



Efecto de la sustitución parcial de harina de trigo por achogcha (*cyclanthera pedata*) en la elaboración de pastas tipo tallarín

Effect of the partial substitution of wheat flour for achogcha (*cyclanthera pedata*) in the preparation of pasta as noodle

Diego Manolo Salazar Garcés*; Liliana Patricia Acurio Arcos; Lander Vinicio Pérez Aldas; Alex Fabian Valencia Silva; Jhonny Cuzco Méndez

Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos, Av. De los Chasquis y Rio Payamino, Campus Universitario Huachi, Ambato, Ecuador. CP: 180206, Teléfono: (593)3 2400 998.

*Autor para correspondencia: dm.salazar@uta.edu.ec (D. Salazar).

Recibido 30 noviembre 2015; Aceptado 13 diciembre 2015

RESUMEN

En este trabajo se determinó el efecto de la incorporación de achogcha (*Cyclanthera pedata*), en la formulación de pasta tipo tallarín utilizando dos metodologías para su elaboración. En el estudio A se sustituyó el agua por extracto de achogcha fresca en 6 porcentajes que fueron desde 50% al 100% con una variación del 10% por tratamiento, en la segunda metodología se sustituyó harina de trigo por harina de achogcha en 6 porcentajes que fueron desde el 5% al 30% con una variación de 5% por tratamiento. Los tallarines de los dos estudios fueron evaluados en torno a sus propiedades físicas, físico químicas, sensoriales, de color y microbiológicas. La acidez de los tallarines no mostró diferencia significativa, la evaluación física evidenció parámetros óptimos mientras que la composición proximal se encuentra acorde a la normativa para este tipo de productos. Las coordenadas CIELAB (L*, a* y b*) se ubicaron en el cuadrante 2 que indican una clara tendencia al color verde producto de la presencia de clorofilas, índoles, fitosteroles. En base al análisis sensorial se seleccionaron los tratamientos que incluyen el 90 % de achogcha fresca y el 15% de sustitución por harina de achogcha como los mejores tratamientos.

Palabras clave: achogcha, pastas, tallarín, sustitución, CIELAB.

ABSTRACT

In this work the effect of addition of achogcha (*Cyclanthera pedata*) in noodles was determined; the effect was determined using two methodologies for processing. The study A was replaced water by fresh extract of achogcha in 6 different percentages ranged from 50% to 100% with a variation of 10% per treatment, in second methodology wheat flour was replaced by achogcha flour in 6 percentages were from 5% to 30% with a variation of 5% per treatment. Noodles of the two studies were evaluated regarding their physical, chemical, sensory, microbiological and color properties. Acidity showed no significant difference, the physical examination evidenced optimal parameters in comparison with regulations. The coordinates of CIELAB (L *, a * and b *) were located in quadrant 2 indicate a clear trend to green product of the presence of chlorophyll, natures, phytosterols. Based on the sensory analysis, treatments including 90 % of fresh achogcha and 15% substitution for flour achogcha were selected as the best treatments.

Keywords: achogcha, pasta, noodle, substitution, CIELAB.

1. Introducción

La achogcha es un cultivo antiguo domesticado en los Andes sudamericanos y de alto consumo en el Perú, fue representada desde épocas tempranas en la sociedad prehispánica (Larco, 2004). La

achogcha contiene pectina, materia albuminoide, sustancias lipídicas, vitamina C, sales y minerales como calcio, hierro, fósforo, selenio, magnesio y zinc. Por su contenido de selenio es un antioxidante que retarda el envejecimiento celular. Ha sido

desde hace algunos años de gran interés en la industria, pues tiene un complejo de fotoquímicos (sustancias biológicamente activas) muy amplio (Carbone *et al.*, 2004). La presencia de estas sustancias biológicamente activas en los alimentos de origen vegetal es conocida desde la antigüedad, sin embargo lo más importante es un compuesto esteroideal, constituido por una mezcla de sitosterol y 3 beta-D glucósido, a la que se le atribuye sus efectos en el tratamiento contra el colesterol malo y triglicéridos; es un complemento ideal para el tratamiento de la hipercolesterolemia, lo que permitiría a los productores de alimentos dotar a sus productos de un efecto beneficioso para la fisiología del consumidor (Martinez *et al.*, 2005).

