EVALUACIÓN DE LA CALIDAD SENSORIAL DEL QUEQUE FORTIFICADO CON HARINA DE QUINUA (*Chenopodium quinoa Willd.*)

Evaluation of sensory quality of cake fortified with quinoa flour (*Chenopodium quinoa Willd*)

Sandra Patricia Monasterios Yapu[1]

RESUMEN

El trabajo de investigación aplicada se realizó en la planta de panificación de la Carrera de Ingeniería en Producción y Comercialización Agropecuaria, el objetivo fue evaluar la calidad sensorial y nutricional del contenido de proteínas del queque fortificado con harina de quinua en la formulación de 3 tratamientos con diferentes premezclas de harinas (T1:10% harina de quinua y 90% harina de trigo; T2:15% harina de quinua y 85% harina de trigo; T3:20% harina de quinua y 80% harina de trigo). Según el propósito del estudio el mismo fue descriptivo y explicativo. Se estandarizó el proceso de producción del queque fortificado con harina de quinua; se realizó un balance másico del proceso productivo, caracterizado por los parámetros a controlar en el proceso, de los cuales depende la calidad final del producto. Se realizó un análisis sensorial de tres formulaciones con panelistas entrenados, para lo cual se utilizó una escala hedónica de evaluación del sabor, color, olor y textura, enfatizando el sabor y olor característico de la quinua en el queque, al respecto se ponderó al Tratamiento 1 como el de mejor aceptación sensorial, así mismo se verificó mediante un análisis estadístico que hay diferencia entre las muestras, respecto a la calidad sensorial del sabor y cantidad de proteínas presentes en los productos (queque fortificado: 10.53 g/100g; queque testigo 9.35 g/100g). Se realizó el costeo del producto enfocando la fortificación orientada por el mercado, que garantice productos nutritivos y a precios competitivos.

Palabras clave: Quinoa (*Chenopodium quinoa Willd.*), proteína, análisis sensorial, costo de producción.

ABSTRACT

The applied research work was carried out in the bakery plant of the Agricultural Production and Marketing Engineering Career, the objective was to evaluate the sensory and nutritional quality of the protein content of the cake fortified with quinoa flour in the formulation of 3 treatments with different flour premixes (T1: 10% quinoa flour and 90% wheat flour; T2: 15% quinoa flour and 85% wheat flour; T3: 20% quinoa flour and 80% wheat flour). According to the purpose of the study, it was descriptive and explanatory. The production process of the cake fortified with quinoa flour was standardized; A mass balance of the production process was carried out, characterized by the parameters to be controlled in the process, on which the final quality of the product depends. A sensory analysis of three formulations was carried out with trained panelists, for which a hedonic scale of evaluation of taste, color, smell and texture was used, emphasizing the characteristic taste and smell of quinoa in the cake, in this regard the Treatment was weighted. 1 as the one with the best sensory acceptance, likewise it was verified through a statistical analysis that there is a difference between the samples, regarding the sensory quality of the flavor and quantity of proteins present in the products (fortified cake: 10.53 g/100g; control cake 9.35 g/100g). The costing of the product was carried out, focusing on market-oriented fortification, which guarantees nutritious products at competitive prices.

Key words: Quinoa (*Chenopodium quinoa Willd.*), protein, sensory analysis, production cost.

Artículo original
DOI: https://doi.org/10.53287/relu8059wp15m
Recibido: 03/08/2022 Aceptado: 19/08/2022

[1] Docente, Carrera de Ingeniería en Producción y Comercialización Agropecuaria, Facultad de Agronomía, Universidad Mayor de San Andrés, Bolivia. ORCID: https://orcid.org/0000-0003-0484-1109. monasteriossandra@gmail.com

INTRODUCCIÓN

Resultado de la pandemia COVID 19 surge la evolución de los sistemas alimentarios para que proporcionen alimentos nutritivos y asequibles, que reduzcan la inseguridad alimentaria y la malnutrición de las personas. La resiliencia de los sistemas agroalimentarios es la capacidad de los sistemas agroalimentarios a lo largo del tiempo, frente a cualquier alteración, de garantizar, de forma sostenible la disponibilidad de alimentos suficientes, inocuos y nutritivos, y el acceso a ellos, para todos, así como de sustentar los medios de vida de los actores de los sistemas agroalimentarios (FAO, 2021).

Según la FAO (2021), las vulnerabilidades y las capacidades de resiliencia de las cadenas de suministro de alimentos se determinadas por sus características estructurales y por los atributos de los productos, que carecen de diversificación, normas de calidad e inocuidad y economías de escala, aspectos a los cuales se deben responder con innovación y desarrollo de productos nutritivos, que respondan a los requerimientos nutricionales de las personas, para cubrir sus necesidades y llevar una vida activa y sana, que mejore la seguridad alimentaria, la salud y la nutrición de generaciones futuras.

La concientización de la población por una mejor alimentación viene promoviendo el consumo de diferentes productos con sustitución parcial de harina de trigo por harinas sucedáneas de alta calidad nutricional, dentro de ello se encuentran los granos andinos, entre ellos la quinua que tiene un alto potencial para contribuir a la seguridad alimentaria, especialmente en aquellos países donde la población no tiene acceso a fuentes de proteína. La quinua, es el único alimento vegetal que posee todos los aminoácidos esenciales, oligoelementos y vitaminas y no contiene gluten. Los aminoácidos esenciales se encuentran en el núcleo del grano, aspecto por el cual se utiliza la harina de quinua.

