

# Evaluación de características físicas y texturales de pandebono

## Evaluation of physical and textural characteristics of pandebono

Julián Alfredo López-Tenorio<sup>1</sup>, Eduardo Rodríguez-Sandoval<sup>1\*</sup>, y José Uriel Sepúlveda-Valencia<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Ingeniería Agrícola y Alimentos, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Colombia. A.A. 1779. Medellín, Antioquia, Colombia. \*Autor para correspondencia: edrodriguez@unal.edu.co

Rec.: 27.09.11 Acept.: 11.09.12

### Resumen

El pandebono es un producto libre de gluten típico de Colombia, elaborado principalmente con almidón agrio de yuca, queso y agua o leche. El queso es fundamental en su formulación, ya que le imparte al producto sus propiedades sensoriales y texturales características. En el estudio se evaluaron estas propiedades en pandebonos elaborados con dos tipos de quesos: costeño y blanco. Se realizaron análisis de perfil de textura, firmeza, fractura de la corteza y determinaciones de peso, volumen y densidad mediante un análisis de varianza de una sola vía. Para evaluar el sabor general se hizo una prueba sensorial de diferenciación de tipo triangular. La firmeza fue mayor en pandebono elaborado con queso costeño debido a que la miga fue más uniforme; mientras que la fractura de la corteza fue mayor en pandebono elaborado con queso blanco, reflejando un espesor de corteza mayor. En el análisis de perfil de textura no se encontraron diferencias significativas. Los pesos y los volúmenes fueron menores en pandebono elaborado con queso costeño, pero la densidad fue mayor. El sabor fue diferente, principalmente por las propiedades del queso costeño, el cual tiene un salado característico.

**Palabras clave:** Producto libre de gluten, queso costeño, reología.

### Abstract

The pandebono is a traditional gluten-free product from Colombia made mainly with cassava sour starch, cheese and milk or water. The cheese is critical in its formulation, because it imparts suitable sensory and textural properties. In this study, these properties were evaluated on pandebono made from two types of cheeses, costeño cheese and white cheese. Texture profile analysis, firmness, crust fracture, and determinations of weight, volume and density were performed using a one-way analysis of variance. A sensory differentiation test of triangular type was performed to assess the overall flavor of the products. The firmness was higher in the pandebono made from costeño cheese because the crumb was more uniformity; whereas the crust fracture was higher in the pandebono made from white cheese, reflecting a greater crust thickness. There were not significant differences in texture profile analysis. The weight and volume were lower in pandebono made from costeño cheese, while the density was higher. The overall flavor of samples was different, mainly by the costeño cheese properties, which has a characteristic and salty taste.

**Key words:** Costeño cheese, gluten-free product, rheology.

## Introducción

El pandebono es un producto de panificación obtenido de almidón agrio (fermentado) de yuca y queso, como constituyentes principales. Según el sitio de elaboración, existen variaciones en su formulación, aunque es común el empleo de harina o fécula de maíz, huevos, grasa vegetal y agua o leche. Estos ingredientes se amasan para formar pequeñas porciones que posteriormente se hornean. Las características más sobresalientes de este producto son su textura esponjosa, miga abierta, baja densidad y rápido endurecimiento.

Un producto con propiedades de calidad similares al pandebono es producido en la región de Minas Gerais, Brasil, el cual se denomina pan de queso (pão de queijo, en portugués). Al igual que el pandebono, el pan de queso no presenta un estándar de calidad establecido ni existe una tecnología de producción o un producto definido, razón por la cual se encuentran en este mercado productos con la misma denominación, pero con características muy diferentes (Minim *et al.*, 2000; Aplevicz, 2006).

El almidón agrio de yuca es un componente importante en el pandebono, ya que le otorga volumen y una miga porosa con gran número de celdas que contienen aire. Igualmente, el queso es un ingrediente fundamental porque le da el aroma y el sabor característicos, complementa la estructuración de la miga y ayuda a obtener una mejor textura del producto final (Pereira *et al.*, 2004).

