

Artículo original

Perfil de textura instrumental y sensorial de pastas elaboradas con *Cajanus cajan* fermentada.

Instrumental and sensory texture profile of pasta with fermented *Cajanus cajan*.

Vivas Odry¹, Sangronis Elba².

¹Departamento Ciencia de los Alimentos, Facultad de Farmacia y Bioanálisis. Universidad de Los Andes, Mérida CP 5101, ²Departamento de Procesos Biológicos y Bioquímicos, Universidad Simón Bolívar, Caracas CP 1080, República Bolivariana de Venezuela.

Recibido: febrero de 2018 – Aceptado: julio de 2018

RESUMEN

La sustitución parcial del trigo con materias primas alternativas como leguminosas, representa una importante área de investigación, enfocada en la aplicación de harinas compuestas en países no productores de trigo y además representa una mejora de la calidad proteica del producto. Se evaluó el efecto de la incorporación de la harina de *Cajanus cajan* fermentado en las características de textura de pastas parcialmente sustituidas con esta leguminosa (10 %). Este porcentaje de sustitución fue establecido como el producto de mayor aceptabilidad sensorial con consumidores en una investigación previa a este estudio. Se evaluó la textura instrumental con un texturómetro TA-XT2i y se desarrolló el perfil de textura para el cual se entrenó un panel de evaluación sensorial. Los resultados demostraron la aparición de cambios significativos ($p < 0,05$) en las características de textura de las muestras evaluadas, resaltando una mayor adhesividad en la pasta control (PC), mientras que se observó una mayor dureza en la pasta que contenían *C. cajan* fermentado (PCF), considerándose estas características de textura como las más relevantes en este tipo de producto. El panel entrenado demostró un alto desempeño en el desarrollo del perfil sensorial, y los datos fueron consistentes con los resultados instrumentales obtenidos y otras investigaciones consultadas. Las diferencias en las características de textura evaluadas, no implican una desventaja para la aplicación de este tipo de sustitución, representando

una alternativa factible para la mejora nutricional de la pasta convencional.

PALABRAS CLAVE

Perfil de textura, evaluación sensorial, entrenamiento de panel, *Cajanus cajan*, pasta, harinas compuestas, leguminosas fermentadas.

ABSTRACT

Partial substitution of wheat with alternative raw materials such as legumes represents an important area of research, focused on the application of composite flours in non-wheat producing countries and also represents an improvement of the protein quality of the product. The effect of the incorporation of *Cajanus cajan* fermented flour (10 %) on the texture characteristics of pasta was evaluated. This percentage of substitution was the product with the highest sensory acceptability for consumers determined in a previous study. The instrumental texture was evaluated with a TA-XT2i texturometer and the sensory texture profile was developed for a sensory evaluation panel that was trained for this study. The results showed the appearance of significant changes ($p < 0.05$) in the texture characteristics of the evaluated samples, highlighting a higher adhesiveness in the control paste (PC), while a higher hardness value was observed in the sample with fermented *C. cajan* (PCF), considering

these characteristics of texture as the most relevant in this type of product. The trained panel demonstrated a high performance in the development of the sensory profile, obtaining data consistent with the instrumental results and other investigations. The differences in texture characteristics evaluated do not imply a disadvantage for the application of this type of substitution, representing a feasible alternative for the nutritional improvement of conventional pasta.

KEY WORDS

Texture profile, sensory evaluation, sensory panel training, *Cajanus cajan*, pasta, composite flours, fermented legumes.