La pasta es un alimento tradicional italiano, es fácil de cocinar y contiene hidratos de carbono complejos que hacen que su digestibilidad sea lenta (Björck *et al.*, 2000, Fardet *et al.*, 2000, Menon *et al.*, 2015). Con el fin de incrementar los beneficios funcionales de la pasta, varios trabajos han tratado de fortificarla con aditivos diferentes al trigo como fuentes de fibra y proteína, almidón resistente, extractos vegetales entre otros. (Chillo *et al.*, 2008, Gelencsér *et al.*, 2008, Goñi and Valentín-Gamazo, 2003).

Las pastas alimenticias o fideos son productos que se consumen en todas partes del mundo por sus distintas ventajas tradicionales como son su larga vida útil, bajo costo, versatilidad y diversidad de preparación, no obstante una ración típica de pasta aporta solo el 10% de los requerimientos diarios de proteína, gran cantidad de calorías provenientes de los carbohidratos y poca o nula cantidad de otros nutrientes (Buttriss and Stokes, 2008). En respuesta la industria ha optado por la inclusión de otros ingredientes opcionales entre ellos los vegetales como la espinaca, tomate, hierbas, entre otros (Sirichokworrakit *et al.*, 2015).

Lo anterior permite establecer la posibilidad de desarrollar formulaciones de pasta tipo tallarín con base a trigo y achogcha fresca y en harina. Estas pastas podrían tener un efecto fisiológico beneficioso para el organismo y contribuir

con las propiedades sensoriales del producto. Por otro lado, los programas gubernamentales de alimentación de países en vías de desarrollo podrían verse favorecidos al disponer de un alimento con un vegetal de alto valor biológico por la presencia del complejo esteroideal (sitosterol - 3 beta-D glucósido). Con base en lo anterior, el objetivo del trabajo fue analizar el efecto de la inclusión de achogcha en la elaboración de pastas alimenticias tipo tallarín, evaluar su efecto en la calidad fisicoquímica, sensorial, microbiológica y nutricional.

2. Materiales y métodos

Para la elaboración de los fideos tipo tallarín se utilizó dos metodologías diferentes, en el primer experimento se realizó la sustitución de agua por extracto de achogcha fresca en 6 tratamientos con sustitución de 50%, 60%, 70%, 80%, 90% y 100%, al que se denominó "Estudio A".

En la segunda metodología se sustituyó harina de trigo por harina de achogcha en 6 tratamientos con sustitución de 5%, 10%, 15%, 20%, 25%, y 30%, al que se denominó "Estudio B". En ambos casos los porcentajes de sustitución se basaron en la formulación básica de elaboración de pastas alimenticias que contiene harina o sémola de trigo 100%, agua 39% y sal 0.02%.

Preparación de pastas tipo tallarín con sustitución parcial de achogcha

Los fideos tipo tallarín fueron elaborados a partir de trigo, extracto de achogcha fresca o harina de achogcha según el estudio al que corresponda, agua y sal; las concentraciones de achogcha se presentan en la Tabla 1; se realizó un mezclado de todos los ingredientes adicionando el agua o mezcla de agua-achogcha fresca o harina de achogcha por un tiempo de 10 minutos, la masa obtenida se laminó 2 milímetros de espesor y se troqueló en forma de tallarines. El secado se realizó a 70 °C en un secador Sedona (Arizona, USA), hasta obtener tallarines con 10% de humedad, finalmente las pastas se envasaron en recipientes de polipropileno y fueron sellados herméticamente.

