

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE MEDICINA HUMANA
PROGRAMA DE ESTUDIO DE FARMACIA Y
BIOQUIMICA



Obtención de harina para consumo humano a partir de semillas de
***Erythrina edulis* triana “pajuro”, Trujillo 2022**

Tesis para optar el Título Profesional de Químico Farmacéutico

Autor:

Mejia Saavedra, Nelida

Asesor

Rubio López, Felipe Rubén

(Código ORCID: 00000123456789)

Nuevo Chimbote - Perú

20223

INDICE DE CONTENIDOS

INDICE DE TABLAS	ii
PALABRA CLAVE	iii
TITULO.....	iv
RESUMEN	v
ABSTRACT.....	vi
INTRODUCCIÓN.....	1
METODOLOGÍA.....	9
Tipo y Diseño de investigación	9
Población - Muestra y Muestreo	9
Técnicas e instrumentos de investigación.....	11
Procesamiento y análisis de la información.....	12
RESULTADOS.....	13
ANÁLISIS Y DISCUSIÓN.....	26
CONCLUSIONES.....	30
RECOMENDACIONES	30
ANEXOS	36

INDICE DE TABLAS

Tabla 1	Características Biométricas de la semilla de <i>Erythrina edulis</i> Triana “pajuro”	35
Tabla 2	Análisis organoléptico de la semilla de <i>Erythrina edulis</i> Triana “pajuro”	36
	Datos según el grado de instrucción de las personas	
Tabla 3	Características fisicoquímicas de la semilla de <i>Erythrina edulis</i> Triana “pajuro”	37
Tabla 4	Composición proximal de la harina de la semilla de <i>Erythrina edulis</i> Triana “pajuro”	37

1 Palabra clave

Tema	Harina, Erythrina edulis
Especialidad	Bromatología

Keywords

Subject	Flour, Erythrina edulis
Speciality	Bromatology

Línea de investigación

Línea de investigación	Productos naturales con propiedades medicinales y alimenticias
Área	Ciencias médicas y de salud
Subarea	Medicina básica
Disciplina	Farmacología y farmacia

2 Constancia de originalidad

 **USP**
UNIVERSIDAD SAN PEDRO

VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD

El que suscribe, Vicerrector de Investigación de la Universidad San Pedro:

HACE CONSTAR

Que, de la revisión del trabajo titulado "**Obtención de harina para consumo humano a partir de semillas de Erythrina edulis triana "pajuro", Trujillo 2022**" del (a) estudiante: **MEJIA SAAVEDRA NELIDA** , identificado(a) con Código N° **1315100043**, se ha verificado un porcentaje de similitud del **21%**, el cual se encuentra dentro del parámetro establecido por la Universidad San Pedro mediante resolución de Consejo Universitario N° 5037-2019-USP/CU para la obtención de grados y títulos académicos de pre y posgrado, así como proyectos de investigación anual Docente.

Se expide la presente constancia para los fines pertinentes.

Chimbote, 21 de septiembre de 2023


UNIVERSIDAD SAN PEDRO
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
DR. JAVIER MARTÍNEZ CARRIÓN
VICERRECTOR



NOTA: Este documento carece de valor si no tiene adjunta el reporte del Software TURNITIN.

www.usanpedro.edu.pe

Urbanización Llamero del Norte II-11
Teléfono: (05) 4539701
vicerrectorado.investigacion@usanpedro.edu.pe
<http://vicerrectorado.investigacion.usanpedro.edu.pe>

3 Título

Obtención de harina para consumo humano a partir de semillas de *Erythrina edulis*
Triana “*pajuro*”, Trujillo 2022

4 Resumen

La realización de la presente investigación busco determinar las características biométricas, organolépticas, fisicoquímicas de la materia prima y del producto terminado, para producir harina para consumo humano a partir de las semillas de *Erythrina edulis* Triana “pajuro”, cuya virtud es no poseer gluten, característica que lo convierte en una buena alternativa alimentaria para las personas que tienen intolerancia al gluten. Primero se realizó la adquisición de las semillas de *Erythrina edulis* Triana “pajuro” a las cuales se les realizó las determinaciones biométricas, organolépticas y fisicoquímicas. Luego se elaboró de harina, separando la cascara o cubierta de la semilla y secando el resto de la semilla. Una vez que la materia prima estuvo lo suficientemente seca, se molió en molino marca corona, repitiendo el proceso hasta conseguir la textura de harina. A la harina elaborada se le realizaron las pruebas de control de calidad para harinas, entre las que tenemos a los caracteres organolépticos, pH, acidez y el análisis químico proximal (proteínas, grasas, carbohidratos, etc.). Se registraron y ordenaron los resultados para su posterior presentación, análisis e interpretación. Al no haber encontrado una ficha técnica de harina de semillas de *Erythrina edulis* Triana “pajuro”, los resultados se comparan con la data para harinas de otras semillas y pudimos concluir que la harina elaborada tiene parámetros organolépticos, físicos y químicos dentro de lo esperado para harinas según la normatividad vigente.

Palabras clave: *Erythrina edulis* triana, pajuro, harina, análisis proximal

5 Abstract

The realization of the present investigation had as objective to determine the biometric, organoleptic, physicochemical characteristics of the raw material and the finished product, to produce flour for human consumption from the seeds of *Erythrina edulis* Triana “pajuro”, whose virtue is not having gluten, a characteristic that makes it a good food alternative for people who are intolerant to gluten. First, the acquisition of *Erythrina edulis* Triana “pajuro” seeds was carried out, to which biometric, organoleptic and physicochemical determinations were performed. Then it was made from flour, separating the shell or seed coat and drying the rest of the seed. Once the raw material was dry enough, it was ground in a Corona brand mill, repeating the process until the flour texture was achieved. Quality control tests for flours were carried out on the elaborated flour, among which we have organoleptic characteristics, pH, acidity and proximal chemical analysis (proteins, fats, carbohydrates, etc.). The results were recorded and ordered for their subsequent presentation, analysis and interpretation. Not having found a technical data sheet for *Erythrina edulis* Triana “pajuro” seed flour, the results are compared with the data for flour from other seeds and we were able to conclude that the elaborated flour has organoleptic, physical and chemical parameters within those expected for flours according to current regulations.

Keywords: *Erythrina edulis* triana, pajuro, flour, proximal analysis.

6 Introducción

Antecedentes y fundamentación científica

Villafuerte et al. (2022). Caracterizó a *Erythrina edulis* Triana y obtuvo aislados proteicos. En ese estudio declara que *Erythrina edulis* Triana tiene muchos usos, desde ser alimento para personas y para animales hasta poder ser usada para recuperación de suelos. El autor determinó la composición proximal, la digestibilidad proteica, el perfil proteico y el perfil de aminoácidos en la semilla, además de obtener el aislado proteico. La digestibilidad de la proteína se realizó usando un complejo multienzimático con cambio de pH, el perfil de proteína se hizo en geles de poliacrilamida en condiciones de desnaturalización y el perfil de aminoácidos mediante el método de Waters Associates; y la proteína fue aislada por precipitación en el punto isoeléctrico. El resultado fue: 26,66% proteína, 1,00% grasa, 68,76% carbohidratos, 4,58% cenizas y digestibilidad de proteína $72,70 \pm 0,26\%$. La proteína se aisló al 99%. Concluyeron entonces que el aislado proteico se puede considerar como un producto proteico completo.

Sandoval et al., (2021), en Colombia investigaron como desarrollar biopelículas a partir del almidón de *Erythrina edulis* (chachafruto). En su investigación determinaron las características morfométricas y las propiedades físico-químicas, funcionales del almidón de chachafruto. Las biopelículas comestibles desarrolladas, estaban constituidas por almidón de chachafruto, aceite, glicerina, y Tween 80. El rendimiento en almidón fue alto (28,59 %), 14,14 % de amilosa, 95,92 % pureza y 0,21 % de fósforo. Los gránulos del almidón de Chachafruto se presentan en forma circular y oval; su longitud estuvo entre 25,86 a 119,82 μm , y el ancho entre 40,14 a 45,86 μm . La temperatura de empaste de gelatinización (PT) fue 74.7 °C, viscosidad máxima (PV) 2602 Cp y viscosidad final (pasta fría, CPV) 3171 cP, El aceite (0,1 %, 0,2 % y 0,3 %) y el Tween 80 (0,4 %) eleva la humedad del almidón y disminuye la permeabilidad al vapor de agua (WVP) de la biopelícula. Por último, el aceite reduce la resistencia a la tracción y el alargamiento a la rotura. En conclusión, las semillas de

chachafruto son una nueva fuente potencial y no convencional de almidón con potencial para ser aplicada en la elaboración películas comestibles.

