



## Optimización de la aceptabilidad de un pan integral de chía (*Salvia hispanica* L.) mediante la metodología de Taguchi

Optimizing acceptability of a bread chia (*Salvia hispanica* L.) by Taguchi methodology

**Maria Fernanda Cerna, Jhan Carranza Cabrera, Raúl Siche\***

*Escuela de Ingeniería Agroindustrial, Facultad de Ciencias Agropecuarias (Universidad Nacional de Trujillo) Av. Juan Pablo II s/n, Ciudad Universitaria, Trujillo Perú*

Recibido 2 marzo 2014; Aceptado 10 junio 2014

### RESUMEN

El presente estudio muestra la aceptabilidad de un pan integral de chía medida con la percepción sensorial de 30 consumidores habituales del producto. La optimización se realizó aplicando la metodología de Taguchi. Se elaboraron cuatro tratamientos teniendo en cuenta tiempo de cocción de 10 min y 25 min; y concentración de semilla de chía de 3% y 10%. Se evaluó la percepción de los consumidores en cuanto al color, textura, sabor y aspecto general del pan integral de chía, esta percepción fue medida utilizando una prueba afectiva mediante una escala no estructurada de 10 puntos, donde "1 = muy agradable hasta 10 = muy desagradable". El análisis estadístico permitió comprobar que el factor concentración de semilla de chía tiene efecto significativo en el color, textura y aspecto general ( $p < 0.05$ ), pero no tenía influencia alguna en el sabor del producto final; mientras que el tiempo de cocción, mostró efecto significativo en la textura, sabor y aspecto general, pero no tuvo efecto alguno sobre el color del producto final. También se evaluó la interacción de ambos factores, el cual resultó significativo para el color, textura, sabor y aspecto general ( $p < 0.05$ ). Finalmente se evaluó la combinación óptima de las variables independientes para obtener el mejor pan integral. El resultado fue que a una concentración de semilla de chía del 3% y un tiempo de cocción de 10 minutos se obtiene un pan integral de semilla de chía de alta aceptabilidad.

**Palabras clave:** Pan integral, chía, aceptabilidad, taguchi, características sensoriales.

### ABSTRACT

This study shows the acceptability of a bread of chia as the sensory perception of 30 regular consumers of the product. The optimization was carried out by applying the Taguchi methodology. Were four treatments taking into account cooking time of 10 minutes and 25 minutes; and concentration of chia's seeds of 3% and 10%. the perception of consumers in terms of color, texture, flavor and overall appearance of the bread of chia, was measured using an affective test using a non-structured 10-point scale, where "1 = very nice up to 10 = very unpleasant". Statistical analysis allowed to verify that the concentration of chia seed factor has a significant effect on color, texture and overall appearance ( $p < 0.05$ ), but had no influence on the taste of the final product. in the case of the cooking time, this showed significant effect in the texture, flavor and overall appearance but did not have any effect on the color of the final product. The interaction of these two factors was evaluated too, which was significant for the color, texture, flavor and overall appearance ( $p < 0.05$ ). Finally, the optimal combination of independent variables for the best bread was evaluated. The result was that a concentration of seed chia of 3% and a cooking time of 10 minutes is obtained from high acceptability chia seed whole wheat bread.

**Keywords:** Chia, cookie, response surface, fuzzy logic, sensory evaluation.

\* Autor para correspondencia  
Email: rsiche@unitru.edu.pe (R. Siche).

## 1. Introducción

Los cambios registrados en los últimos años en el perfil de los consumidores y en sus hábitos alimenticios brindan importantes oportunidades de negocios a la industria de alimentos, además impulsa la elaboración de productos fortificados y enriquecidos, destinados a satisfacer necesidades específicas de personas sanas, que tienen efectos benéficos sobre el organismo y evitan posibles enfermedades (Osuna *et al.*, 2006).

