

## ELABORACIÓN DE GALLETAS ENRIQUECIDAS CON BARRILETE NEGRO (*Euthynnus lineatus*): CARACTERIZACIÓN QUÍMICA, INSTRUMENTAL Y SENSORIAL

### Preparation of cookies enriched with black skipjack (*Euthynnus lineatus*): chemical, instrumental and sensory characterisation

Fátima Karina Delgado-Vidal, Emmanuel de Jesús Ramírez-Rivera ✉, Jesús Rodríguez-Miranda, Roberto Esteban Martínez-López

(FKDV) (REML) Instituto de Industrias. Instituto de Recursos. Universidad del Mar. Ciudad Universitaria s/n. Puerto Ángel. Distrito de San Pedro Pochutla, CP.70902, Oaxaca, México.

(EJRR) Colegio de Postgraduados Campus Veracruz. Kilómetro 88.5 carretera Xalapa-Veracruz. Predio Tepetates. Municipio Manlio Fabio Altamirano, CP. 91700, Veracruz, México. emmanuel.ramirez@colpos.mx

(JRM) Instituto Tecnológico de Tuxtepec. Av. Dr. Víctor Bravo Ahuja s/n. Col. 5 de Mayo. Tuxtepec, C.P. 68350, Oaxaca, México.

**Artículo recibido:** 13 de septiembre de 2013, **aceptado:** 27 de noviembre de 2013

**RESUMEN.** El objetivo de la presente investigación fue la caracterización química, instrumental y sensorial de ocho formulaciones de galletas enriquecidas con carne de barrilete negro (*Euthynnus lineatus*); la técnica de perfil flash fue empleada por un panel entrenado de seis jueces para obtener los atributos sensoriales; el espacio sensorial fue construido mediante el análisis generalizado procrusteno. Se aplicó el análisis de varianza para determinar las diferencias significativas entre los datos químicos e instrumentales; la correlación entre los datos químicos, instrumentales y sensoriales se realizó mediante el análisis factorial múltiple y el coeficiente de correlación  $R_v$ . Los resultados mostraron que las galletas de pescado presentaron diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) en los contenidos de proteína, lípidos y actividad de agua; el panel generó 42 atributos sensoriales, de los cuales el color café, duro en boca, duro al tacto, dulce, y olor y aroma a pescado se correlacionaron de manera significativa con los contenidos de proteína, lípidos y actividad de agua, y se obtuvo un valor de  $R_v = 0.72$ . En conclusión, se determinó una fuerte correlación entre los datos químicos e instrumentales y los vocabularios sensoriales generados por el panel.

**Palabras clave:** Barrilete negro, galletas, perfil flash, análisis generalizado procrusteno, coeficiente de correlación  $R_v$

**ABSTRACT.** The objective of this study was the chemical, instrumental and sensory characterisation of eight preparations of cookies enriched with black skipjack (*Euthynnus lineatus*). The flash profile technique was used by a trained panel of six judges to record the sensory attributes; a sensory space was built using a generalised procrustes analysis. An analysis of variance was applied to determine the significant differences between the chemical and instrumental data; a correlation among the chemical, instrumental and sensory data was obtained with a multiple factorial analysis and the  $R_v$  coefficient. The results showed that the fish cookies were significantly different ( $p < 0.05$ ) with respect to the content of protein, lipids and the water activity; the panel generated 42 sensory attributes, of which the brown colour, hardness in the mouth, hardness to the touch, sweet, and fishy odour and aroma were significantly correlated with the contents of protein, lipids and the water activity, and a value of  $R_v = 0.72$  was obtained. In conclusion, a strong correlation was determined among the chemical and instrumental data and the sensory vocabulary generated by the panel.

**Key words:** Black skipjack, cookies, flash profile, generalised procrustes analysis,  $R_v$  correlation coefficient

## INTRODUCCIÓN

El barrilete negro (*Euthynnus lineatus*) es uno de los recursos pesqueros más explotado por la pesca ribereña que se practica en la zona costera del es-

tado de Oaxaca, comprendida entre Puerto Escondido, Puerto Ángel y áreas aledañas a las bahías de Huatulco (Ramos-Cruz 2009). A pesar de su abundancia y del alto valor proteico de su carne fresca (88.20 % en base seca) (Santiago & Shain

2001), el barrilete negro tiene poca importancia en las pesquerías comerciales mayores. Además, presenta desventajas tecnológicas debido a que la carne de este túnido posee características sensoriales poco atractivas para el consumidor debido a su coloración roja (alto contenido de hierro), olor y aromas fuertes (Santiago & Shain 2001). Desafortunadamente en localidades como Puerto Ángel, no existen métodos adecuados de conservación y procesamiento del pescado, en consecuencia la venta al menudeo del barrilete negro se restringe a presentaciones de filete fresco y entero asado, las cuales prácticamente carecen de valor agregado. Por otro lado, son escasas las investigaciones que abordan alternativas para diversificar su utilización en productos terminados. Santiago & Cortes (1999) usaron carne de barrilete para la elaboración de un alimento infantil, y reportaron que el producto desarrollado aportó niveles significativos de proteínas, hierro, magnesio y cobre. Ramírez-Rivera *et al.* (2010) realizaron formulaciones de hamburguesas con carne de barrilete para analizar las diferencias en la percepción sensorial entre jueces entrenados y consumidores. Por tal motivo, es necesario promover la utilización de este recurso pesquero en procesos tecnológicos que permitan obtener productos química y microbiológicamente estables con características sensoriales deseables para aumentar su valor agregado y que en un momento dado sean factibles de implementar en esta zona. En este sentido, la incorporación de carne de barrilete como ingrediente en la fabricación de galletas podría ser una opción a evaluar, ya que las galletas son productos considerados como alimentos de humedad intermedia (AHI), los cuales son parecidos a los alimentos desecados por su resistencia al deterioro microbiano, se consumen como tal ya que no necesitan ser hidratados para consumirlos, tienen una actividad de agua ( $a_w$ ) suficientemente baja (entre 0.60 y 0.90). Los AHI han recibido gran aceptación en años recientes puesto que son almacenados a temperatura ambiente, su vida útil es más prolongada con respecto al alimento fresco, y no requieren de mayor preparación antes de consumirse (Del Castillo *et al.* 2000). Aunque las galletas son productos muy bien aceptados por la población infantil y adulta, y se han incluido en programas de

asistencia alimentaria de algunos países latinoamericanos como México (Norma Oficial Mexicana NOM-043-SSA2-2005), su contenido de proteínas es bajo (Norma Mexicana NMX-F-006-1983); es por ello que se han estudiado alternativas de fuentes proteicas tanto de origen vegetal y marino para aumentar su valor nutrimental y al mismo tiempo evaluar sus cualidades sensoriales (Jiménez-Ramos & Gómez-Bravo 2005; Granito *et al.* 2010). La formulación de nuevos productos incluyendo las galletas requiere de diferentes etapas para alcanzar la calidad que exige el consumidor. La primera etapa consiste en el diseño del alimento, el cual permite maximizar las características nutrimentales y sensoriales y al mismo tiempo contribuye a minimizar costos de producción; en este sentido la metodología de Taguchi es uno de los diseños experimentales que permite establecer comparaciones entre los diferentes niveles de los factores evaluados en un alimento (Villaruel *et al.* 2006; Ramírez-Rivera *et al.* 2009); la siguiente etapa involucra la determinación de la calidad nutrimental y la caracterización instrumental. Se determina la calidad sensorial del producto, en la cual se identifican los atributos sensoriales responsables de la preferencia o rechazo de las muestras formuladas; para ello es necesario el uso de técnicas que permitan caracterizar las muestras en el menor tiempo posible y con resultados confiables. Un ejemplo de este tipo de técnicas es el perfil flash (PF) (Dairou & Sieffermann 2002), la cual es una combinación de la técnica conocida como perfil libre elección (Williams & Langron 1985) con un modo de presentación de las muestras de tipo comparativo. Para desarrollar esta técnica se requiere de un panel compuesto por un rango de cuatro a ocho jueces con previa experiencia en la caracterización sensorial de alimentos (Dairou & Sieffermann 2002; Delarue & Sieffermann 2004). El PF ha sido usado con éxito en la descripción sensorial de salchichas (Rason *et al.* 2006), productos de panificación (Lassoued *et al.* 2008), camarón ahumado (Ramírez-Rivera *et al.* 2009) y hamburguesas de pescado (Ramírez-Rivera *et al.* 2010). El color es el principal atributo de calidad que tiene el consumidor al seleccionar los alimentos. El estudio del color en los alimentos está tomando una gran importancia en la industria de los

