

Efecto de la harina de torta residual de sachá inchi (Plukenetia volubilis) sobre la viabilidad de saccharomyces boulardii y Lactobacillus rhamnosus. Effect of sachá inchi (Plukenetia volubilis) residual paste flour on viability of saccharomyces boulardii and Lactobacillus rhamnosus.

Claudia Elizabeth Díaz-Castañeda¹, Claudia Ivonne Arámbula-García², José de Jesús Núñez-Rodríguez³

^{1,2}Universidad de Santander, Cúcuta - Colombia

ORCID: ¹[0000-0002-4068-4334](https://orcid.org/0000-0002-4068-4334), ²[0000-0002-9865-7689](https://orcid.org/0000-0002-9865-7689), ³[0000-0002-4120-0215](https://orcid.org/0000-0002-4120-0215)

Recibido: 27 de marzo de 2022.

Aceptado: 29 de abril de 2022.

Publicado: 01 de mayo de 2022.

Resumen- Se realizó un estudio experimental para determinar el efecto sobre la viabilidad de dos probióticos al ser incorporados a la harina de torta residual de sachá inchi como matriz alimentaria. Para ello, se extrajo el aceite de las semillas de sachá por prensado en frío y se obtuvo la torta residual. Luego se preparó la harina de torta residual y se determinó la humedad, las proteínas, las cenizas, las grasas, la fibra, los hidratos de carbono y el valor calórico tanto de la torta residual de sachá inchi como de la harina obtenida a partir de ella. Se establecieron cuatro fórmulas experimentales con los siguientes porcentajes F1(100% de harina), F2(93% de harina y 7% de S. boulardii), F3(93% de harina y 7% de L.rhamnosus) y F4(92,2% de harina + 3,6% de S.boulardii + 3,6% de L.rhamnosus). Por último, se determinó la viabilidad de los microorganismos probióticos Lactobacillus rhamnosus y Saccharomyces boulardii incorporados a la harina y se caracterizó fisicoquímica y microbiológicamente la fórmula con mejores resultados. Los resultados muestran que hay diferencias mínimas entre las medias de la concentración en UFC/g obtenida en el tratamiento con S. boulardii (F2) (Sig.=0,37), la media del tratamiento Control (F1), así como diferencias mínimas significativas entre la media del tratamiento con L. rhamnosus y S. boulardii (F4) y el tratamiento de control (F1) (Sig.=0.001), sin embargo, los tratamientos F2 y F4 no difieren significativamente de la media en UFC/g obtenida en cada uno de ellos (Sig.=0.165). Se concluye que la concentración celular del microorganismo de ensayo se ve afectada por la matriz alimentaria en la que se encuentra, considerando los tratamientos con S. boulardii (F2) y L. rhamnosus + S.boulardii (F4) como los tratamientos en los que la concentración celular de S.boulardii se mantuvo estable durante los 19 días de la prueba en comparación con el tratamiento con Lactobacillus rhamnosus (F3).

Palabras clave: lactobacillus rhamnosus Saccharomyces boulardii, torta residual de sachá inchi, viabilidad, matriz alimentaria.

Abstract—An experimental study was carried out to determine the effect on the viability of two probiotics when incorporated into sachá inchi residual paste flour as a food matrix. For this purpose, the oil was extracted from the sachá seeds by cold pressing and the residual paste was obtained. Then the residual paste flour was prepared and the moisture, protein, ash, fat, fiber, carbohydrates, and caloric value of both the residual sachá inchi paste and the flour obtained from it were determined. Four experimental formulas were established in the following percentages: F1(100% flour), F2(93%flour and 7%S. boulardii), F3(93%flour and 7% L.rhamnosus) and F4(92.2% flour + 3.6%S.boulardii + 3.6%L.rhamnosus). Finally, the viability of the probiotic microorganisms, Lactobacillus rhamnosus and Saccharomyces boulardii incorporated into the flour was determined and the formula with the best results was characterized physicochemically and microbiologically. The results show that there are minimal differences between the means of the concentration in CFU/g obtained in the treatment with S. boulardii (F2) (Sig.=0.37), the mean of the Control treatment (F1), as well as minimal significant differences between the mean of the treatment with L. rhamnosus and S. boulardii (F4) and the Control treatment (F1) (Sig.=0.001), however, the F2 and F4 treatments do not differ significantly from the mean concentration in CFU/g obtained in each of them (Sig.=0.165). Finally, it is concluded that the cell concentration of the test microorganism is affected by the food matrix in which it is found, considering the treatments with S. boulardii (F2) and L. rhamnosus + S.boulardii (F4) as the treatments where the cell concentration of S.boulardii remained stable during the 19 days of the test compared to the treatment with Lactobacillus rhamnosus (F3).