INTRODUCCIÓN

Las leguminosas representan un rubro de alta calidad nutricional que muestra un creciente consumo principalmente en países en vía de desarrollo [1, 2]. Dichos granos ofrecen un aporte importante de proteínas, carbohidratos, fibra dietética, minerales, entre otros nutrientes, presentando además propiedades funcionales que permiten su aplicación en una gran variedad de productos [2, 3, 4]. Entre las leguminosas comúnmente consumidas en Venezuela, se encuentra el *Cajanus cajan*, del cual se han realizado diversas investigaciones y desarrollos de productos que lo incluyen como sustituto parcial del trigo y fuente alternativa de nutrientes en algunos alimentos como brownies [5], pastas [6] y bebidas [7]. Desde el punto de vista nutricional, la combinación de cereales y leguminosas se ha estudiado ampliamente [8], demostrando una mejora de la calidad proteica del producto de esta mezcla, ya que se complementan los aminoácidos limitantes en cada uno de estos rubros alimenticios. A pesar de las conocidas y demostradas propiedades nutricionales de las leguminosas, éstas también presentan una limitación para su consumo por la presencia de factores antinutricionales como inhibidores proteicos (inhibidores de tripsina, quimiotripsina y amilasas), taninos, lectinas y fitatos [1]. Adicionalmente se conocen a los compuestos α -galactósidos y fibra soluble como los responsables de la producción de flatulencias, debido a la generación de gases producto de la fermentación de la microbiota del colon [9]. Algunos investigadores han estudiado el

efecto de diferentes procesos como el remojo, cocción, germinación y fermentación en la disminución del contenido de α -galactósidos, indicando una significativa reducción de estos [10, 11, 12]. Dichos procesos ofrecen una ventaja para el uso de las leguminosas desde el punto de vista nutricional, sin embargo, es importante evaluar los posibles cambios en las características sensoriales que podrían generarse de la sustitución parcial como harinas compuestas de leguminosas, siendo de vital importancia las características de textura en pastas. Considerando lo antes expuesto, el objetivo de este estudio fue obtener el perfil de textura instrumental y sensorial de pastas elaboradas con *Cajanus cajan* fermentada, con el propósito de evaluar el efecto de la incorporación de esta harina en las características de textura de este alimento.

MATERIAL Y MÉTODOS

Obtención de la harina de *Cajanus cajan*.

Se emplearon granos comerciales de *Cajanus cajan*, se colocaron en un fermentador (New Brunswick Scientific Co. Inc, Edison New York, EE.UU.) según la metodología señalada por Granito y col. (2002) [10]. Los granos fermentados se liofilizaron (Labconco, Labconco Corporation, EE.UU.), se molieron (Analyzer MC-II, Argentina) y tamizaron hasta alcanzar una granulometría de 250 micrones.

Elaboración de las pastas.

Las pastas son un alimento elaborado a partir de sémola de trigo *durum* y agua, en el que, durante la cocción, ocurre la gelatinización del almidón y la coagulación de las proteínas, siendo éstas responsables de los cambios estructurales del producto [13]. Se elaboraron pastas de sémola de trigo *durum* como muestra control (PC) y pastas con 90 % de sémola y 10 % de harina de *Cajanus cajan* fermentado (PCF). El porcentaje de sustitución utilizado corresponde a la fórmula que presentó mayor aceptabilidad sensorial con consumidores determinada en un estudio previo realizado por Torres y col. (2006) [14]. Para la preparación se agregó agua mineral a las harinas hasta obtener una humedad de 31,5 %, dejándose reposar durante 15 minutos y se elaboraron pastas tipo espaguetis utilizando una máquina Columbus (modelo Marchio Depositati, Italia). Se realizó un pre-secado a

temperatura ambiente (aproximadamente 16 horas, con circulación de aire forzado a temperatura ambiente) y, posteriormente, un secado en estufa de convección (Memmert, Alemania) a 50 °C durante 2 horas. Las pastas se almacenaron en bolsas plásticas con cierre hermético hasta el momento de la cocción, para la cual se pesaron 10 g de pasta y se colocaron en 250 mL de agua destilada hirviendo [13] con 1,5 g de sal (NaCl para consumo humano).

Perfil de textura instrumental.

Se empleó un texturómetro TA-XT2i (Stable Micro Systems, Inglaterra), usando una celda de fuerza de 50 kg y se realizaron 30 mediciones, con la finalidad de contar con una data equivalente al estudio sensorial. Se utilizaron cuatro espaguetis previamente cocidos, de 4 cm de largo. Las condiciones de medición fueron una fuerza de compresión de 50 % y velocidades de pre ensayo de 2 mm/s; ensayo de 1 mm/s y post ensayo 2 mm/s, empleando un plato de compresión modelo P75.

Evaluación sensorial.

Entrenamiento del panel.