**Tabla 1.** Diseño experimental  $L_8(3)^2$  empleado para formular galletas enriquecidas con pescado.

**Table 1.** Experimental design  $L_8(3)^2$  used to prepare cookies enriched with fish.

Formulación	Niveles de:		
	Carne de barrilete	Azúcar	Manteca
A	1	1	1
B	2	1	1
C	1	1	2
D	2	1	2
E	1	2	1
F	2	2	1
G	1	2	2
H	2	2	2

Niveles: 1 = bajo; 2 = alto. Levels: 1 = low; 2 = high.

**Tabla 2.** Formulaciones de las galletas elaboradas con carne de pescado.

**Table 2.** Formulations of the cookies made with fish meat.

Formulación	Carne de barrilete (g)	Azúcar (g)	Manteca (g)	Harina de trigo (g)	Polvo p/hornear (g)	Sal fina (g)	Leche (ml)
A	12	20	12	100	8	2	35
B	24	20	12	100	8	2	35
C	12	20	24	100	8	2	35
D	24	20	24	100	8	2	35
E	12	40	12	100	8	2	35
F	24	40	12	100	8	2	35
G	12	40	24	100	8	2	35
H	24	40	24	100	8	2	35

alimentos debido a que se está usando como herramienta para la automatización y control de procesos. El color en los alimentos depende fundamentalmente de las transformaciones que tienen lugar sobre los pigmentos propios o adicionados a los alimentos. Muchos de los cambios de color ocurren durante la elaboración de los alimentos y son característicos de los mismos. El seguimiento tanto de procesos de elaboración como de las alteraciones de los alimentos puede realizarse mediante la determinación del color (Calvo & Dúran, 1997). Así mismo la textura de los alimentos tiene una importancia fundamental en la producción y aceptación del producto por el consumidor. Al estudiar las propiedades de textura de cada grupo se hace necesario determinar algunos parámetros físico-químicos (Alvarado & Aguilera, 2001). De manera general los datos obtenidos de los análisis nutrimentales, instrumentales y sensoriales pueden ser visualizados y correlacionados

mediante el análisis factorial múltiple (AFM) y el coeficiente de correlación vectorial ( $R_v$ ) (Escofier & Pages 1983; Lê-Dien & Pages 2003). Por lo anteriormente expuesto, en esta investigación se propone la incorporación de carne de barrilete negro en la producción experimental de galletas con diversas formulaciones para caracterizarlas química, instrumental y sensorialmente, y posteriormente establecer la correlación con cada uno de ellos.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Se usó un diseño experimental de Taguchi de ( $L_8(3^2)$ ) (Villarroel *et al.* 2006) para la obtención de ocho formulaciones (A, B, C, D, E, F, G y H) con tres factores (carne de barrilete, azúcar, manteca) y dos niveles (alto y bajo) para cada factor (Tabla 1). Se utilizaron ingredientes adquiridos en tiendas locales con base a las formulaciones descritas en la

Tabla 2, a excepción de la carne de barrilete, la cual fue preparada como se describe a continuación. El barrilete negro entero y fresco fue adquirido a través de un proveedor local; se seleccionaron cinco barriletes que cumplieran las características de frescura que establece la norma Mexicana NMX-F-540-1996 al inspeccionar su piel, ojos, músculos, branquias y abdomen, y se calcularon los valores promedio (media  $\pm$  desviación estándar) de su peso y de su longitud estándar (medición desde la punta de la boca hasta la base del pedúnculo caudal). Posteriormente los barriletes se lavaron con agua potable a flujo continuo para eliminar la suciedad y mucosidad, se evisceraron, descabezaron y filetearon; se obtuvo el rendimiento promedio (% en peso) de la carne a partir de los filetes sin piel y sin espinas. La carne se lavó tres veces con agua helada y se dejó reposar por 12 h dentro de una cámara de refrigeración (1 °C); se realizó un lavado adicional con agua helada para eliminar residuos de sangre y se eliminó el agua superficial en un tamiz (malla 40); con estos lavados el color de la carne de barrilete cambió de rojo a café claro. Posteriormente la carne se molió en un molino de carne (Marca Torrey, modelo 22), seguido de esto, se sometió a tratamiento térmico a 100 °C durante 10 min, se eliminó el agua superficial en un tamiz (malla 40) y por último se homogenizó en un procesador de alimentos (Hobart, modelo FP61) por 1 min. La masa para galleta obtenida después de mezclar todos los ingredientes fue estirada con un rodillo y cortada en círculos de 4 cm de diámetro y 0.5 cm de altura, a los que se les untó una ligera capa de huevo en su superficie y se hornearon en una estufa (Coriat, Modelo EC-6HG) a 180 °C por 30 min. Después del horneado las galletas se dejaron enfriar a temperatura ambiente, se empacaron al vacío empleando una envasadora de campana C350 marca Multivac, y se almacenaron dentro de un recipiente a 19 °C en oscuridad hasta su análisis. Las condiciones experimentales para la elaboración de las galletas fueron establecidas con base a resultados previos.

### Análisis químicos

La composición proximal de las galletas se determinó con base a los procedimientos de la

AOAC (2002) para proteína cruda (954,01) y lípidos (920,39); la  $a_w$  fue determinada mediante un equipo Hygrolab rotonic (Modelo Rotonig ag, Grindelstrasse 6 CH-83 Bassersdorf, Germany). Cada análisis se realizó por triplicado.

### Mediciones instrumentales

Para determinar el color de las galletas se realizaron cuatro mediciones con un colorímetro triestímulo Hunter Lab (MiniScan Hunter Lab, modelo 45 / 0L, Hunter Associates Lab., Ind., USA), registrándose los valores  $L^*$  [luminosidad, de 0 (oscuro) a 100 (claro)],  $a^*$  [de - 60 (verde) a + 60 (rojo)],  $b^*$  [de - 60 (azul) a +60 (amarillo)], (Bochi et al. 2008; Gámbaro et al. 2007). Se aplicaron las siguientes ecuaciones:  $C^* = (a^{*2} + b^{*2})^{1/2}$ ,  $h^\circ = \arctan (b^* / a^*)$ . La textura de las galletas se determinó en un Texturómetro universal Texture Analyser TA-XT2i (Texture Technologies Corp., Sacrsdale NY / stable Microsystems, Haslemere, Surrey, UK), realizando 15 determinaciones por muestra. Registrando la fuerza máxima de corte en Newtons.

