

Efecto de la adición parcial de cáscara de espárrago y brácteas de alcachofa en polvo y salvado de trigo en sustitución de harina sobre las características sensoriales del pan

Effect of asparagus peel powder, artichoke bracts, and wheat bran on sensorial characteristics of bread

*Luis Márquez Villacorta¹, Raúl Siche Jara²,
Carla Pretell Vásquez³, Roger Miranda Vera⁴*

RESUMEN

El efecto de la sustitución parcial de harina especial por polvos de cáscara de espárrago, brácteas de alcachofa y salvado de trigo sobre las características sensoriales del pan, fue analizado, aplicando un diseño de mezcla de superficie de respuesta. Fueron elaborados diez tratamientos que contenían 15% de sustitución de los ingredientes ricos en fibra, solos o en mezcla. La percepción de los consumidores del color, olor, textura, sabor y aceptabilidad general del pan fue medida utilizando una escala hedónica de 9 puntos. Las respuestas fueron estimadas mediante el modelo de regresión lineal para predecir las ecuaciones de las características sensoriales. Las regiones de máxima aceptación fueron determinadas a partir de superficies de respuesta de contornos, presentándose los rangos de aceptabilidad entre 0 - 15% para el polvo de cáscara de espárrago, 0 - 7,5% para el salvado de trigo y 0 - 2,5% para el polvo de brácteas de alcachofa. Las respuestas, entre 6 y 7 puntos, correspondieron a una percepción de “me gusta ligeramente y me gusta bastante”.

Palabras clave: Cáscara de espárrago, brácteas de alcachofa, fibra dietaria, diseño de mezcla, superficie de respuesta, características sensoriales.

- ¹ Ingeniero en Industrias Alimentarias, Maestro en Tecnología de Alimentos. Docente Escuela Profesional de Ingeniería en Industrias Alimentarias Universidad Privada Antenor Orrego (lmarquezv01@yahoo.es).
- ² Doctor en Ingeniería de Alimentos, Docente Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial Universidad Nacional de Trujillo (raul_siche@hotmail.com).
- ³ Ingeniera en Industrias Alimentarias. Maestra en Tecnología de Alimentos. Egresada de la Universidad Privada Antenor Orrego.
- ⁴ Ingeniero en Industrias Alimentarias. Egresado de la Universidad Privada Antenor Orrego.

ABSTRACT

The effect of partial substitution of special flour by powder of asparagus peels, bracts of artichoke, and bran of wheat on the sensorial characteristics of bread was studied, using a design of mixture of respond surface. Ten treatments were worked with 15% of substitution of rich fiber components, alone or in mixture. Consumers perception of color, smell, texture, taste, and general acceptability of bread was measured by a hedonic scale with 9 points. Responses were calculated with the lineal regression model to predict the equations for the sensorial characteristics. The highest acceptation regions were determined by the outline response surfaces, giving acceptability ranges of 0 - 15% for asparagus peels in powder, 0 - 7,5% for wheat bran, and 0 - 2,5% for bracts of artichokes in powder. The responses between 6 and 7 points were for a perception of "I like slightly and I like so much".

Key words: Asparagus peel, artichoke bracts, dietary fiber, mixture design, respond surface, sensorial characteristics.

INTRODUCCIÓN

El interés en la nutrición y prevención de enfermedades está conduciendo a los consumidores a demandar alimentos de valor agregado o alimentos funcionales con altos niveles de antioxidantes y fibra dietaria (Vasantha Rupasinghe y otros, 2008).

Es ampliamente aceptado que el incremento en la ingesta de fibra dietaria, presente en frutas y hortalizas, puede reducir el riesgo y tener efectos benéficos sobre enfermedades crónicas. Es conocido el efecto de la fibra dietaria soluble en el tratamiento de enfermedades cardiovasculares, diverticulosis y diabetes; y la fibra dietaria insoluble para reducir el riesgo de cáncer al colon, estreñimientos, hemorroides y colesterol (Vasantha Rupasinghe y otros, 2008; Lecumberri y otros, 2008; Sudha y otros, 2007; Abdul-Hamid y Luan, 2000).

