

**EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS
FISICOQUÍMICAS DE YOGURT CON
PROBIÓTICO *BIFIDOBACTERIUM SPP.*
FORMULADO CON JALEA DE UVILLA Y
HARINA DE QUINUA**

**EVALUATION OF THE PHYSICOCHEMICAL CHARACTERISTICS
OF YOGURT WITH PROBIOTIC *BIFIDOBACTERIUM SPP.*
FORMULATED WITH UVILLA JELLY AND QUINOA FLOUR**

Recibido: 30/03/2021 - Aceptado: 25/05/2021

Fernanda Milena Estrella Erazo

Ingeniera en Alimentos de la Universidad Politécnica Estatal del Carchi
Tulcán - Ecuador

fernandaestrella@hotmail.es
<https://orcid.org/0000-0002-4913-4806>

Miguel Ángel Anchundia Lucas

Ingeniera en Alimentos de la Universidad Politécnica Estatal del Carchi
Tulcán - Ecuador

Magíster Scientiarum mención Ciencia y Tecnología de Alimentos
Universidad Central de Venezuela

miguel.anchundia@upec.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0003-3445-7757>

Wilman Jenny Yambay Vallejo

Docente de la Universidad Politécnica Estatal del Carchi
Tulcán - Ecuador

Magíster en Procesamiento de Alimentos
Universidad Agraria del Ecuador

wilman.yambay@upec.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0002-9405-0708>

Cómo citar este artículo:

Estrella, F., Anchundia, M., & Yambay, J. (Julio - diciembre de 2021). Evaluación de las características fisicoquímicas de yogurt con probiótico *bifidobacterium spp.* formulado con jalea de uvilla y harina de quinua. *Sathiri* (16)2, 108-121. <https://doi.org/10.32645/13906925.1075>

Resumen

La practicidad, conveniencia y cercanía en algunas ocasiones no están relacionadas con la adquisición de productos alimenticios nutritivos, debido a que los patrones alimentarios de ciertas industrias en la actualidad contienen altos porcentajes de grasas saturadas, sodio, azúcares y calorías. Por este motivo, los consumidores en la actualidad exigen al mercado productos sanos y de gran valor nutricional que aporten proteínas, grasas, vitaminas y minerales a la dieta diaria. En la presente investigación se evaluaron las características fisicoquímicas del yogurt con probiótico *Bifidobacterium spp.* formulado con jalea de uvilla (*Physalis peruviana*) y harina de quinua (*Chenopodium quinoa*), como una alternativa alimentaria. Para ello, se valoró dos niveles de jalea de uvilla 25 % y 30 %, y tres niveles de harina de quinua 0,6 %; 0,8 % y 1 %, frente a un tratamiento control 0 %, aplicando un diseño completamente al azar con arreglo factorial AxB. Se realizó seis formulaciones, las mismas que fueron evaluadas sensorialmente, eligiendo al tratamiento T5 (0,8 % de harina de quinua y 30 % de jalea de uvilla) como el más aceptado. En cuanto a las características fisicoquímicas se obtuvo un pH de 4,28 y acidez de 0,765 %; contenido de sólidos totales 23,47 %; proteína 3,23 %; grasa 2,88 %; ceniza 0,79 %; fibra 1,82 %; carbohidratos 67,81 %; vitamina C 0,049 %; potasio 1245,03 mg/kg y calcio 738,23 mg/kg, por tanto, se concluye que es un producto nutritivo y saludable, apto para el consumo humano.

Palabras claves: Yogurt, harina de quinua, jalea de uvilla, probiótico.

Abstract

The practicality, convenience and proximity are sometimes not related to the acquisition of nutritious food products, because the food patterns of certain industries currently contain high percentages of saturated fat, sodium, sugars and calories, for this reason, the consumers today require the markets to offer healthy products of great nutritional value that provide protein, fat, vitamins and minerals to the daily diet. In the present investigation was evaluated of the physicochemical characteristics of yogurt with probiotic *Bifidobacterium spp.* formulated with uvilla jelly (*Physalis peruviana*) and quinoa flour (*Chenopodium quinoa*), as an alternative food. For this, two levels of 25 % and 30 % uvilla jelly were evaluated, and three levels of quinoa flour; 0,6 %, 0,8 % and 1 %, compared to a 0 % control treatment, applying a completely randomized design with AxB factorial procedure. Six formulations were made, the same ones that were sensory evaluated, choosing the T5 treatment (0.8% quinoa flour and 30% uvilla jelly) as the most accepted. As regards the physicochemical characteristics, it was obtained a pH of 4,28; acidity of 0,765 %; total solids content of 23,47 %; protein of 3,23 %; fat of 2,88 %; ash of 0,79 %; fiber of 1,82 %; carbohydrates of 67,81 %; vitamin C of 0,049 %; potassium of 1.245,03 mg/kg and calcium of 738,23 mg/kg; therefore, it is concluded that it is a nutritious and healthy product, suitable for human consumption.

Keywords: Yogurt, quinoa flour, uvilla jelly, probiotic.

Introducción

En la actualidad, existe mayor preocupación en los consumidores por mantener una alimentación saludable y nutritiva; en tal virtud, Soria, Bravo, Cermeño, y Ruiz (2017) manifiestan que los cambios en la percepción de la alimentación han favorecido al desarrollo de alimentos denominados funcionales por su capacidad para proporcionar nutrientes y generar beneficios a la salud, los cuales deben ser ricos en proteínas, bajos en grasas y azúcares y encontrarse listos para su consumo diario.