Tabla 1. Concentración de achogcha para la elaboración de pasta tipo tallarín

Trata- mientos	Achogcha fresca (Estudio A)	Trata- mientos	Harina de Achogcha (Estudio B)
a1	50%	b1	5%
a2	60%	b2	10%
a3	70%	b3	15%
a4	80%	b4	20%
a5	90%	b5	25%
a6	100%	b6	30%

Proceso de elaboración de extracto de achogcha fresca (ensayo A) y harina de achogcha (ensayo B)

La achogcha se procesó en un procesador de alimentos Hamilton Beach 70730 (Virginia, USA), con la finalidad de reducir el tamaño de partícula, se obtuvo el extracto líquido y el residuo sólido, ambos fueron adicionados a la mezcla para la elaboración de la pasta tipo tallarín. Para obtener la harina de achogcha una vez troceada fue secada en un secador Sedona (Arizona, USA), por un periodo de 18 a 20 horas a una temperatura de 50 °C, hasta obtener un deshidratado con 6% de humedad que facilite la molienda que se realizó en un molino de piedras (Corona, Ecuador), el producto obtenido fue tamizado en un tamiz con mesh número 10, teniendo como producto final harina de achogcha con características físicas similares a las de la harina común de trigo.

Evaluación física del producto terminado

Los parámetros: forma, tamaño, picaduras o puntos blancos, trizado o azoado en pasta seca y tiempo de formación del nervio, elasticidad, homogeneidad, resistencia al corte, pegajosidad fueron evaluados en base al Código Alimentario Argentino (2012) para la evaluación de calidad de pastas o fideos.

Parámetros fisicoquímicos

La acidez fue determinada por titulación con NaOH 0,1N, utilizando como indicador fenolftaleína acorde a la metodología descrita en la norma NTE INEN-ISO 7305.

Análisis proximal

Se evaluaron parámetros como Humedad, siguiendo la metodología descrita en la AOAC 19 927.05. Cenizas, según el

método de calcinación AOAC 923.03; contenido de proteína según el método AOAC 2001.11; grasa con el método Soxhlet AOAC 2033.06; fibra dietética según lo descrito en la NTE INEN 0522:2013. Cada determinación se realizó al menos por triplicado.

Determinación de Color

Después de elaborada la pasta tipo tallarín se midieron los parámetros de color, L* (luminosidad), a* (rojo/verde) b* (amarillo/azul), índice de amarillo y brillo con un colorímetro Konica Minolta CM – 3500 d (Konica Minolta, España), calibrado con el iluminador D65 (luz natural) y el observador estándar D10. La coordenada polar chroma o saturación C*, puede ser calculada a partir de la expresión $C^* = \sqrt{a^{*2} + b^{*2}}$. Las medidas se realizaron en 5 zonas diferentes de la muestra y cada valor fue el promedio de las medidas de al menos 3 muestras diferentes

Análisis sensorial

Para el análisis sensorial, se evaluaron 12 formulaciones de pasta, seis de ellas corresponden al estudio A y seis al estudio B, para el efecto se consideraron los atributos de color, aroma, sabor y aceptabilidad. El ensayo se llevó a cabo con un panel formado por 15 catadores semientrenados. Se aplicó un diseño factorial de bloques incompletos (Cochran, 1974), cada catador recibió dos muestras. El tipo de ficha que se adoptó fue una hoja de cata con una escala estructurada de 5 puntos.

Calidad microbiológica

Para establecer la calidad microbiológica se determinó Aerobios mesófilos, siguiendo la metodología descrita en la AOAC 990.12. Mohos y levaduras, según el método AOAC 997.02. Coliformes totales según el método AOAC 991.14.

3. Resultados y discusión

Efecto en la evaluación física del producto terminado

Los parámetros evaluados en los tratamientos elaborados con extracto de achogcha fresca (estudio A), son óptimos, en pasta seca sin cocción no se observan

puntos blancos no se trizan ni presenta grietas y su tamaño y forma son regulares y uniformes. Después del proceso de cocción la formación del nervio promedia los 8,2 minutos, su elasticidad, homogeneidad y resistencia al corte son muy buenas y no muestran pegajosidad. Las respuestas positivas a estas características son indicativas de un correcto procesamiento, formulación y que la sustitución de agua por extracto de achogcha fresca no conlleva efectos negativos en los fideos.