Keywords: lactobacillus rhamnosus Saccharomyces boulardii, sachá inchi residual paste, viability, food matrix.

*Autor para correspondencia.

Correo electrónico: cl.diaz@mail.udes.edu.co (Claudia Elizabeth Díaz Castañeda).

La revisión por pares es responsabilidad de la Universidad de Santander.

Este es un artículo bajo la licencia CC BY (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

Como citar este artículo: C. E. Díaz-Castañeda, C. I. Arámbula-García y J. J. Núñez-Rodríguez, "Efecto de la harina de torta residual de sachá inchi (Plukenetia volubilis) sobre la viabilidad de saccharomyces boulardii y Lactobacillus rhamnosus", *Aibi revista de investigación, administración e ingeniería*, vol. 10, no. 2, pp. 47-52, 2022. doi: [10.15649/2346030X.2928](https://doi.org/10.15649/2346030X.2928)

I. INTRODUCCIÓN

Sachá inchi es una planta nativa de la selva amazónica, que ha llegado a incursionar en el mercado colombiano debido a sus grandes potencialidades de uso como combustible, restaurador de la piel, insecticida [1] y alimento gracias a las características nutricionales que se le han determinado [2], como 41,4 % de aceite considerado de alta calidad [3], 24,7 % de proteína, 5563,5 ppm de potasio, 3210 ppm de magnesio, y 2406 ppm de calcio [4], y por la adaptación identificada del cultivo [5], [6].

Estudios indican que gracias a la extracción del aceite de sus almendras se obtiene la torta o pasta de sachá inchi, un subproducto con un alto contenido en proteínas superior al 40% [7], [8], [9]; además, con un contenido de cenizas máximo del 10% y fibra cruda, máximo del 10% en base seca [10], utilizado como enriquecedor de Omega-3 de alimentos como la leche o de dietas de gallinas de postura [11], raciones de pollos [11], cerdos, peces [12] o para producir huevos y carne con Omega-3 [13], investigadores en Brasil se han enfocado en la recuperación de los aceites ricos en omega 3 [14], y en Canadá, Australia y Nueva Zelanda en la obtención de hidrolizados de proteína. Pese al alto contenido nutricional de la torta de sachá inchi, y su potencialidad en la industria alimentaria, su uso se ha visto limitado, posiblemente por su sabor amargo astringente [15], [16], característica que la hace poco apetecible al consumidor debido a la presencia de factores anti-nutricionales como, saponinas o taninos, los cuales deben removerse del producto para mejorar sus cualidades organolépticas [17], [18], [19], por lo que es necesario aplicar un tratamiento térmico que mejore la asimilación de nutrientes junto con las condiciones organolépticas y microbiológicas del subproducto obtenido [20], [21]. No obstante, desde hace pocos años, en varios países, se han tenido avances en la obtención de harina, producto que aprovecha el contenido nutricional y técnico-funcional de la torta residual de sachá inchi que podría sustituir o actuar como complemento de la soya en formulaciones para poblaciones específicas como deportistas, adultos mayores y niños, donde ésta es la principal fuente de proteína y calcio [15].

