

Caracterización de un polvo instantáneo con fibra de yuca (*Manihot esculenta* C.) para preparación de una bebida láctea enriquecida.

Characterization of an instant powder with cassava flour (*Manihot esculenta* C.) for the preparation of an enriched milk drink.

Yair E. Garcia-Pacheco¹, Danelys Cabrera², Jaime A. Díaz³, Samir J. Parra³

¹ *M.Sc. en Seguridad Alimentaria y Nutricional, Universidad del Atlántico, Grupo de investigación GIA, Barranquilla-Colombia.*

² *M.Sc. en Ingeniería Industrial, Universidad de la Costa, Grupo de investigación PRODUCOM, Barranquilla-Colombia.*

³ *Ingeniero Agroindustrial, Universidad del Atlántico, Grupo de investigación GIA, Barranquilla-Colombia.*

Email: ygarciapacheco@mail.uniatlantico.edu.co

Recibido: 19/04/2020

Aceptado: 05/08/2020

Cite this article as: Y. Garcia Pacheco, D. Cabrera, J. Diaz y S. Parra “Caracterización de un polvo instantáneo con fibra de yuca (*Manihot esculenta* C.) para preparación de una bebida láctea enriquecida.”,Prospectiva, Vol 19, N^o 1, 2021.

<http://doi.org/10.15665/rp.v19i1.2344>

RESUMEN

*En esta investigación se elaboró y caracterizó fisicoquímica, funcional y sensorialmente un polvo instantáneo para preparar una bebida láctea enriquecida con harina de fibra yuca (*Manihot esculenta* C.), utilizando el secado por atomización. El secado se realizó a 140°C y velocidad de aire de 0,45m³/min, se evaluaron formulaciones a 15%, 10% y 5 % de adición de harina de yuca; se evaluaron los contenidos de fibra dietética, humedad, pH, acidez, grasas, proteínas, contenido de cianuro (HCN), grados Brix, carbohidratos, capacidad de adsorción de agua y solubilidad. Las formulaciones deshidratadas mostraron porcentajes de contenido de fibra dietaría de 4,50%, 3,82% y 3,67%, humedades entre 2,48% y 2,95%, y contenidos de proteína de 25,05% y 23,32%. Los polvos mostraron buenas características de capacidad de absorción de agua (CAA) y solubilidad, permitiéndole ser utilizado como una bebida instantánea. La formulación 1, presentó una buena aceptabilidad sensorial y cubrimientos del 7% del requerimiento diario de fibra para menores de 4 años; identificándose como un producto de alto valor nutricional.*

Palabras Claves: Alimentos enriquecidos, bebidas lácteas, atomización, Fibra dietaría, aceptabilidad sensorial.

ABSTRACT

*In this research, an instant powder was elaborated and characterized physico-chemically, functionally and sensorially to prepare a milk drink enriched with cassava flour (*Manihot esculenta* C.), using spray drying. Drying was performed at 140 ° C and air speed of 0.45m³ / min, formulations were evaluated at 15%, 10% and 5% addition of cassava flour; The dietary fiber contents, humidity, pH, acidity, fats, proteins, cyanide content (HCN), Brix degrees, carbohydrates, water adsorption capacity and solubility were evaluated. The dehydrated formulations showed percentages of dietary fiber content of 4.50%, 3.82% and 3.67%, humidity between 2.48% and 2.95%, and protein contents of 25.05% and 23, 32%. The powders showed good characteristics of (WAC) and solubility, allowing it to be used as an instant drink. Formulation 1 presented good sensory acceptability and coverage of 7% of the daily fiber requirement for children under 4 years; identifying itself as a product of high nutritional value.*

Keywords: Fortified foods, dairy drinks, atomization, dietary fiber, sensory acceptability.

1. INTRODUCCIÓN

Los polvos instantáneos son mezclas de ingredientes granulados con características organolépticas, bromatológicas y funcionales adecuadas, que al ser rehidratados en agua presentan un efecto de reconstitución, formando soluciones viscosas que pueden ser consumidas en forma de refrescos o bebidas de rápida preparación [1] [2]. Así mismo, Se consideran como alimentos que pueden contener un alto valor nutricional aportando beneficios para la salud, gracias a las cantidades de proteína, fibras dietarías, vitaminas y minerales; variando según la mezcla de materias primas utilizada (cereales, lácteos, frutas, azúcares, entre otros) [2].

