



INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE TIERRA BLANCA

MAESTRÍA EN CIENCIAS DE LOS ALIMENTOS Y BIOTECNOLOGÍA

DESARROLLO DE UN ALIMENTO FUNCIONAL A PARTIR DE LA
PULPA DE JOBO (*Spondias Mombin L.*)

T E S I S

PARA OBTENER EL GRADO DE:

**MAESTRA EN CIENCIAS DE LOS ALIMENTOS Y
BIOTECNOLOGÍA**

PRESENTA:


I.C.T.A. GISELA FERNANDA PADILLA GARCÍA

COMITÉ TUTORIAL:

DRA. KARINA BUSTOS RAMÍREZ (DIRECTORA)

DRA. KAREN AYLIN VARGAS GARCÍA (ASESORA)

DRA. ELIZABETH DEL CARMEN VARELA SANTOS (ASESORA)

	INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE TIERRA BLANCA
	DICTAMEN DE LA COMISIÓN DICTAMINADORA

Tierra Blanca, Ver., a 09 de Febrero de 2024

DRA. KARINA BUSTOS RAMIREZ
SUBDIRECTOR DE POSGRADO E INVESTIGACION

Los que suscriben, miembros de la comisión revisora, una vez concluido y analizado los contenidos de la Tesis de Maestría que presenta que presenta el C.:

Gisela Fernanda Padilla Garcia

Con el título de:

**"DESARROLLO DE UN ALIMENTO FUNCIONAL A PARTIR DE LA PULPA
DE JOBO (*Spondias Mombin L.*)"**

Determinan que es aceptada, como requisito parcial para la obtención del grado de Maestría en ciencias de los Alimentos y Biotecnología.

ATENTAMENTE

PRESIDENTE	Dra. Karina Bustos Ramirez
SECRETARIO	Dra. Karen Aylin Vargas Garcia
VOCAL	Dra. Elizabeth del Carmen Varela Santos
VOCAL SUPLENTE	Dra. Gilda Avendaño Vasquez





INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE TIERRA BLANCA

ORDEN DE IMPRESIÓN

FECHA: 26 DE FEBRERO DE 2024
DEPENDENCIA: SUBDIRECCIÓN DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN
OFICIO NUM: Oficio No. ITSTB/SPeI/003
ASUNTO: ORDEN DE IMPRESIÓN

C. GISELA FERNANDA PADILLA GARCÍA
CANDIDATA A LA MAESTRÍA EN CIENCIA DE LOS ALIMENTOS Y BIOTECNOLOGÍA
PRESENTE

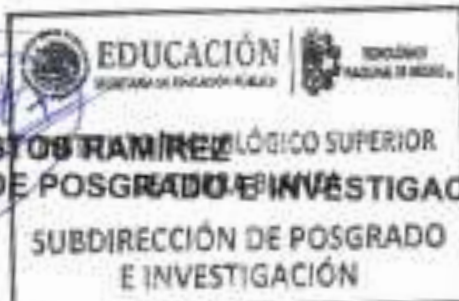
De acuerdo con los requisitos para la obtención del grado de los lineamientos para la operación de los estudios de posgrado de los Institutos Tecnológicos, dependientes del Tecnológico Nacional de México y habiendo cumplido con todas las indicaciones que la comisión revisora le hizo respecto a su trabajo profesional titulado:

"DESARROLLO DE UN ALIMENTO FUNCIONAL A PARTIR DE LA PULPA DE JOBO (*Spondias Mombin* L.)"

Comunico a Usted, que tienen la autorización, para que proceda a la impresión de su trabajo de tesis.

ATENTAMENTE

DRA. KARINA BUSTO RAMÍREZ
SUBDIRECTORA DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN



c.c.p. Archivo



INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE TIERRA BLANCA

**FORMATO DE ASIGNACIÓN DE FECHA DE ACTO DE RECEPCIÓN
PROFESIONAL**

FECHA: 26 DE FEBRERO DE 2024
DEPENDENCIA: SUBDIRECCIÓN DE POSGRADO E
INVESTIGACIÓN
OFICIO NÚM: OFICIO No. ITSTB/SPeI/004
ASUNTO: ACTO DE RECEPCIÓN PROFESIONAL

C. GISELA FERNANDA PADILLA GARCÍA
CANDIDATA A LA MAESTRÍA EN CIENCIA DE LOS ALIMENTOS Y BIOTECNOLOGÍA

PRESENTE

Por medio de la presente le informo, la fecha, hora y lugar en que se desarrollara su acto examen de grado:

Fecha: Miércoles 28 de febrero de 2024

Hora: 12:00 p.m

Lugar: Sala de Titulación del Instituto Tecnológico Superior de Tierra Blanca

Cuyo jurado queda de la siguiente forma:

Presidenta: Dra. Karina Bustos Ramírez
Secretario: Dra. Karen Aylin Vargas García
Vocal: Dra. Elizabeth del Carmen Varela Santos
Vocal Suplente: Dra. Gilda Avendaño Vásquez

Sin más por el momento quedo a tus apreciables órdenes.

ATENTAMENTE

DRA. KARINA BUSTOS RAMÍREZ
SUBDIRECCIÓN DE POSGRADO
E INVESTIGACIÓN



c.c.p. Departamento de Servicios Escolares para su elaboración correspondiente.
c.c.p. Archivo

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y ORIGINALIDAD DE LA TESIS

C. Gisela Fernanda Padilla García estudiante en el programa de Maestría en Ciencias de los Alimentos y Biotecnología del Instituto Tecnológico Superior de Tierra Blanca, Veracruz, como autor(a) de la tesis presentada y registrada para la obtención del título de Maestro en Ciencias con el título: DESARROLLO DE UN ALIMENTO FUNCIONAL A PARTIR DE LA PULPA DE JOBO (*Spondias Mombin* L.) dirigida por: Dra. Karina Bustos Ramírez

Declaro que:

La tesis es una obra original que no infringe los derechos de propiedad intelectual ni los derechos de propiedad industrial u otros, de acuerdo con lo establecido por el artículo 168 de la ley federal de derechos de autor.

Del mismo modo, asumo frente al TecNM/Superior de Tierra Blanca cualquier responsabilidad que pudiera derivarse de la autoría o falta de originalidad del contenido de la tesis.

Tierra Blanca, Veracruz, a 28 de febrero del 2024



Gisela Fernanda Padilla García

Nombre y firma

CARTA CESIÓN DE DERECHOS

En la ciudad de Tierra Blanca, Veracruz el día 28 del mes de febrero del año 2024 el (la) que suscribe C. Gisela Fernanda Padilla García del programa de Maestría en Ciencias de los Alimentos y Biotecnología del TecNM/Superior de Tierra Blanca, manifiesta que el autor(a) intelectual del presente trabajo de Tesis bajo la dirección de la Dra. Karina Bustos Ramírez y cede los derechos del trabajo titulado DESARROLLO DE UN ALIMENTO FUNCIONAL A PARTIR DE LA PULPA DE JOBO (*Spondias Mombin L.*) al Instituto Tecnológico Superior de Tierra Blanca para su difusión, con fines académicos y de investigación.

Los usuarios de la información no deben reproducir el contenido textual, gráficas o datos sin el permiso expreso del autor y/o director del trabajo.



Gisela Fernanda Padilla García

Nombre y firma

DEDICATORIAS

A mi madre:

Porque siempre ha sido el motor que impulsa mis sueños y esperanzas, estando siempre a mi lado en los días y noches más difíciles como personales y académicos. Infinitas gracias por siempre apoyarme en cada decisión y por creer en mí. Te amo mi mega madre ♥.

A mi hermano:

Tan increíble y único, que tu apoyo incondicional, presencia y amor me han impulsado a salir adelante. Te amo Lalis ♥.

¡Por ustedes y para ustedes...!

AGRADECIMIENTOS

Primeramente, quiero dar gracias a Dios que me ha concedido la oportunidad de estudiar este postgrado y al mismo tiempo conocer compañeros y docentes de una excelente calidad humana.

A mi directora de Tesis, la Dra. Karina por transmitirme sus conocimientos y aceptar ser parte del equipo de trabajo, además, por siempre brindarme su apoyo tanto en lo laboral como en lo personal.

A la Dra. Karen por transmitirme sus conocimientos, brindarme su confianza, el tiempo dedicado y motivación para lograr mis objetivos.

A la Dra. Elizabeth por sus conocimientos brindados, asesoría y sugerencias a enriquecer este proyecto.

A la Dra. Gilda Avendaño Vásquez por haberla tenido como docente, brindándome su apoyo y consejos en el transcurso del postgrado.

Al Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias y Tecnologías (CONAHCYT) por otorgarme la beca, facilitando mi estancia durante el postgrado.

Al Instituto Tecnológico Superior de Naranjos, por proveernos la materia prima (pulpa de jobo) para llevar a cabo el desarrollo de este proyecto.

A la Universidad Tecnológica del Centro de Veracruz, por permitirnos el acceso y uso de sus equipos (Analizador de textura, Brookfield CT3) para realizar las correspondientes determinaciones en las gomitas.

Finalmente, gracias al Tecnológico Nacional de México/ Instituto Tecnológico Superior de Tierra Blanca por abrirnos las puertas de sus instalaciones para cumplir con nuestro anhelado objetivo.

ÍNDICE

ÍNDICE DE FIGURAS	VIII
ÍNDICE DE TABLAS	IX
RESUMEN	XI
ABSTRAC	XII
1 INTRODUCCIÓN.....	1
2 MARCO TEÓRICO	3
2.1 Jobo (<i>Spondias Mombin L.</i>)	3
2.1.1 Distribución geográfica	4
2.1.2 Taxonomía.....	4
2.1.3 Usos del Jobo.....	5
2.2 Métodos de conservación del jobo.....	6
2.2.1 Descongelación	6
2.3 Secado por estufa	6
2.4 Gomas: alternativas de productos con jobo	8
2.4.1 Compuestos bioactivos.....	9
2.5 Compuestos fenólicos	9
2.6 Color: CIE- LAB.....	10
2.7 Vida de anaquel	11
3 ANTECEDENTES.....	13
4 JUSTIFICACIÓN.....	16
5 HIPÓTESIS.....	17
6 OBJETIVOS.....	18
6.1 Objetivo general	18
6.2 Objetivos específicos	18

7	METODOLOGÍA.....	19
7.1	Métodos de conservación de la pulpa fresca	20
7.1.1	Descongelación	20
7.1.2	Secado por estufa.....	20
7.1.3	Acondicionamiento de la pulpa procesada	21
7.1.4	Formulación de las gomitas.....	21
7.2	CARACTERIZACIÓN FISICQUÍMICA.....	23
7.2.1	Pulpa de Jobo (<i>Spondias Mombin L.</i>).....	23
7.2.2	Sólidos solubles totales (°Brix)	23
7.2.3	Determinación de pH y % acidez titulable	23
7.2.4	Determinación de humedad y cenizas.....	24
7.2.5	Determinación de azúcares reductores	25
7.2.6	Determinación de color por CIE- LAB.....	26
7.2.7	Determinación de compuestos fenólicos	27
7.2.8	Análisis de perfil de Textura (APT)	29
7.2.9	Actividad de Agua (Aw)	31
7.2.10	Análisis microbiológico	31
8.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	34
8.1	Descongelación de la pulpa fresca	34
8.2	Caracterización fisicoquímica de la pulpa de Jobo fresca.....	35
8.3	Secado en estufa	36
8.4	Rendimiento de la pulpa procesada.....	38
8.5	Caracterización fisicoquímica de la pulpa procesada (T1, T2, T3).....	39
8.5.1	Determinación de sólidos solubles totales (SST), pH, acidez titulable (AT)	39

8.5.2	Análisis de color CIE-LAB.....	40
8.5.3	Azúcares reductores.....	42
8.5.4	Contenido de humedad y cenizas.....	43
8.5.5	Análisis de la determinación de compuestos fenólicos.....	44
8.5.6	Pérdida de compuestos fenólicos en los tratamientos.....	46
8.6	Gomitas.....	47
8.6.1	Procesamiento de la gomita	47
8.6.2	pH en gomitas.....	48
8.6.3	Análisis de color CIE- LAB en gomitas	48
8.6.4	Pérdida de compuestos fenólicos en gomitas en un período de 3 y 6 meses	50
8.6.5	Análisis de la actividad de agua y % humedad en las gomitas.....	51
8.6.6	Análisis de perfil de textura en gomitas	52
8.6.7	Almacenamiento de las gomitas (Sin refrigeración y con refrigeración)	53
8.6.8	Parámetro de color en gomitas formuladas y control.....	55
8.6.9	Análisis microbiológico	56
9	CONCLUSIONES	57
10	REFERENCIAS	58
11	ANEXOS.....	70
11.1	Artículo de divulgación publicado.....	70
11.2	Constancia de presentación en congreso (Póster)	77
11.3	Retribuciones sociales	78
11.4	Ponencia	80
11.5	Antiplagio de software turnitin	81

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1</i> <i>Árbol de Jobo</i> (https://enciclovida.mx/especies/168315-spondias-mombin)	3
<i>Figura 2</i> <i>Distribución geográfica del Jobo</i> (https://enciclovida.mx/especies/168315-spondias-mombin)	4
<i>Figura 3</i> <i>Estructura química de compuestos fenólicos</i> (Zavala, 2019)	10
<i>Figura 4</i> <i>Pulpa de Jobo</i> (Imagen propia)	19
<i>Figura 5</i> <i>Pulpa de Jobo, congelada</i> (Imagen propia)	20
<i>Figura 6</i> <i>Pulpas procesadas selladas al vacío</i> (Imagen propia)	21
<i>Figura 7</i> <i>Molde para gomitas</i> (imagen propia)	22
<i>Figura 8</i> <i>Coordenadas de color en el sistema Hunter Lab.</i> (Mathias & Ah-Hen, 2014)	26
<i>Figura 9</i> <i>Equipo Brookfield (APT)</i> , (Imagen propia)	29
<i>Figura 10</i> <i>Sonda cilíndrica de 4 mm (APT)</i> , (Imagen propia)	29
<i>Figura 11</i> <i>Cápsula porta muestra y sensor medidor de actividad de agua</i> (https://twilight.mx/manuales/ND-HD6-63-ND-HD6.pdf)	31
<i>Figura 12</i> <i>Proceso de diluciones para determinación la de mesófilos aerobios en gomitas</i> (Imagen propia)	32
<i>Figura 13</i> <i>Siembra de las gomitas en medio de agar dextrosa de papa</i> (imagen propia)	32
<i>Figura 14</i> <i>Pulpa de Jobo contaminada</i> (Imagen propia)	34
<i>Figura 15</i> <i>Pulpa seca: por estufa</i> (Imagen propia)	36
<i>Figura 16</i> <i>Pulpa seca: estufa y baño maría, T2</i> (Imagen propia)	37
<i>Figura 17</i> <i>Pulpa seca: baño ultrasónico y por estufa, T3</i> (Imagen propia)	37
<i>Figura 18</i> <i>Molino pulverizador</i> (Imagen propia)	39
<i>Figura 19</i> <i>Charolas para secar la pulpa</i> (Imagen propia)	39
<i>Figura 20</i> <i>Curva de calibración para la determinación de azúcares reductores</i> (Imagen propia)	42
<i>Figura 21</i> <i>Azúcares reductores en tratamientos y pulpa fresca</i> (Imagen propia) ..	43
<i>Figura 22</i> <i>Curva estándar para la determinación de compuestos fenólicos.</i> (Imagen propia)	45

<i>Figura 23 Pérdida (%) de compuestos fenólicos (Imagen propia)</i>	47
<i>Figura 24 Gomas formuladas: control, F1, F2 (Imagen propia)</i>	47
<i>Figura 25 Pérdida de compuestos fenólicos en gomas (Imagen propia)</i>	50

ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1 Clasificación taxonómica del Jobo (Sinarefi, 2010)</i>	5
<i>Tabla 2 Condiciones de secado de la pulpa de Jobo</i>	20
<i>Tabla 3 Formulaciones: gomas con pulpa procesada de Jobo (Moghadda et al., 2020)</i>	22
<i>Tabla 4 Curva de Calibración</i>	28
<i>Tabla 5 Condiciones para el análisis de perfil de textura (APT)</i>	30
<i>Tabla 6 Caracterización fisicoquímica de la pulpa de Jobo (Spondias Mombin L.)</i> 35	
<i>Tabla 7. Rendimiento de la pulpa procesada</i>	38
<i>Tabla 8 análisis de SST, pH y AT en los tratamientos y en pulpa fresca de Jobo.</i>	39
<i>Tabla 9 Análisis de color CIE-LAB</i>	40
<i>Tabla 10 Diferencia de color de muestras tratadas y el control (pulpa fresca)</i>	41
<i>Tabla 11 Cuantificación de azúcares reductores</i>	43
<i>Tabla 12 Contenido de humedad y cenizas</i>	44
<i>Tabla 13 Cuantificación de compuestos fenólicos en la pulpa fresca y procesada de Jobo.</i>	45
<i>Tabla 14 Pérdida de compuestos fenólicos en los tratamientos y pulpa fresca</i>	46
<i>Tabla 15 Análisis de pH en gomas</i>	48
<i>Tabla 16 Análisis de color CIE- LAB en gomas</i>	49
<i>Tabla 17 Diferencia de color en gomas</i>	49
<i>Tabla 18 Pérdida de compuestos fenólicos</i>	50
<i>Tabla 19 Actividad de agua en gomas (Aw) y % humedad</i>	51
<i>Tabla 20 Análisis de perfil de textura (APT) en gomas</i>	53
<i>Tabla 21 Parámetros fisicoquímicos de las gomas formuladas y control</i>	54
<i>Tabla 22 Parámetro de color en gomas formuladas y control</i>	55
<i>Tabla 23 Análisis microbiológico en gomas</i>	56

<i>Ecuación 1. Determinación del % de acidez titulable</i>	<i>24</i>
<i>Ecuación 2. Determinación de humedad.....</i>	<i>24</i>
<i>Ecuación 3. Determinación de cenizas</i>	<i>24</i>
<i>Ecuación 4. Determinación de la diferencia de ΔL^*, Δa^* y Δb^*</i>	<i>26</i>
<i>Ecuación 5. Diferencia total ΔE^*.....</i>	<i>27</i>

RESUMEN

La caracterización fisicoquímica (pH, acidez titulable, color, humedad, compuestos fenólicos) de la pulpa de jobo, mostró un alto contenido de compuestos fenólicos (2860 ± 450.33 mg EAG/100 g.), Posteriormente de los métodos utilizados para la conservación de la pulpa, se seleccionó el de terminología T3, que implica: baño ultrasónico y secado por estufa. Para el desarrollo del alimento funcional (gomitas), se estableció la formulación la cual es a base de grenetina, pectina, glucosa y ácido cítrico. Teniendo un control y dos formulaciones en la cual se añadieron 0.3 y 0.6 g de pulpa de jobo procesada (T3) respectivamente. Obteniendo los siguientes resultados de la caracterización (color, compuestos fenólicos, actividad de agua, humedad) de las gomitas. En la que presentaron diferencias significativas en el pH, entre la muestra control y las formulaciones (F1 y F2) presentando un pH de 3.33, 3.42 y 3.44 respectivamente. En el parámetro de ΔE^* del análisis de color presentó diferencias significativas respecto a la F1 y el control, esto debido a que b^* (9.41 ± 0.95) presentó mayor coloración amarilla con una menor luminosidad (15.39 ± 0.75), viéndose influenciado en ambos parámetros la cantidad de pulpa añadida. Además, la F2 presentó una mejor conservación de los compuestos fenólicos en un periodo de 6 meses. Con respecto a la actividad de agua no presentaron diferencias, sin embargo, en la %humedad la F2 comparado con el control y F1, si presentaron diferencias significativas en la muestra control y la F1, de acuerdo a Tobias, *et al.*, 2016, esto debe atribuirse a la cantidad de agua que se puede atrapar entre las fibras solubles de la pulpa. En el parámetro de perfil de textura la F2 es la que no presenta diferencias significativas con el control y F1, pero la F1 si presenta diferencias significativas con la muestra control. Las diferencias presentadas de estos valores se ven influenciadas por la red formada de hidrocoloides con respecto a la cantidad añadida de pulpa procesada en la formulación. Además, se observó que los factores que influyen en la degradación de los compuestos fenólicos en las gomitas es la luz, temperaturas bajas, oxígeno. Finalmente, el análisis microbiológico indicó que el producto está libre de microorganismos, por lo tanto, es apto para su consumo.

