

# EVALUACIÓN DE LA SUSTITUCIÓN PARCIAL DE LA HARINA DE QUINUA NEGRA COLLANA (*Chenopodium quinoa* Willd.) Y ESPIRULINA (*Arthrospira platensis*) SOBRE EL CONTENIDO DE HIERRO EN LA PRODUCCIÓN DE QUEQUES

*Data de aceite: 01/11/2023*

### **Fernando Huayta Quispe**

Universidad Nacional de Juliaca.  
<https://orcid.org/0000-0002-8255-3922>

### **Tania Jakeline Choque Rivera**

Universidad Nacional de Juliaca, Facultad de Ingeniería de Procesos industriales  
<https://orcid.org/0000-0002-3305-0755>

### **Lenin Quille Quille**

Universidad Nacional de Juliaca, Facultad de Ingeniería de Procesos industriales  
<https://orcid.org/0000-0003-3824-5268>

### **Olivia Magaly Luque Vilca**

Universidad Nacional de Juliaca, Facultad de Ingeniería de Procesos industriales  
<https://orcid.org/0000-0002-9000-4624>

### **Noe Benjamin Pampa Quispe**

Universidad Nacional de Juliaca, Facultad de Ingeniería de Procesos industriales  
<https://orcid.org/0000-0001-8072-249X>

### **Carlos Ricardo Hanco Cervantes**

Universidad Nacional de Juliaca, Facultad de Ingeniería de Procesos industriales  
<https://orcid.org/0009-0002-8527-0274>

### **Yimy Hanco Cayllahua**

Universidad Nacional de Juliaca, Facultad de Ingeniería de Procesos industriales  
<https://orcid.org/0000-0002-8250-9665>

### **Luz Delia Mamani Perales**

Universidad Nacional de Juliaca, Facultad de Ingeniería de Procesos industriales  
<https://orcid.org/0009-0002-8527-0274>

### **Edgardo Martín Figueroa Donayre**

Universidad Nacional de Juliaca, Facultad de Ingeniería de Procesos industriales  
<https://orcid.org/0000-0001-7891-3334>

### **Maxima Elizabeth Valeriano Mamani**

Universidad Nacional de Juliaca, Facultad de Ingeniería de Procesos industriales  
<https://orcid.org/0000-0002-2357-4598>

### **Maxgabriel Alexis Calla Huayapa**

Universidad Nacional de Juliaca, Facultad de Ingeniería de Procesos industriales  
<https://orcid.org/0009-0001-2418-3740>

**RESUMEN:** Hoy en día se tiene un enfoque sobre la búsqueda de alternativas innovadoras para mejorar la calidad nutricional de productos horneados comúnmente consumidos, como los queques. La harina de quinua Negra Collana y la espirulina se han destacado por su alto contenido de hierro, un mineral fundamental para funciones biológicas esenciales en el organismo humano. El objetivo

de la investigación fue evaluar la adición de harina de quinua INIA – 420 Negra Collana y Spirulina sobre el contenido de hierro en la producción de queques. Las formulaciones a evaluar el contenido de hierro fueron T1 (34.1 % harina de quinua negra y 2.0 % spirulina), T6 (30% harina de quinua negra y 3.0 % spirulina) y muestra control (sin adición de harina de quinua negra y spirulina); conducidos bajo el diseño completamente al azar (DCA) y comparados según la prueba de Duncan; finalmente se sometió al análisis de aceptabilidad, mediante la metodología de escala hedónica facial de 5 puntos, con la participación de 100 consumidores, analizado mediante la prueba de Friedman. La mejor formulación fue T1 (34.1 % harina de quinua negra y 2.0 % spirulina) que se caracteriza por contener 8.72 % proteína, 18 % humedad, 0.42 % acidez, 1.84 % ceniza y 1.42 me/kg de peróxido, quien presentó mayor contenido de hierro (3.414 mg/100g de hierro), y mejores características sensoriales, concluyendo que la incorporación de harina de quinua INIA 420 – Negra Collana y Spirulina en la formulación se perfilan como opciones ideales para mejorar el perfil nutricional de los queques, convirtiéndolos en alternativas más saludables y beneficiosas para la alimentación infantil.

