



## Propiedades fisicoquímicas, texturales y sensoriales en galletas elaboradas con trigo, avena y quinua

### Physicochemical, textural and sensory properties in cookies made with wheat, oats and quinoa

Ibeth Rodríguez-González<sup>1§</sup>, Ruth Mary Benavides-Guevara<sup>1</sup>, Brenda K Jurado<sup>1</sup>, Melissa Marulanda<sup>1</sup>, Carlos M Zuluaga-Domínguez<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Escuela de Ciencias Básicas, Tecnología e Ingeniería, Universidad Nacional Abierta y a Distancia, Bogotá, Colombia, § [ibeth.rodriguez@unad.edu.co](mailto:ibeth.rodriguez@unad.edu.co), [ruth.benavides@unad.edu.co](mailto:ruth.benavides@unad.edu.co), [bkjuradog@unadvirtual.edu.co](mailto:bkjuradog@unadvirtual.edu.co), [mmarulandara@unadvirtual.edu.co](mailto:mmarulandara@unadvirtual.edu.co)

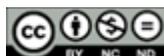
<sup>2</sup>Ciencias Agrarias, Sede Bogotá, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia, [cmzuluagad@unal.edu.co](mailto:cmzuluagad@unal.edu.co)

**Recibido:** 10 junio de 2022 / **Aprobado:** 9 marzo 2023

Cómo citar: Rodríguez-González, I., Benavides-Guevara, R.M., Marulanda, M., Zuluaga, C.M. Propiedades fisicoquímicas, texturales y sensoriales en galletas elaboradas con trigo, avena y quinua. *Ingeniería y Competitividad*, 2023;25(2): e-20712242. Doi: <https://doi.org/10.25100/iyv.v25i2.12242>

## Resumen

El objetivo de este estudio fue evaluar la adición de harina de quinua (HQ) en galletas de harina de trigo (HT) con avena, su efecto sobre las propiedades fisicoquímicas, texturales y sensoriales. También se analizaron las propiedades como absorción de agua (CAA) y aceite (CAAc) de las mezclas de harinas para la elaboración de las galletas. Se evaluaron tres tratamientos con diferentes niveles de hojuelas de Avena y HQ, T0: 15% y 0%, T1: 10% y 5% y T2: 5% y 10%. Se encontró que la HQ y Avena afectan la CAA de las harinas, ya que disminuye T1 ( $186.62\% \pm 3.25$ ) y T2 ( $184.71\% \pm 3.62$ ) respecto a la muestra control ( $194.23\% \pm 3.57$ ), mientras la CAAc se beneficia, T2 presentó el máximo valor ( $169.05\% \pm 7.84$ ) con respecto a la muestra control ( $147.79\% \pm 4.68$ ), y la humedad de las mezclas presentó diferencias significativas ( $5.36\% \pm 0.38$ ,  $6.42\% \pm 0.24$  y  $6.13\% \pm 0.07$ ). En las galletas se encontraron diferencias en el contenido de humedad de T0 ( $0.47\% \pm 0.03$ ) y T1 ( $0.42\% \pm 0.02$ ) frente a T2 ( $0.62\% \pm 0.05$ ), se evidenciaron diferencias significativas de la actividad de agua para todos los tratamientos; en la relación de extensión no se evidenciaron diferencias y las propiedades texturales evaluadas se ven afectadas por la adición de HQ, principalmente la dureza. También se encontraron diferencias significativas en el color, principalmente los parámetros  $L^*$  y  $a^*$  para los tratamientos T1 y



T2. Finalmente, en la evaluación sensorial realizada por un panel de 56 personas, el tratamiento aceptado fue T1 (73% de preferencia). La composición nutricional de las galletas demostró un contenido proteico alto en comparación con otros productos, generando posibilidades de desarrollo de productos horneados con alto valor nutricional.

**Palabras clave:** Pseudocereal, Dureza, Luminosidad, Humedad

## Abstract

The objective of this study was to evaluate the addition of quinoa flour (HQ) in wheat flour (HT) cookies with oats, its effect on physicochemical, textural and sensory properties. The properties such as water absorption (CAA) and oil (CAAc) of the flour mixtures for the preparation of cookies were also analyzed. Three treatments with different levels of Oat flakes and HQ were evaluated, T0: 15% and 0%, T1: 10% and 5% and T2: 5% and 10%. It was found that the HQ and Oats affect the CAA of the flours, since T1 ( $186.62 \pm 3.25\%$ ) and T2 ( $184.71 \pm 3.62\%$ ) decrease with respect to the control sample ( $194.23 \pm 3.57\%$ ), while the CAAc benefits, T2 presented the maximum value ( $169.05 \pm 7.84\%$ ) with respect to the control sample ( $147.79 \pm 4.68\%$ ), and the humidity of the mixtures presented significant differences ( $5.36 \pm 0.38\%$ ,  $6.42 \pm 0.24\%$  and  $6.13 \pm 0.07\%$ ). In the biscuits, differences were found in the moisture content of T0 ( $0.47 \pm 0.03\%$ ) and T1 ( $0.42 \pm 0.02\%$ ) compared to T2 ( $0.62 \pm 0.05\%$ ). evidenced significant differences in water activity for all treatments; No differences were found in the extension ratio and the evaluated textural properties are affected by the addition of HQ, mainly hardness. Significant differences were also found in color, mainly the  $L^*$  and  $a^*$  parameters for the T1 and T2 treatments. Finally, in the sensory evaluation carried out by a panel of 56 people, the accepted treatment was T1 (73% preference). The nutritional composition of the cookies demonstrated a high protein content compared to other products, generating possibilities for the development of baked products with high nutritional value.