ABSTRAC

The physicochemical characterization (pH, titratable acidity, color, humidity, phenolic compounds) of the jobo pulp was performed, presented a high content of phenolic compounds (2860 ± 450.33 mg EAG/100 g.). Subsequently from the methods used for the preservation of the pulp, the terminology T3, was selected, which involves: ultrasonic bath and dring by stove. For the development of functional food (gummies), the formulation was established which is base on grenetin, pectin, glucosa and citric acid. Having a control and two formulations in which 0.3 and 0.6 g of processed jobo pulp (T3) were added respectively. Obtaining the following results of the caracterization (color, phenolic compounds, water activity, humidity) of the gummies. In which they presented significant differences in pH, between the control sample and the formulations (F1 and F2), presenting a pH of 3.33, 3.42 and 3.44 respectively. In the ΔE^* parameter of the color analysis, there were significant differences with respect to F1 and control, due to the fact that b^* (9.41 ± 0.95) presented a greater yellow coloration with a lower luminosity (15.39 ± 0.75), the amount of pulp added being. Influenced in both parameters. In addition, F2 showed better conservation of phenolic compounds over a perod of 6 months. With respect to water activity, there were no differences, however, in the % humidity, F2 compared to control and F1, if they showed significant differences in the control sample and F1, according to Tobias, *et al.*, 2016, this should be attributed to the amount of water that can be trapped between the soluble fibers of the pulp. In the textura profile parameter, F2 does not present significant differences whit the control and F1, but F1 does show significant differences with the control sample. The differences presented of these values are influenced by the network formed of hydrocolloids with respect to the added amount of pulp processed in the formulation. In addition, it was observed that the factors influencing the degradation of phenolic compounds in gummies are lighth, low temperaturas, oxygen. Finally, the microbiological analysis indicated that the producto is free of microorganisms, therefore, it is suitable for consumption.

1 INTRODUCCIÓN

El género *Spondias*, de acuerdo al autor que se consulte, puede incluir desde 10 a 17 especies (Tovar, 2012). De éstas en la república mexicana existen tres: *Spondias Mombin*, *S. Radkoferi* y *S. purpurea*, las cuales pueden ser cultivadas o silvestres (Cruz, 2012).

El jobo (*Spondias Mombin L.*) durante los últimos años sea considerado como uno de los frutos más importantes del género con cualidades desde el punto de vista nutricional, medicinal y agroforestal (Njoku & Akumefula, 2007; Tiburski *et al.*, 2011; Arce *et al.*, 2017).

Es conocido de diversas maneras como cajá miúdo o cajá pequeño (sureste y sur de Brasil), taperebá (Amazonas), prunier mombin (Guayana Francesa), ciruela del monte y jacote (Guatemala), azucaró y cedrinho (Bolivia), ciruela amarilla (México y Ecuador), jobo (Centroamérica), hogplum o yellow mombin (Norteamérica), etc. Además, su amplia diversidad y uso que ha presentado el jobo lo convierte en una especie promisoría para ampliar la oferta, en las localidades que se encuentra presente o incluso en las que se podría introducir como cultivo. (Sacramento & Souza, 2000).

El Jobo es un fruto muy perecedero, por ello, es consumido en fresco, sin embargo, debido a su alta acidez, la fruta procesada se consume con mayor frecuencia. Siendo la pulpa congelada de Jobo el producto procesado más común, ya que no requiere tecnología avanzada ni grandes inversiones. La logística de las cadenas de suministros de alimentos perecederos enfrenta múltiples retos para preservar sus propiedades fisicoquímicas desde su recolección hasta el consumidor final. La corta vida útil y la pérdida de la calidad del producto en función del tiempo son sólo dos de los factores que traen como consecuencia el desecho de cantidades importantes de alimentos en distintas etapas de la cadena, si no que junto con ello pérdidas económicas y de recursos alimenticios. (Borja, 2021).

En general, los alimentos son perecederos, siendo la causa principal de este deterioro al ataque de diferentes tipos de microorganismos (bacterias, levaduras y mohos) y condiciones en las que se encuentran. Por ello es necesario establecer

ciertos criterios en cuanto al tratamiento, conservación y manipulación para que estos puedan ser consumidos en condiciones adecuadas. Ya que, gracias a sus importantes propiedades benéficas, efectos biológicos y a sus atributos sensoriales, actualmente ocupan un área de investigación emergente y con un gran futuro, sumándole a la idea generalizada que el consumo de alimentos con mayor capacidad antioxidante puede, afectar de manera positiva la patología de las enfermedades crónicas y el proceso de envejecimiento. (Macías *et al.*, 2020). Por ello se buscan métodos que aseguren la conservación de sus propiedades fisicoquímicas, por ejemplo, dulces con inclusión de frutos y fortificados, es una alternativa para optar como desarrollo de un alimento funcional ya que además de disfrutarlos ofrecen beneficios para el organismo, ya sea como fuente de vitaminas, antioxidantes, fibra, probióticos entre otros. Asegurando su presencia en las diversas etapas del proceso, disponibilidad en la vida de anaquel (Aguilar *et al.*, 2018).

Por lo tanto, el objetivo del presente trabajo es procesar, caracterizar y formular la pulpa de Jobo (*Spondias Mombin L.*) para la conservación de sus propiedades como alimento funcional, asegurando la presencia de los compuestos fenólicos en las diversas etapas del proceso.

2 MARCO TEÓRICO

2.1 Jobo (*Spondias Mombin* L.)

Spondias mombin es un árbol de tamaño medio (Figura 1), alcanzando una altura de 30 m, perteneciente al género *Spondias*, el cual forma parte de la familia *Anacardiaceae* y de amplia distribución tropical. Su tronco, recto y cilíndrico y recubierto por una corteza gruesa y rugosa, de color marrón grisáceo, midiendo aproximadamente unos 40 a 60 cm de diámetro y se ramifica en su parte terminal. Las hojas son compuestas y alternas, las cuales presentan un olor resinoso (Prance & Silva, 1975). Su fructificación del fruto es a partir del mes de julio a octubre (Penningtón *et al.*, 1998)



Figura 1 Árbol de Jobo (<https://enciclovida.mx/especies/168315-spondias-mombin>)

El jobo es un fruto poco conocido y estudiado, de color naranja claro apagado o también amarillo o marrón, caracterizándose por ser una drupa carnosa verde que se torna amarilla al madurar, de forma ovalada u oblonga. Puede llegar a medir de 1 a 2.5 cm de grueso por 2.5 a 4 cm de largo; la pulpa es gruesa y el endocarpio es fibroso, este, a su vez, mide entre 2.3 y 3.1 cm de largo y contiene entre 0 y 5 semillas por fruto. Además, cada una de los racimos pueden llegar a tener hasta 20 frutos. La cáscara que recubre el fruto es lisa y delgada, con colores que varían del amarillo al naranja (Vieira, 2002). La parte comestible, una fina capa de pulpa, varía de forma similar en color, lo que está relacionado con su composición de carotenoides. Es una pulpa muy jugosa y aromática, de sabor agridulce. Las

semillas son grandes, blancas, lignificadas y rugosas (Mattietto *et al.*, 2011; Gómez, 2011).

El color amarillo de la pulpa de Jobo indica la presencia de carotenoides, contribuyendo a la apariencia atractiva de la fruta y los productos derivados de su pulpa. En la pulpa de jobo se han encontrado los siguientes carotenoides: luteína, zeinoxantina, β -criptoxantina, *cis*- β -criptoxantina, α -caroteno, β -caroteno y fitoeno. La β -criptoxantina, la luteína y la zeinoxantina siendo estos los principales carotenoides presentes en el fruto. (Hamano & Mercadante, 2001; Tiburski, 2009).

2.1.1 Distribución geográfica

El área de distribución del Jobo (Figura 2), se extiende a lo largo del Océano Atlántico en Tamaulipas, Veracruz, San Luis Potosí, Puebla, Tabasco, Campeche, Yucatán y Quintana Roo. Y por el Océano Pacífico, ubicándose en los estados de Sinaloa, Nayarit, Jalisco, Colima, Michoacán, Guerrero, Oaxaca y Chiapas.

2.1.2 Taxonomía



Figura 2 Distribución geográfica del Jobo (<https://enciclovida.mx/especies/168315-spondias-mombin>)

La taxonomía (Tabla 1) de la pulpa de Jobo y su definición del número de especies que conforman este género ha sido confusa y hasta controversial entre los taxónomos, por lo que algunos autores consideran 10 especies, mientras que otros

consideran 17. Dentro de las más reconocidas e introducidas al cultivo son: *S. purpurea* L., *S. mombin* L., *S. cytherea* Sonner, *S. tuberosa* Arruda y *S. pinnata* (Pérez *et al.* 2004)

Tabla 1 Clasificación taxonómica del Jobo (Sinarefi, 2010)

REINO	<i>Plantae</i>
División	<i>Anthophyta</i>
Clase	<i>Dicotyledonae</i>
Orden	<i>Sapindales</i>
Familia	<i>Anacardiaceae</i>
Género	<i>Spondia</i>
Especie	<i>Spondias Mombin</i> L.

2.1.3 Usos del Jobo

El fruto tiene un aroma y sabor muy agradable, refrescante por lo que es muy apreciado para su consumo en fresco y se utilizan para hacer jaleas, zumos, mermeladas y bebidas por la gente local, además el precio de estos productos es relativamente bajo (Mendoza, 1979). Esta fruta ha demostrado tener un potencial en el uso de procesamiento de pulpas y jugos volviéndose una actividad importante ya que con ello se minimiza el desperdicio y pérdida que pueden ocurrir durante la comercialización del producto, (Prati *et al.*, 2015). Este fruto es rico en vitaminas, calcio, fósforo, potasio, taninos, entre otras, demostrando características importantes para el uso medicinal debido al contenido significativo de algunos compuestos bioactivos como los polifenoles, ya que presentan características como propiedades anticancerígenas, antiinflamatorias, antioxidantes (Lima *et al.*, 2011; Batallón *et al.*, 2015; Portero *et al.*, 2022). Los subproductos de estas frutas tropicales tienen aplicabilidad para su uso como aditivos alimentarios (antimicrobianos, colorantes, aromas y agentes espesantes), (Santos *et al.*, 2018).

2.2 Métodos de conservación del jobo

2.2.1 Descongelación

La pulpa de Jobo presenta características ácidas, sabor astringente con aroma agradable. Sin embargo, su tiempo de vida en anaquel es corto, cuando se almacena como fruto fresco.

Galiano, 2013, menciona que los alimentos se descomponen de una manera muy natural por ciertas causas físicas como la temperatura, la luz y la humedad. Su rápido deterioro se ha vinculado al pardeamiento y a la pérdida de sustancias con buena capacidad antioxidante. Dada la alta perecibilidad, la fruta procesada se consume con mayor frecuencia. La pulpa congelada de cajá es el producto procesado más común, ya que no requiere tecnología avanzada ni grandes inversiones (Mattietto *et al.*, 2011).

El almacenamiento congelado de la pulpa puede constituirse en una alternativa adecuada para aumentar el tiempo de vida de la fracción comestible. La congelación lenta a -20 °C conserva de manera adecuada las características organolépticas durante los primeros 30 días de almacenamiento (Millán & Narváez, 2007).

El proceso de descongelación del Jobo es importante, ya que, si dejamos descongelar a la intemperie la superficie del alimento, este favorecerá el crecimiento y/o contaminación de gérmenes. Por ello deben fijarse los procedimientos de descongelación en función al tiempo, la temperatura y los productos que se quieran descongelar. Obteniendo así una descongelación adecuada que cause menor daños y teniendo una mejor calidad, rendimiento y aprovechamiento del producto final (Gómez, 2000; Gea, 2011).

2.3 Secado por estufa

Apráez (2020) lo considera como uno de los métodos más sencillos, y más utilizado en laboratorio, específicamente se centra en la pérdida de agua del alimento mediante evaporación. Además, permite ampliar la disponibilidad de la fruta en periodos en los que no produce, atribuyendo la obtención de un producto con alta calidad y permitiendo la preservación de las propiedades físicas y químicas del alimento (Resende *et al.*, 2018). Este método considerado como convencional, el

cual calienta el material a través de una fuente de calor externa, transfiriendo el calor desde el exterior hacia el interior del material, este método se caracteriza por ser más lento en la transferencia de calor ya que está sujeto a la diferencia de temperatura que existe entre el exterior e interior del material, siendo el primero de mayor temperatura y el segundo de menor temperatura (Moreno *et al.*, 2017).

Los rangos de tiempo estimados para secar una muestra se encuentran entre 24 a 72 horas, estos tiempos variaran dependiendo el material a secar por ejemplo para muestras de ensilajes llevará alrededor de 48 horas (Petruzzi *et al.*, 2005).

Este proceso incluye la preparación de la muestra, pesado, secado, enfriado y pesado nuevamente de la muestra. La determinación del contenido en humedad de alimentos mediante el secado de estufa hace que se disminuya significativamente la densidad energética del mismo; por otro lado, aumenta la masa y volumen, hace reducir el poder calorífico neto (E. García & Fernández, 2012).

Entre los beneficios de aplicación del secado en estufa se tienen los siguientes:

- ✚ Método convencional
- ✚ Conveniente
- ✚ Preciso
- ✚ Flexibilidad para varias muestras
- ✚ Es eficaz para alcanzar la temperatura deseada.
- ✚ Al calentarse a una baja temperatura, hay bajas probabilidades de descomposición de la muestra
- ✚ Muy recomendado para muestras con compuestos volátiles orgánicos
- ✚ El calentamiento y evaporación es constante y uniforme

Por lo contrario, si el proceso de secado se lleva a cabo a temperaturas elevadas y tiempos largos, estos factores pueden destruir algunos componentes celulares como los fenoles totales y además promover una disminución de su capacidad antioxidante por la adhesión de estos en ausencia de agua (Li *et al.*, 2006). Por ello que es necesario saber que, en los alimentos el agua se encuentra en dos formas: agua libre y agua ligada; considerando la primera es la que se volatiliza fácilmente, se pierde en el calentamiento, se congela primero y es la principal responsable de

la actividad del agua, mientras que el agua ligada es aquella porción que no congela a -20°C , por lo que también se le llama agua no congelable. (Badui, 2016).

García *et al.*, 2012., señala que, el hecho de conocer este contenido es de gran importancia y poder modificarlo tiene aplicaciones inmediatas: saber cuál es la composición centesimal del producto, controlar las materias primas en la industria y facilitar su elaboración, prolongar su conservación impidiendo el desarrollo de microorganismos y otras reacciones de deterioro químicas o enzimáticas indeseables, mantener su textura y consistencia. Por ello, mencionan que deben estimarse las posibilidades de error y tener en cuenta una serie de precauciones:

1. Productos con un elevado contenido en azúcares y las carnes con un contenido alto de grasa deben deshidratarse a temperaturas que no excedan de 70°C .
2. Los métodos de deshidratación en estufa son inadecuados para productos, como las especias, ricas en sustancias volátiles distintas del agua.
4. Muchos productos son, tras su deshidratación, bastante higroscópicos; es preciso por ello colocar la tapa de la cápsula que contiene la muestra inmediatamente después de abrir la estufa e introducirla en un desecador. Y pesar tan pronto como la muestra alcance la temperatura ambiente.
5. La reacción de pardeamiento que se produce por interacción entre los aminoácidos y los azúcares reductores (reacción de Maillard) por ello, debe desecarse con precaución, de preferencia en una estufa de vacío a 60°C .

2.4 Gomas: alternativas de productos con jobo

Se le conoce aquellas confituras que poseen en su formulación algún agente gelificante de naturaleza animal o vegetal, otorgándoles una textura única. En la actualidad existen diversos tipos de geles y se clasifican principalmente en dos grupos (Potter & Hotchkis, 2010).:

- ✚ Geles químicos, los cuales forman redes que se encuentran unidos por enlaces covalentes, dando lugar a un tipo de gelificación fuerte, además estos enlaces son muy fuertes y su ruptura conduce a una degradación del gel.

- ✚ Geles físicos, son redes formados por cadenas entrecruzadas físicamente (no covalentes) tales como: dipolo-dipolo, fuerzas de Van Der Waals, interacciones hidrofóbicas, fuerzas de repulsión, entre otras.

2.4.1 Compuestos bioactivos

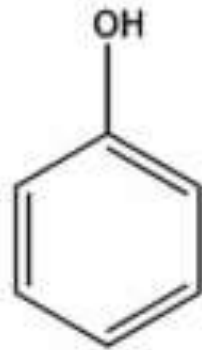
Es conocido que el consumo de frutas y hortalizas tiene un efecto positivo en la salud humana, debido a que están compuestos por un gran número de sustancias, las cuales pueden clasificarse principalmente en nutrientes, compuestos indeseables o antinutricionales y compuestos bioactivos (que pueden ser nutrientes o compuestos que confieren características sensoriales). Dentro de los compuestos bioactivos se encuentran, por ejemplo: los compuestos polifenólicos, carotenoides, fitoesteroles, tocoferoles, los cuales constituyen grupos importantes en la dieta humana (Dupas *et al.*, 2006).

Volviéndose de gran importancia la incorporación de estos compuestos en los alimentos ya que además de aportar nutrientes, están asociadas con el color (pigmentos), sabor, aromas, etc. (Urango *et al.*, 2009; Cabrera, 2013).

Además, su contenido es influenciado por factores precosecha tales como: estado de madurez, genotipo, condiciones climáticas y factores postcosecha: condiciones de almacenamiento y procesado (Tovar, 2018). Exhibiendo efectos beneficiosos tales como acción antioxidante, inhibición o inducción de enzimas, actividades celulares, modulación de funciones terapéuticas en la salud como prevención del cáncer, enfermedades cardíacas, entre otras (Correia *et al.*, 2012).

2.5 Compuestos fenólicos

Quirós *et al.*, (2011) definen a los compuestos fenólicos como moléculas que tienen al menos una estructura fenólica (figura 3), en la que se han identificado en casi todos los alimentos de origen vegetal, productos como metabolitos secundarios importantes en la participación de la defensa contra la radiación ultravioleta o daños fisiológicos por patógenos, virus, bacterias, hongos.



*Figura 3 Estructura química de compuestos fenólicos
(Zavala, 2019)*

Estos compuestos pueden prevenir o atrasar la oxidación de otras moléculas como lípidos, proteínas y enzimas. De tal manera que ha demostrado ser un gran potencial en la industria alimentaria y farmacéutica, al contener moléculas con diversas actividades biológicas como antioxidantes, antidiabéticos, anticancerígenos, antiinflamatorios, analgésicos, antidepresivos, antimicrobianos. Además, de influir en la calidad, aceptabilidad y estabilidad de los alimentos, ya que actúan como colorantes antioxidantes y proporcionan sabor, además, una de sus características principales es que son solubles en agua, en solventes orgánicos, de tal forma que se puede encontrar en forma de glucósidos y en otras ocasiones como polímeros insolubles y lo más relevante de estas moléculas son sus propiedades antioxidantes, (San Miguel, 2017; Vargas, 2018; Creus, 2004). Cabe mencionar que los antioxidantes presentan una gran disminución durante el almacenamiento, ya que tienen baja resistencia al oxígeno, la luz y temperaturas elevadas en el proceso de secado (Pokorný & Schmidt, 2001)

2.6 Color: CIE- LAB

Los consumidores manifiestan una fuerte preferencia por aquellos productos de apariencia atractiva y el color es el primer atributo que se juzga de los productos. Esto es decisivo ya que en innumerables pruebas se ha comprobado que cuando el color de un alimento cambia sin alterar su forma, aroma u otros atributos de textura,

se obtienen una respuesta de rechazo por parte de los consumidores, o incluso de los catadores entrenados (Badui, 2006).

Los alimentos, tanto en su forma natural como procesada, presentan un color característico y bien definido mediante el cual el consumidor los identifica. El color a menudo se utiliza para determinar el contenido de pigmentos de un producto, que a su vez es un índice de calidad, como lo es en el caso del salmón o del vino (González & Vicente, 2007). También puede proporcionar cierta información sobre la cualidad de comestible de un alimento, sobre su identidad o sobre la intensidad del sabor. Por ello, en muchos casos se ha comprobado el papel decisivo que tiene el color sobre la experiencia de la persona en saborear un alimento (Badui, 2006).

2.7 Vida de anaquel

La vida útil de un alimento se define como el tiempo finito después de su producción en condiciones controladas de almacenamiento, en las que tendrá una pérdida de sus propiedades sensoriales y fisicoquímicas, y sufrirá un cambio en su perfil microbiológico. Entre los factores que pueden afectar la duración de la vida útil de un alimento se encuentran el tipo de materia prima, la formulación del producto, el proceso aplicado, las condiciones sanitarias del proceso, envasado, almacenamiento y distribución y las prácticas de los consumidores. Cada una de estas está interrelacionada y no se deben considerar separadamente sino en conjunto. (Inungaray & Munguía, 2013).

