



Ciencia Latina
Internacional

Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, Ciudad de México, México.
ISSN 2707-2207 / ISSN 2707-2215 (en línea), mayo-junio 2024,
Volumen 8, Número 3.

https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i3

**CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA DE
HARINA DE CÁSCARA, SEMILLA, PULPA Y
GERMINADO DE INGA JINICUIL NATIVA DEL
ESTADO DE GUERRERO**

**PHYSICOCHEMICAL CHARACTERIZATION OF HUSK
FLOUR, SEED, PULP AND GERMINATE OF INGA JINICUIL
NATIVE TO THE STATE OF GUERRERO**

Laura Arale Bernal Morales

Tecnológico Nacional de México, México

Rosario Berenice Cocio Radilla

Tecnológico Nacional de México, México

Gerardo Galindo Ramos

Tecnológico Nacional de México, México

Beatriz Gabriel Salmerón

Tecnológico Nacional de México, México

María de los Ángeles Gama Gálvez

Tecnológico Nacional de México, México

DOI: https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i3.11667

Caracterización Físicoquímica de Harina de Cáscara, Semilla, Pulpa y Germinado de Inga Jinicuil Nativa del Estado de Guerrero

Laura Arale Bernal Morales¹I17320298@acapulco.tecnm.mx<https://orcid.org/0009-0004-4462-7339>

Tecnológico Nacional de México

Campus Acapulco

Acapulco-México

Gerardo Galindo Ramosgerardo.gr@acapulco.tecnm.mx<https://orcid.org/0000-0002-3268-2857>

Tecnológico Nacional de México

Campus Acapulco

Acapulco-México

María de los Ángeles Gama Gálvezmaria.gg@acapulco.tecnm.mx<https://orcid.org/0000-0003-2687-1990>

Tecnológico Nacional de México

Campus Acapulco

Acapulco-México

Rosario Berenice Cocio Radillabereradilla15@gmail.com<https://orcid.org/0009-0003-9729-4972>

Tecnológico Nacional de México

Campus Acapulco

Acapulco-México

Beatriz Gabriel Salmerónbeatriz.gs@acapulco.tecnm.mx<https://orcid.org/0000-0001-6785-1342>

Tecnológico Nacional de México

Campus Acapulco

Acapulco-México

RESUMEN

En el presente trabajo de investigación se realizó la caracterización físicoquímica sobre las harinas de *Inga jinicuil* de su cáscara, semilla, pulpa y germinado tomando como referencias algunos métodos ya conocidos y realizando cada determinación por triplicado sobre los parámetros humedad, cenizas, pH, sólidos disueltos totales, conductividad, acidez titulable, lípidos, proteínas, carbohidratos de azúcares totales y azúcares reductores. Entre los resultados a destacar se tuvieron los siguientes: la harina de germinado tuvo el mayor porcentaje de humedad, 10.43 %, una acidez titulable de 0.36 %, sólidos disueltos con 762.33 ppm y conductividad de 1524.66 $\mu\text{S}/\text{cm}$; mientras que, la cáscara tuvo mayor porcentaje de cenizas, 4.38 %, lípidos 9.24 %, proteínas 16.8 % y azúcares reductores directos 4.60 %; en cambio, la de semilla tuvo mayor pH, 5.9, la de pulpa una mayor cantidad de azúcares totales, 229.11 μg de azúcar total/g de harina de *jinicuil*, y azúcares reductores totales 16.76 %. Los resultados mostraron un alto contenido de proteínas, bajo contenido de lípidos e incluso por su bajo contenido de azúcares se pudiera considerar como un alimento libre de azúcar. Debido a esto, las harinas de las diferentes fracciones de *Inga jinicuil* pueden ser utilizadas en la elaboración de productos alimenticios nutritivos a base de harinas de uso convencional ayudando a favorecer la ingesta de proteínas, y ofreciendo un producto con bajo contenido de lípidos y libre de azúcar. Las diversas determinaciones realizadas al *Inga jinicuil* permiten ampliar el, poco o escaso, conocimiento de sus propiedades nutrimentales esperando pueda ser ampliamente aprovechado este fruto. Los resultados fueron comparados con otros autores, siendo estos similares a los obtenidos.

Palabras Clave: inga jinicuil, caracterización, harina

¹ Autor principal

Correspondencia: I17320298@acapulco.tecnm.mx

Physicochemical Characterization of Husk Flour, Seed, Pulp and Germinate of Inga Jinicuil Native to the State of Guerrero

ABSTRACT

In the present research work, the physicochemical characterization of Inga jinicuil flours from its shell, seed, pulp and sprout was carried out taking as references some already known methods and performing each determination in triplicate on the parameters humidity, ash, pH, total dissolved solids, conductivity, titratable acidity, lipids, proteins, total sugar carbohydrates and reducing sugars. Among the results to highlight the following: the sprout flour had the highest percentage of humidity, 10.43%, a titratable acidity of 0.36%, dissolved solids with 762.33 ppm and conductivity of 1524.66 $\mu\text{S} / \text{cm}$; while, the shell had a higher percentage of ash, 4.38%, lipids 9.24%, proteins 16.8% and direct reducing sugars 4.60%; However, the seed flour had a higher pH, 5.9, the pulp flour had a higher amount of total sugars, 229.11 μg of total sugar/g of jinicuil flour, and total reducing sugars 16.76%. The results showed a high protein content, low lipid content and even because of its low sugar content it could be considered a sugar-free food. Due to this, the flours of the different fractions of Inga jinicuil can be used in the preparation of nutritious food products based on conventional flours, helping to promote protein intake and offering a product with low lipid content and free of sugar. The various determinations carried out on Inga jinicuil allow us to expand the little or scarce knowledge of its nutritional properties, hoping that this fruit can be widely used. The results were compared with those of other authors, being similar to those obtained.

Keywords: inga jinicuil, characterization, flour

Artículo recibido 20 mayo 2024

Aceptado para publicación: 08 junio 2024



INTRODUCCIÓN

Las semillas de las leguminosas, junto con los cereales, algunos frutos y raíces tropicales, han sido la base de la alimentación humana por mucho tiempo. Algunas especies del género *Inga spp.*, se encuentran ampliamente distribuidas en México ya que constituyen la principal fuente de sombra para el cultivo de café.

De las tres principales especies conocidas *I. jinicuil*, *I. lauriana* e *I. vera*, en el estado de Guerrero existe una especie de mayor producción y comercialización la *Inga jinicuil*, es una leguminosa arbórea cuyos frutos contienen alrededor de 11 semillas; éstas son comestibles junto con la sarcotesta que las rodea. Florecen durante la primavera y fructifica en otoño del mismo año. Es comercializado comúnmente en mercados del estado, contribuyendo al sustento de las comunidades que cultivan y recolectan las vainas para comercializarlas como fruto; sin embargo, al ser consumida, es más aprovechada la pulpa algodonosa y en menor medida la semilla (en algunos casos se cocinan acompañadas de frijoles y hojas de amaranto, o se tuestan consumiéndose como una botana), siendo desperdiciada en su totalidad la cáscara y germinado.

El presente proyecto de investigación tiene por nombre “Caracterización fisicoquímica de harina de cáscara, semilla, pulpa y germinado de *Inga jinicuil*, nativa del estado de Guerrero”, se realizó con la finalidad de conocer sus propiedades debido a que es una vaina que crece de manera silvestre y cuenta con muy pocos estudios científicos, para después agregarle un valor nutricional a dicho fruto y que así sea aprovechada en su totalidad.

Para esta investigación se tomaron como referencia métodos ya conocidos derivados de la elaboración de harina para legumbres y frutos, debido a que no existe un método establecido para dicho fruto. Este vacío de información se extiende como problemática al desconocimiento de la existencia y propiedades de dicho fruto; la leguminosa *Inga jinicuil* es poco conocida en México, este árbol crece de manera silvestre y en una producción media, este es aprovechado principalmente para dar sombra, pero la mayoría de su producción es poco aprovechada y termina siendo desechada, además de que su vida de anaquel es corta y los frutos son afectados frecuentemente por larvas de lepidópteros y de esta manera una gran cantidad de frutos son

desperdiciados, su único aprovechamiento es el que le dan como material reciclado, para suministro de nutrientes en el cultivo.