Por otra parte, la Yuca (*Manihot esculenta* C) es considerada la cuarta fuente de energía de mayor importancia a nivel mundial[3], es calificada como un alimento primordial para la nutrición de millones de habitantes[4], su explotación está orientada industrialmente a la producción de almidón, proceso en el cual se desecha gran cantidad de sus nutrientes, en especial la fibra [5]. El consumo de fibra dietaría es cada vez más reconocido por sus aportes funcionales [5], según datos entregados por la OMS y la FAO, sólo entre 5 y 25% de la población tiene un adecuado consumo de fibra [6], en Colombia se consumen en promedio valores inferiores a los sugeridos para un buen mantenimiento de la salud [7], por lo que existe la necesidad de incentivar su consumo, para evitar o disminuir la posibilidad de desarrollar enfermedades que se generen por su insuficiencia [5]. Así mismo, la leche tanto líquida como en polvo es rica en nutrientes como carbohidratos, lípidos, proteínas, vitaminas, calcio, fósforo, potasio y otros minerales, su adaptación a bebidas lácteas acompañadas de agentes de distintos tipos, le conceden buenas características de aceptabilidad sensorial y contenido nutricional [8], por lo general estas son producidas a partir de diferentes combinaciones con otras materias primas, como mezclas deshidratadas, ya sean en polvo o granuladas, obtenidas con una relación mínima de 30% de leche de origen animal en el producto final [2].

Los productos instantáneos constituyen una alternativa masiva de consumo, algunas de las tecnologías más eficientes y ampliamente utilizadas en la industria de los alimentos deshidratados e instantáneos es el secado

por aspersión o atomización; en este proceso la rápida evaporación del agua contenida en los ingredientes permite mantener la calidad de los nutrientes del producto deshidratado[9].

De conformidad con lo anterior en el presente trabajo se plantea la elaboración y caracterización fisicoquímica, funcional y sensorial de una mezcla en polvo instantánea utilizada para preparar una bebida láctea enriquecida con harina de fibra yuca (*Manihot esculenta* C.) bajo condiciones específicas del proceso de secado por aspersión.

2. METODOLOGÍA

En la presente investigación se realizó un análisis cuantitativo experimental con interpretación descriptiva y comparativa, de tres formulaciones de una bebida láctea instantánea enriquecidas con harina de yuca, para las cuales se determinaron sus características nutricionales, funcionales y sensoriales. Este estudio se desarrolló en el centro de laboratorio y talleres de Ingeniería (CELTI) y el laboratorio de Bromatología de la Facultad de Química y Farmacia de la Universidad del Atlántico.

Se realizaron tres formulaciones (tabla 1.) siguiendo la metodología descrita por García A.[2]. Para la obtención del deshidratado de la bebida, la harina de fibra yuca fue extraída y adecuada, siguiendo el proceso: pelado, cortado y desinfección de la yuca (50,0 ppm de hipoclorito de sodio), molienda húmeda en licuadora industrial a 2500 rpm (relación 1:1 agua-yuca), filtrado y secado de la masa a 90°C en deshidratador de bandejas por convección a una velocidad de entrada de aire fija de 10 m/s, molienda seca y tamizado en criba No. 80 con una malla de 180 µm hasta obtener un polvo fino, para mejorar el mezclado con los otros ingredientes (leche entera, azúcar, canela en polvo y esencia de vainilla)[10]. Para la preparación de las formulaciones los ingredientes fueron pesados en las proporciones definidas (tabla 1.) y el mezclado se realizó con un agitador magnético Intllab® a 2000rpm por 5 minutos, finalmente las soluciones se sometieron a secado en un equipo Spray dryer maraca EDIBON (SSPC)®, las condiciones de proceso fueron; temperatura de entrada 140°C, flujo de alimentación de aire 600ml/h, velocidad de aire seco 0,45m³/min y presión de aire atomizado de 2,0 kg/cm².

Tabla 1. Formulaciones de ingredientes para la obtención de la bebida instantánea.

Table 1. Formulations of ingredients to obtain the instant drink.