**Keywords:** Pseudocereal, Hardness, Lightness, Humidity

## 1. Introducción

La quinua es considerada como una fuente de proteína, que proporciona al organismo todos los aminoácidos esenciales, aunado a que posee una relación inusualmente valiosa entre las proteínas y los carbohidratos (1). Los cereales son una excelente fuente de vitaminas y minerales, estos granos poseen gran contenido de proteínas, sin embargo, carecen del aminoácido esencial lisina (2). Este aminoácido es importante ya que aporta al desarrollo del cerebro. Por cada 100 g de quinua hay 6.6 g presentes de lisina, más de 3 g de diferencia con respecto al maíz, arroz y trigo (3) convirtiéndola en una opción más calificada para procesar y consumir. De hecho, este pseudocereal, es rico en fitonutrientes como los antioxidantes, ácido ferúlico, cumárico, hidroxibenzoico, vanílico, flavonoides (quercetina), entre otros (3).

En Colombia, diferentes empresas comercializan la quinua en varias presentaciones, en grano, harinas crudas e instantáneas, hojuelas, barras de cereal, entre otros (4); sin embargo, se requiere de la transferencia del conocimiento a productores y transformadores para traer nuevas oportunidades de empleos e ingresos económicos a familias campesinas (5).

De acuerdo con el Ministerio de Agricultura y Desarrollo de Colombia (6), entre los años 2014 y 2017, el país alcanzó una producción anual de 4.7 mil toneladas de quinua, teniendo un aumento del 105%. Por lo tanto, la viabilidad de este cultivo en el país viene siendo una materia de estudio, donde la principal unidad interesada es el sector académico en alianza con familias campesinas productoras y transformadoras.

La gran capacidad de producción y tecnología de empresas internacionales para la comercialización de subproductos a base de quinua ha desplazado a pequeños productores regionales. En Cundinamarca las familias campesinas desarrollan productos derivados de la quinua, sin embargo, los productores y transformadores presentan dificultades en el desarrollo y comercialización de sus productos, al no contar con una asesoría técnica permanente, ni con desarrollos tecnológicos que les permita crear productos competitivos (7).

Se encuentra actualmente que la mayoría de las marcas combinan la harina de quinua con otras harinas, como de trigo, avena y arroz, para lograr una textura más ligera y con mayor aceptabilidad en el mercado (8), sin embargo, las inclusiones mayores al 35% de harina de quinua, no son aceptadas por los consumidores, ya que cambian las características organolépticas (9,10). En el estudio de Aviles (9) evaluaron la sustitución de harina de trigo por harina de quinua en Galletas, y encontraron mejoras significativas, al incrementar el contenido nutricional tanto en proteína y fibra en comparación a la muestra control, y fueron las aceptadas por los panelistas con 30% de inclusión.

En este contexto, el objetivo de esta investigación fue evaluar la adición de harina de quinua a galletas de harina de trigo con avena, su efecto sobre las propiedades fisicoquímicas, texturales y sensoriales de las mezclas de harinas para la elaboración de galletas, y ofrecer nuevas alternativas de desarrollo de productos para el departamento.

## 2. Metodología

### Materiales

Harina de trigo(HT) con polvo para hornear marca haz de oros, avena en hojuelas marca Toning, panela, azúcar granulada marcar Riopaila, azúcar pulverizada marca Colombina, mantequilla de leche, huevo, esencia de vainilla, polvo de hornear, bicarbonato de sodio, sal y ácido cítrico adquiridas en tiendas locales.

### Harina de quinua (HQ)

La HQ fue adquirida mediante molienda de las semillas del material blanca de Jericó en la finca de *Chamomille* en Subachoque, Cundinamarca (457249 N, 7408261 W), previamente lavadas y secadas.

### Métodos

#### Mezclas de harinas

Se evaluaron tres formulaciones con diferentes niveles de adición de harina de quinua, mezcla 1 (T0):control, mezcla 2 (T1): 5% y mezcla 3 (T2): 10%.

#### Capacidad de absorción de agua (CAA) y aceite (CAAc) de las mezclas de harinas

A 0.8 g de la mezcla de harinas, se adicionaron 10 mL de agua destilada, se agitó y se centrifugó (Centrífuga Hettich EBA 20, Alemania) por 30 minutos a 3000 rpm. Se calculó la CAA de acuerdo a la Ecuación 1. Para evaluar la CAAc se reemplazó el agua destilada por aceite vegetal según Huamani-H et al. (11). El resultado se expresó como un porcentaje y se realizó por triplicado para cada tratamiento.

$$CAA = \frac{Mp - Mm}{Mm} \times 100 \quad \text{Ec.(1)}$$

CAA=capacidad de absorción de agua(%), Mp=masa del precipitado, Mm=masa de la muestra

#### Determinación de humedad a mezclas de harinas

Se analizó la humedad de las mezclas de harinas según la NTC 6069(12) y se empleó una balanza de humedad con emisor infrarrojo (Precisa XM 60, Suiza).

#### Elaboración de galletas

Se elaboraron galletas con la siguiente formulación: 35% de HT, 15% de hojuelas de avena y HQ según el tratamiento (control 15%-0%, T1 10%-5% y T2 10% -5%), 5% de panela, 2.5 % de azúcar granulada, 10% de azúcar en polvo, 18.6% de mantequilla, 11.6 % de huevo, 1% de esencia de vainilla, 0.75% de polvo para hornear, 0.15% de bicarbonato de sodio, 0.1 %

de sal, 0.3% de ácido cítrico. Se mezclaron los ingredientes húmedos y secos de forma independiente y luego se mezclaron las dos mezclas. Se moldearon (diámetro 6 cm), posteriormente se hornearon (25 minutos a 180°C), se dejaron en reposo (30 minutos), se empacaron en bolsas de polipropileno de alta densidad y se almacenaron a temperatura ambiente (13–15).

### Actividad de agua ( $a_w$ ) de las galletas

La  $a_w$  de las galletas fue medida con un medidor de actividad de agua (Rotronic HygroLab C1, Estados Unidos), previamente el equipo fue calibrado con soluciones salinas de  $a_w$  conocida. Se realizaron por triplicado para cada tratamiento a 20.0±0.5 °C.

### Dimensiones básicas de las galletas

El diámetro y espesor de la galleta se midieron usando un calibrador Vernier con ángulo de inclinación de la superficie del vernier de 15° (escala secundaria), y se calculó la relación del diámetro con respecto al grosor, el análisis se realizó por cuadruplicado (16).