El valor nutricional o valor relacionado a beneficios para la salud, de polvos o concentrados de fibra dietaria provenientes de frutas y vegetales es considerable debido a la presencia de compuestos bioactivos como: los polifenoles, flavonoides, carotenoides, etc., que presentan una marcada actividad antioxidante y propiedades anticarcinogénicas y antimutagénicas (Ajila y otros, 2008; Lecumberri y otros, 2007; Esposito y otros, 2005; Larrauri y otros, 1996).

Los subproductos procedentes del procesamiento industrial de frutas y hortalizas son baratos y están disponibles en grandes cantidades. Son comúnmente utilizados como piensos animales o fertilizantes orgánicos. Sin embargo, algunos de estos subproductos ricos en fibra dietaria como: alcachofa, espárrago, naranja, manzana, durazno, mango y pera, pueden ser utilizados en la industria alimentaria (Ajila y otros, 2008; Grigelmo y Martín, 1999).

El pan blanco es el mayormente consumido. Por lo tanto, para cubrir el requerimiento de fibra dietaria con este alimento, es necesario, el desarrollo de pan enriquecido (pan integral) con alto contenido de fibra dietaria, como mejor forma de incrementar la ingesta. El pan y otros productos de panificación han sido enriquecidos con fibra de salvado de trigo, avena, cebada, arroz, maíz y bagazo de caña para evaluar la calidad de masa, características reológicas y sensoriales del producto final (Wang y otros, 2002; Sangnark y Noomhorm, 2004; Ajila y otros, 2008).

El mercado de los alimentos funcionales está alcanzando niveles significantes. Sin embargo, es importante señalar que la máxima expresión de los reales beneficios para la salud de estos alimentos debería relacionarse con la aceptación sensorial de los productos que se vienen desarrollando (Castro y otros, 2004).

La metodología de superficie de respuesta (MSR) es una colección de técnicas matemáticas y estadísticas útiles en el modelado y análisis de problemas en los que una respuesta de interés recibe la influencia de diversas variables y donde el objetivo es optimizar la respuesta (Montgomery, 2002). La MSR tiene una importante aplicación en el diseño, desarrollo y formulación de nuevos productos, así como también en el mejoramiento del diseño de productos existentes. Define el efecto de las variables independientes solas o en combinación, sobre los procesos. Además, para analizar los efectos de las variables independientes, esta metodología experimental genera un modelo matemático que describe los procesos (Bas y Boyaci, 2007).

La MSR ha sido empleada para modelar las respuestas sensoriales de los consumidores y generar ecuaciones

predictivas que correlacionan tales respuestas con las variables de estudio del proceso. Las ecuaciones predictivas (modelos) son usadas para optimizar procesos y estimar las respuestas esperadas por los consumidores (Sin y otros, 2006).

Los objetivos del trabajo de investigación fueron:

- Determinar el efecto y los rangos de sustitución de polvos de cáscara de espárrago, brácteas de alcachofa y salvado de trigo, de la harina especial, en características sensoriales con el uso del diseño de mezcla de superficie de respuesta.
- Evaluar las características fisicoquímicas, propiedades funcionales, contenido de fenoles totales y actividad antioxidante de los polvos de cáscara de espárrago, brácteas de alcachofa y salvado de trigo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Lugar de ejecución

Las pruebas experimentales y análisis fueron realizados en el laboratorio de Ciencias de Alimentos y Taller de Producción de Ingeniería en Industrias Alimentarias de la Universidad Privada Antenor Orrego de Trujillo.

Materias primas

Cáscaras (peladilla) de espárrago blanco (*Asparagus officinalis* L.) y brácteas de alcachofa (*Cynara acolymus*) (de la empresa DANPER S.A.C.), salvado de trigo y harina de trigo panadera especial de Molinera Inca S.A.



(a)



(b)



(c)

Figura 1. Polvos de cáscara de espárrago (a), brácteas de alcachofa (b) y salvado de trigo (c).