La población que lo consume no conoce del todo sus beneficios, puesto que no se tiene una real información de sus posibles aportes nutricionales, comúnmente es usado en la elaboración de algunas comidas, pero no se conoce algún producto secundario a base del fruto. A pesar de la buena aceptación por parte de los consumidores de la pulpa y la semilla de *Inga jinicuil*, está no tiene un nicho establecido en el mercado.

Tampoco existe alguna iniciativa total para el aprovechamiento de este fruto en la industria alimenticia, debido a los pocos estudios que se han realizado a través de los años para conocer su caracterización completa y así el valor nutricional agregado que potencialmente puede llegar a tener.

Es importante determinar su composición fisicoquímica para poder conocer en qué medida es bueno consumirla, que propiedades y nutrientes puede brindarle a la población; así mismo, esta investigación ayudará a conocer si las partes de la vaina que comúnmente no son consumidas tienen algún aporte positivo o funcional para la nutrición.

De esta manera, el estudio brindará un gran impacto, aportando conocimiento para un posible aprovechamiento total del fruto y esto conllevará a tener un impacto en la salud de los consumidores. De este modo también se pretende obtener información necesaria para futuras investigaciones y para la formulación de productos secundarios y terciarios los cuales pueden ser desde alimenticios hasta funcionales.

El objetivo general de esta investigación es caracterizar la harina de *Inga jinicuil* nativa del estado de Guerrero, en sus diferentes fracciones; cáscara, semilla, pulpa y germinado, con la finalidad de cuantificar los aportes nutricionales a través de un análisis fisicoquímico.

Entre los objetivos específicos se pretende obtener una harina de cada fracción del fruto de *Inga jinicuil* como cáscara, semilla, pulpa y germinado, determinar las propiedades fisicoquímicas de las harinas de cáscara, semilla, pulpa y germinado de *Inga jinicuil* y evaluar el rendimiento del fruto para discernir la rentabilidad de algún producto secundario.

Entre los antecedentes de investigación relacionados a este trabajo se pueden mencionar los siguientes: Bressani (2010) en su trabajo de investigación “Valoración química nutricional de la harina de semilla de diferentes especies de *Inga* (*I. jinicuil*, *I. laurina*, *I. vera*). Estudios preliminares para su incorporación en la dieta de la población rural” realizó un análisis físico, químico proximal y mineral de las diferentes partes del fruto fresco (vaina, pulpa y semilla) en tres especies de *Inga*, siendo ellas comúnmente conocidas como cushin (*Inga jinicuil*), paterna (*Inga paterno* o *Inga laurina*) y guaba (*Inga vera*). Las muestras de fruto provenían de diferentes fincas cafetaleras situadas en los departamentos de Suchitepéquez, Escuintla, Santa Rosa y Alta Verapaz de la República de Guatemala. Usando los métodos descritos por la Association of Official Analytical Chemists (AOAC, 1984). Los resultados de *I. jinicuil* fueron los siguientes; en la vaina 5.85 % de humedad, 10.56 % de proteínas, 0.53 % de grasas y 4.61 % de cenizas; en la pulpa 6.09 % de humedad, 10.32 % de proteínas, 1.02 % de grasas y 3.25 % de cenizas; en la semilla 7.86 % de humedad, 17.84 % de proteínas, 0.37 % de grasas y 2.02 % de cenizas. Para *I. paterna* se reportó; en la vaina 4.22 % de humedad, 9.96 % de proteínas, 0.74 % de grasas, 5.14 % de cenizas; en la pulpa 3.41 % de humedad, 9.58 % de proteínas, 0.73 % de grasas y 2.96 % de cenizas; en la semilla 8.63 % de humedad, 22.85 % de proteínas, 0.51 % de grasas y 3.05 % de cenizas. Finalmente, para *I. vera* se obtuvieron los siguientes resultados; en la vaina 4.85 % de humedad, 8.68 % de proteínas, 0.56 % de grasas y 5.36 % de cenizas; en la pulpa 2.42 % de humedad, 6.75 % de proteínas, 1.09 % de grasas y 4.78 % de cenizas; en la semilla 6.44 % de humedad, 23.05 % de proteínas, 0.96 % de grasas y 3.62 % de cenizas.

Sánchez et al. (2016) en su investigación “Caracterización física, nutricional y no nutricional de las semillas de *Inga paterno*” realizó un análisis físico y químico de harina a base de semillas recolectando las vainas del municipio de Ozumba del Estado de México y Tochimilco del Estado de Puebla. Usando los siguientes métodos: humedad empleando una termobalanza (Ohaus MB45), cenizas (923.03) (A.O.A.C, 2005), proteína por Kjeldhal (NX6.25), carbohidratos por método de Antrona (1956) y lípidos (920.39). Los resultados de semilla del municipio de Ozumba fueron los siguientes; 8.02 g/100 g de humedad, 2.41 g/100 g de cenizas, 21.59 g/100 g de proteínas, 27.62 g/100 g de carbohidratos y 9.62 g/100 g de lípidos. Los resultados de semilla del



municipio de Tochimilco fueron los siguientes; 9.99 g/100 g de humedad, 2.47 g/100 g de cenizas, 20.42 g/100 g de proteínas, 35.89 g/100 g de carbohidratos y 8.55 g/100 g de lípidos.

Ortega (2020) en su investigación “Análisis proximal y evaluación de la actividad antioxidante de semillas de la especie *Inga densiflora* Benth” realizó un análisis químico proximal y fitoquímico a semillas frescas de *Inga densiflora* Benth cuyo nombre común es “guaba machetona” recolectando las vainas provenientes de la localidad Rukullakta, cantón Archidona en la Provincia de Napo (Ecuador). Usando métodos descritos por la Association of Official Analytical Chemists (AOAC International, 2005). Los resultados fueron los siguientes; 62.77 % de humedad, 1.298 % de cenizas, 0.3962 % de grasa y 9.243 % de proteínas. Valores notables para utilizar las semillas en la alimentación o en la suplementación de productos elaborados a base de maíz u otros cereales, enriqueciendo sobre todo la ingesta de proteína.

Harina es el término empleado para la sustancia polvorosa que resulta de triturar, moler o pulverizar granos, semillas, cereales, tubérculos u otros materiales comestibles, a partir de ellas, se elaboran diversos productos, presentes en diferentes campos de la industria (Hernández y Zapata, 2008).

Hablar de harinas “no convencionales” es referirse a aquellas que son obtenidas de fuentes diferentes y poco explotadas; una de las características de dichas harinas es que son introducidas a una matriz alimentaria con el fin de enriquecer o mejorar la calidad del producto elaborado, brindando beneficios que no se obtienen con la adición de harina de uso convencional (Guevara Núñez, 2021).

En la actualidad, las harinas de las legumbres han cobrado importancia, debido a que son utilizadas ampliamente en la industria alimentaria, de diversas maneras, entre ellas aportando a la caracterización nutricional contenido proteico o mejorando sus propiedades organolépticas (Torres et al. 2014). Las harinas de legumbres son los polvos obtenidos directamente de la molienda de los granos. En algunos casos, antes de la molienda los granos son escaldados para inactivar enzimas indeseables o son sometidos a remojo y cocción, para eliminar buena parte de las sustancias antinutritivas presentes en las leguminosas; en seguida, los granos son secados

(generalmente con aire), para luego ser molidos. Por lo general, los polvos obtenidos son tamizados (Oliete y Gómez-Pallarés, 2006).

Las ingas, al igual que otras leguminosas arbóreas, tienen como característica distintiva la producción de frutos en forma de legumbres o vainas, las cuales se abren longitudinalmente en dos valvas, a lo largo de dos suturas. Estos árboles se agrupan como miembros de la tribu *Mimosaceae*, familia *Leguminosae*, de los cuales existen alrededor de 150 especies en América Tropical.

Las leguminosas, ofrecen además de las semillas, otros órganos comestibles, como pueden ser las legumbres tiernas completas, el recubrimiento carnoso parecido al algodón que encierra a las semillas, las hojas, los tubérculos y las flores.