La industria alimentaria está realizando una fuerte inversión en el desarrollo de este tipo de productos, que se refleja en el aumento de su presencia en los supermercados. Esta presencia surge como respuesta a una creciente preocupación de la población por tener una alimentación adecuada y por la creciente asociación entre la alimentación, la salud y la belleza (Aguilera *et al.*, 2008).

Dentro de los alimentos funcionales se encuentra el yogurt, que es un producto coagulado obtenido por fermentación láctica de la leche, mediante la acción de bacterias lácticas como el *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus* y *Sreptococcus salivaris subsp. thermophilus*, pudiendo estar acompañadas de otras bacterias benéficas (Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2395-2011, 2011), como es el caso de los microorganismos probióticos, conocidos por balancear el sistema digestivo, permitiendo la proliferación de la microbiota normal y compitiendo con bacterias patógenas, ayudando a estimular el sistema inmunológico, destruir otras bacterias, aumentar la absorción de vitaminas y minerales y mejorar la digestión (Arenas, Zapata y Gutiérrez, 2012).

Ecuador es un país rico en alimentos con alto nivel proteico, fibra, grasa, vitaminas y minerales. Tal es el caso de la quinua, que es un cereal de la zona andina de Sudamérica que muestra superioridad a los demás cereales en cuanto a su alto valor nutricional. FAO (2011) manifiesta que el contenido de proteína de la quinua varía entre 13,81 y 21,9 % dependiendo de la variedad, debido al elevado contenido de aminoácidos esenciales. La quinua es considerada como el único alimento del reino vegetal que provee todos los aminoácidos esenciales, vitaminas y minerales.

Por otra parte, la uvilla es una excelente fuente de vitaminas A, C y vitaminas del complejo B (tiamina, niacina y vitamina B12), al igual que de minerales como el potasio, magnesio, fósforo, hierro y calcio (Fischer, Almanza y Miranda, 2014). El alto contenido de pectina en la uvilla la hace especialmente apropiada para la elaboración de mermeladas y jaleas.

Por lo mencionado anteriormente, este estudio se centra en la utilización de harina de quinua, uvilla y probióticos para elaborar un producto nutritivo y de calidad, y a la vez darles un valor agregado, debido a que son poco utilizados en la industria láctea.

Materiales

Para la elaboración del yogurt, se partió por la elaboración de la jalea de uvilla; para ello, se compró 2 Kg de uvilla en el mercado local a un solo proveedor para tratar de minimizar las mezclas de variedades y garantizar un tamaño uniforme; posteriormente fueron trasladados al Laboratorio de Frutas y Hortalizas de la Universidad Politécnica Estatal del Carchi (UPEC) para ser procesadas y transformadas en jalea.

La leche fue seleccionada de acuerdo con los requisitos establecidos en la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2395-2011, esta será utilizada para la formulación de un yogurt junto con

otros ingredientes tales como harina de quinua, azúcar, cultivo iniciador (Danisco), probiótico *Bifidobacterium spp.* (Génesis) y jalea de uvilla.

Diseño de experimento: elaboración de jalea de uvilla. La elaboración de jalea de uvilla fue realizada siguiendo la metodología descrita por Andrade (2012); para ello, las uvillas fueron seleccionadas considerando los requisitos establecidos en la NTE INEN 2 485:2009 (Frutas frescas. Uvilla. Requisitos), se lavó con agua corriente hasta eliminar todas las partículas de suciedad presentes, se dejó escurrir por 5 min en un colador. Se procedió a desinfectar las uvillas por inmersión en agua clorada (200 ppm) dejándolas durante 30 min; a continuación, se escaldaron las uvillas a 90 °C durante 2 min para proceder a retirar la cáscara manualmente; se licuaron las uvillas a velocidad media y se filtró el zumo en un colador de malla de 1,70 mm o 12 mesh. Seguidamente se procedió a realizar la cocción del zumo hasta alcanzar una temperatura de 70 °C, posteriormente se adicionó la tercera parte de azúcar y agua revolviendo constantemente hasta que el azúcar se incorpore completamente en la mezcla, al cabo de 20 min se adicionó el azúcar restante mezclado con el CMC. Se concentró la mezcla hasta alcanzar los 62 °Brix; para verificar los °Brix se utilizó un refractómetro con una escala que va desde 28 a 62 °Brix. Finalmente se dejó enfriar para luego envasar la jalea.

Elaboración de yogurt. Como referencia para la formulación de yogurt con jalea de uvilla y harina de quinua, se consideró la investigación realizada por Ojeda (2010); para ello, la leche fue sometida a un control de calidad, realizándole un análisis de densidad, grasa, sólidos no grasos, proteína, acidez y pH. Se filtró la leche con ayuda de una malla de 1 mm o 18 mesh; a continuación, se adicionó el azúcar y la harina de quinua, según el tratamiento, se agitó bien para evitar la presencia de grumos de harina en la leche, se procedió a pasteurizar hasta alcanzar los 63 °C durante 30 min, se dejó enfriar mediante un baño termostático de agua fría hasta conseguir una temperatura de 45 °C, seguidamente se añadió a la leche el cultivo iniciador (*Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus* y *Streptococcus thermophilus*) y el probiótico (*Bifidobacterium spp.*), se agitó por 10 min con el propósito de homogenizar y para que el cultivo actúe en toda la materia prima. En una estufa se dejó reposar la mezcla a una temperatura de 45 °C durante 6 h, hasta la formación de un coágulo de pH de 3,8 a 4,6; una vez que el coágulo alcanzó el pH se procedió a enfriar para frenar la acidificación agitando hasta conseguir una masa homogénea de consistencia cremosa con una temperatura de 10 ± 2 °C; a continuación se añadió la jalea de uvilla según el tratamiento, agitando suavemente durante 5 min para que la jalea se incorpore en toda la mezcla y, finalmente, se envasó y almacenó a una temperatura de 4 °C para desarrollar el aroma y sabor característicos del yogurt, así mismo para aumentar la consistencia. En la Tabla 1, se presentan los tratamientos realizados.