Obtención de polvos de cáscara de espárrago y brácteas de alcachofa

Las cáscaras de espárrago blanco y las brácteas de alcachofa fueron seleccionadas, separando el material extraño y eliminando las que estuvieron deterioradas. Luego, se realizó un lavado con agua potable para eliminar impurezas. Las cáscaras y brácteas fueron escaldadas por inmersión en agua (90 °C por 3 minutos); después del cual, se efectuó un enjuague con agua potable. Luego del escurrido, se secó en una estufa de convección forzada de aire a 70 °C por 10 horas. Posteriormente, se realizó una molienda y tamizado en una malla N° 30 (425 µm). Finalmente, se procedió a envasar el producto final (Figura 1) en bolsas de polipropileno, las cuales fueron almacenadas a temperatura ambiente.

Reactivos

Trolox (Ácido 6-hidroxi-2,5,7,8-tetrametilcromocarboxílico, 97%) (Sigma Aldrich Chemical Co., Gillingham Dorset, UK), como antioxidante de referencia.

Ácido 2,2'-azino-bis(3-etilbenzotiazolin)-6-sulfónico (ABTS de Sigma-Aldrich (Dorset, UK).

Persulfato de potasio, carbonato de sodio y el reactivo Folin-Ciocalteu (Merck Co., Darmstadt, Germany).

Caracterización fisicoquímica

De acuerdo a los métodos oficiales descritos por la AOAC (1997).

- Contenido de humedad, por secado en estufa a 105 °C hasta peso constante.
- Cenizas, residuo inorgánico resultante de la incineración a 550 °C.
- Determinación de fibra dietaria total (FDT), soluble (FDS) e insoluble (FDI); utilizando el Total Dietary Fiber Assay Kit marca Sigma.

Determinación de las propiedades funcionales

La capacidad de retención de agua (CRA), capacidad de retención de aceite (CRA) y capacidad de hinchamiento (CH), se determinaron según lo descrito por García (2003).

Determinación del contenido de fenoles totales

Según lo descrito por Sudha y otros (2007), tomando el catecol como estándar.

Determinación de la actividad antioxidante

Según lo descrito por Lecumberri y otros (2007) y Esposito y otros (2005).

Formulación base para la elaboración del pan

La formulación base fue harina de trigo 53%, agua 29%, azúcar y manteca vegetal 8%, sal 1%, levadura seca 0,7% y ácido ascórbico 0,3%. Los porcentajes de sustitución de los polvos de cáscara de espárrago, brácteas de alcachofa y salvado de trigo, solos o en mezcla, fueron el 15,0% del total de la harina especial empleada.

Evaluación de las características sensoriales

Se utilizó una prueba afectiva de aceptabilidad por clasificación hedónica de nueve puntos, donde 9 fue "me gusta extremadamente" y 1 "me disgusta extremadamente". Las características evaluadas fueron color, olor, textura, sabor y aceptabilidad general. Las formulaciones fueron evaluadas entre las 09:00 y 11:00 h, por un panel de 30 jueces no entrenados (Anzaldúa-Morales, 1994), entre 20 y 40 años. Las muestras fueron presentadas de manera aleatoria y codificadas con números de 3 dígitos, acompañadas de la tarjeta de evaluación.

Diseño estadístico

Se empleó un diseño de mezcla simple con centroide ampliado de la metodología de superficie de respuesta, el cual corresponde a un triángulo que representa todo el universo de posibilidades de mezclas de polvo de cáscara de espárrago, polvo de brácteas de alcachofa y salvado de trigo con seis niveles cada una, para optimizar las características sensoriales (Cuadro 1). El análisis se realizó con el programa Statistica for Windows Software, versión 6.0 (Statsoft USA, 2004). El nivel de confianza fue del 95%.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Caracterización fisicoquímica

En el Cuadro 2 se puede observar la caracterización fisicoquímica de los polvos de cáscara de espárrago, brácteas de alcachofa y salvado de trigo. Los contenidos de fibra dietaria total (FDT) y fibra dietaria insoluble (FDI) obtenidos fueron mayores a los reportados por otros investigadores para polvos de cáscara de mango, cáscara zanahoria, residuos de cacao y residuos de manzana (Aji-

la y otros, 2008; Chantaro y otros, 2008; Lecumberri y otros, 2007; y Sudha y otros, 2007). Los resultados se pueden atribuir a la pérdida de componentes de bajo peso molecular como: minerales, vitaminas, azúcares de las células vegetales, etc. que ocurren durante al escaldado por inmersión en agua; lo cual conlleva al incremento del contenido de fibra dietaria total e insoluble (Chantaro y otros, 2008).

