



# Optimizar la formulación de un queque tipo inglés a base de harinas de granos andinos germinados y la adición de hidrocoloides

Optimizing the formulation of an English-style cake based on germinated Andean grain flours and the addition of hydrocolloids

Braulio Bustamante-Oyague

Universidad Nacional del Santa, Perú

Elza Aguirre Vargas

Universidad Nacional del Santa, Perú

## Resumen

La presente investigación tuvo como objetivo de optimizar la formulación de un queque tipo inglés a base de harinas de granos andinos germinados y la adición de hidrocoloides, que permitan obtener las mejores propiedades funcionales y sensoriales, donde se utilizó harinas de Quinua Germinada (HQG), Harina de Kiwicha Germinada (HKG) y Harinas Cañihua Germinada (HCG). La metodología empleada fue un enfoque cuantitativo, experimental, aplicando un diseño Central Compuesto (DCC), superficie respuesta de 2 niveles con 3 factores (HQG, HKG y HCG), con 6 punto centrales, un total de 20 tratamientos, los niveles fueron 30-40g (HQG), 10-20g (HKG), 20-30g (HCG). Los resultados obtenidos demostrado que, si es posible obtener un queque funcional, utilizando harina germinada de granos andinos, donde se concluye que la formulación 4 con la proporción de Harina germinada con 40g quinua, 20g Kiwicha y 30g cañihua obtuvo el máximo valor de deseabilidad (0,857), su análisis proximal contiene proteína (11.98 %), grasa (22.47%). Humedad (21.1%) y cenizas (5.35%) y valor de DDPH (431.32 uMol Trolox/mg, y polifenoles (26.83mg GAE/100g). por lo que se concluye que, si es posible obtener un queque con máxima deseabilidad sensorial, y de gran valor nutritivo y funcional.

**Palabras claves:** Queque, harinas germinadas, granos andinos, sensorial y funcional.

## Abstract

The objective of this research was to optimize the formulation of an English-style cake using germinated Andean grain flours and the addition of hydrocolloids to achieve the best functional and sensory properties. Germinated quinoa flour (HQG), germinated amaranth flour (HKG), and germinated cañihua flour (HCG) were used. The methodology employed was a quantitative, experimental approach, using a Central Composite Design (CCD) with a two-level response surface methodology and three factors (HQG, HKG, and HCG), with six center points and a total of 20 treatments. The levels were 30-40g (HQG), 10-20g (HKG), and 20-30g (HCG). The results obtained demonstrate that it is possible to obtain a functional cake using germinated flour from Andean grains. Formulation 4, with the proportion of germinated flour containing 40g quinoa, 20g amaranth, and 30g cañihua, achieved the highest desirability score (0.857). Its proximate analysis revealed protein (11.98%), fat (22.47%), moisture (21.1%), and ash (5.35%), with a DDPH value of 431.32 µmol Trolox/mg and polyphenols of 26.83 mg GAE/100g. Therefore, it is concluded that it is possible to obtain a cake with maximum sensory desirability and high nutritional and functional value.

**Keywords:** Cake, sprouted flours, Andean grains, sensory and functional.





## Introducción

Existe un reto en elaborar un alimento libre gluten, que aporte un mayor valor nutritivo y que tenga una calidad sensorial aceptable, ya que la mayoría son productos elaborados con harinas de tubérculos (camote, papa), que no aportan nutrientes proteicos ni compuestos activos, por ello los granos denominados pseudocereales son una gran alternativa, para elaborar productos que pueden ser consumidos por las personas celiacas y posean un valor nutritivo, comentado por Schoenlechner (como se citó en Huamachumo, 20220).

La realidad es que no existe muchos estudios de formulación de productos libres de gluten que sea nutritivo, decir que aportes nutrimentos como proteínas, minerales, compuesto activos, y además que tenga gran aceptabilidad sensorial, es donde los granos andinos germinados serían una alternativa viable para cubrir ese vacío del mercado.

Se considera un alimento libre de gluten cuando contengan <20 ppm de gluten, ello realizado, mediante el análisis el kit Elisa Ridascree. (Usaga y Aiello, 2019).

Según un estudio hecho en setiembre del 2013 por la encuestadora Datum Internacional, se encontró que el 40% de los consumidores peruanos prefiere una alimentación sana, donde se pudo apreciar principalmente en los niveles socioeconómicos A y B, quienes priorizan su salud en nutricional, también se observó que el 53% está tomando conciencia de los alimentos que consumen. (Ferre et al, 2018).

*“Según un artículo publicado por The American Journal of Clínica Nutrition (2015), que una dieta basada en alimentos sin gluten tiene muchos beneficios para la salud:*

*Mejorar las condiciones del síndrome metabólico como la glucosa elevada, hipertensión y grasa abdominal, entre otros, mejorar la tolerancia a la glucosa, Ayudar a reducir los triglicéridos, ayudar a disminuir la hinchazón y pesadez, tal como indica” (Ferre et al, 2018).*

Existen tres principales cambios fisiológicos que causa el consumo de una dieta a base de gluten:

La alergia al gluten, debido a una hipersensibilidad a la immunoglobulina E.

La enfermedad celiaca que es incapacidad del tracto digestivo, que puede generar dificultad para absorber los nutrientes, siendo la causa raíz la presencia de la proteína del gluten.

La sensibilidad al gluten no celiaca, que se diferencia de las otras, que no está bien definido que sea el gluten, pero se

observó que una dieta libre de gluten, causa una mejoría significativa. (Elli et al, 2017).