En los últimos años, la semilla de chía ha sido y sigue siendo una materia prima de mucho interés para diferentes industrias. Numerosos estudios han revelado las notables propiedades nutricionales de esta pequeña semilla y recomiendan su consumo por su elevado contenido en aceite, proteínas, antioxidantes, minerales y fibra dietética (Ixtaina *et al.*, 2008). La semilla posee 25-38% de aceite, el cual contiene un alto contenido de ácidos grasos omega-3 y omega-6 (principalmente ácido linolénico 50-67% y ácido linoleico 17-27%, respectivamente) en equilibrio adecuado, siendo una de las principales fuentes vegetales (Ayerza, 1995; Ayerza, 2010). Además, la chía contiene una alta proporción de compuestos antioxidantes (flavonoides, tocoferol, beta-caroteno), por lo que evita la rancidez de los ácidos grasos insaturados en los alimentos que la contiene (Reyes-Caudillo *et al.*, 2008). Todas estas características hacen que la chía sea un ingrediente interesante para el enriquecimiento de ciertos alimentos como ya sucede en numerosos países como USA, Canadá y Australia, además de los países latinoamericanos, mientras que en Europa es prácticamente desconocida. Los productos más comunes son: las propias semillas, cápsulas de aceite de chía, pan con chía, cereales de desayuno, galletas, barras de

cereales, como suplemento nutricional (Iglesias y Haros, 2011).

El interés en estudiar la chía como posible aditivo a este tipo de alimentos surgió debido a su particular composición en nutrientes beneficiosos para la salud, principalmente por su considerable contenido de ácidos grasos poliinsaturados (Bautista, 2007). Por lo cual, elaborar un pan integral con adición de semillas de chía, permitirá ofrecer al público un producto alimentario funcional.

Es así que en el contexto del desarrollo de un pan de chía, el objetivo de este trabajo fue medir el efecto de la concentración de semilla de chía y tiempo de cocción en la aceptabilidad (color, textura, sabor y aspecto general) del consumidor.

## 2. Materiales y métodos

Las pruebas experimentales fueron realizadas en la panadería de la Escuela de Ingeniería Agroindustrial de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Nacional de Trujillo.

### Panificación

Se utilizó semilla de chía (*Salvia hispánica* L.), harina especial de trigo, pre mezcla de fibra integral, manteca vegetal y levadura.

La fórmula básica para el pan integral fue la siguiente: 207.5 g de semilla de chía, 1 kg de harina especial de trigo, 1 kg de pre mezcla de fibra integral, 20 g de levadura, 100g de manteca vegetal y aproximadamente 1.2 L de agua. Se utilizó una amasadora industrial marca "NOVA" modelo KN50, con una capacidad de 50 kg.

A partir de la fórmula básica, se plantearon dos formulaciones, mediante la sustitución de parte de la manteca vegetal por semillas de chía en un 3% y un 10% de concentración.

Los ingredientes fueron pesados por separado, luego los sólidos fueron mezclados, para después agregar agua y por último la manteca; la operación de mezclado fue por 6 min hasta obtener una mezcla homogénea. La masa fue dividida y moldeada en porciones de 25 gr, y luego fermentó durante 1 hora y media, a 30 - 33°C.

El horneado fue a 145-150°C, el tiempo de esta operación fue de 10 y 25 minutos (Figura 2). En ese sentido, se obtuvo 4 diferentes combinaciones, las cuales se realizaron por triplicado. Finalmente las muestras de pan fueron almacenadas 24 horas antes de realizarse el panel sensorial.

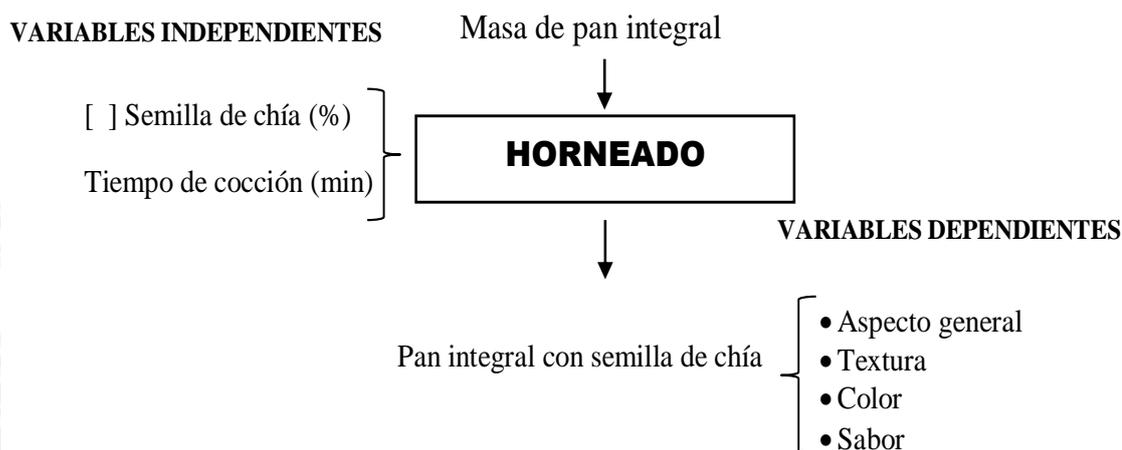
### Análisis Sensorial

Para la determinación de las características sensoriales evaluadas por los panelistas se utilizó una prueba afectiva mediante una escala no estructurada de 10 puntos, donde “1 = muy agradable hasta 10 = muy desagradable”.

