

EVALUACIÓN DE GALLETAS DULCES TIPO WAFER A BASE DE HARINA DE ARRACACHA (*Arracacia xanthorrhiza* B.)

Auris Damely García Méndez¹ y Emperatriz Pacheco de Delahaye²

RESUMEN

*Para diversificar el uso de la harina de arracacha (*Arracacia xanthorrhiza*), se evaluó su potencialidad en la elaboración de una galleta tipo wafer con propiedades nutricionales, partiendo de una harina compuesta de trigo con 10 y 12% de harina de arracacha. La metodología permitió determinar en la galletas las características físicas (humedad, actividad de agua, pH y color), composición química proximal, funcionales (capacidad de absorción de agua y aceite de la masa) y la estabilidad comercial por tres meses almacenamiento. Los resultados mostraron que la harina compuesta, contribuyó a un ligero incremento en la fracciones de fibra, ceniza y almidón resistente en las galletas. Mientras, las propiedades funcionales de la mezcla para elaborar las galletas indicaron una adecuada interacción de los ingredientes, alta absorción de agua, pero una menor capacidad de absorción de aceite en la masa, originando cambios en la textura de la galleta horneada al compararla con la galleta de trigo. En anaquel, se mantuvieron las características fisicoquímicas de la galletas, coincidiendo con las especificaciones de la normas Covenin (Comisión Venezolana de Normas Industriales) n° 1483-2001, siendo esto atribuido al bajo contenido de humedad y actividad de agua. En conclusión, el uso de la harina de arracacha en una relación de 12%, resultó un ingrediente adecuado en la elaboración de galletas con alta preferencia sensorial, constituyendo una alternativa como fuente de fibra dietética.*

Palabras clave: Raíces andinas, diversidad de tuberosas, galletas, harinas compuestas.

ABSTRACT

EVALUATION OF WAFER TYPE SWEET COOKIES BASED UPON ARRACACHA FLOUR (*Arracacia xanthorrhiza* B.)

*In order to diversify the use of arracacha flour (*Arracacia xanthorrhiza*), an evaluation was made upon its potentiality, in the manufacture of a wafer type sweet cookie, with nutritional properties; starting from a composite flour of wheat and 10-12% of arracacha flour. The methodology allowed to evaluate physical characteristics (humidity, water activity, pH and color), proximal*

¹ Profesora Asociada. Universidad Central de Venezuela. Facultad de Agronomía. Apartado 4579. Maracay, 2101, Aragua, Venezuela. <aurisgarcia@hotmail.com>

² Profesora Titular. Universidad Central de Venezuela. Facultad de Agronomía. Apartado 4579. Maracay 2101, Aragua, Venezuela. <olivier@telcel.net.ve>

Recibido: Octubre 10 de 2007; aceptado: Diciembre 17 de 2007.

chemical composition, functional characteristics (water and oil absorption capacity of the dough), and commercial stability for three months. The results showed that the composite flour of wheat and arracacha, contributed to a slight increase in the fiber fractions, ash and resistant starch. Meanwhile, the functional properties showed an appropriate interaction of the ingredients; high water absorption, but lesser absorption capacity of oil in the dough, originating changes in the texture of the baked cookie, when compared to the wheat cookie. In the shelves, the physiochemical characteristics remained the same in compliance with the specifications set forth by the Covenin (Venezuelan Industrial Standards Commission) regulations no. 1483-2001; this was ascribed to the low content of humidity and water activity. Finally, the use of the arracacha flour in a ratio of 12%, resulted in an appropriate ingredient, in the manufacture of cookies with a high sensorial preference; becoming an alternative as a source of fiber.

Key Words: Andean roots, tuber diversity, arracacha, cookies, composite flours.

Las galletas son actualmente uno de los productos de gran demanda y de bajo costo de producción, que por ser un alimento que permite saciar el hambre, se considera un buen vehículo para hacer llegar a la población una propuesta alimenticia de alto valor nutritivo (Cori y Pacheco, 2004; Chim, López y Betancur, 2003; Sudha *et al.*, 2007). Las galletas tipo waffer, se definen como un producto horneado elaborado a partir de una masa a base de contenidos elevados de harina de trigo (*Triticum sativum* Lam), azúcar, saborizada con vainilla o chocolate, añadido moderado de materia grasa y cantidades relativamente bajas de agua (Maache; Bouvier y Patras, 1998). De manera que la utilización de harinas de otras fuentes como de raíces y tubérculos, resulta en un propuesta interesante por los aportes de fibra dietética, almidón resistente y minerales, que convierte a estas confites de panadería en un alimento que además de saciar el hambre, puede llegar a promover beneficios a la salud, asociados a la disminución del colesterol, la prevención del estreñimiento y en la reducción de la tasa de absorción de glucosa. En el caso particular de la fibra dietética, esta se reconoce como un agente terapéutico para los diabéticos,

arterioscleróticos, personas con problemas de las coronarias y con padecimientos digestivos (Villarreal Acevedo y Yanez, 2003; Bello *et al.*, 2000; Rebolledo, Sangronis y Barbosa, 1999). Estudios de enriquecimiento de la harina de trigo con harinas no convencionales de raíces y tubérculos, han demostrado que tienen una baja digestibilidad de los almidones debido a la presencia de almidones resistentes. Sin embargo, algunas investigaciones referidas a la importancia nutricional del almidón resistente en los alimentos, explican que estos poseen ciertas propiedades atribuidas a la fibra dietaria, como disminuir el colesterol (Rebolledo, Sangronis y Barbosa, 1999). El aprovechamiento de estas harinas para la producción de ingredientes con características nutricionales y funcionales, da un enfoque importante en el desarrollo de sistemas alimenticios, hacia poblaciones con poca disponibilidad de niveles de energía y de nutrientes (Maldonado y Pacheco, 2000). Entre las propiedades de calidad más importantes de las galletas, están las relacionadas con las características físicas (contenido de humedad, actividad de agua, ópticas (color y apariencia), texturales (fuerza de compresión, relajación, tensión), sensoriales