**PALABRAS CLAVES:** *Chenopodium quinoa* Willd., hierro, spirulina, y quinua negra.

**ABSTRACT:** Today, there is a focus on the search for innovative alternatives to improve the nutritional quality of commonly consumed baked goods, such as cakes. Negra Collana quinoa flour and spirulina have been highlighted for their high iron content, a fundamental mineral for essential biological functions in the human organism. The objective of the research was to evaluate the addition of INIA - 420 Negra Collana quinoa flour and Spirulina on the iron content in the production of cakes. The formulations to evaluate the iron content were T1 (34.1 % black quinoa flour and 2.0 % spirulina), T6 (30% black quinoa flour and 3.0 % spirulina) and control sample (without addition of black quinoa flour and spirulina); conducted under the completely randomized design (DCA) and compared according to Duncan's test; finally it was subjected to acceptability analysis, using the methodology of facial hedonic scale of 5 points, with the participation of 100 consumers, analyzed by Friedman's test. The best formulation was T1 (34.1 % black quinoa flour and 2.0 % spirulina) which is characterized by containing 8.72 % protein, 18 % moisture, 0.42 % acidity, 1.84 % ash and 1.42 me/kg peroxide, who presented higher iron content (3. 414 mg/100g of iron), and better sensory characteristics, concluding that the incorporation of INIA 420 - Negra Collana quinoa flour and Spirulina in the formulation are ideal options to improve the nutritional profile of the cakes, making them healthier and more beneficial alternatives for infant feeding.

**KEYWORDS:** *Chenopodium quinoa* Willd., iron, spirulina, black and quinoa.

## 1 | INTRODUCCIÓN

La investigación sobre el efecto de la sustitución parcial de la harina de quinua Negra Collana y espirulina en el contenido de hierro en la elaboración de queques es de gran relevancia en el contexto actual de la nutrición y la salud alimentaria. El enfoque de este estudio radica en la búsqueda de alternativas innovadoras para mejorar la calidad nutricional de productos horneados comúnmente consumidos, como los queques. La harina de quinua Negra Collana y la espirulina se han destacado por su alto contenido de hierro,

un mineral fundamental para funciones biológicas esenciales en el organismo humano.

Así también la anemia representa una problemática de salud a nivel global, caracterizada por una disminución en la cantidad de glóbulos rojos o de hemoglobina en la sangre, de acuerdo a la Organización Mundial de la Salud (OMS) la carencia de hierro es una de las mayores prevalencias a nivel mundial, y según el gobierno peruano su prevalencia en los niños de entre 6 y 35 meses es de 40.9%, una cifra que equivale a aproximadamente 700,000 infantes (Diario el Peruano, 04 de octubre del 2023). Esta afección puede ser causada por varios factores, siendo la deficiencia de hierro una de las causas más comunes.

En esta investigación, se explora cómo la inclusión de estas harinas en la elaboración de queques puede enriquecer el contenido de hierro, ofreciendo así una estrategia prometedora para abordar la deficiencia de este mineral, un problema de salud pública de alcance global. Además, se busca evaluar si esta sustitución parcial afecta negativamente las características sensoriales del producto final. Siendo una alternativa la utilización de harina que quinua INIA 420 – Negra Collana (*Chenopodium quinoa* Willd.), que aporta entre 14 a 17 por ciento de proteína (Chatain et al., 2019), la spirulina que es rica en fuentes de proteína, lípidos, vitaminas B y minerales como calcio, hierro, magnesio, manganeso, potasio y zinc (Campanella et al., 2002).

Es así que la spirulina y la quinua negra son alimentos que se pueden adicionar a diferentes matrices alimentarias de innovación o tradicionales. Por lo tanto, el objetivo del estudio es evaluar la sustitución de la harina de quinua Negra Collana (*Chenopodium quinoa* Willd.) y espirulina (*Arthrospira platensis*) sobre el contenido de hierro en la producción de queques. El conocimiento derivado de este estudio puede contribuir significativamente a la mejora de la calidad nutricional de alimentos cotidianos y, en última instancia, a la promoción de una dieta más equilibrada y saludable para la población.

## 2 | METODOLOGÍA

### 2.1 Materia prima

Las materias primas utilizadas para la formulación de los experimentos fueron, harina de Quinua INIA 420 - Negra Collana (*Chenopodium quinoa* Willd.) adquirida de la estación experimental INIA, Spirulina en presentación polvo, adquirida de la empresa Plus Green Spirulina de la ciudad de Arequipa. La composición se muestra en la tabla 01.