Villafuerte et al., (2019), desarrollaron un estudio para obtener hidrolizados proteicos con un bajo contenido del aminoácido fenilalanina a partir de un suero dulce de leche en polvo y harina de *E Erythrina edulis* Triana. Como sustento de su investigación exponen a la fenilcetonuria, enfermedad por deficiente actividad de la fenilalanina hidroxilasa. Como algunas personas no pueden convertir la fenilalanina en tirosina, sus valores en sangre se elevan y también de otros compuestos neurotóxicos, originando retraso mental no reversible. El tratamiento es una dieta lo más baja posible en fenilalanina. Sin embargo, este tipo de alimentos son escasos. La propuesta de los investigadores se concretó en que lograron obtener un aislado proteico con 96,01% de proteína cruda, por solubilización y precipitación a partir de la harina, y las proteínas del suero (15.69% proteína cruda) se trabajaron en su matriz original. Ambos tipos de proteínas se hidrolizaron con las enzimas pepsina y proteasa de *Streptomyces griseus*. La cantidad de fenilalanina se encontró por fluorometría y HPLC. La eliminación de fenilalanina y la reducción en concentración de otros aminoácidos se realizó por medio de carbón activado. El rendimiento en harina fue bajo por su alta humedad. Finalmente, obtuvieron hidrolizados proteicos bajos en fenilalanina para pacientes con fenilcetonuria y en ambos casos la cantidad de fenilalanina no se pudo detectar por fluorometría y por HPLC.

Sánchez-Bustos & Escobar-Escobar, (2021), evaluaron el efecto de alimentos para animales con forraje no convencional, p.e. chachafruto (*Erythrina edulis*), sobre parámetros productivos de conejos en Colombia. A los grupos de conejos se les sustituyó el alimento comercial por harina de hojas de chachafruto, usando como control un concentrado comercial. Las variables fueron peso inicial, variación del peso, cantidad del consumo de alimento, conversión alimenticia, y su relación con el rendimiento en anca, canal, carne y lomo. Los resultados demostraron que la alimentación con forraje no convencionales son una alternativa para la alimentación de los animales, debido a su elevado valor nutricional y aprovechamiento de un producto que mejoraría la economía de familias rurales del trópico medio colombiano.

En Perú, Delgado-Soriano et al. (2020), investigaron a la semilla de pajuro en cuanto a sus características fisicoquímicas y el efecto de la temperatura y humedad sobre las propiedades funcionales del producto después de la extrusión. Sobre las semillas maduras se realizó la caracterización físico-química y extrusión a 110, 120 y 130 °C y en humedad de 13 y 8%. La semilla entera tuvo 4.35 cm de largo, 2.58 cm de ancho y 1.28 cm de espesor; asimismo, el peso de 100 semillas fue de 478,96 g, 10,8% fue cascara y 89,2% fue cotiledones y 66% de humedad. Las semillas de pajuro extruidas a 130 °C y 13% de humedad tuvieron mejores propiedades funcionales, 2.58cm de índice de expansión, 7.57 % de índice de absorción de agua e 38.85 % de índice de solubilidad en agua. En conclusión, las características de las semillas, tanto enteras como extruidas, indican que el pajuro es un alimento potencialmente útil para el desarrollar nuevos productos para satisfacer las necesidades del consumidor. También indican que la composición química es parecida a otras legumbres, con la diferencia que son más pesadas, más grandes, su capacidad de hidratación e hinchamiento es más grande.

Salazar Ramires (2020), realizó la caracterización fisicoquímica de las semillas de pajuro, además se evaluaron el tipo de secado, utilizándose un secador de aire forzado, ejecutando 12 experimentos a 40, 50, 60 y 70 °C y con el aire a 1,8; 2,2 y 2,7 m/s de velocidad. La difusividad efectiva fue $3,08015 \times 10^{-11}$ - $7,57879 \times 10^{-11}$ m²/s y la energía de activación de 14,59023 a 23,72150 kJ/mol. La semilla de pajuro tuvo una humedad de $79,059 \pm 0,323\%$, proteína $6,563 \pm 0,001\%$, grasa $1,056 \pm 0,071\%$, ceniza $0,060 \pm 0,003\%$ y carbohidratos 13,262%.

Orihuela Rocha, (2017), evaluó la influencia del pH y el tiempo para el aislado proteico a partir de la harina de basul, primero determino el contenido de proteína y humedad, luego realizó el aislamiento proteico. De la harina con Humedad de $9,76 \pm 0,0828$ % y proteínas de $17,97 \pm 0,1912$ %, el rendimiento del aislado fue de 14,7324 % a un pH 9 durante 90 minutos. Se encontró que el pH tiene un efecto estadísticamente significativo; pero el tiempo de extracción no llega a influenciar en la extracción. El aislado proteico muestra $68,967 \pm 6,0281$ % de proteína y humedad de $9,659 \pm 0,5453$ %. Las propiedades tecnofuncionales del aislado proteico fue: CRA 2,75

g agua/g proteína, la CE de 0,320 ml de aceite/50 ml de solución y la CFE fue de 68 %.

Delgado-Soriano, (2022), determinó la digestibilidad de la proteína de las semillas cocidas de manera tradicional de *Erythrina edulis* Triana “pajuro”. Las semillas fueron transformadas en harina, con la cual se formularon dietas isoproteicas e isocalóricas para ser evaluadas en ratas Holtzman. Respecto a la calidad proteica el balance de nitrógeno positivo fue de 0,19, un 65.52 % de valor biológico, digestibilidad aparente 67,44% y digestibilidad verdadera 76,74%; asimismo, 0.36 de cómputo teórico de aminoácidos, se obtuvo un cómputo teórico de aminoácidos corregido de 28 y un cómputo teórico de aminoácidos esenciales digestibles de 26. Por tanto, se demuestra que la cocción tradicional facilita el consumo de las semillas de pajuro, mejorando el aprovechamiento y satisfacción de las necesidades del poblador andino; sin embargo, es necesario complementar con fuentes proteicas con aminoácidos para compensar la presencia de aminoácidos limitantes.

Marco teórico

Por definición la harina es el producto obtenido de moler los granos secos, generalmente, de las semillas de una gran variedad de cereales que existen, siendo la más común la harina de trigo, base del pan; pero en el mercado existen otras harinas diferentes a la harina de trigo; también existen harinas de diversas leguminosas, elaboradas por la molienda de semillas secas por ejemplo de garbanzos, habas. El ingrediente común a todas las harinas es el almidón, que es un carbohidrato complejo, además de la presencia de gluten. Mediante la molienda se separa de los granos secos el endospermo y el salvado y se obtienen harinas que son utilizadas para elaborar panes u otros productos comestibles. Para llamarse harina tiene que pasar por grandes tamices planos para alcanzar uniformidad y homogeneidad en el tamaño de partículas. La calidad y cantidad de harina obtenida a partir de un grano determinado depende del tipo de molino utilizado para su obtención. En general los diferentes tipos de harinas no tienen colesterol, por lo tanto, en ciertas condiciones es un alimento que no causa daño en la salud de las personas, siempre que su consumo sea con moderación.

También hay harinas integrales con mayores propiedades beneficiosas ayudando a mantener normales los niveles de colesterol y la glicemia en sangre. Por su elevada presencia de fibras que ayudan a regular el tránsito gastrointestinal coadyuvando a combatir la constipación. No contienen purinas, por ello no existe observación de su consumo por personas que tengan alto el ácido úrico y padezcan de gota. (Jiménez Mazaran & Landa Robles, 2018).

Según Ríos, (2022), en el mundo la clasificación de las harinas sigue directivas e países y organizaciones oficiales, de tal manera que por ejemplo en Argentina se da la numeración por «ceros». Los ceros indican el grado de pureza de la harina.

- Las harinas 0 con mayor cantidad de impurezas y restos de grano. Son menos refinadas, y se usan para elaboraciones especiales.
- Las harinas 00 y 000 se usan siempre para hacer pan, porque su alto contenido proteico propiciando la formación del gluten.
- La harina 0000 es la más refinada y más blanca, con escasa formación de gluten puede contener el gas y el pan pierden forma. Motivo por el cual sólo se utiliza en pastelería, repostería, etc.

Haciendo una equivalencia la clasificación en función de su fuerza tenemos:

- Harina 0 = harina de gran fuerza
- Harina 00 = harina de media fuerza
- Harina 000 = harina floja
- Harina 0000 = harina muy floja

En Europa, se clasifican de acuerdo a la cantidad de gluten o proteínas. Así, tenemos:

- Harinas Extra Fuertes: más del 13 % de proteínas. Se obtienen de trigos duros y con ellas se elaboran pastas alimenticias.
- Harinas Fuertes: Con 10 a 12%, de proteínas y son hacer pan.
- Harinas Débiles: Con 7 a 9% de proteínas Se usan en repostería y galletas.

Erythrina edulis, una entre las 115 especies de plantas del género *Erythrinagenus* en todo el mundo. Se conoce popularmente como pajuro, chachafruto, poroto, planta acuática, etc. Es una planta nativa de Latinoamérica. Esta leguminosa tiene una altura media de 10-5 metros de alto, con hojas verdes oscuro intenso y espinas pequeñas en la nervadura central del envés. Tiene núcleos muy brillantes de color rojo carmesí,

dispuestos en racimo alargado, los cuales se convierten en vainas alargadas, redondeadas de color verde claro, con varias semillas o granos usados para alimentación animal y humana por su 16 al 25% de proteínas. (Guerra-Almonacid et al., 2019).

