

Evaluación instrumental de los parámetros de textura de galletas de limón

José David Torres González^{a*}, Ramiro Torres Gallo^b,
Diofanor Acevedo Correa^c, Luis Alberto Gallo-García^d

^aIngeniero de Alimentos, M.Sc, Ph.D (c). Facultad de Ingeniería, Universidad de Cartagena.

^bIngeniero Químico, M.Sc, Departamento de Ingeniería de Alimentos, Facultad de Ingenierías, Universidad de Córdoba.

^cIngeniero de Alimentos, Ph.D, Facultad de Ingeniería, Universidad de Cartagena.

^dIngeniero de Alimentos, Universidad de Cartagena.

Recibido: 03/10/2015. Aprobado: 03/11/2015.

RESUMEN

El objetivo de la investigación fue evaluar los parámetros texturales de galletas provenientes del municipio de Cereté (Córdoba). Se analizó la composición proximal de las muestras, se aplicaron ensayos de compresión unidireccional y quiebre en tres puntos, utilizando un analizador de textura, asimismo se realizó una evaluación sensorial. Se utilizó un diseño experimental unifactorial completamente al azar y un análisis de varianza para determinar la influencia del espesor de las galletas en los parámetros proximales, de textura y sensoriales. Las muestras de mayor espesor presentaron menor contenido de humedad; el espesor no influyó en el contenido de proteínas, cenizas, grasa, fibra, carbohidratos y aporte calórico. Las galletas de mayor espesor presentaron valores más altos de firmeza, consistencia, fuerza máxima y rigidez. Entre la firmeza, consistencia, fracturabilidad, se presentó una correlación directa y altamente significativa. El espesor influyó en la variación de los parámetros de textura; dichas variaciones fueron explicadas a partir de los cambios después del tratamiento térmico tales como gelatinización de almidones, desnaturalización proteica y reducción del contenido de humedad. Los resultados coincidieron con los reportados por otros autores en galletas elaboradas con harinas vegetales. Las galletas mostraron buena aceptación sensorial, las de mayor espesor presentaron la mejor aprobación en la dureza.

Palabras clave: Quiebre en tres puntos, galletas de limón, firmeza, consistencia.

Instrumental evaluation of lemon cookies texture parameters

ABSTRACT

The objective of this research was to evaluate the textural parameters of cookies from the municipality of Cerete (Cordoba). Proximate composition of the samples was analyzed, unidirectional compression and break tests on three points using a texture analyzer were applied, and a sensory evaluation was conducted. A univariate completely randomized experimental design and analysis of variance to determine the influence of the thickness of the cookies in the proximal, texture and sensory parameters was used. Thicker samples showed lower moisture content; thickness did not influence the content of protein, ash, fat, fiber, carbohydrates and calories. Thicker cookies showed higher values of firmness, consistency, maximum strength and stiffness. Between firmness, consistency, fracturability, a direct and highly significant correlation was presented. Thickness influenced the variation of texture parameters; such variations were explained from changes after heat treatment such as starch gelatinization, protein denaturation and reduction of moisture content. The results were consistent with those reported by other authors in cookies made with vegetable flour. Cookies showed good sensory acceptance, and the thicker presented the best hardness approval.

Key words: Three break points, lemon cookies, firmness, consistency.

1. Introducción

La textura es un factor importante en la aceptabilidad de los alimentos (Kim *et al.*, 2012; Chen y Linus, 2013; Torres *et al.*, 2015b). Incluye un número de sensaciones físicas diferentes; aunque es más conveniente utilizar el término "parámetros texturales" (Foegeding *et al.*, 2011;

Akwetey y Knipe, 2012; Zhuab *et al.*, 2013). Los cuales son el grupo de características físicas que dependen de los elementos estructurales del material y se relacionan con la deformación, desintegración, flujo por la aplicación de una fuerza y se miden objetivamente como una función de masa, tiempo y distancia (Paula y Conti-Silva, 2014). De acuerdo a Szczesniak (2002), la textura es "el conjunto de los atributos mecánicos, geométricos y de superficie de un producto que son perceptibles por medio de receptores mecánicos,

* Autor de correspondencia.

E-mail: jtorresg3@unicartagena.edu.co (J.D. Torres)

Cómo citar este artículo:

Torres González J.D., Torres Gallo R., Acevedo Correa D., Gallo-García L.A. (2015). Evaluación instrumental de los parámetros de textura de galletas de limón. *Revista Vector*, 10: 14-25.

táctiles, visuales y auditivos". Los parámetros de textura pueden ser considerados de gran importancia en el control de calidad de los alimentos (Hleap *et al.*, 2010; Milde *et al.*, 2014). Específicamente la dureza en los productos amiláceos indica su grado de frescura, mientras que la crujencia arroja información sobre su estructura interna y características composicionales (Castro *et al.*, 2003; Granados *et al.*, 2014).

La determinación de parámetros texturales en productos alimenticios de alto contenido de carbohidratos, es particularmente difícil debido a su composición heterogénea y a su estructura poco uniforme (Rodríguez *et al.*, 2005). Usualmente este tipo de alimentos no fluyen frente a esfuerzos de presión, pero son frágiles y quebradizos (Romero *et al.*, 2014). Para determinar los parámetros texturales de forma instrumental, en este tipo de productos, se emplean técnicas tales como la compresión y la prueba de quiebre en tres puntos (Milde *et al.*, 2014); las cuales son técnicas de carácter destructivo y se basan en la aplicación de fuerzas a la muestra para obtener cuantificaciones deducibles de gráficos, derivados de los software instalados en los equipos universales de ensayo y texturómetros (Torres *et al.*, 2015b). En estas pruebas se evalúa la fuerza máxima necesaria para producir un quiebre o fractura total de la estructura del producto, así a valores más altos de fuerza se entiende que mayor será la resistencia del alimento (Rosenthal, 2010; Zhuab *et al.*, 2013; Milde *et al.*, 2014). La prueba de quiebre en tres puntos corresponde a ensayos de flexión, también es conocida como puente de ruptura; en la industria alimentaria es utilizada para evaluar la dureza y fracturabilidad principalmente de galletas, barras de chocolate y demás productos amiláceos (Castro *et al.*, 2003; Alvis *et al.*, 2011).

Investigaciones realizadas por Mancebo *et al.* (2015) evaluaron el efecto de las propiedades de la harina de trigo y maíz libre de gluten en la formulación de galletas tipo snap; estos autores reportaron que el tamaño de partícula afectó la dureza, donde las galletas de harina de trigo más finas requerían de una fuerza máxima significativamente mayor que las galletas elaboradas con harina de maíz, siendo el tamaño de partícula igual en los dos tipos de harinas; esto pudo ser debido a una cierta funcionalidad de las proteínas de trigo en comparación con otro tipo de proteínas, lo que afecta la textura de las galletas; la dureza de las galletas es causada por la interacción de las proteínas y el almidón por enlaces de hidrógeno (Gupta *et al.*, 2011).

En la Región Caribe colombiana existen diversos productos alimenticios artesanales (Torres *et al.*, 2015a) entre ellos encontramos las galletas de limón, popularmente conocidas como galletas duras; las cuales se elaboran con harina de maíz, agua, leche, azúcar, clara de huevo, aceite vegetal, canela y ralladuras de limón y se someten al proceso de horneado. A pesar de que las galletas de limón se caracterizan por tener una alta demanda y son conocidas, no se encuentran publicaciones científicas registradas sobre sus parámetros de textura siendo de vital importancia desde el punto de vista tecnológico. Por ello el objetivo del presente trabajo fue evaluar a través de pruebas instrumentales los parámetros de textura de galletas de limón provenientes del municipio de Cereté (Córdoba), analizar su composición proximal y evaluarlas sensorialmente.