### Características del panel entrenado y procedimiento sensorial

Para la obtención de atributos sensoriales y el posicionamiento de las galletas evaluadas, se aplicó la técnica de descripción sensorial PF. El panel estuvo conformado por seis profesores (cinco hombres y una mujer) entre 30 y 50 años de edad, pertenecientes a la Universidad del Mar Campus Puerto Ángel, y con previa experiencia en la caracterización sensorial de productos derivados de la pesca. A cada juez se le sirvió una muestra completa de cada galleta en platos desechables y un vaso con agua para la neutralización de sabores y resabios que puedan quedar de la muestra evaluada anteriormente. Las muestras de galletas fueron codificadas con tres dígitos al azar; sin embargo, para efectos de la publicación las muestras fueron designadas como A, B, C, D, E, F, G y H.

El objetivo del estudio fue explicado al panel durante 40 min antes de la evaluación sensorial y la metodología del PF se efectuó en cuatro sesiones con duración aproximada de 30 a 50 min cada

una. Las galletas fueron presentadas a los jueces de manera simultánea y aleatorizada (Mazzucchelli & Guinard 1999).

En la primera sesión los jueces fueron instruidos acerca de la percepción y agrupación de los términos de apariencia, textura (en tacto y en boca), olor y aroma (éstos dos últimos por separado para su correcta identificación). En la segunda sesión cada juez desarrolló su propia lista de atributos sensoriales en las dimensiones de apariencia, textura, olor y aroma y con la condición de que cada atributo sensorial les permita discriminar las muestras. En la tercera sesión cada juez comparó su propia lista con la lista de los otros jueces para asegurarse de no haber omitido evaluar alguna dimensión sensorial y con esto determinar su lista final. En la cuarta sesión los jueces clasificaron las galletas para cada atributo de su propia lista final sobre una escala tipo ordinal de 0 a 9 con leyendas en los extremos "baja" y "alta" intensidad (Rason et al. 2006).

La prueba sensorial fue realizada en un área con ambiente circulante (temperatura, ventilación) y en cabinas con iluminación para una mejor concentración de los jueces.

## Análisis estadístico

**Datos químicos e instrumentales.** Se aplicó el análisis de varianza (ANDEVA) a un factor (producto) con un  $\alpha = 0.05$  para determinar las diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) entre los resultados de los análisis químicos e instrumentales (Rason et al. 2006). Para este análisis unidimensional se empleó el programa para computadora STATGRAPHIC® PLUS, versión 4.0 (Statistical Graphics Corporation, Warrenton, VA, USA).

**Espacio sensorial y espacio de correlación.** Todos los atributos sensoriales fueron considerados para la construcción del espacio sensorial mediante el análisis generalizado procrusteno (AGP) (Tarea et al. 2007; Lassoued et al. 2008; Ramírez-Rivera et al. 2010). Se aplicó la prueba de permutación para la determinación del número de ejes principales con efecto significativo en el contexto del AGP tomando la prueba de Fisher (F) (Wu et al. 2002; Xiong et

al. 2008). La visualización del espacio de la correlación entre los datos químicos, instrumentales y sensoriales se efectuó mediante el AFM; el grado de correlación de un determinado atributo sensorial y alguna variable fisicoquímica fue validado mediante la correlación de Pearson ( $r$ ), y la similitud entre el conjunto de datos sensoriales y datos químico-instrumentales fue evaluada mediante el coeficiente de correlación vectorial ( $R_v$ ) (Husson et al. 2001; Faye et al. 2006; Lê-Dien et al. 2008), considerando que valores superiores a  $R_v = 0.67$  son aceptables (Cartier et al. 2006, Nestrud & Lawless 2008). Los análisis del AGP, AFM, la correlación de Pearson ( $r$ ) y el coeficiente  $R_v$  se realizaron mediante el programa para computadora XLSTAT, versión 2009 (Addinsoft, New York, NY, USA).

**Estabilidad del mapa sensorial.** Se realizó mediante la visualización del consenso multidimensional de los jueces y la construcción de elipses de confianza; ésta última es una técnica propuesta por Husson et al. (2005), en donde la idea principal es la simulación del remuestreo (Lê-Dien & Husson 2008) para la construcción de descripciones sensoriales mediante paneles virtuales (un panel virtual se define por elección al azar de  $J$  jueces con reemplazamiento de  $J$  jueces del panel real), y con ellos construir elipses de confianza que contengan el 95 % de los datos de los paneles virtuales (Cadoret & Husson 2013). Las elipses de confianza se construyeron mediante la función boot del programa SensoMineR implementado en lenguaje de programación R (Lê-Dien & Husson 2008; Lê-Dien et al. 2008), el cual puede ser descargado en la siguiente dirección <http://sensominer.free.fr/>.

## RESULTADOS

### Caracterización fisicoquímica

La carne de barrilete negro empleada como materia prima en la elaboración de las galletas fue obtenida de ejemplares frescos que presentaron un peso de  $1831.2 \pm 143.5$  g, con una longitud estándar de  $50.28 \pm 1.2$  cm y un rendimiento de su carne cruda de 27.6 %. En la Tabla 3 se muestran los resultados del contenido de proteínas, lípidos,  $a_w$  y la

**Tabla 3.** Contenido de proteínas, lípidos,  $a_w$  y textura de las galletas.  
**Table 3.** Content of protein, lipids,  $a_w$  and texture of the cookies.

Formulación	Proteína (g / 100 g)	Lípidos (g / 100 g)	$a_w$	Textura (Newtons)
A	10.56 ± 0.78a	10.89 ± 0.02ab	0.36 ± 0.00abc	63.57 ± 16.95de
B	14.25 ± 0.14b	10.31 ± 0.02a	0.42 ± 0.17c	78.34 ± 15.87f
C	13.53 ± 0.55b	14.53 ± 0.34d	0.30 ± 0.00abc	47.7 ± 14.37bc
D	08.81 ± 0.49c	16.77 ± 0.06c	0.40 ± 0.09bc	37.66 ± 06.44ab
E	14.04 ± 0.52b	10.54 ± 0.27a	0.27 ± 0.00ab	69.92 ± 23.86ef
F	10.91 ± 0.00a	10.35 ± 0.37a	0.26 ± 0.00a	57.47 ± 10.90cd
G	08.81 ± 0.49c	11.62 ± 0.13b	0.26 ± 0.00a	35.30 ± 10.67ab
H	10.13 ± 0.04a	15.91 ± 0.90c	0.25 ± 0.10a	42.28 ± 12.08a

Media ± desviación estándar. Letras diferentes en la misma columna indican diferencias significativas ( $p < 0.05$ ). Mean ± standard deviation. Different letters at the same column indicate significant differences ( $p < 0.05$ ).

**Tabla 4.** Determinación instrumental del color de las galletas.  
**Table 4.** Instrumental determination of cookie colour.

Formulación	L*	Parámetros de color				$h^\circ$
		a*	b*	C*		
A	54.41 ± 0.01e	09.38 ± 0.01c	26.70 ± 0.05d	8.49 ± 0.01c	1.23 ± 0.00f	
B	59.16 ± 0.01g	06.44 ± 0.02a	23.13 ± 0.05a	7.69 ± 0.01a	1.30 ± 0.00h	
C	48.74 ± 0.03c	10.27 ± 0.06e	27.00 ± 0.03f	8.63 ± 0.01f	1.21 ± 0.00c	
D	48.56 ± 0.01b	10.35 ± 0.01f	25.97 ± 0.01c	8.52 ± 0.00d	1.19 ± 0.00a	
E	53.10 ± 0.01a	10.00 ± 0.06d	26.79 ± 0.10e	8.58 ± 0.01e	1.21 ± 0.00d	
F	53.11 ± 0.01a	10.54 ± 0.07g	28.69 ± 0.04h	8.86 ± 0.01h	1.22 ± 0.00e	
G	50.73 ± 0.01d	10.74 ± 0.01h	27.93 ± 0.05g	8.79 ± 0.01g	1.20 ± 0.00b	
H	54.59 ± 0.01f	08.03 ± 0.03b	25.09 ± 0.04b	8.14 ± 0.01b	1.26 ± 0.00g	