En el Perú tenemos diversas plantas nativas y con una utilidad muy prometedora al mostrar características y propiedades que satisfacen los requerimientos que se necesita en un buen alimento, entre ellas, legumbres, tuberculos y cereales. Uno de estos productos es el “Pajuro” (*Erythrina edulis*), con diferentes nombres populares dependientes de la región donde se cultive. Una característica muy particular es que es una leguminosa y es un árbol, de la familia Fabaceae o también conocida como Leguminosas. Es una planta originaria de América y mayormente la encontramos en América del Sur, desde Venezuela hasta Bolivia. De las 115 especies que existen a nivel mundial, 10 crecen en Perú y 8 las encontramos en Oxapampa en el Departamento de Pasco. El árbol de Pajuro de 8 a 14 metros de altura y de 25 a 40 cm de diámetro, tiene su tronco con espinas, ramas, con frutos tipo legumbres o vainas de unos de 30 cm de largo x 3 cm de ancho, tiene con semillas alargadas con forma de frijol grande, con un tamaño promedio de 5 x 2.5 cm y con una cáscara marrón bastante gruesa. Desde tiempos remotos el Pajuro se utilizó como un producto alimenticio para consumo humano, específicamente los granos sancochados con sal. Los agricultores lo usan como un gran fijador de nitrógeno en las chacras; y en ganadería se utiliza como forraje para el ganado vacuno y aves. Debido a sus múltiples beneficios los campesinos aún lo siguen cultivando por su gran cantidad de usos. (Espinoza Córdova et al., 2021).

De acuerdo con Gómez Pallarés, (2022), en cuanto a la calidad de una harina lo primero a considerar es que no existen harinas buenas para todo uso, sino que, hay harinas que son adecuadas para algunos usos y harinas buenas para otros usos. Por ejemplo, una harina buena para elaborar galletas, puede ser muy mala para elaborar pan de molde. Sin embargo, hay algunos aspectos que determinan que una harina sea de mala calidad. Entre estos aspectos tenemos:

- **La humedad** de una harina es un factor importantísimo. Debe estar cercanas al 14-14,5%, y el máximo es 15% en España. Las harinas cuya

humedad sea mayor al 15 % se empiezan a apelmazar y, fundamentalmente se desarrollan microorganismos. Por lo tanto, la humedad debe ser inferior al 15%, y constante. Algunas harinas de otros cereales o granos y algunas harinas sin gluten, pueden presentar mayor variabilidad. El método oficial para medir humedad de harinas es el clásico secado en estufa, pero como necesita demasiado tiempo, en muchas industrias se determina con termobalanzas. Otra forma de determinar la humedad de las harinas es con tecnología de infrarrojo cercano.

- **El tamaño de partícula**, otro factor de gran importancia. Según la normativa las partículas de la harina blanca deben tener un tamaño que el 90% pase por el tamiz de 180 micras. El tamaño de partícula es importante, sobre todo para harinas sin gluten. En las harinas integrales el tamaño de partícula del salvado también es muy importante. Finalmente, el tamaño de partícula comúnmente se analiza con baterías de tamices; pero existen equipos sofisticados, (MasterSizer), que proporcionan datos más precisos.
- **El contenido de cenizas** de una harina es indicativo de posible contaminación con salvado. Cuando se elabora una harina se trata de separar endospermo del salvado, intentando a toda costa evitar que el salvado pase al endospermo, porque como el salvado tiene más cenizas que el endospermo, entonces un alto contenido en cenizas indica que el salvado se pasó a la harina. En general, el contenido de debe ser inferior a 0,55-0,65. Otra causa del aumento del contenido en cenizas es la presencia de aditivos. Por lo tanto, una harina debe tener un bajo contenido en cenizas. La determinación del contenido en cenizas se hace en hornos tipo mufla a 500 a 700 °C.
- **Cuando la semilla germina** se activan gran cantidad de enzimas, para alimentar a la nueva planta. Este fenómeno es será negativo para cualquier uso de las harinas; pues en este proceso las amilasas, proteasas, enzimas que actúan sobre las fibras, los lípidos y otros componentes del grano, alterando las características finales de las harinas. Este problema se detecta calculando el índice de caída.

- **La degradación proteica es otro problema de la harina, y que disminuye su calidad de manera importante.** Este problema existe cuando se usan trigos atacados por insectos. La degradación proteica es progresiva y aumenta con el tiempo. Este problema afecta la calidad de la harina para cualquier uso, siendo importante en productos donde el gluten (red proteica) juega un papel importante, como el pan.

Justificación de la investigación

Nuestra presente tesis se justifica de manera teórica ya que brinda información importante y relevante referente al uso y propiedades de las semillas de *Erythrina edulis* triana “pajuro”, la elaboración de una harina apta para el consumo humano a partir de estas semillas se constituye en una alternativa practica de alimentación en personas que tengan problemas de nutrición.; los resultados obtenidos del estudio pueden servir de base para la implementación de otros estudios en el futuro sobre este alimento.

También se justifica de manera metodológica, ya que pondrá a disposición un instrumento que nos ayudará a recoger información relacionada a evaluar el efecto de las semillas de Pajuro como una alternativa practica de alimentación en personas que tengan problemas de nutrición.

La desnutrición es un problema de salud, por tanto el presente trabajo se justifica socialmente porque brindará una alternativa nutricional para el consumo humano a partir de las semillas de Pajuro se constituye en una alternativa de revalorizar un alimento ancestral con muy poco uso actual.

Problema

¿Se puede obtener una harina apta para consumo humano a partir de semillas de *Erythrina edulis* Triana “pajuro”, con parámetros óptimos de calidad?

Conceptuación y operacionalización de las variables

Definición conceptual de la variable	Dimensiones (Factores)	Indicadores	Tipo de escala de medición
Harina de semillas de pajuro. Se considera la forma comercial harina a un polvo refinado obtenido por molienda de un cereal o leguminosa seca. La harina de pajuro es un producto con elevado contenido proteico, el cual le dota de propiedades importantes sobre la nutrición humana, siendo un producto que podría combatir la desnutrición (Sifre et al., 2018).	Harina panadera	Granulometría	De intervalo
	Harina para repostería	Granulometría	De intervalo
Parámetros de calidad de la harina de pajuro. Es el conjunto de técnicas como los análisis físico químicos y sensoriales que se realizan a una materia prima determinada y al producto terminado, en este caso la harina, para generar y/o cumplir las especificaciones técnicas de la legislación para la harina de pajuro (Bernaes García, 2002)	Análisis sensorial	Color, olor, aspecto y sabor	Nominal
	Análisis químico proximal	Proteínas, carbohidratos y lípidos	De valor
	Análisis fisicoquímico	pH, Densidad, etc	De intervalo

Hipótesis

La elaboración de una harina apta para consumo humano a base de la semilla del pajuro, con parámetros óptimos es posible si el proceso se conduce bajo los criterios de elaboración de productos alimentarios preestablecidos.

Objetivos

Objetivo general

Obtener harina de buena calidad a partir de las semillas de *Erythrina edulis* Triana “pajuro”

Objetivos específicos

1. Determinar las características biométricas de las semillas de *Erythrina edulis* Triana “pajuro”
2. Determinar los caracteres organolépticos de las semillas de *Erythrina edulis* Triana “pajuro”
3. Determinar las características fisicoquímicas de la semilla de *Erythrina edulis* Triana “pajuro”
4. Obtener la harina de semillas de *Erythrina edulis* Triana “pajuro” para el consumo humano.
5. Determinar los parámetros de calidad de la harina para el consumo humano obtenida a partir de las semillas de *Erythrina edulis* Triana “pajuro”.

7 Metodología

a) Tipo y diseño de investigación:

Tipo de investigación: Nuestra investigación se orientó a contribuir con una posibilidad más de alimentación para los pacientes celíacos (solucionar un problema). Es aplicada; porque se fundamenta en la investigación básica para resolver problemas de la vida en la sociedad. Se denomina también investigación tecnológica, porque el producto no es conocimiento puro, sino un producto tecnológico (Esteban Nieto, 2018).

Diseño de investigación: En nuestra investigación usamos el método científico para observar y describir las características de estas semillas, determinar sus parámetros fisicoquímicos, para luego evaluar los caracteres organolépticos y fisicoquímicos de la harina. sin influir sobre ellos de ninguna manera (Shuttleworth, 2022).

b) Población, muestra y muestreo

Población

La población se cataloga como un conjunto de juicios, documentos, personas, maquinas, aseveraciones los mimos que tienen características afines que llaman la atención del investigador y son indispensables en su estudio, dependiendo de la conveniencia del investigador (Arias, et al., 2016).

Por el tipo de investigación se consideró como población, toda la producción de pajuro en el distrito de procedencia.

Criterios de inclusión

Solamente se utilizaron las semillas de *Erythrina edulis* Triana “pajuro” que se veían sanas y en el estado correcto de maduración.