(aroma, sabor, color) y nutricionales (contenido de carbohidratos, proteínas, fibra, minerales) (Moiraghi, *et al.*, 2005). Sin embargo, de estas características, la actividad de agua y la textura suele ser la de mayor importancia como indicador de la estabilidad comercial del producto. En este sentido, la textura permite al consumidor de productos horneados, establecer algunos descriptores sensoriales para definir la preferencia por una galleta, tales como desmoronable, masticoso, pastoso, crujiente, harinoso, quebradizo, grumoso, cohesivo, seco, blando (suave) o duro (Maldonado y Pacheco, 2000). Aunque, igualmente es conocido el efecto positivo del tratamiento térmico, como el horneado y tostado para definir lo atractivo del producto al consumidor, además de que este proceso mejorar la digestibilidad del almidón (Méndes, Ferreira y Gomes, 1998; Jacob y Leelavathi, 2007). De igual forma resulta de importancia el contenido de actividad de agua, definida como la relación entre la presión de vapor del agua contenida en un producto y la presión de vapor del agua de una atmósfera saturada de humedad ($a_w = p/p_0$), ya que esta permite inferir sobre la estabilidad del alimento en condiciones de almacenamiento con relación a los cambios físicos, bioquímicos, enzimáticos y de crecimiento de microorganismos, siendo un valor de $a_w < 0,6$ una condición de equilibrio del producto en anaquel. Por otro lado, en los procesos de formación de masas para la elaboración de galletas, se considera que la propiedad funcional de las harinas relacionada con la capacidad de absorción de agua para formar la masa a utilizar en la elaboración de la galleta, tiende a ser una de las

propiedades fisicoquímicas más importantes de los carbohidratos, por relacionarse con el grado de asociación intermolecular entre los polímeros amiláceos. Esta característica contribuye al mantenimiento de la humedad de algunos alimentos, como en el caso de los productos de panadería y pastelería, ya que pueden formar una capa superficial que limita la pérdida de agua, siendo desfavorable, por ejemplo, cuando conduce a la formación de aglomerados que limitan la posterior solubilidad de los azúcares en la formulación de las masas de galletas (Cori y Pacheco, 2004; Rebolledo, Sangronis y Barbosa, 1999).

Por lo anterior, en este trabajo se planteó la formulación y elaboración de galletas dulces tipo wafer u oblea, a partir de una harina compuesta la cual contiene harina de trigo (*T. sativum* Lam.) y arracacha (*Arracacia xanthorrhiza* B.), las cuales fueron sometidas a una caracterización física, química, funcional y de estabilidad al almacenamiento a temperatura ambiente. Esta propuesta pretende diversificar el aprovechamiento de esta raíz autóctona de las regiones andinas, considerando que su producción resulta de bajo costo, se encuentra disponible durante todo el año y representa una alta fuente de carbohidratos con características funcionales comparables a las harinas convencionales. Representando, la arracacha la base de la alimentación y la economía de los pobladores de las distintas zonas de las Cordillera Andina en los países del Sur América, cuyo aprovechamiento integral resulta de interés para suplir sus costumbres alimentarias.

MATERIALES Y MÉTODOS

Elaboración de la harina de arracacha.

La harina de arracacha fue obtenida a nivel de laboratorio y el procedimiento para su elaboración, se basó en la deshidratación de trozos de la raíz fresca por el método de convección siguiendo las recomendaciones de Pacheco (2001), donde se aplicaron las operaciones de selección, lavado, desinfección, enjuagado, tratamiento por inmersión con una solución de ácido cítrico al 1% para reducir el oscurecimiento enzimático, cortado en cubo de la raíz (0,5 x 0,5 cm), centrifugado, secado por convección a una velocidad fija de flujo de aire ($11 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$) seco a la temperatura de bulbo seco de 70°C , en un secador de gabinete portátil de laboratorio marca Procter y Swchwartz, molienda y tamizado (60 mesh, equivalente a una malla de 0,248 mm) seguido de un empacado en bolsas

aluminizadas para su conservación a temperatura ambiente hasta el momento de su uso (Figura 1). Obtenida la harina de arracacha se determinó la composición química proximal por el método de la Association of Official Agricultural Chemists – AOAC (1990), del contenido de humedad (nº 925.09), ceniza total (nº 923.03), proteína (nº 979.09), grasa (nº 920.39), azúcares totales y reductores (nº 925.36), fibra dietética (nº 985.29) y almidón disponible por el método multi-enzimático, descrito por Goñi *et al.* (1996). En la Tabla 1 se presentan los valores promedio de esta composición química, encontrándose que la harina tiene un alto contenido de almidón (74,47 g/100 g), almidón resistente (4,23 g/100 g) y fibra dietaria (4,87 g/100 g), pero un bajo contenido de grasa y proteína, característico de la mayoría de las harinas de raíces y tubérculos (Subramony, 2002; Vizcarrondo *et al.*, 2006; Yadav *et al.*, 2006).

Tabla 1. Composición química proximal de la harina de arracacha.

Composición química (g/100 g)	Harina de arracacha
Humedad	9,64 $\pm$ 0,01
Ceniza	1,86 $\pm$ 0,01
Proteína	2,46 $\pm$ 0,01
Grasa	0,48 $\pm$ 0,02
Azúcares totales	6,22 $\pm$ 0,03
Azúcares reductores	3,48 $\pm$ 0,03
Almidón	74,47 $\pm$ 0,01
Almidón resistente	4,23 $\pm$ 0,01
Fibra dietaria	4,87 $\pm$ 0,01

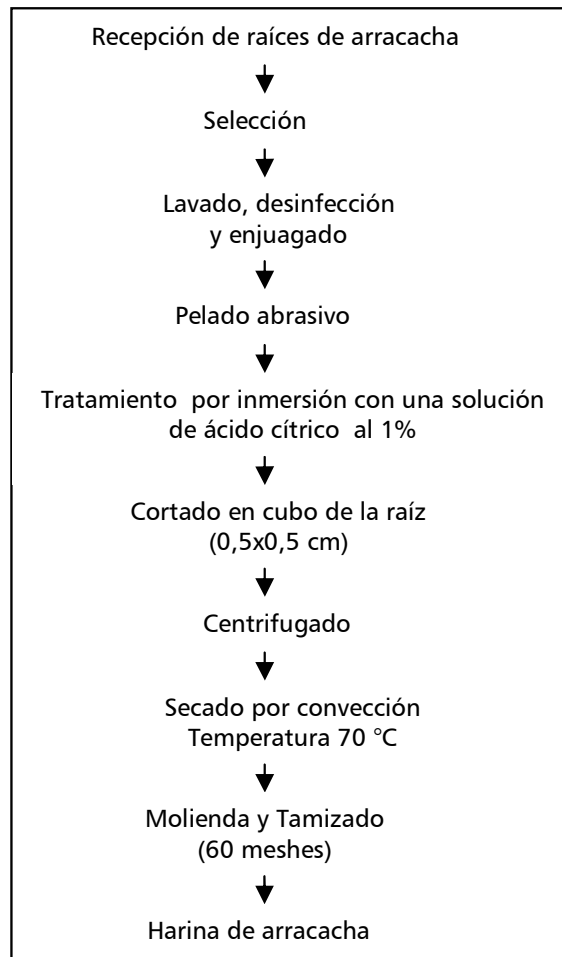


Figura 1. Proceso para la elaboración de harina de arracacha por el método de secado por convección.