2. Materiales y métodos

Identificación de insumos en la elaboración de galletas de limón

Para conocer el procedimiento en la formulación de galletas de limón se visitó una famiempresa en el municipio de Cereté (Córdoba), se observó que los ingredientes utilizados en la preparación de las galletas fueron: harina de maíz, azúcar, huevo, epidermis de limón, leche, mantequilla, canela, y bicarbonato sódico. La formulación de las galletas es diversa, pero en general la proporción de agua en la masa es baja, y las concentraciones de azúcar y grasas son altas. El azúcar compite tanto con el almidón y gluten para atrapar la pequeña cantidad de agua que está presente (Penfield y Campbell, 1990).

Preparación de la galleta en la famiempresa

En primer lugar se mezcla la harina con la mantequilla y el azúcar en forma homogénea; luego se agrega epidermis de limón, huevo, canela y bicarbonato sódico, al instante se adiciona leche hasta dar consistencia a la masa. Una vez obtenido esto, se realizan moldes en formas circulares de 5 cm de diámetro a las galletas. Posteriormente se lleva a cocción en un horno convencional entre 150 a 160 °C, durante 15 a 25 min. Las galletas se dejan reposar para ser empacadas en bolsas de plástico y ser comercializadas de manera inmediata. En la tabla 1, se observa la formulación que se utilizó para elaborar las galletas de limón en la famiempresa.

Tabla 1.
Formulación de las galletas elaboradas en la famiempresa

Componente	(%)	Cantidad (g)
Harina de maíz	80,0	1000
Agua	5,0	62,5
Leche entera	10,0	125
Azúcar común	2,0	25,0
Clara de huevo	2,0	25,0
Aceite vegetal	0,5	6,3
Canela	0,2	2,5
Ralladuras de limón	0,15	1,9
Bicarbonato de Sodio	0,15	1,9
Total	100	1250

Obtención del producto

Las galletas de limón horneadas fueron compradas en pequeñas famiempresas del mercado local del municipio de Cereté (Córdoba), teniendo en cuenta el cumplimiento de los requisitos mínimos higiénico-sanitarios y que las galletas estuvieran empacadas en bolsas plásticas selladas de 25 unidades tal como son comercializadas por los vendedores. Para realizar los análisis respectivos, en este trabajo, fueron compradas seis bolsas enteras para un total de 150 galletas.

Análisis bromatológicos de las muestras de galletas

Las muestras de galletas se mantuvieron a 15 °C. Se siguió la metodología de la Asociación Oficial de Química Analítica (AOAC, 2005). Donde la humedad fue determinada mediante secado por estufa hasta peso constante (934.01); las cenizas por incineración total a 550 °C (942.05); proteínas totales por el método Kjeldahl, utilizando un factor N = 6.25 (990.03); grasa usando éter de petróleo como disolvente en el equipo extractor Soxhlet (920.39); la fibra dietaria total por el método enzimático-gravimétrico con amilasas, proteasa y amiloglucosidasa, por sucesivos tratamientos (991.43) y los carbohidratos por diferencia. El valor calórico se calculó considerando los coeficientes de 4 kcal/g para carbohidratos y proteínas, 2 kcal/g para la fibra dietética y 9 kcal/g para las grasas (Moscatto *et al.*, 2004). Se utilizó un diseño experimental unifactorial completamente al azar (DCA) y se aplicó un análisis de varianza (ANOVA) para analizar el efecto del espesor de las galletas sobre la variación de la composición proximal. Todos los ensayos se realizaron por triplicado, empleando diez gramos en cada caso. Los datos se procesaron utilizando el programa estadístico Minitab Inc. ® versión 16.0, en un computador personal.

Pruebas de textura

Ensayos de compresión unidireccional

A las muestras enteras de galletas de limón se les aplicó una prueba de compresión unidireccional con la finalidad de medir los parámetros de fracturabilidad: fuerza a la que el alimento empezó a quebrarse ($\text{kg} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-2}$); y dureza: fuerza máxima a la que el producto se quebró totalmente ($\text{kg} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-2}$). Se utilizó un analizador de textura TA.TX2i ®. Plus, Stable Micro System, acoplado al software Texture Expert Exceed versión 2.64; provisto de una plataforma de aluminio, sobre la cual se colocaron las muestras, con una celda de carga de hasta 500 N; la velocidad del proceso fue determinada mediante ensayos previos y se fijó en 5 mm/s.

Pruebas de quiebre en tres puntos

Se realizaron en galletas de limón enteras, utilizando un analizador de textura; lo cual se esquematiza en la figura 1. Las muestras fueron apoyadas sobre dos soportes verticales paralelos, con bordes redondeados para minimizar las tensiones provocadas durante los ensayos, separados a una distancia de 4 cm; siendo escogida en ensayos previos, teniendo en cuenta los diámetros de las galletas; un tercer eje paralelo se desplazó verticalmente, a una velocidad fijada previamente de 5 mm/s, ejerciendo una fuerza hasta que se produjo un quiebre total en la estructura de las galletas de limón. Los parámetros texturales se determinaron a partir de las curvas fuerza-tiempo: firmeza (F), punto máximo de la sección lineal de la curva; consistencia (g.s), área bajo la curva en el gráfico fuerza-tiempo; distancia (mm), a la que el producto se desplazó en cada ensayo; rigidez (Nmm^{-1}), $F_{\text{máx}}/\text{distancia}$; deformación máxima de ruptura (Nmm^{-2}), rigidez/altura inicial.

Diseño experimental y estadístico

Para las pruebas de compresión unidireccional y quiebre en tres puntos se utilizó un diseño unifactorial (espesor de las galletas) completamente al azar (DCA), con cuatro niveles (4 mm, 6 mm, 8 mm y 10 mm) y nueve repeticiones, para un total de treinta y seis unidades experimentales en cada tipo de prueba. Se realizó un análisis de varianza (ANOVA) y el test HSD de Tukey, con un nivel de significancia del 5 %, para determinar la influencia del espesor de las galletas en los parámetros texturales. Además, se realizó una correlación a partir de la prueba de r-Pearson entre cada uno de los parámetros de textura instrumental. La correlación se consideró altamente significativa al nivel de 0,01 (bilateral). Los datos se procesaron utilizando el programa estadístico Minitab Inc. ® versión 16.0, en un computador personal.

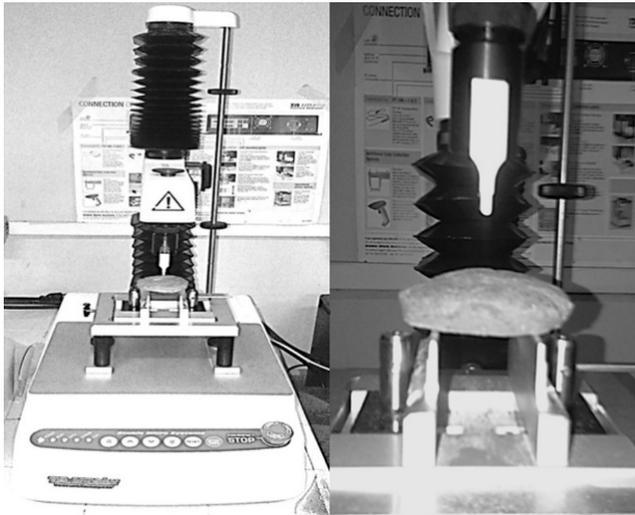


Figura 1. Analizador de textura utilizado durante los ensayos de textura en las galletas de limón. Fuente: Grupo GIPAVE, Universidad de Córdoba.