Algunas leguminosas, aunque poco cultivadas como las *Ingas*, contribuyen al sustento de las comunidades que colectan sus vainas y las comercializan como fruto. De las *Ingas*, por ejemplo, se consume además de la pulpa algodonosa, las semillas hervidas con sal (Bressani, 2010).

Las generalidades del Inga jinicuil la describen con

Nombres comunes. Jinicuil, cuajinicuil, coctzán.

Descripción. Árbol perennifolio. Hasta 20 m de altura y hasta 40 cm de diámetro. Tronco recto. Copa redondeada y densa, compuesta de ramas delgadas y ascendentes.

Hábitat. Árbol pionero de rápido crecimiento, común en las orillas de los caminos, potreros y campos de cultivo abandonados. Prospera en suelos arenosos, arcillosos. En zonas tropicales con precipitaciones de 1,000 a 1,500 mm.

Zona(s) ecológica(s). Trópico húmedo. Templado húmedo.

Corteza. Lisa, de color pardo, con numerosas lenticelas en individuos maduros.

Ramas y hojas. Hojas pares y dispuestas en espiral, de hasta 20 cm de largo. Los folíolos (hojas) tienen el ápice agudo o redondeado y una coloración verde oscura y brillante en el haz. Verde pálido en el envés.

Flor. Nacen agrupadas en cabezuelas hasta de 3 cm de diámetro. Son actinomorfas, tienen el cáliz verde en forma de cúpula o embudo con 5 denticillos diminutos. La corola es de color verde de unos 5 mm de largo con 5 lóbulos pequeños. Los estambres de color blanco miden de 10 a 12 mm



de largo, con las anteras amarillo pálido. Tienen un ovario con un estilo delgado de la misma longitud que los estambres, el cual termina en un estigma simple.

Fruto. Vainas tardíamente dehiscentes, oblongas y aplanadas, rectas o ligeramente curvas, de 15 a 30 cm de largo por 5 a 6 cm de ancho, con cáscara verde amarillenta, lisa y fibrosa. Cada fruto contiene de 12 a 18 semillas (Pronatura, s.f.).

Los frutos son legumbres (vainas) de color verde, rectos o curvos, fibrosos glabros con varias semillas, figura 1, las cuales están cubiertas de una pulpa de aspecto algodonoso (sarcotesta) de sabor dulce, figura 2. Tanto la base como el ápice son redondeados, con rebordes gruesos. Los frutos llegan a medir entre 25.1-29.5 cm de largo, tienen un ancho de 5.6 cm y un grosor en la parte media del fruto de 3.5-3.7 cm en promedio, tabla 1 (Vargas y Pire, s.f.).

Las semillas son exalbuminosas, constan de un par de cotiledones de reserva de color verde, además de su eje embrionario, el cual tiene un eje recto y es casi simétrico bilateralmente, figura 3. La germinación ocurre dentro del fruto aún inmaduro (Vargas y Pire, s.f.).

Las semillas de *I. jinicuil*, son recalcitrantes y por lo general germinan dentro del fruto como se muestra en la figura 4, por lo que una vez que se colocan en el medio de propagación emiten su radícula rápidamente. Para el caso de las semillas que se recolectan sin germinar, la germinación ocurre en un máximo de dos días al colocarlas en camas de germinación. La germinación en esta especie es criptocotilar hipógea con cotiledones de almacenamiento, y en algunas ocasiones pueden presentar poliembrionía, es decir, la formación de dos o más embriones que originan diferentes plántulas. A los cuatro días después de la siembra emergen los paracotiledones foliáceos de color rojizo y su desarrollo completo ocurre a los diez días; posteriormente se forman los protóilos que se producen continuamente al menos hasta las 30 semanas (Vargas y Pire, s.f.). La Distribución Geográfica de *Inga jinicuil* lo ubica como un árbol originario de América tropical y se adapta bien a las condiciones de clima subtropical. Se distribuye desde México hasta el Pacífico en Ecuador y Perú, así como en la zona tropical de Brasil. En México, se encuentra en los estados de Chiapas, Guerrero, Michoacán, Jalisco, Morelos, suroeste y norte de los estados de Tlaxcala e Hidalgo, sureste del estado de México, Oaxaca, Puebla, Veracruz y Tabasco (Vargas y Pire, s.f.).



METODOLOGÍA

Obtención de Harina de la Cáscara, Semilla, Pulpa y Germinado de *Inga jinicuil*

La metodología utilizada en esta investigación es cuantitativa con investigación aplicativa y experimental.

Las muestras del fruto o vainas procedieron de Guadalupe Victoria municipio de Xochistlahuaca, Guerrero.

Las vainas fueron lavadas con abundante agua y con ayuda de un cepillo común para eliminar cualquier impureza. Se dejaron escurrir, y se secaron con ayuda de toallitas de cocina reutilizables, para eliminar por completo el agua. Se pesaron individualmente y en conjunto. Se abrieron con ayuda de un cuchillo tradicional y se separaron la cáscara, pulpa, semilla y el germinado (pesando individualmente y en conjunto también las tres últimas).

Las muestras de cáscara se redujeron de tamaño troceando a una medida de a 10 a 15 cm para facilitar el proceso de secado. La pulpa se sometió al secado extendiendo esta en las bandejas. Las semillas se cortaron por mitad y el germinado solo se distribuyó en las bandejas uniformemente.

Todo el proceso de secado se realizó en un deshidratador de convección marca DE LORENZO, sin modelo de 32 bandejas, donde fueron deshidratadas a 65°C; los tiempos de secado para las distintas fracciones fueron, para la cáscara de 5.5 horas, para la pulpa 3 horas, para las semillas 7.5 horas y para el germinado 2.5 horas; se tomó como referencia la metodología propuesta por (Bressani, 2010).

La cáscara y la semilla se pulverizaron empleando un molino marca DE LORENZO, sin modelo. La pulpa y el germinado se molieron en un procesador de alimentos marca Black and Decker FP4200B con motor de 450 watts.

Se tamizó el producto obtenido de la molienda; para la semilla y cáscara se usó una malla intermedia de 2 mm, para la pulpa y el germinado se emplearon tamices ASTM de los números de malla 20 (0.85 mm), 25 (0.71 mm), 30 (0.5 mm) y 146 (0.100 mm).

Se conservaron en bolsas herméticas metálicas, protegidas de la luz y humedad.



Caracterización Fisicoquímica de Harina

Humedad

La metodología está basada en AOAC 925.10.

Se colocaron 12 cápsulas de porcelana en una mufla marca Craft Instrumentos Científicos modelo C-25DP, a 550°C durante 45 minutos, hasta alcanzar un peso constante; posterior a esto, fueron colocadas en un desecador y pesadas. Se tararon las cápsulas y se les adicionaron 3 gramos de muestra a cada una, se colocaron en un horno de secado marca RIOSSA Mod. H-33, a 110°C durante 2 horas. Una vez transcurrido el tiempo se dejaron en desecador por 30 minutos para asegurar el equilibrio térmico, fueron pesadas y registrado el peso de la muestra seca. Se determinó el porcentaje de humedad.

El porcentaje de humedad se calculó mediante la siguiente fórmula:

$$\% \text{ Humedad} = \frac{P - p}{M} \times 100$$

Finalmente se calculó un promedio de los triplicados de cada muestra.

Cenizas

La metodología está basada en AOAC 923.03.

Se utilizaron las muestras en cápsulas de porcelana de las que fue eliminada la humedad; se llevaron a un horno marca RIOSSA Mod. H-33, hasta notar un color negro característico de la calcinación parcial de la muestra. Posteriormente, se llevaron las muestras a una mufla marca Craft Instrumentos Científicos mod. C-25DP, para su calcinación total a una temperatura de 550°C por 4 horas. Se colocaron en un desecador por 15-30 minutos y se pesaron para determinar el porcentaje de cenizas.

El porcentaje de cenizas se calculó mediante la siguiente fórmula:

$$\% \text{ Cenizas} = \frac{(m_2 - m_0)}{(m_1 - m_0)} \times 100$$

Para finalizar se calculó un promedio de los triplicados de cada muestra.

pH

Metodología tomada de AOAC 981.12.