Elaboración de las galletas tipo wafer. Las galletas en estudio fueron elaboradas en la empresa de alimentos Sindoni C.A., fabricante de confites y galletas. El procedimiento de elaboración de la galleta dulce tipo wafer, consistió en someter a los ingredientes seleccionados a un mezclado, filtrado, secado de tambor rotatorio a una temperatura de 180°C, laminado y enrollado de la masa seca, cortado, enfriamiento y empaque (Figura 2). Para la formulación de la galleta, se utilizaron como ingredien-

tes: una harina compuesta a partir de una mezcla de las harinas de trigo (HT) y arracacha (HA) en una relación de HT:HA de 90:10% y de 88:12% respectivamente, leche en polvo entera o completa como aporte proteico en una proporción del 1,0%, emulsificantes empleando una mezcla de yemas de huevo, lecitina, aceite vegetal, cuya relación en la formulación fue del 0,9%, saborizantes y aromatizantes a base de azúcar, sal, vainillina y polvo de cacao, representando un

20,6% y la incorporación de agua en 42,0% (Pacheco y Testa, 2005). La selección de la proporción de las harinas, se estableció con base en las características de la viscosidad de la masa, requerida para formar la galleta en las

operaciones de laminado y enrollado. Bajo, estas premisas se encontró que una relación por encima de 12% de harina de arracacha, no permitió el enrollado de la galleta y una fracción por debajo de 10% limitó la formación del mismo.

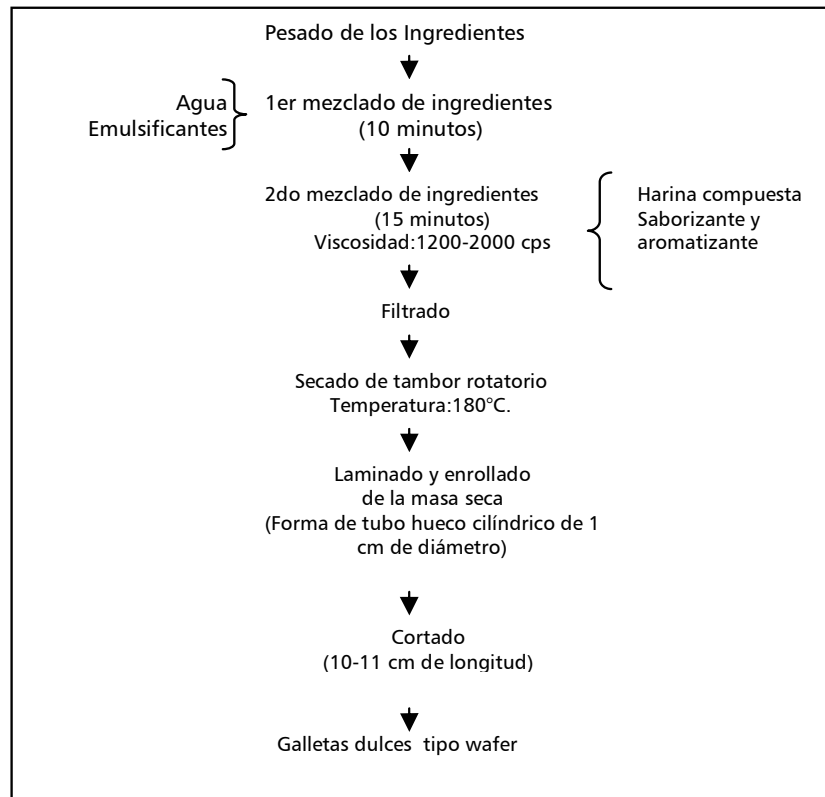


Figura 2. Esquema tecnológico para la elaboración de galletas dulces tipo wafer con harina compuesta de arracacha.

Evaluación sensorial de las galletas. Se realizó en el laboratorio de evaluación sensorial del Instituto de Química y Tecnología de la Universidad Central de Venezuela, mediante la prueba afectiva de comparación pareada por preferencia, con un panel de 50 jueces no entrenados conformado por 35 mujeres y 15 hombres en edades promedio de 18 a 22 años, que permitió establecer la de

mayor preferencia entre las formulaciones de galletas realizadas a partir de la harina compuesta con harina de arracacha (W1: 12% de harina de arracacha y 88% de harina de trigo y W2: 10% harina de arracacha y 90% de harina de trigo) (Roessler *et al.*, 1978).

Evaluación de la composición química de las galletas. Se determinó tanto a

la muestra seleccionada de mayor preferencia como a la elaborada con 100% de harina de trigo, por el método de la AOAC 1990, el contenido de humedad (nº 925.09), ceniza total (nº 923.03), proteína (nº 979.09), grasa (nº 920.39), azúcares totales y reductores (nº 925.36), fibra dietética (nº 985.29), almidón disponible (método multienzimático) (Goñi *et al.*, 1996), almidón resistente (Holm *et al.*, 1986) y contenido de algunos minerales, tales como calcio (método de espectrofotometría de emisión de luz, utilizando un fotómetro, Eppendorf), hierro (nº 963.09) (AOAC 1990) y fósforo (nº 965.17) (AOAC 1990). Todos los análisis se hicieron por triplicado El valor o calórico, se calculó considerando los coeficientes de $4 \text{ kcal} \cdot \text{g}^{-1}$ para carbohidratos y proteínas, $2 \text{ kcal} \cdot \text{g}^{-1}$ para la fibra dietética y $9 \text{ kcal} \cdot \text{g}^{-1}$ para los lípidos (Moscatto *et al.*, 2004).

Evaluación de las características físicas de las galletas. se determinó el contenido de humedad (AOAC 1990 nº 925), actividad del agua medida con el equipo psicrométrico Equoi Aqualab Decagon CX-2-, pH (Covenin 1979 nº 1315), color se realizó siguiendo el método de Hunter Lab, 1995, utilizando el colorímetro Hunter Lab, modelo D11491.

Evaluación de las características funcionales de la mezcla para preparar las galletas. Se determinaron la capacidad de absorción de agua del almidón (Wang y Kinsella, 1976) y la capacidad de absorción de aceite del almidón (Dench, Rivas y Caygill, 1981).