En 2009, según los autores Berghofer y Schoenlechner, indican que, entre los cereales libre de gluten, tenemos al maíz, el arroz y la soya; los granos andinos kiwicha quinua, tubérculos tales como la papa y Yuca. Debido a la ausencia de gluten debe combinarse gomas entre goma guar, goma xantana, entre otros y emulsionantes, (Flores, 2017)

### Justificación

El impacto de elaborar un queque funcional a base de granos andinos germinados es de gran relevancia para la población peruana, ya que permite no solo ofrecer un producto nutritivo, sino que prevenga enfermedades tales como el cáncer, que según los estudios están en aumento a una tasa anual del 48%. (Lamos et al, 2018).

La optimización de la formulación es importante porque nos permitirá obtener un producto con sus máximos contenidos de compuestos que nos confiera las propiedades funcionales y sensoriales al queque tipo inglés, ya que la optimización es una herramienta estadística es un conjunto de técnicas matemáticas y estadísticas utilizadas para modelar y analizar problemas en los que una variable de interés es influenciada por otras.

## Metodología

### Ubicación del estudio

El estudio se llevó a cabo en Instituto de Investigación Tecnológica Agroindustria de la Universidad Nacional del Santo, ubicado en Nuevo Chimbote, provincia del Santa, ubicada en el departamento de Áncash en el Perú.

### Diseño del estudio

La investigación utilizó un diseño de tipo explicativo y cuantitativo, enfocado en la recolección y análisis de datos sobre el análisis sensorial y fisicoquímico con el objetivo de Optimizar la formulación a base de harinas de granos andinos germinados y la adición de hidrocoloides, que permitan obtener las mejores propiedades funcionales y sensoriales en un queque tipo inglés.

El diseño de investigación se trabajó con un diseño Central Compuesto (DCC). se utilizó un diseño central compuesto de 2 niveles con 3 factores, 1 replica y 6 puntos centrales. Con un total de 20 tratamientos Design Expert V.13.0

### Muestreo

La muestra está constituida por 132 queques rectangulares para los 20 tratamientos. La cantidad de la muestra se obtuvo utilizando el Muestreo Probabilístico o Muestreo



Aleatorio, teniendo en cuenta que es una población conocida (Aguilar-Barojas, 2005).

## Procedimiento

### Etapa 1 Germinación de los granos andinos

Se utilizó la quinua pasankalle, Kiwicha Centenario obtenida de la Universidad Nacional Agraria La Molina, y la Cañihua illpa del Centro experimental de Puno. Para lo sse procedió de la siguiente manera, primero se recepción las semillas, luego se eliminó las impurezas, después se procedió con el pesado para poder luego realizar el balance de masa, después siguió con el lavado con agua potable a temperatura ambiente, luego se realizó la desinfección con 0.01% de hipoclorito de sodio y agua destilada por un espacio de 30 minutos. Se macedo por 6 horas en una relación de granos/agua de 1:5, la germinación fue a 20°C por 48 horas, para la quinua, de 26°C por 62 horas para la Kiwicha y 26°C por 48 horas para cañihua, todos con una humedad relativa del 90% considerando los parámetros propuestos por los autores (Paucar *et al.*, 2017; Paucar *et al.*, 2018 y Abderrahim *et al.*, 2012), para ello se usó el equipo Germinador de granos. Marca: MAQUILAK. Modelo: BJPX- HT400II.

### Etapa 2 Obtención de la harina de granos andinos germinados

Luego se procedió a secar en el secador de bandeja a una T=55° por 30 horas, para los granos quinua germinadas, de 40°C por 24 horas para el grano de Kiwicha y de 24 horas a 40°C para los granos de cañihua germinada hasta una humedad final menor de 4.5%, luego se realizó la operación de molienda y tamizado, para luego ser embolsados en bolsa de polietilenos de baja densidad, para su almacenamiento. Los rendimientos fueron para la harina de quinua germinada 85.1 % para la harina de kiwicha Germinada 86.4 % y para la harina de cañihua germinada 82.6% para ello se usó un secador de bandejas, marca Torrh, modelo SBT-10XL y Módulo de molienda y tamizado. Marca: Torrh. Modelo: MDMT- 60XL. Luego una vez obtenido se procedió a realizar las muestras de queques.

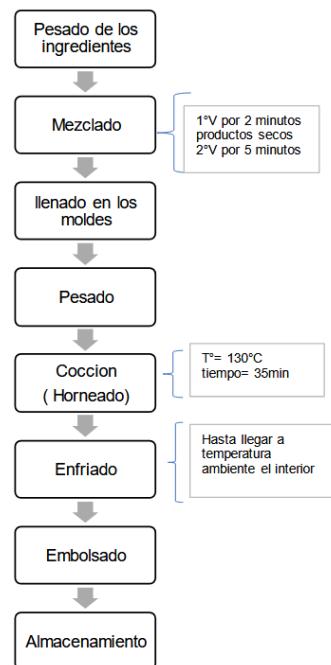
### Etapa 3 Elaboración de los queques con harina de granos andinos germinadas

Para ello adapto la técnica de batido para la elaboración de los queques libre de gluten propuesto por León y Chózec (2021), donde se utilizó la formulación dada en la Tabla 1. Para elaborar los 20 tratamientos, para ello se pesó los ingredientes, se realizó el mezclado primero a primera velocidad para homogenizar los productos secos, luego se adicionó los huevos y el aceite se continuó con el mezclado para luego llenar en los moldes, se horneó a 130°C por un

espacio de 35 minutos, controlando que la temperatura interior llegue a 94°C (control de Temperatura). después se dejó enfriar hasta llegar a la temperatura ambiente el interior del queque utilizando un termómetro digital, posteriormente se embolsó y se almacenó. Se uso un Horno rotatorio por convención marca NOVA, modelo MAX 1000 y una batidora KitchenAid Modelo 5KSM7990XEWH. Tal como se muestra el diagrama de flujo Figura 1.