Para los tratamientos elaborados con harina de achogcha (Estudio B), en pasta seca los tratamientos con sustitución de 5%, 10%, 15% y 20%, no presentan puntos blancos, no se trizan ni presentan grietas, su tamaño y forma son regulares, lo que no se corresponde con sus homólogos con sustitución de 25% y 30% que presenta grietas y se quiebran con facilidad, estos resultados podrían ser indicativo de un alto porcentaje de sustitución de harina de trigo por achogcha lo que aumenta la cantidad de minerales y disminuye la cantidad de gluten en la pasta, siendo este último el responsable de mantener características de consistencia, firmeza y flexibilidad en los fideos (Olivera *et al.*, 2004). En consecuencia, esto también se refleja tras la cocción pues los tratamientos con sustitución de 25% y 30%, presentan mala resistencia al corte, baja elasticidad y su pegajosidad aumenta.

Efecto en las características físico químicas

Los valores de acidez no presentaron diferencia significativa para todos los

tratamientos elaborados con extracto de achogcha fresca (estudio A) y harina de achogcha (estudio B), los resultados se encuentran dentro de los límites que permite la norma INEN NTE 1375.

Efecto en la composición proximal

Las composiciones proximales, contenido de humedad, cenizas, proteína, grasa y fibra de los tallarines elaborados con la inclusión de achogcha fresca (90 % de sustitución), harina de achogcha (15 % de sustitución) comparados con los valores referenciales de la Norma INEN 1375 se muestran en la Tabla 2. Los resultados permiten evidenciar el incremento nutricional generado por la sustitución de achogcha en las pastas elaboradas, la proteína se mantiene en los mismos rangos de cualquier pasta comercial, un incremento notable en fibra y grasas se observó, mientras que un ligero incremento de cenizas se reporta, esto sin duda garantiza que las pastas elaboradas son superiores nutricionalmente a una pasta comercial, ya que estas no tienen ningún aporte de fibra en su formulación, aportes de grasa se dan solo en pastas al huevo, por ende la pasta elaborada al no tener este ingrediente garantiza un aporte de grasa de origen vegetal que es rica en ácidos grasos insaturados, además de su aumento en el contenido de minerales y fitonutrientes.

Análisis del color de los tallarines

El color es uno de los factores más importantes para determinar la aceptación del consumidor cuando se trabaja con sustituciones parciales o totales de la harina de trigo (Wandee *et al.*, 2015).

Tabla 2. Composición proximal de tallarines elaborados con la inclusión de achogcha fresca y harina de achogcha

Muestra	Proteína (% min)	Cenizas (% Max)	Fibra (%)	Humedad (% Max)	Grasa (%)
100% Harina de Trigo (referencial INEN)	10,5	0,85	-	14	-
90% achogcha fresca	12,90 ± 0,02	0,155 ± 0,01	0,43 ± 0,05	9,04 ± 0,04	0,19 ± 0,04
15% harina de achogcha	12,70 ± 0,02	0,102 ± 0,01	0,37 ± 0,05	9,54 ± 0,04	0,22 ± 0,04

Las características de color de los tallarines con achogcha fresca y con harina de achogcha se muestran en la Tabla 3.

Los parámetros de color de una pasta comercial de referencia fueron medidos, observándose valores de luminosidad (L) = +70; eje de color verde - rojo (A) = +4,9; eje de color azul - amarillo (B) = +9,6 en pasta seca y L = +59,1; A = +4,9; B = +9,6 en pasta cocida. Para pasta seca, todos los tratamientos tanto del estudio A y estudio B presenta valores de luminosidad muy cercanos a los de la pasta de referencia (L = 68), el componente de color verde - rojo (A) presenta diferencia significativa entre la pasta control y los tratamientos, con valores entre -3 a -8, indicativo del color verde característico de la achogcha, consecuentemente los colores del componente de color (B) varían dando tonalidades ligeramente más amarillas verdosas a los tratamientos.

Para pasta cocida, los valores (L) descenden, estos se ubican en valores similares al de la pasta control cocida (L = 60), mientras que los valores de los componentes (A) y (B), no muestran descenso alguno en relación al de su homólogo en pasta seca, esto garantiza que gran parte de la composición nutricional de la achogcha adicionada podría permanecer intacta y puede ser aprovechada por el organismo del consumidor, el mantenimiento del color luego del proceso de elaboración y del proceso de cocción en la pasta podría deberse a varias razones como la presencia de antioxidantes que evitan la oxidación interna del producto y por ende la decoloración del mismo, presencia de fibra tanto soluble como insoluble, que tiene la capacidad de mantener sus propiedades luego de este proceso (Nyman 1995).