Tabla 1.
Tratamientos

Tratamiento	% de harina de quinua	% jalea de uvilla
T1	0,6	25
T2	0,8	25
T3	1	25
T4	0,6	30
T5	0,8	30
T6	1	30

Adición de diferentes porcentajes de harina de quinua y jalea de uvilla en cada uno de los tratamientos.

Los niveles de uvilla y harina de quinua fueron distribuidos bajo un Diseño Completamente al Azar con arreglo factorial AxB, obteniendo con ello seis tratamientos con tres repeticiones.

Evaluación sensorial del yogurt. Con la finalidad de obtener datos estadísticamente diferentes, la evaluación sensorial del yogurt se llevó a cabo en dos etapas, en la primera etapa se evaluaron los 6 tratamientos obtenidos mediante la prueba nivel de agrado utilizando una ficha de evaluación sensorial con una escala hedónica de 5 puntos, que va desde “me disgusta mucho” hasta “me gusta mucho”; para ello, se contó con un panel de 11 jueces semi-entrenados que evaluaron los parámetros apariencia, color, olor, sabor, viscosidad, acidez, dulzor y aceptabilidad global, con la finalidad de elegir los 2 tratamientos de mayor aceptación.

A partir de dichos tratamientos en una segunda etapa, se determinó el mejor tratamiento, para lo cual se contó con un panel sensorial de 60 jueces no entrenados quienes evaluaron la aceptación global del producto aplicando la prueba de preferencia.

Características fisicoquímicas del yogurt. Una vez seleccionada la mejor formulación de yogurt, se realizó un análisis fisicoquímico llevado a cabo en los laboratorios de la UPEC y de la Universidad Central del Ecuador. Se seleccionó una muestra de yogurt base y una muestra de yogurt con probiótico *Bifidobacterium* spp. formulado con jalea de uvilla y harina de quinua y se realizaron los siguientes análisis de acuerdo a las metodologías descritas en la AOAC (1997).

El pH del yogurt se lo realizó por triplicado utilizando un pH-metro digital (método 945.27), el valor se obtuvo introduciendo directamente el electrodo dentro de la muestra.

La acidez titulable fue medida por titulación de 10 mL de muestra con 0,1 N de NaOH y utilizando fenolftaleína como indicador. Esta fue realizada por triplicado, los resultados fueron expresados como porcentaje de ácido láctico (método 962.12).

El porcentaje de sólidos totales se realizó utilizando el método (925.10), secando 2 g de muestra a 115 °C en la estufa hasta obtener un peso constante, finalmente se pesó el residuo restante y se calculó el % de sólidos en relación con los 2 g de muestra.

El porcentaje de cenizas se realizó siguiendo el método (942.05), secando previamente las muestras a 110 °C y posteriormente calcinadas a una temperatura de 550 °C, hasta tener un peso constante.

El porcentaje de proteína se efectuó mediante el método (920.152) que consiste en la destrucción orgánica por acción del ácido sulfúrico, obteniéndose como resultado sulfato de amonio, el cual después es destilado a amoniaco, este método determina la concentración de nitrógeno presente en la muestra para luego ser transformado a través de un factor de 6,38 en proteína.

El porcentaje de grasa se efectuó mediante el método (920.85), en donde se extrajo la materia grasa cruda o extracto etéreo libre del alimento con un solvente orgánico (Éter de petróleo) en el equipo Soxhlet.

El porcentaje de fibra cruda se realizó siguiendo el método (MAL-50/ PEARSON), se basa en una digestión ácida con ácido sulfúrico 0,255N y alcalina con hidróxido de sodio 0,313N, por último, una calcinación de sales, separando los constituyentes solubles de los insolubles que constituyen los desperdicios orgánicos.

El porcentaje de carbohidratos se determinó por diferencia mediante la siguiente fórmula:
 $\% \text{ Carbohidratos} = 100 - (\% \text{ ST} + \% \text{ C} + \% \text{ P} + \% \text{ G} + \% \text{ Fc})$

El contenido de vitamina C se determinó mediante la técnica de Cromatografía líquida de alta eficiencia (HPLC), método (2012.22), en donde los componentes de una mezcla son separados en diferentes tipos de interacciones químicas entre las sustancias analizadas y la columna cromatografía. (Villegas, 2012)

El contenido de calcio se lo realizó mediante la técnica de absorción atómica, para ello se utilizó una longitud de onda de 422,7 nm.

El contenido de potasio, fue realizado mediante la técnica de absorción atómica, para ello se utilizó una longitud de onda de 766,5 nm.

Análisis estadístico. Las diferencias entre los tratamientos con respecto a las características sensoriales del yogurt, se determinaron mediante un análisis de varianza (ANOVA), seguido por la prueba de rangos múltiples y la determinación de la diferencia entre medias. Para ello se utilizó un nivel de confianza del 95 %, procesando los datos en el programa Statgraphics Centurion XVI.