**Figura 1**

Diagrama de flujo de elaboración de queques



**Tabla 1**

Formulación de queques de granos andinos germinados

| Ingredientes                                           | Porcentaje de panadero (En base al total de harina) |
|--------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|
| Harina de granos germinados (Quinua, kiwicha, cañihua) | 100                                                 |
| Azúcar rubia y panela                                  | 60                                                  |
| Huevos                                                 | 60                                                  |
| Aceite vegetal                                         | 50                                                  |
| Polvo de hornear                                       | 3                                                   |
| Hidrocoloide (goma xantana)                            | 2                                                   |
| Leche en fresca                                        | 10                                                  |
| Esencia de vainilla                                    | 1                                                   |

## Análisis Sensorial de los queques

Para ello se utilizó la ficha sensorial conformada por una escala. Se utilizó la escala hedónica estructurada de 7 puntos, y panelistas semi-entrenados conformados por 35 estudiantes de la carrera de ingeniería de alimentos de la



Universidad Nacional del Callao. Que cursaron la asignatura de evaluación sensorial, donde las alternativas de respuestas serán de mayor a menor: “me gusta mucho”, “me gusta poco”, “me gusta moderadamente”, “ni me gusta ni me disgusta”, “me disgusta”, “me disgusta moderadamente” “me disgusta mucho”. quienes evaluaron los atributos sensoriales del queque de los 20 tratamientos, como el sabor, color, olor, textura Para la determinación de los niveles óptimos respecto al análisis sensorial se empleó el método de la función deseada.

#### Análisis proximal de los queques

El contenido de humedad, proteína, lípidos y cenizas se determinó de acuerdo con la AOAC (métodos 925.09, 992.15, 922.06, 923.03, respectivamente) (AOAC, 1992 y 2000), para evaluar el producto terminado.

#### Análisis de las propiedades funcionales de las harinas

**Tabla 2**

#### *Resultados de Análisis sensorial de queque con granos andinos germinados*

| Orden | Factor1_A_HQG_g | Factor2_B_HKG_g | Factor3_C_HCG_g | Color   | Sabor   | Olor    | Textura |
|-------|-----------------|-----------------|-----------------|---------|---------|---------|---------|
| 1     | 40              | 20              | 20              | 4.65714 | 4.85714 | 4.11429 | 4.82857 |
| 2     | 35              | 15              | 25              | 4.88571 | 4.45714 | 3.82857 | 4.82857 |
| 3     | 30              | 20              | 20              | 4.17143 | 4.57143 | 3.08571 | 3.97143 |
| 4     | 26.591          | 15              | 25              | 4.05714 | 4.51429 | 2.85714 | 3.91429 |
| 5     | 43.409          | 15              | 25              | 5.17143 | 4.45714 | 3.51429 | 4.97143 |
| 6     | 35              | 15              | 16.591          | 5.28571 | 4.68571 | 3.68571 | 5.11429 |
| 7     | 40              | 10              | 20              | 5.05714 | 3.97143 | 3.97143 | 5.11429 |
| 8     | 40              | 20              | 30              | 6.05714 | 5.22857 | 4.14286 | 6.11429 |
| 9     | 30              | 20              | 30              | 4.05714 | 4.51429 | 2.85714 | 3.91429 |
| 10    | 35              | 15              | 25              | 4.57143 | 4.51429 | 3.05714 | 4.91429 |
| 11    | 30              | 10              | 30              | 4.37143 | 3.94286 | 3.42857 | 4.02857 |
| 12    | 40              | 10              | 30              | 5.62857 | 4.42857 | 3.65714 | 5.08571 |
| 13    | 30              | 10              | 20              | 3.91429 | 3.91429 | 3.74286 | 4.74286 |
| 14    | 35              | 6.59104         | 25              | 4.51429 | 4.62857 | 3.82857 | 4.02857 |
| 15    | 35              | 15              | 25              | 5.12857 | 4.62857 | 3.42857 | 4.88571 |
| 16    | 35              | 15              | 33.409          | 5.65714 | 5.42857 | 4.11429 | 5.91429 |
| 17    | 35              | 15              | 25              | 5.17143 | 5.11429 | 3.74286 | 5.25714 |
| 18    | 35              | 23.409          | 25              | 4.91429 | 4.28571 | 3.91429 | 4.91429 |
| 19    | 35              | 15              | 25              | 5.11429 | 4.45714 | 2.91429 | 3.85714 |
| 20    | 35              | 15              | 25              | 3.85714 | 4.17143 | 2.82857 | 3.82857 |

Los resultados obtenidos del análisis sensorial fueron evaluados mediante su anova y p valor