Análisis sensoriales a las galletas

Las pruebas se llevaron a cabo con 15 panelistas no entrenados, en una habitación apropiada con adecuaciones de luz y humedad ambiente. Se utilizó una escala hedónica preferencial de 5 puntos (5 = excelente, 4 = buena, 3 = neutral, 2 = regular, 1 = mala) para evaluar el producto en cuanto a las características de olor, color, sabor y dureza. Se utilizó un diseño experimental unifactorial completamente al azar (DCA), donde se aplicó un análisis de varianza (ANOVA), para evaluar el efecto del espesor de las muestras sobre la aceptabilidad de las mismas. Los datos se recogieron en una planilla, según lo establecido por González *et al.* (2012) y Torres *et al.* (2015a), luego se transformaron en puntajes numéricos para su análisis.

3. Resultados y discusión

Composición proximal de las muestras de galletas

En la tabla 2 se puede observar los análisis proximales realizados a las galletas, teniendo en cuenta

el espesor, comparándolos con una muestra de galleta comercial hecha con 100 % harina de trigo (utilizada como patrón).

Tabla 2.

Composición química de las galletas, respecto a una comercial en 100 g de muestra

Parámetro	Espesor de las Galletas (EG)				Comercial 7 mm	ANOVA p-valor
	4 mm	6 mm	8 mm	10 mm		
Humedad	9,55±1,02a	8,75±1,05ab	8,41±1,07ab	8,18±0,66b	8,11±1,19b	p=0,02<0,05
Cenizas	1,56±0,62a	1,98±0,54a	1,92±0,63a	1,97±0,70a	2,05±0,62a	p=0,88>0,05
Proteína	7,19±1,05a	7,16±0,56a	7,21±0,67a	6,89±0,60a	7,15±0,64a	p=0,97>0,05
Grasa	8,23±0,25a	8,14±0,23a	8,38±0,17a	8,52±0,30a	8,68±0,51a	p=1,83>0,05
Fibra Cruda	3,54±0,12a	3,48±0,04a	3,52±0,13a	3,37±0,10a	2,96±1,13a	p=2,55>0,05
Carbohidratos	70,03±2,39a	70,49±2,43a	70,56±2,34a	71,07±3,39a	71,41±2,67a	p=1,77>0,05
Calórico (Kcal)	343,67±5,69a	345,87±6,32a	348,79±6,26a	359,42±4,46a	442,43±2,22b	p=0,04<0,05

Test-HSD de Tukey. *Los datos representan la media de tres determinaciones con su respectiva desviación estándar, los superíndices diferente en una misma fila indican que los promedios fueron estadísticamente diferentes ($p < 0,05$).

En cuanto a la humedad se observó que fue más alta en las muestras de menor espesor, presentando diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$) en las de 4 mm, respecto a las de 10 mm y la comercial. Lo que probablemente influyó en la dureza más baja de estas galletas, ya que las moléculas de agua al estar presentes en dicha matriz alimentaria posiblemente provocaron un ablandamiento y suavidad en dicha estructura. Estos resultados se encuentran por encima

de los reportados por Rebolledo *et al.* (1999), Quienes analizaron galletas enriquecidas con germen de maíz con un 2,85 % de humedad; por su parte, Maldonado y Pacheco (2000) determinaron un contenido de humedad del 2,73 % en galletas con una mezcla de harina de trigo y plátano verde; mientras que García y Pacheco (2007) hallaron un valor de 3,10 % de humedad en galletas dulces tipo wafer elaboradas con harina de trigo y arracacha.

Las muestras de galletas mostraron un bajo contenido de grasa, similar a la comercial; es decir, entre filas no hubo diferencias estadísticamente significativas en los diferentes espesores ($p>0,05$). Resultados que coincidieron con los reportados por Chim *et al.* (2003), Jacob y Leelavathi (2007), quienes formularon galletas con bajos contenidos de grasa; señalando que esta característica resulta de importancia no solo desde el punto de vista de conservación del producto, por la menor tendencia a la rancidez oxidativa durante el período de almacenamiento, sino también en el procesamiento al considerar que el bajo contenido de grasa favorece la formación de una textura adecuada en las galletas horneadas. Estos resultados no coinciden con los presentados por Rebolledo *et al.* (1999), donde la grasa presentó un valor del 21,01 %; mientras que Cori y Pacheco (2004) encontraron valores de grasa del 16,90 % en galletas dulces a base de harina de trigo y harina de girasol. Maldonado y Pacheco (2000) reportaron valores de grasa del 9,42 % en galletas con mezcla de harina de trigo y plátano verde; asimismo, García y Pacheco (2007) encontraron valores de grasa de 0,56 %; evidentemente, inferiores a los obtenidos en el presente estudio.

En el contenido de proteínas no se presentaron diferencias estadísticamente significativas entre las muestras de galletas, teniendo en cuenta el espesor ($p>0,05$), por lo que se infiere que el procesamiento al cual es sometido este producto no afecta la cantidad de proteínas. Los valores promedio de proteína de las galletas del presente trabajo fueron básicamente aportados por la incorporación de la leche entera a la formulación, más que por el aporte de las yemas de huevo o la harina de maíz. Estos resultados fueron similares a los obtenidos por Rebolledo *et al.* (1999), quienes reportan un 12,7 % de proteínas; mientras que Maldonado y Pacheco (2000) encontraron un porcentaje de proteína del 9,68 %; a su vez Cori y Pacheco (2004), en galletas dulces, reportaron un contenido de proteínas del 9,35 %; mientras que Roman y Valencia (2006) encontraron valores de 8,15 %; García y Pacheco (2007) obtuvieron un 4,38 % de proteínas, los cuales se encuentran por debajo de los registrados en la presente investigación.

Badui (2006), afirma que la importancia de las proteínas en los sistemas alimenticios se debe a las propiedades nutricionales puesto que de sus componentes se obtienen moléculas nitrogenadas que permiten conservar la estructura y el crecimiento del que las consume; además pueden ser ingredientes de productos alimenticios que, por sus propiedades funcionales, ayudan a establecer la estructura y propiedades finales del alimento. Con relación a lo anterior, se evidencia que las galletas del presente

trabajo constituyen una fuente importante de proteínas; por tanto, pueden ser consumidas de manera habitual por aquellos que carecen de estos nutrientes.