La quinua pertenece a la familia Chenopodiaceae, es muy conocida como un "superalimento". La quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) es considerada un pseudo cereal, en 1996 la quinua fue catalogada por la FAO como uno de los cultivos promisorios de la humanidad, no sólo por sus grandes propiedades benéficas y por sus múltiples usos, sino también por considerarla como una alternativa para solucionar los graves problemas de nutrición humana, como alternativa para solucionar los problemas de insuficiente ingesta de proteínas. Existen varios derivados de la quinua, como harinas, hojuelas y otros que requieren del uso de tecnologías más avanzadas, como es el caso de la extracción de almidón y concentrados proteicos. Estos productos son considerados el potencial económico de la quinua por darle uso a características no sólo nutritivas sino fisicoquímicas y sensoriales (FAO, 2011).

La razón del presente estudio de investigación es el desarrollo e innovación de productos nutritivos en la planta de panificación de la Carrera de Ingeniería en Producción y Comercialización Agropecuaria, que responda a requerimientos organolépticos requeridos por los consumidores, en los espacios de comercialización.

Respecto a alimento nutritivo se tienen diferentes consideraciones conceptuales, según el Codex Alimentarius (1987), la fortificación o enriquecimiento de alimentos se refiera a "la adición de uno o más nutrientes esenciales a un alimento con el propósito de prevenir o corregir una deficiencia demostrada de uno o más nutrientes en la población o en grupos específicos de población*".* Así mismo FDA (1994) define al suplemento como "aquel producto tomado a través de la boca y que contiene uno o más ingredientes dietéticos destinados a suplementar la dieta".

Según Rosas (2002), del Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá-INCAP, se propone el término de "Alimento Nutricionalmente Mejorado", indicando que son "alimentos a los cuales se les ha mejorado la calidad de su proteína mediante la técnica de complementación, su contenido energético y la cantidad de micronutrientes". En Bolivia el Servicio Nacional de Sanidad Agropecuaria e Inocuidad Alimentaria – SENASAG

(2003), define que alimento fortificado es "todo alimento natural o natural procesado, al que se le han adicionado otras sustancias con el objeto de mejorar sus propiedades nutricionales".
Se han realizado diferentes investigaciones sobre el uso de la harinas y hojuelas de quinua en diferentes productos de panificación como panes, galletas y similares, sin embargo, no se cuenta con un trabajo específico que muestre las ventajas comparativas de los niveles de proteínas en queques nutricionalmente mejorados con la fortificación de harina de quinua en reemplazo de harina de trigo, que coadyuven a problemas de malnutrición, dadas sus potenciales características nutricionales.

Según el propósito y alcance del estudio el mismo es descriptivo y explicativo, dado que se determinó la relación causa efecto de suplementar harina de quinua en reemplazo de harina de trigo con el fin de desarrollar un producto palatable desde el punto de vista sensorial, con mejores características nutricionales. La harina de quinua tiene un equilibrio perfecto de macro y micro nutrientes, tales como minerales (potasio, sodio, magnesio y calcio e incluso hierro soluble), vitaminas (B3, B6, B9 y C) y antioxidantes naturales como compuestos fenólicos y flavonoides (El-Sohaimy et al., 2019).

En ese sentido, el objetivo general es evaluar la calidad sensorial y nutricional del queque fortificado con harina de quinua (*Chenopodium quinoa Willd*), con los siguientes objetivos específicos, a) estandarizar el proceso de producción del queque fortificado con harina de quinua, b) realizar el análisis sensorial de tres formulaciones con panelistas semi entrenados, c) comparar el contenido nutricional de proteínas y humedad optima del queque fortificado con harina de quinua y un queque sin fortificar y d) calcular el costo de producción variable del producto desarrollado.

Se planteó como hipótesis nula que no hay diferencia significativa entre las muestras desarrolladas, respecto a la calidad sensorial y nutricional del queque fortificado; y como hipótesis alterna que hay diferencia significativa entre las muestras desarrolladas, respecto a la calidad sensorial y nutricional del queque fortificado.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización

El desarrollo del producto se realizó en la planta de panificación de la Carrera de Ingeniería en Producción y Comercialización Agropecuaria, dependiente de la Facultad de Agronomía, Universidad Mayor de San Andrés (Bolivia), se encuentre en el municipio de Viacha de la provincia Ingavi del departamento de La Paz, localizado a 25 km de distancia de la ciudad de La Paz; entre los 16°32'39" y 16´°54´ 44" de latitud sur y entre los meridianos 68°16´ 56" y 68°22'72" de longitud Oeste, tiene una altitud promedio de 3876 m.s.n.m. (PDM Viacha, 2016). Las pruebas analíticas fueron realizadas en el laboratorio de alimentos del Instituto Nacional de Laboratorios de Salud (INLASA) de la ciudad de La Paz.

Materiales

La materia prima fue compuesta por harina de trigo fortificado 000, El Trigal de Oro (Molino Andino S.A.) y harina de Quinua 000. Los insumos utilizados fueron azúcar, aceite, mantequilla, leudante, huevos, agua, esencias y sal. Como equipos y utensilios de planta de panificación, se tuvo un horno con capacidad de 12 bandejas, quemador a gas, batidora mezcladora con capacidad de 25 litros de potencia de Motor 1.1 KW, balanza analítica, tamices para harinas, determinador de humedad, pirómetro, fuentes de acero inoxidable y moldes para queques.

Metodología

De acuerdo al nivel de investigación y profundidad de conocimiento el trabajo realizado es descriptivo, debido a que se analizan los fenómenos del proceso tecnológico de elaboración de queques. El proceso se describe mediante un diagrama de proceso que detalla las actividades y operaciones unitarias propias del mismo, a través de la medición de parámetros de control, que determinen la calidad final del queque fortificado con harina de quinua.