Para la determinación de la variación de las características fisicoquímicas del yogurt con probiótico *Bifidobacterium spp.* formulado con jalea de uvilla y harina de quinua se comparó el yogurt del mejor tratamiento frente a un yogurt base, en los cuales se determinaron el pH, acidez titulable, porcentaje de sólidos totales, grasa, proteína, ceniza, fibra cruda, carbohidratos, vitamina C, potasio y calcio.

Resultados y discusión

Evaluación sensorial Primera fase. En la Tabla 2, se presentan los resultados de la evaluación sensorial de 6 tratamientos de yogurt con probiótico *Bifidobacterium spp.* formulado con jalea de uvilla (*Physalis peruviana*) y harina de quinua (*Chenopodium quinoa*) realizados por 11 jueces semi-entrenados, en donde el tratamiento T1 fue elaborado con 0,6 % harina de quinua y 25 % de jalea de uvilla, el tratamiento T2 con 0,8 % de harina de quinua y 25 % de jalea de uvilla, el tratamiento T3 con 1 % de harina de quinua y 25 % de jalea de uvilla, el tratamiento T4 con 0,6 % harina de quinua y 30 % de jalea de uvilla, el tratamiento T5 con 0,8 % de harina de quinua y 30 % de jalea de uvilla, finalmente el tratamiento T6 con 1 % de harina de quinua y 30 % de jalea de uvilla.

Tabla 2.
Resultados del análisis sensorial de los tratamientos.

Parámetros	Tratamientos					
	T1	T2	T3	T4	T5	T6
Apariencia	3 ^a (No me gusta ni me disgusta)	5b (Me gusta mucho)	3a (No me gusta ni me disgusta)	3a (No me gusta ni me disgusta)	4c (Me gusta poco)	3a (No me gusta ni me disgusta)
Color	3 ^a (No me gusta ni me disgusta)	5b (Me gusta mucho)	3a (No me gusta ni me disgusta)	4c (Me gusta poco)	4c (Me gusta poco)	3a (No me gusta ni me disgusta)
Olor	3 ^a (No me gusta ni me disgusta)	4b (Me gusta poco)	3a (No me gusta ni me disgusta)	3a (No me gusta ni me disgusta)	4b (Me gusta poco)	3a (No me gusta ni me disgusta)
Sabor	3 ^a (No me gusta ni me disgusta)	4b (Me gusta poco)	3a (No me gusta ni me disgusta)	4b (Me gusta poco)	4b (Me gusta poco)	3a (No me gusta ni me disgusta)
Viscosidad	3 ^a (No me gusta ni me disgusta)	4b (Me gusta poco)	3a (No me gusta ni me disgusta)	3a (No me gusta ni me disgusta)	4b (Me gusta poco)	3a (No me gusta ni me disgusta)
Acidez	3a (No me gusta ni me disgusta)	4b (Me gusta poco)	3a (No me gusta ni me disgusta)	3a (No me gusta ni me disgusta)	3 ^a (No me gusta ni me disgusta)	3a (No me gusta ni me disgusta)
Dulzor	3a (No me gusta ni me disgusta)	4b (Me gusta poco)	3a (No me gusta ni me disgusta)	4b (Me gusta poco)	4b (Me gusta poco)	3a (No me gusta ni me disgusta)
Aceptación global	3a (No me gusta ni me disgusta)	4b (Me gusta poco)	3a (No me gusta ni me disgusta)	4b (Me gusta poco)	4b (Me gusta poco)	3 ^a (No me gusta ni me disgusta)

Los valores son el promedio de 11 evaluaciones, letras diferentes en una misma fila indican diferencia estadísticamente significativa ($n = 11$, $p \leq 0,05$). Valores de p para los parámetros de apariencia= 0,0005; color= 0,1865; olor= 0,9752; sabor= 0,0238; viscosidad= 0,0474; acidez= 0,3500; dulzor= 0,2230 y aceptación global= 0,1169.

En cuanto al parámetro de apariencia, sabor y viscosidad, se observa que existen diferencias estadísticamente significativas entre la media de un nivel de tratamiento a otro ($p \leq 0,05$) con un nivel del 95 % de confianza, lo que indica que todos los tratamientos involucrados son estadísticamente

diferentes, destacándose como mejor tratamiento el T2, seguido por el tratamiento T5, los mismos que obtuvieron una puntuación de 4 (Me gusta poco) por parte del panel sensorial. Sin embargo, el tratamiento T6, fue el menos aceptado con una puntuación de 3 (No me gusta ni me disgusta) en todos los parámetros, ya que, al contener mayor cantidad de harina de quinua, sus características organolépticas se vieron afectadas, especialmente en la viscosidad al presentar grumos y en el sabor al ser ligeramente harinoso.

Por otro lado, se puede establecer que, en los parámetros de color, olor, acidez, dulzor y aceptación global, no existe diferencia estadísticamente significativa entre la media de un nivel de tratamiento a otro ($p \geq 0,05$) con un nivel del 95 % de confianza, lo cual indica que todos los tratamientos involucrados son estadísticamente iguales. Sin embargo, de acuerdo al valor de las medias los tratamientos de mayor preferencia para el panel sensorial fueron el tratamiento T2 y el tratamiento T5, debido a que presentaron una puntuación de 4 (me gusta poco) y 5 (me gusta mucho).