Evaluación de la estabilidad comercial de las galletas. Por un periodo de tres

meses a temperatura ambiente ($28 \pm 2^\circ\text{C}$ y 70% humedad relativa) se determinó cada semana la variación del contenido de humedad, actividad de agua, pH, color, siguiendo los procedimientos metodológicos antes descritos y la textura usando el penetrómetro digital, marca TAXTE 2i, usando como parámetros de calibración, la medida de la fuerza de corte o fractura (A/BC), velocidad de preensayo: $1,5 \text{ mm} \cdot \text{s}^{-1}$, velocidad de ensayo: $10 \text{ mm} \cdot \text{s}^{-1}$, velocidad de datos de adquisición: 200 pps. Los resultados se expresaron en la unidad internacional de newton (N) (Ho, Hwa y Sun, 2005). Todos los análisis descritos en el marco de los métodos, se realizaron por cuadruplicado, en el Laboratorio de Bioquímica de Alimentos del Instituto de Química y Tecnología de la Facultad de Agronomía de la Universidad Central de Venezuela .

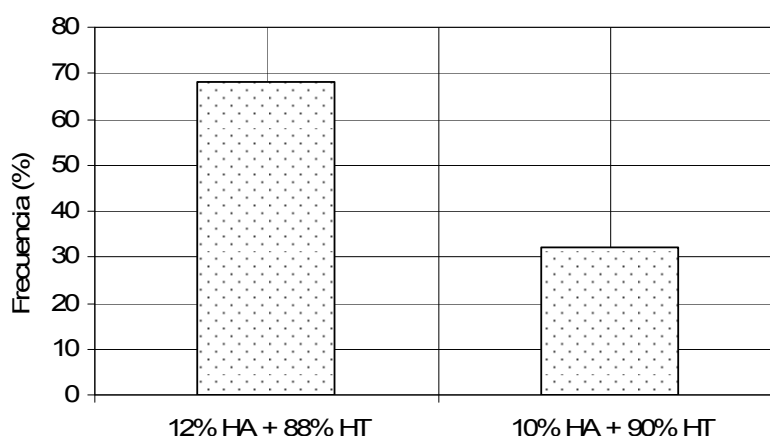
Análisis estadístico. Los datos se analizaron por análisis de varianza siguiendo el diseño completamente aleatorizado y la prueba de comparación de medias de Tukey a un nivel de significancia del 5%, utilizando el programa computarizado Statistix con soporte técnico de Windows 2000 (Montgomerit, 1991).

RESULTADOS

Evaluación Sensorial de las galletas. El análisis de mínimas respuestas concordantes (MRC) para un tamaño de muestra de 50 panelistas, seguido de la distribución binomial de dos colas para un nivel de confianza del 95% (MRC:33) ($P < 0,05$), determinó un mayor número de respuestas concordantes para las

galletas formuladas con una harina compuesta de 12% de harina de arracacha y 88% de harina de trigo (34) que para las galletas elaboradas con una mezcla de

10% de la harina de arracacha y 90% de la harina de trigo (16), representada por una frecuencia del 68% y 32% de preferencia respectivamente (Figura 3).



N° de respuestas concordantes (prueba binomial de dos colas) ($\alpha:0,05$)=34 para las galletas dulces tipo wafer elaboradas con la harina compuesta de arracacha (wafer de mayor preferencia).

N° panelistas: 50 jueces no entrenados.

Figura 3. Valores de frecuencia de la prueba sensorial afectiva de comparación pareada por preferencia de las formulaciones de galletas dulces formuladas tipo wafer.

Evaluación de las características físicas de las galletas. En el Tabla 2, se presentan las características físicas de las galletas formuladas a partir de la harina compuesta con 12% harina de arracacha, comparadas con las galletas elaboradas con 100% de harina de trigo, se encontró que el contenido de humedad promedio fue de $3,10 \pm 0,01$ y $3,09 \pm 0,01$ g/100 g respectivamente, no existiendo diferencias significativas entre las muestras. El valor de pH de las galletas elaboradas con una harina compuesta de 12% de harina de arracacha y 88% de harina de trigo de 4,98 no

presentó diferencias significativas con respecto al pH promedio de las galletas formuladas con 100% de harina de trigo (4,96). Siendo bajos los promedios de actividad de agua (a_w) en ambos tipos de galletas de 0,330 y 0,334 respectivamente, sin que exista diferencias estadísticamente significativas entre estos valores. Con relación al color, se determinaron los valores promedios de luminosidad (L) en las galletas elaboradas con la harina compuesta de arracacha (67,86), éstos son más altos que el valor promedio de las galletas con 100% de harina de trigo (66,94). Mientras, no se

encontraron diferencias significativas entre los valores promedio de tonalidad (b) (28,46 – 28,48), siendo estos tendientes al color amarillo. En tanto los

valores promedios del matiz (a) tuvieron una tendencia a la coloración rojiza para las galletas en estudio (1,58).

Tabla 2. Comparación de las características físicas de las galletas dulces tipo wafer de harina de trigo y de harina compuesta con arracacha.

Características físicas	Wafer 12 % Harina de arracacha 88 % Harina de trigo	Wafer 100% Harina de trigo
pH	4,98 ± 0,01 ^a	4,96 ± 0,01 ^a
Actividad del agua	0,330 ± 0,002 ^a	0,334 ± 0,002 ^a
Color (método Hunter Lab)		
L	67,86 ± 0,04 ^a	66,94 ± 0,04 ^b
a	1,58 ± 0,02 ^b	2,62 ± 0,02 ^a
b	28,46 ± 0,02 ^a	28,48 ± 0,02 ^a

L: valores promedio de Luminosidad, a: valores promedio del matiz (+ rojo, - verde), b: valores promedio de la tonalidad (+ amarillo, - azul). Letras iguales en una misma fila, indican que no existen diferencias estadísticamente significativas ($P < 0,05$).

Evaluación de la composición química de las galletas.

En el Tabla 3, se presentan los resultados de la composición química proximal de la galleta seleccionada de mayor preferencia elaborada con la harina compuesta de arracacha, la cual se compara con la galleta preparada a base de 100% con la harina de trigo, utilizada como patrón. Los análisis indicaron que en las galletas en estudio existen ligeras diferencias significativas entre los contenidos de proteína (4,38 g/100 g) con relación a las elaboradas con 100% de harina de trigo (4,59 g/100 g), no existiendo diferencias significativas en el contenido de grasa (0,55-0,56 g/100 g). Los azúcares reductores, en las galletas con harina de arracacha (9,70 g/100 g) y en las galletas de 100% con harina de trigo (9,68 g/100 g) no presentaron diferencias significativas

entre sus contenidos, siendo igual la tendencia en los contenidos promedios de los azúcares totales (23,73 y 23,75 g/100 g respectivamente). En relación al contenido de cenizas en las galletas de harina compuesta con harina de arracacha esta fue mayor (0,86 g/100 g) que en las galletas con 100 % de harina de trigo (0,80 g/100 g). La fibra dietaria en las galletas en estudio (3,09 g/100g), presentaron diferencias ligeramente significativas ($P < 0,05$) al compararlo con las galletas elaboradas con 100% de harina de trigo (3,04 g/100 g). En cuanto al aporte energético las galletas en estudio aportan 381,38 calorías/100 g. En la Tabla 4 se muestran los valores promedios de los contenidos calcio, fósforo y hierro, donde se determinó que las galletas elaboradas con la harina compuesta de arracacha tienen un mayor aporte de

estos minerales (8,98; 3,50 y 0,72 mg/100 g respectivamente), existiendo diferencias significativas con respecto a

las galletas formuladas con 100% de harina de trigo (3,10; 2,13 y 0,32 g/100 g respectivamente).