El alcance explicativo, se enfoca en explicar por qué ocurre un fenómeno y en qué condiciones se manifiesta, o por qué se relacionan dos o más variables (Sampieri, 2014). Desde el punto de vista explicativo se trata de explicar el efecto del proceso tecnológico en los parámetros de calidad sensorial y nutricional, así como la influencia de la suplementación de harina de quinua en las formulaciones desarrolladas. Según el alcance de estudio el mismo es transversal, debido a que se estudian las variables en un determinado momento (mayo a junio 2022).

Formulación para la elaboración de queque fortificado

Se realizaron las siguientes formulaciones:

Tabla 1. Formulaciones en porcentaje de queque fortificado con harina de quinua.

Descripción	Unidad	Tratamiento 1 (%)	Tratamiento 2 (%)	Tratamiento 3 (%)	Tratamiento testigo (%)
Harina Trigo	g	29,91	28,16	26,59	33,24
Harina de quinua	g	3,32	5,08	6,65	0,00
Leudante	g	0,95	0,95	0,95	0,95
Sal	g	0,09	0,09	0,09	0,09
Manteca vegetal	g	5,56	5,56	5,56	5,56
Aceite de girasol	g	4,27	4,27	4,27	4,27
Azúcar	g	16,86	16,86	16,86	16,86
Yemas de huevo	g	9,50	9,50	9,50	9,50
Claras de huevo	g	14,25	14,25	14,25	14,25
Esencia	g	0,09	0,09	0,09	0,09
Agua	g	15,19	15,19	15,19	15,19
Total	g	100,00	100,00	100,00	100,00

Estandarización del proceso de producción del queque fortificado con harina de quinua

Se describe el proceso de elaboración de queques a través de un diagrama de flujo, que contempla las siguientes actividades y operaciones unitarias:

- Recepción de materias primas e insumos, control de calidad sensorial y medición de humedad para el caso de las harinas.
- Realizar la premezcla de harinas de trigo, quinua, leudante y sal, según la respectiva formulación.
- Realizar el batido de claras de huevo en la batidora, para incorporar aire.
- Pesar los insumos margarina, aceite, azúcar, yemas de huevo y esencia para proceder con el segundo batido.
- Realizar la mezcla de grasas, huevo, azúcar, premezcla de harinas y agua, hasta conformar una masa suelta.
- Realizar el enlatado de la masa en moldes.
- Hornear a una temperatura de 205°C por 45 minutos.

Del balance másico del proceso se determina el rendimiento de producción mediante la siguiente Ecuación 1:

$$\text{Rendimiento (\%)} = \frac{\text{Peso neto de producto terminado}}{\text{Peso bruto de masa cruda}} x100 \quad (1)$$

Análisis sensorial de tres formulaciones con panelistas entrenados

Se estableció un protocolo para la preparación controlada de las muestras, donde todas las muestras fueron preparadas de la misma manera, y en las mismas cantidades, para garantizar que la calidad sensorial no se vea afectada y que se tenga menos probabilidades de enmascarar las diferencias entre los tratamientos de análisis. Un panel sensorial normalmente considera entre 10 a 15 panelistas entrenados para pruebas de diferencias, considerados como instrumento de análisis, para los diversos atributos, con una escala de medición calibrada entre un límite inferior y superior, en este caso 1 y 7 (Naes et al., 2010). Se aplicó una prueba afectiva hedónica, que es de frecuente uso tanto en el ámbito industrial como en el de investigación, con 15 panelistas entrenados.

Tabla 2. Escala hedónica de prueba afectiva.

Me gusta demasiado	7
Me gusta mucho	6
Me gusta poco	5
No me disgusta	4
Me disgusta poco	3
Me disgusta mucho	2
No me gusta	1

Análisis de humedad y proteínas

Se evaluaron la humedad y contenido de proteínas de la muestra del tratamiento de mejor aceptación sensorial fortificado con 10% de harina de quinua y el tratamiento testigo sin harina de quinua. El contenido de humedad afecta en el tiempo de vida del producto y su conservación. La determinación exacta del contenido de humedad desempeña, por lo tanto, un papel clave para garantizar la calidad alimentaria del producto. El contenido de humedad se determinó mediante un método termogravimétrico, por pérdida por secado, mediante el cual se calentó la muestra y se registró la pérdida de peso debida a la evaporación de la humedad. Las tecnologías de análisis de humedad fueron el analizador de humedad y el horno de secado en combinación con una balanza.

Los procedimientos termogravimétricos son métodos de pesaje y secado en los que las muestras se secan hasta que se alcanza una masa constante La variación de la masa se interpreta como humedad desprendida.

- Preparar la muestra
- Asegurar un tamaño de las partículas uniforme.
- Desmenuzar la muestra para aumentar su superficie; esto mejora y acelera la cesión de humedad durante el secado (difusión más rápida de la humedad a la superficie), utilizar un mortero.
- Utilizar la misma cantidad de muestra para conseguir un alto grado de repetibilidad.
- Utilizar la cantidad de muestra adecuada.
- Distribuir la muestra uniformemente en el plato.
- Medir la humedad de la muestra
- Esperar el resultado.

Para la evaluación de proteínas se envió la muestra al laboratorio de alimentos del Instituto Nacional de Laboratorios de Salud (INLASA), se envió una muestra de 400 gramos para cada producto.

Tabla 3. Determinación de proteínas de queque fortificado y sin fortificación.

Muestra	Método de ensayo
Queque fortificado con harina de quinua (10% de harina de quinua y 90% de harina de trigo)	ISO 20483-2013(Modificado)
Queque sin fortificación de harinas (100% de harina de trigo)	ISO 20483-2013(Modificado)

Estimación de costos de producción directos

El costeo directo es un procedimiento de control, registro y análisis que se aplica en empresas que diferencian sus costos de producción en fijos y variables, es decir, aquellos costos que varían con relación al nivel de actividad productiva, según el volumen de producción y de comercialización. Para integrar a la contabilidad el método de análisis de Costeo Directo se identificaron y separaron los costos en dos grandes grupos que son Fijos y Variables. Por tanto, se señalaron las características de los costos y procedimientos de discriminación, para poder estar en condiciones de implantar este método de análisis en la planta de panificación de la Carrera de Ingeniería en Producción y Comercialización Agropecuaria.