Evaluación sensorial Segunda fase. Se realizó un análisis sensorial de los dos mejores tratamientos T2 y T5; para ello se contó con un panel sensorial de 60 jueces no entrenados llamados también consumidor final, los cuales evaluaron el parámetro de aceptación global mediante la aplicación de una hoja de evaluación sensorial de preferencia.

De acuerdo con los resultados del análisis sensorial con respecto al parámetro aceptación global Figura 1, el tratamiento T5 obtuvo mayor preferencia por parte de los jueces no entrenados, esto se debe al sabor que presentó el yogurt, debido a que en su formulación se utilizó mayor porcentaje de jalea de uvilla 30 %, en relación al tratamiento T2, a pesar de que en la formulación los dos tratamientos presentaron el mismo porcentaje de harina de quinua que fue del 0,8 %.

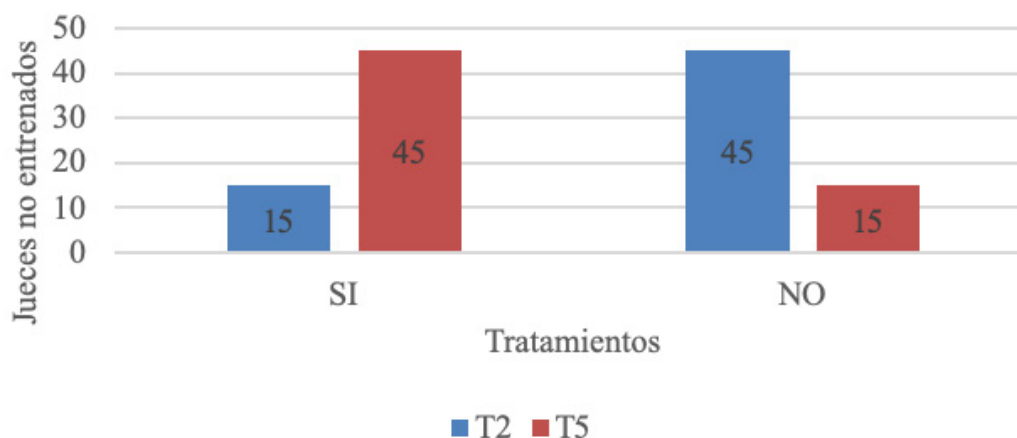


Figura 1. Resultados aceptación global de los mejores tratamientos.

El yogurt presentó un color amarillento, olor y sabor a uvilla, levemente ácido y una textura viscosa, características propias de un yogurt batido. La formulación de yogurt en cuanto al porcentaje de harina de quinua (0,8 %) que obtuvo mayor aceptación fue similar a la realizada por Ojeda (2010) en su investigación "Elaboración de yogurt a base de leche enriquecido con quinua", la cual fue la formulación D, que contiene 100 % de leche, 12,5 % de azúcar, incluida el azúcar añadido a la leche para la pasteurización y el azúcar del sirope de fresa, 0,8 % de harina de quinua, 10 % de fresa y 0,1 % de colorante rojo.

Cómo citar este artículo:

Al agregar mayor porcentaje de harina de quinua, el yogurt presentó una viscosidad y sabor poco agradable para los consumidores, factor que fue desfavorable, lo mismo ocurrió con las investigaciones realizadas por Ojeda (2010), Obregón (2018), Hualpa (2015), al obtener un yogurt con un sabor harinoso.

Características fisicoquímicas del yogurt. En las Tabla 3, se observa que todos los parámetros fisicoquímicos tanto del yogurt base como del yogurt con probiótico formulado con harina de quinua y jalea de uvilla cumplen con los requisitos establecidos en la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2395:2011 y con el Decreto Supremo N° 007-2017-MINAGRI.

Tabla 3.

Resultados de las características fisicoquímicas del yogurt base y del yogurt con probiótico formulado con harina de quinua y jalea de uvilla (Mejor tratamiento)

Parámetros	Unidad	Yogurt base	Mejor tratamiento
pH		4,69 ± 0,01a	4,29 ± 0,01b
Acidez Titulable	Ácido láctico (%)	0,81 ± 0,01a	0,77 ± 0,01b
Sólidos totales	%	14,36 ± 0,04a	23,47 ± 0,03b
Proteína (factor 6,38)	%	2,94 ± 0,03a	3,23 ± 0,02b
Grasa	%	2,48 ± 0,01a	2,88 ± 0,01b
Ceniza	%	0,72 ± 0,04a	0,79 ± 0,05b
Fibra cruda	%	0,00 ± 0,00a	1,82 ± 0,01b
Carbohidratos Totales	%	8,22 ± 0,03a	14,75 ± 0,02b
Vitamina C	%	0,028 ± 0,02a	0,049 ± 0,01b
Potasio	mg/kg	913,24 ± 0,01a	1.245,05 ± 0,03b
Calcio	mg/kg	151,71 ± 0,04a	738,23 ± 0,01b

Los valores son el promedio de 3 determinaciones ± desviación estándar, letras diferentes en una misma columna indican diferencia estadísticamente significativa ($n = 3$, $p \leq 0,05$) a un nivel de confianza del 95%.

Se evidencia que existen diferencias estadísticamente significativas ($p \leq 0,05$), entre los parámetros fisicoquímicos del yogurt base y del yogurt del mejor tratamiento debido a la adición de harina de quinua y jalea de uvilla.