En cuanto al contenido de cenizas de las galletas no hubo diferencias estadísticamente significativas entre los diferentes espesores, siendo similar al reportado en la literatura para galletas elaboradas con harina de trigo y otros cereales (Roman y Valencia, 2006; Fustier *et al.*, 2007). Estos coinciden a los registrados por Maldonado y Pacheco (2000), con un porcentaje de 2,69 %, en galletas de harina de trigo y plátano verde, y con los de Cori y Pacheco (2004) quienes encontraron un 1,47 % en galletas dulces con harina de trigo y girasol. Mientras que García y Pacheco (2007) registraron valores de 0,86 % de cenizas. Desde el punto de vista nutricional, se observó que la formulación en estudio aportó un contenido de minerales similar al de las galletas comerciales elaboradas con 100 % de harina de trigo. A nivel del procesamiento, este contenido favorece los cambios funcionales porque los minerales pueden retardar la gelatinización y retrogradación del almidón (Maldonado y Pacheco, 2000; Pacheco y Testa, 2005). La fibra dietaria cruda presente en las galletas estuvo en un rango de 3,37 al 3,54 %, relativamente más alto que los reportados para la muestra patrón de harina de trigo 2,96 %. Diversas investigaciones señalan que la fibra tiene varias implicaciones en la elaboración de las galletas. Por un lado, dada su influencia sobre la viscosidad y los requerimientos de la masa para la formación y textura de la galleta durante el horneado, un mayor contenido de fibra en la harina de los cereales tiende a variar las propiedades reológicas al aumentar la absorción de agua, al espesar y reducir el volumen de las masas, tal como lo evidenció Pacheco y Testa (2005) en una formulación para galletas con harina compuesta de plátano verde y trigo; igual que lo hallado por Villarroel *et al.* (2003), en la formulación de productos de panadería enriquecidas con fibra.

Por otro lado, el aporte de fibra puede tener efectos positivos en el bienestar de la salud del consumidor por su intervención en los procesos de control de estreñimiento, mejora del control de la glucemia, protección contra el cáncer de colon, menor riesgo de enfermedad cardiovascular (Cabrera y Cárdenas, 2006). Otros estudios sugieren que el consumo de fibra dietaria entre 20 a 35 gramos por día en niños, adolescentes y adultos puede disminuir el riesgo de padecer problemas de salud relacionados con el sistema digestivo (Cabrera y Cárdenas, 2006). Por su parte, García y Pacheco (2007) encontraron un porcentaje de fibra dietaria de 3,09 %; mientras que Cori y Pacheco (2004) registraron un valor de 3,95 % en fibra dietaria presente en galletas a base de trigo suplementadas con harina de girasol.

En este trabajo se evidenció que un aumento del espesor condujo a un mayor contenido de carbohidratos, aunque no fue estadísticamente significativo ($p > 0,05$). Dichos resultados son superiores a los reportados por Rebolledo *et al.* (1999), los cuales registraron valores del 49,8 % de carbohidratos solubles en galletas dulces enriquecidas con germen de maíz. Las galletas comerciales en el presente trabajo presentaron mayor valor calórico debido a que posiblemente fueron elaboradas con harina de trigo cuyo contenido de carbohidratos es más alto.

Ensayos de textura a las muestras de galletas

En la tabla 3, se muestra el análisis de varianza de los parámetros texturales de las galletas. Las muestras de espesor de 10 mm presentaron mayor firmeza y consistencia. En cuanto a los datos de fracturabilidad, estos mostraron que las galletas de 4 mm de espesor requirieron de una menor fuerza para quebrarse. Además se pudo observar que las galletas de limón de 10 mm de espesor presentaron la mayor dureza, así como una rigidez más alta. Lo cual indica que el espesor en este producto alimenticio si influye de manera significativa en la resistencia de las cargas y fuerzas externas ($p < 0,05$).

Tabla 3
Análisis de varianza de los parámetros texturales de las galletas de limón

Parámetros de Textura	Espesor de las Galletas (EG)				Análisis de Varianza
	4 mm	6 mm	8 mm	10 mm	
Firmeza (g)	6900,95 ±1450,36a	10826,91 ±1332,02b	14380,77 ±1070,65c	16657,26 ±1172,83d	p=0,004<0,05
Consistencia (g*s)	5744,35 ±1790,24a	8609,18 ±1152,96b	15460,86 ±3278,24c	26305,61 ±166941d	p=0,006<0,05
Fracturabilidad (N)	3,58 ±0,86a	5,55 ±0,54b	8,53 ±1,30c	10,27 ±1,69d	p=0,017<0,05
Fuerza máxima (Dureza, N)	6,97 ±1,38a	10,94 ±1,27b	14,53 ±1,02c	16,83±1,12d	p=0,002<0,05
Rigidez (N/mm)	3,78 ±0,79a	5,93 ±0,73b	7,88 ±0,59c	9,12±0,64d	p=0,009<0,05
Deformación de ruptura (N/mm ²)	0,94 ±0,19a	0,98 ±0,12a	0,98 ±0,07 ^a	0,91 ±0,06a	p=0,516>0,05

*Los datos indican la media (\pm) de las nueve repeticiones, con su respectiva desviación estándar. Letras distintas en una misma fila indican diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$), según test HSD de Tukey al 5 %.

El análisis de varianzas mostró que el espesor del producto tuvo un efecto significativo ($p < 0,05$) sobre la firmeza, consistencia, fracturabilidad, fuerza máxima (dureza) y rigidez, entretanto la deformación de ruptura no presentó efecto significativo ($p > 0,05$) y los valores máximos se observaron en los niveles 2 y 3, mientras que los mínimos en el producto de mayor espesor. Las galletas al horno con mayor frecuencia son tiernas y crujientes puesto que se produce poco o nada de gelatinización del almidón y el azúcar (Penfield y Campbell, 1990).

En las figuras 2, 3, 4, 5, 6 y 7, se esquematiza el comportamiento de cada uno de los parámetros texturales v. el espesor de las galletas de limón. Se observó que en la firmeza, fuerza máxima (dureza) y rigidez hubo una tendencia similar, es decir un aumento proporcional con el espesor de la muestra; siendo las galletas de 10 mm las que presentaron, en todos los casos, los mayores valores; mostrando a la vez una dispersión parecida. Por su parte, el comportamiento de la consistencia y la fracturabilidad

fueron semejantes a las antemencionadas; es decir mayor en las galletas de 10 mm de espesor, aunque se observó más dispersión en los datos respecto a los promedios al comparar los tamaños de las cajas. En cuanto a la deformación sobresalió una gran dispersión de los valores, especialmente en las galletas de 4 mm de espesor; donde se observó que algunas muestras necesitaron de una menor fuerza por unidad de área para ser deformados; pero en general no hubo una tendencia definida en cuanto a la influencia del espesor sobre este parámetro textural. Las características texturales de las galletas de limón pueden ser atribuidas al proceso de fabricación, horneado, los ingredientes utilizados durante la elaboración de la misma y a la variación de la composición proximal en especial de la humedad de las muestras.

Los datos de la dureza, fracturabilidad y firmeza de las muestras de galletas de limón indicaron un buen grado de frescura del producto; mientras que la consistencia evidenció información sobre la estructura interna de las galletas horneadas (Gaines, 1994; Castro *et al.*, 2003). En

otros estudios se han reportado valores de esfuerzo de corte de 38,41 N en promedio para galletas elaboradas con barrilete negro (*Euthymnus Lineatus*) siendo menor

cuando las muestras contenían un menor contenido de proteínas y una mayor proporción de lípidos (Delgado-Vidal *et al.*, 2013).

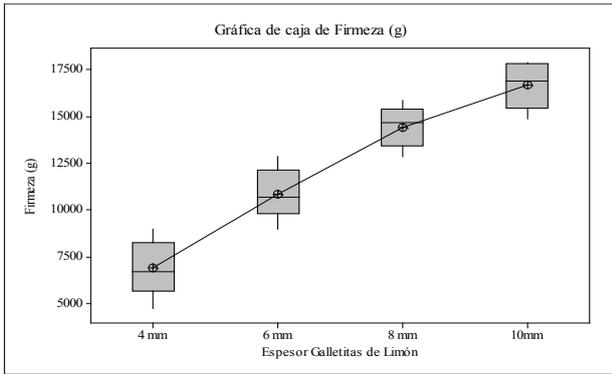


Figura 2. Firmeza v. espesor de las galletas.