<b>Materia prima</b>	<b>% proteína*</b>	<b>% humedad</b>	<b>% ceniza</b>
Harina de quinua INIA 420 – Negra Collana	12.97	8.21	2.41
Spirulina	62.84	12.1	6.41

Tabla 01 - Análisis de la materia prima

Fuente: \*BHIOS LAB, (@)@!

## 2.2 Formulación de los queques con sustitución parcial de harina de quinua Negra Collana y Spirulina

En la tabla 02 se muestran la formulación de queques con adición de harina quinua Negra Collana y Spirulina; los queques se formularon con porcentajes constantes, como son: huevo 10%, azúcar 15, zumo de naranja 5%, leche 17%, mantequilla sin sal 5%, polvo de hornear 1%, esencia de vainilla 1%. Estos ingredientes fueron mezclados, dando forma y horneado, las muestras de queque se hornearon en un horno a 175° C durante 20 min, las muestras se almacenaron a temperatura ambiente hasta su análisis correspondiente.

N.º de tratamiento	% de harina de quinua Negra Collana	% de Spirulina
0 <sup>a</sup>	0	0
1	34.1	2
6	30	3

a = tratamiento patrón

Tabla 02 - Formulación de queques con adición de harina de quinua negra y spirulina

## 2.3 Diagrama experimental

En la figura 01, se muestra el diagrama experimental correspondiente al desarrollo de la investigación.

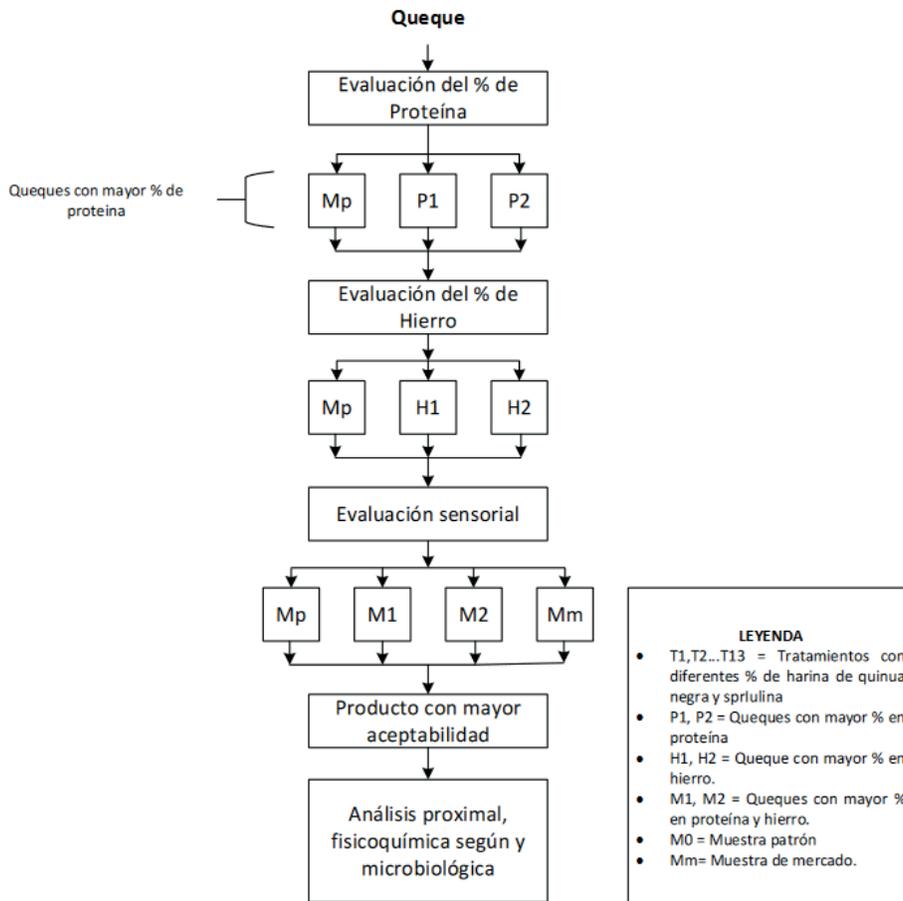


Figura 01: Diagrama experimental de la investigación

## 2.4 Determinación de análisis proximal

La composición proximal se determinó de acuerdo con la Asociación de Químicos Analíticos Oficiales (AOAC, 1995); proteína (método 960.52) con factor de conversión de 6.25, lípidos (método 920.39), ceniza (método 923.03), peróxido (método NTP 206.013), humedad (método 925.10) y los carbohidratos se cuantifican por diferencia.