Además, esto puede atribuirse a los factores de composición las cuales son propiedades inherentes al alimento mismo como (Molina & Tonny, 2012):

- ✚ Contenido de humedad, actividad de agua
- ✚ Acidez iónica y acidez titulable
- ✚ Actividad química y enzimática
- ✚ Actividad microbiológica
- ✚ Composición del alimento: contenido de proteínas, lípidos, carbohidratos, ácidos orgánicos, micronutrientes, cloruro de sodio.

- ✚ Propiedades de transferencia de masa y calor: Difusividad másica, difusividad térmica, capacidad calorífica, conductividad térmica, densidad, porosidad.
- ✚ Grado de añejamiento, maduración.

La preservación de alimentos puede definirse como el conjunto de tratamiento que prolonga la vida útil de aquellos, manteniendo, el mayor grado posible, sus atributos de calidad, incluyendo color, textura, sabor y especialmente valor nutritivo. Esta definición involucra una amplia escala de conservación, desde periodos cortos, dados por métodos domésticos de cocción y almacenamiento en frío, hasta periodos muy prolongados, dados por procesos industriales estrictamente controlados como es el caso de la congelación y la deshidratación (Leistner, 2000).

3 ANTECEDENTES

Larrauri *et al.*, 1997., estudiaron el efecto de la temperatura de secado (60, 100 y 140 °C) sobre la pérdida del contenido de compuestos polifenólicos y la actividad antioxidante en las pieles de uvas. Observando una reducción significativa tanto de los polifenoles como de los taninos condensados, así como una disminución de la actividad antioxidante. Demostrando que el secado a 60°C no afectó significativamente las características de las muestras evaluadas.

Sampaio *et al.*, 2007., controlaron la actividad respiratoria del fruto maduro del Mombin amarillo (*Spondias mombin*). En la cual observaron el comportamiento de las propiedades presentes del fruto, por ejemplo: los sólidos solubles totales aumentaron de 9.1 °Brix (inicial) a 13.7 °Brix (máximo climatérico) durante la maduración, mientras que el número total de ácidos en el fruto disminuyó durante la maduración, es decir, del 1.55 % inicialmente al 1.40 % en el período preclimatérico, al 1.0 % en el período preclimatérico máximo climatérico y 0.8% en la etapa post-climatérica. Un comportamiento similar se observó en el caso del ácido ascórbico. Aumentando continuamente el contenido de carotenoides de la fruta durante la maduración.

Vega *et al.*, 2007., evaluaron el efecto de la temperatura (50 y 90°C) de secado en las propiedades fisicoquímicas, capacidad antioxidante, color y contenido fenólico total. Observando que a 50°C se alcanza la capacidad máxima de retención de agua, además que el contenido de vitamina C como el contenido de compuestos fenólicos total disminuyeron a medida que disminuye la temperatura de secado al aire, caso contrario con la actividad antioxidante, es decir, a mayor incremento de temperatura (ejemplo a 80,90°C) aumenta la capacidad antioxidante debido a que los compuestos no enzimáticos incrementan con la temperatura.

Coelho *et al.*, 2010., caracterizaron fisicoquímicamente frutos (*Spondias mombin*) clones de cajazeira Cupan y Lagoa redonda para identificar cuál de ellos cumplen con los requisitos de rendimiento y calidad de la pulpa ya que es fundamental para el mejoramiento de la especie. Reportando una significancia estadística entre los clones Capuan y Lagoa Redonda las cuales contienen 11.83 y 9.58 en sólidos solubles (SS), un pH de 2.65 y 3.02 y una acidez titulable (AT) 1.46 y 1.07

respectivamente. Mientras que en los diversos parámetros determinados se observó significancia estadística entre clones para las características evaluadas de masa (g), longitud (mm) y diámetro (mm). Observando que el clon Capuan tiene una mayor relación de pulpa/masa de fruto y mayores niveles de sólidos solubles y acidez titulable. Sin embargo, ambos frutos (Cupan y Lagoa redonda) cumplen con los parámetros de calidad utilizados por las industrias procesadoras de celulosa y pueden ser utilizados en programas de mejoramiento genético, orientados a la producción y lanzamiento de cultivares de cajazeira.

Tiburski *et al.*, 2011., evaluaron la composición centesimal, contenido mineral, fenólicos totales, actividad antioxidante y caracterizar los carotenoides de la pulpa de Mombin amarilla congelada. Los resultados indicaron que la pulpa Mombin amarillo contiene una cantidad importante de potasio y cobre. A su vez, se identificaron cinco carotenoides, siendo la β -criptoxantina la principal responsable del alto nivel de provitamina A en la pulpa. Destacando que una porción de 100 g de pulpa de Mombin amarilla puede aportar más del 37% de la cantidad diaria recomendada de vitamina A, con una actividad antioxidante y contenido fenólico de 17.5 mmol TEAC g⁻¹ y 260 mg EAG/100 g respectivamente. Demostrando que el contenido fenólico total en los frutos maduros de *S. mombin* y *S. purpurea* puede ser superior a 800 mg 100 g⁻¹, siendo significativamente mayor que en otras frutas como la guayaba (83,1 mg 100 g⁻¹), la fresa (132,1 mg 100 g⁻¹), piña (21,7 mg 100 g⁻¹), guanábana (84,3 mg 100 g⁻¹), anacardo, (20,2 mg 100 g⁻¹) y zapote mamey (28,5 mg 100 g⁻¹), aunque todavía comparable al encontrado en el mango (544 mg 100 g⁻¹) y Cereza de las Indias Occidentales (580,1 mg 100 g⁻¹)

Gondim *et al.*, 2013., investigaron que las ciruelas mexicanas (*Spondias spp.*) son cultivos de frutos tropicales con cualidades que las hacen aptas para la producción comercial. Además, se exhibe una amplia gama de diversidad morfológica, en la cual tienen muchas aplicaciones dentro de la industria alimentaria. Esto es debido a la importancia que hoy en día presentan los compuestos fenólicos en función con los antioxidantes naturales y en la protección que brindan dichos compuestos contra enfermedades crónico-degenerativas.

Pérez 2012., desarrollaron y caracterizaron dos golosinas con ingredientes de interés nutrimental, a las cuales se les evaluaron sus propiedades físicas y estabilidad. Demostrando que las laminillas presentan una estabilidad alta a humedad relativa de 53 y 75%, para los parámetros de color y de forma indirecta para la migración de calcio. Mientras que las esferas de alginato poseen una mayor capacidad de protección de degradación de vitamina C en medios de A_w alta.

Lema *et al.*, 2017., estudiaron la Importancia y caracterización de frutales criollos en dos comunidades de Tuxpan, Veracruz. Dentro de ello se encuentra el jobo, en la que, el análisis de varianza muestra diferencias estadísticas significativas ($P < 0,05$) para las variables firmeza, °Brix y acidez. Los sólidos solubles totales y acidez fueron mayor en el Ejido Juana Moza, pero se presentó mayor firmeza en Congregación Juana Moza.

Romo 2019., realizó la valorización de subproductos de piña y papaya, obteniendo como resultado de las diversas determinaciones (%humedad, %cenizas, pH, A_w , color, etc.) que los polvos como ingredientes alimenticios es posible utilizarlos en el desarrollo de golosinas gelificadas, teniendo en cuenta que los polvos de menor tamaño de partícula liofilizadas presentaron una mejor distribución sobre la golosina, reflejando de tal manera un mejor color, siendo estas más atractivas para el consumidor.

Ivars 2020., llevó acabo el desarrollo de gominolas a base de granada “Mollar de Elche”, manzana “Granny Smith” y azúcar. Sometiéndolos a distintos análisis de tipo fisicoquímico además de un análisis sensorial. En la que la mejor formulación ensayada fue la elaborada con 58% de zumo de grana “Mollar de Elche”, no obstante, estas gominolas presentaron excesiva A_w por lo cual recomiendan que en futuros estudios el mejoramiento de su aptitud a la conservación para garantizar la seguridad del alimento. De igual manera reducir el pH para reducir las opciones de crecimiento de mohos, levaduras y bacterias.

4 JUSTIFICACIÓN

La industria alimentaria enfrenta día a día problemas para la conservar bien los alimentos ya que esta implica preservar la calidad, las propiedades nutritivas y organolépticas (sabor, olor, color, textura) de los mismos. El deterioro de ellos es una causa de pérdidas económicas muy importantes, aproximadamente el 20% de las frutas y verduras recolectadas se pierden por el deterioro microbiano que son producidos por alguna de las 250 enfermedades de mercado. Los agentes causantes de deterioro pueden ser originados por diversos microorganismos como son las bacterias, mohos y levaduras (González, 2018)

Por esto es que se busca alternativas como los alimentos funcionales. El desarrollo de estos alimentos se da gracias a la incorporación de estos elementos específicos que también se le conocen como compuestos bioactivos, los cuales pueden ser como prebióticos, probióticos, péptidos bioactivos, carotenoides, vitaminas, compuestos fenólicos, fitoestrógenos, ácidos grasos o lípidos estructurados en sistemas alimentarios (Lamos *et al.*, 2018).

El fruto de nuestro interés es el jobo (*Spondias Mombin L.*), proveniente de la Ciudad Naranjos, Veracruz. Por lo que no existen trabajos de investigación que confirmen y apoyen sus propiedades, por lo que toda propiedad atribuida ha sido reconocida por conocimiento empírico (Carrillo, 2017).

El propósito principal de esta investigación es conservar las propiedades fisicoquímicas, además darle un nuevo uso a la pulpa del Jobo ya que esta fue obtenida gracias al Tecnológico de Naranjos. Por lo que de forma sencilla comienzan su descomposición y agentes como la temperatura, la humedad o la presión son determinantes para que el alimento comience su deterioro.

Posteriormente realizar la elaboración de una gomita funcional y con ello lograr proteger sus propiedades que le atribuye. Lo cual nos permitirá el incrementó en su calidad de vida, un nuevo uso al fruto que la naturaleza nos concede y por efecto tendrá un valor agregado para su comercialización.

5 HIPÓTESIS

Se conservarán las propiedades funcionales de la pulpa de Jobo (*Spondias Mombin L.*), agregándolo como ingrediente en la formulación de gomitas.

6 OBJETIVOS

6.1 Objetivo general

Procesar, caracterizar, formular la pulpa de Jobo (*Spondias Mombin L.*) para la conservación de sus propiedades como alimento funcional.

6.2 Objetivos específicos

- ✚ Caracterizar fisicoquímicamente la pulpa de jobo (*Spondias Mombin L.*) fresca.
- ✚ Conservar por el método de secado la pulpa de Jobo (*Spondias Mombin L.*) fresca.
- ✚ Caracterizar fisicoquímicamente la pulpa de Jobo procesada.
- ✚ Formular gomitas (control y con pulpa de Jobo procesada).
- ✚ Caracterizar fisicoquímicamente y perfil de textura de las gomitas formuladas.
- ✚ Determinar la vida de anaquel de las gomitas mediante pruebas microbiológicas.

7 METODOLOGÍA

La pulpa de Jobo (*Spondias Mombin L.*) que se puede observar en la Figura 4, es proveniente de los cultivos aldeanos al Instituto Tecnológico Superior de Naranjos de productores locales.



Figura 4 Pulpa de Jobo (Imagen propia)

Por lo tanto, el Instituto Tecnológico Superior de Naranjos, nos proporcionó la pulpa, debido a que existe una colaboración con el Instituto Superior de Tierra blanca, para llevar a cabo los análisis correspondientes de la pulpa. Cabe mencionar que dichas instituciones se encuentran en el estado de Veracruz.

7.1 Métodos de conservación de la pulpa fresca

7.1.1 Descongelación

La pulpa (Figura 5) se descongeló a temperatura ambiente manteniéndola sellada, evitando de esta forma su contaminación.



Figura 5 Pulpa de Jobo, congelada (Imagen propia)

7.1.2 Secado por estufa

Se establecieron 3 tratamientos de secado para la pulpa de jobo (Tabla 2), bajo las siguientes condiciones:

Tabla 2 Condiciones de secado de la pulpa de Jobo

# TRAT.	NOMBRE DEL TRATAMIENTO	CONDICIONES
T1	Secado por estufa	✓ 50°C por 20 horas
T2	Baño maría y secado por estufa	✓ Baño maría: 50°C por 9 horas ✓ Secado por estufa a 50°C por 8 horas
T3	Baño ultrasónico y secado por estufa	✓ Baño ultrasónico: por 2 horas ✓ Secado por estufa a 50°C por 12 horas

Observando que se tiene un método de secado convencional (T1) y dos combinados los cuales son menos invasivos (T2 y T3). Además, que el tiempo de exposición en el secado para la pulpa en cada método es distinto.

7.1.3 Acondicionamiento de la pulpa procesada

Teniendo las pulpas secas y haberlas pasado por un molido pulverizador, se guardaron al vacío (Figura 6), esto con el fin que las muestras no absorban humedad para llevar a cabo las distintas determinaciones, así como para la formulación de las gomitas.



Figura 6 Pulpas procesadas selladas al vacío (Imagen propia)

7.1.4 Formulación de las gomitas

Se realizó algunas modificaciones a la metodología utilizada por Moghaddas *et al.*, 2020, en la formulación de gomitas, para adaptarla a nuestra materia prima. Posteriormente a ello, se preparó un gel a base de hidrocólido, (teniendo en cuenta que los gramos a utilizar son en relación por cada 100 g de muestra a preparar) disolviendo 7 g de gretina y 0.05 g de pectina en agua tibia a 60°C hasta obtener una mezcla homogénea (mezcla 1). Luego esta mezcla se combinó con 49.14 g de glucosa y 1 g de ácido cítrico, el cual previamente se había calentado aproximadamente a 80°C en un baño de agua hasta su completa disolución (mezcla 2).

Posteriormente, se deja enfriar la mezcla y después se vierte en los moldes para su refrigeración (24 horas). Finalmente se guardan en bolsas herméticas resellables.

Las dimensiones de molde (Figura 7) son las siguientes:

- ✚ 23.3 cm de largo, 17 cm de ancho
- ✚ Los cubos son de 2x2 cm con una profundidad de 1.4 cm



Figura 7 Molde para gomitas (imagen propia)

Se sigue el mismo procedimiento antes mencionado para el procesamiento de las gomitas que tendrán pulpa procesada de Jobo (tabla 3), pero en este caso la pulpa se disuelve primero y es agregada a la mezcla 2.

Tabla 3 Formulaciones: gomitas con pulpa procesada de Jobo (Moghadda et al., 2020)

FORMULACIONES	CONCENTRADO DE JOBO (g/100 g)
F1	0.3
F2	0.6

7.2 CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA

7.2.1 Pulpa de Jobo (*Spondias Mombin L.*)

La pulpa de Jobo (*Spondias Mombin L.*) se mantiene en congelación y selladas al vacío para la conservación de sus propiedades. Si embargo, para su descongelación se debe de realizar a temperatura ambiente, manteniéndola sellada previamente a las determinaciones que se les realizará.

7.2.2 Sólidos solubles totales (°Brix)

✚ Determinación de sólidos solubles en pulpa

De acuerdo al método No. 932.14 de la AOAC se utilizó un refractómetro, en la cual, antes de realizar las determinaciones se verificó que la superficie del prisma porta muestra y tapa se encontraran limpios, esto para evitar que interfieran en los resultados. Posteriormente llevando a cabo la calibración a cero se utilizó agua destilada.

Para realizar la medición se procedió dejando caer unas gotas sobre el prisma, dispersando de forma uniforme cubriendo con la tapa para poder hacer la valoración.

✚ Determinación de sólidos solubles en pulpa

Se utilizó el método de termobalanza. Colocando la muestra (aproximadamente 5 g) en una charola de aluminio y se programó en el equipo la medición que se requiere, ya sea en base seca o base húmeda y se deja operando. Cuando el equipo termina de hacer la medición emite un ligero pitido.

Las mediciones se realizaron por triplicado.

7.2.3 Determinación de pH y % acidez titulable

Con la ayuda de un potenciómetro (A.O.A.C., 981.12., 1998) se evaluó el pH, para ello, se utilizó soluciones de Biftalato de potasio para estandarización de potenciómetro (pH: 4, 7 y 10). Posteriormente se realizó las determinaciones en las muestras. Mientras que, la acidez titulable se determinó siguiendo el método No. 942.15 de la AOAC. Por lo cual se requirió 10 mL de muestra (pulpa de jobo), 90 mL de agua destilada y 3 gotas de fenolftaleína en un matraz Erlenmeyer de 250

mL. Una vez teniendo la muestra preparada se procedió a titular con una solución estandarizada de NaOH a 0.1 N hasta alcanzar el cambio de color (vire rosado). El porcentaje de acidez titulable se calculó con base al ácido cítrico (factor del ácido= 0.070) empleando la siguiente ecuación:

Ecuación 1. Determinación del % de acidez titulable
% acidez titulable

$$= \frac{\text{mL de NaOH gastado} \times \text{normalidad de la base} \times \text{factor del ácido} \times 100}{\text{mL de la muestra}}$$

Realizando todas las mediciones por triplicado.

7.2.4 Determinación de humedad y cenizas

Se utilizó el método AOAC (2000) para la determinación de humedad y cenizas en la pulpa de Jobo (*Spondias Mombin L.*). Primero se llevó el crisol o capsula de porcelana (por muestra sólida) a peso constante (P1= peso de crisol) en una estufa de secado a 100 °C.

Posteriormente se pesaron 5 g de la muestra en el crisol que se encuentra en peso constante y se anotaron este peso (P2= peso de crisol + muestra sólida). Después, se procedió a colocar el crisol que contiene la muestra en una estufa de secado durante 24 h a una temperatura de 100°C. Al concluir el tiempo a las condiciones indicadas se registró el peso del crisol del paso indicado anteriormente (P3= peso de crisol + muestra seca).

Ecuación 2. Determinación de humedad

$$\% \text{ Humedad (g agua/100 g muestra seca)} = [(P2 - P3) / (P3 - P1)] \times 100$$

En relación con el procedimiento anterior, se llevó a cabo la determinación de cenizas ya que esta se realiza a partir de las muestras secas obtenidas en la determinación de humedad. Por lo tanto, el crisol registrado con el P3 al finalizar la determinación de la humedad se llevó a mufla a 530° C hasta calcinación (8 Horas). Al finalizar este proceso se anotó el peso (P4= crisol + cenizas de muestra). Posteriormente el % de cenizas se determinó de la siguiente manera:

Ecuación 3. Determinación de cenizas

$$\% \text{ Cenizas (g cenizas/ 100 g solidos secos)} = [(P4 - P1) / (P3 - P1)] \times 100$$

Nota: P1 es el peso del crisol a peso constante que proviene de la determinación de humedad. Todas las mediciones se llevaron a cabo por triplicado.

7.2.5 Determinación de azúcares reductores

Para la determinación de azúcares reductores primero se llevó a cabo la preparación del reactivo DNS la cual consiste en pesar 1.6 g de hidróxido de sodio en 10 mL de agua destilada, 1g de DNS en 20 mL de agua destilada, disolver 30 g de tartrato de sodio y potasio en 40 mL de agua destilada, para después proceder a mezclar cada solución y afora a 100 mL.

Posteriormente se realizó la curva calibración de la glucosa disolviendo 0.5 g en 100 mL como solución madre. Después se prepara el set de soluciones para la curva estándar de 0, 0.2, 0.4, 0.6, 0.8 y 1 g/L tomando alícuotas de la solución madre, las cuales se llevan al aforo en matraces de 100 mL (el volumen de las alícuotas se determina utilizando la fórmula de diluciones $V_1C_1=V_2C_2$).

Se continuó con la preparación de las muestras en las cuales se toman 0.5 mL de la muestra (set de soluciones descritas anteriormente), se agregarán 0.5 mL de hidróxido de sodio 0.2 N y 1 mL del reactivo de DNS. Teniendo realizado este procedimiento se homogeneizan las muestras, se mantiene a baño maría en ebullición durante 5 min y se adicionan 5 mL de agua destilada fría. Se procede a medir la absorbencia de las soluciones estándar de glucosa en los tubos coloreados en el espectrofotómetro VIS a 540 nm donde el blanco será la solución de 0 g/L. Por lo tanto, se graficará las lecturas realizadas para realizar la curva calibración (Absorbencia contra concentración de glucosa como azúcar reductor), y con ello se obtendrá la ecuación de la recta. Finalmente, para validar la curva calibración (Figura 8) se prepararon soluciones de 0.3, 0.5, 0.7 g/L tomando alícuotas de la solución madre y llevando al aforo en matraces de 100 mL. La preparación de las muestras se realiza de manera similar a lo descrito previamente. Se toma lectura de absorbencia a 540 nm. Finalmente se encontró la concentración de la muestra de acuerdo a la ecuación de la recta obtenida con la curva calibración y se validó si el resultado corresponde a la concentración real de la muestra (Miller, G. 1959). Todas las mediciones se realizaron por triplicado.