Los estudios de caracterización de este tipo de productos, especialmente en pan de queso, han sido enfocados en la evaluación de la densidad, el volumen específico, el índice de expansión, la resistencia a la compresión y el análisis de perfil de textura (Pereira *et al.*, 2010; Machado y Pereira, 2010a). Inclusive se han efectuado evaluaciones sobre el perfil reológico y propiedades visco-elásticas de la masa en el farinógrafo y en el analizador de textura, respectivamente (Machado y Pereira, 2010a; Machado y Pereira, 2010b). Pereira *et al.* (2010) evaluaron la respuesta de la sustitución de queso curado por queso tipo ricota sobre las propiedades del pan de queso y encontraron que un aumento del porcentaje

de este último en la formulación tiene como consecuencia un producto más suave, menos gomoso, poco propenso a la fractura, y con un espesor de corteza menor que el elaborado con queso curado. En estos trabajos no se presentaron diferencias en las propiedades sensoriales en los productos elaborados con ambos tipos de quesos, por tanto es posible remplazar el queso curado por el queso tipo ricota.

En Colombia se utiliza ampliamente un queso denominado costeño, el cual es fresco y con un sabor salado entre moderado y fuerte. Sin embargo, este queso tiene como inconveniente que su calidad sanitaria no es la adecuada debido a las malas condiciones de procesamiento y almacenamiento, encontrándose en algunas oportunidades la presencia de microorganismos patógenos (Gallegos *et al.*, 2007). El objetivo de este trabajo fue evaluar las características físicas y texturales del pandebono formulado con dos tipos de quesos: costeño y blanco.

## Materiales y métodos

### Análisis físicoquímicos de los quesos

Las características físicoquímicas se determinaron tanto para el queso costeño como para el blanco. La actividad de agua (aw) se midió con un higrómetro de punto de rocío a 25 °C (Aqualab serie 3TE, Decagon, Devices, Pullman, WA, USA) (Cortés *et al.*, 2007). El pH se midió utilizando un potenciómetro introduciendo el electrodo directamente en la masa del queso (Peláez *et al.*, 2003). Los porcentajes de humedad, grasa y sal fueron determinados siguiendo la metodología propuesta por Kosikowski (1977). El porcentaje de humedad del queso se determinó por el método de secado en estufa, el cual consistió en colocar una muestra de 2 g de queso en una caja de Petri para someterla a secado a una temperatura de 100 °C durante 24 h en estufa (U30, Memmert, Alemania). El porcentaje de grasa se determinó por el método de Babcock modificado. Se pesaron 9 g de cada uno de los quesos molidos en un butirómetro y se adicionaron 10 ml de agua a 54.4 °C y 17.5 ml de ácido sulfúrico. Posteriormente, el butirómetro fue sometido a ciclos de centrifu-

gación de 5 min, 2 min y 1 min con adición de agua a 76.7 °C entre cada centrifugación. Finalmente, el butirómetro fue transferido a un baño con agua a 60 °C por 5 min para determinar así el porcentaje de grasa.

El porcentaje de sal en el queso se determinó usando el método de Volhard modificado. Para el efecto, en una muestra de 3 g de queso molido en un matraz se agregaron 25 ml de nitrato de plata ( $\text{AgNO}_3$ ) 0.1 N, 10 ml de ácido nítrico ( $\text{HNO}_3$ ) y 50 ml de agua destilada y se llevó a calentamiento hasta ebullición bajo campana extractora de gases. Cuando la mezcla alcanzó la temperatura de ebullición se adicionaron 15 ml de permanganato de potasio ( $\text{KMnO}_4$ ) en porciones de 5 ml. A continuación se enfrió a temperatura ambiente y se añadieron separadamente 2 ml de nitrobenzeno y 2 ml de alumbre férrico. El contenido del matraz fue titulado bajo agitación con tiocianato de potasio ( $\text{KSCN}$ ) 0.1 N hasta obtener un color rojo claro. El porcentaje de sal fue calculado mediante la ecuación 1:

$$\% \text{ Sal} = \frac{[(A \times B) - (C \times D)] \times 0.0585 \times 100}{M} \quad \text{Ec. 1}$$

donde, A: volumen (ml) de nitrato de plata adicionado (25 ml), B: normalidad del nitrato de plata (0.1 N), C: volumen (ml) de tiocianato de potasio utilizado en la titulación, D: normalidad del tiocianato de plata (0.1 N), M: cantidad (g) de muestra utilizada, 0.0585: miliequivalentes de cloruro de sodio.

#### **Análisis proximal de almidón agrio de yuca**

Se determinaron los porcentajes de almidón (ISO 10520, 1997), cenizas (AOAC 942.05, 2000), fibra cruda (NTC 668, 1973), grasa bruta (NTC 668, 1973), humedad (ISO 6496, 1999), pH (potenciometría) y proteína (método de Kjeldahl NTC 4657, 1999). Las determinaciones fueron realizadas por duplicado.