### Textura de las galletas

Se midieron parámetros de dureza y fracturabilidad mediante un método de 3 puntos con un texturómetro (Brookfield Ametek®, Estados Unidos) y el software Exponent (España) a una velocidad de 3 mm por segundo, distancia de 5 mm y fuerza de compresión de 50.0 g de acuerdo con el método descrito por Casas et al. (17) con algunas modificaciones, el

resultado fue expresado en g y mm para dureza y fracturabilidad respectivamente. El análisis se realizó por cuadruplicado para cada tratamiento.

### Color de las galletas

Se utilizó un colorímetro (Minolta Konica CR-400, Estados Unidos) utilizando la escala CIEL\*a\*b\*, de acuerdo con el método descrito por Delgado-Vidal, et al. (18). Los análisis se realizaron por quintuplicado.

### Análisis sensorial de las galletas

Se realizó una prueba afectiva de aceptabilidad general por atributo: color, olor, apariencia, firmeza, sabor y textura, con una escala hedónica de cinco puntos, y se preguntó sobre la intención de compra de las galletas a un panel no entrenado de 56 consumidores de acuerdo con el método descrito por Espinosa (19) con algunas modificaciones.

### Análisis de la composición nutricional de las galletas

Se utilizaron los métodos oficiales AOAC (20): humedad AOAC 925.09, proteína AOAC 14.026, Grasa AOAC 10.102, Cenizas AOAC 10.144, Fibra 10.145 y carbohidratos por cálculo, los análisis se realizaron por triplicado para cada tratamiento.

### Análisis microbiológicos de las galletas

Se realizó la caracterización microbiológica de las galletas: Los análisis y los métodos, se presentan en la tabla 1.

**Tabla 1.** Análisis microbiológicos de las galletas

Parámetro	Unidad	Método
Recuento mesófilos aerobios	UFC/g/mL	AOAC 966.23-C:2005 (20)
Recuento coliformes totales	NMP/g/mL	ICMSF METODO 3 (21)
Recuento coliformes fecales	NMP/g/mL	ICMSF METODO 2 (21)
Recuento mohos y levaduras	UFC/g/mL	ISO 21527-2: 2008 (22)
Recuento <i>Staphylococcus Aureus</i> Coagulasa Positivo	UFC/g/mL	ISO 6888-1: 1999 (23)
<i>Salmonella</i>		ISO 6579-1: 2017 (24)

## Análisis estadístico

Se realizó un diseño experimental de un solo factor (adición HQ) con 2 niveles (5% y 10% de HQ). Se realizaron pruebas ANOVA con una significancia del 95% y una prueba de tukey para verificar diferencias entre las muestras, antes de la prueba se verificó normalidad y homocedasticidad. Los resultados de análisis sensorial fueron analizados por el método de Kruskal Wallis y la prueba de Friedman con un nivel de confianza del 95%. Se empleó el software Statgraphics centurión XVII (Estados Unidos, 2015).

## 3. Resultados y discusión

### Caracterización de las harinas

#### Capacidad de Absorción de Agua (CAA)

En la tabla 2 se muestran los resultados de CAA, T0 (control) presenta un mayor porcentaje que T1 y T2 (5% y 10% de adición de HQ), con diferencias significativas entre tratamientos ( $p$  Valor  $< 0.05$ ). Este comportamiento posiblemente se debe a las diferencias de la estructura de los almidones de trigo, avena y quinua, el almidón de trigo posee una interacción entre amilosa-amilopectina estable de 30%-70%, permitiéndole estabilidad del gel y mayor absorción de agua, el almidón de avena contiene de 16-29% de amilosa y 71-84% de amilopectina (25), en comparación al almidón de quinua que contiene menos amilosa (12.10%) y alto contenido de amilopectina (87.9 %) (26), por esto genera un gel más fuerte y con menos absorción de agua. Cuando revisamos la CAA para cada harina de forma independiente, la HQ tiene una mayor CAA que la HT. El gluten también tiene un papel importante en la absorción de agua, éste corresponde a la proteína del trigo principalmente y se encuentra en menor porcentaje en otros cereales, se compone de las proteínas gliadina y glutenina que son insolubles en agua, pero pueden solubilizarse en condiciones ácidas, y llega a absorber dos veces su peso en agua para formar un gluten hidratado, el gluten hidratado forma una matriz elástica y cohesiva con almidón en su interior, lo que permite utilizar las harinas en panificación y le da todas las propiedades

reológicas a las masas (27). Los resultados obtenidos de las harinas de acuerdo a las formulaciones, presentan una mayor CAA en comparación a resultados obtenidos por otros estudios similares, Chandra y Samsher (2) evaluaron estas propiedades en diferentes harinas (HT, de arroz, de frijol mungo y de papa), la HT tuvo una CAA de 140% y fue la menor con respecto a las demás harinas, Cordero et al. (28) evaluaron la sustitución de HT por fibra de avena e indicaron que la CAA es afectada por el tamaño de partícula, ya que se encontró que aumentaba con el tamaño de la fibra (250  $\mu\text{m}$ ) (69.43 % a 89.89%). Según Rodríguez-Sandoval et al. (29) en el análisis de diferentes harinas para la sustitución parcial de HT en masas panificables, la CAA de la HT fue de 196% y de la harina de quinua fue 231%.

#### Capacidad de Absorción de Aceite (CAAc)

La CAAc cumple un rol importante para desarrollar productos debido a que influyen en el proceso y almacenamiento (11), esta propiedad cumple con la retención de grasa que posee la mezcla y contribuye a características propias del producto como la sensación en boca, retención del sabor, y puede llegar a influir en el enranciamiento y poder oxidativo del producto final (16,30).

En la tabla 2 se observa que al adicionar HQ no afecta la CAAc para T1 comparado con T0, mientras T2 que corresponde al 10% de adición aumentó la CAAc. El gluten de trigo contiene lípidos y genera una red que puede atrapar las grasas para dar funcionalidad a las masas (27), sin embargo, posiblemente se genera mayor absorción por parte de la HQ debido a la mayor interacción entre los lípidos y la cadena lateral no polar de los aminoácidos presentes en la HQ y la cantidad de fibra que esta posee (31-33), lo que se relaciona con los resultados de la propiedad en las harinas sin mezclar (HT:  $224.5\% \pm 0.4$ , HQ:  $253.0 \pm 4.5$ ). Existen algunos estudios de galletas con resultados similares para HQ y HT que reportan CAAc entre 143.69 a 155.67% (34-35).