4 muestras individualizadas fueron evaluadas (en triplicado) por 30 panelistas quienes eran consumidores habituales de pan integral entre 20 y 40 años, en características sensoriales como: color, textura, sabor, y aspecto general. Los tratamientos presentados fueron codificados con números aleatorios, sin permitir que los panelistas conozcan la concentración de chía y el tiempo de cocción utilizado. (Anzaldúa, 2011).

### Análisis estadístico

Para el procesamiento de datos se empleó la metodología de Taguchi mediante un arreglo ortogonal  $L_4$  para 2 variables independientes (concentración de semilla de chía y tiempo de cocción) y dos niveles con 3 repeticiones, el cual permitirá optimizar las características sensoriales del producto final (Gutierrez, 2004). El análisis se realizó con el programa Statistica for Windows Software, versión 7.0 (Statsoft USA, 2004). Con un nivel de confianza de 95%.



**Figura 1.** Esquema experimental para la elaboración de pan integral a base de semillas de chía.

### 3. Resultados y discusión

#### Características sensoriales

Las características sensoriales del pan, para las 4 formulaciones fueron evaluadas mediante una prueba afectiva de escala no estructurada de 10 puntos. Los valores de aceptabilidad percibidos por consumidores habituales para todas las características sensoriales evaluadas indicaron que el tratamiento 1 (concentración de semilla de chía = 3%, tiempo de cocción = 10 min) presentó los más altos niveles de percepción de acuerdo a la escala empleada. En la Figura 3a se aprecia que los mayores valores de aceptabilidad para la textura (6.8 pts.) se obtienen elaborando un pan con 3% de chía y 10 minutos de tiempo de cocción. El mayor valor obtenido para el color (6.5 pts), el sabor (7.0 pts.) y el aspecto general (6.9 pts.) también se obtienen bajo las condiciones del tratamiento 1 (concentración de semilla de chía = 3%, tiempo de cocción = 10 min) tal y como se muestran en las Figuras 3b, 3c y 3d respectivamente.

Investigadores como: Osuna et al., (2006); Gómez y Nader (2012); Bautista (2006); Iglesias y Haros (2011) desarrollaron panes integrales a base de chía para diferentes segmentos de población. Notaron que las muestras que contenían chía aumentaron significativamente en sus niveles de aporte nutritivo en comparación con un tratamiento control. En general las muestras con chía mostraron mayor calidad nutricional, tecnológica y sensorial que el pan control. La inclusión de chía no modificó las condiciones de elaboración y el análisis sensorial aplicado a 50 panelistas no entrenados y voluntarios (consumidores de pan) indicó una alta aceptabilidad. El pan con semillas de chía mostró la puntuación más alta (“sabor muy agradable”, “la corteza es crujiente”, “aroma ligeramente vegetal” y “miga oscura y esponjosa”). Se observó también que la chía a un 5% no produce modificaciones en la estructura de la miga del pan.