#### **Índices de absorción de agua (I.A.A.) y solubilidad en agua (I.S.A.)**

Estos índices se determinaron por triplicado en el almidón agrio de yuca de acuerdo con el método propuesto por Anderson *et al.* (1969)

que consiste en calcular por gravimetría la cantidad de material disuelto y la proporción de agua absorbida después de la agitación de una suspensión de almidón a temperatura determinada. Para el efecto en un tubo de centrifugado de 50 ml se dispersó una muestra de almidón de 2.5 g en 30 ml de agua destilada a 30 °C. Posteriormente, el tubo se colocó en baño de agua a 30 °C, se agitó durante 30 min y se centrifugó a 3000 r.p.m. por 10 min (Universal 320-R, Hettich, Alemania). Se separó el sobrenadante y el gel resultante se pesó para calcular el I.A.A. (ecuación 2). Para calcular el I.S.A, el sobrenadante se colocó en un vaso de precipitado de 30 ml previamente tarado y se secó a 100 °C por 24 h hasta que alcanzó un peso constante. Los sólidos solubles, o sea el peso seco del sobrenadante, fueron utilizados para calcular el I.S.A. mediante la ecuación 3.

$$I.A.A. (g/g) = \frac{\text{Peso gel}}{\text{Peso muestra (b.s)}} \quad \text{Ec. 2}$$

$$I.S.A. (\%) = \frac{\text{Peso sobrenadante seco}}{\text{Peso muestra (b.s)}} \times 100 \quad \text{Ec. 3}$$

#### **Elaboración**

Para elaborar los pandebonos se utilizaron como ingredientes: queso costeño, queso blanco, almidón agrio de yuca, harina de maíz precocida, margarina, azúcar, sal y leche entera UHT, adquiridos en el mercado local. Las formulaciones para la elaboración de ambos tipos de pandebono aparecen en el Cuadro 1. Inicialmente se mezclaron en una batidora (Profesional Series 600-KP26M1XER, KitchenAid, St. Joseph, MI, USA) los ingredientes secos junto con la margarina. A continuación se agregó lentamente leche hasta desarrollar una masa suave y homogénea, la cual se dividió en porciones de 30 g y se moldeó manualmente con la ayuda de un cilindro (diámetro= 47 mm, altura= 14 mm). Las unidades de pandebono se hornearon a 235 °C durante 15 min en un horno de gas (GFO-4B, GuangzhouYoujiaMachinery Co.).

**Cuadro 1.** Materias primas para la elaboración de pandebono.

Materia prima	Queso costeño		Queso blanco	
	Cantidad (g)	Participación (%)	Cantidad (g)	Participación (%)
Queso	300	40.1 %	300	42.7 %
Almidón agrio	150	20.0 %	150	21.4 %
Harina de maíz	60	8.0 %	60	8.6 %
Margarina	30	4.0 %	30	4.3 %
Azúcar	18	2.4 %	18	2.6%
Sal	-	-	9	1.3%
Leche	190.5	25.5 %	135	19.2%

### Peso, volumen y densidad

El peso del pandebono se determinó en balanza de precisión (BL-6206, Shimadzu). La densidad se calculó utilizando la relación de peso:volumen. Esta última se obtuvo modificando la metodología propuesta por Carrillo (2007) usando el método de desplazamiento de semillas de mijo colocadas en vaso de precipitado de 250 ml y radio de 33 mm. El procedimiento fue el siguiente: en el vaso de precipitado se introdujo una cantidad fija de semillas de mijo hasta una altura establecida, luego esas semillas fueron trasladadas a otro recipiente. Posteriormente se introdujo el pandebono y se vaciaron las semillas dentro del vaso de precipitado y se midió la distancia desplazada desde la marca fijada hasta la superficie de las semillas. El volumen del pandebono se calculó mediante la ecuación siguiente.

$$V = \pi \times r^2 \times d \quad \text{Ec. 4}$$

donde,  $V$  es el volumen del pandebono (ml),  $r$  es el radio del vaso de precipitados (cm) y  $d$  es la distancia desplazada (cm).