Ingrediente	Formulaciones (% p/p)		
	F1	F2	F3
Harina de Yuca	15	10	5
Leche entera	60	65	70
Azúcar	20	20	20
Esencia de vainilla	3	3	3
Canela molida	2	2	2

En la tabla 2, se muestran los análisis bromatológicos, funcionales y las técnicas aplicadas para su cuantificación, la determinación del valor nutricional, las características fisicoquímicas y los parámetros de rehidratación, valoradas en las tres bebidas lácteas en polvo con añadido de harina de yuca, finalmente se determinó la presencia de ácido cianhídrico en los productos finales.

Tabla 2. Métodos empleados para la determinación bromatológicas y funcional de la bebida láctea instantánea.

Table 2. Methods used for the bromatological and functional determination of the instant milk drink.

Determinación	Método	Técnica referente
Humedad	Balanza Halógena	[11] (método 925.09)
pH	Potenciométrico	[11] (método 981.12)
Grados Brix	Refractométrico	[12]NTC 440
Acidez titulable	Volumétrico	[12]NTC 4978)
Proteínas	Kjeldahl	[11] (método 960.52)
Grasas y aceites	Gravimétrico, con aparato Soxhlet	[11] (método 920.39)
Fibra Dietaría	Enzimático – Gravimétrico	[11](método 991.43)
Cenizas	Gravimétrico	[11] (método 923.03)
Carbohidrato	Diferencia con otros componentes	[11](método 939.03)
Capacidad de adsorción de agua (CAA)	Centrifugado-diferencia de peso	[13]García-Pacheco, 2019.
Solubilidad	Hidratación en agua fría	[13]García-Pacheco, 2019.
Ácido Cianhídrico	Destilación – Volumétrico	[12]NTC 2716

El producto deshidratado fue preparado en solución para su consumo a razón de 140g por 1000 ml de agua y sometido a análisis sensorial, la prueba se aplicó a un grupo de 30 panelistas, empleando la escala hedónica Peryamm & Pilgrim de cinco niveles[14], a cuatro de las características de los productos (apariencia, sabor, aroma, textura, y calidad global) y comparada con la aceptabilidad de un producto comercia de similares características nutricionales.

Esta investigación fue de tipo experimental y las pruebas se realizaron por triplicado, Se utilizó un diseño unifactorial de tres niveles, obteniendo como resultado del factor, el análisis de la influencia de la adición de fibra de yuca en las formulaciones, sobre las características fisicoquímica, funcional y sensorial de un polvo instantáneo. Las variables respuestas fueron su aporte en: Fibra Dietética, Humedad, pH, Acidez, Grasas, Proteínas, Contenido de cianuro (HCN), grados Brix, Carbohidratos, capacidad de adsorción de agua y solubilidad. Los resultados se analizaron a través del análisis de varianza (ANOVA) y la prueba de Tukey con un nivel de confiabilidad del 95%, para ello se utilizó el software estadístico Stargrafics® Centurión XVII.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Caracterización bromatológica y funcional

En la tabla 3 se presentan los resultados de las pruebas bromatológicas y funcionales aplicadas a las formulaciones de la bebida láctea enriquecida, acompañados de las diferencias significativas entre las medias de las tres formulaciones comparadas.

Tabla 3. Resultados de la caracterización bromatológica y funcional de las bebidas lácteas.
Table 3. Results of the bromatological and functional characterization of milk beverages.

ANÁLISIS	F1	F2	F3
Humedad (%)	2,95 ± 0,21 ^a	2,65 ± 0,31	2,48 ± 0,01
pH	6,28 ± 0,02	6,24 ± 0,01	6,18 ± 0,25
Grados Brix	8,60±0 ^a	9,50±0	10,10 ± 0,07
Acidez (%)	0,05 ± 0,01	0,09 ± 0,01	0,12 ± 0,08
Proteína (%)	23,32 ± 0,08 ^a	24,85 ± 0,08	25,05 ± 0,18
Grasa y Aceite (%)	20,57 ± 0,18	22,10 ± 0,14	24,21 ± 0,12 ^a
Fibra Dietaría (%)	4,50 ± 0,06 ^a	3,82 ± 0,05	3,67 ± 0,01
Cenizas (%)	3,10 ± 0,07	3,31 ± 0,08	3,45 ± 0,03 ^a
Carbohidratos (%)	45,60 ± 0,11 ^a	43,27 ± 0,50	41,14 ± 0,21
Capacidad de adsorción de agua (CAA) (g/g)	4,05 ± 0,01	4,07 ± 0,05	4,07 ± 0,02
Solubilidad (%)	96,68 ± 0,11	96,71 ± 0,08	96,68 ± 0,05
Ácido Cianhídrico	NR	NR	NR

*NR: No registra.

