniente López-Huay-Pix y Xul-Há.(2018) Recuperado el 12 de junio de 2022, de

Pulido-Salas, M. T. (1993). Plantas Útiles para consumo familiar en la. *Caribbean Journal of Science*, Vol. 29, No, 3-4, 235-249.

Rahmatullah M, Ferdausi D, Mollik MAH, Azam MNK, Rahman MTU *et al.*, 2009.

Ethnomedical survey of bheramara area in Kushtia district, Bangladesh. *Am-Eurasian J Sustain Agric*, 3: 534541

Ramírez Hernández, Blanca C, Barrios Eulogio, Pimienta, Castellanos Ramos, Javier Z, Muñoz Urias, Alejandro, Palomino Hasbach, Guadalupe, & Pimienta Barrios, Enrique. (2008). Sistemas de producción de *Spondias purpurea* (Anacardiaceae) en el centro-occidente de México. *Revista de Biología Tropical*, 56(2), 675-687. Retrieved March 27, 2023, from http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-77442008000200021&lng=en&tlng=es.

Rivero, A., Benites Correa, M. F., Guarnizo Solano, F. A., Santa Cruz, J. A., Pérez Niño, J. A., Tirado Arévalo, P. D., & Tirado, L. (2016). DISEÑO DE UNA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE MERMELADA DE MANGO CIRUELO PARA UNA COMUNIDAD AGRÍCOLA". Piura: Repositorio Institucional de la Universidad de Piura.

Santos LA (2010) *Caracterização Morfológica e Molecular de Umbu-Cajazeira (Spondias sp.) no semiárido da Bahia*. Tese. Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Brasil. 65 pp.

Silva, A.R.A., de Moraes, S.M., Mendes, M.M.M., de Oliveira, D.F., Costa B.C., de Almeida, R.R., Pinto I.G.V & Florindo, M.I.G (2012). Chemical composition, antioxidant and antibacterial activities of two *Spondias* species from Northeastern Brazil. *Pharmaceutical Biology*, 50(6), 740-746. <https://doi.org/10.3109/13880209.2011.627347>.

Sinan, K., Zengin, G. ..., Zheleva-Dimitrova, D. ..., Gevrenova, R. ..., Picot-Allain, M., Dall'Acqua, S. ..., . . . Mahomoodally. (2021). Explorando los perfiles químicos y los valores biológicos de dos especies de *Spondias* (*S. dulcis* y *S. mombin*): valiosas fuentes de productos naturales bioactivos. Antioxidantes.

Stick, J. (2020). *Estudio exploratorio de la ciruela del pacífico Spondias dulcis P. en Buenaventura Valle del Cauca Colombia*. Tesis de licenciatura no publicada, Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD. Palmira, Colombia.

Tovar S., H. M., G. A. Ballesteros P., A., Robledo P. y A. Cruz L. 2012. Botánica de *Spondias* L. (Anacardiaceae): In: Cruz L. A., A. Pita D., B. Rodríguez H. (Comps.). *Jocotes, Jobos, Abales o Ciruelas Mexicanas en México*. (pp. 11-30). Universidad Autónoma Chapingo, México.

Tropicos.org. Jardín Botánico de Misuri. 07 jun 2023 <https://tropicos.org/name/1300024>

Turner, B.L. & C.H. Miksicek. 1984. Economic plant species associated with Prehistoric agriculture in the Mayalowlands. *Econom. Bot.* 38: 179-93.

Vázquez-Yanes, C., A.I. Bastis-Muñoz, M.I. Alcocer-Silva, M. Gual-Díaz & C. Sánchez-Dirzo. 1999. Árboles y arbustos nativos potencialmente valiosos para la restauración ecológica y la reforestación. Reporte técnico del proyecto JO84.CONABIO. Instituto de Ecología, UNAM. <http://xolo.conabio.gob-mx/arboles/intret-JO84.ntml>.

Wiat, C. (2006). Medicinal plants classified in the family Anacardiaceae. Medicinal Plants of Asia and the Pacific, p. 191. Boca Raton, FL: CRC Press.