Por tal razón, y en vista de que en el país ha aumentado el desarrollo de productos que contienen ingredientes o componentes de origen vegetal, que resultan beneficiosos para la salud como los fitonutrientes o fitoquímicos que contribuyen al desarrollo de procesos biológicos y metabólicos en el cuerpo humano, surge la necesidad de investigar otras alternativas como la inclusión de probióticos (*Lactobacillus rhamnosus* y *Saccharomyces boulardii*) en este tipo de matrices alimenticias ya que ellos al ser administrados como aditivos en la alimentación humana o animal pueden tener efectos beneficiosos en el ecosistema digestivo y conferir resistencia a posibles infecciones mediante modificaciones en la población microbiana de su tracto digestivo ayudando a prevenir enfermedades [22]. De ahí que, el objetivo de esta investigación fue verificar el efecto sobre la viabilidad de dos microorganismos probióticos (*Lactobacillus rhamnosus* y *Saccharomyces boulardii*) al ser estos incorporados en la harina de torta residual de sachá inchi (HTRSI) como matriz alimentaria.

II. METODOLOGÍA

a. Material de trabajo

La torta residual de sachá inchi utilizada para las pruebas fue suministrada por la empresa Sachalife ubicada en Villa del Rosario, Norte de Santander. El trabajo experimental fue desarrollado en los laboratorios de la Universidad de Santander campus Cúcuta, Colombia.

b. Extracción del aceite de Sachá inchi

Se sometieron 5Kg de semilla para la extracción de su aceite mediante prensado en frío, debido a que las altas temperaturas llevan a la oxidación de los PUFAs reduciendo su contenido en el producto final [23].

c. Reducción de los factores anti-nutricionales

Se depositaron en un recipiente 6250 ml de agua destilada, calentando hasta alcanzar una temperatura de 95°C; una vez alcanzada la temperatura deseada se adicionaron 500g de torta de sachá, se agitó para su homogenización y se mantuvo la temperatura constante por 5 minutos aproximadamente [24]. Luego de la cocción de la mezcla, ésta se filtró mediante bomba de vacío, utilizando agua para el lavado o enjuague a una temperatura igual a la del tratamiento de cocción y fue almacenada en un desecador posteriormente para su caracterización a través de análisis bromatológico.

d. Análisis bromatológico de la torta residual (TRSI)

La caracterización bromatológica de la torta incluyó análisis de humedad, proteína, cenizas, grasa, fibra, carbohidratos y valor calórico, cuyos resultados se muestran en la tabla 1.

Tabla 1: Análisis bromatológico de la torta residual de Sachá inchi (*Plukenetia volubilis*)

ANÁLISIS	METODO	RESULTADOS	UNIDADES
HUMEDAD	AOAC 925.45	5,91	%
PROTEINA	NTC 5856	36,9	%
CENIZAS	NTC 5856	3,77	%
GRASA	NTC 5856	30,8	%
FIBRA	NTC 5856	4,1	%
CARBOHIDRATOS	Calculo	18,52	%
VALOR CALORICO	calculo	498	Kcal/100 g

Fuente: QUIMIPROYECTOS S.A.S.

e. **Obtención de la harina de sachá a partir de la torta residual (HTRSI)**

1. **Acondicionamiento de la materia prima.**

Una vez realizado el filtrado, la materia prima se sometió a secado en horno de aireación forzada a una temperatura de 90°C en bandejas de aluminio por un periodo no mayor a 18 horas [25].

2. **Molienda, tamizado y empaque.**

El producto prensado se sometió a reducción de tamaño en un molino empleando una criba de 2,0 mm de apertura, luego se tamizó a través de una zaranda marca Rotary, hasta obtener un tamaño de partícula homogéneo. Posteriormente, se realizó el pesaje del producto en una balanza digital marca OHAUS® y se guardó en bolsas selladas utilizando una empacadora al vacío marca CI Talsa.

3. **Caracterización bromatológica y microbiológica de la harina torta residual de Sachá inchi.**

Se determinó la calidad microbiológica teniendo en cuenta la Resolución 1407 de 2022 [26], la cual contempla el análisis de *Escherichia coli*, mohos y levaduras, *Salmonella* spp. y *Bacillus cereus*. La caracterización bromatológica de la harina de torta de sachá inchi se realizó mediante métodos estándar para análisis químico de alimentos, mencionados en la sección d, cuyos resultados se muestran en la tabla 2.