Las características fisicoquímicas del yogurt base en cuanto al pH es de 4,69 y acidez titulable de 0,81 % de ácido láctico, presentando una diferencia al valor del yogurt con probiótico *Bifidobacterium spp.* formulado con 30 % de jalea de uvilla y 0,8 % de harina de quinua, el cual mostró pH de 4,29 y acidez titulable de 0,77 % de ácido láctico. Estos resultados muestran similitud a los determinados por Soria *et al.* (2017) en su investigación "Elaboración de yogurt a base de soya enriquecido con quinoa y camote" en cuanto al mejor tratamiento T2 que contiene 70 % de leche de soya, 22 % harina de quinua, 78 % papilla de camote, 6 % de azúcar y 6 % de inóculo, presentando un pH de 4,32 y acidez de 0,77 % ácido láctico. De igual manera, fueron similares a los valores obtenidos por Hualpa (2015) en su investigación "Evaluación del efecto de la adición de

quinua (*Chenopodium quinoa Wild*) en las características sensoriales de un yogurt probiótico", en relación al tratamiento más aceptado que contiene 10 % de extracto de quinua con valores de pH 4,49 y acidez 0,69 %.

Solorza (1991) manifiesta que el pH del yogurt elaborado con distintos niveles de harina de quinua registró entre 4,0 a 4,50; esta propiedad ácida confiere al proceso de elaboración en base a la inoculación e incubación debido a la adición de bacterias lácticas *Lactobacillus bulgaricus* y *Streptococcus thermophilus*, las mismas que son aromatizantes y acidificantes.

Según Walstra, Geurts, Noomen, Jellena y Van (2001), los valores de pH están comprendidos entre 4,1 como mínimo y 4,6 como máximo, en cuanto al porcentaje de ácido láctico según el Decreto Supremo N° 007-2017-MINAGRI, "Reglamento de la leche y productos lácteos", "Artículo 20 Especificaciones técnicas", el cual establece que la acidez del yogurt entero debe ser como mínimo 0,6 % de ácido láctico; de acuerdo a estos valores tanto el pH como la acidez (% de ácido láctico) del yogurt con probiótico formulado con harina de quinua y jalea de uvilla se encuentra dentro del rango establecido.

El porcentaje de sólidos totales del yogurt con probiótico *Bifidobacterium spp.* formulado con jalea de uvilla y harina de quinua es de 23,47 %, presentando una diferencia al valor del yogurt base el cual es de 14,36 %, este aumento de sólidos totales se debe a la adición de harina de quinua y jalea de uvilla. Estos resultados muestran similitud con los obtenidos por Obregón (2018) con 17,84 %, Camán y Vilca (2016) con 20,2 %, Curti et al. (2017) con 20,5 y Hualpa (2015) con 25,3 %.

El contenido de proteína y grasa del yogurt con harina de quinua y jalea de uvilla es de 3,23 % y 2,88 % respectivamente, los cuales muestran diferencia en relación al yogurt base con valores de 2,94 % proteína y 2,48 % grasa; por otro lado, según la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2395:2011 y el Decreto Supremo N° 007-2017-MINAGRI, el porcentaje de proteína y grasa del yogurt debe ser como mínimo 2,7 % y 2,5 % respectivamente; de acuerdo con estos valores el yogurt con adición de quinua y uvilla y el yogurt base se encuentran dentro de los rangos establecidos.

Los resultados del contenido de proteína que se obtuvieron en la presente investigación muestran similitud a los reportados por Hualpa (2015) con 3,02 %, Beltrán (2018) con 3,5 %, Ojeda (2010) con 3,68 % y Obregón (2018) con 4,52 %, sin embargo, este valor es inferior al reportado por Camán y Vilca (2016), el cual es de 5,9 % y por Curti et al. (2017) que es de 6 % de proteína.

En lo que respecta al contenido de grasa, los reportes son los siguientes: según Beltrán (2018) es de 2,8 %; y según Camán y Vilca (2016) es 2,0 %; dichos resultados son similares a los obtenidos; no obstante, los valores, según Hualpa (2015), que es 3,16 %, Obregón (2018) con 3,76 %, Curti et al. (2017) con 3,8 %, Ojeda (2010) con 3,84 %, presentan mayor contenido de grasa debido a la cantidad de harina de quinua adicionada a la leche.

En cuanto al contenido de ceniza, el yogurt con adición de quinua y jalea de uvilla es de 0,79 %, el mismo que muestra una diferencia en relación al yogurt base, que es de 0,72 %; por otra parte, según los reportes de Hualpa (2015) con 0,78 %, Obregón (2018) con 0,74 %, Camán y Vilca (2016) con 0,7 % de ceniza, son similares al resultado obtenido en el mejor tratamiento, aunque, el valor obtenido por Curti et al. (2017) que es de 0,81 %, es superior a pesar de que el contenido de harina de quinua adicionado fue de 1 g en 100 mL⁻¹ de leche.

El contenido de fibra cruda del yogurt adicionada con harina de quinua y jalea de uvilla es de 1,82 %; sin embargo, el yogurt base no presentó contenido de fibra debido a que no se le adicionó harina de quinua. El resultado obtenido muestra similitud con el de Soria et al. (2017) que es de 1,03 % de fibra cruda.

El contenido de carbohidratos del yogurt adicionado con quinua y jalea de uvilla presentó 14,75 %, valor que presenta diferencia al yogurt base, el cual es de 8,22 %; el resultado obtenido es similar al reportado por Camán y Vilca (2016) con 14,2 %; sin embargo, el valor reportado por Hualpa (2015), que es de 18,34 %, es superior debido al porcentaje de harina de quinua adicionado.