**Tabla 3**

#### *ANOVA para un modelo lineal*

##### Respuesta 1: Color

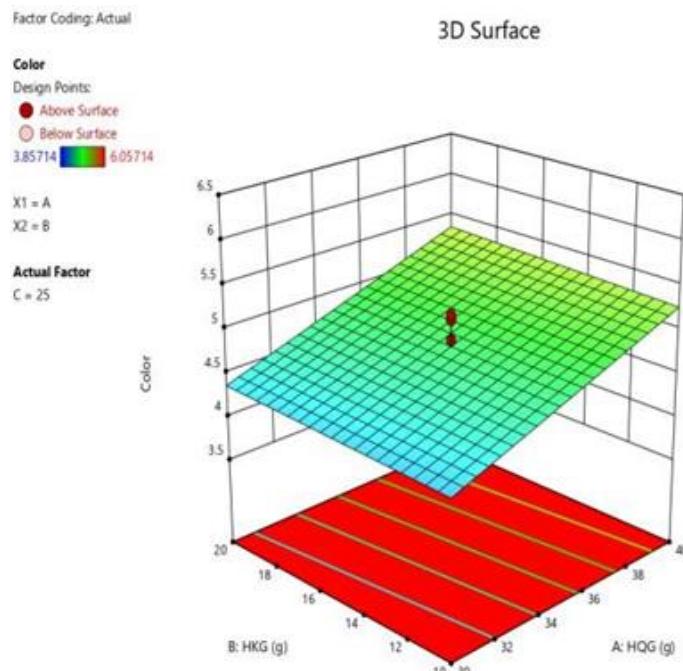
| Fuente | SC     | gl | CM     | F-valor | p-valor              |
|--------|--------|----|--------|---------|----------------------|
| Modelo | 4.01   | 3  | 1.34   | 6.47    | 0.0045 significativo |
| A-HQG  | 3.35   | 1  | 3.35   | 16.2    | 0.001                |
| B-HKG  | 0.0304 | 1  | 0.0304 | 0.1471  | 0.7064               |
| C-HCG  | 0.6325 | 1  | 0.6325 | 3.06    | 0.0993               |



El p valor 0.0045 nos indica que es significativo, lo que significa que al menos uno de los valores tiene efecto significativo en el color y que el modelo es útil para explicarlo, si analizamos los demás p valor para cada factor A (Harina de Quinua germinada) tiene un efecto

**Figura 2**

*Gráfico de superficie respuesta de Atributo color del queque*



Siendo su ecuación del Color la siguiente.

$$4.81214 + 0.494968 * \text{HQG} + 0.0471665 * \text{HKG} + 0.2152 * \text{HCG}$$

De esta ecuación se puede observar que todos los coeficientes son positivos lo que implica que cualquier variación influirá positivamente en la respuesta color.

significativo en el color con respecto a los demás factores involucrados.

En la figura 2 se puede aprecia la superficie respuesta del atributo color

Siendo el coeficiente de la harina quinua germinada (HQG) el más influente en el color con un valor de 0.49968, seguido de la Harina cañihua germinada (HCG) con un coeficiente de 0.2152 y al último tendríamos a la Harina de Kiwicha Germinada (HKG) con coeficiente son 0.0471665.

**Tabla 4**

*ANOVA para modelo Lineal*

Respuesta 2: Sabor

| Fuente                 | SC     | gl | CM     | F_valor | p_valor | Significancia    |
|------------------------|--------|----|--------|---------|---------|------------------|
| <b>Modelo</b>          | 0.8609 | 3  | 0.287  | 2.11    | 0.1394  | No significativo |
| <b>A-HQG</b>           | 0.1533 | 1  | 0.1533 | 1.13    | 0.3044  | No significativo |
| <b>B-HKG</b>           | 0.4001 | 1  | 0.4001 | 2.94    | 0.1057  | No significativo |
| <b>C-HCG</b>           | 0.3075 | 1  | 0.3075 | 2.26    | 0.1523  | No significativo |
| <b>Residual</b>        | 2.18   | 16 | 0.1361 |         |         |                  |
| <b>Falta_de_ajuste</b> | 1.69   | 11 | 0.1538 | 1.58    | 0.3203  | No significativo |
| <b>Error_puro</b>      | 0.4861 | 5  | 0.0972 |         |         |                  |
| <b>Cor_Total</b>       | 3.04   | 19 |        |         |         |                  |

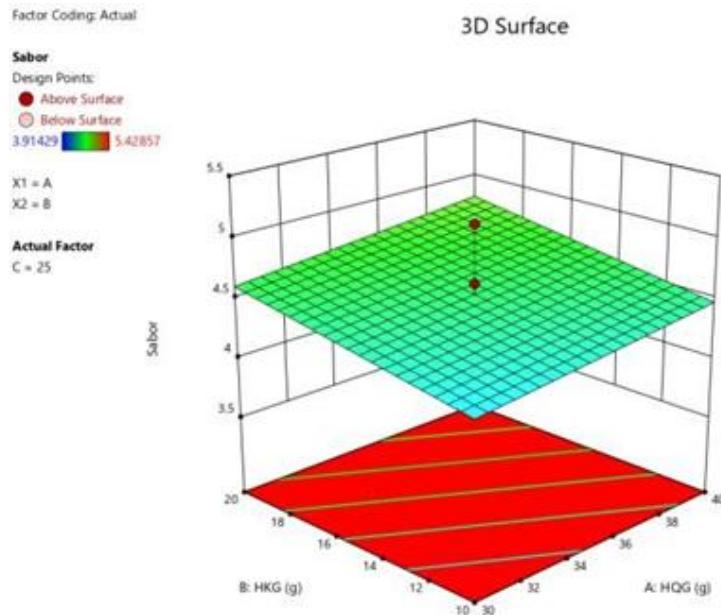
Según el análisis de varianza demuestra que ningún factor tiene un efecto significativo de la variable respuesta Sabor y mediante la prueba de falta de ajuste (0.3203) que salió

no significativo se puede demostrar que a pesar que el modelo lineal salió no significativo, el modelo lineal es apropiado para describir la relación de los factores



**Figura 3**

Gráfico de superficie respuesta de Atributo Sabor del queque



#### Formula del Sabor

$$4.53857 + 0.105936 * \text{HQG} + 0.171172 * \text{HKG} + 0.150059 * \text{HCG}$$

De esta ecuación se puede observar que todos los coeficientes son positivos lo que implica que cualquier variación influirá positivamente en la respuesta Sabor.