Tabla 3. Comparación de la composición química proximal de las galletas dulces tipo wafer de harina de trigo y de harina compuesta con arracacha.

Composición química (g/100g)	Wafer	
	12% Harina arracacha 88% Harina de trigo	100% Harina de trigo
Humedad	3,10 ± 0,01 ^a	3,09 ± 0,02 ^a
Ceniza	0,86 ± 0,01 ^a	0,80 ± 0,01 ^b
Proteína	4,38 ± 0,01 ^b	4,59 ± 0,01 ^a
Grasa	0,56 ± 0,02 ^a	0,55 ± 0,02 ^a
Azúcares totales	23,73 ± 0,03 ^a	23,75 ± 0,02 ^a
Azúcares reductores	9,70 ± 0,03 ^a	9,68 ± 0,02 ^a
Almidón	64,28 ± 0,01 ^a	64,19 ± 0,01 ^b
Almidón resistente	1,14 ± 0,01 ^a	0,23 ± 0,01 ^b
Fibra dietaria	3,09 ± 0,01 ^a	3,04 ± 0,01 ^b
Calorías (kcal/100g)	381,38 ± 1,05	381,15 ± 1,10

Letras iguales en una misma fila, indican que no existen diferencias estadísticamente significativas ($P < 0,05$)

Tabla 4. Contenido de minerales (mg/100g) en galletas dulces tipo wafer de harina de trigo y de harina compuesta de arracacha.

Wafer	Contenido de minerales (mg/100g)		
	Fósforo	Hierro	Calcio
100% Harina de trigo	3,10 ± 0,03 ^b	2,13 ± 0,04 ^b	0,32 ± 0,01 ^b
88% Harina de trigo- 12 % Harina de arracacha	8,98 ± 0,02 ^a	3,50 ± 0,01 ^a	0,72 ± 0,02 ^a

Letras iguales en una misma columna, indican que no existen diferencias estadísticamente significativas ($P < 0,05$)

Evaluación de las características funcionales de las harinas compuestas para elaborar la masa de las galletas.

Se encontró una mayor la capacidad de absorción de agua en la masa elaborada con la harina compuesta de arracacha (4,28 ± 0,52 g/g harina) que en la masa formulada con 100% de harina de trigo (2,76 ± 0,35 g/g harina), presentando por el contrario una menor capacidad de absorción de aceite (2,23 ± 0,12 g/g harina) con respecto a la masa elaborada

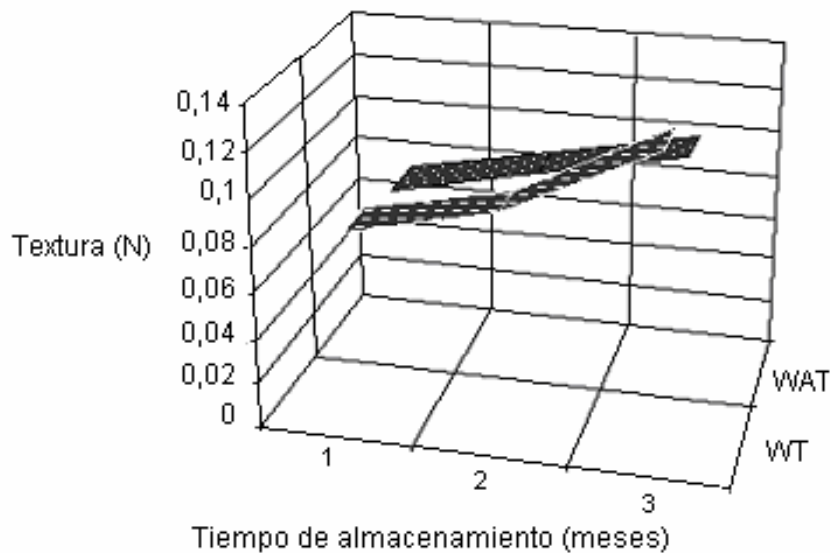
con la harina de trigo (3,50 ± 0,15 g/g harina).

Evaluación de la estabilidad de las galletas durante el periodo de tres meses de almacenamiento a temperatura ambiente.

Se determinó que el contenido de humedad en las galletas elaboradas con la harina compuesta de arracacha, tendió a un ligero incremento de 3,10 ± 0,01 a 3,22 ± 0,08 g/100 g, siendo el comportamiento similar en las galletas formuladas

con 100% de harina de trigo de $3,09 \pm 0,02$ a $3,51 \pm 0,11$ g/100 g. Sin embargo, los valores promedio de la actividad del agua en las galletas elaboradas con la harina compuesta de arracacha de $0,330 \pm 0,002$ y de las galletas elaboradas con 100% de harina de trigo de $0,334 \pm 0,002$, no presentaron diferencias significativas, durante el periodo de tres meses de almacenamiento. El contenido de pH en las galletas en estudio ($4,98 \pm 0,01$) y en las elaboradas con 100% de harina de trigo ($4,96 \pm 0,01$) no presentó diferencias estadísticamente significativas. Con relación a la textura, se encontraron diferencias significativas ($P < 0,05$) entre los valores promedios, siendo mayores los valores en las galletas

formuladas con harina de arracacha ($0,0759$ N) que las elaboradas con harina de trigo ($0,0583$ N). Observándose, que al cabo de tres meses de almacenamiento un ligero aumento de la textura a valores promedio de $0,0862$ N y $0,0989$ N (Figura 4). En el color de las galletas, se detectaron cambios durante el tiempo de almacenamiento de los valores promedios de L, a y b, con similares tendencias tanto en las galletas elaboradas a partir de harina compuesta con arracacha, en los valores de luminosidad (L) de $67,86$ a $63,86 \pm 0,04$, matiz (a) de $1,58$ a $6,08 \pm 0,01$ y la tonalidad (b) de $28,46$ a $16,68 \pm 0,02$, como en las galletas preparadas con 100% harina de trigo (L: $66,94$ a $63,89 \pm 0,02$, a: $2,62$ a $5,68 \pm 0,05$, b: $28,48$ a $16,6$).