Por otro lado, el contenido de vitamina C, potasio y calcio del yogurt con adición de quinua y jalea de uvilla es de 0,049 %, 1.245,05 mg/kg y 738,23 mg/kg, respectivamente, dichos valores presentan una diferencia en relación con el yogurt base, el cual presenta vitamina C 0,028 %, potasio 913,24 mg/kg y calcio 151,71 mg/kg. Con respecto al contenido de Ca, Curti et al. (2017) obtuvieron un valor de 164 mg/mL⁻¹ al adicionar 5 g de harina de quinua; este resultado en comparación con los datos obtenidos en la presente investigación muestra inferioridad; esto es debido a que el yogurt a más de contener harina de quinua en su formulación también presenta jalea de uvilla; por ello, el valor de Ca es superior. Al comparar los datos obtenidos de calcio y potasio del yogurt base con los resultados obtenidos por Moreno et al. (2013), que fueron de 280 mg de Ca y 142 mg de K, muestran superioridad.

Según manifiesta Ramirez (2010), el contenido nutricional del yogurt de leche pasteurizada es de 3,3 % de proteína, 3,5 % grasas totales, valores que son similares a los obtenidos; no obstante, el contenido de Ca que es de 415 mg y vitamina C con 1,8 mg, son superiores a los datos obtenidos.

Altamirano (2010) manifiesta que la uvilla es una excelente fuente de vitaminas A, C y vitaminas del complejo B, el contenido de fósforo y proteína son excepcionalmente altos en esta fruta; de igual manera, Romero (2016) afirma que “la uvilla es rica en hierro mineral encargado de contribuir a la formación de los glóbulos rojos. Por otra parte, la quinua Botanical (2018) establece que “las propiedades de la harina de quinoa son excelentes debido a que contiene un 8 % de proteínas, de una asimilación muy buena y con una completa composición en aminoácidos, haciéndola recomendable tanto para los niños como para las personas adultas”, debido al elevado contenido de aminoácidos esenciales, la quinua es considerada como el único alimento del reino vegetal que provee todos los aminoácidos esenciales, se encuentran extremadamente cerca de los estándares de nutrición humana establecidos por la FAO (2011), también se le atribuye a su alto contenido en potasio y fósforo.

El yogurt se encuentra dentro de la categoría de los alimentos funcionales, ya que contiene probióticos, los cuales tienen efectos beneficios dentro del organismo tales como: ayudar a combatir las infecciones en el tracto gastrointestinal por la presencia de microorganismos patógenos, estimular el sistema inmunológico, reducir el colesterol y las enzimas fecales implicadas en la iniciación del cáncer, mejorar la intolerancia a la lactosa, contribuir en el desarrollo de flora microbiana, combatir el estreñimiento y la diarrea mejorando la movilidad intestinal, entre otras. (Zanin, 2019). En este sentido, Serrano, Sastre y Cobo (2005) argumentan que un alimento funcional es todo aquel alimento semejante en apariencia física al alimento convencional, el cual es consumido como parte de la dieta diaria, pero a su vez es capaz de producir efectos metabólicos o fisiológicos útiles en el mantenimiento de una buena salud física y mental, y en la reducción del riesgo de enfermedades crónico-degenerativas.

Conclusiones

- La mejor formulación fue determinada mediante análisis sensorial, estableciendo así que el tratamiento de mayor aceptación fue el T5, que presentó un color amarillento, olor y sabor a uvilla, levemente ácido y una textura viscosa y cremosa, características propias de un yogurt batido.
- Se determinó que la adición de 0,8 % de harina de quinua y 30 % de jalea de uvilla en el yogurt presentó diferencia con el tratamiento base en cuanto a las características fisicoquímicas, presentando un porcentaje de proteína que pasó de 2,94 a 3,23 %; grasa de 2,48 a 2,88 %; sólidos totales de 14,36 a 23,47 %; ceniza de 0,72 a 0,79 %; fibra cruda de 0,00 a 1,82 %, carbohidratos totales de 8,22 a 14,75 %, vitamina C de 0,028 a 0,049 %; potasio de 913,24 a 1.245,05 mg/kg; calcio de 151, 71 a 738, 23 mg/kg. Los resultados determinan el alto valor nutricional del yogurt, debido a la presencia de uvilla que es rica en vitamina C y de quinua que es un pseudocereal de gran aporte nutricional destacándose el contenido de proteína.

Recomendaciones

- Se recomienda buscar nuevas alternativas alimentarias en donde se utilice a la quinua debido a su alto contenido nutricional, de igual forma a la uvilla, fruta rica en vitaminas y antioxidantes.
- Continuar realizando investigaciones en las que se aproveche la utilización de productos andinos como la quinua y uvilla, para así poder mejorar la calidad nutricional del producto final.