Siendo el coeficiente de la harina Kiwicha germinada (HKG) el más influente con un valor de 0.172272, seguido de la Harina cañihua germinada (HCG) con un coeficiente de 0.150059 y al último tendríamos a la Harina de quinua Germinada (HQG) con coeficiente son 0.105936.

Aunque cabe recalcar que la modelo lineal salió 0.1394 no significativo por lo que esta ecuación sería demasiado débil para ser concluyente

**Tabla 5**

ANOVA para modelo Cuadrático

Response 3: Olor

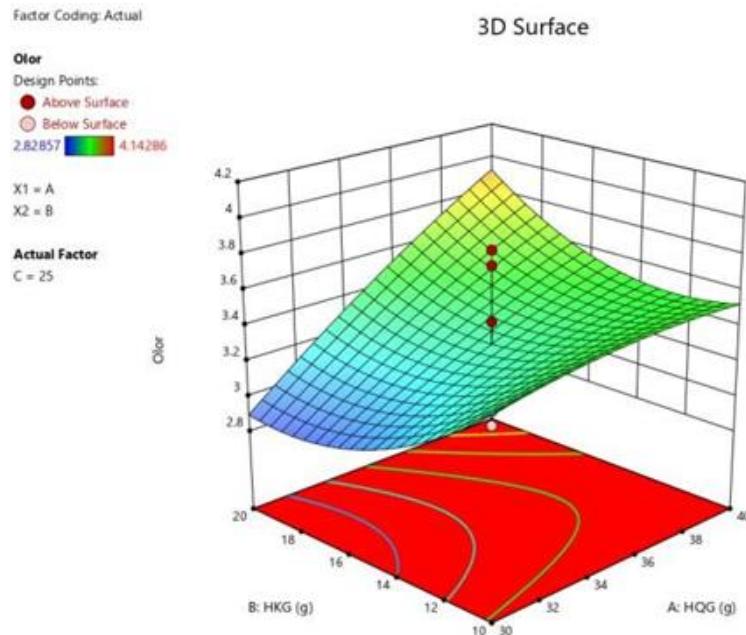
| Fuente                 | SC     | gl | CM     | F_valor | p_valor | Significancia      |
|------------------------|--------|----|--------|---------|---------|--------------------|
| <b>Modelo</b>          | 2.7    | 9  | 0.3005 | 2.46    | 0.089   | No significativo   |
| <b>A-HQG</b>           | 1.1    | 1  | 1.1    | 8.99    | 0.0134  | Significativo      |
| <b>B-HKG</b>           | 0.0152 | 1  | 0.0152 | 0.1243  | 0.7317  | No significativo   |
| <b>C-HCG</b>           | 0.0009 | 1  | 0.0009 | 0.007   | 0.9352  | No significativo   |
| <b>AB</b>              | 0.4311 | 1  | 0.4311 | 3.52    | 0.09    | No significativo   |
| <b>AC</b>              | 0.0083 | 1  | 0.0083 | 0.0675  | 0.8002  | No significativo   |
| <b>BC</b>              | 0.023  | 1  | 0.023  | 0.1876  | 0.6741  | No significativo   |
| <b>A2</b>              | 0.037  | 1  | 0.037  | 0.3026  | 0.5943  | No significativo   |
| <b>B2</b>              | 0.5298 | 1  | 0.5298 | 4.33    | 0.0641  | Casi significativo |
| <b>C2</b>              | 0.5871 | 1  | 0.5871 | 4.8     | 0.0533  | Casi significativo |
| <b>Residual</b>        | 1.22   | 10 | 0.1224 |         |         |                    |
| <b>Falta_de_ajuste</b> | 0.3017 | 5  | 0.0603 | 0.3272  | 0.8772  | No significativo   |
| <b>Error_puro</b>      | 0.922  | 5  | 0.1844 |         |         |                    |
| <b>Cor_Total</b>       | 3.93   | 19 |        |         |         |                    |

Según el análisis de varianza indica que solo un factor (Harina de Quinua Germinada valor 0.0134) tiene un efecto significativo sobre la variable respuesta Olor, y la prueba de falta de ajuste (0.8772) salió no significativo lo que demuestra que a pesar que el modelo cuadrático salió no significativo (0.0890), el modelo es apropiado para describir la relación de los factores.



**Figura 4**

Gráfico de superficie respuesta de Atributo Olor del queque



Formula de olor

$$3.30157 + 0.283858 * A + -0.0333786 * B + -0.0078937 * C + 0.232143 * AB + 0.0321429 * AC + 0.0535714 * BC + -0.0506949 * A^2 + 0.191742 * B^2 + 0.201843 * C^2$$

Siendo A=HQG, B=HKG, C=HCG

**Tabla 6**

ANOVA para un modelo Cuadrático

Response 4: Textura

| Fuente                 | SC     | gl | CM     | F-valor | p-valor |                  |
|------------------------|--------|----|--------|---------|---------|------------------|
| <b>Modelo</b>          | 6.18   | 9  | 0.6871 | 2.79    | 0.0628  | no significativo |
| <b>A-HQG</b>           | 2.87   | 1  | 2.87   | 11.66   | 0.0066  |                  |
| <b>B-HKG</b>           | 0.1328 | 1  | 0.1328 | 0.5392  | 0.4796  |                  |
| <b>C-HCG</b>           | 0.2455 | 1  | 0.2455 | 0.9969  | 0.3416  |                  |
| <b>AB</b>              | 0.3315 | 1  | 0.3315 | 1.35    | 0.2729  |                  |
| <b>AC</b>              | 0.5144 | 1  | 0.5144 | 2.09    | 0.179   |                  |
| <b>BC</b>              | 0.4858 | 1  | 0.4858 | 1.97    | 0.1905  |                  |
| <b>A<sup>2</sup></b>   | 0.0799 | 1  | 0.0799 | 0.3244  | 0.5816  |                  |
| <b>B<sup>2</sup></b>   | 0.0597 | 1  | 0.0597 | 0.2423  | 0.6332  |                  |
| <b>C<sup>2</sup></b>   | 1.33   | 1  | 1.33   | 5.42    | 0.0422  |                  |
| <b>Residual</b>        | 2.46   | 10 | 0.2463 |         |         |                  |
| <b>Falta de ajuste</b> | 0.6515 | 5  | 0.1303 | 0.3597  | 0.8569  | no significativo |
| <b>Pure Error</b>      | 1.81   | 5  | 0.3623 |         |         |                  |
| <b>Cor Total</b>       | 8.65   | 19 |        |         |         |                  |