Para la determinación se calibró y utilizó un potenciómetro digital marca NOTWAIT, modelo pH TDS EC Temperatur Meditor, con soluciones buffer de pH 4.01, pH 6.86 y pH 9.18. Se disolvió 1 gramo de muestra en 30 mL de agua destilada y se procedió a la toma de lectura de pH (como referencia), después de la primera lectura de pH se dejó la muestra en reposo por 30 minutos y se procedió a una segunda lectura. La determinación se llevó a cabo por triplicado y se calculó un promedio para cada muestra.

Sólidos Disueltos Totales

Se disolvió 1 gramo de muestra en 30 mL de agua destilada y se procedió a la toma de lectura con un conductímetro digital NOTWAIT, modelo pH TDS EC Temperatur Meditor; después de la primera lectura (tomada como referencia), se dejó la muestra en reposo por 30 minutos y se procedió a una segunda lectura. La determinación se llevó a cabo por triplicado y se calculó un promedio para cada muestra.

Conductividad

Se disolvió 1 gramo de muestra en 30 mL de agua destilada y se procedió a la toma de lectura con un conductímetro digital NOTWAIT, modelo pH TDS EC Temperatur Meditor; después de la primera lectura (tomada como referencia), se dejó la muestra en reposo por 30 minutos y se procedió a una segunda lectura. La determinación se llevó a cabo por triplicado y se calculó un promedio para cada muestra.

Acidez Titulable

La metodología está basada en AOAC 942.15.

Se pesaron cinco gramos de muestra y se diluyeron en 100 mL de agua destilada, posteriormente se agitó durante 20 segundos, se tomaron 10 mL para la titulación y se le agregaron tres gotas de fenolftaleína, este fue titulado con hidróxido de sodio 0.0956 N hasta que la muestra comenzó a cambiar a un color rosa pálido. Se realizó el cálculo de % de Acidez titulable mediante la expresión:

$$\% \text{ Acidez titulable} = \frac{(B)(N)(0.064)}{W} \times 100$$

Para finalizar se calculó un promedio de los triplicados de cada muestra.



Lípidos

La metodología está basada en AOAC 945.16.

Se pesaron 3 gramos de muestra en papel filtro acondicionado en forma de cartucho y con la medida adecuada para el extractor Soxhelt. Para la extracción de los lípidos se utilizó como solvente éter de petróleo en una cantidad de 90 mL, que fueron depositados en el matraz de destilación (peso constante) con perlas de ebullición en su interior; posteriormente, se montó el resto del equipo de extracción.

Se inició el procedimiento manteniendo una temperatura de 60°C, se dejó funcionando el equipo de extracción para que se llevara a cabo el reflujo (sifonadas). Terminado el proceso se separó el solvente por medio de una destilación simple, se colocaron los matraces con las muestras de residuo de lípidos en estufa a 110°C durante dos horas; posteriormente se mantuvieron los matraces en desecadores para después pesarlos.

El porcentaje de lípidos se calculó mediante la siguiente fórmula:

$$\% \text{ Grasas} = \frac{P_2 - P_1}{m} \times 100$$

Para finalizar se calculó un promedio de los triplicados de cada muestra.

Proteínas

Basado en el método Sorensen-Walker.

Se pesó 1 gramo de muestra y se diluyó en 30 mL de agua destilada en un matraz Erlenmeyer, se adicionaron de 3 a 4 gotas de fenolftaleína. Se neutralizó la acidez titulable natural de la muestra con una solución de hidróxido sódico 0.1 N hasta la aparición de un color rosa.

Se añadió posteriormente a la muestra neutralizada de 6 a 10 mL de formol para dejar libres los grupos carboxilos de los aminoácidos. Tras la adición del formol la muestra se vuelve a acidificar y se muestra nuevamente del color original de la muestra.

Nuevamente se añadieron unas gotas de fenolftaleína y se valoró la acidez con hidróxido sódico, hasta la aparición nuevamente del color rosa.



Cálculo: La cantidad de hidróxido sódico 0.1 N gastados en la segunda valoración se multiplican por 2.24, y el resultado se expresa como porcentaje de proteínas. Para finalizar se calculó un promedio de los triplicados de cada muestra.

Carbohidratos

Azúcares Totales

Se determinó en base a la metodología descrita por Dubois (1956). Se realizó una curva de calibración con una solución estándar de glucosa a una concentración de 250 ppm, los valores de la curva fueron de 0 a 90 ppm. Se pesaron 0.0304 g de muestra de harina (pulpa, germinado, semilla y cáscara) y se diluyó en 250 mL de agua destilada, se dejó en reposo durante 30 minutos; una vez pasado el tiempo se filtró para separar los sólidos disueltos en la solución, después en tubos de ensayo se agregaron 3 mL de cada disolución y se colocaron en una centrifuga a 4000 rpm durante 5 minutos.

En tubos de ensayo se agregaron 2 mL de las diferentes muestras, 6 mL de fenol al 1 % y 6 mL de ácido sulfúrico (H_2SO_4) concentrado, se agitó durante 30 segundos y se mantuvo en reposo durante 10 minutos; posteriormente, se volvió a agitar por 30 segundos, se colocaron los tubos en baño maría en ebullición durante 5 minutos, después se reposaron en un baño de agua a temperatura ambiente hasta enfriar por aproximadamente 20 minutos; finalmente se leyeron las absorbancias en un espectrofotómetro marca VELAB, modelo VE-5100UV a una longitud de onda de 490 nm.

Para finalizar se calculó un promedio de los triplicados de cada muestra.

Azúcares Reductores

Se utilizó la metodología basada en la NMX-F-312-1978. Determinación de reductores directos y totales en alimentos.

Titulación de la disolución A+B.

Se neutralizaron 10 mL de la disolución de azúcar invertido con hidróxido de sodio 1 N, en un matraz volumétrico de 100 mL, completando el volumen con agua destilada.

Se transfirió la disolución a una bureta, dejando caer la disolución mL a mL a un matraz Erlenmeyer que contiene una mezcla de 5 mL de la disolución A, 5 mL de la disolución B y 50



mL de agua en ebullición. Se agregó la disolución de azúcar invertido hasta un poco antes de la total reducción del cobre (aparición de un color azul verdoso), posteriormente se agregó 1 mL de la disolución de azul de metileno y se completó la titulación hasta decoloración del indicador.

Para el cálculo del título de la disolución se utilizó lo siguiente:

mL de disolución requeridos en la titulación x concentración de la disolución en g/mL

El título se expresa indicando que 10 mL de la disolución A+B corresponden a X gramos de azúcar invertido; ese valor es utilizado en el cálculo de las disoluciones problema.

Determinación de los reductores directos

Defecación de la muestra

Se pesaron 5 gramos de las diferentes muestras de harina de jinicuil (cáscara, semilla, pulpa y germinado) y cada muestra se diluyó en un matraz Erlenmeyer de 250 mL con 100 mL de agua destilada, posteriormente se agitó y dejó reposar durante 30 minutos.

Se añadieron 10 mL de la disolución saturada de acetato neutro de plomo, se agitó y dejó sedimentar. Se añadió de poco a poco oxalato de sodio hasta la total precipitación del acetato de plomo, se completó el volumen con agua destilada, se agitó y filtró.

Determinación

Se transfirió el filtrado obtenido de la defecación a una bureta y se tituló igual que como se realizó con la disolución A+B.

Determinación de reductores totales

Defecación de la muestra

Se pesaron 5 gramos de las diferentes muestras de harina de jinicuil (cáscara, semilla y pulpa) y cada muestra se diluyó en un matraz Erlenmeyer de 250 mL con 100 mL de agua destilada, posteriormente se agitó y dejó reposar durante 30 minutos.

Se añadieron 10 mL de la disolución saturada de acetato neutro de plomo, se agitó y dejó sedimentar. Se añadió de poco a poco oxalato de sodio hasta la total precipitación del acetato de plomo, se filtró recibiendo el filtrado en un matraz volumétrico de 250 mL, se lavó tres veces el matraz Erlenmeyer y el filtro con 20 mL de agua, recibiendo el agua de lavado en un matraz volumétrico.