7.2.6 Determinación de color por CIE- LAB

Para la medición de color se empleó el colorímetro CIE- LAB, con la cual se evaluaron tres parámetros tal como: L^* , a^* y b^* , siguiendo el estándar de iluminación de la escala espectral, donde L^* describe la luminosidad y a^* , b^* , evalúan la saturación que nos da la pureza del color y el tono es el color propiamente. Por lo tanto, el eje a, que va del verde al rojo midiendo la pureza del color y el eje b, que va del azul al amarillo midiendo el tono del color propiamente.

Los sistemas CIE usan tres coordenadas para ubicar un color en un espacio de color. Estos espacios de color incluyen (1) CIE XYZ, (2) CIE $L^*a^*b^*$ y (3) CIE $L^*C^*h^\circ$ (Mathias & Ah-Hen, 2014)

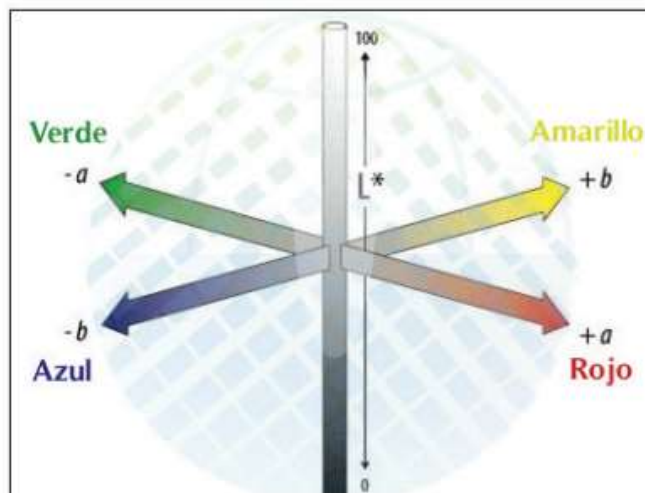


Figura 8 Coordenadas de color en el sistema Hunter Lab. (Mathias & Ah-Hen, 2014)

Teniendo una vez los valores de cada uno de los parámetros se procedió a determinar las diferencias (ΔL^* , Δa^* y Δb^*) para cada uno de los ejes (L^* , a^* y b^*) utilizando la formula correspondiente:

Ecuación 4. Determinación de la diferencia de ΔL^ , Δa^* y Δb^**

$$\Delta L^* = L^*_{m} - L^*_{ref}$$

$$\Delta a^* = a^*_{m} - a^*_{ref}$$

$$\Delta b^* = b^*_{m} - b^*_{ref}$$

De igual manera se estableció la notación del espacio de color CIE-LAB (Graville, 2002), en la que para cada parámetro corresponde lo siguiente:

ΔL^* = diferencia en el valor de claridad/obscuridad

+ = más claro; - = más oscuro

Δa^* = diferencia en el eje rojo/verde

+ = más rojo; - = más verde

Δb^* = diferencia en el eje amarillo/azul

+ = más amarillo; - = más azul

Por lo que la distancia total entre dos colores vendrá dada por ΔE^* , cuya fórmula es (Macavilca, 2019):

*Ecuación 5. Diferencia total ΔE^**

$$\Delta E^* = \sqrt{[(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]}$$

Todas las mediciones se llevaron a cabo por triplicado.

7.2.7 Determinación de compuestos fenólicos

Un antioxidante es cualquier sustancia que cuando está presente a bajas concentraciones respecto a las de un sustrato oxidable, retrasa significativamente la oxidación de este sustrato (Payne *et al.* 2010).

Los antioxidantes pueden ser naturales o sintéticos y están ampliamente distribuidos en los alimentos frescos o procesados, siendo las mayores fuentes los alimentos de origen vegetal y sus productos, por presentar un alto contenido de vitamina E, vitamina C, carotenoides y compuestos fenólicos, específicamente flavonoides (Ercigli *et al.* 2008).

Por lo tanto, para la determinación del antioxidante de nuestro interés que son los compuestos fenólicos se empleó el método de Folin-Ciocalteu en la pulpa de Jobo, en la cual se basa en la capacidad de los fenoles para reaccionar con agentes antioxidantes. Utilizando metanol al 80%, Folin- Ciocalteu (dilución con agua destilada 1:10 v/v) y carbonato de sodio al 7.5 % (p/v). Continuando con la preparación de la curva de ácido gálico y la mezcla de reacción, realizando una modificación en la metodología descrita por Singleton *et al.*, (1965) en la concentración final.

✚ Preparación de la curva de ácido gálico

Se realizó la curva de calibración de acuerdo a la tabla 4. Para ello se utilizaron tubos Eppendorf de 1.5 ml, agregando en ellos el ácido gálico (stock) y el agua destilada siguiendo la relación establecida.

Tabla 4 Curva de Calibración

Punto de la curva	Stock (μL)	Agua destilada (μL)	[] final ($\mu\text{g}/\mu\text{L}$)
1	0	1000	0
2	2	998	0.02
3	5	995	0.05
4	10	990	0.1
5	20	980	0.2
6	30	970	0.3
7	40	960	0.4
8	50	950	0.5

✚ Preparación para la mezcla de reacción:

De la muestra preparada previamente preparada se tomaron 100 μL y se mezcló con 500 μL del reactivo Folin-Ciocalteu, la cual se incubó durante 1 minuto. Posteriormente se le agregó 400 μL de bicarbonato de sodio al 7.5% y se agitó, la cual por ahora la mezcla de reacción se incubó durante 30 minutos a temperatura ambiente y en oscuridad. El equipo utilizado para medir las absorbancias fue el Human Reader a 630 nm. (Singleton *et al.*, 1965).

✚ Preparación de muestras (pulpa de jobo, muestras secas y gomitas)

Se utilizó un matraz (25 mL), en la cual se utilizaron 5 g de pulpa de jobo (para las pulpas secas y gomitas se utilizaron 2.5 g de muestra) en 25 mL de metanol, posteriormente se tomó alícuotas en el orden que se establece el stock y agregando agua destilada (como se indica en la tabla 4).

Después se siguió con el paso anteriormente escrito (preparación para la mezcla de reacción). Finalmente, para la cuantificación de compuestos fenólicos que se

encuentran presentes en la muestra se utilizó la ecuación de la recta obtenida (Figura 22). Todas las muestras se realizaron por triplicado.

7.2.8 Análisis de perfil de Textura (APT)

Las características de textura y el color de un alimento pueden influir en la calidad, preferencia y aceptación por parte del consumidor. En las cuales, dichas características pueden modificarse debido a que están relacionadas con el contenido de humedad, tipo de agente texturizante y/o gelificante, así como el contenido y tipo de materia grasa (Fadini, 2003).

Como es el caso de los productos de confitería, ya que a pesar de que, no considerados como alimentos, son ampliamente consumidos tanto por niños y adultos. Más del 50% de los adultos consumen dulces y gomas de mascar de manera regular.

En la industria de la confitería normalmente los geles son sistemas con un elevado contenido de azúcar y con uno o más agentes gelificantes. El tipo, el número y la cantidad de gelificantes depende de los atributos de textura que se deseen en el producto final (Periche *et al.*, 2014; Burey *et al.*, 2009).

Para ello se llevó a cabo la evaluación de la textura en las gomitas, en la cual se requirió un *Texture Analyzer Brookfield CT3* (Figura 9), utilizando una onda cilíndrica de aluminio de 4 mm de ancho (Figura 10), y adaptando el equipo como se indica en la tabla 5:



Figura 9 Equipo Brookfield (APT),
(Imagen propia)



Figura 10 Sonda cilíndrica de 4 mm (APT),
(Imagen propia)

Tabla 5 Condiciones para el análisis de perfil de textura (APT)

PRUEBA	APT
Fuerza y/o disparador	5.0 gf
Deformación	7 mm
Velocidad	2.0 mm/s
Distancia	30

Obteniendo los diferentes parámetros de:

- Dureza, cohesión, elasticidad, adhesión.

Posteriormente se emplearon las siguientes fórmulas que mencionan Santini *et al.*, 2007, para obtener la pegajosidad y masticabilidad de las gomitas.

Pegajosidad = Dureza * Cohesividad

Masticabilidad = Dureza * Cohesividad * Elasticidad

Definiendo a cada parámetro de la siguiente manera (Demonte, 1995; Rosenthal, 2001; Szczesniak, 1963):

- ✚ Dureza: Fuerza máxima obtenida durante el primer ciclo de compresión. Se refiere a la fuerza requerida para comprimir un producto entre los molares o entre la lengua y el paladar.
- ✚ Cohesividad: La fuerza que los enlaces internos hacen sobre el alimento. Cociente entre el área positiva bajo la curva de fuerza de la segunda compresión (área 2) y el área bajo la curva de la primera compresión (área 1). Representa la fuerza con la que se puede deformar antes de romperse.
- ✚ Elasticidad: Altura que la muestra recupera entre el fin de la primera compresión y el inicio de la segunda.
- ✚ Pegajosidad: Fuerza necesaria para desintegrar una muestra semisólida a un estado que facilite su ingesta.
- ✚ Masticabilidad: Energía requerida para masticar un alimento sólido hasta un estado que permita su ingesta.

7.2.9 Actividad de Agua (Aw)

Para la determinación de agua se utilizó un Medidor de actividad del agua inteligente (modelo HD-6). Previamente calibrado por las instrucciones del manual que está integrado, se procede a colocar la gomita en la cápsula porta muestra, llevándola a la base como se muestra en la figura 11, posteriormente se cubre con el sensor (figura 13) y se efectúa la lectura, al transcurrir 5 minutos aproximadamente el equipo indica que se realizó la lectura correctamente y se anotan los valores de Aw. Las mediciones se realizaron por triplicado.



Figura 11 Cápsula porta muestra y sensor medidor de actividad de agua (<https://twilight.mx/manuales/ND-HD6-63-ND-HD6.pdf>)

7.2.10 Análisis microbiológico

Siguiendo la metodología descrita por Martínez, *et al.* 2016, se determinó la vida de anaquel a las gomitas para el recuento bacteriano de Unidades Formadoras de Colonias (UFC) de mesófilos aerobios, hongos y levaduras. Para ello se pesaron 10 gr., de muestra (gomita), agregándolo en un frasco con 90 mL de agua peptonada al 1% (frasco schott). Después, se realizaron diluciones en tubos de ensaye con 9 mL de solución salina al 1×10^{-1} (tubo 1), 1×10^{-2} (tubo 2) y 1×10^{-3} (tubo 3). Tomando 1 mL de muestra y depositándola en cajas Petri, vertiéndole al final los medios de agar Método estándar (figura 12). Las cajas se incubaron a $35^{\circ}\text{C}/ 24 \text{ h} \pm 2$, con base a la NOM-217-SSA1-2002.

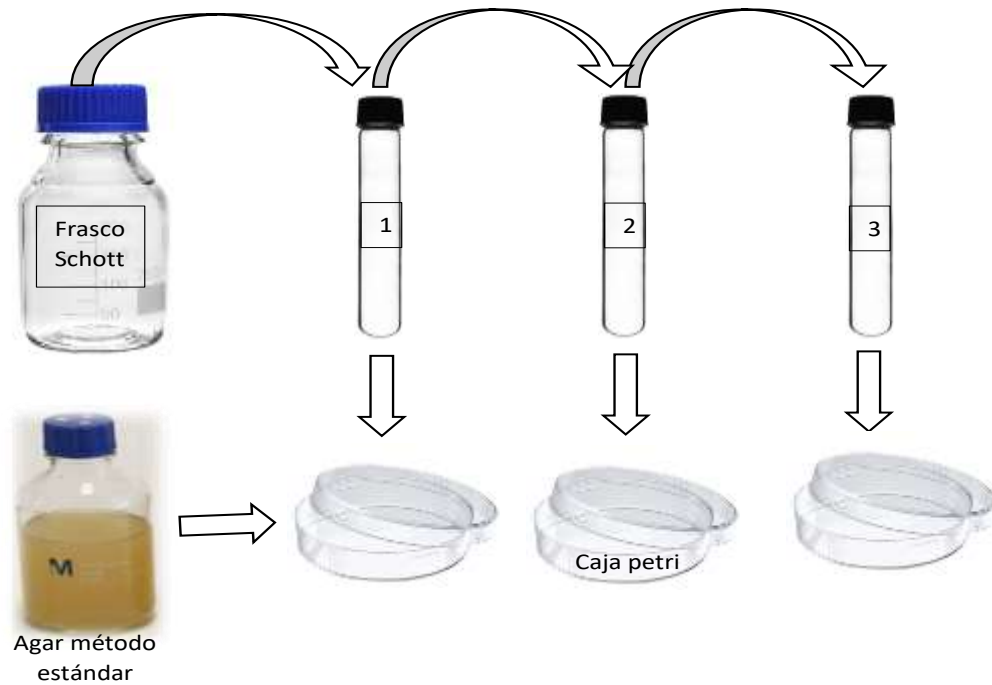


Figura 12 Proceso de diluciones para determinación la de mesófilos aerobios en gomitas (Imagen propia)

Posteriormente, las gomitas se partieron en 4- 5 muestras (figura 13), para la determinación de la presencia de hongos y levaduras se depositaron en las cajas Petri con medio agar de Dextrosa y Papa, la cual se incubaron a temperatura ambiente (30°C). Todas las mediciones se realizaron por triplicado



Figura 13 Siembra de las gomitas en medio de agar dextrosa de papa (imagen propia)

El análisis estadístico para los datos obtenidos se realizó mediante análisis de varianza (ANOVA) y las diferencias significativas fueron determinadas a través del método de Tukey. Utilizando un nivel de significancia de $p < 0.05$.

8. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

8.1 Descongelación de la pulpa fresca

Se observó una contaminación microbiana (Figura 14) inmediata si la pulpa es expuesta al aire durante la descongelación. Para evitar esta contaminación la pulpa se mantenía sellada, a temperatura ambiente hasta que estuviera en un estado líquido que permitiera su manipulación y así llevar a cabo las determinaciones requeridas.



Figura 14 Pulpa de Jobo contaminada (Imagen propia)

8.2 Caracterización fisicoquímica de la pulpa de Jobo fresca

A continuación, se expresan en la tabla 6 las cantidades de cada una de las propiedades determinadas que se encuentran presentes en la pulpa de Jobo. Las cuales fueron comparadas con algunos autores.

Tabla 6 Caracterización fisicoquímica de la pulpa de Jobo (*Spondias Mombin L.*)

PROPIEDADES	ESTE TRABAJO	OTROS AUTORES
pH	2	3.40 [1]
Acidez titulable (g AC/ 100mL)	1.68 ± 0.5	18.23±1.53 [2] 1.05 [1]
Sólidos solubles totales (°Brix)	16.8 ± 0.15	14.91±0.97 [2] 11.86 [1]
% Humedad	87.31 ± 0.08	89.42 ±0.18 [5]
% Cenizas	5.14 ± 0.16	-----
%Azúcares reductores	9.57 ± 0.35	4.25 ±0.34 [5]
Compuestos fenólicos % (mg EAG /100 g)	2860 ± 450.33	862.31[3] 260 [4]

Algunos resultados obtenidos se pudieron comparar por los siguientes autores, Gondim *et al.*, 2013 [1], en la cual reportan un pH mayor, pero un valor menor respecto a la acidez titulable y sólidos solubles totales, en comparación a la pulpa de Jobo proveniente de la localidad de los Naranjos.

Caso contrario del autor Lema *et al.*, 2017 [2] ya que reporta mayor contenido en acidez y en sólidos solubles totales. Además, presenta menor humedad y mayor contenido de azúcares reductores con respecto a Mattietto *et al.*, (2010) [5]. Confirmando con esto que la pulpa de Jobo se encuentra dentro de lo que ha reportado. Además, los resultados obtenidos son cruciales ya que tienen una influencia en el sabor, color, estabilidad y calidad de conservación del fruto. En general podemos observar las diferencias significativas que se tienen en los

resultados, ya que estos se ven influenciados por diversos factores, por ejemplo: el clima, la disponibilidad de nutrientes para su desarrollo, ubicación geográfica, índice de madurez del fruto, entre otros.

Cabe destacar que en la determinación de los compuestos fenólicos presentes en la pulpa analizada presenta un alto contenido la cual demostrando ser una fruta con un gran potencial en cuanto a lo reportado por Maldonado *et al.*, 2014 [3] y Tiburski *et al.*, 2011 [4]. Confirmando que el fruto puede llegar alcanzar valores superiores a 800 mg EAG/ 100 g.

Hoy en día las nuevas tendencias en el consumo de alimentos y los cambios en el estilo de vida se han enfocado a buscar y desarrollar productos más saludables, que además de su aporte nutricional este tenga un efecto benéfico a la salud. En la cual, estos compuestos fenólicos poseen una gran capacidad antioxidante, capaces de eliminar radicales libres u otras especies reactivas de oxígeno, además de que disponen de capacidades antiinflamatorias, que justifican su papel preventivo e importante dentro de las enfermedades cardiovasculares, catalogadas como las principales causantes de muertes a nivel mundial (Quiñones *et al.*, 2012; Argota, *et al.*, 2020).

8.3 Secado en estufa

Posteriormente, en las figuras 15,16 y 17, se observa que el polvo obtenido no es completamente fino, además las muestras se adhieren con facilidad a la superficie que la contiene. Lo cual no fue favorable porque se pierde muestra al momento de recolectar el polvo

A. Pulpa seca obtenida del tratamiento 1 (T1)



Figura 15 Pulpa seca: por estufa (Imagen propia)

B. Pulpa seca obtenida del tratamiento 2 (T2)



Figura 16 Pulpa seca: estufa y baño maría, T2
(Imagen propia)

C. Pulpa seca obtenida del tratamiento 3 (T3)



Figura 17 Pulpa seca: baño ultrasónico y por estufa,
T3 (Imagen propia)

De igual manera se observa que el polvo obtenido se encuentra compactado, percibiendo con mayor dureza el T2 y el T1 más blando. Y el T3 fue el más fácil de manejar. Además, visualmente se aprecia una coloración más oscura de la pulpa cuando el T2 esto debido a un proceso previo al secado en la estufa la cual fue, el baño maría y el baño ultrasónico en el caso del T3.

Esto debido a que el oscurecimiento en frutas y vegetales durante el secado y almacenamiento es el resultado de reacciones de pardeamiento enzimático y no enzimático (Lozano *et al.*, 1993). En la que pudimos observar algunos mecanismos no enzimáticos, por ejemplo, la reacción de Maillard, durante el secado en la estufa y el baño maría, ya que, mientras se eliminaba el contenido de agua en la pulpa se estaba llevando a cabo la reacción química de los azúcares reductores, formando una coloración marrón.

8.4 Rendimiento de la pulpa procesada

El rendimiento de la pulpa procesada es la fracción expresada en porcentaje del peso de la muestra que es recuperada en el recipiente que estaba contenido. Por lo tanto, se presenta el rendimiento de cada tratamiento en la tabla 7.

Tabla 7. Rendimiento de la pulpa procesada

# TRAT.	TRATAMIENTO	RENDIMIENTO (g / 100 g)
T1	Secado por estufa	14%
T2	Baño maría y secado por estufa	14.62%
T3	Baño ultrasónico y secado por estufa	15.32%

Una de las dificultades que sufrieron durante el secado por estufa fue la adherencia del producto en el recipiente que fue depositado y en el molino pulverizador (Figura 18) para su obtención en polvo, causando bajos rendimientos.

Considerando lo anterior en la tabla 7 se indica el rendimiento, en porcentaje de la pulpa procesada. Para encontrar este porcentaje se pesó la pulpa fresca, previamente descongelada tomando como base 100 gramos de Jobo. Permitiendo observar que en T3 se obtiene mayor rendimiento. Esto podría deberse a la sonicación de la pulpa.

Ya que el ultrasonido es una tecnología emergente que, ha sido estudiada para propósitos de inactivación microbiana, enzimática, capaz de lograr rompimientos celulares, cambios estructurales, fisicoquímicos, entre otros (Delgado, 2012). Permitiendo, de tal manera, que los atributos de calidad como el sabor, valor nutritivo y color permanezcan sin alterarse (Robles *et al.*, 2012). Por ello, a través del ultrasonido aplicada a la pulpa de Jobo, se logra obtener un secado más eficiente y facilitando el desprendimiento de la pulpa con la superficie que la contiene.