Los costos constantes fijos, son aquellos que en general están en función del tiempo, en los cuales se incurren necesariamente exista o no producción y/o ventas. Son aquellos costos que no varían respecto a los cambios que se produzcan en el nivel de actividad de la Unidad Productiva de panificación, entre los rubros más importantes están la depreciación en línea recta y aquellos como publicidad, honorarios, gratificaciones, mantenimiento, reparaciones, etc. Los costos variables, son aquellos que aumentan o disminuyen con relación al volumen de producción y ventas, es decir, son aquellos costos que varían de manera directamente proporcional al nivel de producción, se consideran en el costeo materiales directos (materias primas e insumos), salarios directos pagados en función a la mano de obra requerida para cantidad producida, energía eléctrica y potencia y empaques.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Estandarización del proceso de producción del queque fortificado con harina de quinua

El proceso de elaboración se ha estandarizado mediante un diagrama de proceso, indicado en la Figura 1, donde se aprecia la secuencia de las operaciones unitarias y actividades del proceso productivo, así como el balance de materiales para el tratamiento de mejor aceptación sensorial. Se han definido parámetros de control importantes de variables que se deben controlar en el desarrollo del proceso productivo.

- En la formulación y elaboración del producto es importante considerar la calidad de las materias primas e insumos utilizados, en especial de la harina de quinua que se utiliza como fortificante de harinas respecto a la cantidad de proteínas y otros parámetros nutricionales descritos en Tabla 4; se ha realizado una investigación respecto a las marcas comercializadas en el mercado y sus cualidades nutricionales:

Tabla 4. Información nutricional por industrias y marcas.

Parámetros Nutricionales de Harina de Quinua	Unidad u/100g	ADA Norte Quijarro S.R.L.	APROEC Asociación de Productores Ecológicos de Quinua y Camélidos	EXIMCAR S.R.L.	Nuevo Milenio S.R.L.	ANAPQUI Asociación nacional de Productores de Quinua	Promedio de parámetros	Desviación estándar
Valor energético	Kcal	388,00	400,00	384,00	368,78	391,00	386,36	11,46
Proteínas	g	11,74	12,03	12,70	14,59	13,04	12,82	1,12
Grasa	g	6,15	5,72	7,13	3,92	6,37	5,82	1,20
Carbohidrato	g	70,64	74,22	72,80	68,78	69,63	71,21	2,25
Fibra cruda	g	1,99	1,72	-	3,04	1,50	2,06	1,10
Calcio	mg	76,00	43,58	51,72	81,19	51,57	60,81	16,67
Fósforo	mg	398,19	370,15	497,94	297,79	421,57	397,13	73,07
Hierro	mg	5,53	4,76	6,69	2,64	6,76	5,28	1,69

Nota. Con base en información nutricional declarada en envases de las harinas.

De la Tabla 4, se aprecia que el contenido de proteína promedio es de 12,82 g de proteína por 100 g de muestra, con una desviación estándar respecto de la media de 1,12. Según Pantoja-Tirado et al. (2020), en la investigación "*Caracterización de la harina de quinua*" obtiene como resultado en la composición química proximal, que el contenido de proteína es de 9,05%; grasa 2,53%; carbohidratos 72,39%, fibra 3,11% y humedad 10,48%; así mismo en la Norma NB/NA 0077 (Granos Andinos; Pseudo Cereales; Harina de Quinua; Requisitos), y NB/NA 0038 (Granos andinos; Pseudo cereales; Quinua en granos; Clasificación y requisitos), descritos en Tabla 5, se puede ver que las harinas de las empresas proveedoras nacionales, cumplen con los requerimientos de la Norma establecidos para harina de quinua, lo que se corrobora con resultados de otras investigaciones realizadas. Respecto a algunas diferencias entre los valores de los parámetros, los mismos pueden deberse a las variedades de la especie vegetal y a las zonas de procedencia, según su adaptación ecológica en las principales zonas andinas de producción. Las tablas peruanas de composición de alimentos MINSA (2017), reportan un valor 12.4% de proteínas para la harina de quinua y Sotelo et al., (2019) reporta un contenido de 9.45% de proteína total.

Para el caso de las harinas de quinua bolivianas se determinó un promedio de 12,82% de proteína, cuyo valor es superior a otros datos reportados en investigaciones. Según información nutricional de la Sociedad Agropecuaria Industrial y Técnica S.R.L., localizada en La Paz, Bolivia, la importancia de la Quinua Real tiene ventajas comparativas de origen (Altiplano Sur de Bolivia), que le brindan una alta calidad proteica, dado que contiene los 20 aminoácidos, siendo de mayor importancia la lisina -aminoácido vital para el desarrollo de las células del cerebro-, lo que le otorga una excelente ventaja comparativa desde el punto de vista nutricional.

Tabla 5. Requisitos Fisicoquímicos de la quinua y la harina de quinua.