### Propiedades de textura

La textura de las muestras de pandebono se determinó mediante pruebas de punción y de compresión y análisis del perfil de textura (TPA) en un analizador de textura (TA-XT2i, Stable Micro Systems, Godalming, U.K.) utilizando el software Texture Expert Exceed versión 2.64 (2002). La fractura de la corteza se obtuvo mediante un ensayo de penetración usando una sonda cilíndrica de 2 mm (SMS

P/2). La firmeza de los pandebonos enteros formulados con ambos tipos de queso se estableció mediante un ensayo de compresión uniaxial empleando una plataforma de compresión cilíndrica de 100 mm (SMS P/100). El TPA se realizó comprimiendo dos veces la muestra entera con una plataforma de compresión cilíndrica de 100 mm (SMS P/100) para obtener las propiedades texturales de dureza, elasticidad y cohesividad (Bourne, 2002). Para la prueba de compresión y el TPA, la muestra y la plataforma de compresión se lubricaron con parafina líquida para minimizar los efectos de fricción. Los parámetros del analizador fueron: velocidad pre-ensayo 2.0 mm/s, velocidad de ensayo 2.0 mm/s, velocidad pos-ensayo 5.0 mm/s, distancia de compresión 15 mm y celda de carga de 50 kg.

### Análisis sensorial

Se realizó una prueba triangular según la norma NTC 2681(2006) con un panel de 32 miembros para determinar la diferencia sensorial perceptible en sabor general entre ambos tipos de pandebonos.

### Análisis estadístico

Los datos experimentales se evaluaron mediante un análisis de varianza (Anova) de una sola vía para conocer el efecto del tipo de queso sobre las características físicas y texturales del pandebono. Para el manejo de datos se utilizó el programa Statgraphics Centurion XV versión 15.2.05 (2006) adoptando el método de diferencia mínima significativa (DMS) y un nivel de confianza  $\alpha = 0.05$ . Para las respuestas de la prueba sensorial se utilizó el mismo nivel de confianza. El análisis estadístico de dicha prueba sigue una distri-

bución binomial, necesitando 16 aciertos en un panel de 32 miembros para obtener una diferencia perceptible entre ambas muestras (NTC 2681, 2006).

## Resultados y discusión

### Análisis de materias primas

Los análisis fisicoquímicos de los tipos de queso aparecen en el Cuadro 2. Según los resultados de porcentajes de grasa y humedad, el queso costeño se puede clasificar como graso y duro, mientras que el blanco se puede catalogar como graso y semiduro (Ministerio de la Protección Social de Colombia, 1989). El queso costeño presentó un contenido de humedad menor que el encontrado por Rodríguez y Novoa (1994) (45 - 47%) y un contenido de grasa más alto (23 - 25%). Chávez-Acosta y Romero-Naranjo (2006) en muestras de queso costeño producido en diferentes empresas encontraron un rango de humedad de 35.7 - 42.7% y de grasa de 19 - 26%. Otro aspecto importante es el alto contenido de sal presente en el queso costeño (3.5%), una característica de este tipo de producto. La sal tiene la función de potenciar el sabor y garantizar una vida útil prolongada. El porcentaje de sal encontrado en el queso costeño utilizado en este estudio es consistente con los hallazgos de Chávez-Acosta y Romero-Naranjo (2006), aunque el pH (5 - 5.2) difiere del valor 6.5 encontrado por estos autores.

**Cuadro 2.** Características físico-químicas de los tipos de queso evaluados.

Característica	Queso costeño	Queso blanco
Humedad (%)	40.0 ± 0.01 a*	49.7 ± 0.01 b
a <sub>w</sub>	0.9 ± 0.004 a	1.0 ± 0.001 b
pH	5.4 ± 0.05 a	6.4 ± 0.01 b
Grasa (%)	31.0 ± 1.41 a	26.5 ± 0.71 a
Sal (%)	3.5 ± 0.06 a	1.0 ± 0.04 b

\* Valores en una misma hilera seguidos de letras diferentes son significativamente diferentes (P < 0.05).

El almidón agrio de yuca es indispensable para la preparación de varios productos típicos de panadería, entre ellos, pandebono. La composición proximal, I.A.A. e I.S.A., aparece en el Cuadro 3. Se destacan el alto contenido de almidón relacionado con la

**Cuadro 3.** Composición proximal e I.A.A. e I.S.A. del almidón agrio de yuca.

Característica	Valor
% Almidón	87.8 ± 2.1
% Cenizas	0.05 ± 0.02
% Fibra cruda	0.30 ± 0.04
% Grasa bruta	0.05 ± 0.04
% Humedad	10.7 ± 0.05
% Proteína	0.40 ± 0.2
pH	3.63 ± 0.09
I.A.A. (g/g)	3.30 ± 0.05
I.S.A. (%)	0.70 ± 0.07