WAT: galleta dulce tipo wafer de 12 % harina de arracacha y 88% harina de trigo
WT: galleta dulce tipo wafer de 100% harina de trigo

Figura 4. Comportamiento de la textura en las galletas dulces tipo wafer de harina de trigo y harina compuesta con arracacha, almacenadas a temperatura ambiente por un tiempo de tres meses.

DISCUSIÓN

Evaluación sensorial. El análisis de mínimas respuestas concordantes (MRC) y la distribución binomial de dos colas para un nivel de confianza del 95% (MRC:33) ($P<0,05$), determinó que los panelistas entre las dos formulaciones establecidas, tuvieron mayor preferencia por las galletas formuladas con una harina compuesta de 12% de harina de arracacha y 88% de harina de trigo (Figura 3).

Evaluación de las características físicas. El contenido de humedad en las galletas en estudio (Tabla 2) fueron menores al recomendado en la norma Covenin n° 1483 (Covenin, 2001) para galletas sin relleno (5,0 g/100 g) y con relleno (3,6 g/100 g). Pero, similares al reportado para las galletas elaboradas con la harina compuesta de trigo y plátano verde (2,73 a 4,92%) (Maldonado y Pacheco, 2000).

De acuerdo, a Bello *et al.* (2000), estos valores indicaron buenas condiciones del material desde el punto de vista microbiológico, para su conservación a temperatura ambiente. El pH, se encontró dentro del promedio mínimo establecido por la norma Covenin para galletas sin relleno (pH: 5,5), con tendencia similar a los valores de pH de galletas elaboradas a partir de harina de arroz (pH 5,56 a 6,09), estudiados por Ho, Hwa y Sun 2005, quienes demostraron que los bajos contenidos de humedad del producto en un alimento seco, limita el crecimiento microbiano aún en estos promedios de pH. Se considero que los valores promedio de actividad de agua (a_w) de 0,330-0,334, determinados en las

galletas en estudio, originaron en estos productos condiciones microbiológicas que pueden limitar el crecimiento de mesófilos aerobios, hongos y levaduras, debido a que presenta una a_w por debajo de 0,6 que restringen esta proliferación, durante el almacenamiento del producto a temperatura ambiente. Siendo esto aseverado por Maldonado y Pacheco (2000), en galletas de harina de plátano verde y trigo, donde obtuvieron promedios de 0,43-0,47. El color caracterizado en las galletas en estudio, fue asociado a los cambios por el contenido de azúcar, grasas y almidón durante el efecto con la temperatura en el tiempo de horneado, los cuales al parecer originaron una coloración típica de las reacciones de Maillard. Siendo, los valores promedios de luminosidad (L) similares entre las galletas, mientras los valores de la tonalidad (b) fueron tendientes al color amarillo, resultando ser ligeramente menos intensos en las galletas wafer de trigo, que en las galletas de harina compuesta con arracacha. En tanto los valores promedios del matiz (a) tuvieron una tendencia a la coloración rojiza para las galletas en estudio. Siendo estos resultados similares a los reportados por Cori y Pacheco (2004); Canett *et al.* (2004); Chim, López y Betancur (2003).

Evaluación de la composición química de las galletas elaboradas con la harina compuesta de arracacha. En el Tabla 3, se presentan los resultados de la composición química proximal de la galleta seleccionada de mayor preferencia elaborada con la harina compuesta de arracacha, la cual se compara con la galleta preparada a base de 100% con la harina de trigo, utilizada

como patrón. Los análisis indicaron que las galletas en estudio presentaron bajos contenidos de grasa y proteína, lo cual era de esperarse, en primer lugar por el bajo aporte de estos en la harina de arracacha (Tabla 1) y en segundo lugar a la proporción añadida de yemas de huevo, más grasa vegetal en la formulación que no conlleva a altos contenidos. Esta respuesta coincide con Chim López y Betancur 2003; Jacob y Leelavathi 2007, quienes en una formulación con contenidos menores de 1 g/100 g de grasa, definen las galletas como del tipo bajas en grasa. Los valores promedio de proteína, fueron de 4,38 y 4,59 g/100 g, siendo estos básicamente aportados por la incorporación de la leche entera a la formulación, más que por el aporte de las yemas de huevo, del cacao (polvo desgrasado) o la harina de arracacha (2,46 g/100 g). 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 periodo de almacenamiento, sino también en el procesamiento al considerar que el bajo contenido de grasa que aportan los ingredientes y la harina de arracacha, contribuyen a la mayor capacidad de hidratación de la harina compuesta, requerida para preparar las galletas dulces, ya que favorece la formación de una textura crujiente en las galletas horneadas (Moiraghi, *et al.*, 2005; Rebolledo, Sangronis y Barbosa, 1999). El alto contenido de azúcares totales y de almidón, tanto en las galletas con harina compuesta de arracacha como en las que contienen 100% harina de trigo, son indicativos del aporte energético que provee este

producto alimenticio. El contenido de cenizas en las galletas de harina compuesta con harina de arracacha tiende a ser mayor (0,86 g/100 g) que el señalado en la literatura para galletas elaboradas con harinas nativas de trigo (0,70 g/100 g) (Fustier *et al.*, 2007). Por otro lado, desde el punto de vista nutricional, podría inferirse un aporte de la fuente de minerales (López y Dávila, 2002) y en este sentido en la Tabla 4 se observa que la formulación en estudio aporta un mayor contenido de fósforo y de hierro con relación a las galletas elaboradas con 100% harina de trigo, aunque el balance con relación a los requerimientos diarios son bajos. A nivel del procesamiento, este contenido favorece los cambios funcionales deseables para la formación y horneado de la galleta, porque los altos contenidos de minerales pueden retardar la gelatinización y retrogradación del almidón (Pacheco y Testa, 2005; Maldonado y Pacheco, 2000). La fibra dietaria presente en las galletas en estudio (3,09 g/100 g), tiende a 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, debido a que un mayor contenido de fibra en la harina compuesta, tiende a variar las propiedades reológicas, por aumentar la absorción de agua, espesar y reducir el volumen de la masa, tal como lo evidenció Pacheco y Testa 2005, en una formulación para galletas con harina compuesta de plátano verde-trigo, y Villarroel, Acevedo y Yanez (2003), en la formulación de productos de panadería enriquecidas con fibra. Por otro lado, este aporte de fibra puede tener efectos

positivos en el bienestar a la salud del consumidor por su intervención en los procesos de control de estreñimiento, mejora el control de la glucemia, protege contra el cáncer colorrectal, menor riesgo de enfermedad cardiovascular y su consumo en niños mayores, adolescentes y adultos entre 20 a 35 gramos por día pudiera favorecer la conducción de estos efectos (Cabrera y Cárdenas 2006).

Evaluación de las características funcionales de las harinas compuestas para elaborar la masa de las galletas.