Parámetros Fisicoquímicos	Unidad	Quinua en grano NB NA 0038	Harina de quinua NB NA 0077
Humedad	%	Max. 13,5	Max. 13,5
Proteínas	%	Min 10,00	Min 10,00
Grasa	%	Min 4,00	Min 4,00
Carbohidratos	%	Min 65,00	Min 72,70
Fibra cruda	%	Min 3,00	Min 1,70
Cenizas totales	%	Max 3,50	Max 3,00

Nota. Con base en requisitos fisicoquímicos definidos en NB NA 0038 y NB NA 007

- La recepción de materias primas se realizó previo control de calidad sensorial y medición de humedad para el caso de las harinas; la humedad de la harina de quinua medida en laboratorio indicó un valor de 9,53%; para el caso de la harina de trigo la humedad fue de 13,02%.
- En la premezcla se adicionó el 90% de harinas de trigo y 10% de harina de quinua (tratamiento de mejor aceptación sensorial); además del leudante químico que cumplió la función de producir CO2 y proporcionar el volumen específico al queque fortificado. Se utilizó polvo de hornear de doble acción que contienen una parte de la base leudante (bicarbonato de sodio , el cual necesita un ingrediente ácido para activarlo como el bitartrato de potasio), esto ocurre debido a que el bicarbonato de sodio entra en contacto con un elemento ácido y humedad, produciendo burbujas que elevan la masa, también contiene otros dos ácidos como el Pirofosfato ácido de sodio (pirofosfato dihidrógeno disódico), y fosfato dihidrogenado de calcio, que se emplea como mejorador del proceso de horneado en productos de panificación.
- El batido de claras de huevo en la batidora industrial, se realizó por 5 minutos, para incorporar aire.
- En el segundo batido se mezclaron la margarina, aceite, azúcar, yemas de huevo y esencia, el batido tuvo el objetivo de homogenizar la mezcla, el cual fue por 5 minutos.
- Se realizó la mezcla de grasas, huevo, azúcar, premezcla de harinas y agua, hasta conformar una masa suelta, la cual fue mezclada en velocidad lenta con las claras batidas, para mantener la cantidad de aire incorporado en los batidos.

- Se realizó el enlatado de la masa en moldes, con pesos promedio de 430±5g.
- El horneado se realizó a una temperatura de 205°C por 45 minutos, hasta lograr una humedad óptima que garantice el tiempo de vida del producto terminado.
- Una vez cocido el queque, el mismo se enfría a temperatura ambiente.
- Para resguardar la inocuidad del producto el mismo fue envasado en materiales de uso alimentario.

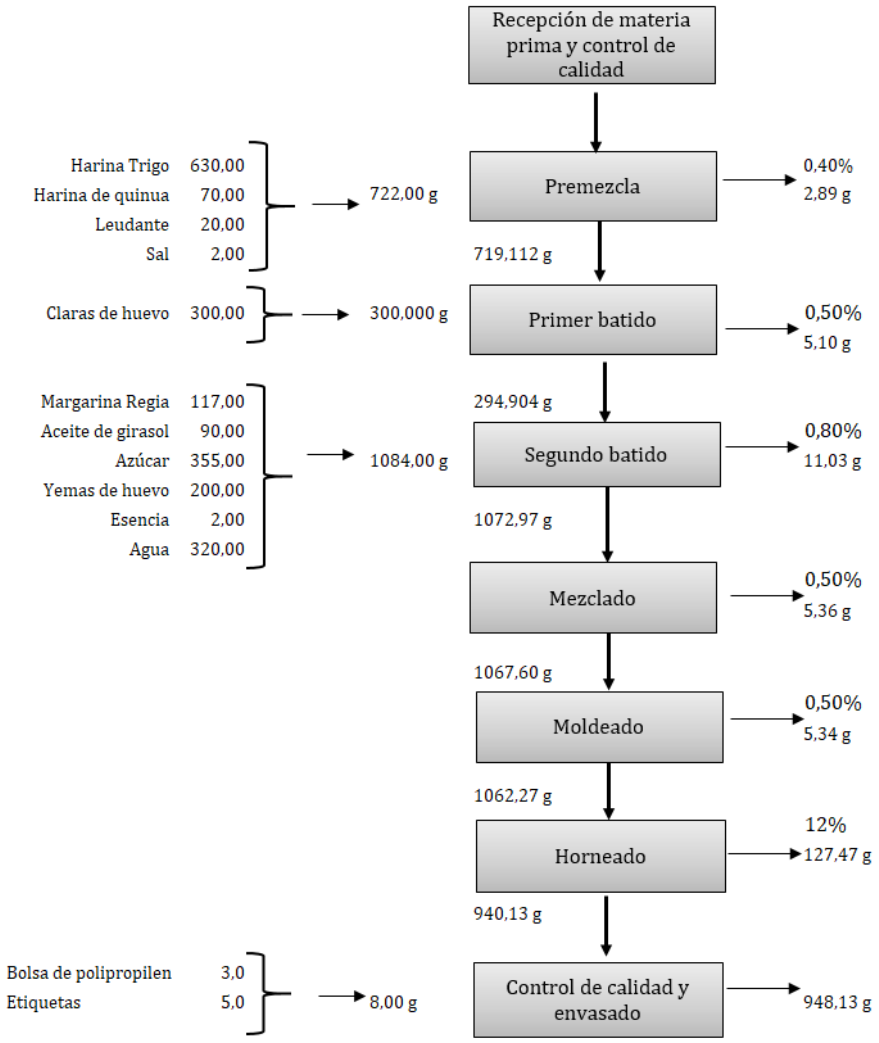

Figura 1. Diagrama de proceso y balance másico de queque fortificado con harina de quinua.

Para determinar el rendimiento de producción se utilizó información del proceso de elaboración de queques y su balance másico, donde se analizó el flujo de material en cada actividad y operación unitaria. El rendimiento de producción de producto terminada (940,13g), respecto del peso de masa bruto (1062,27g) fue de 89%.