Criterios de exclusión

Fueron excluidos del estudio las semillas de *Erythrina edulis* Triana “pajuro” que no se veían perfectamente sanas y en el estado correcto de maduración.

Muestra

La muestra está representada por un grupo de unidades de una población, los que cumplen ciertos criterios de exclusión e inclusión, deben estar en una cantidad representativa y es factible de precisar sus características durante la elaboración del plan de investigación (Hernández, et al., 2014).

5 kg de semillas de pajuro

Técnica de muestreo

Muestreo no probabilístico por conveniencia

c) Técnicas e instrumentos de investigación

Elaboración de la harina:

Materia prima

Las muestras de semillas de *Erythrina edulis* Triana “pajuro”, serán obtenidas de plantas ubicadas en el pueblo La cuesta a 70 km de la ciudad de Trujillo. Ubicada a una altura de 1800 m.s.n.m. Se cosecharon las vainas que tengan la apariencia de estar maduras. A partir de las vainas se obtienen las semillas de forma similar a como se obtienen las habas.

Lavado

En primer lugar, las semillas de Pajuro se lavarán con agua potable del servicio público, con la finalidad de eliminar polvo y cualquier tipo de materia orgánica extraña. Luego, las semillas se desinfectarán agua con lejía, para lo cual las semillas se colocarán dentro de la solución desinfectante por 5 minutos. Finalmente, las semillas de Pajuro se lavarán con agua ozonizada y se dejarán secar a temperatura ambiente, a la sombra, extendidas sobre una mesa.

Pelado

Las semillas de Pajuro, se someterán a un calentamiento previo al pelado, colocándolas en agua hirviendo por 5 minutos. Transcurridos el tiempo previsto, serán retiradas del agua hirviendo haciendo uso de una malla a modo

de colador. La cáscara de las semillas será retirada manualmente. Una vez que sea retirada la cáscara de las semillas, estas son cortadas en rodajas finas y colocadas en la bandeja de secado.

Secado del grano libre de cáscara

El secado se realizará en el laboratorio en una estufa de cabina con flujo de aire caliente a una temperatura de aire caliente de 50 °C con velocidad de aire de 0.5 mps, durante 24 horas.

Molido

La molienda se realizará en un molino de disco marca CORONA, realizando varias repeticiones hasta obtener el tamaño de partículas deseables.

Tamizado

La harina obtenida será tamizada a través de tamices N° 20, 40, 80, 100 y 200 ASTM, para obtener una harina constituida por partículas uniformes.

Envasado

La harina obtenida se colocará en frascos de vidrio ámbar, para proteger la harina de la humedad y del medio ambiente, para que no se deteriore.

Control de calidad

Control de calidad de la semilla

Biometría

- Se calculó el promedio del tamaño de las semillas del *Erythrina edulis* Triana “pajuro”, para lo cual se midió la longitud, el ancho y la altura de 30 unidades.
- Se calculó el promedio de peso de 30 semillas de *Erythrina edulis* Triana “pajuro”.

Densidad aparente. (Bernales García, 2002).

- Se pesarán 30 semillas de *Erythrina edulis* Triana “pajuro”.
- Para cada una de las 30 semillas se determinará el volumen de agua desplazado en una probeta y se calculó el promedio
- Finalmente se determinará la densidad aparente. Con la siguiente formula:

$$\text{Densidad} = \frac{\text{Peso (gr)}}{\text{Volumen (mL.)}}$$

Control de calidad del producto final (harina)

Análisis químico proximal

Humedad (García Martínez & Fernández Segovia, 2022)

- Las cápsulas de porcelana perfectamente limpias fueron secadas en estufa a 103 °C, junto con una varilla de vidrio, durante dos horas.
- Transcurridas las 2 horas las capsulas y las varillas se enfriaron en desecador hasta que alcancen temperatura ambiente.
- Se pesaron las capsulas en balanza analítica (La manipulación de todo se hizo con pinzas).
- Se colocará en la cápsula, entre 5-10 g de muestra de la harina de *Erythrina edulis* Triana “pajuro”.
- Se llevó la cápsula a la estufa a 103 y se dejó allí entre 3 a 6 horas.
- Transcurrido el tiempo, se retiró la cápsula de la estufa y se colocó en el desecador
- Cuando la capsula alcanzó la temperatura ambiente se procedió a pesar.
- El secado y la pesada se repetitieron hasta que dos pesadas consecutivas fueron iguales.
- La cantidad de agua en la harina se expresa en % P/P de humedad (gr de agua/100 g de harina):

$$\% \text{Humedad} = \frac{(P_{\text{cápsula+muestra}}) - (P_{\text{cápsula+muestra seca}})}{\text{Peso de la muestra húmeda}} * 100$$

Determinación de Proteína total: Método Kjeldahl (Méndez Ventura, 2020)

- Se montó un equipo Kjeldahl.

- Se pesó entre 0 - 0.8 gramos de harina de *Erythrina edulis* Triana “pajuro” en luna de reloj perfectamente limpia y seca.
- Se colocó la harina al balón Kjeldahl de 250mL.
- Se agregó un ¼ de pastilla catalizadora + 9 mL de H₂SO₄ (cc).
- Se calentó suavemente el balón ligeramente inclinado hasta que ya no se formó espuma.
- Se sometió a digestión hasta que la muestra estuvo totalmente clara y sin materia orgánica.
- Se dejó enfriar.
- Se agregó unos 200 mL. de agua destilada aproximadamente.
- En un Erlenmeyer de 250 mL colocamos 100 mL de H₃BO₃ al 4% y II gotas del indicador Tashiro.
- Luego conectamos el matr. Erlenmeyer al aparato de destilación cuidando que el extremo del condensador quede dentro del ácido bórico.
- Adicionamos con cuidado 50 mL NaOH al 50% (con catalizador Hg), adicionalmente se agregará tiosulfato).
- Se calentó y el destilado se recogió hasta viraje de color a verde (dejar x 6 minutos más).
- Se Retiró el balón y se tituló el borato de amonio con HCl 0.1N.

Grasa total (Méndez Ventura, 2020)

En primer lugar, se realizó la preparación del equipo para la prueba:

- Se lavó el balón de extracción y las perlas de ebullición con solución de NaOH al 10%. Se enjuagaron prolijamente en primer lugar con agua destilada, luego se hizo lo mismo con éter y se llevó a secar a 100 °C en estufa, para finalmente se llevó a temperatura ambiente en un desecador.
- Además, se lavó con n-Hexano Soxhlet, algodón y cartucho.

Procedimiento:

- Se pesó balón y perlas de ebullición.

- Se trabajó con 2 a 5 g de harina, los que fueron colocados dentro del cartucho de extracción.
- El cartucho de extracción con la muestra se colocó en la cámara de extracción del Soxhlet.
- En el balón se agregó n-Hexano en un volumen equivalente a 2.5 veces el volumen de la cámara de extracción.
- Se realizó el reflujo durante 3 horas a V-VI gotas por segundo.
- Se separó el n-Hexano de la grasa mediante el proceso de destilación.
- El residuo se secó en estufa aire a 100°C durante 30 min.
- El producto final se colocó en un desecador para que su temperatura sea similar a la temperatura ambiente
- Finalmente se pesó y con los resultados se calculó el porcentaje de grasa.

Cenizas totales (Méndez Ventura, 2020)

Método de calcinación directa

- Se pesó un crisol de porcelana.
- En el mismo crisol se pesó 0.5 a 1.5g la harina de Pajuro.
- Se carbonizó la muestra colocando el crisol de porcelana en una cocina eléctrica hasta que salga humo.
- El crisol conteniendo la muestra en una mufla a 550°C.
- Se realizó la incineración hasta que las cenizas se vieron blancas o grises (mínimo por 1 hora).
- Se introdujo en un desecador para alcanzar temperatura ambiente.
- Se pesó y se realizaron los cálculos mediante la siguiente fórmula.

$$\% \text{ de Cenizas} = W_1 - W_2 * 100 W$$

Donde:

W_1 = Peso del crisol más la muestra calcinada

W_2 = Peso del crisol solo

W = Peso de la muestra

Fibra Total (Méndez Ventura, 2020)

- En un balón de 250 mL se colocaron 1-2 g del residuo que queda en el cartucho de extracción en la prueba de grasas.
- En un matraz se agregó 100 mL de H_2SO_4 0.255 N y se calentaron hasta la ebullición, para luego añadir sobre la muestra que está en el balón.
- El balón con la muestra se llevó a reflujo por media hora.
- En otro Matraz Erlenmeyer de 1 L se calentó 500 mL de agua destilada.
- Se dispuso un sistema de filtración al vacío con recorte de tela (dril o lona).
- Se procedió a realizar la filtración lavando el residuo con abundante agua caliente hasta conseguir un pH neutro.
- El residuo lavado se colocó en otro Matraz Erlenmeyer y se le agregó 100 mL de NaOH 0.313 N en ebullición y se sometió a reflujo por 30 minutos más.
- En otro Matraz Erlenmeyer de 1 L se calentaron 500 mL de agua destilada.
- Se dispuso un sistema de filtración al vacío con recorte de tela (dril o lona).
- Se procedió a realizar la filtración lavando el residuo con abundante agua caliente hasta que el agua de lavado tenga pH neutro.
- En un vaso de precipitación se colocaron 25 mL de alcohol etílico y se añadió la muestra lavada anteriormente.
- Se realizó la filtración de manera similar y usando la misma tela del paso anterior, lavando con 25 mL más de etanol.
- Se colocó el residuo en un crisol y se dejó secar en la estufa a 100-110°C hasta peso constante (se registró el valor).
- Cuando la muestra llegó a peso constante se trasladó el crisol a la mufla y se dejó allí por 20 minutos a 550°C.