Según el análisis de varianza nos indica que solo un factor (Harina de Quinua Germinada valor 0.0066) tiene un efecto significativo sobre la variable respuesta Olor, y la prueba de falta de ajuste (0.8569) salió no significativo lo que

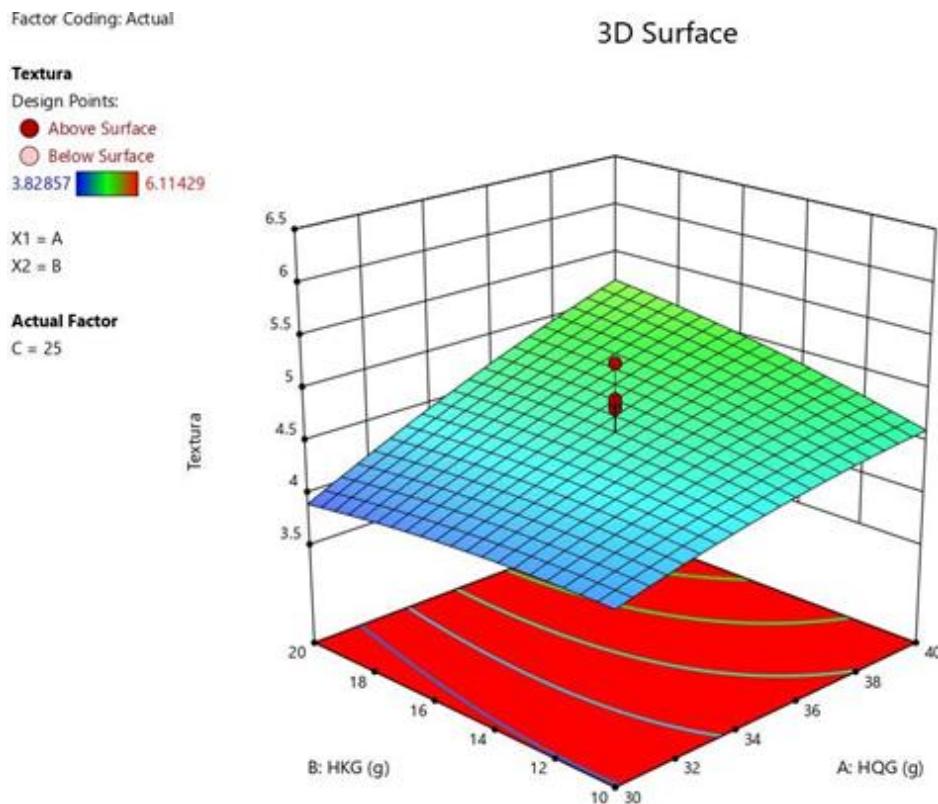
De la ecuación se puede indicar que la harina de quinua germinada es el factor más influyente en la respuesta Olor, y a la interacción de los valores de la Harina de quinua germinada se asocia con el incremento de la harina kiwicha germinada. No existe significación ya que los valores de los términos cuadráticos demuestran que es necesario la curvatura para encontrar los niveles óptimos

demuestra que a pesar que el modelo salió no significativo (0.0628), el modelo cuadrático es apropiado para describir la relación de los factores.



**Figura 5**

Gráfico de superficie respuesta de Atributo Textura del queque



#### Formula Textura

$$4.59839 + 0.458642 * A + 0.0986121 * B + 0.134083 * C + \\ 0.203571 * AB + 0.253571 * AC + 0.246429 * BC + - \\ 0.0744544 * A^2 + -0.0643529 * B^2 + 0.304353 * C^2$$

Siendo A=HQG, B=HKG, C=HCG

De la ecuación nos indica que la harina de quinua germinada es el factor más influyente en la respuesta textura (p valor 0.0066), y a la interacción de los valores de cómo no son significativo. Aunque cabe recalcar que la modelo salió 0.1394 no significativo por lo que esta ecuación sería demasiado débil para ser concluyente

**Tabla 7**

Soluciones de optimización del queque con granos andinos

| Muestra | HQG | HKG | HCG | Color | Sabor | Olor  | Textura | Deseabilidad | Óptimo       |
|---------|-----|-----|-----|-------|-------|-------|---------|--------------|--------------|
| F4      | 40  | 20  | 30  | 5.569 | 4.966 | 4.205 | 6.159   | 0.857        | Seleccionado |
| F17     | 40  | 10  | 30  | 5.472 | 4.623 | 3.700 | 5.059   | 0.592        | —            |
| F11     | 40  | 20  | 20  | 5.127 | 4.663 | 4.040 | 4.884   | 0.590        | —            |

Con respecto a los resultados de la Tabla 7, de la optimización se puede ver que la formulacion con mayor deseabilidad fue la formulacion 4 con un valor de 0.857 seguida de la formulacion 17 con un valor de 0.592 y de la formulacion 11 con un valor de 0.590 esa dos ultima muy cercana.