*Medias con letras en una misma fila, muestran diferencias significativas ($p \leq 0,05$).

El contenido de humedad encontrado en las formulaciones fue bajo variando ente 2,48% y 2,95%, valores propios de procesos de secado por atomización, donde al emplear altas temperaturas la transferencia de calor es mayor en las partículas pulverizadas[9][15]. La formulación 1, mostró diferencias estadísticamente significativas con respecto a las otras; asociándose esta desviación al aporte del contenido harina de yuca, ingrediente que puede afectar la mezcla y las propiedades fisicoquímicas de este tipo de productos[16].

El contenido de fibra dietaría identificado en las formulaciones 1, 2 y 3 fue de; 4,5%, 3,82% y 3,67% respectivamente, valores superiores a los 3,12% presentados por García A [2] en adición de harina de ñame, pero inferior a los 24,17% determinados por Acevedo en una bebida láctea en polvo fortificada con adición de fibras vegetales[17]; sin embargo, al preparar porciones de 200ml de bebidas a partir los polvos elaborados (F1, F2 y F3) la formulaciones aporta 1,3g, 1,2g y 1,0g; para un cubrimientos entre el 7% y el 5% en requerimientos diarios de fibra dietaría (19g) para niños menores de 4 años, según la recomendación del Ministerio de Salud y Protección Social[18].

Los contenidos promedios de proteínas encontrados en F1, F2 y F3, fueron de 23,32%, 24,85% y 25,05% respectivamente, mostrando diferencia estadísticamente significativa entre la formulación 1 y las formulaciones 2 y 3; evidenciándose una reducción en el contenido de proteínas, por el incremento en los porcentajes de carbohidratos y fibras, variándose la composición del producto. Estos valores son superiores a los encontrados por García A [2]. (13,22%) en una bebida láctea instantánea fortificada con harina de ñame, pero inferior a los 34,83% determinados por Rodríguez Y[19], en secado por aspersion de leche de búfalo.

Dentro de las características bromatológicas de los polvos obtenidos se identificó un comportamiento inversamente proporcional a los porcentajes de concentración de la harina de fibra de yuca, es así como en las tres formulaciones al disminuir la adición de harina, aumenta los valores de: acidez (0,05-0,09-0,12),

grasas(20,56-22,10-24,21%) y cenizas(3,10-3,31-3,45%); presentando un compartimiento similar al obtenido por Ayol L.[20] en bebida láctea con adición de quinua y muy cercanos a los identificados por Averos W.[21] en la elaboración de una bebida láctea con adición de arroz y soya.

Los polvos deshidratados mostraron resultados de capacidad de absorción de agua en el rango de 4,05 a 4,07 g/g de muestra, estos datos, al localizarse por encima de 1 (g/g de muestra), indican un buen parámetro del polvo atomizado, en particular una elevada capacidad de rehidratación, útil para la elaboración de productos instantáneos [22]. La solubilidad de los polvos deshidratados fueron próximas al 96,70%, valor referente para productos instantáneos[23], y próximo a los identificados en productos lácteos obtenidos por procesos de secado por aspersión o spray dryer[24].

3.2. Evaluación de la aceptabilidad sensorial

En la tabla 4 se presentan los resultados del análisis de los atributos sensoriales evaluados a las tres bebidas preparadas a partir de las formulaciones de igual número de polvos instantáneos obtenidos y comparados con una bebida comercial.

Tabla 4. Resultado del análisis sensorial de atributos evaluados a las formulaciones y bebida comercial.

Table 4. Result of the sensory analysis of attributes evaluated to the formulations and commercial drink.

CARACTERÍSTICAS	F1	F2	F3	PRODUCTO COMERCIAL
Apariencia	3,7 ± 0,02	3,8 ± 0,21	3,6 ± 0,15	3,6 ± 0,01
Sabor	3,8 ± 0,14	3,6 ± 0,08	3,3 ± 0,08 ^a	3,8 ± 0,03
Aroma	4,2 ± 0,03 ^a	4 ± 0,06	3,7 ± 0,11 ^{ab}	4,3 ± 0,21 ^a
Textura	3,8 ± 0,10	3,5 ± 0,17	3,6 ± 0,04	4,2 ± 0,12 ^a
Calidad Global	3,9 ± 0,16	3,6 ± 0,09	3,5 ± 0,25	4,31 ± 0,21 ^a

*Medias con letras en una misma fila, muestran diferencias significativas ($p \leq 0,05$).