Se llevaron a cabo las etapas para el entrenamiento de un panel de evaluación sensorial de alimentos según lo indicado en la norma ASTM 758 [15], y Meilgaard y col. (1999) [16]. El panel inicial estuvo constituido por 12 personas con edades comprendidas entre 25 y 45 años. La selección se realizó considerando el porcentaje de aciertos en las pruebas de identificación de gustos básicos y ordenamiento de la intensidad gustos básicos, según los requisitos de la norma ISO 3978 [17], y el análisis secuencial según la norma ISO 16820 [18] para la evaluación del desempeño individual en las pruebas triangulares.

Perfil de textura sensorial.

Se realizó una sesión de discusión con el panel, en la cual se degustaron las muestras control y sustituidas a fin de evaluar las características de textura más resaltantes del producto, generando mediante consenso los descriptores a evaluar. Durante la discusión de dichas características, se proporcionó información acerca de la definición sensorial y técnicas de medición de éstas [19]. Para la medición de estos parámetros de textura se desarrollaron escalas de referencias, empleando alimentos comerciales disponibles en el mercado.

Análisis estadístico

Se aplicó la prueba t-pareada para el perfil de textura instrumental y sensorial, comparando la pasta control con la sustituida. En el caso del perfil sensorial, la prueba t-pareada permite sustraer una fuente adicional de variación, según indica Montgomery (2005) [20], la cual en este estudio está representada por los panelistas. Considerando esto se determinó como número de réplicas adecuado de seis mediciones por panelista en todas las evaluaciones sensoriales. Los datos se analizaron con el programa Statgraphics Plus 5.1, utilizando un nivel de significancia de $\alpha = 0,05$ para ambos perfiles.

RESULTADOS

Perfil de textura instrumental.

Los resultados obtenidos del perfil de textura instrumental de pastas se presentan en la Tabla 1, indicando diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$) en las características de adhesividad, cohesividad y elasticidad.

TABLA 1

Perfil de textura instrumental de pastas.

Parámetro	PC	PCF
Dureza (g)	3572,86 ± 1711,87 ^a	4072,65 ± 1490,95 ^a
Adhesividad (g)	-155,97 ± 124,66 ^a	-97,88 ± 55,92 ^b
Fracturabilidad (g)	6,30 ± 1,39 ^a	6,60 ± 1,00 ^a
Cohesividad	0,72 ± 0,07 ^b	0,75 ± 0,07 ^a
Gomosidad	2662,48 ± 1321,71 ^a	3165,00 ± 1220,33 ^a
Elasticidad (s)	1,97 ± 0,44 ^a	1,79 ± 0,23 ^b
Masticabilidad	4782,64 ± 2267,81 ^a	5481,85 ± 2099,36 ^a

PC: pasta control; PCF: pasta con 10 % de harina de *C. cajan* fermentado. Resultados expresados como media ± desviación estándar de 30 mediciones. Letras diferentes en la misma fila indican diferencia significativa ($p < 0,05$).

En los estudios relacionados con la búsqueda de materias primas alternativas para la pasta, se consideran las características de textura de adhesividad, firmeza [13] y resistencia a la extensibilidad [21] como los parámetros de calidad más importantes. El equipo texturómetro genera una serie de características de textura que son comunes para una amplia gama de alimentos, sin embargo, como se mencionó anteriormente para un producto como las pastas existen características de textura

específicas que son determinantes en la calidad del producto. Por otra parte, los parámetros de textura dureza, fracturabilidad, gomosidad y masticabilidad indican que estadísticamente no existen diferencias entre la muestra control y la sustituida.

Perfil de textura sensorial.

El perfil de textura es el análisis sensorial de la complejidad de las características texturales de un producto, desglosándolas en características mecánicas, geométricas y otras [22]. Para este estudio se obtuvo un panel sensorial entrenado de cinco personas, tres mujeres y dos hombres con edades comprendidas entre 25 y 40 años. A pesar de que el panel estuvo conformado por pocas personas, estos demostraron un alto rendimiento durante las pruebas de selección y entrenamiento, según los criterios establecidos en las normas ISO y ASTM específicas en esta área [15, 17, 18]. Una vez comprobado el alto grado de entrenamiento del panel, se generaron los descriptores sensoriales de textura más resaltantes de las pastas, y a partir de estos se elaboraron las escalas de referencia específicas para la medición de estos atributos. Las escalas desarrolladas y utilizadas en este estudio se muestran en la Tabla 2.