Determinación

Se añadieron 10 mL de HCl concentrado al matraz volumétrico que contiene el filtrado obtenido en la defecación, se calentó a 65°C durante 15 minutos y se dejó enfriar. Se neutralizó con hidróxido de sodio 1 N y se completó el volumen con agua. Se transfirió a una bureta y se tituló igual que como se realizó con la disolución A+B.

La expresión de resultados se calculó mediante la siguiente fórmula:

$$\% \text{ de azúcares reductores directos y reductores totales} = \frac{25000 \times T}{V \times P}$$

En donde:

T= Título de la disolución A+B en gramos de azúcar invertido.

V= Volumen de la disolución problema, empleado en la titulación de 10 mL de la disolución A+B en mL.

P= Peso de la muestra en gramos.

Para finalizar se calculó un promedio de los triplicados de cada muestra.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De acuerdo a la metodología descrita se obtuvieron los siguientes resultados:

En la figura 5, se presenta la comparación de las diferentes fracciones del fruto. La cáscara constituye el mayor porcentaje con 58.38 % y en menor proporción se tiene al germinado con solo 1.51 %, incluso este resultado es menor que los sobrantes de las orillas de la vaina con 2.04 %.

El porcentaje que representa el germinado respecto al peso total es muy pequeño, por lo tanto, solo se le realizó las determinaciones de: Humedad, cenizas, pH, sólidos disueltos totales, conductividad, acidez titulable, lípidos y azúcares totales.

Durante el secado se pierde el alto contenido de agua en cada una de las partes de la vaina fresca, en la tabla 2, se observa que la harina de germinado y pulpa mostraron menor rendimiento con 16 % en comparación de la harina de cáscara y la semilla con 26 % y 32 % respectivamente.



En la figura 6 se presenta un comparativo de las determinaciones de humedad, cenizas, pH, acidez titulable y lípidos en las harinas obtenidas de las 4 fracciones del fruto. Con base a estos datos y en la tabla 3, se obtuvieron las siguientes discusiones:

El porcentaje de humedad indica la calidad y estabilidad del alimento, puesto que este parámetro condiciona el tiempo de vida de un producto en almacenamiento. Los valores obtenidos están por debajo del 15 % lo que nos indica que se encuentran dentro del límite permitido según la (NOM-147-SSA1-1996,1999) por encima de este valor no se tendría un producto estable, ya que sería muy susceptible a ser deteriorado por hongos y otros microorganismos. La harina de germinado presentó mayor porcentaje con 10.43 %, mientras que la menor es la pulpa con 6.59 %. En comparación con los resultados, se obtuvo valores similares. Sánchez et al. (2016) en harina de semilla de *I. paterno* obtuvieron 8.02 g/100 g, mientras que en este proyecto se obtuvo un valor de 8.09 %, por su parte Bressani (2010) obtuvo un valor de 8.63 % en semilla de *I. paterna* y 6.09 % en pulpa de *I. jinicuil*, ambos en fruto fresco.

El porcentaje de cenizas indica el contenido total de minerales y materia inorgánica de un alimento, es decir indica la pureza de la harina para saber si ha perdido o no propiedades. El porcentaje de cenizas es muy variado de un producto a otro, en general contienen menos del 5 % de la materia seca de los alimentos. Los valores obtenidos están por debajo del límite indicado. La harina de cáscara presentó mayor porcentaje con 4.38 %, mientras que la menor es de pulpa con 1.29 %. En comparación con los resultados, se obtuvo valores similares. Sánchez et al. (2016) en harina de semilla de *I. paterno* obtuvieron 2.41 g/100 g y 2.47 g/100 g, mientras que en este proyecto se obtuvo un valor de 2.40 %, por su parte Bressani (2010) obtuvo un valor de 2.02 % en semilla y 4.61 % en cáscara, ambos de fruto fresco de *I. jinicuil*.

El resultado de pH en harinas es de suma importancia, este parámetro nos ayuda a conocer el grado de acidez del producto, el cual influye en el sabor, consistencia, textura y aroma (el cual es fundamental para la aceptabilidad por parte de los consumidores) e incluso vida útil. Si bien el Código Alimentario no especifica límite, los valores obtenidos están dentro del rango que debe ser de 5-6 según (COVENIN 217,2001). La harina de germinado presentó mayor acidez con 4.8,

mientras que la semilla tiene un valor de 5.9 (ligeramente ácida) teniendo la tendencia de ser un poco más neutra.

El porcentaje de acidez titulable nos indica el peso de los ácidos contenidos en la harina, este va de la mano con el pH que de igual manera es fundamental para controlar variables de estabilidad y grado de conservación mencionados anteriormente. Los valores obtenidos están dentro del parámetro establecido excepto por la harina de germinado con 0.36 %, ya que no debe ser superior a 0.25 %. El resultado confirma lo que se había comentado al comparar los niveles de pH anteriormente, sin embargo, el menor porcentaje lo presentó la harina de pulpa con 0.07 % y no la semilla con 0.18 % como era de esperarse. El método usado en este proyecto de investigación debido a los limitantes ocurridos en los laboratorios del plantel es el analítico basada en AOAC 942.15 que son técnicas muy utilizadas en los laboratorios de análisis de alimentos en bebidas claras, sirviendo como una guía para estudiantes de química analítica que requieren información del mismo y como un medio para socializar la importancia de la determinación de la acidez en los alimentos. Para productos sólidos, horneados y pastas se debe consultar los métodos específicos o incrementar la cantidad de indicador para hacer visible el cambio de color en la muestra, así como la utilización de equipos automatizados que pueden ayudar a aumentar la exactitud, la velocidad y brindar resultados más fiables en la industria de los alimentos.

El porcentaje de lípidos ayuda a entender los efectos de las grasas y aceites para las propiedades funcionales y nutricionales de la harina, además de saber si es uniforme. El porcentaje general de leguminosas (familia del género Inga) es muy diverso, desde porcentajes bajos a porcentajes altos por su riqueza en aceite (oleaginosas). Un valor inferior al 3 % se considera alimentos bajos en grasa (NOM-086-SSA1-1994, 1996). Los valores obtenidos presentaron un porcentaje de nivel medio. La harina de cáscara presentó mayor contenido de lípidos con 9.24 %, mientras que el menor es el germinado con 4.13 %. En comparación con los resultados se tiene un valor menor, en este proyecto se obtuvo 6.40 %, mientras que Sánchez et al. (2016) en harina de semilla de *I. paterno* obtuvieron 8.55 g/100 g y 9.62 g/100 g en donde usaron el método descrito por AOAC 920.39, método de extracción de grasas que aplica en alimentos para animales, que usa éter etílico



en lugar de éter de petróleo usado en este proyecto de investigación descrito por el método AOAC 945.16, siendo un método que aplica para cereales.

En la figura 7 se presenta la comparación de las determinaciones de sólidos disueltos totales, conductividad y azúcares totales en las harinas obtenidas en las 4 fracciones del fruto. Con base a estos datos y en la tabla 4, se obtuvieron las siguientes discusiones:

La harina de germinado presentó mayor contenido de TDS con 762.33 ppm en comparación con la pulpa con 373.66 ppm. Recordemos que 10,000 ppm equivale al 1 % de sólidos disueltos en la muestra, es decir que las muestras presentaron valores despreciables, debido a que no se reporta ni 0.1 %, siendo esto favorable en la calidad de la harina. Mientras más minerales y residuos inorgánicos tenga la harina mayor será el porcentaje de TDS.

La harina de germinado presentó mayor conductividad con 1524.66 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en comparación con la harina de pulpa que fue de 747.33 $\mu\text{S}/\text{cm}$. El valor de la conductividad es directamente proporcional a la concentración de sólidos disueltos totales, estos dos análisis muestran una estrecha relación, a mayor concentración de estos, mayor es la conductividad en relación a 2 $\mu\text{S}/\text{cm}$ = 1 ppm. Mientras más minerales y residuos inorgánicos tenga la harina mayor será la conductividad.