La optimización en función de máxima deseabilidad, se basó en los criterios establecido por el software Design Expert 13.0. donde la mejor formulacion es aquella que

presenta un valor de la función de deseabilidad cercano a 1. En este caso la mejor formulacion fue F4, con un valor de deseabilidad sensorial fue de 0,857, con una proporción de 40g de Harina quinua germinada, 20 g Harina Kiwicha germinada y 30 g Harina cañihua germinada que optimizan las características sensoriales del queque funcional

A continuación, se detalla los resultados del análisis proximal y capacidad antioxidantes y compuestos fenólicos de los queques con mayor deseabilidad sensorial.



**Tabla 8**

Análisis proximal de los queques funcionales con harinas germinadas

| Queque con harinas germinadas | Grasas% | %Humedad | %       | %Proteínas |
|-------------------------------|---------|----------|---------|------------|
|                               |         |          | Cenizas |            |
| F4 40HQG/20HKG/30HCG          | 22.47   | 21.1     | 5.35    | 11.98      |
| F17 40HQG/10HKG/30/30HCG      | 24.8    | 23.3     | 2.21    | 12.26      |
| F11 40HQG/20HKG/20HCG         | 24.14   | 23.6     | 2.34    | 12.67      |

**Tabla 9**

Análisis de capacidad antioxidantes y polifenoles de los queques con harinas germinadas

| Queque con harina germinada | DPPH<br>uMol Trolox/m g<br>promedio | Desv  | Polifenoles |      |
|-----------------------------|-------------------------------------|-------|-------------|------|
|                             |                                     |       | mg GAE/100g | Desv |
| F4                          | 431.32                              | 20.88 | 26.83       | 0.91 |
| F17                         | 499.3                               | 21.26 | 29.88       | 2.03 |
| F11                         | 575.54                              | 10.25 | 23.35       | 0.38 |

Los resultados del análisis de la capacidad antioxidantes y compuestos fenólicos de los queques con mayor deseabilidad sensorial muestran valores para la formulacion con mayor deseabilidad F4 menor con respecto a la formulacion F11, seguida de la formulacion F17. Ello debido a que varía la proporción dentro de la formulacion los contenidos de las harinas, igual sucede con el contenido polifenoles por la misma razón.

Los resultados del análisis de la capacidad antioxidantes y compuestos fenólicos de los queques con mayor deseabilidad sensorial muestran valores para la formulacion con mayor deseabilidad F4. Ello demuestra su gran aporte funcional del queque, cuyos ingredientes en especial la quinua puede ser utilizado en dietas terapéuticas según menciona Villagrán et al (2022), que demostró que disminuye la hemoglobina glicosilada.

Por ello el queque funcional es una alternativa a la demanda para un mercado saludable tal como lo menciona Hurtado (2022), quien señala que la demanda de productos libre de gluten está en crecimiento acelerado.

Los ingredientes utilizados en el queque funcional son considerados como “ingredientes funcionales por lo que son una buena alternativa de consumo masivo tal como lo indica. Guardianelli (2022)

Todo nos demuestra el gran valor que tiene el queque funcional desarrollado. Por ello el queque funcional es una alternativa a la demanda para un mercado saludable tal como lo menciona Hurtado (2022), quien señala que la demanda de productos libre de gluten está en crecimiento acelerado.

## Conclusiones

Se concluye del análisis sensorial que la formulacion 4 con la proporción de Harina germinada con 40g quinua, 20 g Kiwicha y 30 g cañihua obtiene el máximo valor de deseabilidad (0,857), su análisis capacidad antioxidante se obtiene un valor de DDPH (432.32 uMol Trolox/mg) y del análisis polifenoles se obtuvo un valor de polifenoles (26.83 mg GAE/100g). por lo que, si es posible obtener un queque con máxima deseabilidad sensorial, y de gran valor nutritivo y funcional.

En modo resumido, la tipificación clara y severa de estos delitos puede ser una herramienta efectiva para combatir la criminalidad vinculada a los préstamos informales y proteger a la ciudadanía de prácticas abusivas y violentas.