I.A.A. = Índice de absorción de agua. I.S.A. = Índice de solubilidad en agua.

fueron botánica y el pH bajo debido a la etapa de fermentación por bacterias ácido-lácticas. Cadena *et al.* (2006) hallaron en almidón agrio de yuca valores diferentes a los encontrados en este estudio: cenizas (0.23 % - 0.54 %), grasa (0.13 % - 0.59 %) y proteína (0.82 % - 1.28 %); no obstante, para humedad (8.04 % - 12.35 %), fibra (0.23 % - 1.06 %), y carbohidratos (almidón -85.22 % - 90.28 %) los valores fueron similares. Estos valores concuerdan con los establecidos en Brasil para este producto, humedad (14%), cenizas máxima (0.5%) y contenido mínimo de almidón (80%) (Diniz, 2006). La variación en el contenido de humedad puede ser debida al tiempo de exposición y a las condiciones de clima durante la etapa de secado solar. La diferencia en el contenido de proteína está relacionada con el tiempo del proceso de fermentación, ya que los microorganismos desarrollados pueden producir metabolitos proteínicos (Diniz, 2006). La variación en el contenido de fibra y cenizas se puede atribuir a la contaminación del almidón por materia extraña como polvo, insectos y suelo que llegan del ambiente, inclusive por el agua utilizada en la etapa de extracción (Cadena *et al.*, 2006).

El I.A.A. y el I.S.A. del almidón agrio de yuca se encontraron dentro de los valores de referencia establecidos por Aristizábal y Sánchez (2007) de 0.82 y 15.52 g gel/g de muestra para el primero y de 0.27y 12.32%

para el segundo. Rodríguez *et al.* (2006) encontraron I.A.A. de 4.66, 5.00 y 5.44 g gel/g muestra para harinas de yuca obtenidas de parénquima precocido con reposo a baja temperatura (5 °C, -5 °C y -20 °C) respectivamente; igualmente hallaron I.S.A. de 12.49, 10.79 y 13.18% para las mismas harinas. Machado *et al.* (2010) observaron valores de ISA entre 0 y 0.3% en suspensiones de almidón de Brasil fermentado a 30 °C.

### Peso, volumen y densidad

Estas características son importantes en la elaboración de productos de panadería, ya que están relacionadas con la cantidad de celdas de aire presentes en el interior. En pandebono y productos elaborados con almidón agrio de yuca se produce una expansión durante la cocción de las masas, lo que implica producción de gas e incremento del volumen del producto (Mestres *et al.*, 1996). En el Cuadro 4 se presentan estas mismas características de pandebono formulado con ambos tipos de queso. Se observaron diferencias significativas ( $P < 0.05$ ) entre pandebonos. El peso y el volumen fueron mayores cuando se utilizó queso blanco, mientras que la densidad fue mayor cuando se utilizó queso costeño. El queso blanco por su mayor contenido de agua influyó en el peso del producto. Por otra parte, la sal puede interactuar en forma directa con el componente líquido de la formulación causando retención de agua y disminuyendo su disponibilidad durante la evaporación que se produce en el proceso de horneado. El volumen, la distribución de las

celdas de aire y la forma global fueron más uniformes en el pandebono desarrollado con queso costeño, mientras en el pandebono con queso blanco se presentaron algunas protuberancias y grietas.

El queso costeño favorece características que son esperadas en este tipo de productos, como la distribución uniforme de las celdas de aire en la miga y un mejor aspecto de la corteza (Pereira *et al.*, 2004) debido probablemente a la interacción de sus constituyentes, principalmente la proteína y la grasa, con el almidón de yuca. Por su mayor contenido de grasa este tipo de queso posiblemente actúa como inhibidor de la hidratación y el aumento de volumen de los gránulos de almidón evitando la lixiviación de la amilosa, como sucede en almidones de cereales (Mitolo, 2006). Además, la densidad depende de ambas características anteriormente mencionadas, pero en productos de panadería se relaciona más con el volumen. Un volumen bajo implica mayor densidad y en el caso particular de pan de harina de trigo significa una pobre retención de dióxido de carbono en la red de gluten. El pandebono elaborado con queso costeño por tener menor volumen presentó mayor densidad en comparación con el pandebono fabricado con queso blanco. Pereira *et al.* (2010) no hallaron diferencias en la densidad de los panes de queso al evaluar la sustitución de queso curado por queso ricota, según estos autores los resultados se debieron a que los ingredientes utilizados se calcularon en función del contenido de almidón fermentado. Clareto *et al.* (2006) encontraron que el uso