Figura 18 Molino pulverizador (Imagen propia)



Figura 19 Charolas para secar la pulpa (Imagen propia)

8.5 Caracterización fisicoquímica de la pulpa procesada (T1, T2, T3)

8.5.1 Determinación de sólidos solubles totales (SST), pH, acidez titulable (AT)

En la tabla 8 se presentan los valores obtenidos de la determinación de SST, pH, AT que se encuentran presentes en la pulpa de Jobo.

Tabla 8 análisis de SST, pH y AT en los tratamientos y en pulpa fresca de Jobo

MUESTRAS	SST* (°Brix)	pH	AT** (g AC/ 100 g)
Pulpa fresca	14.33 ± 0.23 ^b	2 ^a	1.68 ± 0.5 ^{c***}
T1	29 ± 1.15 ^a	6 ^b	81 ± 10 ^b
T2	30 ± 1.15 ^a	6 ^b	86 ± 28 ^{ab}
T3	28 ± 1.15 ^a	6 ^b	60 ± 5 ^a

SST*: sólidos solubles totales; AT**: acidez titulable; C***: g AC/ 100 ml. Letras diferentes en la misma columna expresan que existen diferencias significativas ($p < 0.05$)

Comparando los tratamientos con la pulpa descongelada podemos observar que estas presentan diferencias significativas, la cual nos indica que el secado influye en la pulpa. Pero independientemente al tratamiento aplicado no presentaron diferencias significativas en las determinaciones de SST y pH, valores que se encuentran reportados en la tabla 8. Sin embargo, en la acidez titulable (AT) el T1

y T3 si presentan diferencias significativas; presentando menor AT en el T3, esto debido a que la ruptura molecular por la sonicación tuvo influencia en la constante liberación de ácidos volátiles. (Delgado, 2012).

8.5.2 Análisis de color CIE-LAB

Se puede observar en la tabla 8 la cuantificación de color por la escala de CIE-LAB., presentes en la pulpa procesada y descongelada.

Posteriormente en la tabla 9 se reportan las diferencias de color (comparación numérica de una muestra con la estándar), en las que las deltas (ΔL , Δa , Δb) pueden ser positivas (+) o negativas (-), sin embargo, ΔE siempre será positiva.

Para comprender esto se utilizó de apoyo la notación del espacio de color (Sección 7.2.6) y la gráfica (figura 8) de CIE-LAB:

Tabla 9 Análisis de color CIE-LAB

MUESTRAS	L*	a*	b*
Pulpa fresca	48.94 ± 2.86 ^d	0.39 ± 0.07 ^a	45.05 ± 1.12 ^c
T1	39.54 ± 5.04 ^c	11.43 ± 1.20 ^b	35.43 ± 2.48 ^b
T2	28.10 ± 0 ^b	14.21 ± 0 ^c	38.20 ± 0 ^b
T3	25.18 ± 2.36 ^a	13.18 ± 2.16 ^{bc}	24.96 ± 3.86 ^a

Letras diferentes expresan diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.05$)

En la tabla 9 se muestra la cuantificación de color por la escala CIE-LAB. Observando que existe menor luminosidad en los tratamientos 2 y 3, atribuyéndole al proceso que fueron sometidos (baño ultrasónico y baño maría) previo al secado. Por otro lado, la pulpa fresca presentó menor pigmentación rojiza, debido a que esta no se le aplicó ningún tratamiento. Y con menor pigmentación amarillenta fue el T3, esto debido al proceso del baño ultrasónico.

La diferencia de color se presenta en la tabla 10, haciendo una comparación numérica de color de las muestras tratadas con el control (pulpa). En la cual, las

coordenadas de Delta (Δ) nos permite conocer las diferencias. Obteniéndose resultados positivos o negativos, que anteriormente se describe en la notación del espacio de color CIE-LAB por Graville (2002).

Tabla 10 Diferencia de color de muestras tratadas y el control (pulpa fresca)

MUESTRAS	ΔE^{*ab}
Pulpa fresca	0.76 \pm 0.61 ^a
T1	18.22 \pm 4.60 ^b
T2	25.97 \pm 2.59 ^{bc}
T3	33.82 \pm 3.46 ^c

Letras diferentes expresan diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.05$)

En relación a lo anterior, la muestra que corresponden al T3 (tabla 10) tienen un efecto significativo en el proceso de secado, debido a que presenta menor luminosidad y pigmentación amarilla con respecto a la muestra de referencia (pulpa fresca). Sin embargo, se puede observar que en los diferentes tratamientos aplicados existe un aumento de color con respecto a la pulpa fresca, pero todas en dirección al color amarillo. Estas variaciones se deben al método de secado, ya que conforme el agua contenida en la muestra se va removiendo durante el proceso los azúcares presentes en la pulpa se van exponiendo, contribuyendo al oscurecimiento (Young *et al.*, 2007). Además, son comparados con la pulpa descongelada confirmando que son afectadas por la temperatura de proceso. Otros autores como Mercado & Carett (2018), reportan altos valores de L^* , es decir, un color más claro para ambas zonas de Planeta Rica (58.20 ± 0.19) y Berástegui (58.83 ± 0.05), en comparación con la pulpa (0.51 ± 0.65) sin procesar del presente trabajo. De acuerdo con Maldonado *et al.*, (2014) el valor de la luminosidad se ve afectado por el índice de madurez, tiempo y temperatura de almacenamiento del fruto, reflejando así tonos más claros

8.5.3 Azúcares reductores

A continuación, se presenta la curva de calibración (Figura 20) con la que se analizaron los resultados obtenidos.

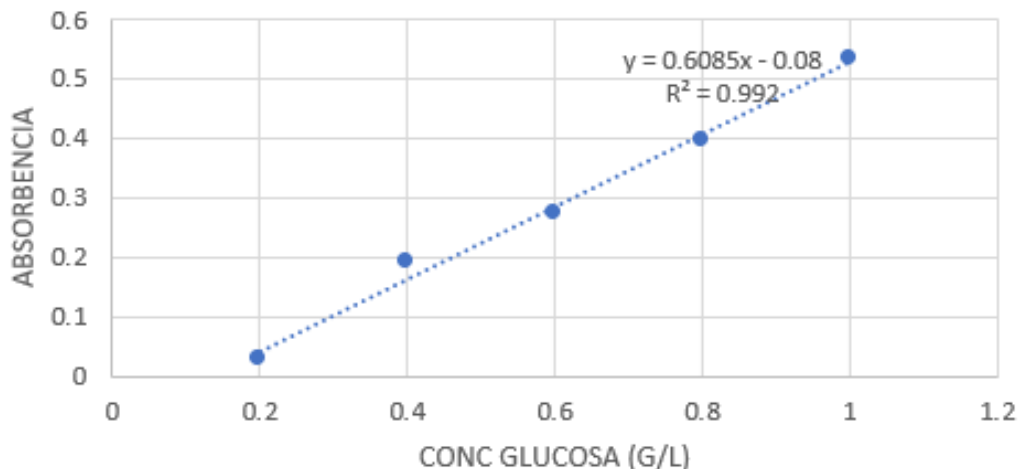


Figura 20 Curva de calibración para la determinación de azúcares reductores (Imagen propia).

Posteriormente, en la figura 21, se aprecia la cuantificación de los azúcares reductores de los diversos tratamientos. En la cual se observó que independientemente del tratamiento aplicado no presentaron diferencias significativas, sin embargo, existió una mayor concentración en el T3 con el 54.65 ± 4.25 % (g de azúcar / 100 g), comparada con la pulpa fresca, presentando un 9.57 ± 0.36 % (g de azúcar / 100 g), los cuales se prestan en la tabla 11. Cabe mencionar que la pulpa descongelada se encuentra dentro del rango (4.5 a 12.2%) establecido por Maldonado, *et al.*, 2014.

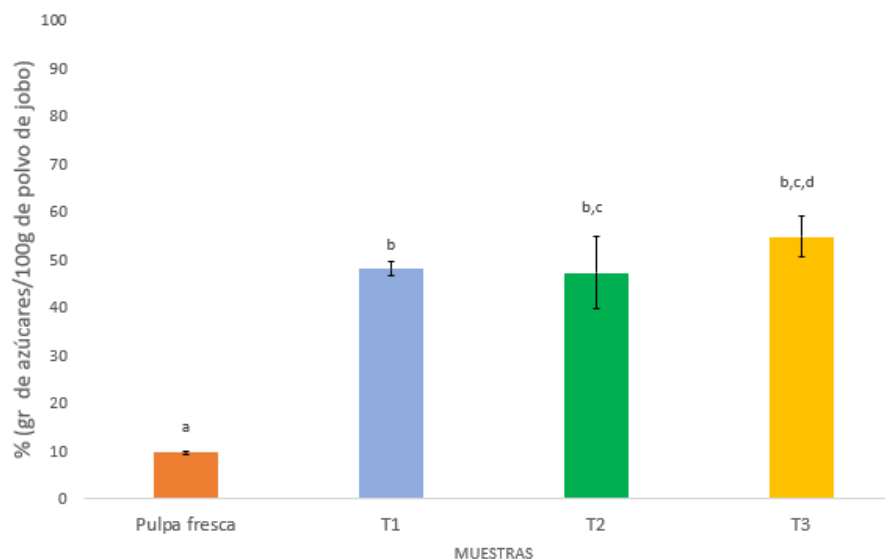


Figura 21 Azúcares reductores en tratamientos y pulpa fresca (Imagen propia)

Tabla 11 Cuantificación de azúcares reductores

MUESTRAS	% (g de azúcar / 100 g)
Pulpa fresca	9.57 ± 0.36 ^a
T1	48.01 ± 1.58 ^b
T2	47.21 ± 7.54 ^b
T3	54.65 ± 4.25 ^b

Letras diferentes expresan diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.05$)

Además, los valores en este experimento se encuentran por encima de lo reportado por Díaz *et al.*, (2003), y Cunha *et al.*, (2001), ya que ellos obtuvieron un valor de 8% y 7.65 respectivamente, sin embargo, Adepoju, (2009), aclara que estas variaciones pueden ser el resultado de diferencias geográficas y climáticas.

8.5.4 Contenido de humedad y cenizas

A continuación, en la tabla 12 se presenta el % de humedad y cenizas presentes en la pulpa de jobo y en las pulpas procesadas, es decir las que previamente pasaron por un proceso de secado.

Tabla 12 Contenido de humedad y cenizas

MUESTRAS	%HUMEDAD	% CENIZAS
Pulpa fresca	87.37 ± 0.02 ^b	5.22 ± 0.04 ^b
T 1	21.16 ± 0.41 ^a	5.86 ± 0.20 ^c
T 2	20.85 ± 0.25 ^a	5.20 ± 0.37 ^b
T 3	20.83 ± 0.18 ^a	4.18 ± 0.17 ^a

Letras diferentes en la misma columna expresan que existen diferencias significativas ($p < 0.05$)

Se observa que la pulpa de Jobo presenta una humedad del $87.37 \pm 0.02\%$, lo cual es un valor alto comparado a lo reportado por Tiburski *et al.*, (2011) ya que ellos reportan el 83.6%. De igual manera por Mercado & Carett (2018) reportando el $85.36 \pm 0.33\%$ para la zona Planeta Rica y $86.53 \pm 0.10\%$ para Berástegui. Pero en los tratamientos esta humedad se reduce más del 50% (tabla 9), debido al proceso que tienen.

Las cenizas totales, representan el contenido de minerales en los alimentos. De tal manera, que nuestro alimento evaluado presenta un alto contenido con el $5.22 \pm 0.04\%$, a lo reportado por Mercado & Carett (2018) ya que ellos obtuvieron el $0.66 \pm 0.01\%$ para la zona Planeta Rica y $0.65 \pm 0.01\%$ para Berástegui. Mientras que en el T1 existió mayor contenido de cenizas esto se le puede atribuir al secado de igual manera al T3, ya que el proceso al que fue sometido nos permitió tener un porcentaje menor de cenizas. Debido a que la sonicación permitió la eliminación otros componentes que se encontraban presentes en la pulpa.

8.5.5 Análisis de la determinación de compuestos fenólicos

Se obtuvo la curva de calibración con una R^2 de 0.9867 y la ecuación de la recta de $y = 0.0025x - 0.054$ (Figura 22). Con la que se analizaron los resultados que posteriormente se presenta.

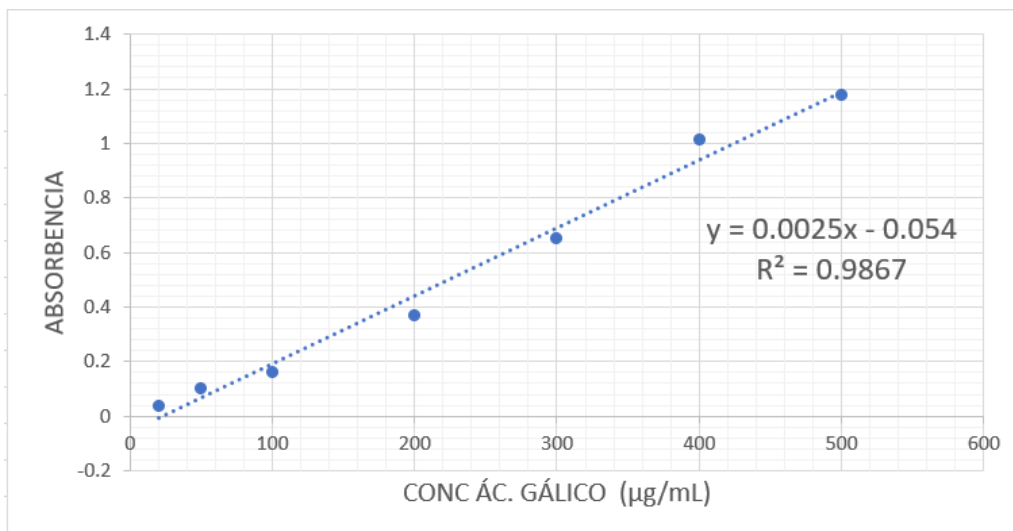


Figura 22 Curva estándar para la determinación de compuestos fenólicos. (Imagen propia)

En la tabla 13 se muestran los resultados de la determinación de compuestos fenólicos realizados a la pulpa y en los diversos tratamientos. Observando un alto contenido de compuestos fenólicos en los tratamientos (T1, T2 y T3) con respecto a la pulpa sin procesar, esto se debe al proceso de secado a las cuales son sometidas, ya que existe un calentamiento que permite volatilizar fácilmente ricas sustancias incluyendo el agua que se encuentran presentes en la pulpa. Logrando así, la concentración de los compuestos fenólicos.

Tabla 13 Cuantificación de compuestos fenólicos en la pulpa fresca y procesada de Jobo.

MUESTRAS	% DE COMPUESTOS FENÓLICOS (mg EAG/100g)
Pulpa fresca	2860 ± 450.33 ^a
T 1	6813.33 ± 532.67 ^c
T 2	6040 ± 597.33 ^{bc}
T 3	5733.33 ± 220.30 ^b

Letras diferentes expresan diferencias estadísticamente significativas (p<0.05)

Comparado los resultados en este trabajo con los estudios realizados en las zonas del departamento de Córdoba por Mercado & Carett (2018), pudimos darnos cuenta

que la pulpa Jobo se encuentra dentro de lo reportado. Señalando que el Jobo proveniente de la región de Planeta Rica contiene 256.19 ± 0.02 mg/100g para de y para la región de Berástegui de 260.70 ± 0.28 mg/100g.

Otros autores han reportado el contenido de compuestos fenólicos en la ciruela (Vasco *et al.* 2008) encontrando un valor menor al del presente estudio (249 mg / 100 g), mientras que Cunha *et al.*, (2001) y Melo *et al.*, (2008) encontraron los valores más bajos, 150 mg / 100 g y 126 mg / 100 g, respectivamente.

8.5.6 Pérdida de compuestos fenólicos en los tratamientos

En la tabla 14 se reporta la pérdida de compuestos fenólicos que se tuvieron las muestras secas (T1, T2, T3 y la pulpa fresca) a los 5 y 10 meses.

Tabla 14 Pérdida de compuestos fenólicos en los tratamientos y pulpa fresca

MUESTRAS	PÉRDIDA DE COMPUESTOS FENÓLICOS % (mg EAG/100g)	
	T:5	T:10
Pulpa fresca	60.49	62.24
T1	61.55	71.82
T2	63.25	66.56
T3	58.60	59.19

Observando de tal manera que en el T3 es el que menos pérdida presentó y el T1 la mayor pérdida. Esto puede deberse a que el T3 (Baño ultrasónico y secado por estufa) causa un daño mínimo, además el tiempo al que se expone la pulpa es menor, haciendo más eficiente la conservación de estos compuestos. Siendo de gran importancia debido a sus propiedades antioxidantes, procesos, además de sus posibles aplicaciones benéficas que estas pueden tener para la salud humana. Además, influyen en la calidad, aceptabilidad y estabilidad de los alimentos, ya que son responsables del color, aroma y las características sensoriales de los alimentos, por ejemplos la astringencia de la las frutas (Creus, 2004).

Corroborándose estos resultados en la figura 23 (Representando con la T el tiempo en meses en el que se evaluaron estos compuestos. De tal manera que T:0 corresponde al contenido inicia, presentada en la tabla 12). Por lo tanto, estos resultados nos permiten hacer la elección de la pulpa seca correspondiente al T3 para integrarla como ingrediente en la formulación de gomitas.

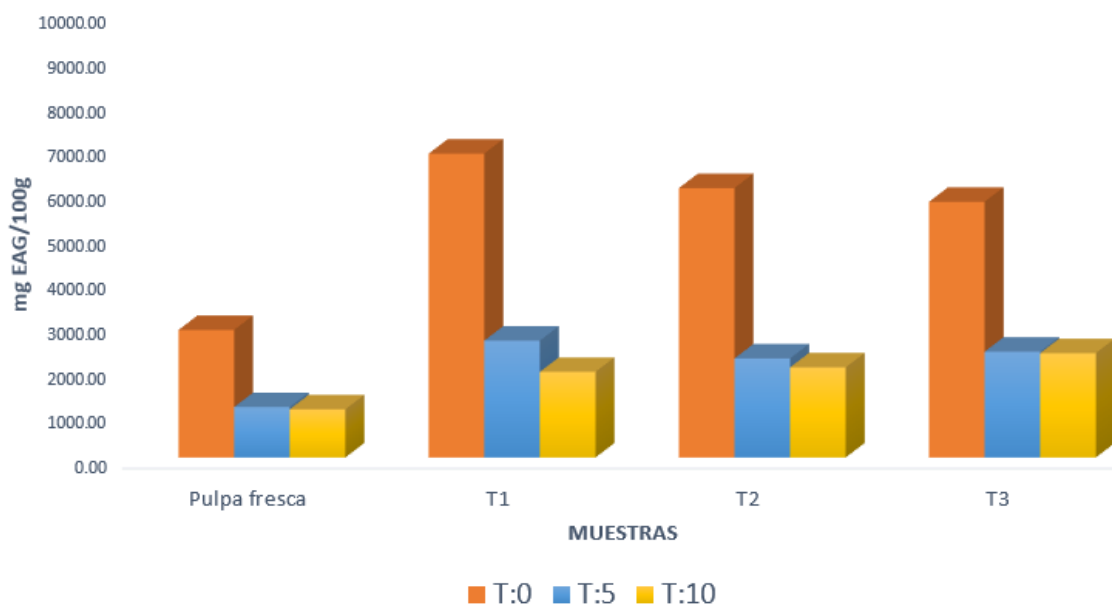


Figura 23 Pérdida (%) de compuestos fenólicos (Imagen propia)

8.6 Gomitas

8.6.1 Procesamiento de la gomita

A continuación, se presenta las gomitas procesadas (Figura 24) que corresponden a un control y dos formulaciones (**F1**: contiene 0.75 g de pulpa de Jobo y **F2**:1.5 g) que se llevaron a cabo con la pulpa del T3 (pulpa elegida de acuerdo a las determinaciones previamente realizadas).



Figura 24 Gomitas formuladas: control, F1, F2 (Imagen propia)

8.6.2 pH en gomitas

Las gomitas presentadas en la figura 24 se les determino pH para saber la influencia que tiene la pulpa de Jobo procesada al ser añadida. Reportando los resultados obtenidos en la tabla 15.

