

CALIDAD SENSORIAL Y CARACTERIZACIÓN FISICOQUÍMICA DEL ROLLO DE QUESO ELABORADO CON SUSTITUCIÓN PARCIAL DE HARINA DE TRIGO (*Triticum aestivum*) POR HARINA DE QUINUA (*Chenopodium quinoa* Willd.) Y SUERO DE LECHE

Sensory quality and physicochemical characterization of cheese roll made with partial substitution of wheat (*Triticum aestivum*) flour by quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) flour and whey

Sandra Patricia Monasterios Yapu¹

RESUMEN

El trabajo de evaluación sensorial y caracterización fisicoquímica se realizó como parte del protocolo de estandarización de productos del Centro de Investigación en Granos y Cereales con el fin de coadyuvar con los requerimientos nutricionales de la población consumidora y diversificar el uso de la harina de quinua en productos palatables. Se realizaron pruebas afectivas de preferencia del consumidor con el objetivo de desarrollar un rollo de queso agradable y nutritivo, sustituyendo parcialmente la harina de trigo por harina de quinua y enriqueciendo el producto con suero de leche. El estudio evaluó la calidad sensorial de cuatro tratamientos con diferentes proporciones de harina de trigo y harina de quinua: T1-5424 (44.66 y 2.35 %), T2-6424 (42.31 y 4.70 %), T3-7424 (39.96 y 7.05 %) y T4-8424 (37.61 y 9.40 %) del peso total de masa. Se estandarizó un proceso de elaboración para producir 15 rollos con peso de 450 g. Los resultados mostraron que no hubo diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos en atributos de sabor, color, olor y textura, según la percepción de 65 panelistas consumidores. Sin embargo, el tratamiento T3-7424 obtuvo mejor aceptación sensorial y se procedió a su caracterización fisicoquímica, resultando en 4.43 g/100g de proteínas, 33.96 g/100g de carbohidratos y 20.24 g/100g de grasas. Además, se comparó la disponibilidad de proteínas con un tratamiento sin harina de quinua, que tenía 4.02 g/100g, determinando así su ventaja comparativa respecto a la calidad de aminoácidos esenciales de la quinua. Con el fin de definir la competitividad del producto en el mercado se determinó el costo de producción directo unitario de 1.35 USD.

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

ABSTRACT

The sensory evaluation and physicochemical characterization work was carried out as part of the product standardization protocol of the Grains and Cereals Research Center, in order to meet the nutritional requirements of the consumer population and diversify the use of quinoa flour in palatable products. Affective consumer preference tests were carried out with the objective of developing a palatable and nutritious cheese roll, partially substituting wheat flour with quinoa flour and enriching the product with whey. The study evaluated the sensory quality of four treatments with different proportions of wheat flour and quinoa flour: T1-5424 (44.66 and 2.35 %), T2-6424 (42.31 and 4.70 %), T3-7424 (39.96 and 7.05 %) and T4-8424 (37.61 and 9.40 %) of the total dough weight. A manufacturing process was standardized to produce 15 rolls with a weight of 450 g. The results showed that there were no statistically significant differences between treatments in flavor, color, odor and texture attributes, as perceived by 65 consumer panelists. However, the T3-7424 treatment obtained better sensory acceptance and proceeded to its physicochemical characterization, resulting in 4.43 g/100g protein, 33.96 g/100g carbohydrate and 20.24 g/100g fat. In addition, protein availability was compared with a treatment without quinoa flour, which had 4.02 g/100g, thus determining its comparative advantage with respect to quinoa's essential amino acid quality. In order to define the competitiveness of the product in the market, the direct unit production cost of USD 1.35 was determined.

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

Artículo original

DOI: <https://doi.org/10.53287/qjhr6688gs78r>

Recibido: 21/03/2024

Aceptado: 25/06/2024

¹ Docente, Carrera 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

En los últimos años, los sistemas alimentarios han evolucionado con el objetivo de ofrecer alimentos más nutritivos y accesibles, contribuyendo así a la reducción de la inseguridad alimentaria y la malnutrición. Esta dinámica ha impulsado investigaciones orientadas al desarrollo de nuevos productos alimenticios con un mayor valor nutricional.

La quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) ha sido valorada durante siglos como un producto vital para la alimentación, al punto de considerarla como sagrada; es una semilla denominada pseudocereal, la cual es fuente de proteínas de alta calidad, en comparación con otros productos de grano refinado, los alimentos elaborados con quinua, generalmente tienen niveles más altos de fibra, ácidos grasos esenciales, antioxidantes y otros fitoquímicos, definidos como compuestos vegetales bioactivos, entre los beneficios para la salud de estos componentes, el contenido en fibra de la quinua, puede ayudar a controlar el apetito e inducir la saciedad (Sanchez, 2012).

La resiliencia de los sistemas agroalimentarios es la capacidad, a lo largo del tiempo, de hacer 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 capacidades de resiliencia de las cadenas de suministro de alimentos están determinadas por sus características estructurales y los atributos de los productos, que a menudo carecen de diversificación, normas de calidad e inocuidad, y economías de escala. Para abordar estos desafíos, es necesario fomentar la innovación y el desarrollo de productos nutritivos que satisfagan los requerimientos nutricionales de las personas.

El estudio de Elsohaimy et al. (2015) concluye que la proteína de quinua es una fuente nutritiva prometedora, lo que la convierte en una candidata ideal para su uso en suplementos alimenticios. La quinua es el principal pseudocereal libre de gluten que contiene todos los aminoácidos esenciales, así como ácidos grasos oleico, linoleico y linoléico, fundamentales para el crecimiento y desarrollo de niños y jóvenes (García-Parra et al., 2018).

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”.

Se han investigado el uso de harina y hojuelas de quinua en productos de panificación como panes y galletas. Sin embargo, no existe un estudio específico que destaque las ventajas comparativas de los niveles de proteínas en rollos de queso mejorados nutricionalmente con harina de quinua en lugar de harina de trigo (*Triticum aestivum*).

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).

El lactosuero es un producto lácteo obtenido de la separación del coágulo de la leche, durante la elaboración del queso, mediante la acción de enzimas del cuajo (renina), obtenido del Centro de Investigación de Lácteos. Las proteínas de este subproducto desempeñan un importante papel nutritivo como fuente de aminoácidos

esenciales (Ha y Zemel, 2003; Ibrahim et al., 2005). En productos de panificación juega un rol de emulsificante y facilita el batido.

Bajo estos antecedentes, el objetivo general es evaluar la calidad sensorial y fisicoquímica del rollo de queso elaborado con sustitución parcial de harina de trigo por harina de quinua y suero de leche, con los siguientes objetivos específicos: a) estandarizar el proceso de elaboración de rollo de queso elaborado con sustitución parcial de harina de trigo por harina de quinua y suero de leche, b) realizar el análisis sensorial de cuatro tratamientos con panelistas consumidores, c) realizar la caracterización fisicoquímica del rollo de queso elaborado con sustitución parcial de harina de trigo por harina de quinua y rollo que no tenga sustitución de harina de quinua y d) calcular el costo de producción variable del producto desarrollado.