- El crisol fue retirado de la mufla y se llevó a un desecador para ser enfriado a temperatura ambiente.
- Finalmente, de llevo a pesar.

Carbohidratos Totales. (AOAC, 1990).

Se obtendrá por diferencia:

$$\begin{array}{r}
 100 \quad - \\
 \% \text{ Humedad} \\
 \% \text{ Proteína} \\
 \% \text{ Grasa} \\
 \% \text{ Ceniza} \\
 \% \text{ Fibra} \\
 \hline
 \% \text{ Carbohidratos Totales}
 \end{array}$$

Determinación de pH (AOAC, 1995)

Método electrométrico

- Se trabajó con un vaso de precipitación de 200 mL. perfectamente limpio y seco.
- En el mismo vaso se pesó 10 gramos de harina de *Erythrina edulis* Triana “pajuro”.
- Se añadieron 100 mL de agua destilada.
- Se realizó la medición mediante pH-metro digital a 20 °C.

Acidez titulable (Tovar, 2019)

Método potenciométrico

- Se trabajó con una fiola de 100 mL. limpia y seca.
- Se pesaron 10 g de harina de *Erythrina edulis* Triana “pajuro” y se colocaron dentro de un matraz Erlenmeyer de 250 mL.
- Se añadió al matraz 10 mL de agua destilada sin CO₂.
- Se agitó suavemente por un breve periodo de tiempo, para luego agregar 80 mL. más de agua destilada.

- Se trasladó la suspensión preparada a la fiola de 100 mL y se aforó a 100 mL. con agua destilada.
- Se trasladó unos 15 a 20 mL. de la suspensión anterior a otro matraz Erlenmeyer.
- Se añadieron III gotas de fenolftaleína.
- Se realizó la titulación con NaOH 0.1 N.
- Con los resultados se calculó la acidez y se expresa según la siguiente fórmula:

$$\text{Ácido Cítrico \% (g/ml)} = \frac{V1 * N * F \text{ Peq}}{V2} * 100$$

V1 = Volumen de gasto de NaOH (mL)

N = Normalidad de gasto de NaOH (mEq/mL)

F = Factor de corrección de biflato de potasio

Peq = Peso equivalente del ácido cítrico (mg/mEq)

V2 = Volumen de la muestra(mL)

d) **Procesamiento y análisis de la información**

Los datos fueron ordenados en una matriz en Excel, luego se analizaron y se presentaron en tablas y figuras bajo los términos de la estadística descriptiva.

Para al fin se utilizó el programa estadístico SPSS, versión libre.

8 Resultados

Tabla 1

Características Biométricas de la semilla de Erythrina edulis Triana “pajuro”

PARAMETRO	Valores			
	Mínimo	Máximo	Promedio	
Tamaño	Largo	3.5 cm	4.4 cm	3.9 cm
	Ancho	1.7 cm.	2.3 cm.	2.2 cm.
	Altura	1.2 cm.	1.5 cm.	1.4 cm.
Peso	12 g	21 g	17 g	

Interpretación:

En la tabla 1 se muestran las medidas de largo, ancho y altura de las semillas de *Erythrina edulis* Triana “pajuro” las cuales se obtuvieron midiendo estos valores al 25 % de todas las semillas, lo que nos permite establecer valores mínimos y valores máximos (un rango) y a partir de ellos obtuvimos el promedio de cada magnitud.

Para obtener el peso promedio se realizó una actividad similar a la realizada para los parámetros anteriores.

Tabla 2

Análisis organoléptico de la semilla de Erythrina edulis Triana “pajuro”

Análisis sensorial de la semilla de pajuro (<i>Erythrina edulis Triana</i>)	Color	Marrón Claro
	Olor	Legumbre
	Sabor	insípida
	Aspecto exterior	Liso y brillante
	Textura	Dura
	Forma	Oblongas, elípticas, arriñonadas, esféricas

Interpretación:

En la tabla 2 se muestran los resultados del análisis organoléptico de las semillas de *Erythrina edulis Triana* “pajuro” pudiéndose observar que es de color marrón claro, no tiene sabor, tiene la superficie lisa y brillante, es una semilla dura y resistente a la presión, no tiene una forma promedio regular y no tiene sabor.

Tabla 3

Características fisicoquímicas de la semilla de Erythrina edulis Triana “pajuro”

Prueba	Medida	Promedio	Desvest
Densidad aparente	1.23	1.22	0.0254951
	1.18		
	1.22		
	1.22		
	1.25		
pH	6.1	5.84	0.18165902
	5.8		
	5.9		
	5.6		
	5.8		
Acidez	0.320	0.3138	0.00383406
	0.315		
	0.311		
	0.312		
	0.311		

Interpretación:

En la tabla 3, se observan los valores promedio de la densidad aparente, pH y acidez. Tal y como se observa la semilla no es muy pesada pues tiene 1.22 g/mL de densidad aparente. Por el valor de pH obtenido vemos que es ligeramente ácida y que la cantidad de ácidos libres es pequeña, alcanzando un valor de 0.3138.

Tabla 4

Composición proximal de la harina de la semilla de Erythrina edulis Triana “pajuro”

Análisis	Resultado	Unidades
Proteínas totales	18.1	gramos %
Carbohidratos	68.51	gramos %
Grasas	2.78	gramos %
Fibra	5.6	gramos %
Sólidos Totales	84.8	gramos %
Hierro	3.698	mg/100 g
Sodio	17.605	mg/100 g
Magnesio	57.247	mg/100 g
Potasio	195.23	mg/100 g
Plomo	0.073	mg/100 g
Níquel	0.108	mg/100 g
Zinc	1.591	mg/100 g
Aluminio	1.287	mg/100 g
Bario	0.121	mg/100 g
Cadmio	0.003	mg/100 g
Calcio	5.857	mg/100 g
Cobalto	0.006	mg/100 g
Cobre	0.321	mg/100 g
Estaño	0.034	mg/100 g
Estroncio	0.089	mg/100 g
Litio	0.369	mg/100 g
Manganeso	1.014	mg/100 g

Interpretación:

En la tabla 4, se observan los valores de los principales constituyentes, fundamentalmente los metabolitos primarios (Carbohidratos, proteínas y grasas), donde claramente se puede observar que los carbohidratos están en primer lugar (68.51 %), seguidos de un 18.1 % de proteínas y una cantidad de grasa relativamente pequeña (2.78 %). Según la tabla 4 la harina es relativamente rica en fibra (5.6 %) y el resto de resultados corresponde a los oligoelementos o minerales, donde se destaca la presencia de gran cantidad de potasio (195.23 mg/100g) seguidos de un mineral tan importante como el magnesio (57.247 mg/100g).

9 Análisis y discusión

Como el propósito principal de nuestra investigación fue demostrar que se puede obtener harina de buena calidad a partir de las semillas de *Erythrina edulis Triana* “pajuro” y nuestra motivación se fundamenta en contribuir en la revalorización de un alimento muy utilizado por nuestros antepasados en nuestro país, entonces, lo primero que hicimos fue determinar las características de la semilla ya que esta será nuestra materia prima para producir la harina de pajuro. Las características físicas de más interés se muestran en la tabla 1, donde se consigna que las semillas de pajuro son de color marrón claro, con el olor característico a legumbre y sin olor. También se destaca que la superficie de las semillas es lisa y brillante, su consistencia muestra que es una semilla dura, no uniforme en cuanto a su forma, pues algunas son oblongas, otras son elípticas, arriñonadas.

En la tabla 2, se muestran las características biométricas de la semilla de pajuro. Tal y como se muestra, esta es una semilla grande si lo comparamos con semillas de frejol, por ejemplo, pues en promedio mide 3.9 cm de largo x 2.2 cm de ancho x 1.4 cm de alto; y su peso promedio es de 17 gramos, destacando que incluso estas dimensiones son menores que lo reportado en la tesis de Barrera Marín, (2003), en donde nos comunica que la semilla de pajuro mide 3 a 7 cm de largo, 2 a 3 cm de ancho y 3 cm de gruesa calificándola como semilla gigante.

Al tratar de establecer un punto de partida sobre la materia prima, también consideramos determinar algunas características fisicoquímicas de la semilla de pajuro, como datos adicionales para el control de calidad de la materia prima. Los resultados de estos análisis fisicoquímicos se presentan en la tabla 3. No encontramos reportes sobre estos parámetros para la materia prima en investigación, por lo que, somos los primeros en reportar que la densidad aparente del pajuro es de 1.22 g/mL., que es un alimento de pH ácido y que tiene una acidez de 0.3138 %.