Tabla 15 Análisis de pH en gomitas

MUESTRAS	pH
Control	3.33 ± 0.04 ^c
F1	3.42 ± 0.02 ^b
F2	3.44 ± 0.03 ^b
Comercial	3.18 ± 0.02 ^a

Letras diferentes expresan diferencias estadísticamente significativas (p<0.05)

El pH de las formulaciones, las cuales contienen pulpa seca (T1 y T3) es menor al control, presentando diferencias estadísticas, esto se debe a los azúcares de la pulpa. Mientras, que entre formulaciones no presentan diferencias significativas, esto quiere decir que la cantidad añadida no tiene influencia en el pH. Sin embargo, las gomitas comerciales comparadas con formuladas en este proyecto presentan un menor pH, esto debido al tipo de azúcar, aditivos, edulcorantes, entre otros ingredientes que contribuyen a la disminución del pH de la gomita comercial.

8.6.3 Análisis de color CIE- LAB en gomitas

En la tabla 16 se muestran los valores obtenidos de las coordenadas de cada color de las gomitas desarrolladas (control: sin pulpa añadida; F1: 0.75 g de pulpa procesada de jobo y F2:1.5 g de pulpa procesada de jobo).

En general, podemos observar que entre formulaciones no presentan diferencias significativas en la de Luminosidad (L) y en la coordenada a, indicando los valores con signos negativos que el color va dirigido a una tonalidad verde, esto se debe a que la cantidad de pulpa procesada de Jobo es menor en la F1 que en la F2, pero al incrementar la cantidad de pulpa añadida estas si presentan diferencias

significativas en la coordenada b, con respecto a la F2, lo que nos indica que estas tienden a ser más amarilla pero son menos luminosas con respecto a las otras muestras.

Tabla 16 Análisis de color CIE- LAB en gomitas

MUESTRAS	L*	a*	b*
Control	19.09 ± 0.98 ^a	-3.89 ± 0.45 ^a	1.41 ± 0.76 ^a
F1	18.47 ± 3.04 ^a	-3.16 ± 2.17 ^a	2.51 ± 0.39 ^a
F2	15.39 ± 0.75 ^a	-1.65 ± 1.17 ^a	9.41 ± 0.95 ^b

Letras diferentes en la misma columna expresan que existen diferencias significativas (p<0.05)

Podemos observar la magnitud de la diferencia total de color (tabla 17) con ΔE entre las muestras con el control, en la que F2 es la que mayor diferencia presenta, lo cual es debido al contenido añadido de pulpa procesada, por lo tanto, presenta una coloración más amarilla con respecto a las otras muestras.

Tabla 17 Diferencia de color en gomitas

MUESTRAS	ΔE^{*ab}
Control	0.84 ± 0.74 ^a
F1	3.69 ± 2.43 ^a
F2	9.16 ± 1.66 ^b

Letras diferentes expresan diferencias estadísticamente (p<0.05)

8.6.4 Pérdida de compuestos fenólicos en gomitas en un período de 3 y 6 meses

En la tabla 18 podemos observar la pérdida de compuestos fenólicos en un periodo de 3 y 6 meses, en las distintas formulaciones (control, F1 y F2), señalando el contenido posterior a su implementación en la formulación, debido a que el inicial se reporta en tabla 12 (T3).

Tabla 18 Pérdida de compuestos fenólicos

		COMPUESTOS FENÓLICOS	
Muestras	Tiempo	mg EAG/100g	PÉRDIDA % (mg EAG/100g)
Control	T: 0,3, 6	-----	-----
F 1	T: 0	2240	5.62
	T: 3	2100	11.52
	T: 6	1262.22	46.82
F 2	T: 0	2046.67	13.76
	T: 3	1993.33	16.01
	T: 6	1673.33	29.49

Demostrando en la figura 25, como los compuestos se van degradando, permitiendo conocer la eficacia de las dos formulaciones para preservar o proteger los compuestos fenólicos en relación al tiempo de almacenamiento.

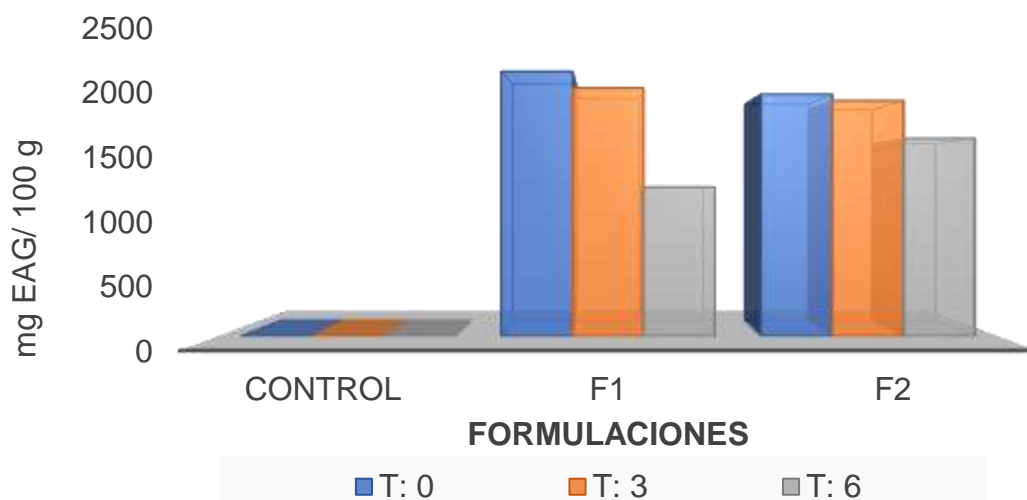


Figura 25 Pérdida de compuestos fenólicos en gomitas (Imagen propia)

La red tridimensional (donde la fase continua líquida es atrapada dentro de la red) que forman las gomitas es originada por la interacción de proteínas y azúcar atrapando una cantidad considerable de estos compuestos; sin embargo, esta misma red ejerce un mayor efecto protector de los compuestos fenólicos disponibles en el medio (Gil, 2019).

Por lo tanto, se puede observar que a los tres meses (T: 3) existe una mayor pérdida en la F2, debido a que los compuestos fenólicos son más expuestos, degradándolos con mayor facilidad. Cabe señalar que estos compuestos pueden ser vulnerables a la luz, temperatura, contenido de sólidos, pH, oxígeno, entre otros (Padmashree *et al.*, 2014; Kirca *et al.*, 2007).

Sin embargo, la cantidad añadida de pulpa procesada en la F2 presenta una gran ventaja, ya que se observó que a los seis meses la F2 aún se conservan los compuestos fenólicos, los cuales entran en la curva, pero en la F1 pasa todo lo contrario ya que estos compuestos se ven más afectado y, por lo tanto, no permite su cuantificación. Y en este periodo (6 meses) la F1 es la que mayor pérdida presenta, siendo esta del 46.82%.

8.6.5 Análisis de la actividad de agua y % humedad en las gomitas

En la tabla 19, se presentan los resultados obtenidos de la actividad de agua y el %humedad de presente en las gomitas procesadas.

Tabla 19 Actividad de agua en gomitas (Aw) y % humedad

Muestras	Aw (T:0)	% humedad
Comercial	0.669 ± 0.013 ^a	30.33 ± 0.050 ^a
Control	0.910 ± 0.010 ^b	30.33 ± 0.050 ^b
F 1	0.903 ± 0.001 ^b	30.83 ± 0.068 ^b
F 2	0.902 ± 0.010 ^b	34.07 ± 0.068 ^c

Letras diferentes en la misma columna expresan que existen diferencias significativas (p<0.05)

Báez *et al.*, (2016) indican que los productos de confitería deben de estar en un rango de Aw de 0.2 hasta 0.9. En las que ellos obtienen valores de 0.926 y 0.901 en las gomitas formuladas nopal y betabel respectivamente, observando que se

presentan valores similares en el presente estudio, atribuyéndole que estos resultados dependen de su composición. Y respecto al contenido de humedad según Cameselle, (2022), estos productos se encuentran en un rango del 8-22%. Observando que los resultados de este proyecto, independientemente de la cantidad agregada a las formulaciones estas no presentan diferencias significativas, de igual manera con el control. Sin embargo, en el % humedad se observa que influye la cantidad de pulpa añadida. Por lo que, si se agrega una menor cantidad de pulpa añadida, esta no presenta diferencias significativas respecto al control, pero en el caso contrario (incrementar la cantidad de pulpa procesada), esta influye en el %humedad. Lo cual se observa en tabla 19.

Destacando que las gomitas formuladas en ambos parámetros (A_w y %humedad) presentan diferencias con las gomitas comerciales. Relacionando estas diferencias con la composición de las gomitas comerciales, tales como el tipo de azúcar utilizado, aditivos, colorante, entre otros., los cuales influyen es que se obtenga una menor A_w y %humedad.

Según lo reportado por Zavala, (2019) a medida que el contenido de agua disminuye, la red tridimensional que se menciona anteriormente, hace que el producto sea más elástico y fácil de masticar debido a la concentración del hidrocoloide, relacionado de tal manera con los parámetros de textura. Y en caso contrario de tener una A_w elevada provocaría la proliferación de microorganismos e impactando en la textura del producto (Ramírez & Orozco, 2014). Y si la humedad del producto no es adecuada, con el tiempo el producto original puede volverse pegajoso, duro, agrietado, rancio o inaceptable.

8.6.6 Análisis de perfil de textura en gomitas

En la tabla 20, se presentan los resultados del análisis de perfil de textura que fueron determinadas en la muestra control y en las formulaciones (F1: contiene 0.3 g de pulpa de Jobo y F2: 0.6 g).

Observando que el agua presente en las gomitas tiene un efecto significativo en las propiedades de textura en las gomitas, por lo tanto, esta impacta directamente en la dureza de la gomita comercial.

Sin embargo, las gomitas formuladas comparadas con la comercial presentan valores similares, en diversas propiedades, resaltando que la formulación realizada contiene compuestos fenólicos los cuales aportan beneficios en la salud, mientras que la comercial no tiene ningún aporte nutritivo.

Tabla 20 Análisis de perfil de textura (APT) en gomitas

PROPIEDADES	MUESTRAS			
	COMERCIAL	CONTROL	F 1	F 2
Dureza (N)	2.161 ± 0.065 ^c	1.252 ± 0.071 ^a	1.590 ± 0.224 ^b	1.209 ± 0.119 ^{ab}
Cohesión	0.757 ± 0.090 ^{abc}	0.687 ± 0.006 ^a	0.743 ± 0.049 ^b	0.757 ± 0.090 ^{abc}
Elasticidad (cm)	0.677 ± 0.023 ^{ac}	0.690 ± 0 ^b	0.673 ± 0.015 ^a	0.677 ± 0.023 ^{ab}
Pegajosidad (N)	0.014 ± 0.03 ^{abc}	0.860 ± 0.053 ^a	1.188 ± 0.236 ^b	0.917 ± 0.161 ^{ab}
Masticabilidad (N*cm)	0.917 ± 0.161 ^{abc}	0.593 ± 0.036 ^a	0.798 ± 0.142 ^b	0.619 ± 0.089 ^{ab}

Letras diferentes en la misma fila expresan que existe diferencias significativas ($p < 0.05$)

Observando, de tal manera, que F2 no presenta diferencias estadísticas en ninguna de las propiedades determinadas respecto a la muestra control y F1, pero es distinto al comparar la F1 con la muestra control ya que en este caso si presentan diferencias significativas en todas las propiedades. Esto se debe a la cantidad de pulpa procesada añadida, observándose que al disminuir la cantidad de pulpa se obtiene una mejor firmeza de las gomitas, mientras que al aumentar la cantidad estas tienden a ser más suaves.

8.6.7 Almacenamiento de las gomitas (Sin refrigeración y con refrigeración)

Posteriormente se presenta la tabla 21, donde se compara los resultados evaluados el almacenamiento de las gomitas en distintas condiciones las cuales fueron sin

refrigeración y con refrigeración, en las que se realizaron determinaciones de sólidos soluble totales (SST), pH, y compuestos fenólicos (C.F.).

Tabla 21 Parámetros fisicoquímicos de las gomitas formuladas y control

ALMACENAMIENTO	MUESTRA	SST	pH	CF
Sin refrigeración (25°C)	Control	69.77 ± 0.51 ^a	3.33 ± 0.04 ^a	-----
	F 1	69.17 ± 0.68 ^a	3.42 ± 0.02 ^b	2240 ± 294.62
	F 2	65.93 ± 0.68 ^b	3.44 ± 0.03 ^b	2046.67 ± 208.17
Con refrigeración (9°C)	Control	70.27 ± 0.58 ^a	3.24 ± 0.02 ^c	-----
	F 1	65.23 ± 1.76 ^b	3.37 ± 0.01 ^a	-----
	F 2	65.40 ± 1.14 ^b	3.28 ± 0.07 ^{ac}	1400 ± 35.28

SST: Sólidos Solubles Totales; CF: compuestos fenólicos. Letras diferentes en la misma columna expresan que existen diferencias significativas ($p < 0.05$).

En general podemos observar, que la temperatura influye en cada uno de los parámetros determinados ya que durante la refrigeración se ve influenciado en los SST, pH. Sin embargo, la temperatura tiene un mayor impacto en los compuestos fenólicos, esto debido a que en la F1 existe una rápida degradación cuando se encuentra refrigerada (9°C), impidiendo la cuantificación de los compuestos que se encuentran presentes en las gomitas. Brindando una mayor protección la F2 durante su refrigeración, además la cantidad de muestra requerida para la determinación de los compuestos fenólicos presentes en la gomita es distinta en ambas condiciones de almacenamiento, ya que se utiliza 30 µL cuando las gomitas se encuentran sin refrigeración y en las gomitas que se encuentran refrigeradas aunque se aumente la cantidad de muestra los resultados ya no entran en la curva de calibración, es decir, que la degradación de los compuestos actúa muy rápido durante su refrigeración.

8.6.8 Parámetro de color en gomitas formuladas y control

Los resultados del análisis de color se muestran en la tabla 22. Ubicando el color de las gomitas entre el verde y el amarillo, ya que a^* y b^* presentaron valores negativos y positivos, respectivamente. Además, L^* tiende a ser más blanco o luminoso cuando la muestra se encuentra refrigerada, es decir, mayor luminosidad de la muestra a mayor temperatura.

Tabla 22 Parámetro de color en gomitas formuladas y control

ALMACENAMIENTO		L^*	a^*	b^*	ΔE^*ab
Control	SR	19.09 ± 0.98 ^a	-3.89 ± 0.45 ^{ab}	1.41 ± 0.76 ^a	0.84 ± 0.74 ^a
	CR	24.32 ± 2.43 ^c	-2.97 ± 2.10 ^b	3.26 ± 0.94 ^{bc}	0.76 ± 0.61 ^a
F 1	SR	18.47 ± 3.04 ^{ab}	-3.16 ± 2.17 ^{ab}	2.51 ± 0.39 ^{ab}	3.69 ± 2.43 ^{ab}
	CR	27.03 ± 0.23 ^c	-4.80 ± 0.22 ^b	4.22 ± 0.23 ^c	3.79 ± 2.72 ^{ab}
F 2	SR	15.39 ± 0.75 ^b	-1.65 ± 1.17 ^a	9.41 ± 0.95 ^d	9.16 ± 1.66 ^c
	CR	25.23 ± 1.55 ^c	-4.13 ± 0.80 ^{ab}	7.05 ± 0.61 ^e	5.00 ± 1.31 ^b

SR: sin refrigeración; CR: con refrigeración. Letras diferentes en la misma columna expresan que existen diferencias significativas ($p < 0.05$)

Esto debido a que el carotenoide (b -criptoxantina, siendo esta la que se presenta en mayor cantidad) que se encuentra presente en la pulpa de jobo, comienza autooxidarse ya sea por reacción del oxígeno atmosférico a velocidades dependientes de la luz, temperatura, pH, a la presencia de pro y antioxidantes, entre otros. (Meléndez *et al.*, 2004; Tiburski *et al.*, 2011), de tal manera que las gomitas refrigeradas se ven más afectadas en los parámetros analizados con respecto a las que se encuentran sin refrigeración.

8.6.9 Análisis microbiológico

En la tabla 23 se muestran los resultados del crecimiento de los microorganismos mesófilos aerobios, coliformes totales, hongos y levaduras de los 30 días de almacenamiento (vida de anaquel). De acuerdo a las especificaciones del Codex Alimentarius (CAC/GL-21, 1997), así como el de la Comisión Internacional de Especificaciones Microbiológicas para Alimentos (ICMSF); los cuales establecen un límite máximo permitido de 10^4 UFC/g de muestra para mesófilos aerobios, y 3×10^2 UFC/g de muestra para hongos y levaduras.

Por lo tanto, en los resultados obtenidos en este trabajo se observa que cumplen con las especificaciones que anteriormente se mencionaron. Indicando con ello la ausencia de todos estos microorganismos. Demostrando un buen proceso de elaboración y calidad en los ingredientes empleados para las formulaciones de las gomitas, garantizando ser un producto apto para el consumo humano.

Tabla 23 Análisis microbiológico en gomitas

	Temperatura: 35°C	Temperatura: 28 °C
TIEMPO (DÍAS)	MICROORGANISMOS MESÓFILOS AEROBIOS (UFC/g)	HONGOS LEVADURAS (UFC/g)
0	AUSENTE	AUSENTE
7	AUSENTE	AUSENTE
14	AUSENTE	AUSENTE
21	AUSENTE	AUSENTE
30	AUSENTE	AUSENTE

9 CONCLUSIONES

- La caracterización fisicoquímica de la pulpa de jobo fresca confirmó que es apta para la formulación de un alimento funcional ya que es rica en compuestos fenólicos, y posee características nutrimentales que benefician en la salud, logrando su conservación hasta por 10 meses en almacenamiento (congelamiento).
- Se eligió el tratamiento por ultrasonido con secado por estufa, como el mejor proceso de secado, debido a que mostró la menor pérdida de compuestos fenólicos durante 10 meses en su almacenamiento.
- Se logró integrar 0.3g (F1) y 0.6 g (F2) de pulpa de jobo procesada en la elaboración de gomitas con base de grenetina, pectina y glucosa.
- Los resultados de pH, color, compuestos fenólicos, actividad de agua, sugieren que la mejor formulación fue la gomita con 0.6 g de pulpa de jobo. Ya que en ella se tiene mejor preservación de los compuestos fenólicos hasta por 6 meses en almacenamiento (sin refrigeración). Observando que los factores que influyen en la degradación de estos compuestos son principalmente el oxígeno, la temperatura y la luz.
- De igual manera el análisis de perfil de textura demostró que la gomita con 0.6 g de pulpa de jobo demostró ser funcional ya que presentó características similares a una gomita comercial, destacando que aporta beneficios en su consumo. Permitiendo su posible implementación en la industria de los alimentos funcionales.
- Presentando a su vez una vida de anaquel de 30 días, esto debido a que el análisis microbiológico indico la ausencia de microorganismos. Por lo tanto, es apto para su consumo.

10 REFERENCIAS

- Adepoju, O. 2009. Proximate composition and micronutrient potentials of three locally available wild fruits in Nigeria. *African Journal of Agricultura* 4 (9): 887-892
- Aguilar V.G., Báez G.J.G., Gallardo R. C. T., García A.K.G., Farías B.M.J., Bautista, V.M., & Castillo H.S.L. (2018). Estudio del Efecto de Hidrocoloides en el Control de la Actividad Acuosa en Gomititas Funcionales. *Investigación y Desarrollo en Ciencia y Tecnología de Alimentos*, 3, 588-594.
- AOAC (1998). Official methods of analysis. Whashington D.C: Association of Analytical Chemists
- AOAC (2000). Official methods of analysis of AOAC International, (17th ed.), Gaithersburg, MD, USA: AOAC.
- AOAC Official Method 942.15. Acidity (Titrable) of Fruit Products. Official method of Analysis of AOAC International, ed. 18, 2005, Cap. 37, p.10
- AOAC Official Method of Analysis of International, Method 932.12. Solids (soluble) in fruit, and fruit products, ed. 18, cap. 37, 2005
- Arce, A.R., Monterroso, R.A.I., Gómez, D.J.D., & Cruz, L.A. (2017). Mexican plums (*Spondias* spp.): their current distribution and potential distribution under climate change scenarios for Mexico. *Revista Chapingo (Serie Horticultura)* 23(1):5-19.
- Argota, P.G., García, C.J.A., Bendezú, A.M.D., Chávez, O.H., & Castillo R.P.C. Polifenoles: su ingesta en frutas y verduras como acción protectora para la salud humana por estrés ante el covid-19. *Biotempo*. 2020 Nov 12;17(2):375–8.
- Avitia G. E., González C.A., & Pimienta B.E. (2000). Ciruela mexicana y otras especies del género *Spondias* L. Ciudad de México: Universidad Autónoma Chapingo, Departamento de Fitotecnia, 19 (10-15).
- Ayoka, A.O., Akomolafe, R.O., Akinsomisoye, O.S. & Ukponmwan, O.E. (2008). Valor medicinal y económico de *Spondias mombin*. *Diario Africano de Investigación Biomédica*, 11 (2).