Media ± desviación estándar. Letras diferentes en la misma columna indican diferencias significativas ( $p < 0.05$ ). Mean ± standard deviation. Different letters in the same column indicate significant differences ( $p < 0.05$ ).

textura de las galletas con distintas formulaciones, cuyo peso aproximado fue de  $7.0 \pm 1$  g. Se encontraron diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) en el contenido de proteínas; las galletas D y G no fueron significativamente diferentes ( $p > 0.05$ ) y tuvieron el menor contenido proteico (8.81 g / 100 g); tampoco se encontraron diferencias ( $p > 0.05$ ) entre A, F y H (10.53 g / 100 g), y las galletas B, C y E no presentaron diferencias significativas ( $p > 0.05$ ) en el contenido proteico, considerándose el valor más alto (valor promedio de 13.94 g / 100 g). El contenido de lípidos de las galletas evaluadas osciló entre 10.31 a 16.77 g / 100 g; en las galletas A, B, E y F no se encontraron diferencias significativas ( $p > 0.05$ ) y se registró el menor contenido de lípidos (10.52 g / 100 g); no existieron diferencias significativas ( $p > 0.05$ ) entre las galletas G y A (11.25 g /

100 g), así como tampoco entre D y H ( $p > 0.05$ ), teniendo estas dos últimas formulaciones el mayor contenido de lípidos (16.34 g / 100 g); estos resultados se deben a las distintas cantidades de manteca y carne de pescado incorporadas en cada formulación. Los resultados obtenidos al medir la  $a_w$  en las galletas mostraron que las formulaciones A, C, E, F, G y H no presentaron diferencias significativas ( $p > 0.05$ ) en sus valores (0.28 en promedio); la galleta B presentó el valor más alto de  $a_w$  (0.42), el cual no presentó diferencia significativa con el valor de la galleta D (0.40). En cuanto a la textura medida en las galletas, se encontraron diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) en casi todas ellas (Tabla 3); el menor esfuerzo de corte se encontró en las galletas D, G y H con 38.41 N en promedio y sin diferencias significativas ( $p > 0.05$ ) entre ellas; mientras que las

galletas A, F y C presentaron valores intermedios no encontrándose diferencias ( $p > 0.05$ ) entre A y F; el máximo esfuerzo de corte se encontró en las galletas B y E con 74.13 N en promedio y sin diferencias significativas ( $p > 0.05$ ) entre ellas.

Al medir instrumentalmente el color de las galletas se encontraron variaciones entre las formulaciones. En la Tabla 4 se muestran los resultados de los parámetros medidos ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ,  $C^*$  y  $h^\circ$ ). Se encontraron diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) en los valores de  $a^*$ ,  $b^*$ ,  $C^*$  y  $h^\circ$  para todas las formulaciones. La luminosidad ( $L^*$ ) presentó valores en un intervalo de 48.55 a 59.16, correspondiendo el valor más alto a la formulación B; además sólo en las galletas E y F no se encontraron diferencias significativas ( $p > 0.05$ ) para este parámetro.

En otros estudios se han reportado valores de  $L^*$  de 68.8 para galletas elaboradas con 30 % de frijol (*Vigna sinensis*) (Granito et al. 2010), y de 30.41 - 36.83 para galletas con diferentes concentraciones de aceite de pescado (Lukito & Arges 2010). Con respecto a la tonalidad de rojo ( $+a^*$ ) a verde ( $-a^*$ ), los resultados se ubicaron en el intervalo de la tonalidad roja, donde el valor más bajo correspondió a la galleta B (6.44) y el más alto a la galleta G (10.74); ésta última galleta presentó la tonalidad más roja con respecto a las demás. Los resultados del parámetro  $b^*$  (amarillo a azul) se ubicaron en la tonalidad amarilla, donde el valor más bajo se obtuvo en la galleta B (23.13) y el más alto en la galleta G (28.69). Los valores de  $C^*$  y  $h^*$  mostraron que el color de las galletas se ubicó en un tono gris en el cuadrante de colores rojo-amarillo con baja saturación.

### Caracterización sensorial

Mediante el PF cada juez generó entre ocho y 12 atributos sensoriales para un total de 42 términos descriptivos. Así, en el espacio sensorial (Figura 1) se observan diferentes agrupaciones de galletas; con respecto al eje uno se puede observar que el panel agrupó las galletas C y D (ambas con el mismo nivel de azúcar y manteca), oponiendo dicho grupo a las galletas A (formulación con los tres factores en el nivel bajo) y B (formulación con el factor carne de barrilete en el nivel alto). Las galletas G y H fueron

clasificadas en un mismo grupo ya que fueron elaboradas con el nivel alto en azúcar y manteca, mientras que las galletas F y E formaron el último grupo (elaboradas con el nivel alto de azúcar y nivel bajo de manteca).

Al correlacionar las Figuras 1 y 2 se puede observar la asignación de las galletas con los atributos sensoriales; por lo tanto, la galleta B fue caracterizada por presentar mayores atributos sensoriales con referencia al pescado (olor y aroma); las galletas C y D se percibieron con olor a pescado y resequeidad en boca; mientras que la galleta A presentó puntos negros en la superficie. La mayor intensidad en el color café se presentó en las galletas E y F. Por otra parte, las galletas se percibieron como duras tanto al tacto como en boca, crujientes y dulces. Con respecto a otros atributos, las galletas G y H fueron clasificadas por tener mayor intensidad en el aspecto visual como brillante, en el olor a huevo y una textura grasosa.

Con referencia a la estabilidad del mapa sensorial de acuerdo con los datos sensoriales generados, el resultado del  $R_v$  aplicado al análisis de consenso de los jueces muestra valores en un rango de 0.65 a 0.95, estos resultados de  $R_v$  se reflejan en la Figura 3, donde se muestra el espacio sensorial del consenso de los jueces. Por su parte, las elipses de confianza del PF construidas para las ocho formulaciones de galletas presentaron un tamaño moderado, como se observa en la Figura 4.

### Correlación química, instrumental y sensorial

En la Figura 5 se muestra el resultado del AFM, donde los dos primeros ejes principales demostraron 70.41 % de la variación total de los datos; también se muestra la distribución de los atributos sensoriales y los datos químicos e instrumentales, por lo tanto la textura instrumental se correlacionó débilmente con los atributos duro en boca, dureza al romper con tacto. La  $a_w$  se correlacionó negativamente con el atributo color café ( $r = -0.75$ ,  $p < 0.05$ ), olor a pescado ( $r = 0.82$ ,  $p < 0.05$ ), dulce ( $r = -0.84$ ,  $p < 0.05$ ), olor a huevo ( $r = 0.72$ ,  $p < 0.05$ ), apariencia cruda ( $r = 0.77$ ,  $p < 0.05$ ) y salado ( $r = 0.88$ ,  $p < 0.05$ ).

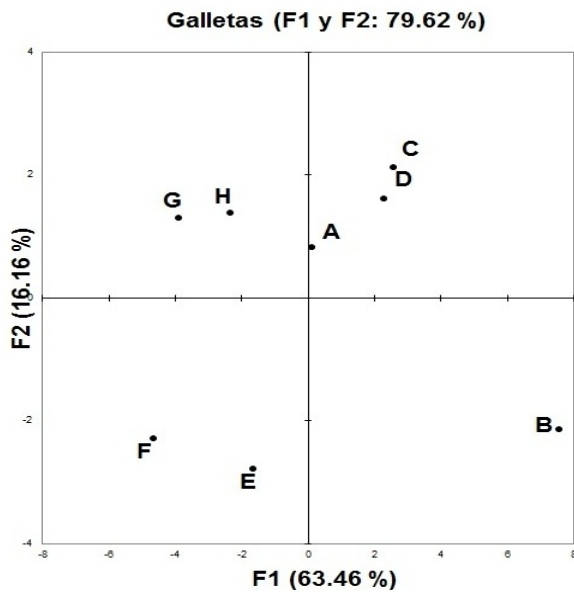


Figure 1. Espacio sensorial de las ocho formulaciones de galletas mediante el Análisis Generalizado Procrusteno.  
Figure 1. Sensory space of the eight cookie formulations obtained with the Generalised Procrustes Analysis.