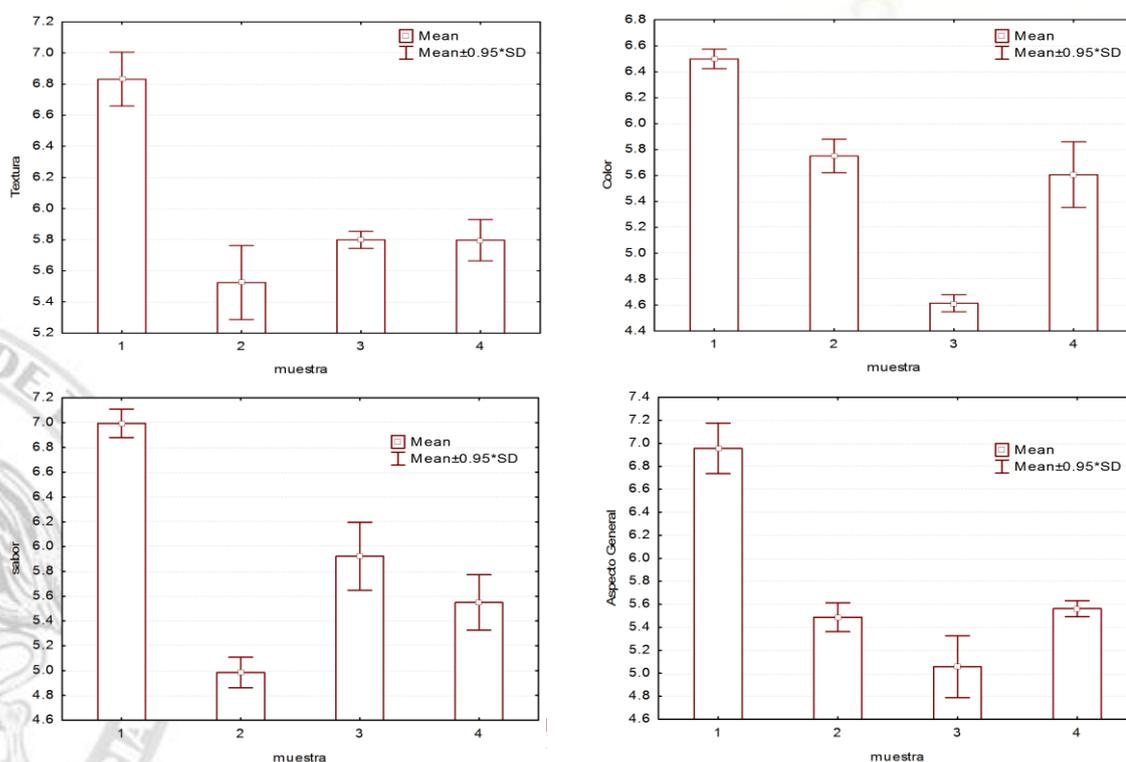


Figura 2. Valores de textura, color, sabor y aspecto general promedio de 30 panelistas.

### Análisis Estadístico

La Tabla 1 muestra el diseño ortogonal  $L_4$  con el que se trabajó el experimento por triplicado y las respuestas obtenidas para cada variable sensorial evaluada. En la Tabla F1 hace referencia a las concentraciones de semilla de chía que se utilizó (nivel 1 = 3%, nivel 2 = 10%); F2 hace referencia a el tiempo de cocción (nivel 1 = 10min, nivel 2 = 25 min). Los valores mostrados de color, textura, sabor y aspecto general (A. G.) son promedios obtenidos de las respuestas de los 30 panelistas con su correspondiente desviación estándar. La Tabla 2 muestra el análisis de varianza (ANOVA) para cada variable

sensorial evaluada según las variables independientes y su interacción. El valor “p” hace referencia al nivel de significancia, para el factor concentración de semilla de chía las variables color, textura y aspecto general muestran valores significativos ( $p < 0.05$ ) a excepción del sabor; así mismo para el factor tiempo de cocción las variables textura, sabor y aspecto general muestran valores significativos ( $p < 0.05$ ) a excepción del color. Además evaluando la interacción de ambos factores este resulta significativo para cada variable sensorial.

**Tabla 1.** Respuesta sensorial de Color, Textura, Sabor y Aspecto General de pan integral con semillas de chía evaluada por 30 panelistas no entrenados (consumidores habituales)

Muestra	F 1 (%)	F 2 (min)	Color	S.D	Textura	S.D	Sabor	S.D	A. G	S.D
1	1	1	6.43	± 2.22	6.68	± 1.90	6.94	± 1.66	6.77	± 1.92
2	1	2	5.79	± 2.34	5.33	± 2.52	4.90	± 2.32	5.36	± 2.43
3	2	1	4.58	± 2.40	5.84	± 2.59	6.23	± 2.47	5.26	± 2.37
4	2	2	5.61	± 1.99	5.64	± 2.40	5.82	± 2.00	5.64	± 1.98
1	1	1	6.58	± 2.16	7.03	± 1.47	7.13	± 1.76	7.22	± 1.5
2	1	2	5.60	± 2.25	5.43	± 2.57	4.92	± 2.10	5.47	± 2.18
3	2	1	4.57	± 2.30	5.73	± 2.59	5.66	± 2.29	4.73	± 2.14
4	2	2	5.87	± 1.72	5.86	± 2.07	5.43	± 2.02	5.50	± 1.98
1	1	1	6.48	± 2.17	6.79	± 1.48	6.91	± 2.00	6.88	± 1.57
2	1	2	5.86	± 2.26	5.81	± 2.63	5.13	± 2.39	5.63	± 2.00
3	2	1	4.69	± 2.10	5.82	± 2.26	5.87	± 2.28	5.18	± 2.1
4	2	2	5.34	± 1.86	5.89	± 2.37	5.40	± 2.79	5.54	± 2.21