- Badui D.S., 2016. *Química de los alimentos*. México, Pearson Educación.
- Badui, S., 2006. *Química de los Alimentos*. 4 ed. Pearson Educación. México.
- Báez G.J.G., García A.K.G., Bautista V.M., García D.C.L., Moreno L.S., & García C.C. A. (2016). Control de la actividad acuosa en dulces tipo gomita adicionadas con vitamina C y fibra de nopal (*Opuntia sp.*). *Investigación y Desarrollo en Ciencia y Tecnología de Alimentos*, 1(2), 818-824.
- Batallón, Georgia; da Silva, FMA; Eberlin, Minnesota; Koolen, Determinación HPLC-MS/MS. *Química de los alimentos*. 2015, 180, 280–287.
- Bosco, J., Soares, K.T., Aguiar Filho, S.P. y Barros, R.V. (2000). Una cultura da cajazeira. João Pessoa: EMEPA-PB. (Vol. 28, p 229)
- Burey P., Bhandari B.R., Rutgers R.P.G., Halley P. J. & Torley P.J. 2009. Confectionary gels: A review on formulation, rheological and structural aspects. *International Journal of Food Properties*, 12, 176–210
- Cabrera, L. E. P., Bernal, K. R., Hoyos, A. G., & Peñuelas, R. A. C. (2013). Golosinas con ingredientes funcionales: tendencias, innovación y desarrollo. *Avances deficiencia y tecnología alimentaria en México*.
- Cameselle Llanos, C. Valorización de los compuestos funcionales de la baya de saúco (*Sambucus nigra, L.*) cultivada en Galicia mediante el desarrollo de un producto funcional.
- Coelho, E.L., Souza, P.A., Souza, F.X., Silva, M.S., Costa, J.T.A., 2010. Caracterizac, ão físico-química dos frutos dos clones de Cajazeira capuan e lagoa redonda submetidos à poda. *Rev. Verde (mossoró–rn–brasil)* 5, 46–52.
- Correia, R. T., Borges, K. C., Medeiros, M. F., & Genovese, M. I. (2012). *Bioactive compounds and phenolic-linked functionality of powdered tropical fruit residues*. *Food Science and Technology International*, 18(6), 539–547. doi:10.1177/1082013211433077
- Creus, E. G. (2004). Compuestos fenólicos. *Offarm*, 23(6), 80-84.
- Cruz L. A., A. Pita D., & B. Rodríguez H. 2012. Jocotes, jobos abales o ciruelas Mexicanas. Universidad Autónoma Chapingo. México. 123 p.

- Cunha, H., Alves, R., Cordeiro, A. & Herbster, C. 2001. Calidad de frutas nativas de Latinoamérica para industria: jobo (*Spondias mombin* L.). *Interamerican Society For Tropical Horticulture* 43:72-76.
- Cunha, H., Alves, R., Cordeiro, A. & Herbster, C. 2001. Calidad de frutas nativas de Latinoamérica para industria: jobo (*Spondias mombin* L.). *Interamerican Society For Tropical Horticulture* 43:72-76.
- Delgado, J. O. (2012). Aplicación del Ultrasonido en la Industria de los Alimentos. *Publicaciones e Investigación*, 6, 141-152
- Demonte, P. 1995. "Evaluación sensorial de la textura y la búsqueda de correlaciones con medidas instrumentales." *Memorias de seminario textura y reología de alimentos.*
- Diaz, D., Schwan, R., Lima, L. 2003. Metodología para elaboración de fermentado de cajá (*Spondias mombin* L.). *Ciencia y Tecnología de Alimentos* 23 (3): 342-350.
- Dupas, C., Marsset B.A., Ordonaud, C., Tomé, D., & Maillard, M. N. (2006). Chlorogenic acid is poorly absorbed, independently of the food matrix: a Caco-2 cells and rat chronic absorption study. *Molecular nutrition & food research*, 50(11), 1053-1060.
- Ercisli, S., Akbulut, M., Ozdemir, O., Sengul, M., & Orhan, E. (2008). Phenolic and antioxidant diversity among persimmon (*Diospyrus kaki* L.) genotypes in Turkey. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 59(6), 477-482.
- Fadini A. L., Facchini F., Queiroz M. B., Anjos D. D. A., and Yotsuyanagi k. 2003. Influencia de diferentes ingredientes na textura de balas moles producidas comm e sem goma gelana. *Boletim do Centro de Pesquisa e Processamento de Alimentos*, 21(1), 131-140
- Fontana, A. 1995. "water activity for confectionery quality and shelflife."
- Francis, F.J. & Clydesdale F.M.: *Food colorimetry: Theory and applications*, Westport, Conn, The AVI Pub. Co. USA, 1975.
- Francis, J. K. & Lowe C.A, (2000). *Spondias mombin* L. Jobo, ciruela. *Bioecología de árboles nativos y exóticos de Puerto Rico y las Indias Occidentales*. Río Piedras, Puerto Rico, USDA, 571 (488-490).

- Francis, J. K. (1992). *Spondias mombin* L. Hogplum.SO-ITF-SM-51. New Orleans, LA: US. Department of Agriculture. Forest Service, Southern Forest Experiment station. (p 4).
- Galiano, C. (2013). *Comprar, Conservar y Congelar nuestros alimentos desde la A hasta la Z*. Bubok.
- García T.Y., García P.A., Hernández G. A., & Pérez P.J. (2011). Estudio de la variación del Índice de Color durante la conservación de la piña variedad Cayena Lisa a temperatura ambiente. *Revista ciencias técnicas agropecuarias*, 20(4), 12-16.
- García, M., E. M., & Fernández, S.I. (2012). Determinación de la humedad de un alimento por un método gravimétrico indirecto por desecación.
- Gea, D. A. (2011). Manual manipulación de alimentos e higiene alimentaria.
- GIL E.J.O. (2019). Desarrollo de una golosina funcional adicionada con extracto de betalaínas de pitaya (*Stenocereous Spp.*).
- Gómez, H.M.G. (2000). Determinación de tiempos de congelación y descongelación de pulpa de mango para su conservación en la empresa Frigoríficos Colombianos (Colfrigos SA).
- Gómez, M. 2011. Fenología reproductiva de especies forestales nativas presentes en la jurisdicción de CORANTIOQUIA, un paso hacia su conservación. Volumen II. Primera edición. Medellín.
- Gondim P.J., Silva S.M., Pereira W.E., Dantas A.L., Chaves N.J.R., & Santos L.F.D. (2013). Calidad del fruto de accesiones de umbu-cajazeira (*Spondias* sp.). *Revista Brasileña de Ingeniería Agrícola y Ambiental*, 17, 1217-1221.
- González M. L., Miranda A.D., Bautista M.A.S., Güemes V.N., Soto S.S., Franco F.M. J., Sánchez H.C., & Campos P.J.M. (2019) Análisis de perfil de textura y color en gomitas elaboradas a partir de una decocción de plantas medicinales.
- González, A. M., Vicente, I. 2007. El color en la industria de los alimentos. Editorial Universitaria. La Habana.
- González, J.G., Gallardo R.C.T., García A.K.G., Farías B.M.J., Bautista V.M., & Castillo H.S.L. (2018). Estudio del Efecto de Hidrocoloides en el Control de

- la Actividad Acuosa en Gomitas Funcionales. *Investigación y Desarrollo en Ciencia y Tecnología de Alimentos*, 3, 588-594.
- Gonzalez, T.E. (1969). *Effects of Plant Density on the Production of a Plant Crop of Red Spanish Pineapple in Puerto Rico* (No. 2029-2017-4608).
- Graville, M. (2002). Guía para entender la comunicación del color.
- Hamano P.S & Mercadante A.Z. (2001), 'Composición de carotenoides de forma comercial productos de cajá (*Spondias lutea*)', *Revista de Composición y Análisis de Alimentos*, 335 – 343.
- https://revivemx.org/Recursos/Fichas_propagacion/FichaPropagacion_F1_Spondias_mombin_Jobo_v2.pdf
- <https://twilight.mx/manuales/ND-HD6-63-ND-HD6.pdf>
- Información tecnológica*, 17(16): 63-67, 2006.
- Inungaray, M. L. C., & Munguía, A. R. (2013). Vida útil de los alimentos/Lifetime food. *CIBA Revista Iberoamericana de las Ciencias Biológicas y Agropecuarias*, 2(3), 32-56.
- Ivars I.R.A. (2020). Desarrollo de gominolas a base de granada" Mollar de Elche", manzana" Granny Smith" y azúcar.
- Jacxsens, F: "Sensorial quality of mixtures in fruits", *Postharvest Biology and Technology*, 33: 121-129, 2002.
- Kirca, A., M. Özkan y B. Cemeroglu, Effects of Temperature, Solid Content and Ph on the Stability of Black Carrot Anthocyanins, doi: 10.1016/j.foodchem.2006.01.019, *Food Chem.*, 101(1), 212-218 (2007)
- Larrauri, J. A., Rupérez, P., & Saura-Calixto, F. (1997). Effect of drying temperature on the stability of polyphenols and antioxidant activity of red grape pomace peels. *Journal of agricultural and food chemistry*, 45(4), 1390-1393.
- Leistner, L. (2000). Hurdle technology in the design of minimally processed foods. *Minimally Processed fruits and vegetables. Fundamental aspects and applications*, 13-27.
- Lema F.P., Pérez O.M.A., Martínez D.M.T., & Navarro G.H. (2017). Importancia y caracterización de frutales criollos en dos comunidades de Tuxpan, Veracruz. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*, 11(2), 306-313.

- Li, B. B., Smith, B., & Hossain, M. M. (2006). Extraction of phenolics from citrus peels: I. Solvent extraction method. *Separation and Purification Technology*, 48(2), 182-188.
- Lima, A.T.B, Desouza, V.A.B, Gomes, R.L.F y Lima, P.S.C. (2011). Caracterización molecular de caja, *Spondias mombin* (Anacardiaceae), mediante marcadores RAPD. *Gineta. Mol. Res.* 10, 2893–2904. doi: 10.4238/2011.25.1 de noviembre
- Lozano de G. P.G, Barret D.M, Wrolstad R.E, & Durst R.W. Enzymatic browning inhibited in fresh and dried apple ring by pineapple juice. *J Food Sci* 1993; 58 (2): 399-404.
- Macavilca T.E. A. (2019). Relación de la capacidad antioxidante total y color de la quinua (*Chenopodium quinoa willd.*) medido por colorimetría y espectrofotometría de reflectancia difusa.
- Maldonado A.Y.I., Alia T.I., Núñez C.C.A., Jiménez H.J., Pelayo Z.C., López M.V., & Valle G.S. (2014). Postharvest physiology and technology of *Spondias purpurea* L. and *S. mombin* L. *Scientia Horticulturae*, 174, 193-206.
- Martínez Á.L.E., Rodríguez C.C.G., Isidro R.L.M., Tellez L.S. (2016). Determinación de la vida de anaquel de las gomitas elaboradas con miel multiflora y uniflora enriquecidas con vitaminas
- Mathias, R.K., & Ah, H.K. (2014). El color en los alimentos un criterio de calidad medible. *Agro sur*, 42(2), 57-66.
- Mattietto, R. A., & Matta, V. M. (2011). Cajá (*Spondias mombin* L.). In *Postharvest biology and technology of tropical and subtropical fruits* (pp. 330-353e). Woodhead Publishing.
- Meléndez, M.A.J., Vicario, I. M., & Heredia, F. J. (2004). Estabilidad de los pigmentos carotenoides en los alimentos. *Archivos latinoamericanos de nutrición*, 54(2), 209-215.
- Melo, E., Sucupira, M., Arroxelas, V., & Nascimento, R. 2008. Capacidad antioxidante de frutas. *Revista brasileira de ciencias farmacéuticas*.44 (2): 193-201.

- Mendoza, R.B. 1979. Frutales nativos y silvestres de Panamá. Ciudad de Panamá, Panamá: Universidad de Panamá. 171 p.
- Mercado, M.V.S., & Carett V.G.J. (2018). Caracterización de las propiedades bromatológicas, fisicoquímicas y capacidad antioxidante de la pulpa obtenida de jobo (spondias mombin l.) de dos zonas del departamento de córdoba.
- Methods, a. (2000). Determination of moisture content (AOAC).
- Millán, E., Restrepo, L. P., & Narváez, C. E. (2007). Efecto del escaldado, de la velocidad de congelación y de descongelación sobre la calidad de la pulpa congelada de arazá (*Eugenia stipitata* Mc Vaught). *Agronomía Colombiana*, 25(2), 333-338.
- Miller, GL (1959) Uso del reactivo de ácido dinitrosalicílico para la determinación del azúcar reductor. *Revista de Química Analítica*, 31, 426-428.
- Moghaddas K.E., Ghaderzadeh S. L., Mojaddar L. A., Ghasempour Z., & Ehsani, A. (2020). Red beet extract usage in gelatin/gellan based gummy candy formulation introducing *Salix aegyptiaca* distillate as a flavouring agent. *Journal of Food Science and Technology*, 57, 3355-3362.
- Molina, J.J.F. & Tonny G. (Ed., 2010). Predicción de la Vida Útil de los Alimentos. *parameters*, 39(12), 57.
- Njoku, P.C., Akumefula, M.I. (2007). Phytochemical and nutrient evaluation of *Spondias mombin* Leaves. *Pakistan Journal of Nutrition* 6(6):613-615.
- Padmashree, A., Sharma, G. K., Semwal, A. D., & Mahesh, C. (2014). Antioxygenic activity of *Solanum nigrum* L. leaves in sunflower oil model system and its thermal stability. *Food and Nutrition Sciences*, 2014. doi: 10.4236/fns.2014.511113, *Food Nutr. Sci.* 5(11), 1022-1029 (2014).
- Payne, M. J., Hurst, W. J., Miller, K. B., Rank, C., & Stuart, D. A. (2010). Impact of fermentation, drying, roasting, and Dutch processing on epicatechin and catechin content of cacao beans and cocoa ingredients. *Journal of agricultural and food chemistry*, 58(19), 10518-10527.
- Penningtón, T. & J. Sarukhán.1998. Árboles Tropicales de México. Manual para la Identificación de las Principales Especies. UNAM/Fondo de cultura económica. México.

- Pérez, A., Saucedo, C., Arévalo, M. & Muratalla, A. 2004. Efecto del grado de madurez en la calidad y vida postcosecha de ciruela mexicana (*Spondias purpurea* L.). *Revista Fitotecnia Mexicana* 27: 133-139
- Pérez, C.L.E., Reyes, B.K., Godines, H.A., & Casillas, P.R. (2012). Desarrollo y caracterización de golosinas con ingredientes de interés nutrimental. *CienciaUAT*, 6(3), 50-55.
- Pérez, P.Y., Rivero, G.R., Suárez, L.F., González, P.M., & Hung, G.B. (2013). Caracterización fitoquímica de extractos de *Spondias mombin* L. (*Anacardiaceae*). *Revista Cubana de Química*, 25(2), 150-153.
- Periche A., Heredia A., Escriche I., Andre´s A., and M.L.Castello. 2014. Optical, mechanical and sensory properties of based-isomaltulose gummy confections. *Food Bioscience*, 7, 37-44.
- Pokorný, J., & Schmidt, Š. (2001). Natural antioxidant functionality during food processing. *Antioxidants in food: practical applications*, 331-354.
- Portero, Y. P., Leblanch, E. R., Rivas, C. A. B., & Zapata, E. P. (2022). Toxicidad aguda oral del extracto hidroalcohólico de las hojas de *Spondias mombin* L.(jobo). *Revista Cubana de Plantas Medicinales*, 27(2).
- Prance G.T. & Silva M.F. (1975), *Árvores de Manaus* Manaus, Inpa.
- Prati, P.; Moretti, RH; Cardello, HMAB Elaboración de bebida compuesta por mezclas de jugos de frutas ácidas y clarificados-estabilizados de caña de azúcar. *Ciencia. Technol. Alimento*. 2005, 25, 147-152.
- Priego Capote, F., & Luque de Castro, M. D. (2007). *Introduction: Fundamentals of ultrasound and basis of its analytical uses*.
- Proyecto de Norma Oficial Mexicana PROY-NOM-217-SSA1-2002, Productos y servicios. Productos de confitería. Especificaciones sanitarias. Métodos de prueba.
- Quek, S. Y., Chok, N. K., & Swedlund, P. (2007). The physicochemical properties of spray-dried watermelon powders. *Chemical Engineering and Processing: Process Intensification*, 46(5), 386-392.

- Quiñones M, Miguel M, Aleixandre A. Revisión Los polifenoles, compuestos de origen natural con efectos saludables sobre el sistema cardiovascular. *Nutrición Hospitalaria*. 2012; 27(1):76– 89.
- Quirós S., Ana E., Hugo, P., Rosario, M.R.S., & Gustavo A.G.A., 2011. “Interacción De Compuestos Fenólicos Y Fibra Dietaria: Capacidad Antioxidante Y Biodisponibilidad”. *Biocencia* 13(3): 3.
- Ramírez, M. & Orozco, N. (2014). *Confitería: de lo artesanal a la tecnología*. México, Editorial Universidad Autónoma de Aguascaliente: 60-93, 106-109, 174-205.
- Reid, M.S. (2002). Maturation and maturity indices. pp. 55-62. En: Kader, A.A. (ed.) *Postharvest technology of horticultural crops*. 3th edition. University of California, Agricultural and Natural Resources, Publication 3311. Oakland, California. 535 p.
- Resende, O.; Oliveira, DEC; Costa, LM; Ferreira Junior, WN Cinética de secado de frutos de barú (*Dipteryx alata* Vogel). *Ingeniería Agrícola*, v.38, p.103-109, 2018. <https://doi.org/10.1590/1809-4430-eng.agric.v38n1p103-109/2018>
- Robledo P.A., & León, A. C. (2012). *Botánica de Spondias L. (Anacardiaceae): jocotes, jobos, abales y ciruelas mexicanas en México*, Primera edición, (pp 11-20)
- Robles, O.L.E., & Ochoa, M.L.A. (2012). Ultrasonido y sus aplicaciones en el procesamiento de alimentos. *Revista iberoamericana de tecnología postcosecha*, 13(2), 109-122
- Romo Zamarrón, K. F. (2019). Valorización de subproductos de piña y papaya, y su aplicación como ingredientes en el desarrollo de golosinas gelificadas.
- Rosenthal, A. J. (2001). Relación entre las Medidas Instrumentales y Sensoriales de la Textura de Alimentos. *Textura de los alimentos, Medida y percepción*”. Zaragoza: Acribia.
- Sacramento C.K. & Souza F.X. (2000), *Cajá (Spondias mombin L.): Série Frutas Jaboticabal*, Nativas, Funep.
- Sampaio, S.A., Bora, P.S., Holschuh, H.J., Silva, S.M., 2007. Postharvest respiratory activity and changes in some chemical constituents during

- maturation of yellow mombin (*Spondias mombin*) fruit. *Ciênc. Tecnol. Aliment* 27, 511–515
- San Miguel-Chávez, R. 2017. "Phenolic Antioxidant Capacity: A Review of the State of the Art". En *Phenolic Compounds - Biological Activity*,.
- Santini, Z.G., Alsina, D.A., Althaus, R.L., Meinardi, C. A., Freyre, M.R., Sánchez, J.R.D., & González, C. (2007). Evaluación de la textura en quesos de oveja. Aplicaciones del análisis factorial discriminante. *FAVE: Sección Ciencias Agrarias*, 5(1), 7-14.
- Santos F.A.C., Novaes, C.G., Pires, R.M., Barreto, G.E., do Nascimento, B.B., Giraldez, A.L.D. Diseño de Mezclas y Matriz Doehlert para la Optimización de la Extracción de Compuestos Fenólicos de *Spondias mombin* L. Residuos Agroindustriales de Bagazo de Manzana. *Frente. Química*. 2018, 5, 116.
- Silva L.S, Silva. F.S, & Zuniga A.D.G. (2022). Caracterización física, química y colorimétrica de pulpas de cacao (*theobroma cacao*) y cajá (*spondias mombin*). *Investigación, Sociedad y Desarrollo*, 11(1), e4211124740.
- Sinarefi, 2010. Sistema Nacional de Recursos Fitogénicos para la Alimentación y la Agricultura.
- Singleton V.L. & Rossi J.A. (1995). Colorimetry of the total phenolics with phosphomolybdic- phosphotungstic acid reagents. *Am. J. Enol. Vitic.* 16: 144-158
- Slaughter, D.C. (2009). "Nondestructive maturity assessment methods for mango: A Review of Literature and Identification of Future Research Needs.", 1-18.
- Szczesniak, A. S. (1963). Classification of textural characteristics a. *Journal of food science*, 28(4), 385-389.
- Thompson, A.K. Tecnología post-cosecha de frutas y hortalizas, 268pp., Armenia, Colombia: Servicio Nacional de Aprendizaje. Editorial Kinesis, Convenio SENA-Reino Unido, producido con el apoyo del Servicio Nacional de Aprendizaje de Colombia (SENA), el Departamento para el Desarrollo Internacional (Department for International Development-DFID) y el Instituto