Referencias

- Aguilera, C., Barberá, J., Días, E., Duarte, A., Gálvez, J., Gil, A., . . . Martínez, O. (2008). *Alimentos Funcionales. Aproximación a una nueva alimentación*. Madrid: inutcam.
- Altamirano, M. (2010). *Estudio de la cadena productiva de uvilla (Physalis peruviana L) en la Sierra Norte del Ecuador* (Tesis de grado). Universidad San Francisco de Quito : Quito, Ecuador
- Andrade, M. (2012). *Diseño de una planta para la obtención de cuatro productos a base de uvilla (Physalis peruviana) en la Provincia de Pichincha* (Tesis de grado). Universidad de las Américas: Quito, Ecuador.
- AOAC. (1997). *Official Method Analysis of the Association of Official Analytical Chemistry*. Washington: DC, USA.
- Arenas, C., Zapata, R., y Gutiérrez, C. (2012). Evaluación de la fermentación láctica de leche con adición de quinua (*Chenopodium quinoa*). *Vitae*, 19(1), 1-4. Recuperado de <http://www.redalyc.org/pdf/1698/169823914084.pdf>
- Beltrán, K. (2018). *Desarrollo de un yogurt natural de bajo contenido calórico, enriquecido con quinua*

entera tostada (*Tunkahuan*) y edulcorado con *Stevia* (*Rebaudiana Bertoni*) y *Sucralosa*. (Tesis de posgrado). Universidad de las Américas: Quito, Ecuador.

Botanical. (2018). Propiedades harina de quinoa. Botanical-online. Recuperado de <https://www.botanical-online.com/harina-quinoa.htm>

Camán, R., y Vilca, B. (2016). *Evaluación físico química y organoléptica de yogurt natural fortificado con harina de Chenopodium quinoa "quinua"*. (Tesis de grado). Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas: Chachapoyas, Perú .

Curti, C., Vidal, P., Curti, R., & Ramòn, A. (2017). Chemical characterization, texture and consumer acceptability of yogurts supplemented with quinoa flour. *Food Science and Technology*, 37(4), 1-5. doi:<http://dx.doi.org/10.1590/1678-457X.27716>

Decreto Supremo N° 007-2017-MINAGRI. (2017). *Reglamento de la Leche y Productos Lácteos*. Perú: FAO. Recuperado de <http://extwprlegs1.fao.org/docs/pdf/per173265.pdf>

FAO. (2 de julio de 2011). *La Quinoa: Cultivo milenario para contribuir a la seguridad alimentaria mundial*. Informe Técnico, Bolivia. Recuperado de <http://www.fao.org/3/aq287s/aq287s.pdf>

Fischer, G., Almanza, P., y Miranda, D. (2014). Importancia y cultivo de de la uchuva (*Physalis peruviana* L). *Revista Brasileira de Fruticultura*, 1-15. Recuperado de http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-29452014000100003

Hualpa, R. (2015). *Evaluación del efecto de la adición de quinua (Chenopodium quinoa Wild) en las características sensoriales de un yogurt probiótico*. (Tesis de grado). Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann: Tacna, Perú.

Moreno, L., Cervera, P., Ortega, R., Díaz, J., Baladia, M., Basulto, J., . . . Salas, J. (2013). Evidencia científica sobre el papel del yogur y otras leches fermentadas en la alimentación saludable de la población española. *Nutrición Hospitalaria*, 28(6), 1-51.

Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2395-2011. (2011). *Leches Fermentadas. Requisitos*. Quito, Ecuador: Instituto Ecuatoriano de Normalización.

Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2485:2009. (2009). *Frutas frescas, uvilla. Requisitos*. Quito, Ecuador: Instituto Ecuatoriano de Normalización.

Obregón, C. (2018). *Efecto de la adición de harina de quinua (Chenopodium quinoa Willd) y steviósido (Stevia rebaudiana Bertoni) en las propiedades fisicoquímicas y organolépticas del yogurt*. (Tesis de grado). Universidad Nacional José María Arguedas: Perú.

Ojeda, Á. (2010). *Elaboración de yogurt a base de leche enriquecido con quinua*. (Tesis de grado). Universidad de las Américas: Quito, Ecuador.

Ramirez, D. (2010). *Elaboración de yogurt*. Perú: Empresa Editora Macro E.I.R.L.

Romero, V. (2016). Propiedades de la uvilla. Fm Mundo. Recuperado de <https://fmmundo.com/propiedades-la-uvilla/>

- Serrano, M., Sastre, A., y Cobo, J. (2005). Tendencias en alimentación funcional. Madrid: Instituto Danone.
- Solorza, F. (1991). *El papel nutricional del yogurt; posibles efectos benéficos a la salud*. México: Lácteos Mexicanos.
- Soria, M., Bravo, B., Cermeño, E., y Ruiz, A. (2017). *Elaboración de yogurt a base de soya enriquecido con quinoa y camote. Investigación y Desarrollo en Ciencia y Tecnología de Alimentos*, 2, 410-416. Recuperado de <http://www.fcb.uanl.mx/IDCyTA/files/volume2/3/8/68.pdf>
- Villegas, S. (2012). *Evaluación del potencial nutritivo y farmacéutico de galletas elaboradas con amaranto, (Amaranthus caudatus) y tomate (Solanum betaceum) deshidratado como colorante y saborizante*. (Tesis de grado). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo: Riobamba, Ecuador. Recuperado de <https://pdfs.semanticscholar.org/cbec/06dd96ca82486944ab8578fad0fed1792339.pdf>
- Walstra, P., Geurts, T., Noomen, A., Jellena, A., & Van, B. (2001). *Ciencia de la leche y tecnología de productos lácticos*. Zaragoza, España: Acribia, S.A. .
- Zanin, T. (agosto de 2019). *Qué son y para qué sirven los probióticos*. Recuperado de Dieta y Salud: <https://www.tuasaude.com/es/que-son-los-probioticos/>