La hipótesis del estudio es que no hay diferencia significativa en la calidad sensorial de los tratamientos de rollo de queso elaborado con sustitución parcial de harina de trigo por harina de quinua y suero de leche.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización

El desarrollo del producto se realizó en el Centro de Investigación en Transformación de Granos y Cereales de la Carrera de Ingeniería en Producción y Comercialización Agropecuaria, municipio de Viacha de la provincia Ingavi del departamento de La Paz (Bolivia), se encuentra 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 3 876 m s.n.m. (PDM Viacha, 2016). Las pruebas analíticas fueron realizadas en el Instituto de Servicios de Laboratorio de Diagnóstico Investigación en Salud – SELADIS.

Materiales

Las materias primas utilizadas fueron harina de trigo fortificado 000 (El Trigal de Oro, Molino Andino S.A.) y harina de quinua 000 (Anapqui). Los insumos fueron fécula de maíz, azúcar, manteca, leudante químico, huevos, agua, suero dulce de leche, esencias y sal. Los equipos y utensilios utilizados en el Centro de Investigación en Granos y Cereales fueron, un horno con capacidad de 12 bandejas y quemador a gas; una batidora mezcladora con capacidad de 25 litros (potencia de motor 1.1 KW); una amasadora con capacidad de 12 kg, entrada nominal de 1.1 kW y velocidad de rotación del eje 185 revoluciones por minuto; una laminadora para masa de espesor variable; una balanza analítica; tamices para harinas; determinador de humedad; pirómetro; fuentes de acero inoxidable y mesas de acero inoxidable.

Metodología

De acuerdo al nivel de investigación y profundidad de conocimiento, el trabajo realizado es descriptivo, debido a que se analizó el proceso tecnológico de elaboración de rollo de queso elaborado con sustitución parcial de harina de trigo por harina de quinua y suero de leche, el cual 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 producto.

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 fisicoquímicos, 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 (Abril, 2024).

Formulación para la elaboración de rollo de queso fortificado

Se realizaron dosificaciones para cuatro tratamientos, donde se variaron las cantidades de harina de trigo y quinua (Tabla 1). Para la dosificación, base de los tratamientos, se desarrollaron tres métodos y dosificaciones diferentes, los cuales fueron sujetos de evaluación sensorial en un grupo interno. El método y dosificación ganador fue la base experimental para la evaluación sensorial. Según Lozano (2022), se desarrollaron cuatro tratamientos con sustitución parcial de harina de quinua de 0, 30, 40 y 60 %, siendo el ganador el que no tenía quinua, seguido por el de 30 %, bajo esta experiencia se tomó la decisión de manejar bajos porcentajes de sustitución, con el fin de desarrollar un producto de aceptación sensorial.

Tabla 1. Formulaciones en porcentaje de tratamiento de rollo de queso elaborado con sustitución parcial de harina de trigo por harina de quinua.

Materias primas e insumos	Tratamiento Testigo (%)	Tratamiento 1-5424 (%)	Tratamiento 2-6424 (%)	Tratamiento 3-7424 (%)	Tratamiento 4-8424 (%)
Harina de trigo	47.01	44.66	42.31	39.96	37.61
Harina de quinua	0.00	2.35	4.70	7.05	9.40
Fécula de maíz	4.70	4.70	4.70	4.70	4.70
Manteca	14.10	14.10	14.10	14.10	14.10
Leudante químico	1.88	1.88	1.88	1.88	1.88
Azúcar	8.46	8.46	8.46	8.46	8.46
Huevos enteros	5.41	5.41	5.41	5.41	5.41
Yemas de huevo	1.88	1.88	1.88	1.88	1.88
Agua	7.52	7.52	7.52	7.52	7.52
Suero	8.23	8.23	8.23	8.23	8.23
Esencia	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09
Sal	0.71	0.71	0.71	0.71	0.71
Peso total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

Estandarización del proceso elaboración de rollo de queso con sustitución parcial de harina de trigo por harina de quinua

El proceso de elaboración del producto contempla las siguientes actividades y operaciones unitarias:

- Recepción de materiales y control de calidad: se siguen las buenas prácticas de manufactura según la NB 324 (2013), priorizando la elección de proveedores con certificación de Registro Sanitario, que cumplan con las normas de seguridad alimentaria.
- Pesado de materiales: durante el pesado de las materias primas e insumos, se realiza una inspección visual, que incluye la revisión de apariencia, etiquetado y fecha de vencimiento. El cumplimiento de estándares y la documentación detallada de materias primas garantizan la trazabilidad y la seguridad de los productos finales.
- Premezcla en seco: La premezcla se realizó en la batidora industrial, se adicionaron los porcentajes de harina de trigo, harina de quinua, leudante químico y fécula de maíz, según lo referido en la Tabla 1. La utilización de una premezcla de ingredientes secos simplifica el proceso de elaboración del producto y mejora su textura mediante la aireación y distribución uniforme de las materias primas e insumos secos en la masa.
- Mezcla (arenado): con el objetivo de desarrollar una textura ligera y delicada en el producto final, se incorpora la grasa de manera uniforme en la premezcla, formando pequeñas partículas que se distribuyen por toda la mezcla.

- Mezcla de insumos líquidos: se procede con el pesado y mezclado de los huevos, suero dulce de leche y agua; al cual se añaden el azúcar y sal para su dilución y homogenización.
- Mezcla de masa: se realiza la mezcla de insumos secos y húmedos para formar una masa uniforme, este proceso es fundamental para lograr una textura y sabor adecuados en el rollo de queso.
- Laminado y formado: se realiza el laminado en una máquina laminadora para masas con un espesor de 0.4 cm, las masas laminadas pasan a colocado de queso y formado del rollo.
- Relleno: se coloca el relleno de queso, que consiste en una mezcla de queso rallado y claras de huevo.
- Horneado: se realiza a una temperatura de 170 °C por 45 minutos, hasta lograr una humedad óptima que garantice el tiempo de vida útil del producto terminado.
- Enfriado: los rollos son enfriados por cuatro horas, a temperatura ambiente, en ambiente seco e inocuo.
- Envasado: para resguardar la inocuidad del producto se envasa en materiales de uso alimentario, con un peso de 450 g +/-5 %.