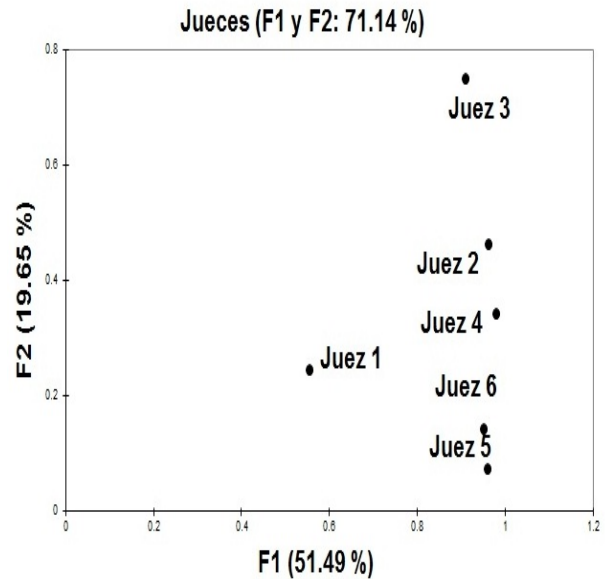


Figure 3. Espacio sensorial del consenso de los seis jueces mediante el Análisis Factorial Múltiple.  
Figure 3. Sensory space of the consensus of the six judges using the Multiple Factorial Analysis.

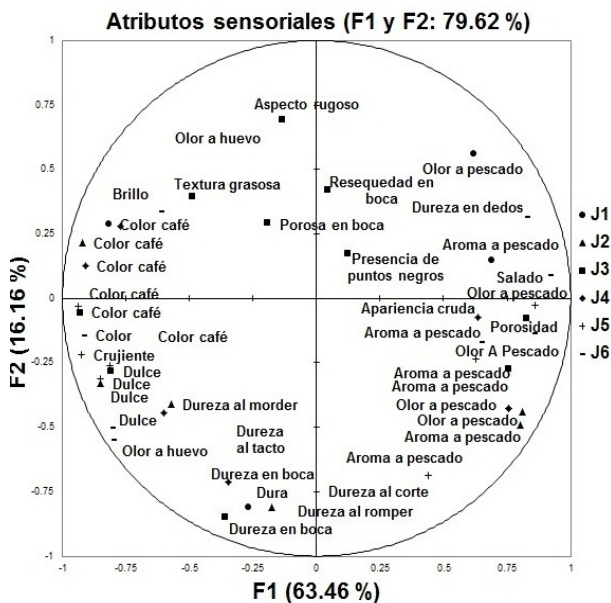


Figure 2. Espacio sensorial de los atributos generados por los seis jueces (J1 a J6) para las galletas.  
Figure 2. Sensory space of the attributes generated by the six judges (J1 to J6) for the cookies.

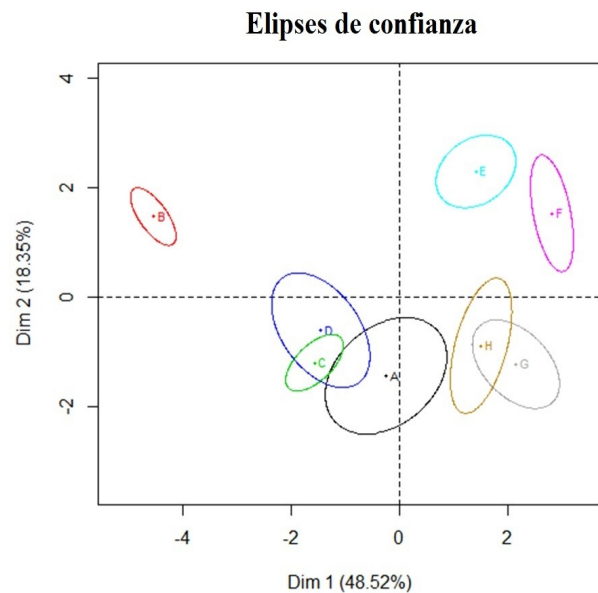


Figure 4. Elipses de confianza del Perfil Flash para las ocho formulaciones de galletas.  
Figure 4. Confidence ellipses of the Flash Profile for the eight cookie formulations.



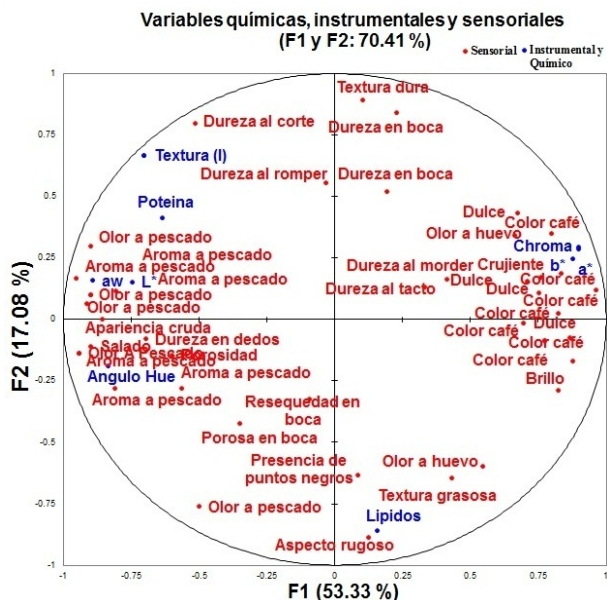


Figure 5. Correlación entre los atributos químicos, instrumentales y sensoriales de las galletas mediante el Análisis Factorial Múltiple.

Figure 5. Correlation among the chemical, instrumental and sensory attributes of the cookies using the Multiple Factorial Analysis.

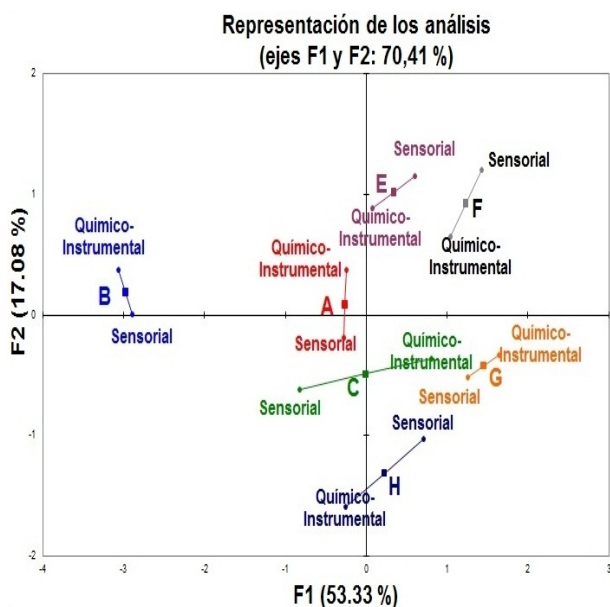


Figure 6. Correlación entre los atributos químicos, instrumentales y sensoriales de las galletas mediante el Análisis Factorial Múltiple.

Figure 6. Correlation among the chemical, instrumental and sensory attributes of the cookies using the Multiple Factorial Analysis.