**Cuadro 4.** Propiedades físicas y texturales de pandebono formulado con quesos costeño y blanco.

Propiedades		Con queso costeño	Con queso blanco
Físicas	Peso (g)	23.8±0.2 a*	24.4±0.4 b
	Volumen (cm <sup>3</sup> )	57.4±0.9 a	61.1±0.9 b
	Densidad (g/cm <sup>3</sup> )	0.4±0.0028 a	0.4±0.0034 b
Texturales	Fractura corteza (N)	1.4±0.06 a	1.6±0.07 b
	Firmeza (N)	19.3±2.68 a	15.9±0.45 b
	TPA – dureza (N)	17.1±2.93 a	15.0±0.91 a
	TPA – elasticidad	0.8±0.03 a	0.8±0.03 a
	TPA – cohesividad	0.4±0.01 a	0.4±0.03 a

\* Valores en una misma hilera seguidos de letras diferentes son significativamente diferentes ( $P < 0.05$ ).

de un concentrado proteico como sustituto de 100% de grasa no afectó la densidad del pan de queso.

### Propiedades de textura

La textura en productos de panadería es de gran importancia ya que está asociada principalmente con la frescura y los procesos de envejecimiento de los productos en los que se reconocen dos capas o zonas, una exterior denominada corteza y otra interior o miga (Cauvain, 2004). La fractura de la corteza, la firmeza y el análisis de perfil de textura (TPA) de los pandebonos elaborados con ambos tipos de queso aparecen en el Cuadro 4. En este estudio, la fractura de la corteza y la firmeza del producto entero fueron diferentes entre ambos tipos de pandebono ( $P < 0.05$ ), siendo mayor la fractura en el elaborado con queso blanco, mientras que la firmeza fue superior en el formulado con queso tipo costeño. Los resultados de fractura indican que se consiguió un mayor espesor para las muestras elaboradas con queso blanco, lo cual indica que una mayor cantidad de agua migró del centro a la superficie durante el horneado, generando un aumento del espesor conformado por capas que contenían celdas de aire más grandes e irregulares. Cuando se presenta este tipo de celdas en la corteza, es necesario aplicar una mayor fuerza de fractura (Altamirano-Fortoul *et al.*, 2012).

La firmeza del producto se relaciona con la distribución uniforme de las celdas de aire o alveolos de la miga de pandebono. En este estudio, el pandebono elaborado con queso costeño fue más uniforme y presentó un mayor porcentaje de celdas de aire de menor tamaño, lo que favoreció el incremento de la firmeza. Este resultado se explica por el mayor contenido de grasa en este tipo de queso. Cuando los cristales de grasa se funden durante el horneado, la interfase grasa-líquido genera un recurso extra de material interfacial para la superficie de la burbuja, lo cual permite la expansión sin ruptura. Por tanto, un alto número de pequeñas burbujas pueden sobrevivir durante el horneado, y contribuir con ello a la mejor calidad y uniformidad de la miga (Brooker, 1996).

Machado y Pereira (2010b) observaron valores diferentes de resistencia a la compresión en panes de queso con distintas formulaciones y procedimientos de elaboración. Para los panes fabricados con leche y escaldamiento los resultados fueron similares a los encontrados en este estudio (16.64 N). Tanto la dureza como la elasticidad y la cohesividad de ambos tipos de pandebono fueron similares a nivel poblacional. Sin embargo, es importante resaltar que el parámetro dureza presentó un coeficiente de variación elevado ( $CV = 14.1\%$ ) lo que dificulta la interpretación de los resultados. Pereira *et al.* (2010) hallaron valores de elasticidad y cohesividad similares a los encontrados en este estudio cuando utilizaron queso tipo ricota para la elaboración de pan de queso.

### Análisis sensorial

En la prueba de análisis sensorial se obtuvieron 22 aciertos, por tanto es posible concluir que existen diferencias ( $P < 0.05$ ) en el sabor general entre ambos tipos de pandebono. Algunos participantes en las pruebas manifestaron que el queso tipo costeño presenta un sabor fuerte y salado característico; otros hallaron diferencias en la textura. Estas observaciones concuerdan con los resultados obtenidos en la evaluación de la textura, la cual mostró que el pandebono elaborado con queso costeño fue más firme y tiene una corteza más delgada con un nivel de fractura menor.