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

$$\text{Rendimiento (\%)} = \frac{\text{Peso neto de producto terminado (kg)}}{\text{Peso bruto de masa cruda (kg)}} \cdot 100 (\%) \quad (1)$$

Análisis sensorial de cuatro formulaciones con panelistas consumidores

Se creó un protocolo para la preparación uniforme de muestras, asegurando la calidad sensorial y minimizando la posibilidad de enmascarar diferencias entre los tratamientos analizados. Ante la creciente demanda de consumidores que buscan productos rápidos, saludables y nutritivos, se están llevando a cabo numerosas investigaciones tanto a nivel industrial como en centros de investigación. Estas investigaciones se centran en el desarrollo de mezclas de productos utilizando materias primas de origen vegetal. El objetivo principal es aprovechar los efectos de complementación proteica para obtener beneficios significativos en la salud humana (Auquiñivin y Castro, 2015). Esto permite analizar cómo el proceso y la formulación afectan en la aceptación del alimento. La organización de estas evaluaciones incluye la selección de atributos, diseño de instrumentos, tipo de prueba y elección de panelistas, adaptándose a la naturaleza del alimento y su público objetivo. El número de panelistas necesario varía según el tipo de evaluación (Anzaldúa, 2005). Se aplicó una prueba afectiva hedónica, que es de frecuente uso en el ámbito industrial e investigación, con 65 panelistas consumidores habituales o potenciales sin entrenamiento en técnicas sensoriales y sin ninguna relación con el proceso o investigación. Según la NB/ISO 11056 (2010), los paneles de consumidores, deben ser de al menos 50 personas y a menudo son más. En la prueba afectiva, la escala hedónica consideró las siguientes ponderaciones: me gusta mucho (5); me gusta (4); me es indiferente (3); me gusta poco (2) y no me gusta (1).

Según Meilgaard et al. (2016), en un alimento se deben considerar atributos sensoriales que caractericen al producto, de forma general se recomiendan color, olor, sabor, textura y otros complementarios. La boleta de evaluación fue diseñada considerando parámetros sensoriales importantes en la calidad organoléptica del rollo de queso, tales como el sabor característico del producto, el dulzor (atributo complementario al sabor), la textura por la combinación de harinas, traducido en la esponjosidad del producto, el olor característico a rollo de queso, color y apariencia del producto y la cantidad de queso.

El protocolo utilizado consideró los pasos generales, sugeridos por Lawless y Heymann (2018):

- Definición de objetivos de la evaluación sensorial, respecto a la comparación de tratamientos.
- Selección del panel de evaluación sensorial, para la selección del panel se siguieron los lineamientos establecidos en las normas NB/ISO 8586-1 (2004) e NB/ISO 8586-2 (2010), que indican mínimo

60 evaluadores por grupo de consumidores para apreciación de un producto por preferencia hedónica, así mismo se siguió la recomendación de la norma NB/ISO 11056 (2010), de metodología de análisis sensorial que indica que para un ensayo clásico de consumidores se debe considerar al menos 50 evaluadores. En la investigación se trabajó con 65 panelistas.

- Diseño del experimento, mediante el método afectivo, y planificación del orden de presentación de las muestras.
- Preparación de las muestras de evaluación sensorial de los cuatro tratamientos, empacados en bolsas de polipropileno con su respectiva codificación.
- Conducción de la evaluación y entrega de los cuatro tratamientos codificados a los panelistas, acompañado de un vaso de agua.
- Evaluación sensorial de los tratamientos registrados en hoja de cateo.
- Tabulación y análisis estadístico de los datos.
- Interpretación de datos y reporte de resultados.

Se llevó a cabo un análisis de varianza para evaluar estadísticamente los cuatro tratamientos desarrollados en el estudio. La ANOVA es una técnica estadística utilizada para determinar si existen diferencias significativas entre las medias de más de dos muestras o grupos de muestras en un mismo diseño experimental. Según Ochoa (2016), la ANOVA descompone la variación total de los resultados experimentales en fuentes de variación independientes, atribuibles a cada uno de los efectos presentes en el diseño experimental.

Con el fin de evaluar las diferencias de sabor, color, olor y textura por la sustitución 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.

Caracterización fisicoquímica

Se evaluó el contenido de proteínas de la muestra del tratamiento de mejor aceptación sensorial con sustitución parcial del 15 % de harina de quinua y el tratamiento testigo sin harina de quinua. Para la evaluación de proteínas, la muestra se envió al Instituto de Servicios de laboratorio de Diagnóstico Investigación en Salud-SELADIS. El informe remitido por SELADIS, indicó que el método de ensayo para la determinación de proteínas fue Kjeldahl, para carbohidratos Fehling y para grasas se usó el método Barshall.

Estimación de costos de producción

En el costeo variable o directo solo se consideran como costos del producto aquellos que varían junto con el nivel de producción (Horngren et al., 2012). Se consideran en el costeo materiales directos (materias primas e insumos), materiales indirectos de envasado y empaques, salarios directos pagados en función a la mano de obra requerida para la cantidad producida, suministros de energía eléctrica, gas, agua y otros servicios requeridos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Estandarización del proceso de elaboración de rollo de queso elaborado con sustitución parcial de harina de trigo por harina de quinua y suero de leche

El proceso productivo se ha estandarizado mediante un diagrama de proceso, descrito en la Figura 1, donde se aprecia la secuencia de las operaciones unitarias y actividades del proceso productivo, así como el balance de masa para el tratamiento de mejor aceptación sensorial. Se han definido parámetros de control que se deben controlar en el desarrollo del proceso productivo. En la recepción de materiales es crucial evaluar la calidad fisicoquímica de las harinas utilizadas en la formulación y elaboración del producto, especialmente en cuanto a su contenido de proteínas y otros parámetros nutricionales (Tabla 2). Ambas harinas cumplieron con los requisitos mínimos establecidos por las normas bolivianas para cada producto.

Tabla 2. Requisitos Fisicoquímicos y nutricionales de harina de quinua.

Parámetros nutricionales de harina de quinua	Unidad u/100g	ANAPQUI Asociación Nacional de Productores de Quinua	Harina de quinua NB NA 0077	LA SUPREMA Trigal de oro	Harina de trigo NB 680
Valor energético	Kcal	396.00		340.00	
Proteínas	g	13.74	Min 10.00 %	11.00	Min 8.00 %
Grasa	g	6.74	Min 4.00 %	0.40	
Carbohidratos	g	68.41		60.00	
Calcio	Mg	38.95		38.00	
Hierro	Mg	3.02		30.00	

Con base en información nutricional declarada en envase de harina de quinua (ANAPQUI) y requisitos fisicoquímicos NB/NA 007 (2016) y NB 680 (2016).

La sustitución parcial de harina de trigo por harina de quinua se realizó con el fin de mejorar la calidad nutricional del producto respecto a la disponibilidad de proteínas de mejor calidad, al respecto en la Tabla 2 se aprecia que la harina de quinua presenta 13.74 % de proteínas y la harina de trigo 11.00 %, sin embargo, una de las ventajas comparativas en la harina de quinua es la mayor presencia de algunos aminoácidos esenciales, a los cuales no los puede producir el cuerpo. En consecuencia, deben provenir de los alimentos (Mao et al., 2014; Murphy y Matanguihan, 2015), por lo cual la importancia de la sustitución de harina trigo por quinua.

Tabla 3. Contenido de aminoácidos.