Tabla 2: Análisis bromatológico de la harina de torta residual de Sachá inchi (*Plukenetia volubilis*).

ANÁLISIS	METODO	RESULTADOS	UNIDADES
HUMEDAD	AOAC 925.45	5,13	%
PROTEINA	NTC 5856	53,06	%
CENIZAS	NTC 5856	3,85	%
GRASA	NTC 5856	1,16	%
FIBRA	NTC 5856	4,60	%
CARBOHIDRATOS	Calculo	32,2	%
VALOR CALORICO	calculo	351	Kcal/100 g

Fuente: QUIMIPROYECTOS S.A.S.

f. **Incorporación de los microorganismos probióticos a la HTRSI**

Los microorganismos probióticos utilizados en la investigación fueron obtenidos a partir de dos productos comerciales FLORATIL® (*Saccharomyces boulardii*) laboratorios Biocodex y LIOLACTIL® (*Lactobacillus rhamnosus*) Laboratorios Elmor con una concentración correspondiente a 1,5x10⁸ cel/ml y a partir de estos se incorporó 0,5g de cada uno a la HTRSI.

1. **Montaje de los tratamientos.**

Para evaluar el efecto de la HTRSI sobre la viabilidad de los probióticos, se estableció un diseño completamente al azar conformado por 4 fórmulas experimentales, con 3 repeticiones cada una, almacenados a temperatura ambiente (Tabla 3), Las comparaciones entre cada tratamiento se realizaron mediante el método de Tukey utilizando un ANOVA con el programa SPSS v.23.

Tabla 3. Diseño experimental

Materia prima (%)	Fórmula 1	Fórmula 2	Fórmula 3	Fórmula 4
HTRSI	100	93	93	92,2
<i>Saccharomyces boulardii</i>	---	7	---	3,6
<i>Lactobacillus rhamnosus</i>	---	---	7	3,6

Fuente: QUIMIPROYECTOS S.A.S.

g. **Viabilidad de los probióticos incorporados a la HTRSI**

Para determinar la viabilidad de los microorganismos en las fórmulas, se realizaron recuentos por duplicado expresados como Unidades Formadoras de Colonias por gramo. Los recuentos se realizaron tomando 10g de cada una de las fórmulas experimentales resuspendidas en 90 mL de agua peptonada al 0.1%, homogeneizado en vórtex, cada 4 días durante 19 días. Para la determinación de *Lactobacillus rhamnosus* se inoculó un volumen de 100µL de dilución en superficie sobre placas de agar Rogosa y se incubaron en microaerobiosis a 37°C por 24-48 horas [27] y para *Saccharomyces boulardii* se inoculó un volumen de 100µL de dilución en superficie sobre placas de agar Sabouraud y se incubaron a 37°C por 24-48 horas.

h. **Análisis microbiológico y bromatológico de la mejor fórmula**

Se determinó la composición básica de la fórmula que permitió mantener viable el microorganismo de prueba mediante la determinación del porcentaje de proteínas, humedad, cenizas, grasa, carbohidratos, fibra y su valor calórico como se menciona en la sección d. La calidad microbiológica de la fórmula elaborada se determinó teniendo en cuenta los criterios establecidos en la Resolución 1407 de 2022, según se describe en la sección e.