**Tabla 2.** Análisis de varianza de las características sensoriales de pan integral con semillas de chía

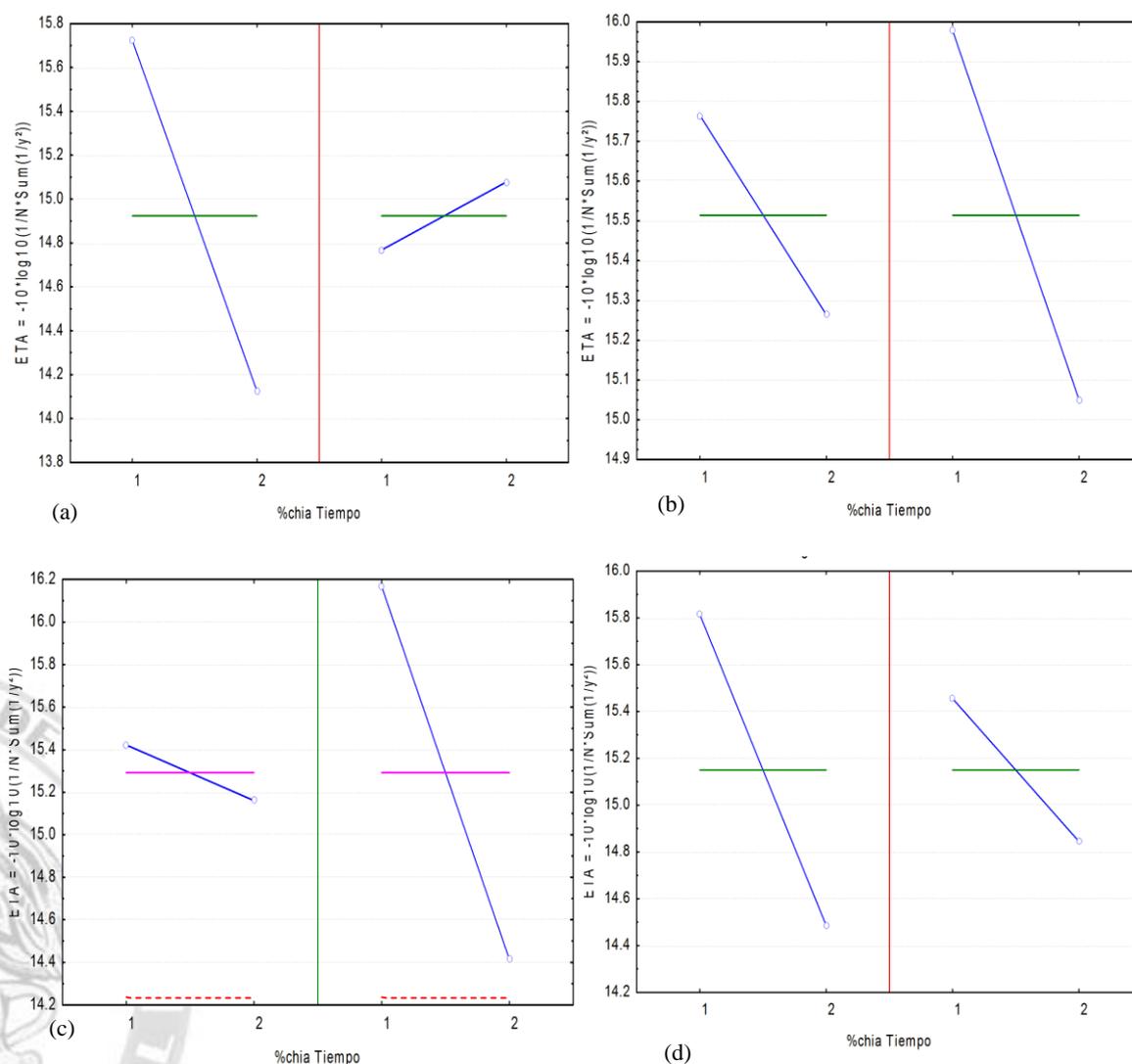
Variable	Color			Textura			Sabor			Aspecto General		
	p	E.S	S. E.	p	E. S.	S. E.	p	E. S.	S. E.	p	E. S.	S. E.
{1}%chía	0.00	0.80	0.58	0.01	0.25	0.41	0.18	0.11	0.53	0.00	0.80	0.59
{2}Tiempo	0.06	0.15	0.58	0.00	0.43	0.41	0.00	0.88	0.53	0.01	0.60	0.59
1 by 2	0.00	S/N = 15.88		0.00	S/N = 16.23		0.00	S/N = 16.30		0.00	S/N = 16.12	