Con respecto a la apariencia, las formulaciones (F1, F2 y F3) presentan medias próximas sin diferencias significativas ente cada una de ellas y el producto comercial. Para el sabor, las formulaciones 1 y la comercial alcanzaron promedios de $3,8 \pm 0,14$ y $3,8 \pm 0,14$ respectivamente, siendo esta la de mayor aceptación por parte del panel.

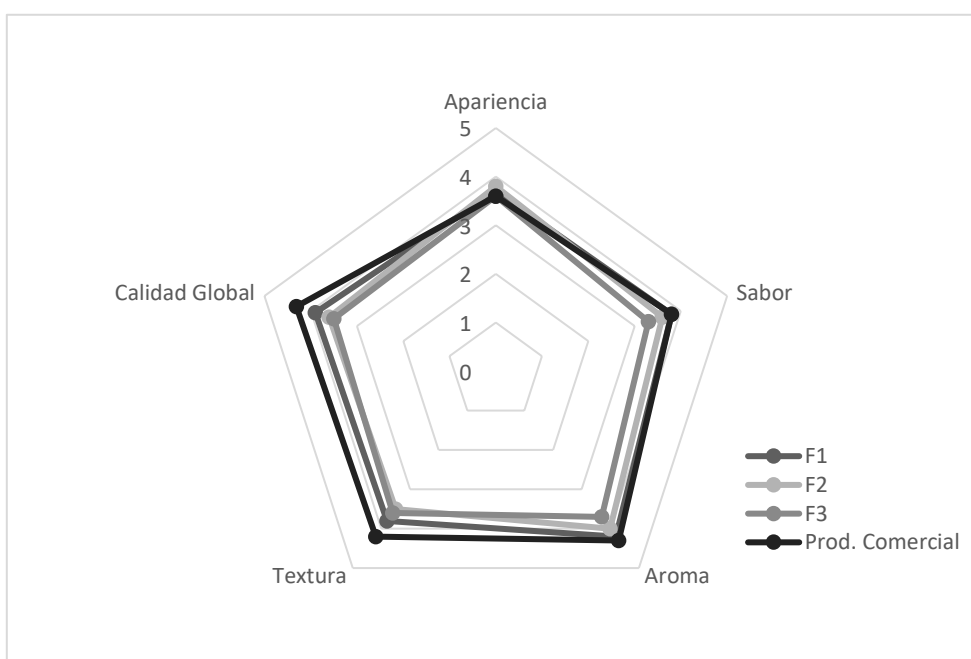
El aroma mosto diferencias significativas entre la formulación 1 y 3, esta última presentó medias de $4,2 \pm 0,03$, valor más alto para los atributos evaluados a las formulaciones y cercano a los $4,3 \pm 0,21$ presentado por el producto comercial. Con respecto a la textura, el producto comercial posee la media más alta en la calificación de este parámetro con $4,2 \pm 0,12$, resultando diferencias significativas con respecto a las tres formulaciones, las cuales presentaron valores entre $3,8 \pm 0,10$ y $3,5 \pm 0,17$, teniendo en F1 el mayor valor de textura.

La calidad global, este atributo favoreció al producto comercial, cuya valoración promedio fue de $4,31 \pm 0,21$, superior a todas las muestras, por su parte las formulaciones F1 presento un valor de $3,9 \pm 0,16$ y por

último las formulaciones F2 y F3, cuyos promedios fueron los más bajos de $3,6 \pm 0,09$ y $3,5 \pm 0,25$, respectivamente, al contener menor proporción de harina de yuca adicionada.

En la figura 1, se ilustran los promedios de las calificaciones de los resultados de la prueba sensorial aplicada a las bebidas elaboradas a partir de los polvos deshidratados, con respecto a las propiedades sensoriales; apariencia, sabor, aroma, textura y calidad global.

Figura 1. Análisis sensorial de las bebidas preparadas a partir de los polvos secados por aspersión.
Figure 1. Sensory analysis of the drinks prepared from the spray-dried powders.