Al comparar los resultados de estos dos análisis con las cenizas, reportando que la harina con menos materia inorgánica es de pulpa, sin embargo, la harina con más materia inorgánica debería ser la harina de germinado según los datos obtenidos en sólidos disueltos totales y conductividad, sin embargo, este presentó un valor menor en comparación de cenizas de harina de cáscara. El método usado en el proyecto fue realizado a través de un conductímetro digital de mano con precisión de 0.01, este mide la conductividad eléctrica en la muestra de harina y brinda un valor estimado de sólidos disueltos totales, para un resultado más fiable debe de utilizar los análisis gravimétricos que brindan resultados más precisos de manera cuantitativa y cualitativa.

Los azúcares totales son una determinación muy importante en cuanto a la salud de los consumidores. Los resultados obtenidos mostraron valores bajos de azúcares, esto era de esperarse debido a que se conoce que las harinas de las leguminosas tienen un menor índice glucémico que los cereales. La harina de semilla con 60.89 μg de azúcar total/g de harina de



jinicuil, es la que contiene menor cantidad de azúcar en comparación con la pulpa que fue de 229.11 µg de azúcar total/g de harina de *jinicuil*, que incluso tenía un sabor más dulce al paladar. Sin embargo, todos los valores mostraron resultados despreciables, incluso pueden ser considerados como alimentos libres de azúcares según (NOM-086-SSA1-1994,1996) debido a que presentan valores por debajo de 0.50 g/100 g. Una cantidad inferior al 5 % reglamentado para ser considerado alimentos con bajo contenido de azúcares.

En la figura 8 se presenta la comparación de las determinaciones de proteínas, azúcares reductores directos y azúcares reductores totales en harina de cáscara, semilla y pulpa. Con base a estos datos y en la tabla 3, se obtuvieron las siguientes discusiones:

Un porcentaje de proteínas alto puede brindar un buen valor nutricional por la presencia de aminoácidos esenciales, la familia de las leguminosas presenta un contenido de nutrientes considerable. Las semillas de las leguminosas contienen un valor entre el 10 al 30 % de proteínas. El valor admisible es 7 % mínimo según el documento del Codex Alimentarius (CODEX, 1985). Los valores obtenidos presentaron un porcentaje de proteínas por encima de lo admisible. La harina de cáscara presentó mayor porcentaje con 16.8 %, mientras que la menor es de semilla con 12.69 %. Se obtuvo un valor menor en comparación con los resultados obtenidos por Sánchez et al. (2016) en harina de semilla de *I. paterno* que fue de 20.42 g/100 g y 21.59 g/100 g. Sin embargo, se obtuvo un valor mayor en comparación con los datos obtenidos por Bressani (2010) que fue de 10.56 % en cáscara y 10.32 % en pulpa, pero menor para el valor de semilla con 17.84 % de *I. jinicuil* en fruto fresco. Ambas investigaciones aplicaron el método Kjeldahl que es considerado como el método oficial, debido a las limitaciones del plantel se aplicó como método alternativo Sorensen-Walker siendo un método recomendado mejor para lácteos y además nos brinda resultados más bajos que el método oficial. Las variaciones en la determinación pueden depender de la época en la que se realiza la cosecha, puesto que, “mientras mayor es el proceso de maduración el contenido de grasa y proteína tiende a disminuir” (Coral Torres, 2014).

Los resultados de azúcares reductores directos (ARD) no tuvieron gran variación entre cada fracción del fruto, ya que se obtuvieron valores entre 4.60 % para la cáscara y 3.66 % para la

harina de semilla, dichos datos sugieren la presencia de azúcares como glucosa, maltosa y fructosa.

En la determinación de azúcares reductores totales se obtuvo un alto contenido para la harina de pulpa con 16.76 % y menor para la semilla con solo 4.57 % lo cual indica que además de poseer los azucares que pertenecen a ARD puede poseer otros azúcares como la sacarosa, celulosa y almidón.

TABLAS Y FIGURAS

Figura 1 Fruto de Inga jinicuil.



Nota. La línea corresponde a 13 cm.

Fuente: Vargas y Pire (s.f.).

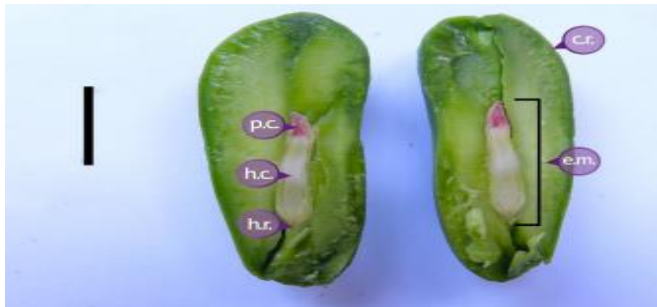
Figura 2 Fruto de Inga jinicuil, mostrando semillas cubiertas con la sarcotesta.



Nota. La línea corresponde a 22.5 cm.

Fuente: Vargas y Pire (s.f.).

Figura 3 Corte mediano de una semilla de Inga jinicuil.



Nota. El corte muestra los paracotiledones en formación (pc), hipocótilo (hc), radícula (r), cotiledón de reserva (cr) y el eje embrionario (em). La línea corresponde a 1 cm.

Fuente: Vargas y Pire (s.f.).

Figura 4 Semillas de Inga jinicuil.



Nota. Se muestran cotiledones de reserva (cr), radícula (r) y paracotiledones (pc). La línea corresponde a 2 cm.
Fuente: Vargas y Pire (s.f.).

Figura 5 Porcentaje de las diferentes fracciones con respecto al peso total del fruto.

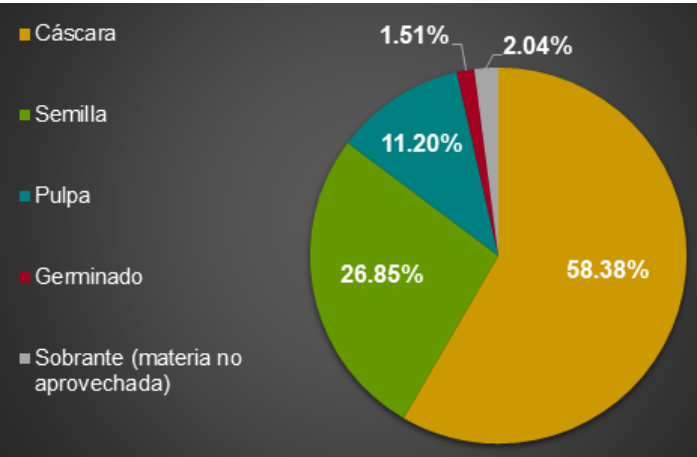


Figura 6 Determinación de humedad, cenizas, pH, acidez titulable y lípidos en harinas de Inga jinicuil.

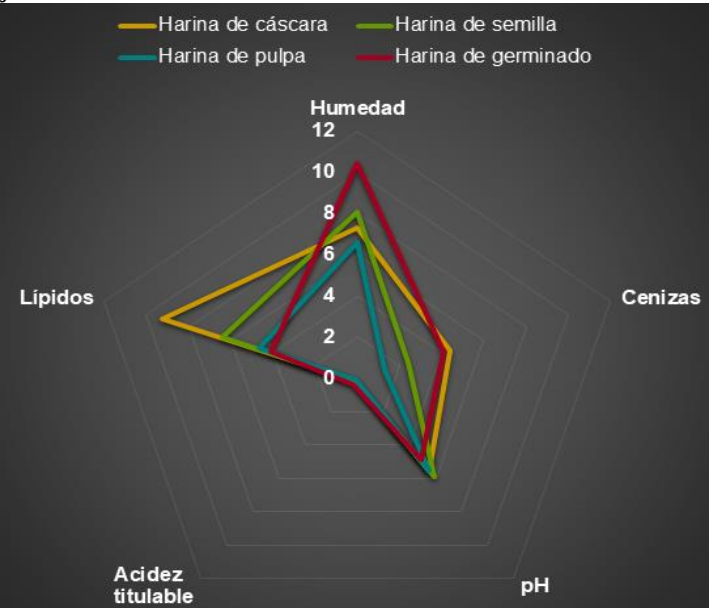


Figura 7 Determinación de sólidos disueltos totales, conductividad y azúcares totales en harinas de Inga jinicuil.