## Humedad en Mezclas de Harinas

En la tabla 2 se describen los resultados obtenidos, se presentan diferencias significativas ya que la HQ tiene un mayor porcentaje de humedad que se ve afectado por

las actividades de secado realizadas de forma artesanal. No obstante, los resultados cumplen parcialmente con la normatividad, la humedad máxima permitida es 13.5% según la NTC 6069 (12).

Tabla 2 Características fisicoquímicas de la mezcla de harinas

Característica	HT	HQ	T 0	T 1	T 2
CAA %	209.7±7.5 <sup>a</sup>	282.4±15.5 <sup>b</sup>	194.23 ± 3.57 <sup>a</sup>	186.62± 3.25 <sup>b</sup>	184.71± 3.62 <sup>c</sup>
CAAc %	224.5±10.4 <sup>a</sup>	253.0 ± 4.5 <sup>b</sup>	147.79 ± 4.68 <sup>a</sup>	139.72 ± 4.63 <sup>a</sup>	169.05± 7.84 <sup>b</sup>
Humedad (%)	12.00± 0.3 <sup>c</sup>	14.50± 0.5 <sup>c</sup>	5.36± 0.38 <sup>a</sup>	6.42 ± 0.24 <sup>b</sup>	6.13 ± 0.07 <sup>b</sup>

HT(Harina de trigo), HQ(harina de quinua), Valores presentados como media. ± desviación estándar. Letras diferentes en la misma columna indican diferencias significativas.

## Evaluación de las propiedades de las galletas con adición de quinua

### Análisis de Humedad de las galletas

En la tabla 3, se pueden observar diferencias significativas de la humedad entre los tratamientos T0 y T1 frente a T2. La humedad juega un papel importante en la calidad del producto como de su vida útil (36), según la norma NTC 1241 (37) el porcentaje de humedad debe ser máximo el 10%, el producto cumple con la norma. Estos valores son similares a los de otros estudios relacionados, Contreras (13) reportó 0.35% y 0.42% de humedad en galletas con HQ, mientras Aviles (9) reportó 0.48% a 0.56%.

### Actividad Acuosa ( $a_w$ ) de las galletas

La  $a_w$  confirma que el producto se clasifica como un producto seco y a su vez indica que posee óptimas condiciones para su comercialización al obtener bajos valores, disminuye el riesgo de crecimiento de mohos y

levaduras (38). En la tabla 3 se evidencian diferencias significativas entre los tratamientos.

Los resultados obtenidos indican que el crecimiento de bacterias es bajo, de hecho, González y Valencia, (39), reportan que las galletas que poseen valores entre 0.41 a 0.78 de  $a_w$  están por debajo del rango crítico para el crecimiento de bacterias patógenas, por otro lado, Contreras (13) reportó una  $a_w$  menor a 0.45.

### Dimensiones de las galletas

La determinación del diámetro y espesor de la galleta horneada, permiten realizar una prueba de relación de extensión (40), para ello las medidas son descritas en la tabla 3.

Se observa que, al moldear las galletas de forma estandarizada, los resultados son similares. Sin embargo, Demir y Kılınc (41) indican en su investigación de galletas con diferentes inclusiones de harina de quinua una disminución del diámetro del producto a

medida que aumentaron los niveles de inclusión en la formulación de galletas, aunque, la adición de quinua al 10% no generó una disminución significativa.

### Análisis de Color de las galletas

En la tabla 3, se describen los resultados obtenidos para cada tratamiento, existen pocas diferencias significativas entre tratamientos. Se observa una diferencia significativa de los parámetros L\* (luminosidad) y a\*(de verde a rojo) en los tratamientos T1 y T2, sin embargo, no existe diferencia significativa en los valores del parámetro b\* (de azul a amarillo). El color de la galleta es dorado, ya que las coordenadas positivas para b\* indican color amarillo y

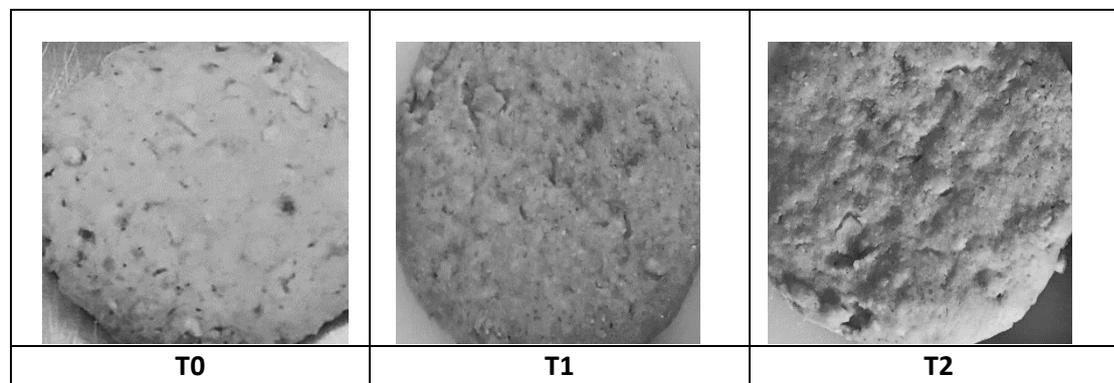
positivas para a\* indican un color rojo, con una luminosidad (L\*) media, que indica que no está pálida, ni quemada. En el color también se observan puntos blancos en las galletas T1 y T2 (figura 1), debido a partículas de la HQ que no absorben los ingredientes húmedos.

Los factores que influyen en el color del producto son los azúcares, las proteínas y el tiempo de horneado. Los azúcares se caramelizan con la acción de las altas temperaturas sin presencia de aminos, con la presencia de proteínas se generan reacciones de Maillard entre los dos componentes, y provocan la formación de numerosos compuestos como la melanoidina, oscureciendo el producto (42).