## 2.5 Evaluación del contenido de hierro

El contenido de hierro se evaluó mediante el método de espectrofotometría de absorción de llamas (FAAS).

## 2.6 Análisis sensorial

En la evaluación sensorial participaron cien panelistas no entrenados (consumidores) en el rango de edades comprendidas entre los 6 y 12 años; quienes evaluaron los atributos sensoriales del queque; la evaluación se realizó mediante una escala hedónica facial de 5 puntos (1 =odíe; 5 = me encanto)

## 2.7 Diseño estadístico

Se aplicó el diseño completamente al azar (DCA), considerando como variables el porcentaje de adición de la harina de quinua negra collana y porcentaje de spirulina en el proceso de la formulación, y como variables de respuesta el contenido de hierro y la evaluación sensorial respectivamente.

# 3 | RESULTADOS Y DISCUSIONES

## 3.1 Evaluación de las propiedades fisicoquímicas de los queques elaborados con sustitución parcial de harina de quinua negra collana y spirulina.

Según los resultados obtenidos como se muestra en la tabla 03, se encuentran dentro de los parámetros dados por MINSA (2010), norma sanitaria para la fabricación, elaboración y expendio de productos de panificación, galletería y pastelería RM N° 1020-2010/MINSA.

Tratamientos	Proteína % X ± DE	Humedad % X ± DE	Acidez % X ± DE	Ceniza % X ± DE	Peróxido Me/kg X ± DE
T0*	7.02 ± 0.01	15.33 ± 0.81	0.43 ± 0.01	1.53 ± 0.28	1.48 ± 0.07
T1	8.72 ± 0.02	18.00 ± 1.00	0.42 ± 0.05	1.84 ± 0.80	1.42 ± 0.02
T6	8.57 ± 0.01	17.56 ± 0.47	0.48 ± 0.05	1.75 ± 0.06	1.48 ± 0.01

Tabla 03 - Composición proximal de los tratamientos a evaluar

\*= tratamiento control, DE = desviación estándar.

Tabla 03 - Composición proximal de los tratamientos a evaluar

## 3.2 Evaluación del contenido de hierro de los queques con alto contenido de proteína

En este estudio la relación de la harina de quinua INIA 420 – Negra Collana y la Spirulina respecto al porcentaje de hierro, tuvo un valor-P menor de 0.05 indicando que si existe diferencia significativa, así mismo la prueba Duncan clasifica en tres grupos a los tratamientos de queque: grupo “A” representada por el tratamiento T1 (34% harina de quinua negra y 2% spirulina) donde se evidencia que es el grupo que tienen mayor contenido de hierro con 3.41 mg/100 g, el grupo “B” representado por el T6 (30% harina de

quinua negra y 3% spirulina) con un contenido de 2.90 mg/100 g de hierro y finalmente el grupo “C” representada por el tratamiento T0 (0% harina de quinua y spirulina) donde se observa menor contenido de hierro 2.45 mg/kg.

TRATAMIENTO	mg/kg X ± DE	mg/100 g X ± DE
QUEQUE_T1 <sup>a</sup>	34.14 ± 0.63	3.414 ± 0.63
QUEQUE_T6 <sup>b</sup>	29.04 ± 0.14	2.904 ± 0.14
QUEQUE_T0 <sup>c</sup>	24.50 ± 0.22	2.450 ± 0.22

a =34% de harina de quinua, 2 % de spirulina; b = 30% de harina de quinua, 3% de spirulina; c = 0% de harina de quinua y spirulina.

Tabla 04 - Resultado del análisis de hierro de los queques

Según Tarazona (2018) indica que la spirulina contiene 28.5 mg/100 g de hierro y Zea (2010) menciona que la harina de quinua negra contiene 3.7 mg/100 g de hierro, en los siguientes estudios se reportan que la spirulina es el que aporta mayor cantidad de hierro a mayor contenido de spirulina incrementa el porcentaje de hierro, así mismo estudios reportan que la harina de quinua mezclada con otros tipos de granos y cereales aportan mayor porcentaje de hierro.