Los fitonutrientes más conocidos que dan el color verde característico de la pasta elaborada tanto con achogcha fresca (Estudio A) y harina de achogcha (Estudio B) son las clorofilas, índoles, fitosteroles (esteroles de origen vegetal), y varios tipos de glucósidos (Ranilla *et al.*, 2010). Los fitosteroles han sido de los fotoquímicos más estudiados por su interés industrial, pues se ha comprobado que ayuda a la reducción del colesterol LDL, siendo uno de los fitosteroles más importantes en estos

estudios el beta sitosterol (Martinez *et al.*, 2005).

Evaluación sensorial

De la evaluación sensorial de los tallarines, se pudo establecer a un 95% de nivel de confianza, que existe diferencias significativas entre tratamientos, siendo el de mejor puntuación para el estudio A: sustitución de 90% de agua por extracto de achogcha (tratamiento A5) (Figura 1) y para el estudio B, sustitución de 15% de harina por harina de achogcha (tratamiento B3) (Figura 2)

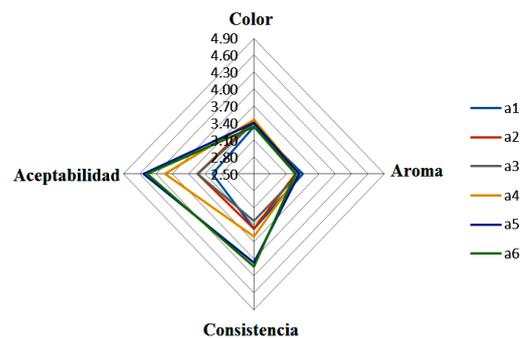


Figura 1. Resultados de la evaluación sensorial de los tallarines con sustitución de 90% de agua por extracto de achogcha (Estudio A).

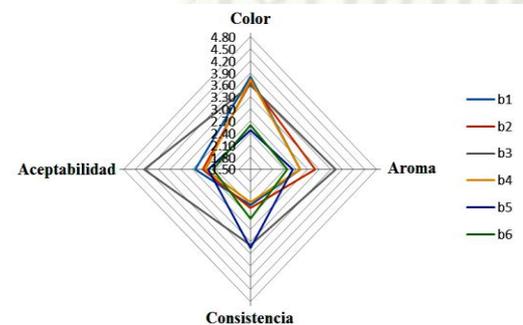


Figura 2. Resultados de la evaluación sensorial de los tallarines con sustitución de 15% de harina por harina de achogcha (Estudio B).

Evaluación microbiológica

El análisis microbiológico permitió establecer que los tallarines elaborados cumplen con lo establecido en la norma INEN 1375; la tabla 3 muestra los resultados del recuento de microorganismos y su comparación con los requisitos de la norma técnica, todos los resultados se encuentran dentro de la normativa lo que indica la ausencia de microorganismos perjudiciales para la salud pública.

Tabla 3. Evaluación microbiológica (UFC/g) de los tallarines con la inclusión de achogcha fresca y harina de achogcha

	90% achogcha fresca a5	15% achogcha seca molida b3	Referencia (NTE INEN 1375)	
			min	Max
Aerobios	7,6*1	2,0*10 ⁴	1*10 ⁵	3*10 ⁵
Mohos	<10	<20	3*10 ²	5*10 ²
Levadura	<10	<10	3*10 ²	5*10 ²
Coliforme	<10	1*10 ²	3*10 ²	5*10 ²
<i>E. coli</i>	<10	<10	25	1*10 ²

4. Conclusiones

Con el fin de sustituir el agua por achogcha fresca y la harina de trigo con harina de achogcha en pasta tipo tallarines, se utilizó extracto de achogcha y harina de achogcha. Los resultados muestran que los tallarines elaborados con sustitución de achogcha fresca por el 90% del agua en la formulación básica, no afectan las características físicas, químicas, sensoriales. En productos elaborados con harina de achogcha la sustitución resulta efectiva a un máximo del 15% de la harina de trigo en la formulación, porcentajes superiores provocan un deterioro en las características físicas, sensoriales y en el proceso de elaboración.