III. RESULTADOS, ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN

*Evaluación del efecto de la HTRSI sobre la viabilidad de *Lactobacillus rhamnosus* y *Saccharomyces boulardii**

La figura 1 muestra los resultados obtenidos luego de 19 días de seguimiento de la viabilidad de los dos microorganismos de prueba incorporados a la harina de torta residual de sachá inchi, observándose que existen diferencias mínimas entre las medias de la concentración celular en UFC/g obtenidas en la fórmula con *Saccharomyces boulardii* (F2) (Sig.=0,37) y la media de la concentración celular de la fórmula Control (F1), a su vez también se presentan diferencias mínimas significativas entre la media de la concentración celular de la fórmula adicionada con *Lactobacillus rhamnosus* y *Saccharomyces boulardii* (F4) y la fórmula Control (F1) (Sig.=0,001), sin embargo las fórmulas F2 y F4 no difieren significativamente de la media de la concentración celular obtenida en cada uno de ellos (Sig.=0,165). Es así como se deduce, que la concentración celular y viabilidad de los microorganismos de prueba se ven afectados por la matriz alimentaria en la que se encuentran, considerándose las fórmulas F2 (*Saccharomyces boulardii*) y F4 (*L. rhamnosus* + *S.boulardii*) como los tratamientos donde se mantuvo la concentración celular de *S.boulardii* estable durante los 19 días que duró la prueba en comparación con la fórmula adicionada con *Lactobacillus rhamnosus* (F3). Estos resultados concuerdan con lo descrito por Montes [28] quien afirma que existe un inconveniente con respecto a la agresión que pueden sufrir los microorganismos probióticos en la industria alimentaria, debido a las diferentes condiciones ambientales y tecnológicas a las que deben ser expuestos durante el procesamiento y a su escasa resistencia a estas condiciones, tal es el caso de *L.rhamnosus* que registró una disminución considerable de su concentración celular y por lo tanto de su viabilidad durante el tiempo de prueba, lo que demuestra su susceptibilidad a las condiciones externas ofrecidas por la HTRSI, requiriendo un proceso industrial alternativo para la estabilización de estos microorganismos como lo es la microencapsulación, una buena alternativa para protegerlos durante el tratamiento tecnológico y el almacenamiento [19]. Por el contrario, estudios realizados por Reitenbach et al., [29] indican la resistencia de *S.boulardii* al ácido, sales biliares y alcohol etílico lo que la hace una levadura probiótica viable en el desarrollo de productos funcionales justificando aún más su incorporación en esta materia prima.

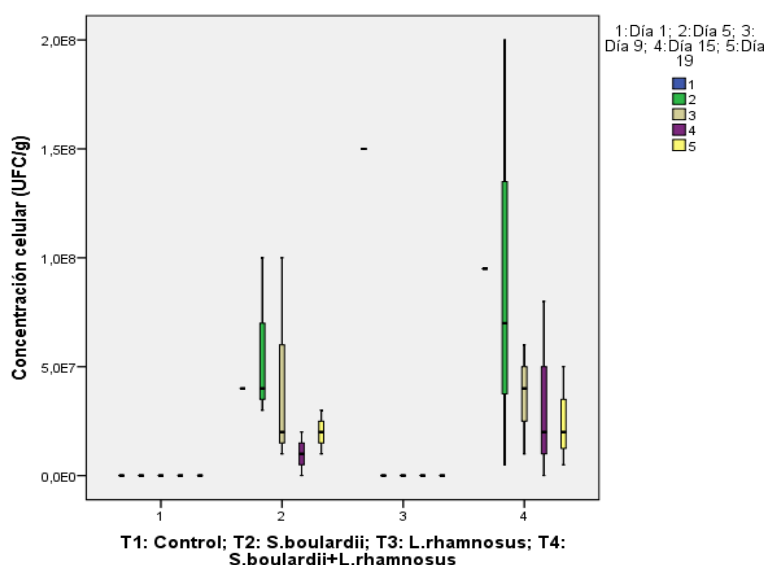


Figura 1: Efecto de la harina de torta residual de sachá inchi sobre la concentración de *Lactobacillus rhamnosus* y *Saccharomyces boulardii*. Fuente: Elaboración propia.

Teniendo en cuenta estos resultados, se realizó un análisis bromatológico a la fórmula adicionada con microorganismos probióticos con los mejores resultados (tabla 4).

Tabla 4: Análisis bromatológico de la harina de torta residual de Sachá inchi (*Plukenetia volubilis*) adicionados de los microorganismos probióticos (*L.rhamnosus* y *S.boulardii*).