Lo que evidencia el incremento del contenido de hierro, la cual coincide con diferentes estudios como el de Shahbazzadeh et. (2015) donde reportó en su investigación que la adición de spirulina incrementó el contenido de hierro en las galletas iraníes tradicionales que contenían como materia prima harina de trigo y spirulina, estas fueron elaboradas con diferentes tratamientos: 0.0% de spirulina aportó 2.46 mg/100 g de hierro y 1.5% de spirulina aportó 4.00 mg/100 g de hierro, acercándose a los resultados obtenidos en este estudio, así mismos da Silva *et al.* (2021) with an emphasis on  $\gamma$ -linolenic acid (13.8% evidenció el incremento del contenido de hierro en la elaboración de galletas enriquecidas con microencapsulación de *Spirulina máxima*, donde la biomasa de spirulina presentó altos contenidos de hierro 4.88 mg/100 g demostrando de esta forma la calidad nutricional de la spirulina.

Por lo que varias investigaciones demuestran el incremento de hierro al adicionar spirulina a matrices alimentarias, investigaciones como el de Gutiérrez y Tello (2018) quienes elaboraron galletas con harina multicereal (kiwicha, cañihua y otros) con diferentes concentraciones de spirulina, como resultado el incremento de hierro, 4,505 mg/100 g (1% de spirulina) y 5.707 mg/100 g (5% de spirulina), por otro lado, Tafur y Obregón (2019) desarrollaron gomitas funcionales de cushuro enriquecida con aceite de sachá inchi y spirulina logrando incrementar de 2.74 mg/100 g a 9.12 mg/100 g de hierro, así mismo Buriti (2017) desarrolló una barra alimenticia donde se evidenció el incremento de hierro, 1.03 mg/100 g de hierro (3% de spirulina), por su parte Rodrigues (2015) elaboró bizcochos

con distintos porcentajes de harina de trigo y spirulina incrementando el porcentaje de hierro, 3.0 mg/100 g (5% de spirulina) incrementó a 6 mg/100 g (15% de spirulina), mientras que B. Silva (2017) elaboró galletas con diferentes concentraciones de harina de trigo y spirulina, 0.55 mg/100 g (0% de spirulina) y 1.12 mg/100 g (5% de spirulina).

Así mismo se evidencia en la figura 2 el incremento de contenido de hierro, el tratamiento T1 con 3.414 mg/100 g de hierro (a) la cual fue elaborado con 34% de harina de quinua negra y 2 % de spirulina; el tratamiento T6 con 2.904 mg/100 g de hierro (b) se ha elaborado con 30% de harina de quinua negra y 3% de spirulina, y el tratamiento T0 con 2.450 mg/100 g (c) con 0 % de harina de quinua y spirulina.



Figura 2. Gráfico de comparación de contenido de hierro

### 3.3 Evaluación de la aceptabilidad de la producción de queques

Para la prueba de la aceptabilidad, las escalas estuvieron dadas por: odie, no me gusta, indiferente, me gusto, me encanta, para la cual se asignó un valor numérico para cada categoría.

En la tabla 05 se muestra la prueba de Friedman donde se obtuvo un Chi-cuadrado de 50.17, se comparó el resultado de la tabla 05 (4 tratamientos – 1 = 3 grados de libertad) y para 3 grados de libertad; siendo la aceptabilidad de los cuatro tratamientos es diferente.

Tratamiento	N	Mediana	Suma de clasificaciones
T0	100	4.4375	320.0
T1	100	3.6875	260.0
T6	100	3.5625	219.0
TM	100	3.5625	201.0
General	400	3.8125	

Método	GL	Chi-cuadrada	Valor p
No ajustado para empates	3	50.17	0.000
Ajustado para empates	3	65.93	0.000

Tabla 05 - Prueba de Friedman: aceptabilidad vs tratamiento, jueces

El valor p para la aceptabilidad es menor que el nivel de significancia de 0.05, por lo que se concluye que al menos uno de los cuatro tratamientos tiene un efecto diferente. Además, la media de las respuestas para T1 (3.6875), T6 (3.5625) y TM (3.5625) están cerca de la media general (3.8125), pero la media de la respuesta para el T0 (4.4375) es sustancialmente mayor. Estos resultados indican que el T1 (34.1% harina de quinua y 2.0% de spirulina) tiene mejor aceptabilidad respecto a la formulación T6.