**Tabla 3.** Características fisicoquímicas y parámetros de color de las galletas

Tratamiento	Humedad (%)	aw	Relación de Extensión	L*	a*	b*
T0	0.47 ± 0.03 <sup>a</sup>	0.21 ± 1.90 <sup>a</sup>	6.99 ± 0.52	57.47 ± 4.53 <sup>a</sup>	5.91 ± 0.35 <sup>a</sup>	32.11 ± 4.90 <sup>a</sup>
T1	0.42 ± 0.02 <sup>a</sup>	0.17 ± 0.36 <sup>b</sup>	7.06 ± 0.37	40.91 ± 1.93 <sup>b</sup>	10.52 ± 0.86 <sup>b</sup>	29.14 ± 1.52 <sup>a</sup>
T2	0.62 ± 0.05 <sup>b</sup>	0.27 ± 0.89 <sup>c</sup>	6.89 ± 0.46	41.33 ± 2.98 <sup>b</sup>	11.14 ± 0.53 <sup>b</sup>	29.17 ± 1.71 <sup>a</sup>

Valores presentados como media. ± desviación estándar. Letras diferentes en la misma columna indican diferencias significativas.

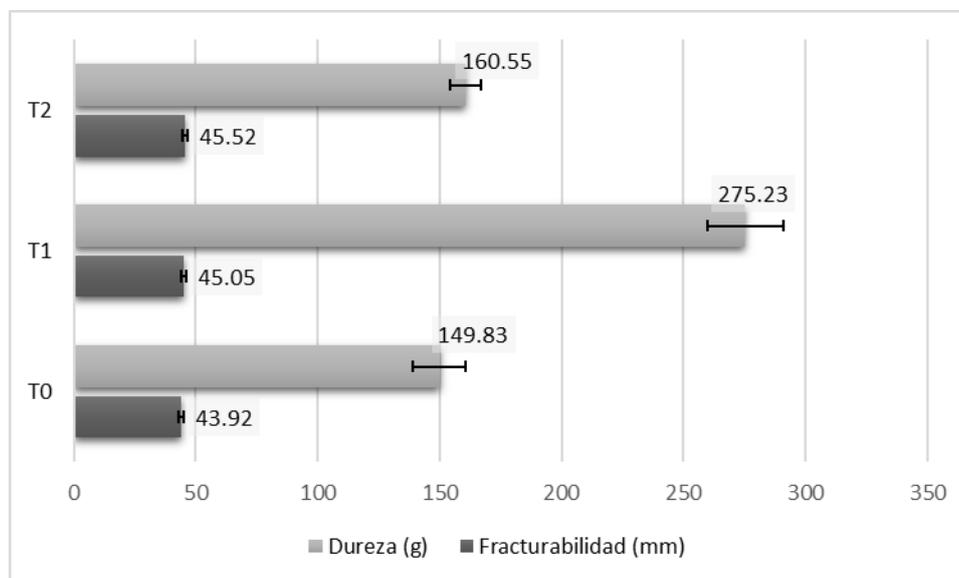


**Figura 1.** Imágenes del producto elaborado para cada tratamiento

## Análisis de Textura de las galletas

En la figura 2 se pueden apreciar los resultados de fracturabilidad y dureza para cada tratamiento. En fracturabilidad se observan resultados similares para T0, T1 y T2, este

parámetro textural representa la distancia recorrida por la sonda antes de la rotura, o deformación de la galleta (43).



Valores presentados como mediana.  $\pm$ Desviación estándar. Letras diferentes en la misma columna indican diferencias significativas.

**Figura 2.** Dureza y Fracturabilidad de las galletas

La inclusión de quinua puede afectar las propiedades texturales de las galletas, ya que se evidencia un aumento en la dureza para el tratamiento T1, sin embargo, para el tratamiento T2 no se presenta el mismo comportamiento. González et al. (44), afirma que la dureza en las galletas se genera por la desnaturalización de las proteínas presentes en la harina de quinua, al generar un cambio estructural que unido a la pérdida de humedad y la alta temperatura implica aumento en la dureza de las galletas horneadas, éste resultado es coherente con los bajos valores encontrados en humedad y  $a_w$  para T1.

## Prueba de consumidores

Las galletas de cada tratamiento fueron evaluadas por atributos (Color, olor, textura,

sabor, apariencia, firmeza) con un panel de 56 consumidores no entrenados, los resultados se presentan en la figura 3. El tratamiento T1 presentó diferencias significativas entre las medianas de cada atributo frente a los tratamientos T0 y T2, con un nivel del 95.0% de confianza. Los mayores puntajes fueron obtenidos para T1 y los resultados de preferencia que corresponden a la pregunta ¿Cuál producto compraría?, demuestran que T1 es el producto aceptado con una significancia estadística (41 consumidores). Resultados similares se obtuvieron en otros estudios, Mosquera (10) evaluó una galleta con sustitución de HT por HQ, y los panelistas no entrenados seleccionaron la mezcla de 15% de sustitución, concluyendo que la galleta con menor sustitución de HQ genera una mayor aceptación.

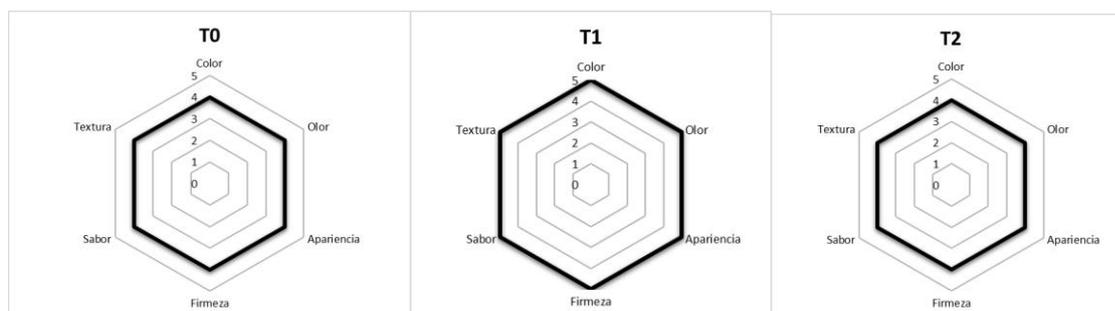


Figura 3. Evaluación sensorial de aceptación,  $n=56$ , valores presentados como mediana

### Composición nutricional

Una vez realizado el análisis sensorial mediante la prueba afectiva de consumidores, se realizó un análisis nutricional al tratamiento aceptado por los consumidores (T1). Los resultados de la composición nutricional de la galleta (5% de HQ) aceptada por los panelistas son presentados en la tabla 4.