El contenido de proteínas se correlacionó positivamente con la textura instrumental ( $r = 0.78$ ,  $p < 0.05$ ), mientras que la cantidad de lípidos se correlacionó negativamente con la textura instrumental ( $r = -0.72$ ,  $p < 0.05$ ).

Las variables a\*, b\* y C\* se correlacionaron negativamente con el aroma a pescado ( $r = -0.91$ ,  $p < 0.05$ ;  $r = -0.86$ ,  $p < 0.05$ ;  $r = -0.88$ ,  $p < 0.05$  respectivamente) y con el olor a pescado ( $r = -0.71$ ,  $p < 0.05$ ;  $r = -0.86$ ,  $p < 0.05$ ;  $r = -0.84$ ,  $p < 0.05$  respectivamente), pero se correlacionaron positivamente con el h° ( $r = -0.83$ ,  $p < 0.05$ ). La apariencia cruda se correlacionó negativamente con las variables de color b\* y C\* ( $r = -0.78$ ,  $p < 0.05$ ;  $r = -0.73$ ,  $p < 0.05$  respectivamente). El color café se correlacionó positivamente con las variables de color b\* y C\* ( $r = 0.76$ ,  $p < 0.05$ ;  $r = -0.72$ ,  $p < 0.05$  respectivamente). En la Figura 6 se muestran las configuraciones entre los diversos análisis aplicados a las galletas.

## DISCUSIÓN

En general, las galletas son productos elaborados básicamente con harinas de trigo, avena o centeno, azúcar y grasa vegetal, cuyo contenido proteico mínimo debe ser de seis a ocho % (NMX-F-006-1983). Los valores proteicos (8.81 - 13.94 g / 100 g) de las galletas enriquecidas con carne de barrilete de esta investigación (6 y 11 % de inclusión) cumplen dicha especificación química y son mayores que los resultados obtenidos en galletas con distintos tipos de harinas. Cutellé *et al.* (2012) reportaron un contenido proteico de 6.69 g / 100 g para galletas dulces elaboradas con una mezcla de harinas de trigo (50 %), de lenteja (30 %) y de arroz (20 %); Granito *et al.* (2010) reportaron 10.1 g / 100 g de proteínas en galletas elaboradas con 30 % de frijol; Escobar *et al.* (2009) reportaron 10.7 - 13.3 g/100 g de proteínas en galletas hechas con harina de cotiledón de algarrobo; Jiménez-Ramos & Gómez-Bravo (2005) indicaron un contenido proteico de 10.10 g / 100 g en galletas enriquecidas con cinco % de harina de pescado. Considerando que las proteínas del pescado son de alto valor biológico por su adecuado perfil de aminoácidos esenciales, particularmente lisina y metionina (Windsor & Barlow 1984; Huss 1999), su incorporación en galletas podría complementar a las proteínas de los cereales empleados y aumentar su valor biológico. En cuanto al contenido de grasa, las galletas formuladas con carne de pescado cumplen la especificación establecida en México para galletas, que oscila entre cinco y 15 % de grasa como mínimo (Norma Mexicana NMX-F-006-1983). Jiménez-Ramos & Gómez-Bravo (2005)

elaboraron galletas con cinco % de harina de pescado y 14 % de manteca y reportaron un contenido de grasa de 16.26 g / 100 g, el cual es similar al valor de las galletas D y H elaboradas con 11 % de carne de barrilete y de manteca (niveles altos). Otros autores han reportado valores de lípidos de 11.33 g/100 g para galletas dulces formuladas reemplazando el 50 % de harina de trigo por 30 % de harina de lenteja y 20 % de harina de arroz (Cutellé *et al.* 2012) ó hasta 41.6 g / 100 g para galletas elaboradas con 30 % de frijol (Granito *et al.* 2010). Uno de los inconvenientes que presenta la carne de barrilete es su color oscuro debido a su alto contenido de hierro. En la presente investigación el lavado efectuado a la carne de barrilete disminuyó su coloración roja, por lo que probablemente se eliminaron sustancias como el fierro; un efecto similar de decoloración en la carne fue observado por Santiago & Shain (2001), quienes evaluaron el efecto del lavado sobre la composición proximal y contenido de hierro en la carne de barrilete negro; reportaron que después de realizar un lavado de la carne molida con agua a menos de 10°C y agitación por 20 minutos, los contenidos de proteínas y lípidos fueron de 88.43 % y 5.39 % (en base seca) respectivamente, y el contenido de hierro disminuyó de 25.45 mg / 100 g a 16.54 mg / 100 g.

La  $a_w$  es una de las propiedades más importantes de los alimentos deshidratados ya que determina en gran medida los cambios químicos, bioquímicos, microbiológicos y físicos que se pueden presentar durante su almacenamiento (Badui 2006) y que alteran su vida útil. En este sentido, los valores bajos de  $a_w$  (0.25 - 0.42) para las galletas formuladas en esta investigación, se deben a que típicamente los azúcares enlazan el agua en el sistema alimentario (Alexander 1998). Estos resultados son similares con lo reportado por Perry *et al.* (2003) para galletas de avena y chocolate con sustitutos azúcar y de grasa (0.32 - 0.41) y por Maldonado & Pacheco (2000) para galletas de harina de plátano verde y trigo (0.43 - 0.47).

Al medir instrumentalmente la textura y el color de las galletas enriquecidas con carne de barrilete se encontraron diferencias en las formulaciones. Con respecto a la textura, estas diferencias se atribuyen al contenido de proteínas presentes en dichas galletas. Investigaciones realizadas por Gaines (1990) mostraron que el contenido de proteínas en la producción de galletas desarrolló mezclas más duras. La alteración de la proteína de la masa de galletas puede tener efectos dramáticos en la geometría y la textura de galletas (Gaines & Finney 1989). El color característico de las formulaciones está asociado al efecto de la temperatura y tiempo de horneado sobre el contenido de azúcar, lípidos, proteínas y almidón, los

cuales al parecer originaron una coloración típica de las reacciones de Maillard. En un producto cuanto mayor sea la cantidad de azúcares presentes, incluyendo los no reductores (Penfield & Campbell 1990) se desarrollará un color marrón más oscuro en su superficie.

El panel conformado por seis jueces generó 42 atributos sensoriales para las galletas; esta cantidad de términos es semejante a las obtenidas en otras investigaciones que aplicaron el mismo método sensorial, en donde se obtuvieron 32 atributos al evaluar formulaciones de camarón ahumado (Ramírez-Rivera *et al.* 2009) y 50 atributos para la descripción sensorial de hamburguesas de barrilete negro (Ramírez-Rivera *et al.* 2010).

Las variaciones entre los jueces respecto al número de términos generados puede deberse a diferencias en la percepción sensorial (Sulmont *et al.* 1997). La prueba de permutación determinó que los dos primeros ejes principales del AGP fueron significativos ( $F_1 = 43.36$ ,  $p < 0.0001$ ;  $F_2 = 264.31$ ,  $p < 0.0001$ ) y por lo tanto el valor de varianza fue 79.62 %; este valor es bajo comparado al obtenido por Ramírez-Rivera *et al.* (2010), quienes reportaron 83.23 % en la caracterización sensorial de hamburguesas de barrilete negro; Lassoued *et al.* (2008) reportaron un valor superior, el cual fue 74 % en la caracterización de productos de panificación. De los atributos sensoriales generados, el color café percibido por los jueces con mayor intensidad en las galletas E y F pudo deberse al desarrollo de diversas reacciones como la de Maillard, la desnaturalización de proteínas y la exudación de agua, las cuales son las responsables de la formación de color café (Bochi *et al.* 2008). De acuerdo con Sergio *et al.* (2006) y Hayes *et al.* (2006), las diferencias en color también pudieron ser ocasionadas por la adición de azúcar en las formulaciones, que generalmente contribuyen con el cambio de color de claro a oscuro. De acuerdo con Prescott (1998) y Asp (1999), los atributos del sentido del gusto tienen una mayor influencia sobre la selección de los alimentos e incluso son más importantes que los de otros sentidos. El estudio de la estabilidad del mapa sensorial reflejó un claro consenso entre los jueces que evaluaron las galletas (Cartier *et al.* 2006, Nestrud & Lawless 2008).