En la figura 03, se observa las diferencias entre las formulaciones, donde el T0 (muestra control sin adición de harina de quinua y espirulina) evidencia una mejor aceptabilidad respecto a los demás tratamientos.

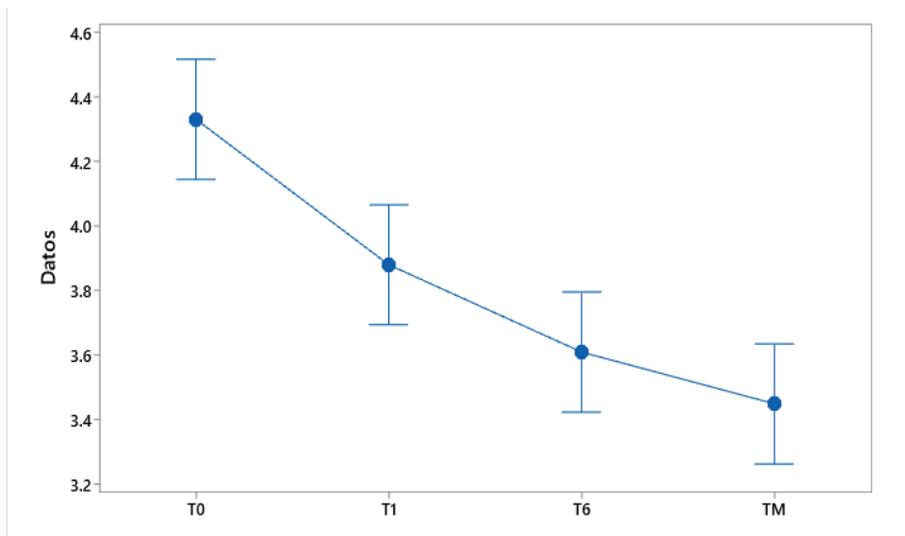


Figura 3: Gráfico de intervalos de la aceptabilidad de los tratamientos

Diversas investigaciones con la adición de spirulina a las matrices alimentarias evaluaron el sabor y la aceptación de estos productos, realizando el análisis sensorial. En la mayoría de los estudios, investigadores indican que las matrices con menor porcentaje

de spirulina tienen una alta aceptación y que las concentraciones más altas de spirulina resultaron en una aceptación generalmente reducida. Esto podría verse afectado porque generalmente los productos de panificación no tienden a ser verdes, esto afectando de manera significativa a la percepción de los niños.

Según Lucas *et al.* (2018), el color es uno de los parámetros principales a evaluar en las formulaciones de matrices alimentarias, la spirulina debido a su pigmentación verde puede afectar la aceptación del consumidor, los consumidores al principio encontraron poco atractivo por sus características color verde al queque, así mismo indica que los queques con menor cantidad de spirulina obtuvieron puntuaciones de 7 (me gusta moderadamente) y 8 (me gusta mucho) por otro lado, Kumar *et al.* (2022) evaluó en 57 panelistas donde la pasta enriquecida con 20% de spirulina tenía una aceptabilidad menor respecto a los 5 por ciento de adición de spirulina.

Şahin (2020) en la evaluación de bizcochos tuvo una buena puntuación sensorial, la más aceptada fue la galleta enriquecida con menor porcentaje de spirulina 1 % mientras que las galletas con mayor porcentaje 5% tuvo menor aceptabilidad. Lucas *et al.* (2020) Quimis, Brazil elaboró barritas enriquecidas con spirulina para la nutrición de los escolares, donde la adición de 0% y 2% de spirulina no tuvieron diferencia significativa, por lo que se pudo demostrar que los niños aceptaron visualmente la adición de concentraciones más altas de spirulina 6%, por otro lado, A. Kumar *et al.* (2018) desarrolló barritas altas en proteína en enriquecida con spirulina para niños desnutridos, se observó que las barras con mayor contenido de spirulina 5% tenía un mayor atractivo que aquellas con cantidades considerablemente menores. En la investigación los niños tuvieron mejor aceptación para el queque T0, ya que es un queque con 0 % de adición de harina de quinua negra y spirulina, se puede decir un queque común, mientras que el queque T1 en segundo lugar de aceptación, el color verde otorgado por la spirulina y el color oscuro otorgado por la quinua negra pudieron interferir en la aceptación.