Aminoácidos	Harina de quinua 2010 (g)	Harina de trigo (g)
Acido aspártico*	0.84	0.49
Ácido glutámico*	1.47	4.17
Serina*	0.11	0.56
Histidina**	0.90	0.25
Glicina*	0.66	0.42
Treonina**	0.35	0.32
Arginina*	0.89	0.42
Alanina*	0.48	0.37
Tirosina*	0.09	0.28
Valina **	0.28	0.49
Metionina **	0.56	0.17
Cistina*	0.11	0.30
Isoleucina **	0.04	0.44
Leucina **	0.43	0.84
Fenilalanina **	0.71	0.58
Lisina **	0.43	0.25
Prolina*	0.60	1.39

Fuente: Bergesse et al. (2015). * Aminoácidos por 100 g de producto; **Aminoácidos esenciales.

Se realizó la caracterización del suero dulce, proveniente de la elaboración de queso fresco, mediante un analizador de leche-lactoscan (proteína 3.11 %, pH 6.8 que corresponde a suero dulce), los parámetros son similares a los que reporta Romero (2004).

- La premezcla en seco de la harina de trigo, quinua, leudante y fécula de maíz se realizó a velocidad lenta en la batidora por dos minutos; se utilizó fécula de maíz para tener una harina “floja”, con bajo contenido de gluten, en la misma se incorporó manteca para que envuelva las proteínas de la harina, lo que limita la activación del gluten y mejora la textura del producto (Felder, 2013).
- Mezcla líquida: se obtuvo una disolución parcial de suero dulce, agua, azúcar y sal, la misma asegura que la textura del producto horneado sea uniforme y suave, los cristales de azúcar no disueltos pueden generar una textura arenosa, así mismo, el azúcar disuelto se carameliza más fácilmente durante el horneado, mediante una descomposición térmica y una reacción química entre aminoácidos y azúcares reductores (reacción de Maillard), esto contribuye al color dorado y al desarrollo de sabores complejos en la corteza de los rollos de queso. Billaud et al. (2003). A la disolución se añadieron los huevos para crear una mezcla homogénea mediante la lecitina que es un agente emulsionante de las yemas de huevo, usado para mejorar la retención de humedad (Galozu et al., 2020).
- Mezclado: se realizó la mezcla de insumos secos y húmedos en el equipo de amasado a velocidad lenta por tres minutos, para formar una masa uniforme, este proceso es fundamental para lograr una textura y sabor adecuados en el rollo de queso, la mezcla no debe ser amasada, para evitar la activación del gluten.
- Laminado: se realizó el pesado de 400 g de masa por cada rollo, el laminado fue en una laminadora para masas con un espesor de 0.5 cm, las masas laminadas pasan a colocado de queso y formado del rollo.
- Formado y relleno: en la masa laminada se coloca el relleno de queso, que consiste en una mezcla de queso rallado y claras de huevo (70 % de queso fresco y 30 % de claras de huevo).
- Horneado: se horneó a una temperatura de 170 °C por 45 minutos, hasta lograr una humedad óptima que garantice el tiempo de vida útil del producto terminado.
- Enfriado: los rollos son enfriados por cuatro horas, a temperatura ambiente, en ambiente seco e inocuo, se mide la humedad del producto, la cual debe estar con el 15 % más un rango de tolerancia.
- Envasado: para resguardar la inocuidad del producto se envasa en materiales de uso alimentario, con un peso de 450 g +/-5 %.

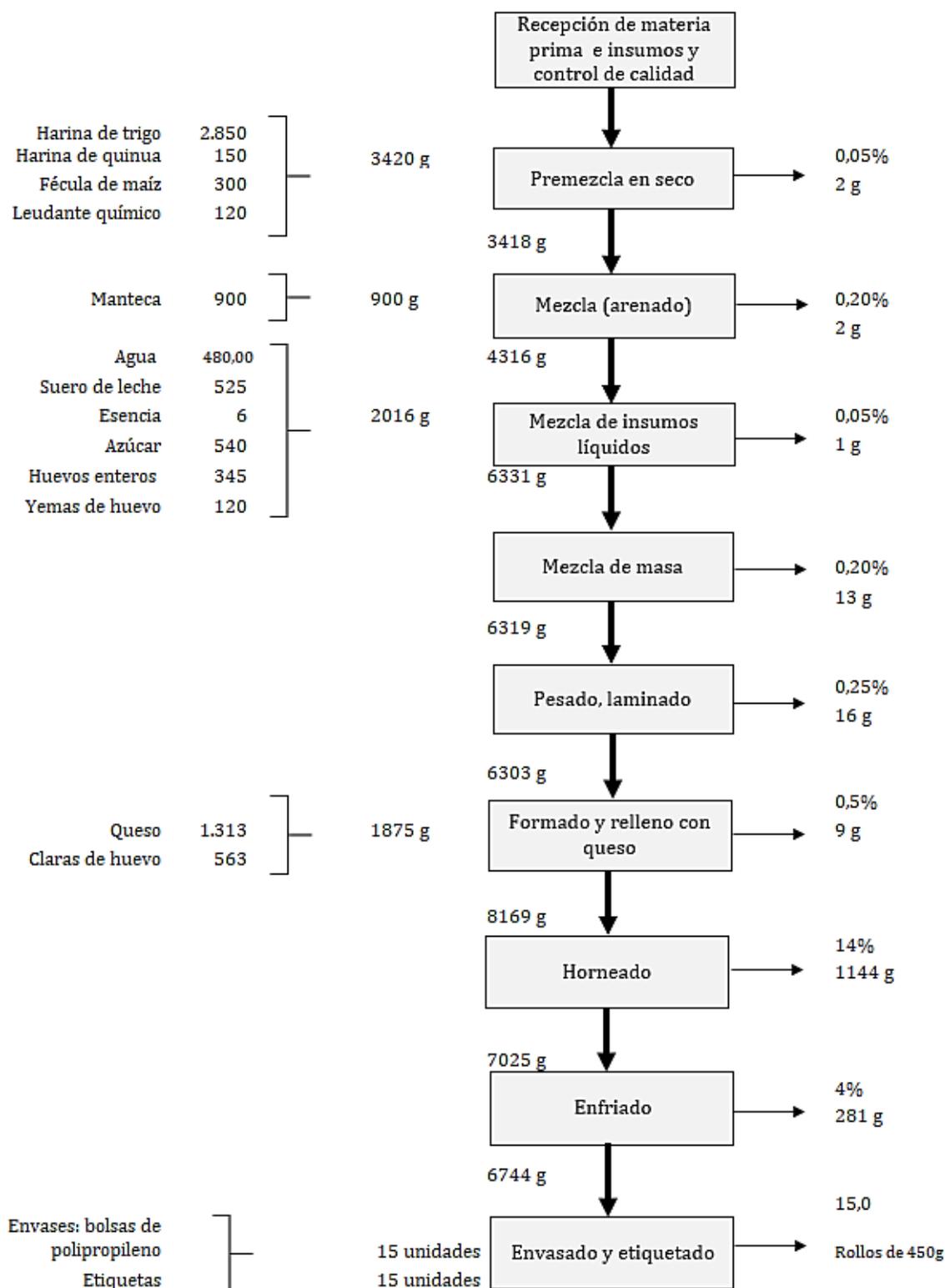


Figura 1. Diagrama de proceso y balance másico de rollo de queso elaborado con sustitución parcial de harina de trigo por harina de quinua y suero de leche.