Referencias

AOAC 1965. Official Methods of Analysis of the Association of Official Agricultural, Washington, Association of Chemists.

AOAC. 1960 Official Methods of Analysis of the Association of Official Agricultural Washington, Association of Official Agricultural Chemists.

Björck, I.; Liljeberg, H.; Ostman, E. 2000. Low glycaemic-index foods. *British Journal of Nutrition* 83: S149-S155

Buttriss, J. L.; Stokes, C. S. 2008. Dietary fibre and health: an overview. *Nutrition Bulletin* 33: 186-200.

Carbone, V.; Montoro, P.; De Tommasi, N.; Pizza, C. 2004. Analysis of flavonoids from *Cyclanthera pedata* fruits by liquid chromatography / electrospray mass spectrometry. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis* 34: 295-304.

Cochran, W. 1974. Técnicas de muestreo México, España, Argentina y Chile, Continental S.A.

Código Alimentario Argentino 2012. Productos de Fideería, Argentina.

Chillo, S.; Laverse, J., Falcone, P. M.; Protopapa, A.; Del Nobile, M. A. 2008. Influence of the addition of buckwheat flour and durum wheat bran on spaghetti quality. *Journal of Cereal Science* 47: 144-152.

Fardet, A.; Hoebler, C.; Baldwin, P. M.; Bouchet, B.; Gallant, D. J.; Barry, J. L. 2000. Involvement of the Protein Network in their in vitro Degradation of Starch from Spaghetti and Lasagne: a Microscopic and Enzymic Study. *Journal of Cereal Science* 27: 133-145.

Gelencsér, T.; Gál, V.; Hódsági, M.; Salgó, A. 2008. Evaluation of Quality and Digestibility Characteristics of Resistant Starch-Enriched Pasta. *Food and Bioprocess Technology* 1: 171-179.

Gofni, I. y Valentín-Gamazo, C. 2003. Chickpea flour ingredient slows glycemic response to pasta in healthy volunteers. *Food Chemistry* 81: 511-515.

INEN-ISO, N. 7305. Productos de cereales molidos - determinación de la acidez, Instituto Ecuatoriano de Normalización.

Larco, H. 2004. La Etnobotánica de Perú, Lima - Perú.

Martinez, J.; Mata, P.; Ros, E; Pinto, X. 2005. Alimentación Funcional y Hábitos de Vida Cardiovasculares, Madrid - España, Acribia.

Menon, R.; Padmaja, G.; Sajeev, M. S. 2015. Cooking behavior and starch digestibility of NUTRIOSE® (resistant starch) enriched noodles from sweet potato flour and starch. *Food Chemistry* 182: 217-223.

NTE INEN 0522 2013. Harinas de origen vegetal. determinación de la fibra cruda, Quito-Ecuador, Instituto ecuatoriano de normalización.

NTE INEN 1375 1375. Pastas alimenticias o fideos secos. requisitos, Quito Ecuador, Instituto ecuatoriano de normalización.

Nyman, M. 1995. Effect of processing on dietary fibre in vegetables. *Eur Journal of clinical nutrition* 49: S215-S218.

Olivera, M.; Ascheri, J.; Costa, P.; Wang, S. 2004. Características sensoriales de fideos pre cocidos de trigo y soya por extrusión. *Alimentaria: revista de tecnología e higiene de los alimentos* 353: 101-108.

Ranilla, L. G.; Kwon, Y.-I.; Apostolidis, E.; Shetty, K. 2010. Phenolic compounds, antioxidant activity and in vitro inhibitory potential against key enzymes relevant for hyperglycemia and hypertension of commonly used medicinal plants, herbs and spices in Latin America. *Bioresource Technology* 101: 4676-4689.

Sirichokworrakit, S.; Phetkhut, J.; Khommoon, A. 2015. Effect of Partial Substitution of Wheat Flour With Riceberry Flour on Quality of Noodles. *Procedia - Social and Behavioral Sciences* 197: 1006-1012.

Wandee, Y.; Uttapap, D.; Pancha-Arnon, S.; Puttanlek, C.; Rungsardthong, V.; Wetprasit, N. 2015. Quality assessment of noodles made from blends of rice flour and canna starch. *Food Chemistry* 179: 85-93.