Propiedades funcionales

Los resultados de las propiedades funcionales de los polvos de cáscara de espárrago, brácteas de alcachofa y salvado de trigo se muestran en el Cuadro 3.

La buena y moderada CRA que presentaron los polvos de cáscara de espárrago y brácteas de alcachofa se debe principalmente a su alto contenido de celulosa y hemicelulosa, que tienen una buena CRA (Mateu, 2004). Los valores de CRA fueron mayores a los reportados para fibra dietaria de mango (Vergara-Valencia y otros, 2007). Este comportamiento podría deberse a la cantidad de lignina que posee una alta capacidad de absorber y retener la grasa. La CH para polvos de cáscara de espárrago y brácteas de alcachofa fueron similares a los indicados para polvo de residuos de cacao (Lecumberri y otros, 2007). Al respecto, Sánchez (2005) señala que a mayor cantidad de FDI mayor CH, debido a la presencia de hemicelulosa y a su estructura amorfa.

Determinación del contenido de fenoles totales y actividad antioxidante

El contenido de fenoles totales y la actividad antioxi-

dante a partir del radical ABTS⁺ expresada en equivalente a Trolox (TEAC), se muestran en el Cuadro 4.

Los valores del contenido de fenoles totales, los polvos de cáscara de espárrago, brácteas de alcachofa y salvado de trigo fueron elevados y similares a los presentados en otras investigaciones para otros polvos ricos en fibra dietaria (Ajila y otros, 2008; Vasantha Rupasungha y otros, 2008; y Chantaro y otros, 2008). La actividad antioxidante fueron mayores a los reportados por otros investigadores para polvo de residuos de cacao y similares, para el salvado de trigo (Lecumberri y otros, 2007; Espósito y otros, 2005). Los resultados son un indicativo del beneficio para la salud que traería consigo el consumo de los polvos de cáscara de espárrago y brácteas de alcachofa, debido a sus elevadas propiedades antioxidantes, similares al del salvado de trigo, que es utilizado como el principal ingrediente de productos integrales de panificación.

Evaluación de las características sensoriales

Las características sensoriales del pan, para las diez formulaciones, se evaluaron con una prueba afectiva de escala hedónica de 9 puntos (Cuadro 5).

Los valores de aceptabilidad para todas las características sensoriales evaluadas indicaron que los tratamientos con mayores contenidos de polvo de cáscara de espárrago y salvado de trigo presentaron niveles de percepción positivos de acuerdo a la escala empleada. Se aprecia que con el incremento gradual del contenido de polvo de brácteas de alcachofa, los niveles de percepción fueron disminuyendo hasta llegar a ser indiferente.

Cuadro 1

POLVO DE CÁSCARA DE ESPÁRRAGO, POLVO DE BRÁCTEAS DE ALCACHOFA Y SALVADO DE TRIGO EN LA FORMULACIÓN DEL PAN

Experimento	Polvo de espárrago	Polvo de alcachofa	Salvado de trigo
1	0%	0%	15,0%
2	15,0%	0%	0%
3	0%	15,0%	0%
4	7,5%	0%	7,5%
5	0%	7,5%	7,5%
6	7,5%	7,5%	0%
7	5,0%	5,0%	5,0%
8	2,5%	2,5%	10,0%
9	10,0%	2,5%	2,5%
10	2,5%	10,0%	2,5%

Cuadro 2
CARACTERÍSTICAS FÍSICOQUÍMICAS DE LOS POLVOS DE
CÁSCARA DE ESPÁRRAGO, BRÁCTEAS DE ALCACHOFA
Y SALVADO DE TRIGO

Componente	Polvo de espárrago (%)	Polvo de alcachofa (%)	Salvado de trigo (%)
Humedad	6,33	7,26	15,51
Cenizas	3,12	4,10	4,85
FDT	70,85	68,46	-
FDI	67,42	64,14	-
FD S	3,43	4,32	-