Las galletas poseen un mayor contenido de proteína en comparación con productos similares desarrollados en otras investigaciones (9-10), en un estudio de galletas de HQ libres de gluten, se encontraron valores de proteína de 7.09%, Fibra 11%, humedad de 3.33% y carbohidratos 63.11% (45). Lo que demuestra el un mayor aporte proteico de la HQ utilizada. El contenido de grasa es alto en el producto, la grasa presente en las galletas tiene importancia técnica y física, mejora la capacidad de absorción de aire durante la cocción, mejora así

su sabor, color dorado apetecible y dureza, además contribuye a la textura, plasticidad y suavidad de la masa (13,46), también es reconocido que la quinua aporta un porcentaje importante de ácidos grasos esenciales, con un contenido de grasa de 2 al 10% en el grano, del 54.2 al 58.3% son ácidos grasos poliinsaturados, dentro de los principales se encuentra el linoleico y linolénico con propiedades funcionales reconocidas(47). De acuerdo con la resolución 810 de ministerio de salud en Colombia (48), la galleta es una excelente fuente de proteína, no es buena fuente de fibra, y tendría sellos de *Alto en azúcares añadidos*, *Alto en sodio* y *Alto en grasas saturadas* para su comercialización, lo que lleva a proponer futuras investigaciones que evalúen ingredientes sustitutos de grasa, azúcares y sal en este producto.

Tabla 4. Composición nutricional galleta con 5% de adición de HQ

Análisis	Resultado (g/100 g)
Grasa Cruda	19.50
Fibra Cruda	0.19
Cenizas	1.70
Humedad	2.50
Proteína Cruda	9.10
Carbohidratos*	67.01

Valores presentados como media.  $\pm$  desviación estándar. \*Se calcula.

## Análisis Microbiológicos

Según la NTC 1241 (37) fue evaluada la galleta y los resultados demuestran una calidad aceptable: recuento mesófilos aerobios (1260 UFC/g/mL), recuento coliformes totales (menos de 3 NMP/g/mL), recuento coliformes fecales (menos de 3 NMP/g/mL), recuento mohos (300 UFC/g/mL), recuento levaduras (menos de 100 UFC/g/mL), recuento *Staphylococcus Aureus* coagulasa positivo (menos de 100 UFC/g/mL), determinación de *Salmonella* en 25 g (ausente).

## 4. Conclusiones

Se demostró la influencia de los almidones de avena y quinua en las propiedades de absorción de agua y aceite y el potencial de las mezclas de estas harinas en el desarrollo de productos horneados. La evaluación de las formulaciones de galletas con adición de quinua y avena, demuestran que el consumidor acepta el producto con un 5% de adición de HQ y que la textura en las galletas es una de las propiedades más importantes, ya que el panel sensorial seleccionó el tratamiento con menor humedad, y mayor dureza, además se desarrolló un producto con mayor valor nutricional (9.1% de proteína) al que se encuentra comúnmente en el mercado, esta evaluación permite generar alternativas de aprovechamiento y de valor agregado de la quinua en Cundinamarca.

## Agradecimientos

Los autores agradecen el apoyo brindado por la Universidad Nacional Abierta y a Distancia - UNAD, Sede Bogotá y a la Universidad Nacional de Colombia, Sede Bogotá. A la convocatoria interna 009 de la UNAD y a los diferentes productores y transformadores de Cundinamarca.

## 5. Referencias bibliográficas

- Romo S, Rosero A, Forero C, Ceron E. Potencial nutricional de harinas de quinua (*Chenopodium quinoa*) variedad piartal en los andes colombianos primera parte. *Biotecnol en el Sect Agropecu y agroindustrial*. 2006;4(2):112–25.
- Chandra S, Samsher S. Assessment of functional properties of different flours. *African J Agric Res*. 2013;8(38):4849–52.
- Bermúdez Naranjo D. Evaluación tecnológica de la harina de quinua (*Quenopodium quinoa*) variedad piartal como espesante alimentario obtenida bajo diferentes condiciones de proceso. [tesis pregrado en Internet]. Bogotá: Universidad de la Salle; 2017. Disponible en : [https://ciencia.lasalle.edu.co/ing\\_alimentos/76/](https://ciencia.lasalle.edu.co/ing_alimentos/76/)
- ¿Cómo va la producción de quinua en Colombia? [Internet]. 2018. Bogotá: Revista Dinero [citado 10 feb 2018]. Disponible en: <https://www.semana.com/produccion-de-quinua-en-colombia-2018/260204/>
- Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural de Colombia. En los últimos 4 años, la quinua ha tenido un crecimiento de más del 150% en áreas de producción [Internet]. 2018. Bogotá: Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural de Colombia. [Citado 20 feb 2018]. Disponible en: <https://www.minagricultura.gov.co/noticias/Paginas/En-los-últimos-4-años,-la-quinua-ha-tenido-un-crecimiento-de-más-del-150-en-áreas-de-producción.aspx>
- Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural de Colombia. La quinua en Colombia es uno de los cultivos con gran potencial de crecimiento. [Internet]. 2016. [24 feb 2018]. Disponible en: <https://www.minagricultura.gov.co/noticias/Paginas/La-quinua-en-Colombia-es-uno-de-los-cultivos-con-gran-potencial-de-crecimiento.aspx>
- Quintero DMD. Vigilancia competitiva de la quinua: potencialidad para el departamento de Boyacá. *Suma Negocios*. 2014;5(12):85–95. Disponible en: [https://doi.org/10.1016/S2215-910X\(14\)70030-8](https://doi.org/10.1016/S2215-910X(14)70030-8)
- Aguilar Izquierdo JC. Componentes bioactivos y valor nutricional de tres variedades de harina de quinua malteada (*Chenopodium quinoa* Willd.). [Tesis pregrado en Internet]. Trujillo:

- Universidad Nacional de Trujillo; 2017. Disponible en: <https://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/9756/Aguilar%20Izquierdo%20Julio%20C%20a9sar.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
9. Aviles Deza JR. Evaluación nutricional de galletas enriquecidas con harina de quinua negra (*Chenopodium petiolaris* kunth) germinada.[Tesis pregrado en Internet] Puno: Universidad Nacional del Altiplano;2019 Disponible en: [http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/11664/Aviles\\_Deza\\_Jose\\_Rosendo.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/11664/Aviles_Deza_Jose_Rosendo.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
  10. Mosquera Mosquera HF. Efecto de la inclusión de harina de Quinua (*Chenopodium quinoa* wild) en la elaboración de galletas[Tesis de pregrado en internet]. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia; 2009. Disponible en: <https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/70197/107325.2009.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
  11. Huamani-H A, Ponce-Ramírez J, Málaga-Juárez J. Optimization of the quinoa cooking process using the 3k design and the desirability function: Degree of gelatinization, water absorption index, solubility index and cotyledon detachment. *Scientia Agropecuaria*. 2020;11(3):381-390. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.17268/sci.agropecu.2020.03.10>
  12. ICONTEC. NTC 6069: Productos de molinería. Harina de Quinua. Requisitos. Colombia; 2014.
  13. Contreras Miranda LD. Desarrollo de una galleta dulce enriquecida con harina de quinua blanca (*Chenopodium quinoa*) utilizando diseño de mezclas[tesis de pregrado en internet]. Lima: Universidad Nacional Agraria la Molina; 2015. Disponible en: [http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12996/1928/Q02\\_C658%20-T.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12996/1928/Q02_C658%20-T.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
  14. Espinoza Chunga GY. Análisis nutricional de galletas de avena (*Avena sativa*) fortificada con concentrado proteico foliar de betarraga (*Beta vulgaris*)[tesis de pregrado en internet]. Huacho: Universidad Nacional Jose Faustino Sanchez Carrion. 2018; Disponible en: <http://repositorio.unjfsc.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14067/2548/ESPINOZA%20CHUNGA%20GEORGINA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
  15. Mora Hernández JA. Optimización del proceso de elaboración de galletas utilizando avena (*Avena sativa*) y quinua (*Chenopodium quinoa*)[Tesis de pregrado en Internet]. Trujillo: Universidad Nacional de Trujillo;2019. Disponible en: <https://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/13440/Mora%20Hernandez%20Jorge%20Alberto.pdf?sequence=3&isAllowed=y>
  16. Chopra N, Dhillon B, Rani R, Singh A. Physico-nutritional and sensory properties of cookies formulated with quinoa, sweet potato and wheat flour blends. *Curr Res Nutr Food Sci J*. 2018;6(3):798–806. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.12944/CRNFSJ.6.3.22>
  17. Casas Moreno M del M, Barreto-Palacios V, Gonzalez-Carrascosa R, Iborra-Bernad C, Andres-Bello A, Martínez-Monzó J, et al. Evaluation of textural and sensory properties on typical spanish small cakes designed using alternative flours. *J Culin Sci & Technol*. 2015;13(1):19–28. Disponible en: <https://doi.org/10.1080/15428052.2014.952475>
  18. Delgado-Vidal FK, Ramírez-Rivera E de J, Rodríguez-Miranda J, Martínez-López RE. Elaboración de galletas enriquecidas con barrilete negro (*Euthynnus lineatus*): caracterización química, instrumental y sensorial. *Univ y Cienc*. 2013;29(3):287–300. Disponible en: [https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0186-29792013000300007](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0186-29792013000300007)

19. Espinosa Manfugás J. Evaluación Sensorial de los Alimentos (La Editorial Universitaria publica (Ed.); Dr. C. Ra). Ciudad de la habana. Ministerio de Educación Superior. 2007
20. A.O.A.C. Official Methods of Analysis of the AOAC international. USA; 2019.
21. International Commission on Microbiological Specifications of Foods (ICMSF): Microorganisms in Foods 7: Microbiological Testing in Food Safety Management. New York : Kluwer Academic/Plenum Publishers.2002.
22. International Organization for Standardization. ISO 21527-2:2008. Microbiology of food and animal feeding stuffs — Horizontal method for the enumeration of yeasts and moulds.2008.
23. International Organization for Standardization. ISO 6888-1: 2000. Microbiology of food and animal feeding stuffs - Horizontal method for the enumeration of coagulase-positive staphylococci (*Staphylococcus aureus* and other species).2000.
24. International Organization for Standardization. ISO 6579-1: 2017. Microbiology of the food chain - Horizontal method for the detection, enumeration and serotyping of *Salmonella* .2017.
25. Ratnayake WS, Jackson DS. STARCH Sources and Processing. in: Caballero, B., Trugo, L., & Finglas, P. Editors. Encyclopedia Food Sciences and Nutrition. Second Edition. San Diego: Academic Press; 2004; p.5567-5572.
26. Jan KN, Panesar PS, Singh S. Process standardization for isolation of quinoa starch and its characterization in comparison with other starches. J Food Meas Charact. 2017;11:1919-1927. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s11694-017-9574-6>
27. Batey IL, Huang W. Gluten and modified gluten. In: Wrigley, C. W., Corke, H., Seetharaman, K., & Faubion, J. editors. Encyclopedia of grain science. Second Edition. Oxford: Academic Press. 2004.p.25-30.
28. Cordero Fernández DL, Granados Nevárez M del C, Islas Rubio AR, Verdú Amat S, Ramírez-Wong B, Vásquez Lara F. Utilización de fibra de avena con diferente tamaño de partícula en panificación: efecto reológico y textural. Rev Mex ciencias agrícolas. 2020;11(1):161–73. Disponible en : <https://doi.org/10.29312/remexca.v11i1.1954>
29. Rodriguez-Sandoval E, Lascano A, Sandoval G. Influencia de la sustitución parcial de la harina de trigo por harina de quinoa y papa en las propiedades termomecánicas y de panificación de masas. Rev UDCA Actual \& Divulg Científica. 2012;15(1):199–207. Disponible en: <https://doi.org/10.31910/rudca.v15.n1.2012.817>
30. Aguilera Gutiérrez Y. Harinas de leguminosas deshidratadas: caracterización nutricional y valoración de sus propiedades tecnofuncionales[Tesis doctoral en internet]. Madrid: Universidad Autónoma de Madrid;2010. Disponible en : <http://hdl.handle.net/10486/4180>
31. Villar Lozano N. Propiedades físicas, funcionales y químicas de harina obtenida a partir de semillas de quinoa[Tesis Máster en Internet]. Valencia: Universitat politècnica de València. 2021. Disponible en: <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/175400/Villar%20-%20Propiedades%20físicas%20funcionales%20y%20químicas%20de%20harina%20obtenida%20a%20partir%20de%20semillas%20de%20qu...pdf?sequence=1>
32. García-Salcedo ÁJ, Torres-Vargas OL, Ariza-Calderón H. Physical-chemical characterization of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.), amaranth (*Amaranthus caudatus* L.), and chia (*Salvia hispanica* L.) flours and seeds. Acta Agron. 2017;67(2). Disponible en: <https://doi.org/10.15446/acag.v67n2.636>