Análisis sensorial de tres tratamientos con panelistas entrenados

El análisis sensorial fue realizado para tres tratamientos con formulaciones de pre mezclas de harinas diferenciadas en peso de harina de trigo y quinua, se realizó la evaluación sensorial en la Carrera de Ingeniería en Producción y Comercialización Agropecuaria, con el apoyo de un panel entrenado para el efecto. La boleta de evaluación fue diseñada considerando parámetros sensoriales importantes en la calidad organoléptica de los queques, tales como el sabor característico a quinua en el producto, la textura por la combinación de harinas, el

olor característico a quinua, el color y apariencia del producto y el dulzor (atributo complementario al sabor). Se utilizó una escala hedónica de evaluación.

Tabla 6. Respuestas de prueba afectiva hedónica.

	T1 10% harina de quinua					T2 15% harina de quinua					T3 20% harina de quinua				
Panelista	Sabor	Textur	Olor	Color	Dulzor	Sabor	Textur	Olor	Color	Dulzor	Sabor	Textur	Olor	Color	Dulzor
1	5	6	6	6	6	6	5	6	6	6	6	5	5	5	6
2	6	6	6	6	6	5	5	6	5	6	5	5	6	5	6
3	6	6	5	6	6	6	6	5	6	5	6	6	5	6	5
4	5	6	6	6	5	5	5	6	6	6	5	5	4	6	6
5	6	6	6	6	7	6	6	6	6	6	5	6	5	6	6
6	6	6	5	4	6	6	4	4	4	6	6	4	6	4	6
7	6	6	5	6	6	6	6	5	5	6	6	6	5	5	6
8	6	7	6	7	6	5	7	6	6	6	5	6	6	5	6
9	6	6	5	5	5	6	6	5	6	5	5	6	5	6	5
10	6	5	5	5	6	5	6	6	5	6	5	5	5	5	6
11	6	6	6	5	6	6	6	6	6	6	4	6	6	6	6
12	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	5	6	5	6	6
13	7	6	6	3	4	4	6	4	4	5	4	6	4	4	6
14	6	6	6	6	5	5	6	6	6	6	5	6	6	6	5
15	4	6	6	5	6	5	5	5	6	5	5	6	5	6	6
Suma	87	90	85	82	86	82	85	82	83	86	77	84	78	81	87
Prom.	5,80	6,00	5,6	5,47	5,73	5,47	5,67	5,4	5,53	5,73	5,13	5,60	5,2	5,40	5,80
D. Est.	0,68	0,38	0,4	0,99	0,70	0,64	0,72	0,7	0,74	0,46	0,64	0,63	0,6	0,74	0,41

Nota. Suma: sumatoria; Prom.: promedio; D.Est.: desviación estándar.

En la Tabla se aprecia que el tratamiento de mejor aceptación sensorial fue el que tenía menor cantidad de harina de quinua (90% de harina de trigo y 10% de harina de quinua), los panelistas coincidieron en que el sabor, textura y olor eran los mejores para el primer tratamiento. El de menor aceptación sensorial fue el tratamiento con mayor cantidad de harina de quinua. La evaluación permitió conocer las percepciones de los catadores que podrá apoyar en la toma de decisiones para el lanzamiento de productos desarrollados al mercado. De los resultados obtenidos en la evaluación sensorial, se tiene la siguiente Figura 2, que resume los promedios de los parámetros sensoriales evaluados, donde se aprecia que el tratamiento 1 es el de mejor aceptación.

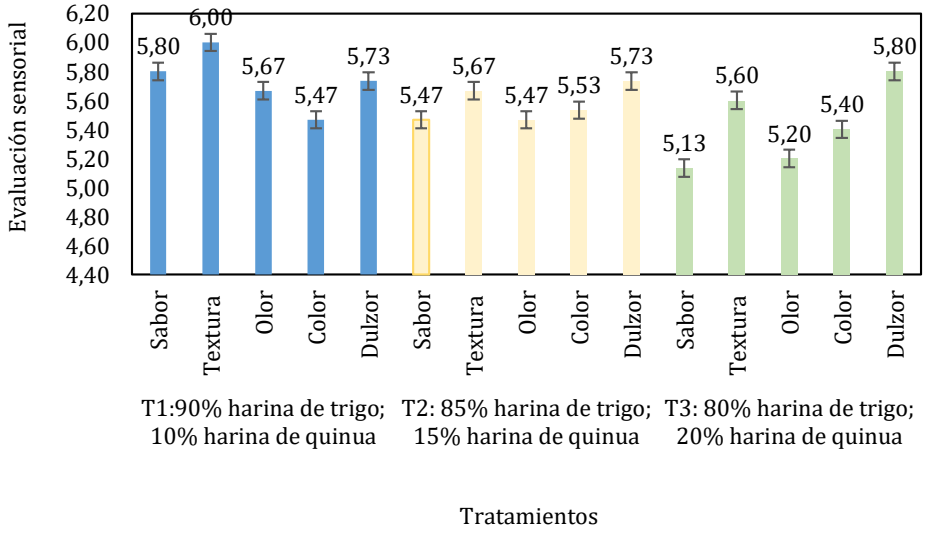

Figura 2. Evaluación sensorial de queque fortificado con harina de quinua.

Con el fin de evaluar las diferencias de sabor, olor y textura por la suplementación con harina de quinua en los tratamientos desarrollados, respecto a la percepción sensorial de los evaluadores, se analizaron los puntajes numéricos para cada tratamiento, utilizando análisis de varianza (ANOVA), para determinar si existen

diferencias significativas en el promedio de los puntajes asignados a los tratamientos. En el análisis de ANOVA, la varianza de las medias entre tratamientos se comparó con la varianza dentro de la muestra (llamada también error experimental aleatorio). Mediante el software Minitab 18, se realizó el cálculo del valor de F, el cual se comparó con el valor de tablas $F_{(2,42)} = 3.22$, a un nivel de significancia de 0.05.