La preparación con mayor promedio de valoración en sus características sensoriales, fue la elaborada a partir de la formulación 1. (3,9), seguida de la formulación 2. (3,7); destacándose la característica del aroma en las dos formulaciones; estos resultados son mayores a los observados por Molero-Méndez[25] (2,84) en bebidas lácteas con diferentes formulaciones y próximos a los 4,0 obtenidos por Rivera en bebidas lácteas con pulpas de maracuyá[26]. La bebida comercial obtuvo valores promedios de 4,1 puntuación mayor a las obtenidas por las formulaciones diseñadas en este estudio, las razones se asocian a la adición de saborizantes y aditivos que permiten mejorar las características sensoriales del producto[27].

4. CONCLUSIONES

- La caracterización fisicoquímica, funcional y sensorial de los polvos instantáneos producto de la mezcla de leche entera con harina de fibra de yuca, obtenidos por secado por aspersión a temperatura de $140\text{ }^{\circ}\text{C}$ y velocidad aire de $0,45\text{m}^3/\text{min}$; mostraron que en sus tres formulaciones presentan un alto contenido de fibra y proteína, además de las proporciones adecuadas de contenidos de grasas y

carbohidratos, destacándose la formulación con adición de 15% de harina de fibra de yuca como la más equilibrada. Con relación a las propiedades funcionales, se resaltan la capacidad de absorción de agua (CAA) y solubilidad, presentadas en la formulación 1, características que le permiten ser integrado como un polvo instantáneo para la preparación de una bebida láctea enriquecida, presentando una buena aceptabilidad sensorial al ser rehidratada y comparada con un producto comercial; gracias a los altos contenidos de proteína (23,32%) y cubrimientos del 7% del requerimiento diario de fibra para menores de 4 años; le constituyen características para ser denominado como un producto de alto valor nutricional.

REFERENCIAS.

- [1] Instituto Colombiano de Normas Técnicas, “Mezclas En Polvo Para Preparar Refrescos O Bebidas Instantáneas. NTC 5767,” *ICONTEC*, 2010. [Online]. Available: <https://www.icontec.org/>. [Accessed: 17-Agos-2020].
- [2] A. García and E. Pacheco-Delahaye, “Evaluación de de una bebida láctea instantánea a base de harina de Arracacha (*Arracacia xanthorrhiza*) con la adición de ácido fólico,” 2010.
- [3] Departamento Administrativo Nacional de Estadística, DANE, “Insumos y Factores Asociados a la Producción Agropecuaria,” 2016.
- [4] T. Yun, B. Pang, J. Lu, Y. Lv, Y. Cheng, H. Wang, “Study on the derivation of cassava residue and its application in surface sizing,” *Int. J. Biol. Macromol.*, vol. 128, pp. 80–84, May 2019.
- [5] S. L. Almeida-Alvarado, T. Aguilar-López, D. Hervert-Hernández, “La fibra y sus beneficios a la salud,” *An Venez Nutr.*, vol. 27, no. 1, pp. 73–76, 2014.
- [6] Fao, *Panorama de la seguridad alimentaria y nutricional en América Latina y el Caribe 2019*. Chile, 2019.
- [7] “ENSIN: Encuesta Nacional de Situación Nutricional | Portal ICBF - Instituto Colombiano de Bienestar Familiar ICBF.” [Online]. Available: <https://www.icbf.gov.co/bienestar/nutricion/encuesta-nacional-situacion-nutricional>. [Accessed: 05-Apr-2020].
- [8] E. Santillán- Urquiza1, M. A. Méndez-Rojas, J. Vélez Ruiz, “Productos lácteos funcionales, fortificados y sus beneficios en la salud humana,” *Temas Sel. Ing. Aliment.*, vol. 8, no. 1, pp. 5–14, 2014.
- [9] C. E. B. Cavalcante, S. Rodrigues, M. R. A. Afonso, J. M. C. Costa, “Avaliação dos parâmetros de secagem da polpa de graviola em pó obtida por secagem em spray dryer,” *Brazilian J. Food Technol.*, vol. 20, pp. 1–8, Aug. 2017.
- [10] P. A. Mosquera Astudillo, “Elaboración de harina de yuca (*Manihot esculenta Crantz*) evaluando métodos de inhibición enzimática para la obtención de puré instantáneo.” Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, 2017.
- [11] AOAC (2005) *Official method of Analysis. Association of Officiating Analytical Chemists*, 18th ed. Washington DC, 2005.
- [12] Instituto Colombiano de Normas Técnicas, “Métodos De Ensayo Productos Alimenticios.” *ICONTEC*, 2004. [Online]. Available: <https://www.icontec.org/>. [Accessed: 12-Apr-2020].
- [13] Y. E. García-Pacheco, D. C. Mercado, J. A. B. Santos, M. J. C. Arrieta, “Efecto de diferentes tratamientos térmicos sobre las propiedades tecfuncionales de la harina de fríjol blanco (*Phaseolus lunatus* L.) y la determinación de su potencial uso agroalimentario,” *INGE CUC*, vol. 15, no. 2, pp. 132–142, Nov. 2019.