TABLA 2

Escalas estándar para la medición de características de textura.

Característica de textura	Ref	Producto	Marca/Fabricante	Tamaño de la muestra
Dureza	Ei	Flan	Sonrisa/ Productos Heinz	Cubo 1,5 cm
	Es	Zanahoria fresca		Cubo 1,5 cm
Adhesividad	Ei	Margarina suave	Chiffon/ Alimentos Polar Comercial	1 cedita
	Es	Arequipe	Alpina/ Alpina	1 cedita
Masticabilidad	Ei	Suspiro (pequeño)	La Coloniera/ Galletera La Coloniera	Unidad
	Es	Caramelo blando masticable	Frutas/ Dragus Golosinas	Unidad

Ref: Referencia estándar en la escala. Ei: Extremo inferior de la escala. Es: Extremo superior de la escala.

Las escalas de referencia se generaron a partir de productos alimenticios disponibles en el mercado venezolano. Para establecer los extremos inferior y superior de las características de textura dureza, adhesividad y masticabilidad, se utilizaron alimentos que presentaban una intensidad baja o alta de cada atributo. Las características de textura evaluadas por el panel entrenado se muestran en la Tabla 3.

TABLA 3

Perfil de textura sensorial de pastas.

Característica de textura	PC	PCF
Dureza	4,51 ± 1,08 ^b	5,12 ± 1,28 ^a
Adhesividad (g)	3,12 ± 0,91 ^a	1,93 ± 0,77 ^b
Masticabilidad	4,29 ± 0,76 ^b	4,95 ± 0,90 ^a

PC: pasta control; PCF: pasta con 10 % harina de *C. cajan* fermentado. Resultados expresados como media ± desviación estándar de 30 mediciones. Letras diferentes en la misma fila indican diferencia significativa ($p < 0,05$).

Se obtuvieron diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$) en las características de textura evaluadas en ambas muestras. La dureza y la masticabilidad en la PCF fueron mayores que en la PC. La dureza sensorial es definida como la fuerza requerida para comprimir una sustancia entre los dientes molares si es sólido [19]. En relación a la adhesividad, ésta fue mayor en la pasta control. La adhesividad desde el punto de vista sensorial es definida como la fuerza requerida para eliminar el material que se adhiere a la boca (generalmente al paladar), durante el proceso normal de ingestión de alimentos [19].

DISCUSIÓN

Los perfiles de textura instrumental y sensorial permitieron observar el efecto de la incorporación de harina de *C. cajan* fermentado en la textura de pastas. El análisis instrumental arrojó resultados de una mayor cantidad de características de textura que las generadas por el panel. Sin embargo, los descriptores generados por el panel representan las características más relevantes de este tipo de producto. Se identificaron consistencias importantes entre ambos resultados instrumental y sensorial, resaltando un mayor valor de adhesividad en la pasta con 100 % sémola (PC), siendo este dato consistente con los resultados obtenidos por otros investigadores, quienes obtuvieron mayores