La alta absorción de agua encontrada en la mezcla para formar la masa para elaborar las galletas, puede estar relacionada con la capacidad de los gránulos de almidón de formar una red, que se encuentra asociada al contenido de grasa, proteínas y fibra en la matriz del alimento, resultando su afinidad en un alto rendimiento de masa. Aunque, a su vez esto es indicativo de que existe una baja relación de adhesividad-cohesividad de la masa, lo cual se considera indeseable para la formación de estructuras moldeadas y para obtener galletas de textura crocantes y crujiente, pero adecuadas para elaborar galletas tipo wafer (Canett *et al.*, 2004; Escobar, Estévez y Guíñez, 2000; Fustier *et al.*, 2007; Ho, Hwa y Sun, 2005). Mientras la baja capacidad de absorción de aceite de la masa para elaborar las galletas, tiende a disminuir el desarrollo de la rancidez oxidativa y aumentar la estabilidad en el almacenamiento (Cori y Pacheco, 2004; Rebolledo Sangronis y Barbosa, 1999; Mendesm Ferreira y Gomes, 1998).

Evaluación de la estabilidad en almacenamiento. El contenido de humedad inicial en las galletas en

estudio, tendió a incrementar tanto en las muestras elaboradas con la harina compuesta de arracacha como en las galletas formuladas con 100% de harina de trigo, aunque estas se mantuvieron en el intervalo de humedad indicado en la norma Covenin 2000, n° 1483, permitiendo inferir sobre las características del empaque más adecuado para preservar la calidad del producto, donde se evite o controle este incremento no deseable para conservar el producto. Los valores promedio de la actividad de agua en las galletas elaboradas con la harina compuesta de arracacha, permitieron señalar en el producto una condición de equilibrio, donde probablemente no se desarrollen cambios físico-químicos y de crecimiento de microorganismos. Estos promedios de actividad de agua, coincidieron con los valores establecidos por Escobar, Estévez y Guíñez (2000), quienes señalaron que en el intervalo de actividad de agua entre 0,50 a 0,58 son adecuados para prevenir el daño microbiológico y mantener la estabilidad de las propiedades nutritivas y sensoriales del producto. Adicionalmente un $a_w < 0,60$, permite inferir estabilidad microbiológica (Maldonado y Pacheco 2000; Mundt y Wedzicha 2007). El contenido de pH en las galletas en estudio fue estable y se encuentra en el intervalo de pH (3,5 a 5,5) indicado por la norma Covenin n° 1483 (Covenin, 2001) para este tipo de galletas. A través del análisis de la textura, se pudo señalar que las galletas con sustitución, fueron más crujientes y menos frágiles que las elaboradas con harina de trigo. Esta denominación de galleta crujiente y semi-blanda o blanda coincide con la clasificación, dada por López y Dávila 2002. Sin embargo, al cabo de tres meses de almacenamiento se observó

que estas muestras aumentaron su capacidad de resistir fuerzas mecánicas externas (Figura 4) reduciendo sus características de crujencia y fragilidad al corte. Se observó la tendencia de pérdida de crujencia, lo cual puede estar relacionado con las variaciones de ligeros incrementos de humedad y a los altos contenidos de azúcares totales. Estas respuestas de endurecimiento de las galletas, puede estar de alguna forma relacionada con el fenómeno de retrogradación (tipo de almidón que se forma después de someter al almidón a un tratamiento térmico en presencia de agua) tal como lo explican en sus experiencias Escobar, Estévez y Guiñez (2000). Este cambio también puede estar relacionado con el efecto de la temperatura sobre la cristalización de los azúcares en la galleta, debido a que este componente se encuentra en alta proporción de acuerdo a su formulación. Una respuesta similar fue encontrada por Ho, Hwa y Sun (2005), en galletas donde adicionaron 5%, 10%, 15% y 20% de una harina no convencional, resultando que a medida que aumentaba la cantidad de esta harina en sustitución de la harina de trigo, aumentaba el grado desmoronable de las galletas. Por otro lado, Bello *et al.* (2000), explicaron que las harinas no convencionales utilizadas para preparar la masa para galletas, tienden a influir en las características de adhesividad y cohesividad de estas masas, originando en las galletas una textura de mayor crujencia al compararlas con las preparadas a partir de 100% de harina de trigo. En términos generales, estas características de la textura en las galletas elaboradas con la harina compuesta a partir de harina de

arracacha, en otros casos se relaciona con el menor grado de retrogradación de los gránulos de almidón de estas harinas, coincidiendo esta aseveración con lo señalado por Chim, López y Betancur (2003), quienes encontraron en las galletas elaboradas con harinas no convencionales una menor resistencia ante el efecto de fuerzas de compresión o corte, dada la baja tendencia de retrogradación de estos materiales amiláceos. Por estas razones, las características de textura crujiente y del grado de fracturabilidad de las galletas en estudio, podría considerarse un factor de calidad para seleccionar el tipo de empaque y manejo adecuado, que deba seguirse para hacer llegar al consumidor un producto entero y en las cantidades deseadas. El color de las galletas, se considero como el principal parámetro de calidad mas asociado a la preferencia del producto por parte del consumidor y los cambios encontrados de los valores promedios de "a", en las harina compuesta con arracacha y en las de trigo, son probablemente debidos a los procesos de pardeamiento (variación en el contenido en 5-hidroximetil furfural), que están correlacionados con la aparición de un color amarillo-rojizo durante el horneado, el cual tiende a ser muy acentuado por el efecto de la temperatura de proceso y por el posterior ligero incremento del contenido de humedad del producto durante el tiempo de almacenamiento, como lo evidenció Canett *et al.* (2004); Moscatto *et al.* (2004); Mundt y Wedzicha (2007). Por otro lado, el color de las galletas pueden variar en función de las cantidades de harina de sustitución, azúcar y la cantidad de fibra que contenga, la cual

usualmente influyen en los valores de a y b, debido a que el parámetro L, normalmente cambia por las reacciones de tipo Maillard y de caramelización, que suceden durante el horneado.

CONCLUSIONES

El uso de la harina de arracacha mezclada en un 12% con la harina de trigo, resultó un adecuado ingrediente en la formulación y elaboración de galletas dulce tipo wafer u oblea con alta aceptación sensorial, constituyendo una alternativa como fuente de fibra dietética y una forma de aprovechamiento de este material amiláceo de producción autóctona en las regiones de la Cordillera Andina.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen el financiamiento del CDCH-UCV, la empresa Sindoni y la ayuda de la técnica Gloria Betancourt en el Laboratorio de Bioquímica de Alimentos de la Facultad de Agronomía de la Universidad Central de Venezuela.