Cuadro 3
PROPIEDADES FUNCIONALES DE LOS POLVOS DE
CÁSCARA DE ESPÁRRAGO, BRÁCTEAS DE ALCACHOFA
Y SALVADO DE TRIGO

Propiedad funcional	Polvo de espárrago (450 μ m)	Polvo de alcachofa (450 μ m)	Salvado de trigo (450 μ m)
CRA (mL de agua/g muestra)	6,3	4,2	3,4
CRa (mL de aceite/g muestra)	2,6	2,5	2,0
CH (mL/g)	6,7	5,8	4,0

Cuadro 4
CONTENIDO DE FENOLES TOTALES Y ACTIVIDAD
ANTIOXIDANTE DE LOS POLVOS DE CÁSCARA DE ESPÁRRAGO,
BRÁCTEAS DE ALCACHOFA Y SALVADO DE TRIGO

Propiedad	Polvo de espárrago	Polvo de alcachofa	Salvado de trigo
Fenoles totales (mg catecol/g)	74,03	60,94	55,35
TEAC (μ m TE/g)	20,91	27,22	22,10

Cuadro 5
RESPUESTAS PROMEDIO DE LA EVALUACIÓN DE LAS
CARACTERÍSTICAS SENSORIALES DEL PAN

Tratamiento	Polvo de espárrago	Polvo de alcachofa	Salvado de trigo	Color	Olor	Textura	Sabor	General
1	0%	0%	15,0%	6,37	6,10	6,20	6,67	6,70
2	15,0%	0%	0%	7,43	7,33	7,57	7,80	7,77
3	0%	15,0%	0%	4,70	4,60	5,33	5,03	4,83
4	7,5%	0%	7,5%	6,90	6,40	6,73	6,73	7,27
5	0%	7,5%	7,5%	5,20	4,80	5,47	5,40	5,10
6	7,5%	7,5%	0%	5,47	4,83	6,23	5,67	5,27
7	5,0%	5,0%	5,0%	5,83	5,20	6,07	6,53	5,50
8	2,5%	2,5%	10,0%	6,20	5,80	6,10	6,57	6,53
9	10,0%	2,5%	2,5%	6,53	6,57	6,77	7,10	6,97
10	2,5%	10,0%	2,5%	4,77	4,73	5,50	5,50	5,13

Cuadro 6
ANÁLISIS DE VARIANZA DE LAS CARACTERÍSTICAS SENSORIALES DE PAN

Modelo	Color		Olor		Textura		Sabor		Aceptabilidad general	
	p	R ²	p	R ²	p	R ²	p	R ²	p	R ²
Lineal	0,000	0,938	0,001	0,845	0,000	0,966	0,000	0,902	0,001	0,936
Cuadrático	0,047	0,990	0,092	0,964	0,008	0,998	0,758	0,925	0,083	0,970
Cúbico	0,843	0,990	0,484	0,970	0,881	0,998	0,006	0,996	0,891	0,970

Modelos de regresión aplicados sobre las características sensoriales del pan

Para la aplicación del diseño de mezcla simple con centroide ampliado, la única restricción fue el uso de las fuentes de fibra dietaria, solas o en mezcla, en 15% de sustitución por la harina especial de trigo; en consideración a la presencia de efectos negativos en la masa por la adición mayor al 20% de materiales ricos en fibra dietaria insoluble como son lignina y celulosa (Collar y otros, 2007).

En el Cuadro 6, se muestra el análisis de varianza para los modelos de regresión aplicados a las respuestas del Cuadro 5.

Se observa que existió efecto significativo ($p < 0,05$) para todas las características sensoriales analizadas por el modelo de regresión lineal. Para el modelo cuadrático, se encontró efecto significativo para los atributos de color y textura; y para el modelo cúbico únicamente en el sabor. Se evaluaron los valores del coeficiente de determinación (R^2) para determinar la bondad del ajuste a los modelos. Se observa que los valores de R^2 son cercanos a la unidad, lo cual indica que los modelos explican adecuadamente y en alto grado la dependencia entre las variables independientes y de respuesta. De acuerdo a Jaswir y otros (2000), valores de R^2 mayores a 0,75 son satisfactorios para la predicción, en este tipo de evaluaciones sensoriales.