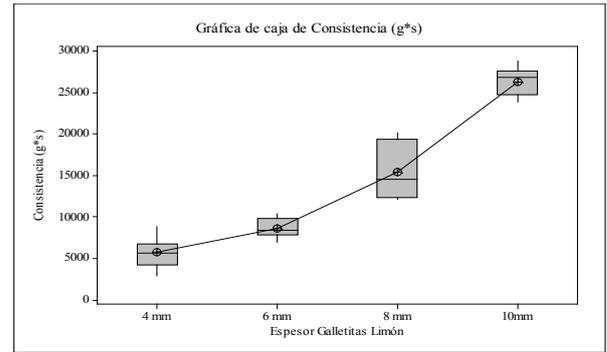


Figura 3. Consistencia v. espesor de las galletas.

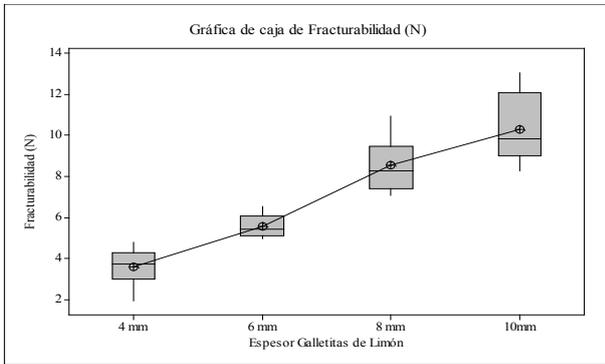


Figura 4. Fracturabilidad v. espesor de las galletas.

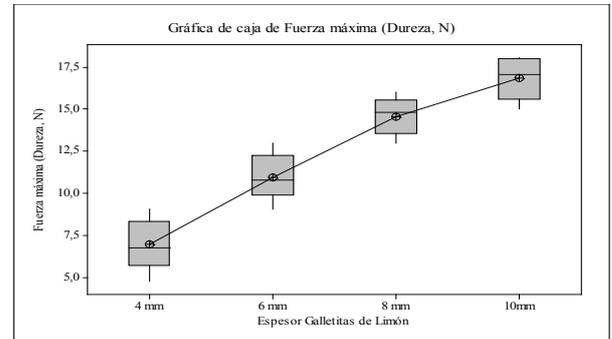


Figura 5. Fuerza máxima (dureza) v. espesor de las galletas.

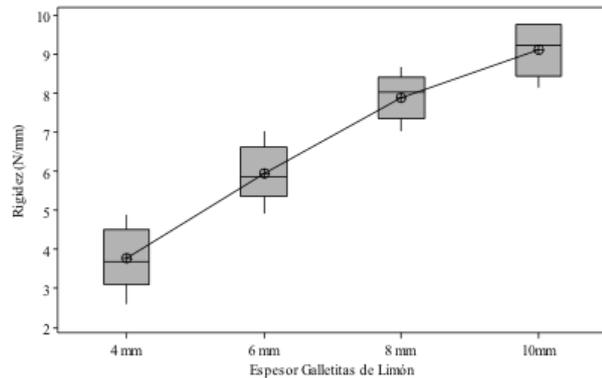


Figura 6. Rigidez v. espesor de las galletas.

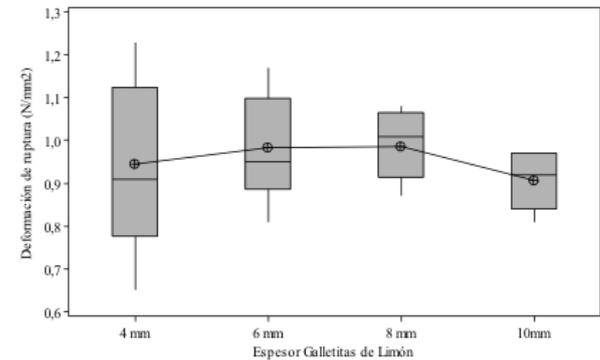


Figura 7. Deformación de ruptura v. espesor de las galletas.

En la tabla 4, se esquematizan las correlaciones realizadas entre los parámetros de textura de las galletas de limón. Se pudo observar que entre la firmeza, consistencia, fracturabilidad y fuerza máxima (dureza) hubo una correlación directa y altamente

significativa ($p < 0,01$). Entre la rigidez con la firmeza, consistencia, fracturabilidad y fuerza máxima (dureza) hubo una ligera correlación directa, pero que no fue estadísticamente significativa ($p > 0,05$).

Tabla 4
Correlaciones entre los parámetros de textura de las galletas de limón

Correlación		Firmeza (g)	Consistencia (g*s)	Fracturabilidad (N)	Fuerza máxima (Dureza, N)	Rigidez (N/mm)
Firmeza (g)	r-Pearson	1				
	p-valor					
Consistencia (g*s)	r-Pearson	0,933**	1			
	p-valor	0,010				
Fracturabilidad (N)	r-Pearson	0,973**	0,983**	1		
	p-valor	0,001	0,000			
Fuerza máxima (Dureza, N)	r-Pearson	1,000**	0,933**	0,983**	1	
	p-valor	0,000	0,000	0,017		
Rigidez (N/mm)	r-Pearson	0,432	0,565	0,405	0,232	1
	p-valor	0,356	0,210	0,344	0,335	

*Correlación significativa ($p < 0,05$). **Correlación altamente significativa ($p < 0,01$).

Los datos de la deformación de ruptura no fueron considerados en las correlaciones, ya que según lo encontrado el espesor de las muestras de galletas de limón no influyó en este parámetro textural. Las galletas de limón al ser un producto horneado presentaron una estructura con poca humedad lo que las hizo muy resistentes, duras, rígidas y compactas. Resultados similares fueron hallados por Castro *et al.* (2003), Granito *et al.* (2010), Barrera *et al.* (2012) y Gani *et al.* (2014), en galletas horneadas, quienes indicaron que dentro de los factores que más contribuyeron e influyeron en los parámetros

texturales están la gelatinización de los almidones, la reducción del contenido de humedad del producto durante el tratamiento térmico, la desnaturalización de las proteínas y la cristalización del azúcar con la temperatura de horneado.

En las figuras 8, 9, 10 y 11, se observó detalladamente el comportamiento de una muestra tomada al azar de galleta de limón para cada espesor durante los respectivos ensayos de quiebre en tres puntos. Así, los picos más altos estuvieron en las muestras de mayor espesor; mientras que la mayor consistencia se presentó en la muestra de galleta de 8 mm.

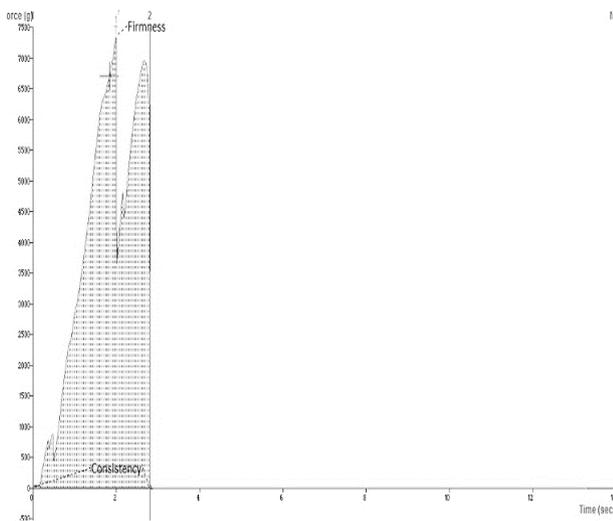


Figura 8. Prueba de fractura galleta de limón de 4 mm de espesor, fuerza v. tiempo.