ANÁLISIS	METODO	RESULTADOS OBTENIDOS	UNIDADES
HUMEDAD	NTC 529	7,32	%
PROTEINA	NTC 668	46,41	%
CENIZAS	NTC 4657	3,50	%
GRASA	NTC 282	18,65	%
FIBRA	NTC 668	5,62	%
CARBOHIDRATOS	Calculo	18,5	%
VALOR CALORICO	calculo	427	Kcal/100 g

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados de la composición proximal de la torta de sachá inchi en base seca (tabla 2), muestran como componente mayoritario el contenido de proteína y una fracción lipídica baja; estos datos fueron comparados con los reportados por [30], [31], [18]. Esto permite deducir que el proceso de pesado empleado condujo a la obtención de un subproducto con un considerable contenido en humedad (5,13%), no obstante, estos valores se encuentran dentro del rango entre el 0-13%, lo cual indica que la harina de torta de sachá inchi con y sin probióticos (7,32% y 5,13% respectivamente) permite ser almacenada bajo condiciones adecuadas, evitando daños por parte de microorganismos sobre los triglicéridos u otras sustancias de alto valor nutricional, así como también impide reacciones en medio acuoso que conduzcan al deterioro de la misma alterando su composición hasta el momento del análisis o procesamiento [30]. El contenido de grasa registrado en este estudio para la torta de sachá, fue significativamente inferior a los valores reportados por Pascual (6,93%) [31], Hurtado (4,84%) [30] y Mondragón (37,33%)

[18], sin embargo, según lo refiere Hurtado[30] esto puede atribuirse a las diferencias varietales y edafoclimáticas de la semilla en estudio [17], así como al procesado de la materia prima. No obstante, al incorporar los microorganismos probióticos a esta materia prima se pudo observar un aumento significativo de este contenido (18,65%), lo que podría atribuirse a la presencia misma del microorganismo y permitiría su uso en la producción de snacks y bebidas [25], entre otros, aprovechando su alto contenido en omega 3 y 6 [32]. De igual manera, se observó que el proceso de secado permitió concentrar el contenido de proteínas en el producto final, tal como lo afirma Moure et al., [33], quien refiere que las harinas desengrasadas de semillas oleaginosas pueden llegar a contener proteínas en el rango de 35-60%, resultados similares a los obtenidos por Hurtado [11] y los registrados en esta investigación donde el contenido de proteína de la harina de torta alcanzó un valor de 53,06%, lo que podría constituirse en una excelente alternativa a la torta y a la harina de soya

IV. CONCLUSIONES

Teniendo en cuenta los resultados de esta investigación, se puede concluir que la concentración celular del microorganismo probiótico se ve afectada por la matriz alimentaria en la que se encuentra incorporado, considerándose a *Saccharomyces boulardii* como el microorganismo de elección para ser adicionado a una matriz alimentaria de tipo farináceo.

Por otro lado, se pudo comprobar que el proceso de secado propuesto permite concentrar el contenido de proteínas en la HTRSI, incrementando este en un 16,2% con respecto al de la torta, aportando a la calidad nutricional del producto final.

V. RECOMENDACIONES

Para futuras investigaciones, se recomienda evaluar la calidad biológica y la biodisponibilidad de la torta de sachá inchi y los productos obtenidos a partir de ésta, incluyendo estudios sobre compuestos antinutricionales que podrían limitar el aprovechamiento de proteínas y otros macronutrientes de interés.