## 4 | CONCLUSIONES

La formulación que contenía 8.72 % de proteína obtuvo 3.414 mg/100 g de hierro, mayor al tratamiento T6, por lo que, a mayor porcentaje de proteína, incrementa el contenido de hierro. En la prueba de la aceptabilidad, el tratamiento el tratamiento T1 (34.1 % harina de quinua negra y 2.0 % spirulina) tuvo mejor aceptabilidad que la formulación T6, pero menor a la muestra control (T0), una de las razones podría ser porque los productos horneados presentan color verde otorgado por la spirulina y el color oscuro característico otorgado por la quinua negra que afecta negativamente la percepción de los niños, por lo que la incorporación de harina de quinua Negra Collana y espirulina en la elaboración de queques representa una estrategia innovadora y efectiva para aumentar el contenido de hierro en productos de panadería, ofreciendo una opción para mejorar la salud y el

bienestar de la población.

## REFERENCIAS

- Buriti, M. (2017). *Elaboração e análises físico-químicas, microbiológicas e sensorial de barras alimentícias adicionadas de Spirulina platensis*. Universidade Federal de Campina Grande.
- Campanella, L., Russo, M. V., & Avino, P. (2002). Free and total amino acid composition in blue-green algae. *Annali Di Chimica*, 92(4), 343–352. <https://www.researchgate.net/publication/11300800> Free
- Chatain, C., Pernollet, M., Pralong, P., & Leccia, M. (2019). Anaphylaxie alimentaire au Quinoa. *Revue Française d'Allergologie*, 59(3), 243–244. <https://doi.org/10.1016/j.reval.2019.02.021>
- da Silva, S., da Valle, A., & Perrone, D. (2021). Microencapsulated Spirulina maxima biomass as an ingredient for the production of nutritionally enriched and sensorially well-accepted vegan biscuits. *Lwt*, 2(142), 1–7. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.110997>
- Gutiérrez, K., & Tello, L. (2018). *Evaluación de la incorporación de espirulina sobre las propiedades nutricionales y sensoriales de una galleta a base de harina de trigo y kiwicha* [Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC)]. <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/624916>
- Kumar, D., Gour, S., Bhowmik, A., & Pabbi, S. (2022). Nutritional, Functional, Textural and Sensory Evaluation of Spirulina Enriched Green Pasta: A Potential Dietary and Health Supplement. *Foods*, 11(7), 1–18. <https://doi.org/10.3390/foods11070979>
- Lucas, B., Rosa, A., Carvalho, L., de Morais, M., Santos, T., & Costa, J. (2020). Snack bars enriched with Spirulina for schoolchildren nutrition Bárbara. *Food Sci. Technol, Campinas*, 40, 147. <https://doi.org/10.1590/fst.06719>
- Rodrigues, N. (2015). *Secagem de spirulina (Spirulina platensis) e utilização na produção de biscoitos*. Universidade Federal de Campina Grande.
- Şahin, O. I. (2020). Functional and sensorial properties of cookies enriched with SPIRULINA and DUNALIELLA biomass. *Journal of Food Science and Technology*, 57(10), 3639–3646. <https://doi.org/10.1007/s13197-020-04396-4>
- Shahbazideh, S., Khosravi-Darani, K., & Sohrabvandi, S. (2015). Fortification of Iranian Traditional Cookies with Spirulina platensis. *Annual Research & Review in Biology*, 7(3), 144–154. <https://doi.org/10.9734/arrb/2015/13492>
- Silva, B. (2017). *Bolacha adicionada com Spirulina platensis: avaliação físico-química, microbiológica e sensorial*. Universidade Federal de Campina Grande.
- Tafur, I., & Obregón, E. (2019). *Gomitas funcionales de cushuro (Nostoc commune) enriquecida con aceite de sacha inchi (Plukenetia volubilis) y spirulina (Arthrospira platensis), con sabor a frutas*. Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión.
- Tarazona, P. (2018). *La Espirulina una Oportunidad Como Alimento Funcional*. <http://expeditorepositorio.utadeo.edu.co/handle/20.500.12010/881>