BIBLIOGRAFÍA

Association of Official Agricultural Chemists. 1990. Official methods of analysis of the AOAC. 15th ed. AOAC, Washington, D.C. p. 980.

Bello, L., S. Sayazo, L. Villagomez y L. Montiel, 2000. Almidón de plátano y calidad sensorial de dos tipos de galletas. Agrociencia. 34:553-560.

Cabrera, J. y M. Cárdenas. 2006. Importancia de la fibra dietética para la nutrición humana. Rev. Cuba. Salud Publica 32(4):100-105.

Canett, R., A. Ledesma, R. Robles, R. Sánchez, L. Castro y R. León. 2004. Caracterización de galletas elaboradas con cascarilla de orujo de uva. Arch. Latinoam. Nutr. 54(1):93-99.

Chim, A., J. López y D. Betancur. 2003. Incorporación de fracciones de almidón primario y secundario de *Canavalia ensiformis* L. y *Phaseolus lunatus* L. en galletas. Acta Cient. Venez. 54(2):138-147.

Cori, M. y Pacheco, E. 2004. Efecto de la suplementación de galletas dulces tipo oblea con harina desgrasada de girasol sobre las propiedades fisicoquímicas y sensoriales. Rev. Fac. Agr. 30:109-122.

Comisión Venezolana de Normas Industriales. 1979. Alimentos. Determinación de pH. N° 1315-79. Covenin - Norma Venezolana. Ministerio de Fomento. Ediciones Fondonorma, Caracas, Venezuela. 4 p.

Comisión Venezolana de Normas Industriales. 2001. Galletas (1era. Revisión). N° 1483:2001. Covenin - Norma Venezolana. Ministerio de Fomento. CDU.664.2543.8. Ediciones Fondonorma, Caracas, Venezuela. 10 p.

Dench, J., E. Rivas and J. Caygill. 1981. Selected functional properties of sesame (*Sesamun indicum* L.) flour and two protein isolates. J. Sci. Food Agr. 32(6):557-564.

- Escobar, B., A. Estévez y M. Guíñez., 2000. Almacenamiento de barras de cereales elaboradas con cotiledones de algarrobo (*Prosopis chilensis* (Mol) Stuntz). Arch. Latinoam. Nutr. 50(2): 152-156.
- Fustier, P., F. Castaigne, F. Turgeon and C. Biliaderis. 2007. Semi-sweet biscuit making potential of soft wheat flour patent, middle-cut and clear mill streams made with native and reconstituted flours. J. Cereal Sci. 46(2):119-131.
- Goñi, I., L. García, E. Mañas and A. Saura. 1996. Analysis of resistant starch: a method for foods and food products. Food Chem. 56(4):445-449.
- Ho, J., W. Hwa and Y. Sun. 2005. Physicochemical and sensory properties of dough and cookie added with black flour. Food Eng. Prog. 9(1):26-31.
- Holm, J. Bjorck, I. Drews, A. and Asp, N. 1986. A rapid method for the analysis of starch. Starch - Stärke. 38(7):224-226.
- Hunter Associates Laboratory, Inc. 1995. Instruction Manual Hunter Lab 11491. USA. 132 p.
- Jacob, J. and K. Leelavathi. 2007. Effect of fat-type on cookie dough and cookie quality. J. Food Eng. 79(1):299-305.
- López, L. and L. Dávila. 2002. Galletas con valor nutricional agregado. Revista Ind. Data Perú 5(1):3-7.
- Maache, Z. J. Bouvier and C. Patras. 1998. Effect of principal ingredients on rheological behaviour of biscuit dough and on quality of biscuits. J. Food Eng. 35(23):42-45.
- Maldonado, R. y E. Pacheco. 2000. Elaboración de galletas con una mezcla de harina de trigo y de plátano verde. Arch. Latinoam. Nutr. 50(4):387-393.
- Mendes, C., S. Ferreira y M. Gomes. 1998. Efeito do teor de água, amilose, amilopectina e grau de gelatinização no crescimento do biscoito de amido de mandioca obtido por fermentação natural. Cienc. Tecnol. de Alim. 18(1):98-105.
- Moiraghi, M., P. Ribotta, A. Aguirre, G. Pérez y A. León. 2005. Análisis de la aptitud de trigos pan para la elaboración de galletitas y bizcochuelos. Agriscientia. 22(2):47-54.
- Montgomery, D. 1991. Diseño y análisis de experimentos. Iberoamericana, Caracas, Venezuela. 589 p.
- Moscatto, J., A. Prudêncio, S. Haul and M. Oliveira. 2004. Yacon meal and inulin such as ingredients in chocolate cake preparation. Cienc. Tecnol. Alim. 24(4): 634-640.
- Mundt, S. and B. Wedzicha. 2007. A kinetic model for browning in the baking of biscuits: effects of water activity and temperatura. Food Sci. Technol. 40(6):1078-1082.
- Pacheco, E. and G. Testa. 2005. Evaluación nutricional, física y sensorial de panes de trigo y plátano verde. Interciencia. 30(5):300-304.
- Rebolledo, M., E. Sangronis y G. Barbosa. 1999. Evaluación de galletas dulces enriquecidas con germen de maíz y fibra de soya. Arch. Latinoam. Nutr. 49(3):253-259.

- Roessler, E., M. Pangborn, L. Sidel and H. Stone. 1978. Expanded statical tables for estimating significance in paired preference, paired-difference, duo-trio and triangle test. *J. Food Sci.* 4(43):940-947.
- Subramony, M. 2002. Physicochemical and functional properties of tropical tuber starches: A review. *Starch – Stärke.* 54(12):559-592.
- Sudha, M., A. Srivastava, R. Vetrmani and K. Leelavathi. 2007. Fat replacement in soft dough biscuits: Its implications on dough rheology and biscuit quality. *J. Food Eng.* 80(3):922-930.
- Villarroel, M., M. Acevedo and C. Yanez. 2003. Propiedades funcionales de la fibra del musgo *Sphagnum magellanicum* y su utilización en la formulación de productos de panadería. *Arch. Latinoam. Nutr.* 53(4):400-407.
- Vizcarrondo, L., C. Rincón, A. Rincón y F. Padilla. 2006. Evaluación de harinas y almidones de mapuey (*Dioscorea trifida*), variedades blanco y morado. *Arch. Latinoam. Nutr.* 56(4):375-383.
- Wang, J. and J. Kinsella. 1976. Functional properties of novel proteins: alfalfa leaf protein. *J. Food Sci.* 41(2):286-290.
- Yadav, A., M. Guha, R. Tharanathan and S. Ramteke. 2006. Changes in characteristics of sweet potato flour prepared by different drying techniques. *Food Sci. Technol.* 39(1):20-26.