VI. REFERENCIAS

- [1] E. Acuña, «Propuesta tecnológica para el aprovechamiento de la torta de Sachá inchi procedente de la extracción de aceite,» Universidad Nacional de la Amazonía peruana, Iquitos, 2010.
- [2] D. Flores y O. Lock, «Reassessing the ancient use of Sachá inchi (*Plukenetia volubilis* L.) for nutrition, health and cosmetics,» *Revista Fitoterapia*, vol. 13, n° 1, pp. 23-30, 2013.
- [3] R. Chirinos, R. Pedreschi, G. Domínguez y D. Campos, «Comparison of the physico-chemical and phytochemical characteristics of the oil of two *Plukenetia* species,» *Food Chemistry*, vol. 173, pp. 1203-1206, 2015.
- [4] L. Gutiérrez, L. Rosada y A. Jiménez, «Chemical composition of Sachá Inchi (*Plukenetia volubilis* L.) seeds and characteristics of their lipid fraction,» *Grasas y Aceites*, vol. 62, n° 1, pp. 76-83, 2011.
- [5] J. Gómez, «Monografía y cultivo de sachá inchi (*Plukenetia volubilis*): oleaginosa promisoría para la diversificación productiva en el trópico,» Corpoica, Bogotá, 2005.
- [6] G. Sánchez, «Caracterización y cuantificación de los ácidos grasos omega 3 y omega 6 presentes en el aceite de sachá inchi (*Plukenetia volubilis* L.),» Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, 2012.
- [7] R. Taipe, M. Fernández, M. Villanueva y C. Gómez, «Composición nutricional y digestibilidad de semilla, torta y cáscara de dos especies de sachá inchi (*Plukenetia volubilis* y *Plukenetia huayllabambana*),» *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, vol. 23, n° 2, 2022.
- [8] J. Alcívar, M. Martínez, P. Lezcano, I. Scull y A. Valverde, «Nota técnica sobre la composición físico-química de la torta de Sachá inchi (*Plukenetia volubilis*),» *Cuban Journal of Agricultural Science*, vol. 54, n° 1, pp. 19-23, 2020.
- [9] J. Henao, O. Barreto, R. Castañeda y A. Mejía, «Digestibilidad y degradabilidad in vitro de dietas con torta desachá inchi en rumiantes,» *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, vol. 13, n° 4, pp. 1-9, 2020.
- [10] FAO-OMS, «Norma General para los Productos Proteínicos Vegetales (PPV) CXS 174-1989,» FAO-OMS, Bogotá, 2019.
- [11] L. Hurtado, D. Paredes y R. Robles, «Efecto de la torta de Sachá inchi (*plukenetia volubilis* L.) en el perfil bioquímico sanguíneo e histopatología del hígado de aves de postura,» *Ciencia amazónica (Iquitos)*, vol. 4, n° 1, pp. 60-66, 2014.
- [12] R. Miranda y C. Guerrero, «Efecto de la torta de Sachá Inchi (*Plukenetia volubilis*) sobre el desempeño productivo de juveniles de tilapia roja (*Oreochromis* sp.),» *Respuestas*, vol. 20, n° 2, p. 82-92, 2015.
- [13] S. Vélez, «Exploración de la sachá inchi (*plukenetia volubilis*) como Fuente de proteína para uso en nutrición animal en Colombia,» EAFIT, Medellín, 2013.
- [14] L. Follegatti, C. Piantino, R. Grimaldi y F. Cabral, «Supercritical CO₂ extraction of omega-3 rich oil from Sachá inchi (*Plukenetia volubilis* L.) seeds,» *Journal Supercrit. Fluid*, vol. 49, pp. 323-329, 2009.
- [15] D. Vásquez, «Aprovechamiento de subproductos de sachá inchi (*Plukenetia volubilis* L.): Desarrollo de un producto alimenticio, empleando harina proveniente de torta residual en la extracción del aceite,» Corporación Universitaria Lasallista, Antioquia, 2016.
- [16] R. Reátegui, D. Paredes y R. Robles, «Determinación del efecto del consumo de la torta de sachá inchi (*Plukenetia volubilis* L.) sobre el perfil bioquímico sanguíneo de pollos de carnevol,» *Folia Amazónica*, vol. 24, n° 2, pp. 131-138, 2015.
- [17] C. Ruiz, C. Díaz, A. J. y R. Rojas, «Análisis proximal, antinutrientes, perfil de ácidos grasos y de aminoácidos de semillas y tortas de 2 especies de Sachá inchi (*Plukenetia volubilis* y *Plukenetia huayllabambana*),» *Revista de la Sociedad Química del Perú*, vol. 79, n° 1, pp. 29-36, 2013.
- [18] G. Mondragón, «Estudio farmacognóstico y bromatológico de los residuos industriales de la extracción del aceite de *Plukenetia volubilis* L. (Sachá inchi),» Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, 2009.
- [19] S. Salas, «Quinoa Postharvest and commercialization,» *Food Reviews International*, vol. 19, n° 1-2, pp. 191-201, 2003.
- [20] A. Elizalde, Y. Pismag y D. Chaparro, «Factores antinutricionales en semillas,» *Biocología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, vol. 7, n° 1, pp. 45-54, 2009.
- [21] G. Paulet, L. Aguilar y K. Sugahara, «Caracterización de antinutrientes de naturaleza proteica en torta y semilla de sachá inchi *Plukenetia volubilis* Lineo,» de Congreso Iberoamericano de Ingeniería de Alimentos – Cibia9, Valencia, 2014.