La Figura 3 muestra el efecto de los factores F1 y F2 sobre cada variable sensorial evaluada. En la Figura 3a se observa que el efecto del factor F1 en su nivel inferior (3%) sobre el color del pan muestra una relación S/N alta, lo que se traduce en un mayor efecto significativo; en la Figura 3b se observa que el efecto de los factores F1 y F2 en sus niveles inferiores (3% y 10 min respectivamente) sobre la textura del pan muestra una relación también S/N alta, así mismo en la Figura 3c se observa que el efecto del factor F2 en su nivel inferior (10 min) sobre el sabor del pan muestra una relación S/N Alta,

por último en la Figura 3d se observa que ambos factores en su nivel más bajo tienen mayor efecto significativo.

#### 4. Conclusiones

El pan integral con semillas de chía tuvo una alta aceptabilidad cuando hubo una concentración de semilla de chía de 3% y un tiempo de cocción de 10 min. Concentraciones de chía del 10 % y tiempos de cocción altos (25 minutos) utilizados en la elaboración del pan integral mostraron bajos niveles de aceptabilidad por parte del consumidor.



**Figura 3.** Efecto de los factores F1 y F2 sobre (a) el color del pan. (b) la textura del pan. (c) el sabor del pan. (d) el aspecto general del pan integral con semillas de chía.

## Referencias

- Anzaldúa, A. 2011. La evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y la práctica. Los jueces y las condiciones de Prueba. Editorial Acribia S.A. Zaragoza, España.
- Bautista, M.; Castro, A.; Camarena, E.; Wrobel, K.; Alanis, G.; Gamiño, Z.; Da Mota, V. 2007. Desarrollo de pan integral con soya, chía, linaza y ácido fólico como alimento funcional para la mujer. Archivos Latinoamericanos de Nutrición, 57: 78-84.
- Capitani, M. 2013. Caracterización y funcionalidad de subproductos de chía (*Salvia hispánica* L.) aplicación en alimentos. Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias Exactas, Universidad Nacional de la Plata. Argentina.
- Gómez, V.; Nader-Macías, F. 2012. Productos elaborados con semillas de chía y sésamo: composición química, aceptabilidad, satisfacción y conocimiento sobre sus propiedades nutricionales. Actualización en Nutrición 13: 250-267.
- Gutiérrez, H.; De la Vara, R. 2004. Análisis y diseño de experimentos. Introducción al diseño robusto (Taguchi). Editorial McGraw-Hill Interamericana S.A. Guadalajara. México.
- Iglesias, E.; Haros, M. 2011. Mejora del valor nutricional y tecnológico de Productos de panadería por incorporación de Ingredientes a base de chía (*Salvia hispánica* L.). Tesis para obtener el Master en Ciencia e Ingeniería de los Alimentos. Universidad Politécnica de Valencia.
- Ixtaina, V.; Nolasco, S.; Tomás, M. 2008. Physical properties of chía (*Salvia hispanica* L.) seeds. Industrial Crops and Products, 28: 286-293.
- Osuna, B.; Avallone, C.; Montenegro, S.; Aztarbe, M. 2006. Elaboración de pan fortificado con ácidos grasos Omegas 3 y 6. Comunicaciones Científicas y Tecnológicas (Argentina) 2006: Resumen T-094, 4p.
- Reyes-Caudillo, E., Tecante, A., Valdivia-López, M.A. 2008. Dietary fibre content and antioxidant activity of phenolic compounds present in Mexican chia (*Salvia Hispanica* L.) seeds, Food Chemistry, 107: 656-663.
- Umesha, S.; Sai, R.; Indiramma, A.; Akshitha, S.; Akhilender, K. 2014. Enrichment of biscuits with microencapsulated omega-3 fatty acid (Alpha-linolenic acid) rich Garden cress (*Lepidium sativum*) seed oil: Physical, sensory and storage quality characteristics of biscuits. LWT - Food Science and Technology (in press).