Para determinar el rendimiento de producción se utilizó información del proceso de elaboración de rollo de queso y su balance másico, donde se analizó el flujo de material en cada actividad y operación unitaria. El rendimiento de producción de producto terminado (6 744 g), respecto del peso de masa bruto (8 169 g) fue de 83 %.

Análisis sensorial de cuatro tratamientos con panelistas consumidores

El análisis sensorial fue realizado para cuatro 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 y en el espacio de comercialización denominado “Chiqui market”, con el apoyo de un panel de 65 consumidores.

En la Tabla 4 y Figura 2 se aprecia que no existe mucha diferencia en la apreciación sensorial de los consumidores respecto a los tratamientos propuestos, sin embargo, de la suma de puntajes asignados el tratamiento de mejor aceptación sensorial fue el tratamiento 3-7424 (85 % de harina de trigo y 15 % de harina de quinua). La evaluación permitió conocer las percepciones de los panelistas que podrá apoyar en la toma de decisiones para el lanzamiento del tratamiento 3-7424 al mercado. La Figura 2, resume los promedios de los parámetros sensoriales evaluados, donde se ve similitud de aceptación para los cuatro tratamientos, esto se esperaba, debido a las bajas cantidades de sustitución utilizadas, en comparación a Lozano (2022).

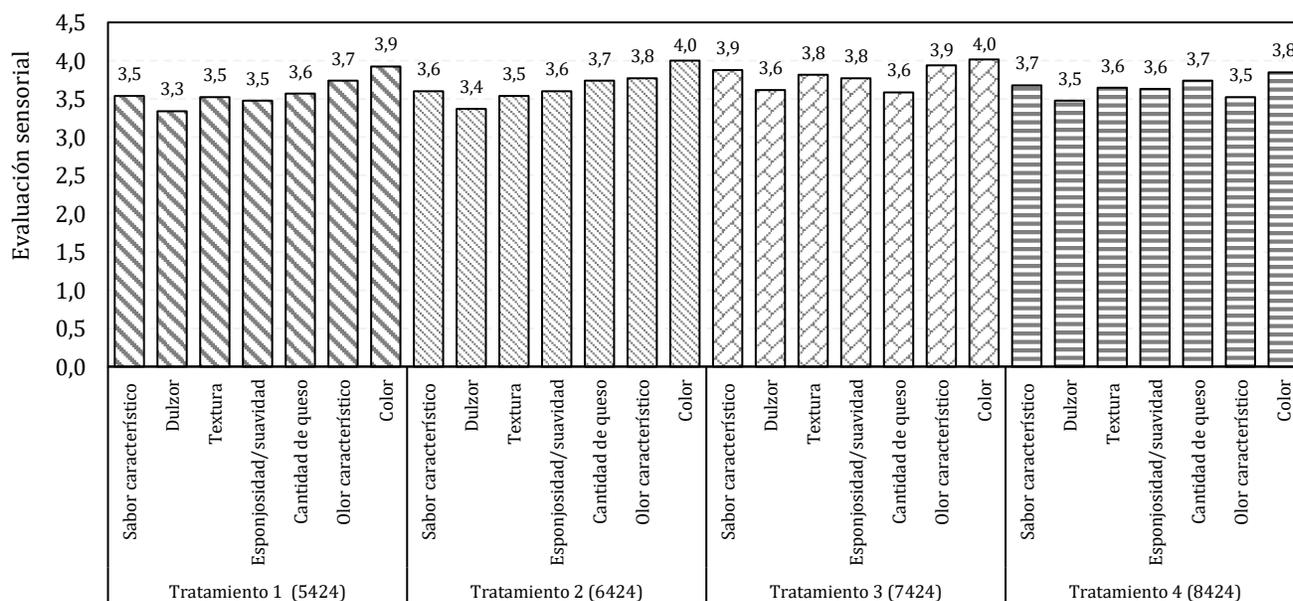


Figura 2. Evaluación sensorial de rollo de queso con sustitución parcial de harina de trigo por harina de quinua y suero de leche.

Tabla 4. Respuestas de prueba afectiva hedónica.