Respecto a la prueba hedónica de sabor, el F calculado es mayor que el F de tablas, por lo que existe una diferencia significativa entre los puntajes hedónicos promedio, lo que indica que el porcentaje de harina de quinua utilizado influyó en el sabor del queque fortificado.

Tabla 7. Análisis de varianza para la prueba hedónica de sabor.

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	3,38	2	1,69	3,59	0,04	3,22
Dentro de los grupos	19,73	42	0,47			
Total	23,11	44				

Respecto a la prueba hedónica de olor, el F calculado es menor que el F de tablas, por lo que no existe una diferencia significativa entre los puntajes hedónicos promedio, lo que indica que el porcentaje de harina de quinua utilizado no influyó en el sabor del queque fortificado. Se formularon los productos con el fin de ofertar productos palatables en sabor, que sean de aceptación de los consumidores.

Tabla 8. Análisis de varianza para la prueba hedónica de olor.

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	1,24	2	0,62	1,02	0,37	3,22
Dentro de los grupos	25,73	42	0,61			
Total	26,98	44				

Respecto a la prueba hedónica de textura, el F calculado es menor que el F de tablas, por lo que no existe una diferencia significativa entre los puntajes hedónicos promedio, lo que indica que el porcentaje de harina de quinua utilizado no influyó en la textura del queque fortificado.

Tabla 9. Análisis de varianza para la prueba hedónica de textura.

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	1,24	2	0,62	1,26	0,29	3,22
Dentro de los grupos	20,67	42	0,49			
Total	21,91	44				

Por los resultados descritos se concluye que la cantidad de harina de quinua utilizada para fortificar los queques influye en un atributo importante como es el sabor, aspecto por el cual se elige al tratamiento T1, con 10% de harina de quinua como el de mejor aceptación sensorial.

Comparación del contenido nutricional de proteínas y humedad optima del queque fortificado con harina de quinua y un queque sin fortificar

Los parámetros evaluados fueron la humedad y proteína del tratamiento de mejor aceptación sensorial y un tratamiento testigo que no contiene harina de quinua, con el fin de comparar la diferencia en el contenido de proteínas. Las muestras fueron enviadas a INLASA, con los siguientes resultados:

Tabla 10. Determinación de proteínas.

Muestra	Unidad	Resultado	Método de ensayo	Límite
Queque sin fortificación	g/100g	9,35	ISO 20483-2013(Modificado)	Sin límite de referencia
Queque fortificado con harina de quinua	g/100g	10,53	ISO 20483-2013(Modificado)	Sin límite de referencia

Nota. Informe de ensayo INLASA.

De los resultados se puede apreciar que la fortificación del queque con harina de quinua, incrementa la proteína disponible en el producto terminado, considerando que la calidad nutricional de un producto depende de la cantidad y calidad de sus nutrientes. Los aminoácidos esenciales (AAE) son aquellos que no pueden ser sintetizados por el organismo y deben ser ingeridos a través de la dieta, según (Rojas et al., 2016), los porcentajes de proteína reportados en 13 variedades y 2 líneas de quinua, oscilan entre 12,36 a 18,20%, considerando que estos porcentajes de proteína dependen del contenido de aminoácidos esenciales, en el estudio se han reportado 8 aminoácidos presentes en las variedades (leucina, lisina, valina, fenilalanina, isoleucina, treonina, metionina y triptófano), lo cual ratifica la excepcional calidad y ventaja comparativa nutricional que tiene la proteína de la quinua respecto a otros granos y cereales, en especial la lisina, que es el aminoácido limitante en la mayoría de los cereales, el contenido varió de 42 a 53,3 mg/g de proteína.

Respecto a la humedad del queque, la misma es considerada un parámetro importante de control, ya que garantiza la vida útil del producto, en el desarrollo de micro organismos que pueden generar enfermedades transmitidas por alimentos, debido a la actividad de agua en el producto. Ochoa (2017), refiere que el contenido de humedad de la miga de muffins oscila entre 19.2-20.9 %. El parámetro de humedad óptimo debe controlarse para garantizar la calidad microbiológica del producto.

Tabla 11. Determinación de humedad.

Muestra	Humedad (%)	Método de ensayo
Queque sin fortificación	14.29	Termogravimetría
Queque fortificado con harina de quinua	13.53	Termogravimetría

Costo de producción del producto desarrollado

El término “fortificación orientada por el mercado” se aplica a situaciones en las que el fabricante de alimentos parte de una motivación comercial para agregar cantidades específicas de uno o más nutrientes a los alimentos procesados de forma voluntaria, en estos casos se debe combinar la mejora de la calidad nutricional del queque cuidando el costo de producción del mismo, el cual pueda ser competitivo y accesible para los consumidores. Al respecto del costeo del producto, en sus costos variables a nivel de investigación se ha estimado que el mismo asciende a Bs.8.31 por una unidad de 470 g, mismo que podría variar en economías de escalas de producción industriales, debido a los indicadores de productividad que son parte del proceso productivo.

Tabla 12. Planilla de costos de producción directos.

Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario (Bs/u)	Total (Bs)
Materias primas e insumos				13,15
Harina	kg	0,63	5,11	3,22
Harina de quinua	kg	0,07	30,00	2,10
Azúcar	kg	0,36	4,00	1,42
Aceite	kg	0,09	10,00	0,90
Margarina	kg	0,12	12,67	1,48
Leudante	kg	0,02	22,00	0,44
Huevos	kg	0,25	14,00	3,50
Agua	kg	0,32	0,20	0,06
Esencia	kg	0,002	125,00	0,02
Sal	kg	0,002	1,00	0,002
Materiales indirectos				0,68
Bolsa para envase	Piezas	2	0,14	0,28
Etiquetas	Piezas	2	0,2	0,40
Mano de obra				2,00
Operario	H-H	0,2	10	2,00
Suministros				0,57
Energía eléctrica	KWH	0,4	0,8	0,32
Gas	kg	0,1	2,5	0,25
Total costos directos de producción				16,63
cantidad producida (unidades de 470 g)				2
Precio unitario (Bs/u)				8,31

CONCLUSIONES

Se ha estandarizado el proceso de producción del queque fortificado con harina de quinua, considerando los parámetros técnicos de control de proceso, balance másico, rendimiento de producción y factores tecnológicos que caracterizan al proceso productivo en la planta de panificación de la Carrera de Ingeniería en Producción y Comercialización Agropecuaria.