- [22] M. Guslandi, G. Mezzi, M. Sorghi y A. Testoni, «*Saccharomyces boulardii* in Maintenance Treatment of Crohn's Disease,» *Diseases and Sciences Digestive*, vol. 45, n° 7, pp. 1462-1464, 2000.
- [23] F. Antonioli y F. Arfini, *Sachá inchi: Investigación sobre las condiciones para el reconocimiento de la indicación geográfica en el Perú*, Lince: Centro de Investigación Educación y Desarrollo – CIED, 2013.
- [24] R. Quintana, «Inhibición de factores antinutricionales (taninos) presentes en la semilla y torta del sachá inchi (*Plukenetia volubilis* L.) mediante diferentes tratamientos,» Universidad Nacional Agraria de la selva, Tingo María, 2010.
- [25] D. Vásquez, G. Hincapié, M. Cardona, D. Jaramillo y L. Vélez, «Formulación de una colada empleando harina de Sachá Inchi (*Plukenetia Volubilis* L.) proveniente del proceso de obtención de aceite,» *Perspectivas en nutrición humana*, vol. 19, n° 2, pp. 167-179, 2017.
- [26] Ministerio de Salud y Protección Social, Resolución 1407 de 5 de agosto de 2022, Bogotá, 2022.
- [27] D. Semyonov, O. Ramon, Z. Kaplun, L. Levin-Brener, N. Gurevich y E. Shimoni, «Microencapsulation of *Lactobacillus paracasei* by spray freeze drying,» *Food Research International*, vol. 43, pp. 193- 202, 2010.
- [28] L. Montes, «Efecto de la microencapsulación con agentes prebióticos sobre la viabilidad de microorganismos probióticos (*Lactobacillus casei* ATCC 393 y *Lactobacillus rhamnosus* ATCC 9469),» Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, 2013.
- [29] A. Reitenbach, I. Iwassa y B. Barros, «Production of functional beer with the addition of probiotic: *Saccharomyces boulardii*,» *Research, Society and Development*, vol. 10, n° 2, p. e5010212211, 2021.
- [30] Z. Hurtado, «Análisis composicional de la torta y aceite de semillas de sachá inchi (*Plukenetia volubilis*) cultivada en Colombia,» Universidad Nacional de Colombia, Palmira, 2013.
- [31] G. Pascual y M. Mejía, «Extracción y caracterización del aceite de sachá inchi,» *Anales Científicos UNALM*, vol. 42, p. 146–160, 2000.
- [32] L. Báez y A. Borja, «Elaboración de una barra energética a base de Sachá Inchi (*Plukenetia volubilis*) como fuente de Omega 3 y 6,» Universidad San Francisco de Quito, Quito, 2013.
- [33] A. Moure, J. Sineiro, H. Dominguez y J. Parajó, «Functionality of oilseed protein products; a review.,» *Food Research International*, vol. 39, n° 9, pp. 945-963, 2006.