En la tabla 4 se consignan los resultados del análisis proximal de la harina obtenida de procesar las semillas de pajuro. De dicha tabla, se puede notar que los valores encontrados para harina de pajuro en cuanto a la proteína se tienen un valor de 18.1 gramos%, lo cual nos indica que estamos frente a una harina que sobrepasa el

porcentaje de lo que se conoce como harina de contenido proteico duro alrededor de 15 g%, que, si lo comparamos con la harina de trigo que según De la Vega Ruiz, (2009) nos dice que el porcentaje está dentro del 10 – 12 %.

En cuanto a su contenido de carbohidratos, la harina de pajuro tiene 68.51 g%. Este valor al ser comparado con la harina de trigo reportado por De la Vega Ruiz, (2009) es menor, pues el autor reporta que la harina de trigo tiene entre 70 -75 g% de almidón y 2 – 3 g% de polisacáridos que no son almidón, con lo que nuestra harina tendría alrededor de 10 % menos de carbohidratos que la harina de trigo.

Nuestra harina, también tiene 2.78 g% de grasas. Este resultado propicio que esta harina pueda ser catalogada como una harina baja en grasas al ser comparada con otras harinas, como por ejemplo la harina de maíz que tiene 5.84 g%, la harina de soja que tiene 15.51 g% y la harina de avena que tiene 5 g% (Jiménez Mazaran & Landa Robles, 2018).

En cuanto al contenido de fibra en la harina de pajuro, encontramos que el porcentaje total de fibra promedia el 5.6 g%. Este valor al ser comparado con el porcentaje total de fibra de 5.312g% para la harina blanca, que se reporta en la tesis de Sánchez Gavilán, (2017), nos indica que logramos una harina con un contenido de fibra similar a la harina de blanca de trigo. Como la harina elaborada a partir de las semillas de pajuro tiene un 5.6 g% de fibra alimentaria (soluble + insoluble) y sabido es que la fibra es esencial para una alimentación saludable, pues se recomienda el consumo promedio de 34 gramos diarios por hombres y un promedio de 23 gramos diarios por mujeres, entonces, consumir unos 200 gramos diarios de esta harina contribuiría a tener una buena salud. Adicionalmente, debemos considerar que la fibra se encuentra en distintos alimentos (verduras, frutas, legumbres y granos), y que su consumo puede prevenir o aliviar el estreñimiento, manteniendo un peso saludable y minorar la probabilidad de desarrollar enfermedades cardiovasculares, diabetes y cáncer. La fibra esta formada por parte de los alimentos vegetales que no se digiere o ni se absorbe pasando intacto sobre el sistema digestivo y se evalúa de manera intacta. Una alimentación rica en fibra puede impedir las hemorroides y enfermedad diverticular. Algunos estudios refieren que disminuye el riesgo de cáncer colorrectal.

La fibra que contienen la avena, linaza, salvado de trigo entre otros, ayudan a disminuir los niveles de colesterol en la sangre, disminuyendo los niveles LDL, reducción de la presión arterial, la inflamación, la glucosa sanguínea. Los alimentos refinados o procesados son más bajos en fibra. El proceso de refinación elimina la capa exterior (salvado) del grano, reduciendo la cantidad de fibra (Pruthi, 2022).

10 Conclusiones y recomendaciones

Conclusiones

1. La materia prima o las semillas de *Erythrina edulis Triana* “pajuro” son legumbres grandes de color marrón claro, sin sabor, de superficie lisa y brillante, dura al tacto y de una forma que encaja en distintas descripciones, tales como, arriñonada, oblonga, elíptica y esférica.
2. La materia prima o las semillas de *Erythrina edulis Triana* “pajuro” son legumbres grandes, que en promedio sus medidas son 3.9 cm de largo. 2.2 cm de ancho y 1.4 cm de alto, con un peso promedio de 17 gramos por semilla.
3. La materia prima o las semillas de *Erythrina edulis Triana* “pajuro” son legumbres grandes, cuya densidad aparente es de 1.22 g/mL, 5.84 de pH y 0.3138 % de acidez.
4. La harina elaborada a partir de las semillas de *Erythrina edulis Triana* “pajuro” tiene 68.51 g% de carbohidratos, 18.1 g% de proteínas, 2.78 g% de grasas y 5.6 g% de fibra total.
5. Adicionalmente, es importante destacar que la harina elaborada a partir de las semillas de *Erythrina edulis Triana* “pajuro”, tiene cantidades bajas de algunos oligoelementos importantes como hierro, sodio, potasio, calcio; pero una regular cantidad de magnesio (57.247 mg/100 g).

Recomendaciones

1. La USP, en cumplimiento del compromiso ante la sociedad que tiene, debe dar a conocer y difundir el consumo de harina de pajuro.
2. Se deben realizar un estudio más profundo sobre esta semilla, pues somos conscientes de las limitaciones para realizar nuestra investigación

11 Referencia Bibliográfica

AOAC (1995). (Association of Official Agricultural Chemists). Official methods of analysis of AOAC International. 16 ed. Virginia -The United States.

Arias-Gómez, J., Villasís-Keever, M. Á., & Novales, M.G.M (2016). El protocolo de investigación III: la población de estudio. *Revista Alergia México*, 63 (2), 201-206.

Barrera, N. (2003). *Etnobotanica y domesticación del chachafruto erythrina edulis triana en la zona andina de Colombia* (thesis). Universidad Politécnica de Madrid, Madrid.

Bernales García, R. (2002). *Estudio Tecnológico para la Obtención de Harina a partir de Cormo de Jergón Sacha (Dracontium sp.) para Consumo Humano* (Licenciatura). Universidad Nacional de San Martín.

De la Vega, G. (2009). *Proteínas de la harina de trigo: clasificación y propiedades funcionales*. Mixteca; Universidad Tecnológica de la Mixteca.

Delgado-Soriano, V. (2022). Digestibilidad proteica de semillas de *Erythrina edulis* Triana “pajuro” sometidas a cocción tradicional. *Revista De Investigaciones Altoandinas - Journal Of High Andean Research*, 24(2), 75.

<https://doi.org/10.18271/ria.2022.333>

Delgado-Soriano, V., Cortés-Avenidaño, P., Guevara-Pérez, A., & Vílchez-Perales, C. (2020). Características físico-químicas de las semillas de *Erythrina edulis* Triana “pajuro” y propiedades funcionales después de la extrusión. *Revista*

De Investigaciones Altoandinas - Journal Of High Andean Research, 22(3), 263, 273. <https://doi.org/10.18271/ria.2020.660>

Espinoza, G., Rojas, R., & Espinoza, F. (2021). Análisis químico proximal de granos y harina de Pajuro (*Erythrina edulis*) para elaborar bebidas proteicas. *Revista Alfa*, 5(14), 298.

<https://doi.org/10.33996/revistaalfa.v5i14.119>

Hernández, R., Fernández, C y Baptista, M. (2014). Metodología de la investigación sexta edición. México D.F, México: McGRAW –HILL.

García, E., & Fernández Segovia, I. (2022). *Determinación de la humedad de un alimento por un método gravimétrico indirecto por desecación* [Ebook] (1st ed., p. 4). Universitat Politecnica de Valencia. Retrieved 6 August 2022, from

<https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/16339/Determinaci%C3%B3n%20de%20humedad.pdf>.

Gómez, M. (2022). Calidad de las harinas I [Blog]. Retrieved 26 August 2022, from <https://innograin.uva.es/2020/09/22/calidad-de-harinas-i/>.

Intiquilla, A., Jiménez-Aliaga, K., Zavaleta, A., Arnao, I., Peña, C., Chavez-Hidalgo, E., & Hernández-Ledesma, B. (2016). Erythrina Edulis (Pajuro) Seed Protein: A New Source of Antioxidant Peptides. *Natural Product Communications*, 11(6), 193. <https://doi.org/10.1177/1934578x1601100620>

Jiménez, C., & Landa, Y. (2018). *Propiedades nutricionales y funcionales de las distintas harinas utilizadas para la elaboración de un pan de alto valor nutricional* (Licenciatura). Universidad Estatal de Milagro.

Guerra-Almonacid, C., Torruco-Uco, J., Jonh Jairo Méndez-Arteaga, W., & Rodríguez-Miranda, J. (2019). Effect of ultrasound pretreatment on the antioxidant capacity and antihypertensive activity of bioactive peptides obtained from the protein hydrolysates of *Erythrina edulis*. *Emirates Journal Of Food And Agriculture*, 31(4), 288.

<https://doi.org/10.9755/ejfa.2019.v31.i4.1938>

Jiménez, C. & Landa, Y. (2018). *Propiedades Nutricionales Y Funcionales De Las Distintas Harinas Utilizadas Para La Elaboración De Un Pan De Alto Valor Nutricional*. (thesis). Universidad Estatal de Milagro, Milagro.