- 66
33. Jiang F, Ren Y, Du C, Nie G, Liang J, Yu X, et al. Effect of pearling on the physicochemical properties and antioxidant capacity of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) flour. *J Cereal Sci.* 2021;102:103330. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2021.103330>
  34. Jan KN, Panesar PS, Singh S. Textural, in vitro antioxidant activity and sensory characteristics of cookies made from blends of wheat-quinoa grown in India. *J Food Process Preserv.* 2018;42(3):e13542. Disponible en: <https://doi.org/10.1111/jfpp.13542>
  35. Xu J, Zhang Y, Wang W, Li Y. Advanced properties of gluten-free cookies, cakes, and crackers: A review. *Trends Food Sci & Technol.* 2020;103:200–13. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2020.07.017>
  36. Goyat J, Passi SJ, Suri S, Dutta H. Development of chia (*Salvia hispanica*, L.) and quinoa (*Chenopodium quinoa*, L.) seed flour substituted cookies-physicochemical, nutritional and storage studies. *Curr Res Nutr Food Sci J.* 2018;6(3):757–69. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.12944/CRNFSJ.6.3.18>
  37. ICONTEC. NTC 1241 Productos de molinería. Galletas. 1241 2007 p. 13.
  38. Water Activity: Effect on Food Stability. in: Caballero, B., Trugo, L., & Finglas, P. Editors. *Encyclopedia Food Sciences and Nutrition*. Second Edition. San Diego: Academic Press; 2004; p.6094-6101.
  39. González Álvarez D, Valencia García FE. Evaluación del comportamiento de sustitutos de grasa y edulcorantes en la formulación de galletas light. *Journal of Engineering and Technology.* 2013. 2(1):8-17; Disponible en: [https://bibliotecadigital.udea.edu.co/bitstream/10495/25040/1/ValenciaFrancia\\_2013\\_ComportamientoFormulacionGalletas.pdf](https://bibliotecadigital.udea.edu.co/bitstream/10495/25040/1/ValenciaFrancia_2013_ComportamientoFormulacionGalletas.pdf)
  40. Sandhya PS, Haripriya A. Effect of Pre-Treatment on Selected Nutrient Profile and Functional Properties of Quinoa (*Chenopodium quinoa*) Flour and Development of Gluten Free Quinoa Cookies. *Indian J Nutr Diet.* 2018;55(2):197. Disponible en: <https://doi.org/10.21048/ijnd.2018.55.2.18156>
  41. Demir, M. K., and M. Kılınc. "Utilization of quinoa flour in cookie production." *International Food Research Journal* 2017. 24(6 ): 2394-2401. Disponible en: [http://www.ifrj.upm.edu.my/24%20\(06\)%202017/\(16\).pdf](http://www.ifrj.upm.edu.my/24%20(06)%202017/(16).pdf)
  42. Nursten, Harry E. *The Maillard reaction: chemistry, biochemistry and implications*. London: Royal Society of Chemistry, 2005. Disponible en: <https://doi.org/10.1039/9781847552570>
  43. Rodríguez Carbajo P. *Elaboración de galletas sin gluten con mezclas de harina de arroz-almidón-proteína* [Tesis Máster en Internet]. Palencia: Universidad de Valladolid. 2015. Disponible en: <https://core.ac.uk/download/pdf/211098739.pdf>
  44. González JDT, Gallo RT, Correa DA, Gallo-García LA. Evaluación instrumental de los parámetros de textura de galletas de limón. *Vector Manizales.* 2015. 10 :14-25. Disponible en: [http://vector.ucaldas.edu.co/downloads/Vector10\\_3.pdf](http://vector.ucaldas.edu.co/downloads/Vector10_3.pdf)
  45. Brito IL, de Souza EL, Felex SSS, Madruga MS, Yamashita F, Magnani M. Nutritional and sensory characteristics of gluten-free quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd)-based cookies development using an experimental mixture design. *J Food Sci Technol.* 2015;52(9):5866–73. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s13197-014-1659-1>
  46. Ruiz Serrano M del C. Sustitución parcial de harina de Trigo (*Triticum Aestivum* L) por mezcla de Quinoa,

- Avena y Soya para la elaboración de galletas semiblanda con frutos secos [Tesis de pregrado en Internet]. Machala : Universidad Técnica de Machala; 2015. Disponible en: <http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/2878>
47. Graf BL, Rojas-Silva P, Rojo LE, Delatorre-Herrera J, Baldeón ME, Raskin I. Innovations in health value and functional food development of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). *Compr Rev food Sci food Saf*. 2015;14(4):431–45. Disponible en: <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12135>
48. INVIMA. Resolución 810. Resolución 810 Colombia; 2021.