Con los resultados obtenidos, se determinó el modelo lineal apropiado para predecir las respuestas a las características sensoriales del pan. Las ecuaciones, fijadas considerando los términos significativos ($p < 0,05$) de los coeficientes de regresión, fueron:

$$\text{Color} = 48,22 \times \text{espárrago} + 28,40 \times \text{alcachofa} + 42,18 \times \text{salvado trigo} \quad (R^2 = 0,94)$$

$$\text{Olor} = 46,58 \times \text{espárrago} + 26,80 \times \text{alcachofa} + 39,34 \times \text{salvado trigo} \quad (R^2 = 0,84)$$

$$\text{Textura} = 49,59 \times \text{espárrago} + 34,02 \times \text{alcachofa} + 40,33 \times \text{salvado trigo} \quad (R^2 = 0,97)$$

$$\text{Sabor} = 50,54 \times \text{espárrago} + 31,72 \times \text{alcachofa} + 43,74 \times \text{salvado trigo} \quad (R^2 = 0,90)$$

Aceptabilidad

$$\text{general} = 50,08 \times \text{espárrago} + 28,10 \times \text{alcachofa} + 43,97 \times \text{salvado trigo} \quad (R^2 = 0,86)$$

Generación de superficies de respuesta y rangos de aceptabilidad

Las gráficas tridimensionales generadas por el modelo lineal para todas las características sensoriales evaluadas del pan se presentan en la Figura 1. Se observa que presentan un comportamiento positivo en su aceptación sensorial a medida que el contenido de polvo de cáscara de espárrago aumenta, acompañado por el salvado de trigo; a diferencia del polvo de brácteas de alcachofa que genera los menores valores de aceptación.

La optimización fue realizada por análisis de las superficies de respuesta de contornos. Las regiones de interés o de máxima aceptación para cada una de las características sensoriales son representadas como formas elipsoidales de frontera circular. Cada línea de contorno de la gráfica ternaria presenta los valores de los pseudo-componentes correspondientes a los polvos de cáscara de espárrago, brácteas de alcachofa y salvado de trigo. La comparación de las regiones de aceptación indican que los rangos de aceptabilidad para las características sensoriales del pan se encuentran entre 0 - 15% para el polvo de cáscara de espárrago, 0 - 7,5% para el salvado de trigo y 0 - 2,5% para el polvo de brácteas de alcachofa, obteniéndose respuestas de aceptación entre 6 y 7 puntos de la escala hedónica de 9 puntos.

CONCLUSIONES

- Existió un efecto significativo de la adición de polvos de cáscara de espárrago, brácteas de alcachofa y salvado de trigo en sustitución de harina de trigo sobre las características sensoriales del pan. El ajuste de las respuestas fue explicado por el modelo lineal.