Se realizó el análisis sensorial de tres tratamientos diferenciados en el porcentaje de suplementación de harina de trigo por harina de quinua, con panelistas entrenados, mediante el método de evaluación hedónico, quienes resaltaron las características sensoriales del tratamiento con 10% de harina de quinua y 90% de harina de trigo; al respecto de la evaluación estadística del análisis de varianzas, se verificó que existe diferencia significativa en el parámetro sensorial de sabor en los tres tratamientos, lo que no se da en los parámetros de olor, color y textura.

Se determinaron los parámetros de humedad y proteínas del queque fortificado. En el caso de la humedad la misma garantiza la calidad microbiológica del producto en su tiempo de vida útil. Respeto al contenido de proteínas se pudo apreciar que el queque fortificado con harina de quinua presenta mayor contenido de proteínas de excelente calidad, que contiene aminoácidos importantes para la dieta de los consumidores de alimentos saludables.

Según el alcance del trabajo, respecto a la calidad sensorial y nutricional del queque fortificado, se ha verificado diferencias significativas entre las muestras desarrolladas en los parámetros sensorial de sabor y la cantidad de proteínas de calidad presente en los productos, que les dan una ventaja comparativa, que se puede aprovechar desde el punto de vista comercial.

Se ha calculado el costo de producción del producto desarrollado, con el fin de analizar la producción masiva del producto y el beneficio económico que se podría generar, el cual, según costeo podría permitir excelentes oportunidades de generación de ingresos.

BIBLIOGRAFÍA

Codex Alimentarius. (1987). Principios generales para la adición de nutrientes esenciales a los alimentos-CAG/GL 09-1987.

El-Sohaimy, S. A., Shehata, M. G., Mehany, T., & Zeitoun, M. A. (2019). Nutritional, physicochemical, and sensorial evaluation of flat bread supplemented with Quinoa Flour. International Journal of Food Science, 2019, 1–15. https://doi.org/10.1155/2019/4686727

FDA. (1994). U.S. Food and Drug Administration. Center for Food Safety and Applied Nutrition. Dietary Supplement Health and Education Act (DSHEA). https://www.fda.gov/food/dietary-supplements/dietary-supplement-products-ingredients

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). (2011). La quinua: cultivo milenario para contribuir a la seguridad alimentaria mundial. https://www.fao.org/3/aq287s/aq287s.pdf

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). (2021). El estado mundial de la agricultura y la alimentación (SOFA). The State of Food and Agriculture 2021 (fao.org)

MINSA. (2017). Tablas peruanas de composición de alimentos.
https://repositorio.ins.gob.pe/xmlui/bitstream/handle/INS/1034/tablas-peruanas-QR.pdf?sequence=3&isAllowed=y

Naes T., Brockhoff P., & Tomic O. (2010). Statistics for Sensory and Consumer Science. This edition first published 2010 c 2010 John Wiley & Sons Ltd., 2010, P1. https://vdoc.pub/download/statistics-for-sensory-and-consumer-science-66vb1idh8660

Ochoa, J., & Betancur M. (2017). Effect of fumaric acid on the quality characteristics of muffins. Revista Lasallista de Investigación. DOI:10.22507/rli.v14n2a1

Pantoja-Tirado, L., Prieto-Rosales, G., & Aguirre Vargas, E. (2020). Caracterización de la harina de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) y la harina de tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) para su industrialización, 2010, 1-6.https://doi.org/10.46908/rict.v3i1.72

PDM Viacha. (2016). Gobierno Autónomo Municipal de Viacha, Plan de Desarrollo Municipal de Viacha. http://autonomias.gobernacionlapaz.com/sim/municipio/pdm/viacha2012-2016.pdf

Rojas, W., Vargas Mena, A., & Pinto Porcel, M. (2016). La diversidad genética de quinua: potenciales usos en el mejoramiento y agroindustria. Revista De Investigación E Innovación Agropecuaria Y De Recursos Naturales, 3(2), 7-14. http://riiarn.agro.umsa.bo/index.php/RIIARn/article/view/65

Rosas, G. (2002). Alimentos Nutricionalmente Mejorados. https://edoc.tips/download/alimentos-mejorados-y-fortificados_pdf/

Sampieri, R. (2014). Metodología de la Investigación. Mexico. Editorial Mc Graw Hill Education. Pp.92-97.

Servicio Nacional de Sanidad Agropecuaria e Inocuidad Alimentaria – SENASAG (2003). Resolución 019-2003. Requisitos Sanitarios de Elaboración, Almacenamiento, Transporte y Fraccionamiento de Alimentos y Bebidas de Consumo Humano.

Sotelo Méndez, A., Bernuy-Osorio, N., Vilcanqui Perez, F., Paitan Anticona, E., Ureña, M., & Vílchez-Perales, C. (2019). Galleta elaborada con harina de quinua, fibras del endospermo de tara y hojas de agave: Valor biológico y aceptabilidad global. Scientia Agropecuaria, 10(1), 73-78. http://dx.doi.org/10.17268/sci.agropecu.2019.01.08