- [14] J. Lim, "Hedonic scaling: A review of methods and theory," *Food Qual. Prefer.*, vol. 22, pp. 733–747, 2011.
- [15] W. Adco Chura, "Propuesta de un sistema de secado por atomización para la obtención de polvo de grenetina," Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, 2018.
- [16] P. Catalina and I. Narváez, "Efecto del almidón de yuca modificado sobre las propiedades fisicoquímicas, reológicas y sensoriales de una bebida láctea elaborada con suero de quesería," Universidad Nacional de Colombia, 2017.
- [17] M. Acevedo Anabalón, "Estabilización de los contenidos de materia grasa y proteína en la línea de producción de una bebida láctea en polvo fortificada," Universidad Austral de Chile, 2017.
- [18] Ministerio de la protección social, Resolución 333 de 2011, "Requisitos de rotulado o etiquetado nutricional para alimentos envasados para consumo humano", 2011.
- [19] Y. A. Rodríguez Otálora, "Evaluación de la tecnología del secado por aspersion para la obtención de leche en polvo de Bufala (*Bubalus bubalis*)," Universidad Nacional de Colombia, 2017.
- [20] R. D. Ayol Muñoz, "Desarrollo de una bebida láctea con la adición de harinas de mashua (*Tropaeolum tuberosum*) y quinua (*Chenopodium quinoa*)," Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, 2020.
- [21] W. A. Averos Cabezas, "Desarrollo de una bebida láctea con el uso de harina de arroz (*Oryza sativa* L.) y harina de soya (*Glycine max* L.) endulzada con miel de abeja," Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, 2018.
- [22] Y. E. García-Pacheco, M. Prieto, C. Fuenmayor, "Cinética, modelación y pérdidas de carotenoides para el secado de ahuyama (*Cucurbita moschata*) en cubos," *Agron. Colomb.*, vol. 34, no. February 2017, pp. S574–S576, 2016.
- [23] J. Gil, P. Yacanto, S. Muratona, C. R. Abaca, S. M. Esquenoni, "Influencia de la composición de la leche en polvo sobre la actividad de agua aplicando el modelo de GAB," *Av. en Ciencias e Ing.*, vol. 7, no. 1, pp. 41–47, 2016.
- [24] M. S. Gamiño-Tovar, F. Castillo-Borja, R. Vázquez-Román, C. O. Díaz Ovalle, A. Guzmán-Zazueta, F. Herrera-Enciso, "Análisis del efecto geométrico de ciclones en el secado por aspersion de leche usando cfd - Dialnet," *Av. en Ciencias e Ing.*, vol. 9, no. 1, pp. 11–23, 2018.
- [25] M. Molero-MMnez, C. Lores-Ronnón, M. Leal-Raarez, W. J. Briñez-Zambrano, "evaluación sensorial de bebidas robiiiticas ermentadas a base de lactosuero," *Rev. Científica, FCV-LUZ*, vol. 27, no. 2, pp. 70–77, 2017.
- [26] K. A. M. Arica Rivera, J. R. Juarez Chininin, L. Y. Siancas Vilchez, "Formulación de una bebida a base de lactosuero y pulpa de maracuya (*Passiflorina edulis*) enriquecida con harina de quinua (*Chenopodium quinoa*)," Universidad Nacional de Piura, 2019.
- [27] J. B. Hallagan, "The use of diacetyl (2,3-butanedione) and related flavoring substances as flavorings added to foods—Workplace safety issues," *Toxicology*, vol. 388, pp. 1–6, Aug. 2017.