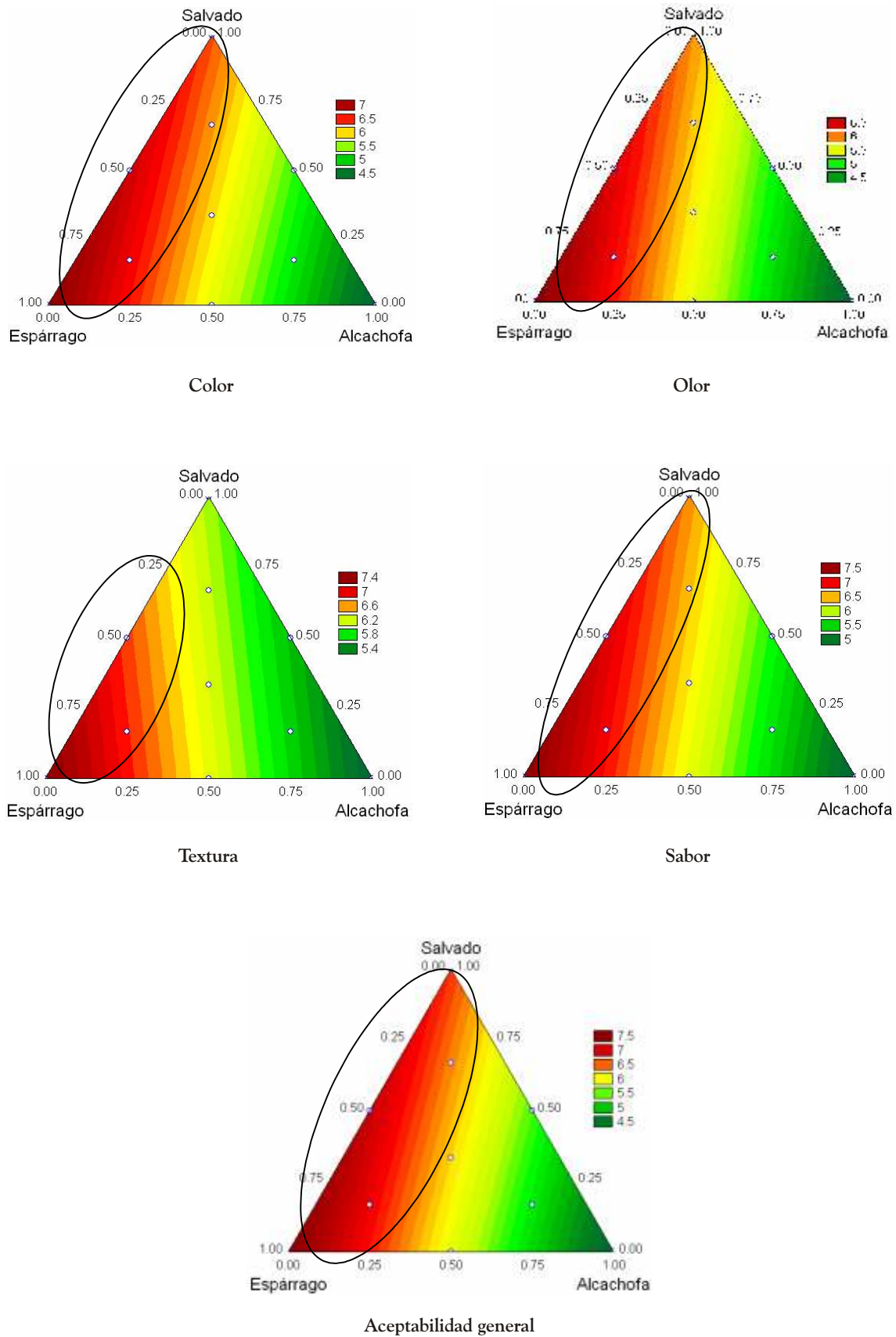


Figura 1. Superficies de respuesta de contornos para las características sensoriales del pan.