Consumidor	Género	Tratamiento 1 (5424)						Tratamiento 2 (6424)						Tratamiento 3 (7424)						Tratamiento 4 (8424)											
		Sabor característico	Dulzor	Textura	Esponjosidad/suavidad	Cantidad de queso	Olor característico	Color	Sabor característico	Dulzor	Textura	Esponjosidad/suavidad	Cantidad de queso	Olor característico	Color	Sabor característico	Dulzor	Textura	Esponjosidad/suavidad	Cantidad de queso	Olor característico	Color	Sabor característico	Dulzor	Textura	Esponjosidad/suavidad	Cantidad de queso	Olor característico	Color		
1	F	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5			
2	M	3	2	4	4	3	4	4	4	2	3	4	4	4	5	3	2	2	5	4	5	4	4	4	3	3	5	4	5		
3	M	3	2	5	5	3	3	4	4	4	3	4	4	4	5	2	3	3	2	4	2	3	4	3	2	3	5	3	4		
4	F	3	3	2	4	5	5	5	2	3	2	2	3	4	5	4	3	4	3	4	4	5	4	4	4	4	3	3	4		
5	F	4	5	3	4	3	4	5	5	4	5	5	4	4	5	3	2	3	3	4	4	4	4	3	2	2	3	2	3	1	
6	F	3	3	4	4	4	2	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	3	3	4	4	4	5	5	4	4	4	5	
7	M	4	3	3	3	4	4	2	3	3	4	4	3	3	3	3	4	4	4	3	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	
8	M	3	4	3	3	2	3	4	4	4	3	2	4	4	4	5	5	2	3	4	4	3	4	4	4	5	3	3	4	3	
9	M	2	2	3	2	3	3	3	3	3	3	3	2	3	4	2	4	4	3	3	4	4	3	4	3	4	4	4	3	3	
10	M	4	3	4	5	3	4	3	3	3	3	3	4	3	3	2	2	3	2	3	3	3	3	2	1	4	3	3	3		
11	F	3	4	3	4	3	2	3	2	3	3	3	2	3	2	4	3	3	3	2	3	2	2	2	1	2	2	2	2		
12	F	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	3	3	3	2	4	4	4	4	4	3	4	4	
13	M	4	4	3	3	4	3	4	3	2	3	4	4	3	4	4	2	2	3	3	3	4	3	3	4	4	3	3	5	5	
14	F	4	5	3	4	4	4	4	5	3	4	4	5	4	4	4	4	4	4	5	4	4	4	3	3	3	3	2	3	3	
15	M	3	4	4	4	4	4	4	3	2	3	2	2	3	3	4	4	3	3	3	3	4	3	3	3	2	1	2	2	2	
16	F	2	4	3	3	2	4	5	1	2	3	4	1	2	2	5	3	5	4	5	4	4	3	2	1	2	3	4	2	2	
17	F	3	3	2	4	3	4	2	2	3	2	2	4	2	4	2	2	3	3	4	2	4	2	4	2	4	2	4	2	4	
18	F	2	4	5	4	2	4	5	4	5	5	5	5	4	3	2	4	4	4	2	4	2	4	2	4	2	4	4	2	2	
19	F	4	4	3	2	3	4	4	4	2	3	4	3	3	2	4	4	4	3	3	3	4	1	3	3	2	3	3	4	4	
20	M	4	3	4	3	4	3	5	4	4	2	2	4	3	4	5	5	5	5	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4	
21	F	2	2	2	2	2	2	1	2	1	2	1	2	2	2	2	2	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	
22	F	4	3	4	3	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	5	4	5	4	5	5	5	5	4	4	5	4	5	4	4	
23	M	1	1	3	2	2	4	3	1	3	4	1	2	5	3	1	1	3	3	2	2	3	1	2	3	1	1	5	3	3	
24	F	5	4	5	2	5	5	4	4	3	4	5	4	5	4	5	4	5	4	5	5	2	3	4	4	4	2	4	4	4	
25	F	4	5	4	5	5	4	4	2	2	2	3	4	3	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	
26	F	2	5	2	3	5	4	2	4	5	3	4	4	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	2	3	3	5	4	3	4	
27	F	3	3	4	3	3	3	2	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4	5	4	4	4	4	4	4	4	4	
28	M	4	3	2	1	3	4	4	5	3	4	4	5	4	4	5	4	4	4	5	4	4	5	4	2	1	3	3	3	3	
29	F	4	3	4	5	4	5	4	4	5	2	5	3	4	4	4	4	5	5	4	5	5	5	4	4	5	5	4	5	5	
30	M	4	4	4	3	3	5	5	4	4	3	3	4	3	4	4	4	4	4	2	4	3	3	4	4	4	4	5	3	3	
31	F	2	3	4	1	2	4	4	2	2	4	2	2	2	5	4	4	4	2	4	2	4	2	4	4	3	4	4	4	4	
32	F	3	4	5	4	3	4	4	4	5	4	4	3	4	5	2	4	4	4	3	2	4	4	4	4	5	4	3	3	4	
33	F	4	4	2	3	4	3	4	4	4	4	4	5	4	4	4	4	3	2	2	3	3	2	3	3	3	4	2	2	2	
34	F	4	3	3	4	4	4	5	5	5	5	5	4	4	4	2	3	3	3	4	3	5	4	4	4	4	4	4	4	4	
35	F	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	
36	F	4	4	3	3	3	3	4	2	3	2	3	3	4	4	4	3	3	3	4	4	4	4	4	3	2	3	2	2	2	
37	F	3	4	4	5	3	4	5	4	4	4	3	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5	4	4	5	4	4	5
38	F	4	4	3	3	3	4	3	3	3	3	4	4	3	3	4	4	4	3	3	3	4	2	2	3	3	4	4	4	4	
39	M	4	4	4	4	5	5	5	3	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	4	3	4	3	4	4	
40	M	3	4	4	4	3	3	4	4	4	3	3	4	3	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4
41	F	4	3	4	2	4	4	5	4	3	4	4	3	5	5	5	4	4	3	3	5	5	4	3	3	3	4	5	5	5	
42	F	5	4	3	4	4	4	5	4	3	3	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	3	5	5	4	4	4	
43	F	3	2	3	2	2	2	4	4	2	4	2	4	4	3	4	4	4	3	4	3	4	3	4	3	3	4	3	2	4	
44	F	4	2	4	5	3	2	2	4	3	4	3	3	3	3	3	3	4	3	2	3	3	5	4	3	4	3	2	3	3	
45	F	4	2	4	4	3	2	2	3	4	2	3	4	4	3	3	3	3	2	2	2	4	5	3	3	3	2	3	2	3	
46	F	3	4	2	3	2	3	3	4	3	3	4	3	3	4	2	3	3	1	3	4	4	5	4	4	4	4	3	4	4	
47	F	4	2	4	5	3	2	2	3	4	4	4	4	4	4	4	3	4	3	2	3	3	5	4	3	4	3	2	3	3	
48	F	1	2	2	3	4	3	4	2	2	3	3	4	2	4	4	2	4	4	4	4	4	2	2	3	2	4	1	4	4	
49	F	3	4	3	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	4	4	4	4	4	4	4	4	2	2	4	4	2	4	4	
50	F	4	3	3	4	4	5	5	4	3	3	4	4	5	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5	5	4	
51	F	3	3	4	4	3	3	3	3	3	4	4	3	3	3	5	3	5	5	3	4	5	5	3	5	5	5	4	5	5	
52	F	4	4	3	3	3	4	3	4	3	5	4	5	4	4	3	4	4	4	5	2	3	3	3	3	3	4	4	4	4	
53	F	5	4	5	5	5	5	4	4	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	
54	M	5	1	4	3	5	4	5	4	2	4	3	5	5	5	1	4	3	5	5	5	5	5	3	5	4	5	5	5	5	
55	F	4	5	4	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5	3	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	
56	F	4	4	3	3	2	4	5	5	3	4	2	3	4	5	4	2	4	3	3	4	5	3	1	4	4	3	4	5	5	
57	F	3	4	3	3	4	3	3	4	4	3	4	4	3	3	4	4	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	
58	M	3	1	3	3	3	3	3	1	4	4	4	3	4	5	1	4	5	5	5	5	5	5	1	5	5	5	1	5	5	
59	F	5	1	3	3	4	5	5	5	1	3	3	4	5	5	4	2	5	5	5	5	5	5	4	4	5	5	5	5	5	
60	F	4	3	5	4	5	4	5	4	4	5	4	4	5	4	4	5	5	4	4	5	5	3	5	5	4	5	3	5	5	
61	F	4	4	2	1	4	4	5	4	3	4	4	5	5	5	5	3	3	4	4	5	5	4	5	5	4	5	5	5	5	
62	M	4	5	5	5	5	5	4	4	4	4	5	4	5	4	4	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5	
63	F	4																													

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 22, se realizó el cálculo del valor de F, el cual se comparó con el valor de tablas $F_{(3,256)} = 2.64$, a un nivel de significancia de 0.05. Respecto a la prueba hedónica de sabor referido en la Tabla 5, 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 percibido del rollo de queso.

Tabla 5. 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	4.23	3.00	1.41	1.34	0.26	2.64
Dentro de los grupos	268.98	256.00	1.05			
Total	273.21	259.00				

Respecto a la prueba hedónica de dulzor referido en la Tabla 6, que es complementario al sabor, el F calculado es menor que el F de tablas, por lo que no existe una diferencia significativa entre los puntajes hedónicos promedio; esta consulta se realizó debido a que la harina de quinua puede tener un sabor más fuerte en comparación con la harina de trigo, lo cual puede influir en el dulzor del producto.