En la Figura 3 se explica el 71.14 % de la variación de los datos en los dos primeros ejes del AFM, siendo este valor superior al 66 % reportado por Marjorie *et al.* (1999) para la evaluación del consenso de jueces evaluadores de vinos); además se aprecia que los jueces uno, dos, cuatro, cinco y seis se encuentran muy cercanos (determinando un consenso entre los mismos), a diferencia del juez tres quien se ubica ligeramente alejado del resto de los jueces; estas diferencias pudieron ser ocasionadas

por las disimilitudes en la percepción sensorial.

El tamaño moderado de las elipses de confianza del PF de galletas pudo deberse al factor entrenamiento, ya que el panel empleado en la presente investigación tiene experiencia previa en la caracterización de diversos alimentos. Por lo tanto, las elipses de las galletas B, E y F se encuentran separadas de las elipses de las demás galletas y no se traslapan entre sí; esto indica que fueron discriminadas correctamente y percibidas de manera distinta con respecto a las galletas A, C, D, G y H (Figura 2), a las que el panel percibió de manera similar; y de manera general las elipses de confianza determinaron que el mapa sensorial es estable.

La correlación entre los datos químicos, instrumentales y sensoriales efectuada mediante el AFM reportó 70.41 % de la variación de los datos; en tanto que Lassoued *et al.* (2008) reportaron 51.42 % de variación, y encontraron similitudes entre las configuraciones de la descripción sensorial y los datos instrumentales para la evaluación de productos de panificación. Las correlaciones más cerradas se ubicaron en las galletas A, C, G, E, F y H, determinando que los datos obtenidos por los métodos químicos-instrumentales y sensoriales tienen una estructura similar en el interior de las matrices (Lê-Dien & Pagés 2003); esto significa que el vocabulario generado por los jueces pudo ser correlacionado con los datos químicos e instrumentales, lo cual quedó confirmado por el  $R_v = 0.72$ .

Los atributos sensoriales generados por los jueces (color café, duro en boca, duro al tacto, dulce, olor y aroma a pescado) permitieron discriminar las galletas formuladas con dos niveles de carne de barrilete, azúcar y manteca, y al mismo tiempo se formaron grupos en el espacio sensorial; de la misma manera, las galletas presentaron diferencias significativas en los resultados de proteínas, lípidos, textura y color ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ,  $C^*$  y  $h^o$ ).

La técnica PF permitió correlacionar los datos

sensoriales con los datos químicos e instrumentales. Los atributos detectados en el presente estudio pueden ser de utilidad en primera instancia para desarrollar estudios con consumidores con el fin de explicar las reacciones de preferencia o rechazo de los mismos en función del vocabulario generado en esta investigación mediante el uso de herramientas sensométricas como el mapa externo de preferencias, la cual, requiere cuantificarse previamente la intensidad de cada atributo mediante la técnica del análisis descriptivo cuantitativo QDA®; y en segunda instancia determinar las galletas que son rechazadas por los consumidores y poder realizar las reformulaciones de las mismas.

Desde el punto de vista nutricional, estas galletas formuladas con carne de barrilete podrían ser incluidas en un estudio exploratorio dirigido a comunidades con deficiencias proteicas, ya que presentaron valores elevados de proteína; aunque es necesario realizar otros análisis químicos para conocer la cantidad de hierro y el tipo de aminoácidos y de lípidos que pueden aportar dichas galletas en un estudio de carácter nutrimental. Además se considera relevante evaluar el grado de rancidez y la estabilidad microbiológica en función del tiempo, ya que las galletas evaluadas no fueron formuladas con ningún aditivo químico como antioxidante o estabilizante, lo cual podría reducir su vida de anaquel al ser almacenados a temperatura ambiente de manera significativa.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a la Universidad del Mar por el apoyo otorgado al proyecto de investigación con clave CUP 2111303, del cual formó parte el presente estudio y al Dr. François Husson del laboratorio de matemáticas aplicadas del Agrocampus Rennes, Francia por la asesoría brindada en el uso de la función boot para la generación de las elipses de confianza.

## LITERATURA CITADA

- Antuna - Grijalva O, Sánchez FR, Gutiérrez-Del Rio E, Torres NR, García LB (2003) Componentes genéticos de caracteres agronómicas y de calidad fisiológica de semillas en líneas de maíz. *Revista Fitotecnia Mexicana* 26 (1): 11-17.
- Alexander RJ (1998) *Sweeteners: Nutritive*. Eagan Press, St. Paul. Min., USA. 116 p.
- Alvarado JD, Aguilera JM (2001) *Métodos para medir propiedades físicas en industrias se alimentos*. Ed. Acribia, S. A. España pp 109-123.
- AOAC (2002) *Association of Official Analytical Chemist, Official Methods of Analysis 17th edition*. Association of Official Analytical Chemist, Arlington, VA. USA.
- Asp EH (1999) Factors affecting food decisions made by individual consumers. *Food Policy* 24: 287-294.
- Badui DS (2006) *Química de los Alimentos*. 4th ed. Editorial Pearson Educación, Mexico City