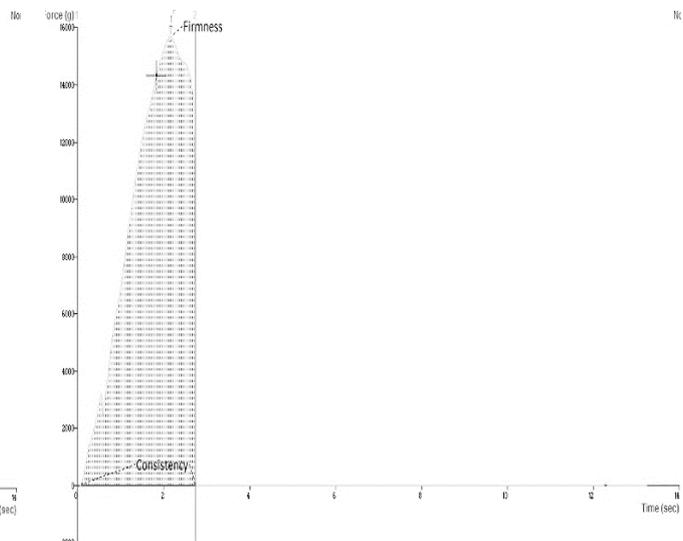


Figura 9. Prueba de fractura galleta de limón de 6 mm de espesor, fuerza v. tiempo.

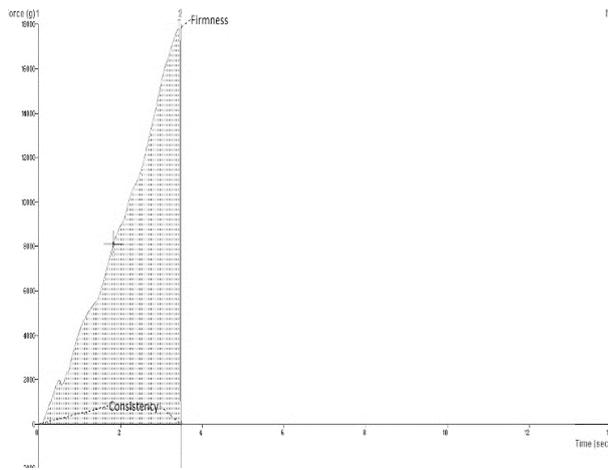


Figura 10. Prueba de fractura a una galleta de limón de 8 mm, fuerza v. tiempo.

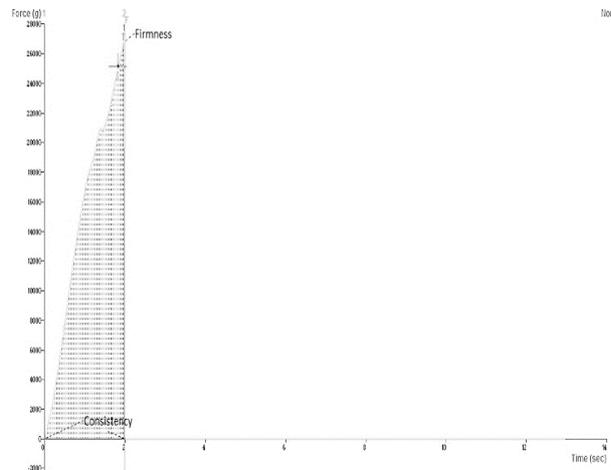


Figura 11. Prueba de fractura a una galleta de limón de 10 mm de espesor, fuerza v. tiempo.

Velásquez *et al.* (2014), afirman que una de las características más representativas que debe tener una harina para la elaboración de galletas es la de ser muy extensible para procesos sin fermentación. Este parámetro se puede medir en laboratorios e industrias con equipos robustos, no obstante en condiciones prácticas se plantea utilizar una metodología usual en geles (extensibilidad lineal), como referente ligado a la textura, la cual debe ser medida porque al reemplazar harina de trigo por otras harinas se puede obtener galletas con mejor textura. Bastardo *et al.* (2015) indicaron que al llevarse a cabo la retrogradación y la gelatinización del almidón de la harina de maíz aumentó la rigidez, la firmeza y la consistencia de las galletas; lo cual puede explicar el incremento de estos parámetros texturales en las galletas de limón horneadas de diferentes espesores en la presente investigación. En concordancia con estos resultados, De simas *et al.* (2009) evaluaron la dureza instrumental en galletas horneadas y encontraron que las muestras cuyo contenido de humedad fue mayor se fracturaron más fácilmente; mientras que las de menor humedad fueron más duras.

En este trabajo se encontró variabilidad en los datos de deformación de ruptura, especialmente en las galletas de 4 mm de espesor, donde se apreciaron distintos puntos máximos dentro de la curva arrojadas por el analizador de textura. Lo que fue atribuido principalmente a la irregularidad de la superficie de las muestras cuyo diámetro osciló entre 4 y 6 cm, así como al contenido de aire al interior de la estructura del producto que posiblemente opuso una resistencia parcial a las fuerzas ejercidas sobre las respectivas galletas y produjo importantes fluctuaciones en las gráficas correspondientes a los resultados de

las mediciones de textura. Resultados similares fueron reportados por Castro *et al.* (2003), Ranasalva y Visvanathan (2014) y Park *et al.* (2015), quienes encontraron que el error y la variabilidad de los datos en los parámetros texturales de galletas fermentadas y horneadas se relacionó principalmente con las bolsas de aire presentes en la estructura interna de los productos; asimismo, señalaron que si durante las pruebas de fractura la fuerza ejercida sobre las muestras no es la apropiada y si no se ejerce sobre la parte central del producto, esto puede llevar a que las galletas experimenten un rompimiento inadecuado, induciendo una mayor dispersión de los valores en los parámetros texturales calculados en los equipos universales de ensayos.

En concordancia con estos resultados, Yılmaz *et al.* (2015) encontraron que el aire del interior de las galletas ocasiona distorsión en la lectura de los instrumentos de medida debido a que las fuerzas que el aire opone alteran la pendiente de la curva en su parte ascendente, produciendo mayor error en los datos experimentales. Por su parte Duta y Culetul (2015) evaluaron las propiedades reológicas, fisicoquímicas, térmicas y mecánicas de las galletas sin gluten a base de avena con un porcentaje de participación de salvado de avena (OB) del 30, 50, 70 y 100 %. En cuanto a las mediciones de textura las galletas preparadas con 100 % de OB mostraron menor dureza que las otras formulaciones, entretanto las que contenían menor cantidad de OB no presentaron diferencias estadísticamente significativas en relación al control. La estructura del control fue más compacto y homogéneo debido a la mayor proporción de las fracciones con menor tamaño de la harina de avena.

En una investigación realizada por Chauhan *et al.* (2015), quienes elaboraron galletas con harina de amaranto crudo y germinado, se reportó que la dureza de las galletas fue significativamente afectada por la incorporación de este tipo de harina en las dos formas en las que se utilizó; ambos tipos de galletas mostraron menor fuerza para romperse en comparación con el control. La disminución de la dureza se podría atribuir a la deformación estructural del almidón y la proteína inducida por la germinación. La degradación

de las macromoléculas contribuyó a la formación de una matriz más débil en la galleta dando lugar a una textura más suave, resultados que fueron similares a los encontrados por Chung *et al.* (2014).