Tabla 6. Análisis de varianza para la prueba hedónica de dulzor.

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	3.06	3.00	1.02	0.91	0.43	2.64
Dentro de los grupos	285.29	256.00	1.11			
Total	288.35	259.00				

Por los resultados descritos en la Tabla 7, se concluye que la cantidad de harina de quinua utilizada no influye en la textura percibida del producto final.

Tabla 7. 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	3.54	3.00	1.18	1.39	0.25	2.64
Dentro de los grupos	217.02	256.00	0.85			
Total	220.55	259.00				

De forma complementaria a la textura, se consultó sobre la suavidad del rollo, al respecto tampoco se muestran diferencias significativas (Tabla 8).

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

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	2.81	3.00	0.94	0.91	0.43	2.64
Dentro de los grupos	262.49	256.00	1.03			
Total	265.30	259.00				

Respecto a la cantidad de queso percibido por los panelistas consumidores, referido en la Tabla 9, no se muestra una diferencia significativa entre los respectivos tratamientos, al respecto la cantidad de queso añadido fue constante en todos los tratamientos.

Tabla 9. Análisis de varianza para la prueba hedónica de cantidad de queso.

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	1.70	3.00	0.57	0.62	0.60	2.64
Dentro de los grupos	232.83	256.00	0.91			
Total	234.53	259.00				

Respecto al color percibido por los panelistas consumidores, en el análisis de varianza, descrito en la Tabla 10, no se mostró diferencia significativa entre los tratamientos evaluados.

Tabla 10. Análisis de varianza para la prueba hedónica de color.

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	1.18	3.00	0.39	0.45	0.72	2.64
Dentro de los grupos	226.06	256.00	0.88			
Total	227.25	259.00				

Respecto al atributo olor percibido por los panelistas consumidores, en el análisis de varianza, descrito en la Tabla 11, no se mostró diferencia significativa entre los tratamientos evaluados.

Tabla 11. 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	5.67	3.00	1.89	2.05	0.11	2.64
Dentro de los grupos	236.06	256.00	0.92			
Total	241.73	259.00				

Comparación del contenido de proteínas y caracterización de rollo de queso

Se evaluó la disponibilidad de proteína del tratamiento de mejor aceptación sensorial y un tratamiento testigo que no contiene harina de quinua, esto con el fin de comparar la diferencia en el contenido de proteínas, así mismo, se caracterizó el tratamiento de mejor aceptabilidad. Las muestras fueron enviadas al Instituto de Servicios de Laboratorio de Diagnóstico Investigación en Salud - SELADIS, con los resultados detallados en la Tabla 12:

Tabla 12. Análisis de varianza para la prueba hedónica de olor.

Muestra	Unidad	Resultado proteínas	Resultado carbohidratos	Resultado grasas
Rollo de queso elaborado con sustitución parcial de harina de trigo por harina de quinua y suero de leche. (15% de harina de quinua y 85% de harina de trigo)	g/100g	4.43	33.96	20.24
Rollo de queso elaborado con harina de trigo y suero de leche (100 % de harina de trigo).	g/100g	4.02		

Informe de ensayo SELADIS.

De los resultados se puede apreciar que la sustitución parcial de harina de trigo por harina de quinua en el rollo de queso, incrementa la proteína de calidad disponible en el producto terminado, al respecto el equilibrio de aminoácidos esenciales descritos en la Tabla 12, que no pueden ser sintetizados por el organismo y deben ser ingeridos a través de la dieta, le dan al producto una ventaja nutricional (Rojas et al., 2016).

Costo de producción

Si bien se ha desarrollado un producto palatable y nutritivo, el mismo debe tener un costo de producción competitivo y accesible para los consumidores. Al respecto del costeo del producto, en sus costos directos a nivel de investigación se ha estimado que el mismo asciende a 1.35 USD, equivalente a Bs. 9.30 (tipo de cambio de 6.96 Bs/USD), por una unidad de 450 g, mismo que puede variar en economías de escalas de producción industriales, debido a los indicadores de productividad que son parte del proceso productivo.

Tabla 13. Planilla de costos de producción directos.

Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario (USD/U)	Total (Bs)
Materias primas e insumos	Tipo de cambio		6.96 Bs/USD	14.24
Harina de trigo	g	2 850	0.001	1.87
Harina de quinua	g	150	0.003	0.39
Fécula de maíz	g	300	0.001	0.38
Manteca	g	900	0.002	2.18
Leudante químico	g	120	0.003	0.34
Azúcar	g	540	0.001	0.45
Huevos enteros	g	345	0.003	0.99
Yemas de huevo	g	120	0.004	0.52
Agua	g	480	0,000	0.03
Suero de leche	g	525	0.000	0.08
Esencia	g	6	0.024	0.15
Sal	g	45	0.000	0.01
Queso	g	1 313	0.005	6.03
Claras de huevo	g	563	0.001	0.81
Materiales indirectos				1.54
Bolsa para envase	piezas	15	0.022	0.32
Alambre de amarre	piezas	15	0.004	0.06
Etiquetas	piezas	15	0.057	0.86
Manteca de engrase	g	100	0.003	0.29
Mano de obra				2.87
Operario	horas-hombre	2	1.437	2.87
Suministros				1.60
Energía eléctrica	KWH	3.77	0.178	0.67
Gas	kg	2	0.359	0.72
Agua de limpieza	m ³	0.05	1,408	0.07
Detergentes	global	1	0.144	0.14
Total costos directos de produccion				20.25
Cantidad producida (unidades de 450 g)				15.00
Costo unitario (USD/U)				1.35

CONCLUSIONES

Se ha estandarizado el proceso de elaboración del rollo de queso, sustituyendo parcialmente la harina de trigo por harina de quinua y suero de leche, teniendo en cuenta los parámetros técnicos de control de proceso, balance de masa, rendimiento de producción y factores tecnológicos en la planta de panificación del Centro de Investigación en Granos y Cereales de la Carrera de Ingeniería en Producción y Comercialización Agropecuaria.

Se realizó un análisis sensorial de cuatro tratamientos con diferentes porcentajes de sustitución de harina de trigo por harina de quinua, con 65 panelistas consumidores. Mediante el método de evaluación hedónica, los

panelistas no diferenciaron significativamente los atributos sensoriales de los cuatro tratamientos, lo cual se corroboró con la evaluación estadística del análisis de varianza. La falta de diferencia significativa se debe a la baja cantidad de sustitución, ya que otras investigaciones indican un rechazo al sabor fuerte de la harina de quinua, y el hábito de consumo es un proceso gradual.

El tratamiento T3-7424 con mejor aceptación sensorial fue enviado al laboratorio de SELADIS para su caracterización fisicoquímica resultando en 4.43 g/100g de proteínas, 33.96 g/100g de carbohidratos y 20.24 g/100g de grasas. Además, se comparó la disponibilidad de proteínas con un tratamiento sin harina de quinua, que tenía 4.02 g/100g, determinando así su ventaja comparativa respecto a la calidad nutricional.