### Conclusiones

- Los resultados de este estudio mostraron que existe un efecto del tipo de queso sobre las propiedades físicas y los parámetros de textura del pandebono. Estas características definen la calidad de la muestra y están relacionadas con el tamaño, la cantidad y la distribución de las celdas de aire en el producto.
- Al comparar ambas formulaciones de pandebono se puede concluir que el producto elaborado con queso costeño permite obtener una miga con celdas de aire de tamaño uniforme, lo que produce mayor firmeza y dureza, y una marcada diferencia sensorial tanto en el sabor general como en la textura.

- El queso costeño influye en las propiedades percibidas por el consumidor, siendo fundamental para la elaboración de pandebono.

### Agradecimientos

A Margarita María Morales Moreno por su apoyo técnico en la ejecución de este estudio.

### Referencias

- Altamirano-Fortoul, R.; Hernando, I.; y Rosell, C. M. 2012. Texture of bread crust: puncturing settings effect and its relationship to microstructure. *J. Texture Studies*, doi:10.1111/j.1745-4603.2012.00368.x
- Anderson, R. A.; Conway, H. F.; Pfeifer, V.F.; y Griffin, E. L. 1969. Gelatinization of corn grits by roll - and extrusion - cooking. *Cereal Sci. Today* 14(1):4 - 12.
- Aristizábal, J. y Sánchez, T. 2007. Guía técnica para producción y análisis de almidón de yuca. Mejía, D (ed.). Boletín de Servicios agrícolas de la FAO. 163:137.
- AOAC (Association of Official Analytical Chemist). 2000. *Official Methods of Analysis*. 14 Ed. Arlington, EE.UU.
- Aplevicz, K. S. 2006. Caracterização de produtos panificados à base de féculas de mandioca nativas e modificadas. Tesis Magister en Ciência e Tecnologia de Alimentos. Universidade Estadual de Ponta Grossa. Ponta Grossa, Paraná, Brasil. 131 p.
- Bourne, M. C. 2002. *Food Texture and Viscosity: Concept and Measurement*. Academic Press, 2nd Ed., Nueva York. 427 p.
- Brooker, B. E. 1996. The role of fat in the stabilization of gas cells in bread dough. *J. Cereal Sci.* 24:187 - 198.
- Cadena, M. P.; Villarraga, E. C.; Luján, D. E.; y Salcedo, J. G. 2006. Evaluación de la agroindustria del almidón agrio de yuca (*Manihot esculenta* Crantz) en Córdoba y Sucre. *Temas Agrarios* 11(1):43 - 53.
- Carrillo, A. 2007. Evaluación del uso de antimicrobianos sobre la estabilidad de pan parcialmente horneado almacenado en refrigeración. Tesis de Licenciatura en Ingeniería de Alimentos. Universidad de las Américas Puebla. San Andrés Cholula, Puebla, México. 77 p.
- Chávez-Acosta, A. E. y Romero-Naranjo, A.A. 2006. Diagnóstico de las condiciones microbiológicas y fisicoquímicas del queso costeño producido en el municipio de Sincé - Sucre (Colombia). Trabajo de grado. Universidad de Sucre. Sincelejo, Sucre, Colombia. 103 p.
- Clareto, S. S.; Nelson, D. L.; y Pereira, A. J. 2006. Influence of a protein concentrate used as a fat substitute on the quality of cheese bread. *Braz. Arch. Biol. Technol.* 49(6):1019 - 1025.
- Cauvain, S. P. 2004. Improving the texture of bread. En: Kilcast, D. (ed.). *Texture in food solid foods*. Woodhead Publishing Ltd. Cambridge-England. Vol. 2:432 - 450.
- Cortés, R. M.; García S., A.; y Suarez, M. H. 2007. Fortificación de hongos comestibles (*Pleurotus ostreatus*) con calcio, selenio y vitamina C. *Vitae* 14(1):16 - 24.
- Diniz, I. P. 2006. Caracterização tecnológica do polvilho azedo produzido em diferentes regiões do Estado de Minas Gerais. Tesis Magister en Ciência e Tecnologia de Alimentos. Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, Minas Gerais, Brasil. 103 p.
- Gallegos, J.; Arrieta, G.; Máttar, S.; Poutou, R.; Trespalacios, A.; y Carrascal, A. 2007. Frecuencia de *Listeria* spp. en quesos colombianos costeños. *Rev. MVZ Cordoba (Colombia)* 12(2):996 - 1012.
- Icontec (Instituto Colombiano de Normalización y Certificación). 1973. NTC 668, Alimentos y materias primas. Determinación de los contenidos de grada y fibra cruda. Icontec. Bogotá D.C. 5 p.
- Icontec (Instituto Colombiano de Normalización y Certificación). 1999. NTC 4657, Alimento para animales. Determinación del contenido de nitrógeno y cálculo del contenido de proteína cruda. Método Kjeldahl. Icontec. Bogotá D.C. 11 p.
- Icontec (Instituto Colombiano de Normalización y Certificación). 2006. NTC 2681, Análisis Sensorial. Metodología. Prueba Triangular. Icontec. Bogotá D.C. 17 p.
- ISO (International Organization for Standardization). 1997. Native starch. Determination of starch content. Ewers polarimetric method. ISO International Standard (ISO), no. 10520. ISO, Genova.
- ISO (International Organization for Standardization). 1999. Animal feeding stuffs. Determination of moisture and other volatile matter content. ISO International Standard (ISO), no. 6496. ISO, Genova.
- Kosikowski, F. V. 1977. *Cheese and fermented milk foods*. Edwards Brothers Inc., 2nd ed., Ann Arbor, Michigan. 448 p.
- Machado, A. V.; y Pereira, J. 2010a. Efeito do escaldamento nas propriedades tecnológicas e reológicas da massa e do pão de queijo. *Ciênc. Agrotec.* 34(2):421 - 427.
- Machado, A. V.; y Pereira, J. 2010b. Perfil reológico de textura da massa e do pão de queijo. *Ciênc. agrotec.* 34(4):1009 - 1014.
- Machado, A. V.; Araújo, F. M.; y Pereira J. 2010. Caracterização física, química e tecnológica do polvilho azedo. *Rev. Verde* 5(3):01 - 06.