- de Recursos Naturales (Natural Resources Institute-NRI) del Reino Unido, Armenia, Colombia, 1998.
- Tiburski J.H., 2009. Polpa de Cajá (*Spondias mombin* L.) Processada por Alta Pressão Hidrostática, Dissertação de Mestrado, Seropédica, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.
- Tiburski, J.H., Rosenthal, A., Deliza, R.R., Godoy, L.O., Pacheco, S. (2011). Nutritional properties of yellow mombin (*Spondia mombin* L.) pulp. *Food Research International* 44:2326-2331
- Tovar B.S.R. (2018). Efecto de la temperatura de secado en los compuestos bioactivos y capacidad antioxidante del nispero (*Mespilus germanica* L.).
- Tovar S. H. M., G. A. Ballesteros P., A., Robledo P. & A. Cruz L. 2012. Botánica de *Spondias* L. (Anacardiaceae): Jocotes, Jobos, Abales o Ciruelas Mexicanas en México. In: *Jocotes, jobos, abales o ciruelas mexicanas*. Cruz L. A., A. Pita D., B. Rodríguez H. (Comps.). Universidad Autónoma Chapingo, México. 11-30 p.
- Urango, M.L.A., Montoya P.G.A., Cuadros, Q.M. A., Henao, D. C., Zapata, P. A., López Mira, L., & Gómez, B. D. (2009). Efecto de los compuestos bioactivos de algunos alimentos en la salud. *Perspectivas en nutrición humana*, 11(1), 27-38.
- Vargas, R. A., & Petricevich, V. L. (2018). Importancia biológica de los compuestos fenólicos. *Inventio, la génesis de la cultura universitaria en Morelos*, 14(34), 33-38.
- Vasco, C., Ruales, J., & Kamal, A. (2008). Total phenolic compounds and antioxidant capacities of major fruits from Ecuador. *Food Chemistry* 111 (4): 816-823
- Vega, G.A., Di S.K., Rodríguez, K., Lemus, M.R., Miranda, M., López, J., & Perez, W.M. (2009). Effect of air-drying temperature on physico-chemical properties, antioxidant capacity, colour and total phenolic content of red pepper (*Capsicum annum*, L. var. Hungarian). *Food chemistry*, 117(4), 647-653.
- Velásquez, M. B., Barazarte, H., & González, C. C. (2020). Evaluación físico-química y sensorial de una golosina tipo gomita a base de pulpa de

- parchita (*Passiflora edulis*) endulzada con estevia (*Stevia rebaudiana bertonii*). *Agroindustria, Sociedad y Ambiente*, 1(14), 21-58.
- Vieira N.R.D (2002), Fruteiras potenciais para os tabuleiros costeiros e baixadas litorâneas, Aracaju, Embrapa/Emdagro.
- Vignoni, L.A., Césari, R.M. Forte, M., & Mirábile, M. L. (2006): Determinación de índice de color en ajo picado, *Información tecnológica*, 17(6), 63-67.
- Zavala, D. F. (2019). Obtención de un producto de confitería a base de bagazo de mango Ataulfo (*Manguiфера indica L.*) y evaluación de su efecto prebiótico in vitro.

11 ANEXOS

11.1 Artículo de divulgación publicado

REVISTA TECNOLÓGICA CEA

Difusión vía red de cómputo

<http://www.revistatecnologicacea.mx>

ISSN 25940414

Año 8, Núm. 20, Volumen I

Abril 2023

Número Especial

MEMORIAS



EDUCACIÓN
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA

TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO



DIRECTORIO

Dra. Nayelli del Carmen Ramírez Segovia
Directora

Mtro. Ignacio López Valdovinos
Subdirector Académico

Mtro. Julián Ferrer Guerra
Subdirector de Planeación y Vinculación

Ing. Raúl René Robles Lacayo
Subdirector Administrativo

COMITÉ EDITORIAL

Dr. Christian Oliver Díaz Ovalle

Dra. Judith Vázquez Aguilar

Mtra. María Concepción González Cuevas

Dr. Israel Servín Gómez

MDHO. Luis Felipe Noriega Román

REVISTA TECNOLÓGICA CEA

Editor y formador
Dr. Israel Servín Gómez

Tecnológico Nacional de México Instituto
Tecnológico de Roque

Dirección: km. 8 Carretera Celaya- Juventino
Rosas

Revista Número 20, Abril 2023.

Revista Tecnológica CEA, Año 8, número 20, vol. I, Abril 2023, es una revista de número especial, publicada y editada por el Tecnológico Nacional de México dependiente de la Secretaría de Educación Pública, a través del Instituto Tecnológico de Roque, Av. Universidad No. 1200, quinto piso, Col. Xoco, Alcaldía Benito Juárez, C.P. 03330, Ciudad de México, Tel. 5536002500 Ext. 65064, d_vinculacion05@tecnm.mx, Editor Dr. Israel Servín Gómez. Reserva de derechos al uso exclusivo No. 04-2016-071113482900-203, ISSN 2594 0414 ambos otorgado por el Instituto Nacional de Derechos de Autor.

Responsable de la última actualización de este número Ing. Christian Ulises Hernández Montoya, Jefe del Departamento de Comunicación y Difusión del Instituto Tecnológico de Roque, con do

micilio en Km. 8 carretera Celaya Juventino Rosas, C.P. 38110 Roque, Celaya Guanajuato, México, tel. 461 6116361 ext. 116 fecha de última actualización 28 de abril de 2023.

El objetivo de la *Revista Tecnológica CEA* es la generación de conocimiento científico teórico y aplicado, para soporte de los contenidos de los planes y programas de estudio que se imparten en Tecnológico Nacional de México.

Las publicaciones de los artículos son sometidas a revisión por un comité de arbitraje, el proceso de evaluación del artículo guardará estrictamente el anonimato y el contenido es responsabilidad de los autores y no necesariamente reflejan la postura del editor de la publicación.

Se autoriza la reproducción parcial o total de los contenidos e imágenes de la publicación con crédito de la fuente.

Revista Indizada en  

CONTENIDO

BEBIDA VEGETAL A BASE DE ARROZ-AVENA ADICIONADA CON ALIMENTOS FUNCIONALES CHICHARO VERDE-CHÍA-ALFALFA	73
SALCHICHA AHUMADA A BASE DE CALAMAR	78
FORMULACIÓN Y OPTIMIZACIÓN DE TORTILLAS DE MAÍZ MORADO, HARINA DE YUCA Y CHÍA Y SU COMPARACIÓN CON UNA MARCA COMERCIAL	82
ANÁLISIS SENSORIAL DE UNA TORTILLA DE MAÍZ COLORADO CON CARACTERÍSTICAS FUNCIONALES.....	87
CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA DE LA PULPA DE JOBO (<i>SPONDIAS MOMBIN L.</i>)	92
PRODUCTOS CON ALTO CONTENIDO PROTEÍCO.....	96
CARACTERIZACIÓN REOLÓGICA Y ESTRUCTURAL DE MUCILAGO DE NOPAL.....	101
CARACTERIZACIÓN FÍSICO-QUÍMICA EN SEMILLAS DE MAÍCES (<i>Zea Mays L.</i>) DE COLOR.....	107
CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA DE LÍNEAS ELITE DE ENDOSPERMO AMARILLO Y ENDOSPERMO BLANCO DE MAÍZ (<i>ZEAMAYS</i>).....	113
COMPOSICIÓN NUTRICIONAL Y COMPUESTOS BIOACTIVOS DE VARIEDADES DE GRANOS DE QUÍNOA (<i>CHENOPODIUM QUINOA</i>) CULTIVADAS EN MÉXICO	121
BEBIDA A BASE DE SUERO DE LECHE DULCE FORTIFICADO CON GERMINADO DE QUINUA (<i>CHENOPODIUM QUINOA</i>).....	127
DESARROLLO DE UNA APLICACIÓN PARA EL CÁLCULO DE PESO MOLECULAR DE PROTEÍNAS A PARTIR DE SU SECUENCIA AMINOACÍDICA.....	133
EVALUACIÓN DE LA ACTIVIDAD ANTIBACTERIANA DE NANOPARTÍCULAS DE PLATA SINTETIZADAS DE MANERA ECOLÓGICA.....	139
OBTENCIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LEVADURAS NATIVAS EN FRUTOS DE LA REGIÓN DE LA TIERRA CALIENTE DEL BALSAS DEL ESTADO DE MICHOACÁN ...	143
SELECCIÓN DE MICROORGANISMOS PARA EL PRETRATAMIENTO DE RESIDUOS DE <i>RICINUS COMMUNIS L.</i> EN LA PRODUCCIÓN DE BIOETANOL	148



CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA DE LA PULPA DE JOBO (*SPONDIAS MOMBIN L.*)

Gisela Fernanda Padilla García^{1*}, Karina Bustos Ramírez¹, Karen Ayllín Vargas García¹, Elizabeth del Carmen Varela Santos¹, Susana Astrid López², Edí Antonio López²

¹Subdirección de Posgrado e Investigación, Tecnológico Nacional de México/ Instituto Tecnológico Superior de Tierra Blanca, Avenida Veracruz s/n, esquina Héroes de Puebla, Col. Pemex, Tierra Blanca, Veracruz, C.P. 05180, México

²Tecnológico nacional de México/Instituto tecnológico Superior de Naranjos, C. Priv. Guajuato S/N, Col. Manuel Ávila Camacho, Naranjos, Veracruz, C.P. 02370, México

*Correspondencia: giselapadillagarcia001@gmail.com

RESUMEN

El jobo pertenece a la familia botánica de las Anacardiáceas, del género *Spondia*, y la especie *Spondia mombin L.* El jobo es clasificado como una drupa carnosa verde que se torna amarilla al madurar, tiene un sabor agridulce y aroma agradable, mide de 1 a 2.5 cm de grueso por 2.5 a 4 cm de largo; la pulpa es gruesa y el endocarpio es fibroso, este, a su vez, mide entre 2.3 y 3.1 cm de largo y contiene entre 0 y 5 semillas por fruto; presentando forma oblonga. Sin embargo, aún no se ha realizado una caracterización amplia que señale el valor real de la pulpa de Jobo especialmente del estado de Veracruz. Por lo tanto, el proyecto de investigación tiene como propósito comprobar analíticamente las propiedades fisicoquímicas atribuidas en el jobo, dándole un valor agregado a un producto agroindustrial nato del estado de Veracruz.

Palabras clave: *Spondias Mombin L.*, jobo, agroindustrial, fruta.

INTRODUCCIÓN

El jobo (*Spondias mombin L.*) pertenece a la familia Anacardiaceae; se le conoce como cajá o taperebá en Brasil; ciruela amarilla en México y Ecuador; jobo en América Central y hogglum o *mombin* amarillo en América del Norte (Bosco y col., 2000). Se encontraron ejemplares en los herbarios estudiados procedentes de 20 entidades de la República; el estado con más *Spondias* es Veracruz, con 267 colectas, donde predomina *S. mombin*, siguiéndole Yucatán,



Índice de color: se siguió con el método descrito por Yelene (2011) para la determinación del índice de color en la cual se evaluó los parámetros de L^* , a^* , b^* de acuerdo el estándar de iluminación de la escala espectral, donde L^* describe la luminosidad y a^* y b^* evalúan la saturación que nos da la pureza del color y el tono es el color propiamente, según Francis y Clydesdale (1975). La expresión matemática (2) determinada para calcular el Índice de Color según Thompson (1998).

$$IC = \frac{(a+100)}{L \cdot b} \quad (2)$$

RESULTADOS

La caracterización fisicoquímica de la pulpa de jobo (*S. mombin L.*) consistió en realizar análisis de sólidos solubles ($^{\circ}$ Brix), pH, acidez titulable, índice de color; las cuales se realizaron por triplicado. Por lo tanto, pudimos darnos cuenta que el fruto en comparación con lo reportado por Tiburski (2009), Silva y col., (2009) y Gondim y col., (2013), se han presentado valores similares en algunos atributos, pero en otros casos se observan valores altos, los cuales se encuentra reportados por este trabajo. De tal forma se encuentran presentados en la Tabla 1. De acuerdo a esto, podemos decir que la pulpa originaria del estado de Veracruz posee atributos importantes que pueden confirmarse con los resultados que hasta el momento se tienen.

Tabla 1. Caracterización fisicoquímica de la pulpa de jobo (*spondias mombin*.)

PROPIEDADES	ESTE TRABAJO	OTROS AUTORES
PH	2	3.40 [1]
ACIDEZ %(G AC/ 100ML)	1.68 ± 0.5	1.05 [1]
ÍNDICE DE COLOR (IC)	0.12 ± 0.08	—
*BRUX	14.33 ± 0.23	14.9 [2] 9.35 [3] 11.86 [1]

[1] Gondim y col. (2013); [2] Tiburski (2009) y [3] Silva y col. (2009).

CONCLUSIONES

Con las determinaciones realizadas para el conocimiento de sus características físicas y composición química nos permitió conocer la calidad y las propiedades que se le atribuyen al jobo. Lo cual nos permite para darle una nueva funcionalidad y un valor agregado a un producto



Índice de color: se siguió con el método descrito por Yelene (2011) para la determinación del índice de color en la cual se evaluó los parámetros de L*, a*, b* de acuerdo el estándar de iluminación de la escala espectral, donde L* describe la luminosidad y a* y b* evalúan la saturación que nos da la pureza del color y el tono es el color propiamente, según Francis y Clydesdale (1975). La expresión matemática (2) determinada para calcular el Índice de Color según Thompson (1998).

$$IC = \frac{(a \cdot 100)}{L \cdot b} \quad (2)$$

RESULTADOS

La caracterización fisicoquímica de la pulpa de jobo (*S. mombin L.*) consistió en realizar análisis de sólidos solubles (°Brix), pH, acidez titulable, índice de color; las cuales se realizaron por triplicado. Por lo tanto, pudimos darnos cuenta que el fruto en comparación con lo reportado por Tiburski (2009), Silva y col., (2009) y Gondim y col., (2013), se han presentado valores similares en algunos atributos, pero en otros casos se observan valores altos, los cuales se encuentra reportados por este trabajo. De tal forma se encuentran presentados en la Tabla 1. De acuerdo a esto, podemos decir que la pulpa originaria del estado de Veracruz posee atributos importantes que pueden confirmarse con los resultados que hasta el momento se tienen.

Tabla 1. Caracterización fisicoquímica de la pulpa de jobo (*Spondias mombin*).

PROPIEDADES	ESTE TRABAJO	OTROS AUTORES
PH	2	3.40 [1]
ACIDEZ %(G AC/ 100ML)	1.68 ± 0.5	1.05 [1]
ÍNDICE DE COLOR (IC)	0.12 ± 0.08	—
*BRIX	14.33 ± 0.23	14.9 [2] 9.35 [3] 11.86 [1]

[1] Gondim y col. (2013); [2] Tiburski (2009) y [3] Silva y col. (2009).

CONCLUSIONES

Con las determinaciones realizadas para el conocimiento de sus características físicas y composición química nos permitió conocer la calidad y las propiedades que se le atribuyen al jobo. Lo cual nos permite para darle una nueva funcionalidad y un valor agregado a un producto



agroindustrial nato de la región de Veracruz. Además, que los frutos de *S. Mombin L* son relativamente pequeños, su sabor, color y valor nutrimental revelaron que es un fruto con calidad aceptable, ya que son una fuente importante de azúcares y minerales.

REFERENCIAS

- Avitia G. E., González C. A., y Pimienta B. E. (2000). Ciruela mexicana y otras especies del género *Spondias L*. Ciudad de México: Universidad Autónoma Chapingo, Departamento de Fitotecnia, 19 (10-15).
- Ayoka, A. O., Akomolafe, R. O., Akinsomisoye, O. S. y Ukponmwan, O. E. (2008). Valor medicinal y económico de *Spondias mombin*. Diario Africano de Investigación Biomédica, 11 (2).
- Bosco, J., Soares, K. T., Aguiar Filho, S. P. y Barros, R. V. (2000). Una cultura da cajazeira. João Pessoa: EMEPA-PB. (Vol. 28, p 229)
- Francis, J. K. y Lowe C. A. (2000). *Spondias mombin L*. Jobo, ciruela. Bioecología de árboles nativos y exóticos de Puerto Rico y las Indias Occidentales. Río Piedras, Puerto Rico, USDA, 571 (488-490).
- Francis, J. K. (1992). *Spondias mombin L*. Hogplum.SO-ITF-SM-51. New Orleans, LA: US. Department of Agriculture. Forest Service, Southern Forest Experiment station. (p 4).
- Gondim, P. J., Silva S. M., Pereira W. E., Dantas A. L., Chaves N. J. R. y Santos L. F. D. (2013). Calidad del fruto de accesiones de umbu-cajazeira (*Spondias sp.*). Revista Brasileña de Ingeniería Agrícola y Ambiental, 17, 1217-1221.
- Robledo, P. A. y León, A. C. (2012). Botánica de *Spondias L*. (Anacardiaceae): jocotes, jobos, abales y ciruelas mexicanas en México, Primera edición, (pp 11-20)
- Sampaio, S. A., Bora, P. S., Holschuh, H. J. y Silva, S. M., (2007). Actividad respiratoria postcosecha y cambios en algunos constituyentes químicos durante la maduración del fruto de mombin amarillo (*Spondias mombin*). Ciencia y tecnología de los alimentos, 27, 511-515.

11.2 Constancia de presentación en congreso (Póster)



EDUCACIÓN
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de
Roque

**EL TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO
A TRAVÉS DEL INSTITUTO TECNOLÓGICO DE ROQUE**

OTORGA LA PRESENTE

RECONOCIMIENTO

A

**Gisela Fernanda Padilla García, Karina Bustos
Ramírez, Elizabeth del Carmen Varela Santos,
Susana Astrid García López, Antonio López Edi**

**POR LA PRESENTACIÓN DEL TRABAJO:
CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA DE LA PULPA DE JOBO
(SPONDIAS MOMBIN L.)**

En el 1er CONGRESO INTERNACIONAL
Producción y Transformación de Alimentos para la Seguridad Alimentaria

ROQUE, CELAYA, GTO, DEL 24 AL 28 DE ABRIL DE 2023

En el campo está la supervivencia y en tus manos la solución

**NAVELLI DEL CARMEN RAMÍREZ SEGOVIA
DIRECTORA**



**CHRISTIAN O. DÍAZ OVALLE
PRESIDENTE DEL COMITÉ TÉCNICO**

**SUSANA E. ALTAMIRANO ROMO
PRESIDENTA DEL COMITÉ ORGANIZADOR**



11.3 Retribuciones sociales

1. Participación y aportación en el Tianguis Agroecológico (Granjita), llevándose a cabo el 20 de mayo del 2022 en Tierra Blanca, Veracruz.



2. Participación en la jornada de divulgación de la ciencia para los niños, en la escuela primaria Libertad, el 04 de mayo del 2022 en Tierra Blanca, Veracruz.



11.4 Ponencia

1. Participación con la ponencia “Desarrollo de una gomita funcional para la conservación de los compuestos fenólicos de la pulpa de jobo”, el 08 de noviembre del 2023, en el marco de la celebración del 24 Aniversario del ITSTB (Instituto Tecnológico Superior de Tierra Blanca), llevada a cabo en sus mismas instalaciones.



11.5 Antiplagio de software turnitin

Identificación de reporte de similitud: cid-20755-333758832

● 31% de similitud general

Principales fuentes encontradas en las siguientes bases de datos:

- 28% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 18% Base de datos de trabajos entregados
- 5% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

FUENTES PRINCIPALES

Las fuentes con el mayor número de coincidencias dentro de la entrega. Las fuentes superpuestas no se mostrarán.

1	docplayer.es Internet	3%
2	core.ac.uk Internet	3%
3	fcv.uanl.mx Internet	3%
4	dspace.uce.edu.ec:8080 Internet	2%
5	ri-ng.uaq.mx Internet	1%
6	scielo.org.co Internet	<1%
7	Universidad Nacional del Centro del Peru on 2019-05-13 Submitted works	<1%
8	es.scribd.com Internet	<1%

Descripción general de fuentes