Méndez, L. (2020). *Manual de prácticas de Análisis de Alimentos* [Ebook] (1st ed., pp. 22 - 58). Universidad Veracruzana. Retrieved 6 August 2022, from

<https://www.uv.mx/qfb/files/2020/09/Manual-Analisis-de-Alimentos-1.pdf>.

Orihuela, E. (2017). *Influencia del pH y tiempo en la extracción del aislado proteico de Basul (Erythrina edulis)* (Licenciatura). Universidad Nacional José María Arguedas.

Pruthi, S. (2022, November 4). *Cómo incluir más fibra en tu dieta*. Mayo Clinic. Retrieved February 12, 2023, from

<https://www.mayoclinic.org/es-es/healthy-lifestyle/nutrition-and-healthy-eating/in-depth/fiber/art->

[20043983#:~:text=Ayuda%20a%20mantener%20la%20salud,riesgo%20de%20desarrollar%20c%C3%A1ncer%20colorrectal.](https://www.mayoclinic.org/es-es/healthy-lifestyle/nutrition-and-healthy-eating/in-depth/fiber/art-20043983#:~:text=Ayuda%20a%20mantener%20la%20salud,riesgo%20de%20desarrollar%20c%C3%A1ncer%20colorrectal.)

- Ríos, M. (2022). *La harina: todo lo que debes saber / Escuela de Tartas*. Escuela de Tartas. Retrieved 15 August 2022, from <https://escueladetartas.com/la-harina-todo-lo-que-debes-saber/>.
- Salazar, E. (2020). *Modelado de la cinética de secado por convección forzada de la semilla de Erythrina edulis Triana "pajuro"* (Licenciatura). Universidad Nacional Agraria de la Selva.
- Sánchez-Bustos, K., & Escobar-Escobar, N. (2021). Nutritional supplementation with non-conventional food resources and its effect on the productive parameters in rabbits. *Entramado*, 17(1), 262-270. <https://doi.org/10.18041/1900-3803/entramado.1.7278>
- Sánchez, I. (2016). *Nutrientes Y Compuestos Biactivos Del Trigo: Fibra Y Polifenoles* (thesis). UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID, Madrid.
- Sandoval, J., Fonseca, P., Arévalo, A., Sira, E., Ricci, J., & Dufour, D. (2021). Development and Characterization of Edible Films from Chachafruto (*Erythrina edulis Triana*) Starch. *Starch - Stärke*, 73(9-10), 2000269 (1). <https://doi.org/10.1002/star.202000269>
- Tovar, O. (2019). Comparación in vitro del pH, contenido de azúcar y acidez titulable (ácido cítrico) de bebidas endulzadas consumidas por niños en etapa escolar. <https://doi.org/10.19083/tesis/624894>
- Vegaffinity. (2015). *Harina de trigo: Beneficios e Información Nutricional*. Alimentos Vegetarianos y Veganos. Retrieved January 28, 2023, from

<https://www.vegaffinity.com/comunidad/alimento/harina-de-trigo-beneficios-informacion-nutricional--f146>

Villafuerte, F., Pérez, E., Mahfoud, A., Valero, Y., & Pérez, A. (2019). Obtención de hidrolizados proteicos bajos en fenilalanina a partir de suero dulce de leche y chachafruto (*Erythrina edulis* Triana). *Archivos Latinoamericanos De Nutrición*, 69(1), 25, 32.

<https://doi.org/10.37527/2019.69.1.004>

Villafuerte, F., Pérez, E., Mahfoud, A., Valero, Y., Enríquez, M., Yanes, K., & Manobanda, P. (2022). Characterization of *Erythrina Edulis* Triana and Obtaining Protein Isolate. In *Italian Journal of Food Science* (1st ed., pp. 233-243). Chiriotti editori.

12 Agradecimiento

Al creador de todas las cosas, desde lo más profundo de mi corazón, quien me cuida y me guía por los buenos caminos, el que me ha dado la fortaleza día a día para continuar con mis estudios

A mi esposo por el apoyo incondicional, pese a las adversidades e inconvenientes que se presentaron.

A mi hija, mi mayor inspiración de continuar con mis estudios y ser un ejemplo para su futuro.

Agradezco a mi asesor de tesis MsC. Rubio López, Felipe Rubén quien con su experiencia, motivación y conocimiento me oriento en mi investigación.

13 Anexos

Anexo 1

Autorización de la institución donde se va a realizar la recolección de los datos



**SOLUCIONES NATURALES
AL NATURAL S.R.L.**
JR. JOSE SABOGAL NRO. 313 URB. PALERMO – TRUJILLO
TRUJILLO- LA LIBERTAD
RUC 20601408288 - TELEFONO 360453

Trujillo, 15 Junio 2022

AUTORIZACION DE USO DE AMBIENTE Y EQUIPO PARA REALIZACION DE

TESIS

Srta. NELIDA MEJIA SAAVEDRA

Alumna de la Universidad San Pedro

De mi consideración:


Evaluada la solicitud verbal sobre el permiso para usar nuestros ambientes y equipo de laboratorio para la realización de las actividades inherentes al trabajo de investigación o Tesis:

“Obtención de harina para consumo humano a partir de semillas de *Erythrina edulis* Triana “pajuro”, Trujillo 2022”

Como en que en algún momento he dictado clases en las aulas de la USP-Filial Trujillo, tengo el agrado de dirigirme a Ud. a efectos de informarle que es nuestra voluntad otorgarle de manera gratuita, la autorización para la libre disponibilidad de las áreas del local de nuestra empresa, para que pueda realizar su tesis y así poder optar el Grado de Químico Farmacéutico. También me permito indicarle que Ud. esta bajo la dirección de su asesor el Q.F. Mg. Felipe Rubén Rubio López y que Ud debe proveerse de los reactivos y otros insumos que sean necesarios para la realización de los trabajos de su tesis.

Deseándole el éxito debido.

Atentamente,



Carlos Naval Sopan Benaute
Gerente

Anexo 2

Ficha de recolección de datos (instrumento)

Medidas de los frutos

N° POROTO	LARGO	ANCHO	ALTURA	PESO
1	3.6	2.2	1.5	18.3
2	3.5	2.1	1.4	12.3
3	3.6	2.3	1.5	15.5
4	3.8	2.2	1.3	17.5
5	4.1	2.2	1.3	13.1
6	3.5	2.1	1.5	12.2
7	3.5	2.1	1.5	15.7
8	4.1	2.1	1.3	16.9
9	4.2	2.2	1.5	19.1
10	4.2	2.1	1.5	18.5
11	3.5	2.3	1.3	16.6
12	4.2	2.1	1.4	13.6
13	3.5	2.1	1.4	21.5
14	4.3	2.2	1.4	20.1
15	3.6	2.3	1.4	19.2
16	3.9	2.3	1.4	14.5
17	4.2	2.3	1.4	16.4
18	4.4	2.2	1.2	19.8
19	4.2	2.3	1.3	19.1
20	4.1	2.3	1.5	20.1

Datos finales caracterización del fruto

CARACTERISTICA	PROMEDIO	DESVIACION ESTANDAR
LARGO	3.9 cm	0.32927352
ANCHO	2.2 cm	0.08583951
ALTURA	1.4 cm	0.09176629
PESO	17 gramos	278.888.772

Características organolépticas del fruto

PARAMETRO	RESULTADO
Color	Marrón Claro
	Marrón Claro
	Marrón Claro
Olor	Legumbre
	Legumbre
	Legumbre
Sabor	Sin sabor
	Sin sabor
	Sin sabor
Aspecto exterior	Liso y brillante
	Liso y brillante
	Liso y brillante
Textura	Dura
	Dura
	Dura
Forma	Oblongas, elípticas, arriñonadas, esféricas

Datos finales caracteres organolépticos del fruto

Color	Marrón Claro
Olor	Legumbre
Sabor	Sin sabor
Aspecto exterior	Liso y brillante
Textura	Dura
Forma	Oblongas, elípticas, arriñonadas, esféricas

Anexo 3

Matriz de consistencia

Problema	Variables	Objetivos	Hipótesis	Metodología
<p>¿Se puede obtener una harina apta para consumo humano a partir de semillas de <i>Erythrina edulis</i> Triana “pajuro”, con parámetros óptimos de calidad?</p>	<p>Harina de semillas de Pajuro</p>	<p>Objetivo general: Obtener harina de buena calidad a partir de las semillas de <i>Erythrina edulis</i> Triana “pajuro”</p>	<p>La elaboración de una harina apta para consumo humano a base de la semilla del Pajuro, con parámetros óptimos es posible si el proceso se conduce bajo los criterios de elaboración de productos alimentarios preestablecidos.</p>	<p>Tipo de investigación Aplicada Diseño de investigación Descriptivo simple para cada una de las pruebas Población No se considera población Muestra 5 kg de semillas de <i>Erythrina edulis</i> Triana “pajuro” Metodología: 1. Selección, pelado y secado de las semillas 2. Molienda y tamizado para obtener la harina 3. Realización de las distintas pruebas: <ul style="list-style-type: none"> • Organolépticas • Físicas • Químicas • microbiológicas </p>
	<p>Parámetros de calidad de la harina de pajuro</p>	<p>Objetivos específicos: 1. Determinar los parámetros de calidad de materia prima de las semillas de <i>Erythrina edulis</i> Triana “pajuro” 2. Obtener la harina de semillas de <i>Erythrina edulis</i> Triana “pajuro” para el consumo humano. 3. Determinar los parámetros de calidad de producto terminado de la harina para el consumo humano obtenida a partir de las semillas de <i>Erythrina edulis</i> Triana “pajuro”.</p>		