Análisis sensorial de las muestras de galletas

En la tabla 5, se observan los datos promedios que arrojaron las pruebas sensoriales en las muestras de galletas y se comparan con una comercial realizada con 100 % de harina de trigo.

Tabla 5
Análisis sensorial realizado a las muestras de galletas, respecto a una muestra comercial

Espesor Galleta (EG)	Percepciones Sensoriales de Panelistas			
	Color	Olor	Sabor	Dureza
4 mm	3,57±1,09a	3,43±0,97a	4,14±0,38a	3,14±0,21a
6 mm	3,71±0,75a	3,58±0,78a	4,29±0,34a	3,57±0,92a
8 mm	3,86±0,89a	3,75±0,75ab	4,43±0,77ab	3,71±0,11a
10 mm	4,15±0,69ab	4,04±0,37ab	4,58±0,53ab	4,57±0,54b
Comercial (7 mm)	4,67±0,52b	4,62±0,71b	4,74±0,48b	4,66±0,83b
ANOVA	p=0,009<0,05	p=0,042<0,05	p=0,044<0,05	p=0,002<0,05

*Los datos indican la media (\pm) de los 15 panelistas en cada parámetro con su respectiva desviación estándar, teniendo en cuenta el espesor. *Letras distintas en una misma columna indican diferencias estadísticamente significativas ($p<0,05$), según test HSD de Tukey al 5 %.

Se puede apreciar que hubo una buena aceptación para las características de color, olor, sabor y dureza, sobrepasando el umbral mínimo de 3,0. Por lo que se infiere que el proceso de horneado realizado no afectó significativamente estas características de las galletas elaboradas a base de harina de maíz. En general los panelistas indicaron que el color, olor, sabor, fueron mejores en las muestras de mayor espesor, es decir las de 10 mm. Asimismo, en cuanto a la dureza se observaron diferencias estadísticamente significativas ($p<0,05$) dado que los panelistas señalaron que fue mejor en las muestras de 10 mm; lo cual fue ocasionado posiblemente por el menor contenido de agua en dichas muestras y un mayor contenido de sólidos como carbohidratos. Resultados similares a los encontrados en este trabajo fueron reportados por Bello *et al.* (2000) durante la evaluación sensorial de dos tipos de galletas elaboradas con almidón de plátano, al igual que los hallados por Canett *et al.* (2004) durante la caracterización sensorial de galletas elaboradas con cascarilla de orujo de uva. En tanto Cori y Pacheco (2004) también evaluaron sensorialmente galletas dulces tipo oblea con harina desgrasada de girasol y encontraron buena aceptabilidad en cuanto a los parámetros de olor, color, sabor y dureza. En esta misma línea García y Pacheco (2007) evaluaron

sensorialmente varias formulaciones de galletas tipo wafer a base de harina de arracacha y lo compararon con un patrón elaborado con harina de trigo comercial. Dichos autores indicaron que las nuevas formulaciones fueron agradablemente percibidas en cuanto al olor, color y sabor por parte de los panelistas consultados. Estos autores reportaron que el uso de la harina de arracacha en una relación de 12 % resultó un ingrediente adecuado en la elaboración de galletas con altas preferencias sensoriales, constituyéndose una alternativa alimentaria.

4. Conclusiones

Las muestras de mayor espesor presentaron menor contenido de humedad. El espesor no influyó en el contenido de proteínas, cenizas, grasa, fibra, carbohidratos y aporte calórico. Las galletas de mayor espesor presentaron los valores más altos de firmeza, consistencia, facturabilidad, fuerza máxima y rigidez. Entre la firmeza, la consistencia, fracturabilidad y la fuerza máxima, se presentó una correlación directa y altamente significativa. El espesor de las muestras influyó significativamente en la variación de los parámetros de textura de las galletas de limón horneadas. Las variaciones fueron explicadas a partir

de los cambios del producto después del tratamiento térmico de horneado tales como gelatinización de almidones, desnaturalización de las proteínas y la reducción del contenido de humedad. Las galletas mostraron buena aceptación en cuanto a las características de olor, sabor, color, sobrepasando el umbral mínimo de 3,0 en la escala utilizada. Las muestras de mayor espesor presentaron la mejor aprobación sensorial por los panelistas, especialmente en la dureza.

Agradecimientos

Al grupo de investigación "Procesos y Agroindustrias de Vegetales", del programa de Ingeniería de Alimentos y la Maestría en Ciencias Agroalimentarias de la Universidad de Córdoba, por su apoyo y colaboración en la parte técnica.