- La sustitución de harina de trigo por 0 - 15% de polvo de cáscara de espárrago, 0 - 7,5% de salvado de trigo y 0 - 2,5% de polvo de brácteas de alcachofa permitió obtener un pan integral con características sensoriales aceptables. Esto se realizó mediante la aplicación de un diseño de mezcla de la metodología de superficie de respuesta.
- Los polvos de cáscara de espárrago, brácteas de alcachofa y salvado de trigo presentaron características fisicoquímicas de 6,33, 7,26 y 15,51% de humedad y 3,12, 4,10 y 4,85% de cenizas, respectivamente.
- Los polvos de cáscara de espárrago y brácteas de alcachofa presentaron 70,85 y 68,46% de fibra dietaria total, 67,42 y 64,14% de fibra dietaria insoluble, y 3,43 y 4,32% de fibra dietaria soluble, respectivamente.
- Los polvos de cáscara de espárrago, brácteas de alcachofa y salvado de trigo exhibieron una capacidad de retención de agua de 6,3, 4,2 y 3,4 mL de agua/g de muestra, una capacidad de retención de aceite de 2,6, 2,5 y 2,0 mL de aceite/g de muestra, y una capacidad de hinchamiento de 6,7, 5,8 y 4,0 mL/g, respectivamente.
- Los polvos de cáscara de espárrago, brácteas de alcachofa y salvado de trigo exhibieron un contenido de fenoles totales de 74,03, 60,94 y 55,35 mg catecol/g muestra, y una actividad antioxidante de 20,91, 27,22 y 22,10 $\mu\text{M TE/g}$ muestra, respectivamente.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ajila C, Leelavathi K, y Rao U. 2008. Improvement of dietary fiber content and antioxidant properties in soft dough biscuits with the incorporation of mango peel powder. *Journal of cereal science* 48: 319 - 326.
- Abdul-Hamid A, y Luan Y. 2000. Functional properties of dietary fibre prepared from defatted rice bran. *Food chemistry* 68: 15 - 19.
- Anzaldúa - Morales, A. 1994. Evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y en la Práctica. Editorial Acribia. Zaragoza, España.
- Bas D, y Boyaci I. 2007. Modeling and optimization I: usability of response surface methodology. *Journal of food engineering*. 78, 836-845.
- Castro I, Tirapegui J, Sila R, y Cutrim A. 2004. Sensory evaluation of a milk formulation supplemented with n3 polyunsaturated fatty acids and soluble fibres. *Food chemistry* 85: 503 - 512.
- Chantaro P, Devahastin S, y Chiewchan N. 2008. Production of antioxidant dietary fiber powder from carrot peels. *Lebensmittel-Wissenschaft und Technologie* 41: 1987 - 1994.
- Collar C, Santos E, y Rosell C. 2007. Assessment of the rheological profile of fibre-enriched bread doughs by response surface methodology. *Journal of food engineering* 78: 820 - 826.
- García I. 2003. Caracterización fisicoquímica y funcional de los residuos fibrosos de mango criollo (*Mangifera indica L.*) y su incorporación en galletas. Tesis Universidad Tecnológica de la Mixteca. Huajuapán de León, Oax, México.
- Esposito F, Arlotti G, Bonifati A, Napolitano A, Vitale D, y Fogliano V. 2005. Antioxidant activity and dietary fibre in durum wheat bran by-products. *Food research international* 38: 1167 - 1173.
- Grigelmo N, y Martin O. 1999. Comparison of dietary fibre from by-products of processing fruits and greens and from cereals. *Lebensmittel-Wissenschaft und Technologie* 32: 503 - 508.
- Jaswir I, Che Man Y, y Kitts D. 2000. Use of natural antioxidants in refined palm olein during repeated deep-fat frying. *Food research international* 33: 501 - 508.
- Lecumberri E, Mateos R, Izquierdo-Pulido M, Rupérez P, Goya L, y Bravo L. 2007. *Food chemistry* 104: 948 - 954.
- Larrauri J, Rúperez P, Bravo L, y Saura-Calixto F. 1996. High dietary fibre powders from orange and lime peels: associated polyphenols and antioxidant capacity. *Food research international* 29: 757 - 762.
- Lecumberri E, Mateos R, Izquierdo-Pulido M, Rupérez P, Goya L, y Bravo L. 2007. *Food chemistry* 104: 948 - 954.
- Mateu, X. 2004. La fibra en la alimentación. Farmacia Hospitalaria. Editorial Edkamed. Barcelona, España.
- Montgomery D. 2002. Diseño y análisis de experimentos. 2da edición. Editorial Limusa S.A. México.
- Official methods of analysis. AOAC. 1997. 16ava Edition. Volume I y II. Association of official agriculture chemists. Editorial Board, USA.
- Sánchez, B. 2005. Caracterización fisicoquímica y funcional de la fibra dietética del fruto de níspero (*Eriobotrya japonica*) y de la cáscara de mango obo (*Mangifera indica L.*). Tesis Universidad Tecnológica de la Mixteca. Huajuapán de León, Oax, México.
- Sangnark A, y Noomhorm A. 2004. Chemical physical and baking properties of dietary fiber prepared from rice straw. *Food research international* 37: 66 - 74.
- Sin H, Yusof S, Abdul-Hamid N, y Rahman A. 2006. Optimization of hot water extraction for sapodilla juice using response surface methodology. *Journal of food engineering* 74: 352 - 358.
- Sudha M, Baskaran V, y Leelavathi K. 2007. Apple pomace as a source of dietary fiber and polyphenols and its effect on the rheological characteristics and cake making. *Food chemistry* 104: 686 - 692.
- Vasanth Rupasinghe H, Wang L, Huber G, y Pitts N. 2008. Effect of baking on dietary fibre and phenolics of muffins incorporated with apple skin powder. *Food chemistry* 107: 1217 - 1224.
- Wang J, Rossel C, y Barber C. 2002. Effect of the addition of different fibres on wheat dough performance and bread quality. *Food chemistry* 79: 221 - 226.