Anexo 4

Base de datos

Resultados para calcular la densidad relativa

PESO (g)	VOLUMEN (mL)	
15.5	12.6	FORMULA D = PESO/VOLUMEN
13.1	11.1	
12.2	10	
15.5	12.7	
17.5	14	

Resultados para obtener el pH

PESO MUESTRA (g)	Agua destilada	pH
10	100 mL	6.1
10	100 mL	5.8
10	100 mL	5.9
10	100 mL	5.6
10	100 mL	5.8

Resultados para calcular la acidez titulable

GASTO NaOH 0.1 N (mL)	Constante	Factor	g Ac. citrico/100 g Muestra
2.5	2	0.064	0.32
2.4	2	0.064	0.3072
2.4	2	0.064	0.3072
2.3	2	0.064	0.2944
2.5	2	0.064	0.32
FORMULA:		Ac = V x 2 x F	

Anexo 5

Formato de publicación en repositorio.



REPOSITORIO INSTITUCIONAL DIGITAL
FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN PARA LA PUBLICACIÓN DE DOCUMENTOS DE INVESTIGACIÓN

1. Información del Autor			
MEJIA SAAVEDRA, NELIDA		72238709	neli04meji@gmail.com
Apellidos y Nombres		DNI	Correo Electrónico
2. Tipo de Documento de Investigación			
<input checked="" type="checkbox"/>	Tests	<input type="checkbox"/>	Trabajo de Suficiencia Profesional
<input type="checkbox"/>	Trabajo Académico	<input type="checkbox"/>	Trabajo de Investigación
3. Grado Académico o Título Profesional *			
<input type="checkbox"/>	Bachiller	<input checked="" type="checkbox"/>	Título Profesional
<input type="checkbox"/>	Título Segunda Especialidad	<input type="checkbox"/>	Maestría
<input type="checkbox"/>	Doctorado		
4. Título del Documento de Investigación			
<p>Obtención de harina para consumo humano a partir de semillas de <i>Erythrina edulis</i> triana "pajuro", Trujillo 2022</p>			
5. Programa Académico			
FARMACIA Y BIOQUÍMICA			
6. Tipo de Acceso al Documento			
<input checked="" type="checkbox"/>	Abierto o Público * (/n/ceiu-repo/aemontica/openAccess)		<input type="checkbox"/>
			Acceso restringido * (/n/ceiu-repo/aemontica/restrictedAccess) (*)
(*) En caso de restringido sustentar motivo			

A. Originalidad del Archivo Digital

Por el presente dejo constancia que el archivo digital que entrego a la Universidad, es la versión final del trabajo de Investigación sustentado y aprobado por el Jurado Evaluador y forma parte del proceso que conduce a obtener el grado académico o título profesional.

B. Otorgamiento de una licencia CREATIVE COMMONS 4

El autor, por medio de este documento, autoriza a la Universidad, publicar su trabajo de investigación en formato digital en el Repositorio Institucional Digital, al cual se podrá acceder, preservar y difundir de forma libre y gratuita, de manera íntegra a todo el documento. 6

Lugar	Día	Mes	Año
Chimbote	19	09	23



Firma

Importante

- Según Resolución de Consejo Directivo N° 011-2018-SUNEDU-CD, Reglamento del Registro Nacional de Trabajos de Investigación para optar Grados Académicos y Títulos Profesionales, Art. 8, inciso 8.2.
- Ley N° 28025, Ley que regula el Repositorio Institucional Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de la Universidad San Pedro y D.S. 088-2015-PCM.
- Si el autor eligió el tipo de acceso abierto o público, otorga a la Universidad San Pedro una licencia no exclusiva, para que se pueda hacer uso de forma en la obra y difundir en el Repositorio Institucional Digital, respetando siempre los Derechos de Autor y Propiedad Intelectual de acuerdo y en el Marco de la Ley 872.
- En caso de que el autor elija el segundo opción, únicamente se publicará los datos del autor y resúmenes de la obra de acuerdo a la directiva N° 004-2016-COMYTEC-RECC (numeroso 52 y 67) que rige el funcionamiento del Repositorio Nacional Digital.
- Las licencias Creative Commons (CC) es una organización internacional sin fines de lucro que promueve o distribución de los autores un conjunto de licencias flexibles y de herramientas tecnológicas que facilitan la difusión de información, recursos educativos, obras artísticas y científicas, entre otros. Estas licencias también garantizan que el autor obtenga el crédito por su obra.
- Según el inciso 12.2 del artículo 12° del Reglamento del Registro Nacional de Trabajos de Investigación para optar grados académicos y títulos profesionales-RENAI ("Las universidades, instituciones y centros de educación superior tienen la obligación de registrar todos los trabajos de investigación y proyectos, incluyendo los resúmenes en sus repositorios institucionales prevaleciendo al ser de acceso abierto o restringido, los cuales serán posteriormente recolectados por el Repositorio Digital RENAI, a través del Repositorio AICC").

Nota: - En caso de falsedad en los datos, se procederá de acuerdo a ley 27446, art. 32, inciso 32.3.

Anexo 6

Reporte de similitud

“Obtención de harina para consumo humano a partir de semillas de Erythrina edulis triana “pajuro”, Trujillo 2022”

por Nélica Mejía Saavedra

Fecha de entrega: 12-jul-2023 07:46a.m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 2130087181

Nombre del archivo: TESIS_-_Mej_a_Saavedra_N_lida.docx (126.98K)

Total de palabras: 7998

Total de caracteres: 42715



“Obtención de harina para consumo humano a partir de semillas de *Erythrina edulis* triana “pajuro”, Trujillo 2022”

INFORME DE ORIGINALIDAD



FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net Fuente de Internet	4%
2	www.researchgate.net Fuente de Internet	3%
3	repositorio.unas.edu.pe Fuente de Internet	2%
4	prezi.com Fuente de Internet	1%
5	idoc.pub Fuente de Internet	1%
6	www.mayoclinic.org Fuente de Internet	1%
7	huajsapata.unap.edu.pe Fuente de Internet	1%
8	repositorio.uladech.edu.pe Fuente de Internet	1%
9	repositorio.usanperu.edu.pe Fuente de Internet	



		1 %
10	revistas.unilibre.edu.co Fuente de Internet	1 %
11	revistaalfa.org Fuente de Internet	1 %
12	libros.uam.es Fuente de Internet	<1 %
13	www.boe.es Fuente de Internet	<1 %
14	vbook.pub Fuente de Internet	<1 %
15	repositorio.ug.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
16	Submitted to upec Trabajo del estudiante	<1 %
17	www.semana.com Fuente de Internet	<1 %
18	bibliotecavirtualesenior.es Fuente de Internet	<1 %
19	dspace.esPOCH.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
20	rein.umcc.cu Fuente de Internet	<1 %



21	datateca.unad.edu.co Fuente de Internet	<1 %
22	repositorio.uwiener.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
23	www.123-stickers.com Fuente de Internet	<1 %
24	www.infoteca.cnptia.embrapa.br Fuente de Internet	<1 %
25	dialnet.unirioja.es Fuente de Internet	<1 %
26	saludable.site Fuente de Internet	<1 %
27	1library.co Fuente de Internet	<1 %
28	pdfcookie.com Fuente de Internet	<1 %
29	www.granpyme.com Fuente de Internet	<1 %
30	Alex Olivera D, Emilio Aranda I, Jesus Ramos J, Luis Vargas V, Juan Zaldivar C, German Mendoza M. "Evaluation of the nutritive value of sugarcane residues inoculated with fungus <i>Fomes sp</i> ", Revista <i>AVE</i> 66, julio, 2014 Publicación	<1 %



31	issuu.com Fuente de Internet	<1 %
32	www.singasolina.co Fuente de Internet	<1 %
33	Submitted to Escuela Politecnica Nacional Trabajo del estudiante	<1 %
34	Frederico José Beserra, Antonia Lucivânia de Sousa Monte, Luciana Cristina Nogueira de Moraes Bezerra, Renata Tieko Nassu. "Caracterização química da carne de cabrito da raça Moxotó e de cruzas Pardo Alpina x Moxotó", Pesquisa Agropecuária Brasileira, 2000 Publicación	<1 %
35	blog.cantabriaenlared.es Fuente de Internet	<1 %
36	organicum.center Fuente de Internet	<1 %
37	bibliotecavirtual.unl.edu.ar:8443 Fuente de Internet	<1 %
38	guiasaludable.net Fuente de Internet	<1 %
39	www.ocio.net Fuente de Internet	<1 %



Excluir citas Apagado
Excluir bibliografía Activo

Excluir coincidencias < 10 words