- Bochi V, Weber J, Ribiero C, Victorio A, Emmanuelli T (2008) Fishburgers with silver catfish (*Rhamdia quelen*) filleting residue. *Food Quality and Preference* 99: 8844-8849.
- Cadoret M, Husson F (2013) Construction and evaluation of confidences ellipses applied at sensory data. *Food Quality and Preference* 28: 106-155.
- Calvo C, Dúran L (1997) Propiedades Físicas II .Óptica y color. Capítulo 7. Edit. Jose Miguel Aguilera P. 277-278.
- Cartier R, Rytz A, Lecomte A, Poblete F, Krystlik J, Belin E, Martin N (2006) Sorting procedure as an alternative to quantitative descriptive analysis to obtain a product sensory map. *Food Quality and Preference* 17(7-8): 562-571.
- Cutellé B, Berruti V, Campagna F, Colombaroni MB, Robidarte MS, Wiedemann A, Vázquez M (2012) Desarrollo y evaluación sensorial de galletitas de jengibre con sustitución parcial de harina de trigo por harina de arroz y lenteja (Gallentinas). *Diaeta* 30(138): 25-31.
- Dairou V, Sieffermann JM (2002) A comparison of 14 jams characterized by conventional profile and a quick original method, the flash profile. *Journal of Food Science* 67(2): 826-834.
- Delarue J, Sieffermann, JM. (2004). Sensory mapping using flash profile. Comparison with a conventional descriptive method for the evaluation of the flavour of fruit dairy products. *Food Quality and Preference* 15(4): 383-392.
- Del Castillo MD, Corzo N, Olano A (2000) Early stages of Maillard reaction in dehydrated orange juice. *Journal Agriculture of Food Chemistry* 47(10): 4388-4390.
- Escobar B, Estévez AM, Fuentes GC, Venegas FD (2009) Uso de harina de cotiledón de algarrobo (*Prosopis chilensis* (Mol) Stuntz) como fuente de proteína y fibra dietética en la elaboración de galletas y hojuelas fritas. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición* 59(2): 191-198.
- Escofier B, Pages J (1983) Méthode pour l'analyse de plusieurs groups de variables application à la caractérisation de vins rouges du Vial de Loire. *Reveu de statistique appliquée* 31(2): 43-59.
- Faye P, Brémaud D, Teillet E, Courcoux P, Giboreau A, Nicod H (2006) An alternative to external preference mapping based on consumer perceptive mapping. *Food Quality and Preference* 17(7-8): 604-614.
- Gaines CS (1990) Influence of chemical and physical modification of soft wheat protein on sugar-snap cookie dough consistency, cookie size, and hardness. *Cereal Chemistry* 67: 73-77.
- Gaines CS, Finney PL (1989) Effects of selected commercial enzymes on cookie spread and cookie dough consistency. *Cereal Chemistry* 66(2): 73-78.
- Gámbaro A, Ares G, Giménez A, Pahor S (2007) Preference mapping of color of uruguayan honeys. *Journal of Sensory Studies* 22: 507-519.
- Granito M, Valero Y, Zambrano R (2010) Desarrollo de productos horneados a base de leguminosas fermentadas y cereales destinados a la merienda escolar. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición* 60 (1): 85-92.
- Hayes J, Desmond E, Troy D, Buckley D, Mehra R (2006) The effect of enhancement with salt, phosphate and milk proteins on the physical and sensory proprieties of pork loin. *Meat Science* 72: 380-386.
- Huss HH (1999) El pescado fresco: su calidad y cambios de su calidad. *FAO Documento técnico de pesca*, 348. 202 pp.
- Husson F, Lê-Dien S, Pagès J (2001) Which value can be granted to sensory profiles given by consumers? *Methodology and results*. *Food Quality and Preference* 12(5-7): 291-296.
- Husson F, Lê-Dien S, Pagès J (2005) Confidence ellipse for the sensory profiles obtained by principal component analysis. *Food Quality and Preference* 16: 245-250.
- Jiménez-Ramos FS, Gómez-Bravo CA (2005) Evaluación nutricional de galletas enriquecidas con diferentes niveles de harina de pescado. *Red peruana de alimentación y nutrición (r-PAN)*. 10.
- Lassoued N, Delarue J, Launay B, Michon C (2008) Baked product texture: correlations between instrumental and sensory characterization using flash profile. *Journal of Cereal Science* 48(1): 133-143.
- Lê-Dien S, Husson F (2008) Sensominer: a package for sensory data analysis. *Journal of Sensory Studies* 23: 14-25.
- Lê-Dien S, Pagès J (2003) Analyse factorielle multiple hiérarchique. *Revue de Statistique Appliquée* 50(2): 47-73.

- Lê-Dien S, Pagès J, Husson F (2008) Methodology for the comparison of sensory profiles provided by several panels: Application to a cross-cultural study. *Food, Quality and Preference* 19: 179-184.
- Lukito V, Arges A (2010) The effects of adding Omega-3 fatty acids on the texture and taste of chocolate chip cookies FN 453.
- Maldonado R, Pacheco E (2000) Elaboración de galletas con una mezcla de harina de trigo y de plátano verde. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición* 50(4): 387-393.
- Marjorie C, King J, Margaret C (1999) A comparison of methods for evaluation the performance of a trained sensory panel. *Journal of Sensory Studies* 16: 567-581.
- Mazzucchelli R, Guinard JX (1999) Comparison of monadic and simultaneous sample presentation modes in descriptive analysis of milk chocolate. *Journal of Sensory Studies* 14(2): 235-248.
- Nestrud MA, Lawless HT (2008) Perceptual mapping of citrus juices using projective mapping and profiling data from culinary professional and consumers. *Food Quality and Preference* 19(4): 431-438.
- Norma Mexicana NMX-F-006-1983. Alimentos. Galletas. Normas Mexicanas. Dirección General de Normas.
- Norma Mexicana NMX-F-540-1996. Productos de la pesca. Determinación del estado de frescura. Método de prueba. Dirección General de Normas.
- Norma Oficial Mexicana NOM-043-SSA2-2005. Servicios Básicos de Salud. Promoción y educación para la salud en materia alimentaria. Criterios para brindar orientación.
- Penfield MP, Campbell AM (1990) *Experimental Food Science*. 3rd Edition. Academic Press, San Diego, CA. USA.
- Perry JM, Swanson RB, Lyon BG, Savage EM (2003) Instrumental and sensory assessment of oatmeal and chocolate chip cookies modified with sugar and/or fat replacers. *Cereal Chemistry* 80(1): 45-51.
- Prescott J (1998) Comparison of taste perceptions and preferences of Japanese and Australian consumers: overview and implications for cross-cultural sensory research. *Food Quality and Preference* 9(6): 393-402.
- Ramírez-Rivera EJ, Ramón-Canul LG, Camacho-Escobar MA, Reyes-Borques V, Rodríguez de la Torre M, Shaín-Mercado AJ (2010) Correlación entre el perfil descriptivo cuantitativo y el perfil flash de hamburguesas de pescado de barrilete negro *Euthynnus lineatus*. *Nacameh* 4(2): 55-68.
- Ramírez-Rivera EJ, Ramón-Canul LG, Huante-González Y, Shaín-Mercado AJ, Bravo-Delgado, HR, Martínez-Liévana C (2009) Caracterización sensorial del camarón ahumado (*Litopenaeus vannamei*) mediante la técnica perfil flash. *Ciencia y Mar* 13(38): 27-34.
- Ramos-Cruz S (2009). Relación longitud-peso y factor de condición en el barrilete negro *Euthynnus lineatus* (Kishinouye, 1920)(Perciformes: scombridae), capturado en el litoral de Oaxaca, México. *Revista de Investigaciones Marinas* 30(1): 45-53.
- Rason J, Léger L, Dufour E, Lebecque A (2006) Relations between the know-how of small-scale facilities and the sensory diversity of traditional dry sausages from the Massif Central in France. *European Food Research and Technology* 222(5-6): 580-589.
- Santiago I, Shaín J (2001) Efecto del proceso de lavado en la composición química de la carne de barrilete negro (*Euthynnus lineatus*). *Revista Ciencia y Mar* 5: 13-18.
- Santiago MIS, Cortes NMM (1999) Uso del barrilete negro (*Euthynnus lineatus*) en la elaboración de un alimento infantil. *Revista Ciencia y Mar* 8: 13-19.
- Sergio E, Orlandi A, Da Silva S (2006) Color measurement in hamburger buns with fat and sugar replacers. *LWT - Food Science and Technology* 39 (2): 184-187.
- Sulmont C, Lesschaeve I, Sauvegeot F, Issanchou S (1997) Comparative training procedures to learn odor descriptors: Effects on profiling performance. *Journal of Sensory Studies* 14: 467-490.
- Tarea S, Cuvelier G, Sieffermann JM (2007) Sensory evaluation of the texture of 49 commercial apple and pear purees. *Journal of Food Quality* 30(6):1121-1131.
- Villaruel M, Pino L, Hazbún J (2006) Desarrollo de una formulación optimizada de mousse de linaza (*Linum usitatissimum*). *Archivos Latinoamericanos de Nutrición* 56(2): 185-191.

- Williams AA, Langron SP (1985) The use of free-choice profiling for the evaluation of commercial ports. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 35(5): 558-568.
- Windsor M, Barlow S (1984) *Introducción a los subproductos de pesquerías*. Editorial Acribia. Zaragoza. España. 1-79 p.
- Wu W, Guo Q, de Jong S, Massart DL (2002) Randomisation test for the number of dimensions of the group average space in generalised procrustes analysis. *Food Quality and Preference* 13(3): 191-200.
- Xiong R, Blot K, Meullenet JF, Dessirier JM (2008) Permutation test for generalized procrustes analysis. *Food Quality and Preference* 19(2): 146-155.