valores de adhesividad en la pasta control, en relación a la pasta con 10 % de almidón resistente [13]. La adhesividad o pegajosidad en la pasta está relacionada con la cantidad de almidón y gelatinización de éste. Otra de las características de textura importantes en la calidad de la cocción de pastas, es la dureza. El perfil sensorial señala un valor mayor en la pasta sustituida, en la cual es posible que la poca proporción de harina de *C. cajan* fermentado presentara un comportamiento diferente en la capacidad de gelificación del almidón, así como en la interacción de almidones y proteínas, favoreciendo el incremento de dureza percibido. Granito y col. (2014) [23] obtuvieron resultados similares en pastas parcialmente sustituidas con harinas de leguminosas. Los autores mencionan que el aumento de la dureza en las pastas sustituidas con leguminosas se debe al incremento del contenido de proteínas. En este mismo sentido, Zhao y col. (2005) [24] mostraron resultados equivalentes, indicando un incremento en la dureza de pastas sustituidas parcialmente (5, 10, 20 y 30 %) con harinas de lentejas, arvejas y garbanzos. Estas observaciones son respaldadas por la investigación de Rosa-Sibakov y col. (2016) [25] quienes obtuvieron un incremento en la dureza y masticabilidad de pastas elaboradas con la leguminosa *Vicia faba* fermentada, en comparación a las pastas elaboradas con la misma leguminosa sin fermentar. La masticabilidad es otro parámetro de textura importante en las pastas, la cual es medida sensorialmente como la energía requerida para desintegrar un alimento semisólido de modo que esté listo para ser tragado [19], mientras que la medición instrumental relaciona la fuerza de elasticidad de la muestra [13]. Alimentos con mayor contenido de fibra demuestran una mayor masticabilidad, observándose esta característica en proporción mayor en pastas sustituidas con almidón resistente y pastas con fibra, en relación a pasta de sémola [13]. Resultados similares fueron observados por Rosa-Sibakov y col. (2016) [25], quienes obtuvieron un aumento de la masticabilidad en pasta elaboradas con habas fermentadas en relación a la pasta convencional. Es conveniente señalar que el gluten exhibe características reológicas específicas debido a un alto contenido de los aminoácidos glutamina y prolina, así como un bajo contenido de aminoácidos polares [26]. Dichas características son insustituibles, por lo tanto, la inclusión de ingredientes que presentan diferente naturaleza química, principalmente de sus proteínas y

más específicamente, de sus aminoácidos, pueden influir en conjunto con los otros componentes antes mencionados, en cambios estructurales del gluten y por ende del producto en caso de aplicación de harinas compuestas. Por esta razón la sustitución parcial de trigo por otra materia prima como leguminosas, está en el orden del 8 al 12 %, ya que proporciones mayores inducen cambios desfavorables en la calidad de cocción y atributos sensoriales de la pasta [24]. Sin embargo, las diferencias en las características de textura observadas no limitan la búsqueda y aplicación de harinas compuestas o materias primas alternativas al trigo, observándose en las crecientes investigaciones relacionadas al estudio y obtención de pastas sin gluten [25].

CONCLUSIONES

El uso de la harina de *C. cajan* fermentado generó cambios en las características de textura de la pasta en relación a la pasta elaborada con 100 % sémola de trigo *durum*. Sin embargo, los cambios señalados tanto por métodos instrumentales como sensoriales, no representan una desventaja para la aplicación de este tipo de sustitución. El porcentaje evaluado en este estudio (10 %) demuestra la factibilidad de aplicación de este tipo de harina compuesta, que adicionalmente ofrece un mejor balance de los aminoácidos en el producto, incrementando la calidad de la proteína en relación a la pasta convencional.

AGRADECIMIENTOS

Esta investigación se realizó bajo el proyecto: “Desarrollo de alimentos funcionales para poblaciones vulnerables y regímenes especiales, a base de materias primas nacionales nutricionalmente mejoradas mediante el uso de la biotecnología”, llevado a cabo en la Universidad Simón Bolívar, coordinado por la Dra. Marisela Granito. Las autoras desean agradecer al Instituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos de la Universidad Central de Venezuela, Dra. María Soledad Tapia por facilitar el uso del texturómetro.

REFERENCIAS

- [1] Fabbri A, Crosby G. A review of the impact of

preparation and cooking on the nutritional quality of vegetable and legumes. *Int J Gastr Food Sci.* 2016; 3: 2-11.

[2] Olapade AA, Oluwole OB. Bread Making Potential of Composite Flour of Wheat-Acha (*Digitaria exilis* staph) Enriched with Cowpea (*Vigna unguiculata* L. walp) Flour. *NIFOJ.* 2013; 31(1): 6–12.

[3] Nwanekezi EC. Composite Flours for Baked Products and Possible Challenges-A Review. *NIFOJ.* 2013; 31(2): 8–17.

[4] Cheng YF, Bhat R. Functional, physicochemical and sensory properties of novel cookies produced by utilizing underutilized jering (*Pithecellobium jiringa* Jack.) legume flour. *Food Biosc.* 2016; 14(1): 54–61.

[5] Granito M, Valero Y, Zambrano R. Desarrollo de productos horneados a base de leguminosas fermentadas y cereales destinados a la merienda escolar. *Arch Latinoamer Nutr.* 2010; 60(1): 85-92.