## Referencias bibliográficas

- Abderrahim, F., Huanatico, E., Repo-Carrasco-Valencia, R., Arribas, M., Gonzales, C., & Condezo-Hoyos, L. (2012). Effect of germination on total phenolic compounds, total antioxidant capacity, Maillard reaction products and oxidative stress markers in cañihua (*Chenopodium pallidicaule*). *Journal of Cereal Science*, 56(3), 410–417.
- AOAC. (1992). Official methods of analysis (16th ed.). Association of Official Analytical Chemists.
- AOAC. (2000). Official methods of analysis (17th ed.). Association of Official Analytical Chemists.
- Chamorro Gómez, R., Repo Carrasco, R., Ccapa Ramírez, K., & Quispe Jacobo, F. (2018). Composición química y compuestos bioactivos de treinta accesiones de kiwicha (*Amaranthus caudatus* L.). *Revista de la Sociedad Química del Perú*, 84(3), 362–374.
- Domínguez Castañeda, J. M. (2020). Optimización de la extracción mecánica, comportamiento reológico y actividad antioxidante de hidrocoloides de hojas de *Malva sylvestris* [Tesis doctoral, Universidad Nacional del Santa]. <http://repositorio.uns.edu.pe/handle/UNS/3553>
- Elli, L., Villalta, D., Roncoroni, L., Barisani, D., Ferrero, S., Pellegrini, N., Bardella, M. T., Valiante, F., Tomba, C., Carroccio, A., Bellini, M., Soncini, M., Cannizzaro, R., & Leandro, G. (2017). Nomenclature and diagnosis of gluten-related disorders. *Digestive and Liver Disease*, 49(2), 138–146. <https://doi.org/10.1016/j.dld.2016.10.016>
- Ferrer Alceves, L. R., Huasasquiche Chacaltana, L., López Chuna, K. N., Peralta López, S. K., & Ramírez Flores, A. L. (2018). Queque libre de gluten. Universidad San Ignacio de Loyola. <https://repositorio.usil.edu.pe/server/api/core/bitstreams/e00a22d2-1044-46bf-914a-60b78b87339e/content>
- Flores, R. V. (2017). Productos libres de gluten: Un reto para la industria de los alimentos. *Ingeniería Industrial*, (35), 183–194. <https://www.redalyc.org/pdf/3374/337453922009.pdf>
- Guardianelli, L. M. (2022). Mejora nutricional de harinas de amaranto y quinoa [Tesis doctoral, Universidad Nacional de La Plata]. <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/135132>
- Guardado Sánchez, F. (2020). Efecto de diferentes sustitutos de huevo, la aplicación de aireación, la adición de lecitina y el almacenamiento sobre las características físicas y sensoriales de un queque libre de huevo [Tesis de maestría]. Universidad de Costa Rica. <http://repositorio.ucr.ac.cr/bitstream/handle/10669/80501/Fani%20Guardado%20Tesis%20Maestr%c3%ada.pdf>
- Hurtado Díaz, K. D. (2022). Evaluación de las características nutricionales de productos de panadería y repostería libres de gluten en la ciudad de Medellín [Tesis doctoral]. Unilasallista Corporación Universitaria. <http://repository.unilasallista.edu.co/dspace/bitstream/10567/3324/1/1039467283.pdf>
- Huamanchumo, W. (2020). Pseudocereales andinos: Valor nutritivo y aplicaciones para alimentos libres de gluten. <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/15118/4/Huamanchumo-Pseudocereales-andinos.pdf>
- León Gómez, S. N., & Chóez Merchán, D. M. (2021). Elaboración de premezcla libre de gluten para usos reposteros a base de quinua, avena y amaranto. Universidad de Guayaquil. <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/54118/1/BINGQ-GS-21P01.pdf>
- Lamos, D. A., Díaz, L. N. M., Sánchez, M. A. V., & Girón, J. M. (2018). Alimentos funcionales: Avances de aplicación en agroindustria. *Tecnura*, 22(57), 55–68. <https://revistas.udistrital.edu.co/index.php/Tecnura/article/view/12178/14233>
- Martínez Álvarez, Ó., Iriondo DeHond, A., Gómez Estaca, J., & Castillo, M. (2021). Nuevas tendencias en la producción y consumo alimentario. <https://digital.csic.es/bitstream/10261/253463/1/nuevatenddealimen.pdf>
- Mamani Adco, Y. (2021). Efectos de los métodos de perlado sobre las características microbiológicas, nutricionales y funcionales de la cañihua [Tesis]. Universidad Nacional de Juliaca. <http://repositorio.unaj.edu.pe/handle/UNAJ/182>
- Mujica, A., Izquierdo, J., & Marathee, J. P. (2001). Quinua ancestral: Cultivo de los Andes. En *Quinua: Cultivo andino, alimento del presente y futuro* (pp. 1–19). FAO.
- Paucar-Menacho, L., Martínez-Villaluenga, C., Dueñas, M., Frías, J., & Peñas, E. (2018). Response surface optimisation of germination conditions to improve



bioactive compounds in quinoa. International Journal of Food Science & Technology, 53(2), 516–524.

Paucar-Menacho, L. M., Peñas, E., Dueñas, M., Frías, J., & Martínez-Villaluenga, C. (2017). Optimizing germination conditions in kiwicha. LWT – Food Science and Technology, 76, 245–252.

Quintero Velásquez, N. D., & Guevara Peña, L. E. (s. f.). La quinua, sus compuestos bioactivos y propiedades funcionales.  
<https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/42588/ndquinterov.pdf>

Reyes, M., Gómez-Sánchez, I., & Espinoza, C. (2017). Tablas peruanas de composición de alimentos (10.a ed.). Instituto Nacional de Salud.

Silupu, J. W. E., Plata, C. R., Salcedo, R. P., & Silvera, C. Y. (2021). Caracterización fisicoquímica de pan con sustitución parcial de harina de quinua y kiwicha germinadas. SENDAS, 2(2), 69–83.  
<https://revistas.infoc.edu.pe/index.php/sendas/article/view/64/157>

Silva Lizárraga, R. R. (2021). Desarrollo de galletas libres de gluten evaluando sus parámetros fisicoquímicos y sensoriales [Tesis]. Universidad Peruana Unión.  
<https://repositorio.upeu.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12840/5211/>

Usaga, J., & Aiello, J. (2019). Detección de gluten en alimentos etiquetados como libres de gluten. Archivos Latinoamericanos de Nutrición, 69(1).  
<https://www.researchgate.net/publication/336613883>

Vargas Zambrano, P., Arteaga Solórzano, R., & Cruz Viera, L. (2019). Análisis bibliográfico sobre el potencial nutricional de la quinua. Centro Azúcar, 46(4), 89–100.  
<http://scielo.sld.cu/pdf/caz/v46n4/2223-4861-caz-46-04-89.pdf>

Villagrán, Z., Torres, S. G., González, E. M., de Alba Verduzco, J. E. G., Hernández, B. C. R., & Esparza, L. M. A. (2022). Alimentos funcionales y su impacto en la salud humana. Educación y Salud, 10(20), 223–231.  
<https://repository.uaeh.edu.mx/revistas/index.php/ICSA/article/view/7806/8979>