Referencias

- A.O.A.C. (2005). *Official Methods of Analysis of AOAC International*. Association of Official Analytical Chemists: Maryland.
- Akwetey Y., Knipe C. (2012). Sensory attributes and texture profile of beef burgers with gari. *Meat Science*, 92, 4: 745-748.
- Alvis A., Pérez L., Arrazola G. (2011). Determination of Textural Properties of Chocolate Tablets by Instrumental Techniques. *Información Tecnológica*, 22, 3: 11-18.
- Badui S. (2006). *Química de los alimentos*. Pearson: México. 736 p.
- Barrera G.N., Bassi E., Reyes-Martínez R.J., León A.E., Ribotta P.D. (2012). Effects of different fractions of wheat flour bread obtained with industrial mill on the quality of sweet cookies. *Agriscientia*, 29, 2: 69-79.
- Bastardo L., Silva M.V. (2015). Product type cookie made with flour mixture pigeon pea (*Cajanus cajan* L.) and corn starch (*Zea mays* L.). *Saber*, 27, 1: 1-9.
- Bello L., Sayazo S., Villagómez L., Montiel L. (2000). Almidón de plátano y calidad sensorial de dos tipos de galletas. *Agrociencia*, 34: 553-560.
- Cabrera J., Cárdenas M. (2006). Importancia de la fibra dietética para la nutrición humana. *Revista Cubana de Salud Pública*, 32, 4: 100-105.
- Canett R., Ledesma A., Robles R., Sánchez R., Castro L., León R. (2004). Caracterización de galletas elaboradas con cascarrilla de orujo de uva. *Archivo Latinoamericano de Nutrición*, 54, 1: 93-99.
- Castro E., Verdugo M., Miranda M., Rodríguez A. (2003). *Determinación de parámetros texturales de galletas*. Departamento de Ciencia de los Alimentos y Tecnología Química. Disponible en: http://mazinger.sisib.uchile.cl/repositorio/ap/ciencias_quimicas_y_farmacuticas/c20028221225determinacionparametros1.pdf. [Visitada en septiembre de 2015].
- Chauhan A., Saxena D.C., Singh S. (2015). Total dietary fibre and antioxidant activity of gluten free cookies made from raw and germinated amaranth (*Amaranthus* spp.) flour. *LWT-Food Science and Technology*, 63, 2: 939-945.
- Chen L., Linus O. (2013). Texture measurement approaches in fresh and processed foods-A review. *Food Research International*, 51, 1: 823-835.
- Chim A., López J., Betancur D. (2003). Incorporación de fracciones de almidón primario y secundario de *Canavalia ensiformis* L. y *Phaseolus lunatus* L. en galletas. *Acta Científica Venezolana*, 54, 2: 138-147.
- Chung H.J., Cho A., Lim S.T. (2014). Utilization of germinated and heat-moisture treated brown rice's in sugar-snap cookies. *LWT-Food Science and Technology*, 57, 1: 260-266.
- Cori M., Pacheco E. (2004). Efecto de la suplementación de galletas dulces tipo oblea con harina desgrasada de girasol sobre las propiedades fisicoquímicas y sensoriales. *Revista Facultad de Agronomía (Maracay)*, 30: 109-122.
- De simas K.N. et al. (2009). Effect of King Palm (*Archontophoenix alexandrae*) flour incorporation on physicochemical and textural characteristics of gluten-free cookies. *International Journal of Food Science & Technology*, 44, 1: 531-538.
- Delgado-Vidal K., Ramírez-Rivera E.D., Rodríguez-Miranda J., Martínez-López R.E. (2014). Elaboración de galletas enriquecidas con barrilete negro (*euthynnus lineatus*): caracterización química, instrumental y sensorial. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*, 29, 3: 287-300.
- Duta D.E., Culetu A. (2015). Evaluation of rheological, physicochemical, thermal, mechanical and sensory properties of oat-based gluten free cookies. *Journal of Food Engineering*, 162: 1-8.
- Foegeding E.A., Daubert C.R., Drake M.A., Essick G., Trullsson M., Vinyard C.J., Van de Velde F. (2011). A comprehensive approach to understanding textural properties of semi-and soft-solid foods. *Journal of Texture Studies*, 42, 2: 103-129.
- Fustier P., Castaigne F., Turgeon F., Biliaderis C. (2007). Semi-sweet biscuit making potential of soft wheat flour patent, middle-cut and clear millstreams made with native and reconstituted flours. *Journal Cereal Science*, 46, 2: 119-131.
- Gaines C. (1994). The Science of Cookie and Cracker Production. *Trends in Food Science & Technology*, 6, 1: 29-30.
- Gani A. et al. (2014). Effect of whey and casein protein hydrolysates on rheological, textural and sensory properties of cookies. *Journal of Food Science and Technology*, 52, 9: 5718-5726.
- García A., Pacheco E. (2007). Evaluación de galletas dulces tipo wafer a base de harina de arracacha (*Arracacia Xanthorrhiza* B.). *Revista Facultad de Agronomía (Maracay)*, 60, 2: 4195-4212.
- Granados C., Acevedo D., Cabeza A., Lozano A. (2014). Texture Profile Analysis in Bananas Pelipita, Hartón and Topocho. *Información Tecnológica*, 25, 5: 35-40.
- Granito M., Valero Y., Zambrano R. (2010). Desarrollo de productos horneados a base de leguminosas fermentadas y cereales destinados a la merienda escolar. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, 60, 1: 85-92.
- Gupta M., Bawa A.S., Abu-Ghannam N. (2011). Effect of barley flour and freeze-thaw cycles on textural nutritional and functional properties of cookies. *Food and Bioproducts Processing*, 89, 4: 520-527.
- Hleap J., Velasco A. (2010). Analysis of the properties of texture during the storage of sausage made from red tilapia (*Oreochromis* sp.). *Biotechnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 8, 2: 46-56.
- Jacob J., Leelavathi K. (2007). Effect of fat-type on cookie dough and cookie quality. *Journal Food Engineering*, 79, 1: 299-305.
- Kim E., Corrigan H., Wilson V., Waters A. (2012). Fundamental fracture properties associated with sensory hardness of brittle solid foods. *Journal of Texture Studies*, 43, 1: 49-62.
- Maldonado R., Pacheco E. (2000). Elaboración de galletas con una mezcla de harina de trigo y de plátano verde. *Archivo Latinoamericano de Nutrición*, 50, 4: 387-393.
- Mancebo C.M., Picón J., Gómez M. (2015). Effect of flour properties on the quality characteristics of gluten free sugar-snap cookies. *LWT-Food Science and Technology*, 64, 1: 264-269.
- Milde L., Cabral F., Ramírez R. (2014). Effect of frozen storage on bread of cassava starch: Physical textural and sensory properties. *Revista Ciencia y Tecnología*, 16, 21: 33-39.
- Moscato J., Prudêncio A., Haul S., Oliveira M. (2004). Yacon meal and inulin such as ingredients in chocolate cake preparation. *Ciencia Tecnología y Alimentos*, 24, 4: 634-640.
- Pacheco E., Testa G. (2005). Evaluación nutricional, física y sensorial de panes de trigo y plátano verde. *Interciencia*, 30, 5: 300-304.
- Park J., Choi I., Kim Y. (2015). Cookies formulated from fresh okara using starch, soy flour and hydroxypropyl methylcellulose

- have high quality and nutritional value. *LWT-Food Science and Technology*, 63, 1: 660-666.
- Paula A.M., Conti-Silva A.C. (2014). Texture profile and correlation between sensory and instrumental analyses on extruded snacks. *Journal of Food Engineering*, 121: 9-14.
- Penfield M.P., Campbell A.M. (1990). *Experimental Food Science*. Academic Press: New York.
- Ranasalva N., Visvanathan R. (2014). Development of cookies and bread from cooked and fermented pearl millet flour. *African Journal of Food Science*, 8, 6: 330-336.
- Rebolledo M., Sangronis E., Barbosa-Cánovas G. (1999). Evaluación de galletas dulces enriquecidas con germen de maíz y fibra de soya. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, 49, 3: 3-9.
- Rodríguez E., Fernández A., Ayala A. (2005). Rheology and texture of doughs: Applications on wheat and corn. *Ingeniería e Investigación*, 25, 2: 72-78.
- Román O., Valencia E. (2006). Evaluación de galletas con fibra de cereales como alimento funcional. *Vitae*, 13, 2: 36-43.
- Romero D., Cambero M., Ordóñez J., De la Hoz L., Herrero A. (2014). Rheological behaviour of commercial cooked meat products evaluated by tensile test and texture profile analysis (TPA). *Meat Science*, 98, 2: 310-315.
- Rosenthal A. (2010). Texture profile analysis: How important are the parameters. *Journal of Texture Studies*, 41, 5: 672-684.
- Szczesniak A.S. (2002). Texture is a sensory property. *Food Quality and Preference*, 13, 1: 215-225.
- Torres G.J., Acevedo D., Tirado D. (2015a). Análisis de la calidad bromatológica, microbiológica, sensorial y de textura de bollo de mazorca cocidos en ebullición. *Revista Reciteia: Revisiones de la Ciencia, Tecnología e Ingeniería de los Alimentos*, 14, 2: 7-16.
- Torres G.J., González K., Acevedo D. (2015b). Análisis del Perfil de textura en frutas, productos cárnicos y quesos. *Revista Reciteia: Revisiones de la Ciencia, Tecnología e Ingeniería de los Alimentos*, 14, 2: 63-75.
- Velásquez L., Aredo V., Caipo Y., Paredes E. (2014). Optimización por diseño de mezclas de la aceptabilidad de una galleta enriquecida con quinua (*Chenopodium quinoa*), soya (*Glycine max*) y cacao (*Theobroma cacao* L.). *Agroindustrial Science*, 4, 1: 35-42.
- Villarroel M., Acevedo M., Yanez C. (2003). Propiedades funcionales de la fibra del musgo *Sphagnum magellanicum* y su utilización en la formulación de productos de panadería. *Archivo Latinoamericano de Nutrición*, 53, 4: 400-407.
- Yilmaz E., Öğütçü M. (2015). The texture, sensory properties and stability of cookies prepared with wax oleogels. *Food & function*, 6, 4: 1194-1204.
- Zhuab B., Lia B., Gaob Q. (2013). Predicting Texture of Cooked Blended Rice with Pasting. *International Journal of Food Properties*, 16, 3: 485-499.