Como parte del proceso de formación académica práctica es importante demostrar la viabilidad económica de los productos desarrollados, para lo cual se ha calculado el costo de producción directo del rollo de queso, de 1.35 USD por unidad, con el fin de determinar el precio de venta en caso de su lanzamiento al mercado.

Respecto a la hipótesis planteada, no se verificó diferencia significativa en la calidad sensorial de los tratamientos de rollo de queso elaborado con sustitución parcial de harina de trigo por harina de quinua y suero de leche, este aspecto es positivo dado que se puede sustituir más harina de trigo por harina de quinua que tiene ventajas nutricionales.

BIBLIOGRAFÍA

- Auquiñivin, E. & Castro, E. (2015). Elaboración de galletas enriquecidas a partir de una mezcla de cereales, leguminosas y tubérculos. Chachapoyas, región Amazonas. *Industrial Data*, 18(1):84-90.
- Anzaldúa, A. (2005). La evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y la práctica. Acribia. Zaragoza. 2005. 198 p.
- Bergesse, A.E., Boiocchi, P.N., Calandri, E.L., Cervilla, N.S., Gianna, V., Guzmán, C.A., Miranda, P.P., Montoya, P.A., & Mufari, J.R. (2015). Aprovechamiento integral del grano de quinua: aspectos tecnológicos, fisicoquímicos, nutricionales y sensoriales. Grasso Folencia V (Ed.). Eudeba. Buenos Aires, Argentina. 262 p.
- Billaud, C., Adrian, J., Louis-Camille, M. (2003), *Food Rev. Intern.*, 19:345- 347.
- Elsohaimy, S., Refaay, T., Zaytoun, M. (2015). Physicochemical and functional properties of quinoa protein isolate. *Ann. Agric. Sci.* 60: 297-305.
- 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>
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). (2021). El estado mundial de la agricultura y la alimentación (SOFA). <https://openknowledge.fao.org/items/552896c3-03be-4b36-a8aa-0cffc2bfc70d>
- Felder, C. (2013). *Patisserie: Mastering the Fundamentals of French Pastry - Updated Edition*. Rizzoli, 2013.
- Gazolu-Rusanova, D., Mustan, F., Vinarov, Z., Tcholakova, S., Denkov, N., Soyakov, S., De Folter, J.W. (2020). Role of lysophospholipids on the interfacial and liquid film properties of enzymatically modified egg yolk solutions. *Food Hydrocolloids*, 99:1-13. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2019.105319>
- García-Parra, M., García-Molano, J. & Carvajal, D. (2018). Evaluación del efecto de la fertilización química y orgánica en la composición bromatológica de semillas de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) en Boyacá-Colombia. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental*. https://www.researchgate.net/publication/326561418_Evaluacion_del_efecto_de_la_fertilizacion_quimica_y_organtica_en_la_composicion_bromatologica_de_semillas_de_quinua_chenopodium_quinoa_willd_en_Boyaca_-_Colombia#fullTextFileContent
- Ha, E., & Zemel, M. 2003. Functional properties of whey, whey components, and essential amino acids: mechanisms underlying health benefits for active people. *The Journal of Nutritional Biochemistry* 14(5): 251- 258.
- Horngren, C.T., Datar, S.M., & Rajan, M.V. (2012). *Contabilidad de costos. Un enfoque gerencial* (14.a ed.). México: Pearson Educación.
- Ibrahim, F., Babiker, E. Yousif, N., & Tinay, A. (2005). Effect of fermentation on biochemical and sensory characteristics of sorghum flour supplemented with whey protein. *Food Chemistry* 92(2):285-292.

- Lozano, S. (2022). Desarrollo de una galleta con sustitución parcial de harina de trigo por harina de quinua (*Chenopodium quinoa*). <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/2a5763b1-2cc3-4293-a334-d029ef767ab4/content>
- Lawless, H.T., & Heymann, H. (2018). *Sensory Evaluation of Food: Principles and Practices* (2nd ed.). Springer (2010). https://books.google.com.bo/books?id=yLfrVgU6CsC&printsec=frontcover&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false
- Mao, X., Hua, Y., & Chen, G. (2014). Amino Acid Composition, Molecular Weight Distribution and Gel Electrophoresis of Walnut (*Juglans regia* L.) Proteins and Protein Fractionations. *International Journal of Molecular Sciences*, 15:2003–2014
- Meilgaard, M.C., Carr, B.T., & Civille, G.V. (2016). *Sensory evaluation techniques*, Fifth Edition. Taylor and Francis Group. London, New York. <https://www.routledge.com/Sensory-Evaluation-Techniques/Civille-Carr/p/book/9781482216905>
- Murphy, K. & Matanguihan, J. (2015). *Quinoa: Improvement and Sustainable Production*, John Wiley & Sons, Inc. New Jersey, Estados Unidos.
- NB/ISO 11056. (2010). Norma Boliviana. NB/ISO 11056. Análisis sensorial - Metodología.
- NB/ISO 8586-1 (2004). Norma Boliviana. NB/ISO 8586-1:2004. Análisis sensorial -Guía general para la selección, entrenamiento y seguimiento de los evaluadores -Parte 1: Evaluadores seleccionados.
- NB/ISO 8586-2 (2010). Norma Boliviana. NB/ISO 8586-2:2010. Análisis sensorial -Guía general para la selección y control de evaluadores -Parte 2: Evaluadores sensoriales expertos.
- NB 680 (2016). Norma Boliviana. NB 680:2016. Harina y derivados. Norma Boliviana.
- NB/NA 007 (2016). Norma Boliviana. NB/NA 077. Granos andinos. Harina de quinua - requisitos (2009).
- NB 324 (2013). NB/NM 324:2013. Buenas prácticas de manufactura – Requisitos.
- NB 324. (2013). Norma Boliviana. NB/NM 324:2013. Buenas prácticas de manufactura -Requisitos.
- Ochoa R. (2016). *Diseños experimentales*, Segunda Edición. Bolivia. pp 37 a 39.
- 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, A., & Pinto, 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. <https://riiarn.umsa.bo/index.php/RIIARN/article/view/65>
- Rosas, G. (2002). *Alimentos Nutricionalmente Mejorados*. <https://es.scribd.com/document/353645879/CADENA-20-Alimentos-Nutricionalmente-Mejorados>
- Romero, J. (2004). Estudio para la producción de goma xantana en cultivo sumergido usando un medio de cultivo a base de lactosuero, Tulancingo, Hidalgo, México.
- Sampieri, R. (2014). *Metodología de la Investigación*. Mexico. Editorial Mc Graw Hill Education. pp.92-97.
- Sanchez, K.A. (2012). Observations regarding consumption of Peruvian native grains (quinua, amaranth and kañiwa), weight status, and perceptions of potential risk factors, warning signs and symptoms of type 2 diabetes among Peruvian adults: a case study. Doctoral dissertation. University of Maryland