Figura 8 Determinación de proteínas, azúcares reductores directos y azúcares reductores totales en harinas de Inga jinicuil.

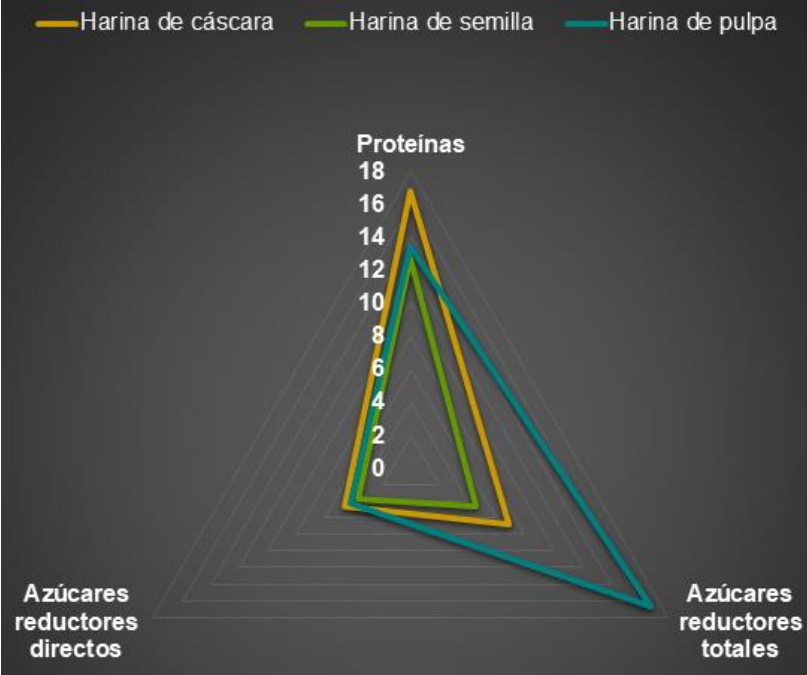


Tabla 1 Promedios generales y desviación estándar de las variables obtenidas del fruto, semilla y sarcotesta de Inga jinicuil.

Fruto	
Peso (g)	293.48 ± 70.8
Largo (cm)	25.52 ± 4.0
Ancho(cm)	5.62 ± 0.0
Grosor (cm)	3.76 ± 0.0
Semilla	
No. De semillas/ vaina	10.96 ± 2.8
Peso unitario (g)	7.06 ± 0.7
Largo (cm)	4.07 ± 0.0
Ancho (cm)	1.91 ± 0.1
Peso de la sarcotesta (g)	4.28 ± 0.2

Nota. Se colectaron 150 frutos en Tabasco.

Fuente: Vargas y Pire (s.f.).

Tabla 2 Rendimiento de harina de cáscara, semilla, pulpa y germinado.

	Cáscara		Semilla		Pulpa		Germinado	
	Fresca	Harina	Fresca	Harina	Fresca	Harina	Fresco	Harina
Peso	14.106 kg	3.774 kg	6.488 kg	2.128 kg	2.708 kg	0.446 kg	0.366 kg	0.06 kg
Rendimiento de la harina	26.7545 %		32.7990 %		16.4697 %		16.3934 %	

Tabla 3

Caracterización fisicoquímica de harinas de Inga jinicuil.

Determinación	Harina de cáscara	Harina de semilla	Harina de pulpa	Harina de germinado
Humedad (%)	7.3177 ± 0.8708	8.0922 ± 0.3045	6.5988 ± 0.5671	10.4310 ± 0.1884
Cenizas (%)	4.3891 ± 0.4034	2.4036 ± 0.2755	1.2957 ± 0.0376	4.0856 ± 0.3029
pH	5.5266 ± 0.0208	5.9266 ± 0.0152	5.52 ± 0.01	4.8733 ± 0.0057
Sólidos disueltos totales (ppm)	693.3333 ± 4.0414	524.6666 ± 9.2915	373.6666 ± 15.6311	762.3333 ± 1.1547
Conductividad ($\frac{\mu S}{cm}$)	1386.6666 ± 8.0829	1049.3333 ± 18.5831	747.3333 ± 31.2623	1524.6666 ± 2.3094
Acidez titulable (%)	0.1256 ± 0.0030	0.1814 ± 0.0126	0.0754 ± 0.0035	0.3671 ± 0
Lípidos (%)	9.2459 ± 1.6188	6.4073 ± 1.0026	4.6585 ± 0.4951	4.1309 ± 2.6123
Proteínas (%)	16.8 ± 0	12.6933 ± 2.5865	13.44 ± 0	-
Azúcares totales	187.9934 ± 0	60.8963 ± 0	229.1118 ± 0	68.3799 ± 0
($\frac{\mu g \text{ azúcar total}}{g \text{ harina de jinicuil}}$)				
Azúcares reductores directos (%)	4.6089 ± 0.0222	3.6666 ± 0	4.2307 ± 0	-
Azúcares reductores totales (%)	6.8238 ± 0.0169	4.5706 ± 0.0116	16.7686 ± 0.1022	-

Nota. Cada muestra se realizó por triplicado. Promedio ± DE.



CONCLUSIONES

Se obtuvieron satisfactoriamente las harinas de cada una de las fracciones de la vaina de *Inga jinicuil*.

El rendimiento del germinado y pulpa es menor con solo 16 % en comparación la cáscara y semilla con 26 % y 32 % respectivamente. Para un aprovechamiento oportuno de la pulpa se puede realizar jaleas o mermeladas, de esta manera tendría un rendimiento más eficiente al elaborar el producto en su base fresca. De igual manera para el germinado se puede elaborar algún producto a base de harina como son más comunes en galletas, pasteles, tortillas o derivados de estos, se mezclaría con alguna otra harina teniendo una harina mixta para brindar un mayor aporte de nutrientes y mayor rendimiento, es decir que el producto final quedara adicionado con los nutrientes del *Inga jinicuil*.

La caracterización parcial de la leguminosa tuvo valores que están dentro de los parámetros establecidos. A pesar de que existen pocas literaturas, en comparación de resultados los valores son aproximados y otros un poco variables. Además, al realizar la comparación en fruto fresco se observa que las harinas no perdieron su composición ni presentaron alteraciones significativas.

La metodología realizada se adaptó basándose en métodos ya conocidos, debido a los limitantes ocurridos dentro en los laboratorios del plantel y además que no se tiene ningún método establecido para la caracterización de dicho fruto, ni parámetros específicos para este mismo.

Los resultados obtenidos en las harinas de las diferentes fracciones del fruto de *Inga jinicuil* denotan un contenido relevante de macronutrientes como las proteínas con valores de 16.80 % para la cáscara, 12.69 % para la semilla, 13.44 % para la pulpa y bajo contenido de lípidos con valores de 9.24 % para la cáscara, 6.40 % para la semilla, 4.65 % para la pulpa y 4.13 % para el germinado y libre de azúcares con valores de 187.99 (μg azúcar total)/(g harina de *jinicuil*) para la cáscara, 60.89 (μg azúcar total)/(g harina de *jinicuil*) para la semilla, 229.11 (μg azúcar total)/(g harina de *jinicuil*) para la pulpa y 68.37 (μg azúcar total)/(g harina de *jinicuil*) para el germinado.

Los valores obtenidos en este proyecto podrían utilizarse como referencia, para emplear las harinas de *Inga jinicuil* en la elaboración de algún producto de harina mixta, quedando el producto adicionado con los nutrientes de este. Es decir que pueden ser un buen recurso para elaborar



productos alimenticios nutritivos o suplementar productos elaborados a base de maíz y otros cereales, para enriquecer la ingesta de proteínas, bajo contenido de lípidos y ofrecer productos con bajo contenido o libres de azúcares. Con esto ofrecer un producto apto para el consumo de un sector muy grande e importante de la población como los diabéticos y personas con dislipidemia.