- Mestres, C.; Rouau, X.; Zakhia, N.; y Brabet, C. 1996. Physicochemical properties of cassava sour starch. En: Dufour, D.; O'Brien, G.M. ; y Best, R. (eds.). Cassava flour and starch: progress in research and development. CIAT, Cali, Colombia. p. 143 - 149.
- Minim, V. P.; Machado, P. T.; Canavesi, E.; y Pirozi, M. R. 2000. Perfil sensorial e aceitabilidade de diferentes formulações de pão de queijo. Ciênc. Technol. Aliment. 20(2):154 - 159.
- Ministerio de la Protección Social de Colombia. Resolución 01804 (3, febrero, 1989). Reglamentación parcial del título V de la Ley 09 de 1979. Bogotá, D.C. 1989. 9 p.
- Mitolo, J. J. 2006. Starch selection and interaction in foods. En: Gaonkar, A. G. y McPherson, A. (eds.). Ingredient interactions – effects on food quality. Taylor and Francis Group, LLC. United States of America. p. 139 - 165.
- Peláez, P.; Fresno, M.; Díaz, C.; y Darías, J. 2003. Caracterización físico-química de quesos frescos elaborados con leche de cabra en la isla de Tenerife. Cienc. Technol. Aliment. 4(2):103 - 108.
- Pereira, J.; Ciacco, C.F.; Vilela, E. R.; y Pereira, R. G. 2004. Função dos ingredientes na consistência da massa e nas características do pão de queijo. Ciênc. Technol. Aliment. 24(4):494 - 500.
- Pereira, P. A.; Ramos, T. M.; Gajo, A. A.; y Gomes, U. J. 2010. Viabilidade da utilização de queijo tipo ricota na elaboração de pão de queijo. Cienc. Rural 40 (11):2356 - 2360.
- Rodríguez, A.; y Novoa, C. 1994. Guía para producir quesos colombianos. Santafé de Bogotá Banco Ganadero. Universidad Nacional de Colombia – ICTA, Santafé de Bogotá. 140 p.
- Rodríguez, E.; Fernández, A.; Alcalá, L.; y Ospina, B. 2006. Reología de suspensiones preparadas con harina precocida de yuca. Ing. Des. 19:17 - 30.
- Statgraphics Centurión XV© 2006 by StatPoint, Inc. Version 15.2.05 1. 1982-2007. <http://www.statgraphics.com>.
- Texture Expert Exceed 2002 by Stable Micro System version 2.64. <http://www.stablemicrosystems.com>.