[6] Torres A, Frías J, Granito M, Vidal-Valverde C. Germinated *Cajanus cajan* seeds as ingredients in pasta products: Chemical, biological and sensory evaluation. *Food Chem.* 2007; 101(1): 202-211.

[7] Pérez S, Granito M. Bebida achocolatada alta en proteínas con base en *Cajanus cajan* fermentado y avena. *An Venez Nutr.* 2015; 28(1):11-20.

[8] Bressani R. Factors influencing nutritive value in food grain legumes: Mucuna compared to other grain legumes. En: Food and feed from Mucuna: Current user and the way forward. Proceedings of an International Workshop 2002. Honduras; 2002. p. 164-188.

[9] Granito M, Champ M, David A, Bonnet C, Guerra M. Identification of gas-producing components in different varieties of *Phaseolus vulgaris* by in vitro fermentation. *J Sci Food Agric.* 2001; 18:1-8.

[10] Granito M, Frías J, Doblado R, Guerra M, Champ M, Vidal-Valverde C. Nutritional improvement of beans (*Phaseolus vulgaris*) by natural fermentation. *Europ Food Res and Techn.* 2002; 214: 226-231.

[11] Sangronis E, Machado CJ. Influence of germination on the nutritional quality of *Phaseolus vulgaris* and *Cajanus cajan*. *Food Sci and Technol.* 2007; 40(1): 116-120.

[12] Limón RI, Peñasa E, Torino MI, Martínez-Villaluenga C, Dueñas M, Frías J. Fermentation enhances the content of bioactive compounds in kidney bean extracts. *Food Chem.* 2015; 172(1): 343–352.

[13] Sozer N, Dalgic AC, Kaya A. Thermal,

textural and cooking properties of spaghetti enriched with resistant starch. *J Food Eng.* 2007; 81:476-484.

[14] Torres A, Frías J, Granito M, Vidal-Valverde C. Fermented Pigeon Pea (*Cajanus cajan*) Ingredients in Pasta Products. *J. Agric. Food Chem.* 2006; 54(18): 6685-6691.

[15] American Society for Testing and Materials. (ASTM:758). Guidelines for the selection and training of sensory panel members. Committee E-18. Special Technical Publication. Philadelphia; 1981.

[16] Meilgaard M, Civille G, Carr T. Sensory evaluation techniques. 3th ed. Boca Ratón: CRC Press; 1999. p 387.

[17] International Organization for Standardization (ISO: 3972). Sensory analysis. Methodology: Method of investigating sensitivity of taste. Switzerland; 1991.

[18] International Organization for Standardization (ISO 16820) Sensory Analysis- Methodology- Sequential analysis. ISO/TC 34 Food products. Subcommittee SC 12 Sensory analysis. Switzerland: 2004.

[19] Szczesniak A. Classification of textural characteristics. *J Food Sci.* 1963; 28(4): 385-389.

[20] Montgomery DC. Diseño y análisis de experimentos. 2da ed. México: Limusa Wiley; 2005. p 686.

[21] Foschia M, Peressini D, Sensidoni A, Brennan MA, Brennan CS. How combinations of dietary fibres can affect physicochemical characteristics of pasta. *Food Sci Technol.* 2015; 61(1): 41–46.

[22] Szczesniak A. Texture is a sensory property. *Food Qual Pref.* 2002; 13: 215-225.

[23] Granito M, Pérez S, Valero S. Calidad de cocción, aceptabilidad e índice glicémico de pasta larga enriquecida con leguminosas. *Rev Chil Nutr.* 2014; 41(4): 425-432.

[24] Zhao YH, Manthey FA, Chang SK, Hou H, Yuan S. Quality characteristics of spaghetti as affected by green and yellow pea, lentil, and chickpea flours. *J Food Sci.* 2005; 70(6): 371-76.

[25] Rosa-Sibakov N, Heinio RL, Cassan D, Holopainen-Mantila U, Micard V, Lantto R, Sozer N. Effect of bioprocessing and fractionation on the structural, textural and sensory properties of gluten-free faba bean pasta. *Food Sci Tech.* 2016; 67:27–36.

[26] Damodaran S, Parkin K, Fennema O. Fennema Química de los alimentos. 3ra ed. Zaragoza: Editorial Acibria S.A.; 2010. p 1154.