La falta de estudios relacionados con la determinación de compuestos nutricionales y beneficios que las plantas muestran a favor de la salud humana y animal restringe el empleo de las plantas o de sus componentes en la industria alimentaria. Actualmente en México y en el mundo son insuficientes y muy escasos los estudios que demuestren los componentes nutricionales y fisicoquímicos que otorgan las propiedades beneficiosas de las especies del género *Inga* ya sea como fruto fresco o harina.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

AOAC. Official Methods of Analysis 18th Edition, (2005).

Bressani, R. (2010, March). *Valoración química nutricional de la harina de semilla de diferentes especies de Inga (I. jinicuil, I. laurina, I. vera). Estudios preliminares para su incorporación en la dieta de la población rural* [Universidad del Valle de Guatemala, Ed.]. Docplayer; Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONCYT), Secretaría Nacional de Ciencia y Tecnología (SENACYT) Fondo Nacional de Ciencia y Tecnología (FONACYT).

<https://docplayer.es/62957738-Valoracion-quimica-nutricional-de-la-harina-de-semilla-de-diferentes-especies-de-inga-i.html>

Codex. (1985). Harina de Trigo. (Codex Standard 152).

http://www.fao.org/input/download/standards/50/CXS_152s.pdf

Coral Torres, V. L. (2014). Determinación proximal de los principales componentes nutricionales de siete alimentos: yuca, zanahoria amarilla, zanahoria blanca, chocho, avena laminada, harina de maíz y harina de trigo integral. Quito: Pontificia Universidad Católica del Ecuador.



- COVENIN.2001. Harina de trigo. Norma: 217. Ministerio de Fomento. Fondonormas. Caracas. Venezuela.
- Don, G. (1832). *A General History of the Dichlamydeous Plants* (Vol. 2). Calyciflorae. <https://www.biodiversitylibrary.org/item/9907#page/883/mode/1up>
- Dubois, M., Gilles, K. A., Hamilton, J. K., Rebers, P. A., & Smith, F. H. (1956). Colorimetric Method for Determination of Sugars and Related Substances. *Analytical Chemistry*, 28(3), 350-356. <https://doi.org/10.1021/ac60111a017>
- Da Silva Santos , F., & López Vargas , R. (2020). Efecto del Estrés en la Función Inmune en Pacientes con Enfermedades Autoinmunes: una Revisión de Estudios Latinoamericanos. *Revista Científica De Salud Y Desarrollo Humano*, 1(1), 46–59. <https://doi.org/10.61368/r.s.d.h.v1i1.9>
- FAO. (2015). *La ONU lanza el Año Internacional de las Legumbres: protagonismo para frijoles, lentejas y garbanzos*. Obtenido de <http://www.fao.org/news/story/es/item>
- Fichas para la propagación de árboles clave para la restauración ecológica.* (s.f.). https://revivemx.org/Recursos/Fichas_propagacion/FichaPropagacion_F2_Inga_jinicuil.pdf
- Guevara Núñez, J. L. (2021). *Efecto de la adición de harinas no convencionales para la producción y enriquecimiento de productos cárnicos*. Trabajo de grado para optar por el título de Ingeniero en Alimentos, Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ciencias e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología., Ambato - Ecuador. Obtenido de <https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/32590>
- Hernández González, J., & Zapata Narváez, J. (2008). *Desarrollo de un proceso a escala de laboratorio para la obtención de harina y un producto alimenticio a base de ocara de soya*. Universidad EAFIT, Departamento de Ingeniería de Procesos, Medellin - Colombia.
- Morales Fretes, F. R., & Ramírez Davalos, Y. G. (2023). Experiencia vivida por pacientes en diálisis peritoneal domiciliaria: Estudios de casos en la ciudad Pilar, Paraguay. *Revista Veritas De Difusão Científica*, 4(2), 37–54. <https://doi.org/10.61616/rvdc.v4i2.45>



- NMX-F-312-1978. Norma Mexicana. Determinación de reductores directos y totales en alimentos (Method of test for total and direct reducing substances in food). Normas Mexicanas. Dirección General de Normas.
- NOM-086-SSA1-1994. Bienes y servicios. Alimentos y bebidas no alcohólicas con modificaciones en su composición. Especificaciones nutrimentales. Diario Oficial de la Federación. 1996.
- NOM-147-SSA1-1996. Cereales y sus productos. Harinas de cereales, sémolas o semolinas. Alimentos a base de cereales, de semillas comestibles, harinas, sémolas o semolinas o sus mezclas. Productos de panificación. Disposiciones y especificaciones sanitarias y nutrimentales (Cereals and cereal products. Cereal flour, meal or semolina. Cereal-based foods, edible seeds, flour, semolina or mixtures thereof. Bakery products. Provisions and Sanitary and nutritional specifications). Diario Oficial de la Federación. 1999.
- Nieto Merino , J.-C., Pérez Gómez, L. S., Michelle Luna, N., Gay Villanueva , J. A., & Garcia Avila, Y. S. (2024). Alcance y Precisión a Bajo Costo: Fabricando Prótesis de Dedo con Impresión 3d Fdm en Petg. Estudios Y Perspectivas Revista Científica Y Académica , 4(1), 2224–2233. <https://doi.org/10.61384/r.c.a.v4i1.176>
- Oliete, B. y Gómez-Pallarés, M. (2006). *Leguminosas*. En Gómez-Pallarés, P., León, A.E. y Rossel, C. De tales harinas tales panes: granos, harinas y productos de panificación en Iberoamérica (1a edición, págs. 403-438). Córdoba, Argentina: Báez Ediciones.
- Ortega Rodríguez, A.S. (2020). *Análisis proximal y evaluación de la actividad antioxidante de semillas de la especie Inga. densiflora Benth* (Tesis de pregrado, Universidad Central del Ecuador, Facultad de Ciencias Químicas-Carrera de Química de Alimentos). Archivo digital. CONCYT: <http://glifos.concyt.gob.gt/digital/fodecyt/fodecyt%202006.43.pdf>
- Pariona Escalante, F. R. (2014). *Análisis Comparativo del Método Formol de Walker y el Método de Biuret, en la Determinación de la Concentración de Caseína en la Leche Fresca* [Facultad de Ingeniería Química y Metalurgia, Ed.]. Repositorio; Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga.



https://repositorio.unsch.edu.pe/bitstream/UNSCH/933/1/Tesis%20AI144_Par.pdf

Pronatura (Ed.). (s/f). *JINICUIL / Inga jinicuil* (Vol. 2). Red de Viveros de Biodiversidad.

Recuperado el 31 de marzo de 2023, de

https://revivemx.org/Fototeca/Arboles/Inga_jinicuil/8_Fichas_de_venta/Jinicuil_v2.pdf

Sánchez Mendoza, N. A., Jiménez Martínez, C., Cardador Martínez, A., del Campo Barba, S. M.,

& Dávila Ortiz, G. (2016, December). *Caracterización física, nutricional y no nutricional de las semillas de Inga paterno* (Revista chilena de nutrición, Ed.) [Review of *Caracterización física, nutricional y no nutricional de las semillas de Inga paterno*].

SCIELO; Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, Instituto Politécnico Nacional, Escuela de ingeniería y Ciencias. Tecnológico de Monterrey.

https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-75182016000400010

Torres, M. P., Jiménez, M. T., & Bárcenas, M. E. (2014). *Harinas de frutas y/o leguminosas y sus combinaciones con harina de trigo*. Temas Selectos de Ingeniería de Alimentos, 8(1), 94-102.

Vargas Simón, G., & Pire, R. (s/f). *Inga jinicuil Schtdl. Árbol multiuso* (Colección José N. Rovirosa, ed.). Pcientificas; Universidad Juárez Autónoma de Tabasco (México), Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado (Venezuela).

<https://pcientificas.ujat.mx/index.php/pcientificas/catalog/download/13/8/52-1?inline=1>

Zamora Choez, E. L., & Carlos Arturo. (2024). Facturación Electrónica y su Impacto Económico en las Imprentas Autorizadas por el Servicio de Rentas Internas (SRI) de Manta. Revista Científica De Salud Y Desarrollo Humano, 5(1), 151–171.

<https://doi.org/10.61368/r.s.d.h.v5i1.83>

